Fedezd fel a világot!

NAT 2020

Fizika feladatgyűjtemény középiskolásoknak



OKTATÁSI HIVATAL

Fizika feladatgyűjtemény középiskolásoknak

OKTATÁSI HIVATAL

A kiadvány 2020. 09. 02-én tankönyvi engedélyt kapott a TKV/3332–12/2020. számú határozattal.

A tankönyv megfelel a Nemzeti Alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet alapján készült, 2020. 01. 31. után kiadott, a gimnáziumok 9–12. évfolyam és a 7–12. évfolyam Fizika tantárgy kerettantervének.

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértők: BOTKA LAJOSNÉ, KEMPFNER ZSÓFIA

Szerzők: CSAJÁGI SÁNDOR, DÉGEN CSABA, ELBLINGER FERENC, DR. FÜLÖP FERENC, PÓDA LÁSZLÓ, SIMON PÉTER, URBÁN JÁNOS

Alkotószerkesztő és lektor: DR. HONYEK GYULA

Felelős szerkesztő: BOGNÁR EDIT

A szakábrákat készítette: SZALÓKI DEZSŐ

Az illusztrációkat készítette: JÉCSAI ZOLTÁN

Fotók: Dreamstime: Pavla; Flickr: Butler County VB, Jeffrey Beall, Matt Biddulph, Misko; Wikipédia: Johan; NASA; Oktatási Hivatal archívuma

© Csajági Sándor, Dégen Csaba, Elblinger Ferenc, dr. Fülöp Ferenc, Póda László, Simon Péter, Urbán János, dr. Honyek Gyula, Oktatási Hivatal (Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet), 2015

A mű más kiadványban való részleges vagy teljes felhasználása, illetve utánközlése a kiadó engedélye nélkül tilos!

ISBN 978-963-436-336-1

Oktatási Hivatal • 1055 Budapest, Szalay utca 10–14.
Telefon: (+36-1) 374-2100 • E-mail: tankonyv@oh.gov.hu

A kiadásért felel: Brassói Sándor mb. elnök • Raktári szám: OH-FIZ910GY
Utánnyomásra előkészítette: Csajági Sándor
Tankönyvkiadási osztályvezető: Horváth Zoltán Ákos • Műszaki szerkesztő: Marcsek Ildikó
Grafikai szerkesztő: Görög Istvánné • Nyomdai előkészítés: WOW Stúdió Kft.
Terjedelem: 22,88 (A/5) ív • A könyv tömege: 410 gramm • 1. kiadás, 2022

Gyártás: Könyvtárellátó Nonprofit Kft.

Készült a Gyomai Kner Nyomda Zrt.-ben, 2022-ben
A Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja
Felelős vezető: Csöndes Zoltán vezérigazgató • www.gyomaikner.hu

Tartalom

Előszó **4**

Bevezetés **5**

Táblázatok **10**

1. | Kinematika – Mozgástan *(dr. Fülöp Ferenc)* **13**

2. | Dinamika – Erőtan *(Csajági Sándor)* **31**

3. | Munka, energia *(Csajági Sándor, dr. Fülöp Ferenc)* **69**

4. | Folyadékok és gázok mechanikája *(Csajági Sándor, dr. Fülöp Ferenc)* **87**

5. | Hőtani folyamatok *(Póda László)* **99**

6. | Termodinamika *(Póda László)* **115**

7. | Elektrosztatika *(Urbán János)* **135**

8. | Az elektromos áram *(Urbán János)* **149**

9. | Rezgések és hullámok *(Simon Péter)* **161**

10. | Elektromágneses jelenségek *(Dégen Csaba)* **179**

11. | Optika *(Simon Péter)* **197**

12. | Atomfizika *(Elblinger Ferenc)* **217**

13. | Magfizika *(Elblinger Ferenc)* **233**

14. | Csillagászat *(Dégen Csaba)* **249**

Előszó

„A természet a matematika nyelvén íródott.”
(Galileo Galilei, 1564–1642)

„Ha azt, amiről szó van, mérni tudjuk, akkor a tárgyról tudunk valamit,
ha azonban nem tudjuk számokkal megadni, akkor ismeretünk szegényes és nem kielégítő.”
(Lord Kelvin, 1824–1907)

„Azoknak, akik nem ismerik a matematikát, nehézséget okoz keresztüljutni
a szépség valódi érzéséhez, a legmélyebb szépséghez, a természethez…
Ha a természetről akarsz tanulni, méltányolni akarod a természetet,
ahhoz szükség van arra, hogy értsd a nyelvét, amin szól hozzád.”
(Richard Feynman, 1918–1988)

Három különböző korszak legtekintélyesebb fizikusától idéztünk. Nem meglepő módon ugyanazt hangsúlyozták: a matematika fontosságát a természet megismerésében. Tehát ha valaki a fizikával kíván foglalkozni, akkor nem nélkülözheti a megfelelő szintű matematikai ismereteket, és azt a készséget, hogy a felmerülő problémákkal a matematika eszközeivel is tudjon foglalkozni. Így nyilvánvalóan a fizika oktatásában is meg kell, hogy jelenjenek a matematikai eszközöket igénylő feladatok, ezt egyébként az érettségi követelményrendszer is egyértelműsíti. Ezért a feladatgyűjtemény nagyszámú, különböző nehézségi szintű számolásos feladatot tartalmaz az érettségi, valamint a kerettantervi követelményeknek megfelelően. A könyv összeállításánál azt tartottuk szem előtt, hogy a középiskolai tanulmányok alatt az folyamatosan használható legyen. Az új fogalmak és törvények megismerése után megoldható egyszerűbb példák éppúgy szerepelnek a példatárban, mint az érettségi előtt álló diákok számára kitűzött összetettebb problémákat tartalmazó feladatok. Akik pedig a fizikai feladatok „rabjaivá” váltak, és szívesen oldanak meg versenyfeladatokat is, szintén találnak fejezetenként egy-két ilyen típusú, kihívást jelentő feladatot.

A matematika azonban csupán egy eszköz, igaz, a legfontosabb, a fizika műveléséhez. Csak akkor tudjuk eredményesen használni ezt az eszközt, ha ismerjük a fizika fogalmait, értjük törvényeit. A feladatgyűjtemény tehát nem nélkülözheti az ismeretmélyítő, gondolkodtató, méréselemző, vagy logikai feladatokat sem. Mivel az érettségi feladatsorokban az ilyen jellegű feladatok főként tesztek formájában jelennek meg, ezért a feladatgyűjteményben az egyes fejezetekhez jelentős számban csatoltunk tesztkérdéseket is.

Az emelt szintű érettségi követelményei között szerepel, hogy a jelöltnek átfogó ismeretei legyenek az egyes témakörökről, és erről megadott szempontok szerint esszét tudjon írni. Emiatt a feladatgyűjtemény fejezetenként 2-3 esszékérdést is tartalmaz.

Egy jó feladatgyűjteménytől elvárható az, hogy az önálló tanulást is lehetővé tegye. Ebben segít a feladatgyűjteményhez készült megoldáskötet, amely tartalmazza az összes feladat részletesen kidolgozott megoldását.

Bevezetés

A feladatgyűjtemény felépítése

A feladatgyűjtemény a jelenleg érvényben lévő kerettantervekben (NAT 2012) előírt középiskolai tananyag témaköreit tartalmazza. A feladatok nehézségi szintje alkalmazkodik az érettségi vizsga követelményeihez. A példatárban a 14 fejezet témája megegyezik a középiskolai kerettantervi követelményekben, így a középiskolai tankönyvekben lévő témakörökkel. Az egyes témakörökhöz kínált feladatok jól kiegészítik a fizikatankönyvek feladatanyagát. A feladatgyűjtemény tanórai és otthoni gyakorláshoz egyaránt használható.

A fejezetek feladattípusai:
– alapozófeladatok,
– gyakorlófeladatok,
– tesztek,
– esszékérdések,
– kihívást jelentő feladatok.

Az *alapozófeladatok* a témakörök egyes leckéihez köthetők, így tanórai vagy házi feladatokként egyaránt feladhatók, továbbá dolgozatra való felkészüléshez is ajánljuk. Ezek a feladatok az alapfogalmak megértését, az adott leckében tanult összefüggések begyakorlását segítik elő.

A *gyakorlófeladatok* a témakör mélyebb elsajátítását szolgálják. Az egyes feladatok a témakör több leckéjének, illetve korábbi témaköröknek az ismeretanyagára is épülhetnek. Jóllehet a gyakorlófeladatokat nem válogattuk szét témakörök szerint, de itt is ügyeltünk arra, hogy a feladatok sorrendje a tananyag feldolgozását kövesse. A gyakorlófeladatok megoldását a gyakorlóórákra javasoljuk, ezt követően a hasonló típusú példák feladhatóak házi feladatnak. Ezek a feladatok alkalmasak differenciált tanórai munkára, a jobb tanulók önállóan is megoldhatják azokat.

A *tesztek* segítségével gyakorolható a megismert fizikai fogalmak, törvények alkalmazása, ezáltal a tudás elmélyíthető. Az érettségire való felkészülést is segítik. Alkalmasak az elsajátított ismeretek ellenőrzésére.

Az *esszékérdések*, melyek a fejezet tananyagát feldolgozó irányított kérdéssorok, az emelt szintű érettségi vizsgára készítenek fel. Javasoljuk a középiskolai évek alatt a folyamatos megoldásukat, hiszen ezek a középiskolai tananyag mélyebb elsajátítását is segítik.

Azon diákok számára, akik jobban el szeretnének mélyedni a fizikafeladatok rejtelmeiben, ajánljuk a fejezetek végén található *kihívást jelentő feladatokat*. Ezek a feladatok nehezebb, összetettebb, versenyszintű feladatok.

Némely példa kiszámításához olyan adatokra is szükség lehet, melyek a feladatban nem szerepelnek. Ezek az adatok a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban megtalálhatóak, és erre a feladat szövegében fel is hívjuk a figyelmet.

A feladatgyűjtemény feladatait kettős számozással láttuk el. Az első szám a témakör sorszámát, a második szám pedig a feladat témakörön belüli sorszámát mutatja. Az emelt szintű érettségi anyagát feldolgozó feladatok sorszáma fekete helyett szürke. Azoknál a feladatoknál, ahol nem az egész feladat emelt szintű, ott csak az emelt szintű részfeladat betűjele szürke. A feladatgyűjteményben szereplő grafikonok, rajzok és fotók sorszáma annak a feladatnak a sorszámával egyezik meg, amihez az adott ábra tartozik.

Hogyan oldjunk meg fizikafeladatot?

A következőkben néhány jó tanácsot adunk, melyek figyelembevétele segít a feladatok megoldásában.

A *számításos fizikafeladatok* megoldását természetesen a feladat szövegének alapos elolvasásával kezdd. Ha az első olvasás után még tanácstalan vagy, célszerű – akár többször is – újra elolvasni a feladat szövegét.

A feladat szövegében szereplő adatokat gyűjtsd ki, és ha szükséges, egységesítsd a fizikai mennyiségek mértékegységeit. Előfordulhat az is, hogy a feladat szövege egy adatot közvetetten tartalmaz, például „a műhold mindig a Föld ugyanazon pontja felett van". Ez az információ azt jelenti, hogy a műhold keringési ideje (egy kör megtételének ideje) és a Föld forgási periódusideje (1 nap) egyenlő. Az adatok kiírása után fogalmazd meg a feladat kérdéseit is.

Sok feladat megértését segítheti, ha el tudod mesélni a benne szereplő történetet. Miközben elmeséled magadban a feladat „történetét", készíts vázlatrajzot. A rajz készítése közben közelebb kerülhetsz a problémához. Az is előfordulhat, hogy a vizsgált „történet" több epizódra tagolódik. A rajz valóban vázlatos legyen, azaz a lehető legegyszerűbb. Például egy kinematikai feladatban szereplő autót gyakran elég egy pici négyzettel jelölni. A vázlatrajzra ne írj számokat. Áttekinthetőbb a munkád, ha a számok helyett a feladatban szereplő fizikai mennyiségek jele kerül a rajzra.

Gondolkozz el azon, hogy a feladat „történetében" milyen fizikai jelenségek szerepelnek. Idézd fel, hogy az adott fizikai jelenségeket milyen fizikai mennyiségek írják le. Gyakran a megfelelő fizikai mennyiség értelmezése elvezet a feladat megoldásához. Más esetekben fogalmazd meg a szóba jöhető fizikai mennyiségek kapcsolatát leíró törvényeket is. Minden törvénynek megvan az érvényességi feltétele. Mielőtt alkalmazod őket, vizsgáld meg, hogy teljesül-e az alkalmazni kívánt törvény érvényességi feltétele. Például a mechanikai energiák megmaradásának tétele akkor alkalmazható, ha a vizsgált testre csak konzervatív erők hatnak.

A feladatban szereplő, adott jelenséget leíró törvény a matematika nyelvén is megfogalmazható, legtöbbször egy egyenlet felírásával. Előfordulhat, hogy a probléma vizsgálata több egyenlet felírását is megkívánja. Az így nyert egyenletrendszert matematikai eszközökkel tudod megoldani. Akkor lesz elegáns a megoldásod, ha nem helyettesítesz be rögtön a megoldás elején, hanem végig paraméteresen (a fizikai mennyiségek betűjeleit használva) dolgozol. Ilyenkor az eredményt is paraméteresen kapod meg. Ez lehetőséget ad arra, hogy a vizsgált jelenségről általános megállapítást tegyél. A paraméteresen kifejezett végeredménybe helyettesítsd be az adatokat! A fizikai mennyiségnek nemcsak a számértékét, hanem a mértékegységét is érdemes behelyettesíteni, és velük is elvégezni a kijelölt műveleteket. Ez egyben ellenőrzést is jelent.

Lehetséges, hogy kezdetben nehézséget okoz az egyenletrendszer paraméteres megoldása. Természetesen az a megoldás is helyes, ha rögtön behelyettesítesz a vizsgált egyenletrendszerbe, és így oldod meg az egyenletet, illetve egyenletrendszert. Így is megkaphatod a helyes végeredményt, viszont megfosztod magad attól az örömtől, amit az általános gondolatok megfogalmazása kínál.

A behelyettesítés után kapott végeredmény valódiságát érdemes ellenőrizned. Végül adj egy rövid szöveges választ a feladatban megfogalmazott kérdésre! Ha úgy érzed, hogy megoldottad a feladatot, érdemes azt még egyszer elolvasnod, hogy tényleg a kérdésre adtál-e választ, illetve minden kérdésre megadtad-e a választ.

Célszerű a tankönyved leckéiben lévő kidolgozott feladatokat otthon, önállóan, figyelmesen áttanulmányozni. Eközben is igen sokat tanulhatsz.

A *tesztfeladatok* (feleletválasztós feladatok) segítik felmérni, hogy elsajátítottad-e a tananyagot.

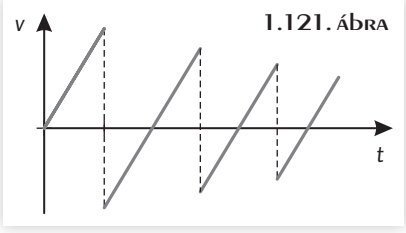
A középszintű érettségin a tesztfeladatok az alapvető ismeretek, alkalmazások, következtetések számonkérésére szolgálnak. Olyan jelenségekre, összefüggésekre kérdeznek rá a tesztek, melyekről szemléletes képpel kell rendelkezned. A tesztfeladatok többnyire egy kérdésből állnak, és a felkínált 3-4 lehetséges válaszból kell kiválasztanod a helyeset vagy a hamisat. Sokszor érdemes azt a stratégiát alkalmaznod, hogy először megpróbálsz a feltett kérdésre válaszolni, és csak ezután nézed meg, hogy az általad adott megoldás melyik felkínált válasznak felel meg.

Az emelt szintű érettségin már mélyebb tudás is elvárható. Az előzőeken túl olyan tesztfeladat is lehetséges, amelynek megválaszolása csak egy rövidebb számításos feladat megoldása után lehetséges.

Esszékérdés csak az emelt szintű írásbeli érettségin szerepel. Ebben a feladattípusban fizikai jelenségekre vonatkozó kérdéseket találsz. Természetesen nem elég az, hogy végighaladsz a kérdéseken, és mindegyikre egy-egy helyes választ adsz. A megoldásod akkor lesz igényes, ha egy olyan fogalmazást készítesz, amelynek a vezérfonalát, vázlatát a feladatban megtalálható kérdések adják. Folyamatos szöveget készíts, egész mondatokban fejtsd ki a gondolataidat. Az általad alkotott szöveg legyen tagolt, a mondatokon túl tartalmazhat rajzot, táblázatot, grafikont, képleteket. Ügyelj a helyesírásra, használd a szakszavakat!

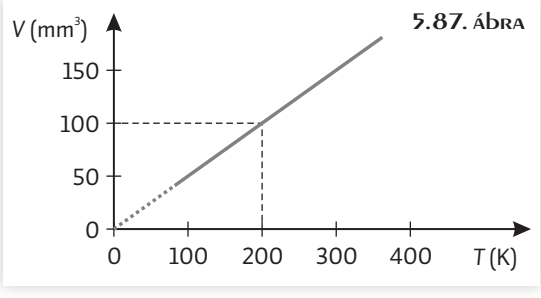
Grafikonok, táblázatok elemzése és készítése

A fizikafeladatok egy részében a történetet, a jelenséget grafikonnal szemléltetjük, grafikonnal „mondjuk el”. A feladatod ilyen esetben az, hogy „kiolvasd” a benne rejlő információkat, adatokat. A grafikon az esetek többségében két fizikai mennyiség közötti összefüggést ábrázol, tehát lényegében egy olyan matematikai függvény, aminek a független változójához és a függvényértékéhez is egy-egy fizikai mennyiséget rendelünk.



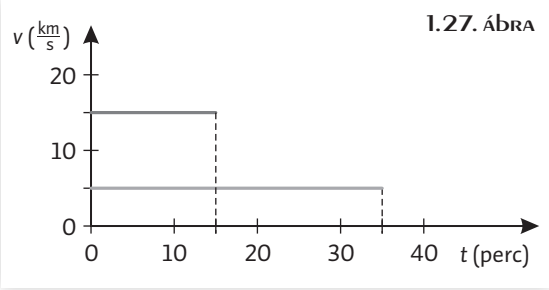
1.121. ábra

A grafikon bizonyos esetekben csak a szereplő fizikai mennyiségek jelét és a görbét, görbéket (egyenest, egyeneseket) tartalmazza. Ilyenkor kvalitatív (minőségi) megállapításokat tehetünk, mint például: a két mennyiség között lineáris kapcsolat van, vagy az egyik folyamat gyorsabban játszódik le, mint a másik, vagy létezik egy időpont, amikor két test éppen azonos helyen van. Jó példa erre az **1.121.** feladat, aminek a grafikonjáról leolvasható, hogy a kérdéses test sebessége szakaszonként lineárisan növekszik, de a növekedés mértéke egyre kisebb, bizonyos időpontokban pedig a sebesség iránya előjelet vált és nagysága csökken. Más esetben a grafikon számértékeket is tartalmaz – például az **5.87.** feladatban –, így adatokat nyerhetünk a feladat megoldásához.



5.87. ábra

Gyakran a grafikon – vagy annak egy része – alatti területnek fontos fizikai jelentése van. Például az **1.27.** feladatban a grafikonról leolvasható a függvények alatti területek nagysága, amik a testek által megtett utakkal arányosak. Ilyen



1.27. ábra

esetben figyelni kell a mértékegységre! Az út mértékegysége egydimenziós (m; cm), a terület mértékegysége kétdimenziós (m^2; cm^2).

Egy feladatot, ha nem tartozik hozzá grafikon, szokásos módon analitikusan (egyenletek felírásával, azok megoldásával) oldunk meg. Megpróbálkozhatunk azonban grafikus megoldással is, például két test mozgását megadó út-idő függvény ábrázolásával a testek találkozási időpontja, helye a grafikonról leolvasható.

Olyan feladat is van, amikor grafikont kell rajzolni. Az ábrázoláshoz szükséges értékeket számolással kapjuk meg. Például a **6.121.** feladatban ki kell számolni, hogy a hőmennyiség hatására megolvad-e a jég vagy csak felmelegszik. Ezután tudjuk megrajzolni a hőmérséklet-hőmennyiség grafikont.

Előfordulhat, hogy a feladat sok adat (például mérési adatok) összevetését, elemzését kéri. Az adatok felsorolásszerűen rendelkezésre állnak. Ilyenkor a jobb áttekinthetőség érdekében érdemes táblázatba foglalni azokat. De az is lehet, hogy már táblázat formájában kapjuk meg az adatokat, ilyen feladat például az **1.17.** számú. Célszerű lehet grafikonon ábrázolni az értékeket, mert azok egymáshoz viszonyított változását, a tendenciákat így könnyebben észrevehetjük. A megoldásként kapott adatokat is érdemes táblázatban összefoglalni.

Út (m)	50	100	150	200
Idő (perc)	1,1	2,42	3,24	4,1

A fizikafeladatok kapcsolata a valósággal

A feladatok megfogalmazása során, ahol ezt a tartalom megengedte, törekedtünk arra, hogy ne száraz, a valóságtól elvonatkoztatott helyzeteket ábrázoljunk. A „Vízszintes síkon *m* tömegű testre *F* erő hat α szög alatt, a test és a sík között van súrlódás. Mekkora a test gyorsulása?” sivár szövegezés helyett személyesebb, a környezetünkbe elhelyezett, életszerű példákat próbáltunk írni. Természetesen sok témakörben, főleg az összetettebb feladatok esetén ez nem mindig lehetséges, de itt is igyekeztünk jól elképzelhető környezetet ábrázolni.

A jól megfogalmazott feladat formáját tekintve tömör, egyértelmű. Nem szólhat azonban minden körülményről. Ismereteidet, gyakorlati tapasztalataidat mérlegelve kell eldöntened, melyek azok a jelenségek, amiket figyelembe kell venni és miket szabad elhanyagolni. Kis sebességeknél, levegőben általában eltekinthetünk a közeg-ellenállási erő hatásától, de nagyobb sebességeknél vagy kis sűrűségű testek esetében ezzel is számolni kell. Általában elmondható, hogy amiről a feladat nem szól, az nincs, vagy hatása elhanyagolható. Például az álló-, illetve mozgócsigát tartalmazó feladatok esetén, ha nem szólunk a csiga tulajdonságairól, akkor elhanyagolható tömegűnek, súrlódásmentesen forgónak tekintjük. Természetesen a teljesen triviális dolgokat adottnak kell tekintened, még ha nem is szól róluk a feladat. Például a jelenségek a Földön játszódnak, kivéve, ha külön kiemeljük, hogy például a Föld körül keringő űrállomáson, vagy minden bolygótól, csillagtól távol, a világűrben.

Fizikatudásodon kívül realitásérzékedet is tudod fejleszteni a feladatok megoldása során. A feladat szövegének megértése után ne kezdj azonnal „behelyettesíteni” a megfelelőnek vélt egyenletekbe! Becsüld meg a várható eredmény nagyságát, vagy próbáld kitalálni, hogy mi történik! A számítások elvégzése után pedig mindig értékeld a kapott eredményt! A számértékeket úgy választottuk meg, hogy reális, akár ellenőrizhető is legyen a feladatban megfogalmazott történés, kísérlet vagy az eredmény.

Ne félj akár kísérletekkel, mérésekkel is ellenőrizni a kapott eredményt! Távolságot, hosszúságot könnyen tudsz mérni vonalzóval, mérőszalaggal, időt digitális kijelzésű karórával, telefonnal, számítógéppel, tömeget (áttételesen erőt is) konyhai mérleggel. Erőmérőt készíthetsz egy expanderből vagy golyóstollból kiszerelt rugóból, esetleg akár egy gumiszálból is. Ismert tömegű tárgyakkal tudod hitelesíteni az erőmérődet. Hőmérő akad a lakásban, jeget tudsz készíteni, vizet tudsz melegíteni, forralni. Multiméter elérhető áron megvásárolható. Érdemes befektetni egybe, a hétköznapokban is szükség lehet rá. Elem, akkumulátor, vezeték vagy van otthon, vagy könnyen beszerezhető. Használd a számítógép, telefon kameráját, mikrofonját, ha van, a beépített GPS-t, gyorsulásérzékelőt, iránytűt!

A feladatok megoldásánál következetesen SI-mértékegységekben, az alapegységekkel és a származtatott egységekkel számolj! A feladatok számértékeit gyakran szándékosan nem SI-alapegységekben adtuk meg, hanem úgy, ahogy a gyakorlatban például egy mérés során megkapnánk, vagy ahogy az adott helyzetben a legszemléletesebb. Vannak speciális helyzetek, amikor nem kell feltétlenül az alapegységekkel számolni, de ezekben az esetekben figyelned kell arra, hogy következetesen térj el az alapegységektől, ilyen például a **3.60.** feladat.

Elektromos hálózatok számításánál a V, kΩ, mA egységek következetes együttes használata szintén egyszerűsítheti a megoldás technikai részét.

Bizonyos helyzetekben magad is definiálhatsz egységeket. A „házi” mértékegységeiddel egyszerűsítheted a feladat megoldását, az eredmény értékelésénél azonban figyelembe kell venni, hogy speciális egységben kapod azt. Erre példa az **1.90.** feladat.

1.90. | Építkezésen egy munkagép egy villanyoszlopot húz lassan maga után. Szeretnénk megtudni az oszlop hosszát, ezért egyenletes sebességgel elhaladunk az oszlop mellett, és megállapítjuk, hogy 22 lépés alatt értünk a végétől az elejéig. Szemben haladva vele, az elejétől a végéig 14 lépést tettünk. Milyen hosszú az oszlop?

Megoldás: Most egy lépésünk hosszát tekintjük a hosszúság mértékegységének, és ezzel fejezzük majd ki a villanyoszlop hosszát. Ez gondot okozhat más, méterekben kifejezett távolságokkal való összehasonlításban. Természetesen, ha lehetőségünk lesz lépéshosszunkat (a továbbiakban lh-val jelöljük) pontosan lemérni és azt méterben kifejezni, akkor utólag a villanyoszlop hosszát meg tudjuk majd adni méterben is. Az időt is sajátos mértékrendszerben, lépésidőben (li) adjuk meg. Így a sebesség mértékegysége $\frac{\text{lépéshossz}}{\text{lépésidő}} = \frac{\text{lh}}{\text{li}}$.

Legyen L az oszlop hossza (lh-ban kifejezve), v_0 az oszlop sebessége $\frac{\text{lh}}{\text{li}}$ mértékegységben, v_s a saját sebességünk szintén $\frac{\text{lh}}{\text{li}}$ mértékegységben. A feladat második mondatában megfogalmazott állítást egy egyenletbe tudjuk átírni. Az oszlop végétől az elejéig történő eljutás ideje a saját adatainkkal kifejezve: $t_1 = \frac{22}{v_s}$. Ugyanez az idő az oszlop adataival: $t_1 = \frac{22 - L}{v_0}$. A két egyenlet jobb oldalát egyenlővé téve kapjuk, hogy $\frac{22}{v_s} = \frac{22 - L}{v_0}$ (1).

A feladat harmadik mondata szerint, elejétől végéig haladva az oszlop mellett az eltelt idő saját adatainkkal kifejezve: $t_2 = \frac{14}{v_s}$, ugyanez az idő az oszlop adataival: $t_2 = \frac{L - 14}{v_0}$. Az utóbbi két egyenlet összevetéséből kapjuk, hogy $\frac{14}{v_s} = \frac{L - 14}{v_0}$ (2).

Két egyenletünk van három ismeretlennel, és nem tudunk több összefüggést felírni. Azonban ha a két egyenletet elosztjuk egymással, akkor csak egy ismeretlen (L) marad:

$$\frac{22}{14} = \frac{22 - L}{L - 14}.$$

Ennek a megoldása: $L = 17,11$. Vagyis az oszlop hossza 17,11 lépéshossz.

Táblázatok

Prefixumok

Előtag	Jele	Neve	Értéke	Előtag	Jele	Neve	Értéke
yotta-	*Y*	kvadrillió	10^{24}	deci-*	*d*	tized	10^{-1}
zetta-	*Z*	ezertrillió	10^{21}	centi-*	*c*	század	10^{-2}
exa-	*E*	trillió	10^{18}	milli-	*m*	ezred	10^{-3}
peta-	*P*	ezerbillió	10^{15}	mikro-	*m*	milliomod	10^{-6}
tera-	*T*	billió	10^{12}	nano-	*n*	ezermilliomod	10^{-9}
giga-	*G*	milliárd	10^{9}	piko-	*p*	billiomod	10^{-12}
mega-	*M*	millió	10^{6}	femto-	*f*	ezerbilliomod	10^{-15}
kilo-	*k*	ezer	10^{3}	atto-	*a*	trilliomod	10^{-18}
hekto-*	*h*	száz	10^{2}	zepto-	*z*	ezertrilliomod	10^{-21}
deka-*	*da*	tíz	10^{1}	yocto-	*y*	kvadrilliomod	10^{-24}

A *-gal jelölt négy prefixumnak a használata csak az alábbi kivételes esetekben ajánlott:

Mértékegység	Jel	Mértékegység	Jel
hektoliter	*hl*, *hL*	centiméter	*cm*
hektopascal	*hPa*	centigramm	*cg*
dekagramm	*dag* vagy *dkg*	centiliter	*c* vagy *cl*
deciliter	*dl* vagy *dL*	centigray	*cGy*
deciméter	*dm*	centisievert	*cSv*

Az alábbi egységekhez tilos prefixumot kapcsolni:
– fok, ívperc, ívmásodperc
– perc, óra, nap, hét, hónap, év
– Celsius-fok
– csillagászati egység, parsec, fényév, tengeri mérföld
– hektár

Univerzális állandók

Az állandó neve	Jele	Gyakorlatban használt értéke
fénysebesség (vákuumban)	c	$3 \cdot 10^8 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
a vákuum dielektromos állandója	ε_0	$8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{\mathrm{A \cdot s}}{\mathrm{V \cdot m}}$
a vákuum permeabilitása	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{A \cdot m}}$
gravitációs állandó	γ	$6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{kg \cdot s^2}}$
Planck-állandó	h	$6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$

Fizikai-kémiai állandók

Az állandó neve	Jele	Gyakorlatban használt értéke
elemi töltés	e	$1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$
atomi tömegegység	m_u	$1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
atomi tömegegység energiaértéke	E_{m_u}	$1{,}5 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{J}$
	E_{m_u}	931,5 MeV
Avogadro-állandó	N_A	$6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\mathrm{mol}}$
Boltzmann-állandó	k	$1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}$
Faraday-állandó	F	$96\,500 \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{mol}}$
Loschmidt-szám (0°C, 101 325 Pa)	N_L	$2{,}7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\mathrm{m^3}}$
univerzális gázállandó (Regnault-állandó)	R	$8{,}31 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$
Stefan–Boltzmann-állandó	s	$5{,}67 \cdot 10^{-8} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 \cdot K^4}}$
Wien-állandó	b	$2{,}9 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m \cdot K}$
ideális gáz moláris térfogata (0°C, 101 325 Pa)	V_m	$22{,}41 \frac{\mathrm{dm^3}}{\mathrm{mol}}$

Megállapított standard értékek

Az állandó neve	Jele	Pontos értéke
a ^{12}C móltömege	$M(^{12}C)$	$12 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$
gravitációs gyorsulás normálértéke	g_N	$9,806\,65 \frac{m}{s^2}$
légköri nyomás	p	101 325 Pa

Atomfizikai állandók

Az állandó neve	Jele	Pontos értéke
alfa-részecske tömege	m_α	$6,644 \cdot 10^{-27}$ kg
alfa-részecske tömege	m_α	$4,001\,m_u$
Bohr-sugár	a_0	$0,529 \cdot 10^{-10}$ m
elektronsugár (klasszikus)	r_e	$2,817 \cdot 10^{-15}$ m
elektron Compton-hullámhossza	λ_C	$2,426 \cdot 10^{-12}$ m
deutérium tömege	m_D	$3,343 \cdot 10^{-27}$ kg
elektron *g* faktor	g_e	$-2,002$
elektron mágneses momentuma	μ_e	$-928,4 \cdot 10^{-26} \frac{J}{T}$
elektron tömege	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
elektron tömege	m_e	$5,485 \cdot 10^{-4}\,m_u$
hélium tömege	m_h	$5,006 \cdot 10^{-27}$ kg
müon tömege	m_μ	$1,883 \cdot 10^{-28}$ kg
neutron Compton-hullámhossza	$\lambda_{C,n}$	$1,319 \cdot 10^{-15}$ m
neutron *g* faktor	g_n	$-3,826$
neutron tömege	m_n	$1,674 \cdot 10^{-27}$ kg
neutron tömege	m_n	$1,008\,m_u$
proton Compton-hullámhossza	$\lambda_{C,p}$	$1,321 \cdot 10^{-15}$ m
proton *g* faktor	g_p	5,586
proton tömege	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27}$ kg
proton tömege	m_p	$1,007\,m_u$
Rydberg-állandó	R_α	$1,097 \cdot 10^7 \frac{l}{m}$

1. | Kinematika – Mozgástan

Alapozófeladatok

Mechanikai mozgás. Egyenes vonalú egyenletes mozgás. Változó mozgások

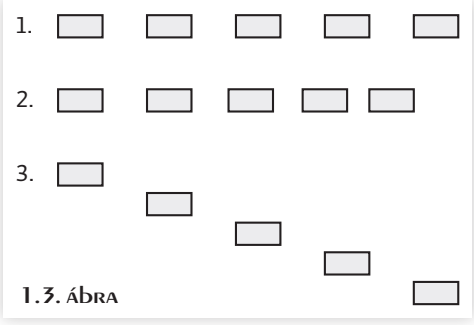
1.1. | Egyenletes sebességgel haladtunk 10 másodpercig, és 12 méter utat tettünk meg. Utána 15 másodperc alatt szintén egyenletes sebességgel haladva 21 métert gyalogoltunk. Ábrázoljuk mindkét út-idő függvényt egy koordináta-rendszerben! Számítás nélkül állapítsuk meg, hogy melyik esetben mentünk gyorsabban!

1.2. | Egy labdarúgó-mérkőzés végén a statisztikai adatok között olvashatjuk, hogy az egyik játékos 8,58 km-t futott a teljes játékidő (90 perc) alatt.

a) Mekkora volt az átlagsebessége?
b) Mennyire jellemzi ez az adat a játékos mozgását?

1.3. | Vízszintes, sima asztallapon három test mozgásáról készítünk sorozatfelvételt azonos időközökben.

a) Melyik test végez egyenes vonalú mozgást?
b) Melyik test mozog állandó sebességgel?
c) Melyik test gyorsul vagy lassul?



1.3. ábra

1.4. | Egyenletesen haladva hat perc alatt 400 m-t tettünk meg.

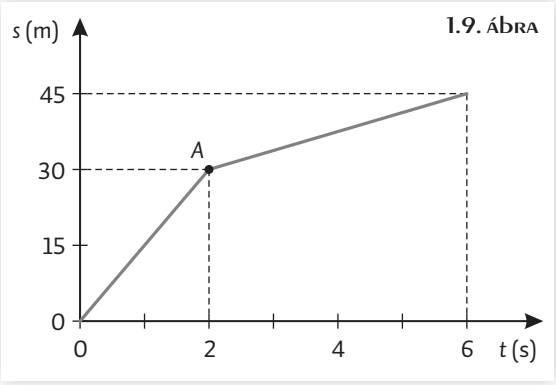
a) Mennyi utat tettünk meg a 4. percben?
b) Mennyi idő alatt teszünk meg 100 métert? Az időt perc, másodperc egységekben adjuk meg!

1.5. | A gepárd 86 $\frac{km}{h}$ sebességgel 40 másodpercig futott, az antilop 75 $\frac{km}{h}$ sebességgel 50 s-ig. Melyikük tett meg több utat? Az mennyivel futott többet?

1.6. | Két gyerek vitatkozik, hogy melyikük tud gyorsabban futni. Az egyik 46 métert 5,9 s alatt teljesít, a másik 82 métert 10,2 s alatt tesz meg. Ki a gyorsabb?

1.7. | Állandó, 4,5 $\frac{km}{h}$ sebességgel haladunk öt percig. A teljes út hányadrészét tesszük meg a 2–4 perc intervallumban, vagyis a 2. perc elejétől a 4. perc végéig? Ez hány méter?

1.8. | Bálint 36 $\frac{km}{h}$ sebességgel 20 percig, Lilla 26 $\frac{km}{h}$ sebességgel 30 percig biciklizett. Melyikük tett meg több utat? Ő hány km-rel ment többet?



1.9. ábra

1.9. | A grafikon egy robotkarral mozgatott alkatrész mozgásának egy részletét mutatja.

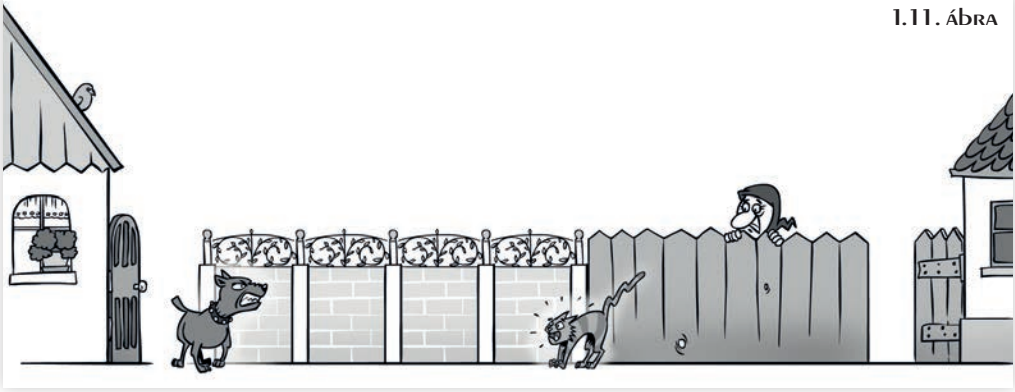
a) Határozzuk meg a test sebességét az első és a második szakaszon!

b) Mennyi utat tett meg az alkatrész az első négy másodperc alatt?

1.10. | A Formula–1 autóversenyen az élen állónak 6 s előnye van a másodikkal szemben, és ez körönként 1,7 s-mal növekszik. Hány kör után mehet kereket cserélni, ha szeretne az élre visszaállni, és a cserére a ki- és beállással együtt 22 s-ra van szüksége?

1.11. | Kedvenc kutyánk a ház kapujából észrevesz egy 20 m-re lévő macskát. A macska 15 m-re van a védelmet nyújtó szomszéd kaputól, ahol be tud ugrani a biztonságos kertbe. Van-e esélye a macskának megmenekülni, ha a kutya 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, a macska 36 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel képes futni, és az üldöző és üldözött egyszerre indulnak és egy egyenes mentén futnak?

1.11. ábra



1.12. | Házunk kapujától egyenes úton 3 perc alatt elsétálunk az első sarokig. Mekkora és milyen irányú sebességgel sétáljunk tovább, ha azt szeretnénk, hogy 6 perc múlva az elmozdulásunk nulla legyen?

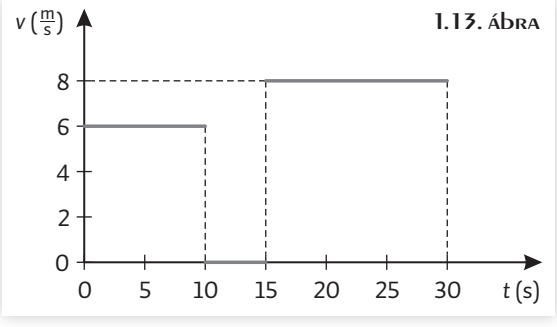
1.13. | Egy futó mozgását mutatja a grafikon.

a) Hány métert futott a teljes idő alatt?

b) Mennyi volt az átlagsebessége?

c) Mennyi volt az átlagsebessége az első 15 másodpercben?

d) Mikor futott éppen az átlagsebességgel?



1.13. ábra

1.14. | Fürge Szarvas a Cooper-teszt 12 perces futásán 2,817 km-t teljesített. Mennyi volt az átlagsebessége? Adjuk meg az értéket $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ és $\frac{\text{m}}{\text{perc}}$ mértékegységekben is!

1.15. | Mikor érünk a tőlünk 786 méter távol lévő szomszédos buszmegállóba, ha 7 : 22-kor indulunk és $4,68\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ átlagsebességgel haladunk?

1.16. | Beérünk-e becsengetésre (8 : 00) a tőlünk 1180 m-re levő iskolába, ha most 7 : 48 van és mérsékelten sietünk, $4,5\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel megyünk? Milyen sebességgel kellene haladnunk, hogy éppen beérjünk?

1.17. | Megpróbáltunk egyenletesen gyalogolni. Egy hosszú, egyenes utcán 50 méterenként jelölést tettünk, majd végigmentünk a pályán. A mellékelt táblázatban lévő időket mértük. Ábrázoljuk az egyes szakaszokon az út-idő és átlagsebesség-idő grafikonokat!

Út (m)	50	100	150	200
Idő (perc)	1,1	2,42	3,24	4,1

1.18. | Mennyi idő alatt érünk a tőlünk 2400 m távolságban lévő fitneszterembe, ha az út egyharmadát $5\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel, kétharmadát $6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel tesszük meg? Az időt perc, másodperc egységekben adjuk meg. Mennyi az átlagsebességünk a teljes úton?

1.19. | A Tisza áramlási sebessége aszályos időben, alacsony vízállásnál $2\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Milyen sebességgel kell eveznünk, hogy három óra alatt elérjünk a folyásirányban 24 km-re lévő kikötőbe?

1.20. | Egy német autópálya 47 km-es szelvényénél 13 : 40-kor felhajt egy kocsi, és egyenletes, $160\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad a növekvő kilométerszelvények irányába. A 74 km-es szelvénynél 13 : 10-kor felhajtott egy másik kocsi, szintén a növekvő kilométerszelvények irányába, és $108\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad. Hol (az autópálya melyik kilométerszelvényénél) éri utol a gyorsabb kocsi a lassúbbat?

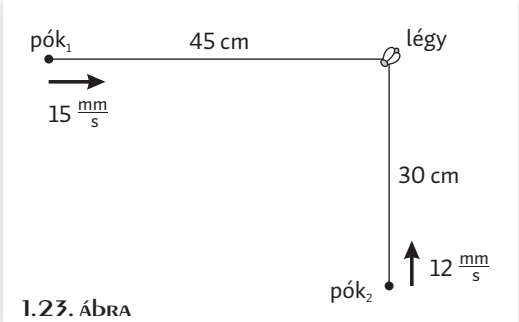
1.21. | Anikó egy futópadon először 10 percig $4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, majd 6 percig $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel futott. Hány kilométert „tett meg”?

1.22. | Két futó egyenes úton, egymás mellől indulva, ellentétes irányban kezd futni $4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ és $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel. Ábrázoljuk a közöttük levő távolságot az idő függvényében!

1.23. | Az ábrán látható helyzetből egyszerre indul két pók a zsákmányért.

a) Melyikük éri el előbb?

b) Mennyi a távolság közöttük az indulásuk után 8 másodperccel?



1.23. ábra

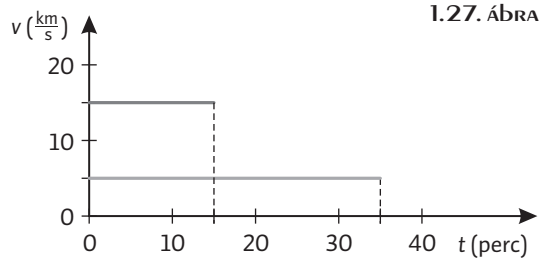
1.24. | A villamosmegállóban a kocsi utolsó ajtaján szállunk fel, de tapasztalatból tudjuk, hogy a következő megállóban célszerűbb az 50 m-re lévő első ajtón leszállni, mert a megálló elejénél van a zebra. Ezért menet közben előremegyünk az első ajtóig. A villamos a két megálló közötti 480 m-es távolságot 1 perc 8 másodperc alatt teszi meg. Mennyi időt nyertünk, ha a sebességünk 1 $\frac{m}{s}$? Mennyivel kellett kevesebbet mennünk a zebráig, mintha az utolsó ajtónál maradtunk volna?

1.25. | Egy meztelencsiga 1,4 $\frac{mm}{s}$ sebességgel vágtat a vihar elől védelmet nyújtó, 18 cm távolságban levő nagy lapulevél felé. Odaér-e még a 3 perc múlva kezdődő vihar előtt?

1.26. | Zsófi kerékpárral 8 $\frac{m}{s}$ sebességgel halad 30 másodpercig. Mennyi idő alatt tesz meg ugyanannyi utat a 6 $\frac{m}{s}$ sebességgel kerekező Ildikó, mint Zsófi? Grafikusan oldjuk meg a feladatot!

1.27. | A grafikon segítségével állapítsuk meg, hogy melyik mozgáshoz tartozik a nagyobb megtett út! Hányszor nagyobb út?

1.27. ábra



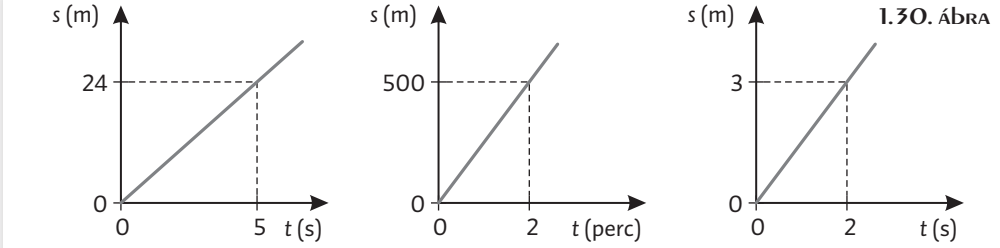
1.28. | Usain Bolt a 2009-es atlétikai világbajnokság 100 m-es síkfutás számának döntőjében 20 m-es bontásban az alábbi eredményeket érte el: 20 m: 2,89 s, 40 m: 4,64 s, 60 m: 6,31 s, 80 m: 7,97 s, 100 m: 9.58 s. Számítsuk ki az egyes szakaszok átlagsebességét, és foglaljuk táblázatba az adatokat! Meddig nőtt az egyes szakaszok átlagsebessége? Mekkora az átlagsebessége a teljes távon?

1.29. | A speciális autónk vagy 4 $\frac{m}{s}$, vagy 10 $\frac{m}{s}$ sebességgel tud haladni. Úgy szeretnénk végighaladni a 600 m-es pályán, hogy ugyanannyi ideig haladjunk mindkét sebességgel.

a) Hány méter megtétele után kell sebességet váltanunk?
b) Mennyi a teljes menetidő?
c) Mekkora az átlagsebesség a teljes útra?

1.30. | Az alábbi három út-idő függvény alapján válasszuk ki, hogy melyikhez tartozó mozgásnak legnagyobb a sebessége!

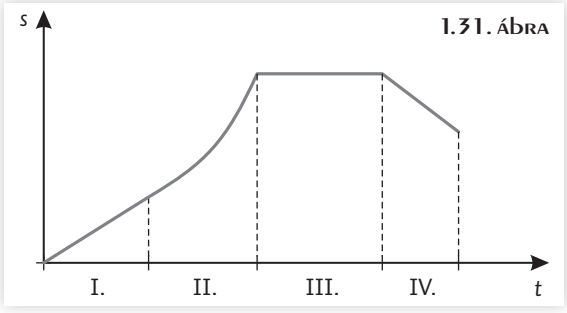
1.30. ábra



1. 2. 3.

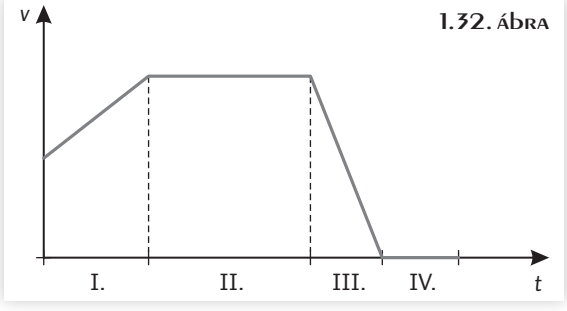
Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás. Kezdősebességgel rendelkező egyenletesen változó mozgás

1.31. | Jellemezzük annak a testnek a mozgását, amelynek a hely-idő függvényét az ábrán látható grafikon írja le!



1.31. ábra

1.32. | Jellemezzük annak a testnek a mozgását, amelynek a sebesség-idő függvényét az ábrán látható grafikon írja le!

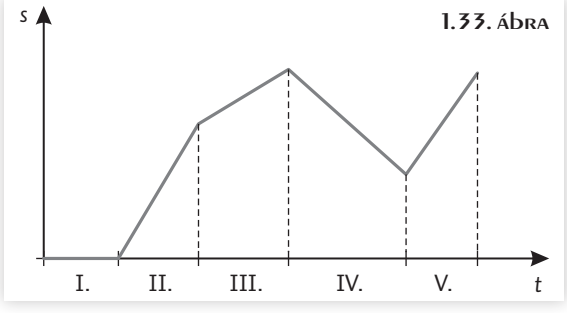


1.32. ábra

1.33. | Rajzoljuk meg vázlatosan az ábrához tartozó sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonokat!

1.34. | Rajzoljuk meg az ábrához tartozó út-idő és gyorsulás-idő grafikonokat!

1.35. | Piros lámpánál a kocsiban ülve olvastuk az előttünk álló autó hátsó szélvédőjén a kocsit méltató feliratot: 3,2 s alatt éri el a $100\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet. Mennyi a gyorsulása, és mennyi utat tesz meg 3,2 s alatt? (A lámpa zöld jelzése után valóban, *por sche* maradt utána.)



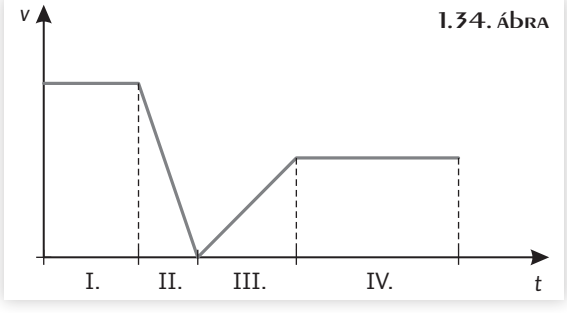
1.33. ábra

1.36. | Egy $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó autó vezetője gyorsítani kezd, mert látja, hogy még 6 másodpercig zöld a 100 m-re lévő lámpa, és szeretne átérni. Mekkora legyen a gyorsulása, hogy még biztonságosan átérjen a zöldön? Mennyi lesz a sebessége a lámpa alatt?

1.37. | A Ferrsche márkájú autó $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$-tel gyorsul 7 másodpercig, majd egyenletes sebességgel halad.

a) Mennyi idő alatt lesz a $6{,}1\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulású Porrari márkájú autó sebessége azonos a Ferrsche-vel, ha a Porrari mindvégig gyorsul?

b) Hány méter lesz ekkor a két autó közötti távolság, ha ugyanarról a helyről indultak?



1.34. ábra

1.38. | Marcsi kerékpározni indul a domb tetejéről. A lejtőn 6 másodpercig egyenletesen gyorsít, ezalatt 15 $\frac{m}{s}$ sebességet ér el, és ezzel a sebességgel halad tovább.

a) Mennyi a gyorsulása?
b) Mennyi utat tesz meg az indulástól számított 25 másodperc alatt?

1.39. | Egy állandó gyorsulással mozgó test adott időintervallumra számított átlagsebessége és a hozzá tartozó idő szorzata a mozgás melyik jellemző adatát adja meg?

1.40. | Meg tud-e állni a 130 $\frac{km}{h}$ sebességgel haladó autó az előtte 80 m távolságban ugyanolyan sebességű kocsi mögött ütközés nélkül, ha az elöl haladó 8 $\frac{m}{s^2}$, a hátsó pedig 7 $\frac{m}{s^2}$ lassulással tud fékezni? A hátsó kocsi vezetőjének reakcióideje 1,5 s. Mennyivel hamarabb áll meg az elöl haladó autó?

Szabadesés, hajítások

1.41. | Egy kezdősebesség nélkül induló szabadon eső test útjának melyik szakaszán tesz meg egy másodperc alatt 20 m-t? Idő és hely szerint is adjuk meg ezt a szakaszt!

1.42. | Mennyi idő alatt esik le egy érett körte a fáról 4 m magasságból? Mennyi lesz a földet érés sebessége?

1.43. | Mekkora sebességgel éri el a 170 cm magas Ágota fejét a 3,1 méter magas ereszről leeső vízcsepp?

1.44. | Megfigyeljük egy szabadon eső test esésének 30 m-es szakaszát, amit a test 2 s alatt tesz meg.

a) Mennyi utat tesz meg az indulástól a megfigyelésünk végéig?
b) Mekkora a test sebessége a megfigyelés kezdetének pillanatában?

1.45. | Függőlegesen feldobunk egy követ v_0 kezdősebességgel. Milyen magasságban lesz a sebessége a kezdősebesség fele?

1.46. | Egy labdát 15 $\frac{m}{s}$ sebességgel dobunk fel.

a) Milyen magasan lesz a labda a feldobás után 2 másodperccel? Milyen irányban halad ekkor?
b) Mekkora és milyen irányú lesz itt a pillanatnyi sebessége?

1.47. | Adjuk meg és ábrázoljuk a függőlegesen lefelé 2 $\frac{m}{s}$ kezdősebességgel eldobott kő sebességét az idő függvényében! A felfelé mutató irányt tekintsük pozitívnak!

1.48. | Adjuk meg és ábrázoljuk a függőlegesen felfelé 8 $\frac{m}{s}$ sebességgel eldobott kő sebességét az idő függvényében! A felfelé mutató irányt tekintsük pozitívnak!

1.49. | Péter az utcáról szeretné a labdát feldobni Zolinak, aki a második emeleti ablakban, 8 m magasban várja. Péter 1 m magasból dobja el a labdát.

a) Milyen kezdősebességgel kell indítani, hogy Zolinak a lehető legkönnyebb legyen elkapnia?

b) Mennyi idő alatt érkezik fel a labda?

1.50. | Egy 62 méter magas kilátóból leejtünk egy kavicsot. Mekkora sebességgel kell egy másodperccel később utánadobni egy másikat, hogy egyszerre érjenek le?

1.51. | Bátor Sándor hőlégballon-bemutatón felszáll egy ballonnal, és telefonon tudósít élményeiről a földön maradt Gyáva Havernak, amikor egyszer csak kiesik kezéből a telefon. Felordít, amit Haver a telefonon keresztül meghallott. Gyáva Haver jól tud másodpercenként egyenletesen számolni, és megállapítja, hogy 5 másodperc alatt esett le a földre a telefon. Bátor Sándor a telefon elejtésekor megnézte a ballonra szerelt sebességmérő kijelzőjét, ami $4\,\frac{m}{s}$ emelkedést mutatott.

a) Mekkora sebességgel ért földet a telefon?

b) Milyen magasról esett le a telefon?

1.52. | Egy 62 méter magas kilátóból leejtünk egy kavicsot, ami a talajon koppan. Mennyivel később kell kicsit odébb leejteni azt a kavicsot, ami az előzővel azonos időben koppan a bejárat feletti 3,5 m magas tetőn?

1.53. | Függőlegesen felfelé dobunk egy hógolyót $8\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Egy másodperc múlva utánadobunk egy másikat $6\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Melyik ér vissza előbb és mennyivel?

1.54. | Gábor függőlegesen felfelé dob egy labdát $15\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Dávid csak $10\,\frac{m}{s}$ sebességgel tud dobni. Mennyivel később dobjon el egy labdát Dávid, hogy az övé fél másodperccel előbb érkezzen vissza?

Egyenletes körmozgás kinematikai leírása, centripetális gyorsulás

1.55. | Egy 1,2 m sugarú körhintán ülő gyermek megméri, hogy egy kört 4 s alatt tesz meg. Mekkora a körhintán ülő gyermek fordulatszáma, szögsebessége és kerületi sebessége?

1.56. | Egy versenykerékpár $18\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad, és a kerék átmérője 0,7 m. Határozzuk meg a versenykerékpár kerekének szögsebességét és fordulatszámát!

1.57. | A sarokcsiszoló 0,115 m sugarú korongja igen gyorsan forog. A készüléken ez az adat szerepel: 6000 rpm. Ez az angol revolutions per minute kifejezés rövidítése, ami a percenkénti fordulatszámot jelenti. A korongot vágásra vagy csiszolásra használják.

a) Mekkora sebességgel repül le a korong külső pontjáról egy szikra?

b) Mekkora a korong periódusideje?

1.58. | Egy 1,5 m sugarú körpályán mozgó test 5 s alatt 20 fordulatot tesz meg.
a) Mekkora a fordulatszáma és a periódusideje?
b) Mekkora a kerületi sebessége?

1.59. | A Hold kissé lapult ellipszispályán kering a Föld körül, amit közelítőleg 384 400 km sugarú körpályának tekinthetünk. A Hold 27,3 nap alatt kerüli meg a Földet. Mekkora a Hold középpontjának kerületi sebessége?

1.60. | Magyarország a 45. szélességi kör közelében fekszik. Mekkora ezen a szélességi körön a Föld tengely körüli forgásából származó kerületi sebesség? A Föld sugara $R = 6370\,\text{km}$.

1.61. | Egy kerékpáros a 200 m sugarú körpályán 12 s alatt 252 m utat tett meg.
a) Mekkora a kerékpáros sebessége, szögsebessége?
b) Mekkora a periódusideje és fordulatszáma?

1.62. | Egyenletes körmozgást végző körhinta 120°-os szöget 5 s alatt fut be. A körhintán lévő test pályasugara 3,2 m. Mekkora a periódusideje, a fordulatszáma, a kerületi sebessége és a szögsebessége?

1.63. | Egyenletes körmozgást végző lendkerék belső *A* pontjának $2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, míg külső *B* pontjának $2,5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a kerületi sebessége. Mekkora a két körpálya sugarának különbsége, ha a lendkerék szögsebessége $1,6\,\frac{1}{\text{s}}$?

Gyakorlófeladatok

1.64. | Két futó egy sarokról, egymásra merőleges utcákon egyszerre kezd el futni. Mekkora sebességgel távolodnak egymástól?

1.65. | Egy tengerjáró hajó a part közelében manőverezett. A mélységmérő által kibocsátott ultrahangimpulzus 14 milliszekundum alatt érkezik vissza a tengerfenékről a műszerbe. A hajó 12 méter mély vízben tud biztonságosan közlekedni. Az ultrahang terjedési sebessége tengervízben $1530\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.Merészkedjen-e még közelebb a kapitány, vagy sürgősen távolodjon el a parttól? A műszer a víz felszínéről indítja az ultrahangimpulzusokat.

1.66. | Reggelenként az iskolába gyalogosan 12 perc és 20 perc közötti idő alatt érünk, attól függően, hogy mennyi idő van még a becsengetésig. Az átlagos menetidőt vegyük 16 percnek, az ehhez tartozó sebességet nevezzük most közepes átlagsebességnek. Fejezzük ki az iskolába járás legnagyobb és legkisebb átlagsebességét a közepes átlagsebességgel!

1.67. | A Voyager–1 űrszonda a Földtől legmesszebbre jutott ember által készített eszköz. 1977. szeptember 5-én indították, és 2011. november 30-án 119,82 CsE (csillagászati egység) távolságra volt a Földtől. Mekkora volt az átlagsebessége a teljes útra számítva? A 2011. november 30-án 12 : 00 : 00-kor kibocsátott rádiójelek mikor érkeztek meg a földi fogadóállomásra? A jelek terjedési sebessége $300\,000\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$. Az űrszonda kihasználta az útja mentén lévő bolygók gyorsító hatását, ezért kicsit cikcakkosan haladt, de a teljes mozgására vonatkoztatva most jó közelítéssel egyenesnek tekintjük a pályáját.

1.68. | Egy jó úszó a partra merőlegesen $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel úszik át a 150 m széles folyón. A folyó sodrása kicsi, a part mellett szinte áll a víz, középen a legnagyobb. Modellezzük a folyó sodrását úgy, hogy sebessége a parttól a közepéig lineárisan nő, ott eléri az $1\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ot! Mennyivel lejjebb fog partot érni a túloldalon?

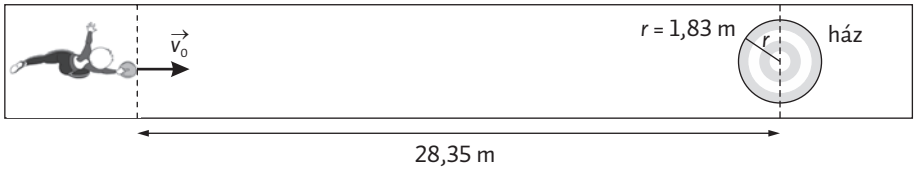
1.69. | A teniszező $231\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ kezdősebességű adogatása mennyi idő alatt éri el az adogató-udvar 18,3 m-re levő vonalát („még éppen bent van”)? A játékos 210 cm magasságban üti meg a labdát az alapvonalra merőlegesen. A légellenállás miatt a labda erősen lassul, átlagsebességét tekintsük $200\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$-nak, útját pedig egyenesnek!

1.70. | A Föld legkülső része, a litoszféra ún. tektonikai lemezekből áll, amelyek egymáshoz képest mozognak. A „vízszintes” irányú tipikus sebességük néhány centiméter évente. Fejezzük ki ezt a sebességet szemléletes mértékegységben földtörténeti időléptékkel, ez legyen 10 millió év és köznapi időléptékkel, perccel! Induljunk ki $5\,\frac{\text{cm}}{\text{év}}$ sebességből!

1.71. | Egy pók a mennyezetről lelógó fonálon függ a talajtól 60 cm magasságban. Elindul felfelé $25\,\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ sebességgel. Adjuk meg és ábrázoljuk a talajtól mért magasságának időfüggvényét! A mennyezet és talaj közötti távolság 270 cm.

1.72. | *A* és *B* autó azonos irányban halad különböző sebességgel. Egy pillanatban egymás mellett vannak. A lassabb autó számára hogyan változik annak az időnek az értéke, ami a lemaradását jellemzi, vagyis hogyan változik az az idő, ami ahhoz szükséges, hogy a pillanatnyi, távolságban mért lemaradását behozza?

1.73. | Ha Timi, a curlingjátékos $0,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel indítja a követ, akkor az éppen a ház közepén, 28,35 m távolságban áll meg. Mennyit tévedhet az indítási sebességnél, ha azt szeretné, hogy legalább a házba kerüljön a kő?



1.74. | Locsolócsővel töltünk meg egy 400 l térfogatú hordót. A $2,5\,\text{cm}^2$ keresztmetszetű csőben $1,3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel áramlik a víz. Mennyi idő alatt telik meg a hordó?

1.75. | Ági és Péter megbeszélték, hogy este negyed 8-kor találkoznak a színház előtt. Ági 1100 m-re, Péter 1300 m-re lakik a színháztól. Ha mindketten $5,4\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel mennek és Ági 19 : 05-kor, Péter 18 : 50-kor indul, mennyit fog Péter Ágira várni? Hány percet késik Ági?

1.76. | Ági (szabálytalanul, póráz nélkül) sétáltatja kutyáját. Az egyenes úton szemből közeledik felé Péter, akit a kutya távolról felismer. Ágitól indulva elrohan Péter felé, aki ekkor éppen 400 m-re van tőlük. Amikor odaér, vakkant egyet, majd visszarohan Ágihoz, neki is vakkant, és ismét Péter felé rohan. Ezt addig folytatja, ameddig Ági és Péter nem találkoznak. Ági $1,2\,\frac{m}{s}$, Péter $1,5\,\frac{m}{s}$ sebességgel halad, az eb $12\,\frac{m}{s}$-mal rohan. Mennyi utat tesz meg a kutya a két gyerek találkozásáig?

1.77. | A Párizsból 17 : 16-kor induló TGV nagy sebességű vonat 18 : 18-kor érkezik a 214 km távolságban fekvő Lille-be. Mekkora az átlagsebessége? A vonat „utazósebessége” $320\,\frac{km}{h}$. Mennyi idő alatt érne Lille-be, ha végig ezzel a sebességgel tudna haladni?

1.78. | Két, párhuzamosan futó vasúti sínpár egyikén egy 360 m hosszú szerelvény halad $60\,\frac{km}{h}$ sebességgel. A másik pályán utoléri (a mozdony eleje egy vonalba kerül a lassabb szerelvény végével) egy $72\,\frac{km}{h}$ sebességű, 420 méter hosszú szerelvény. Mennyi utat tesznek meg az egyes szerelvények, ameddig a gyorsabb vége is elhagyja a lassabb mozdonyának elejét?

1.79. | Két hangya $18\,\frac{mm}{s}$ és $22\,\frac{mm}{s}$ sebességgel indul egymás mellől a 32 cm-re levő kenyérmorzsáért az asztalon. Mennyi lesz a távolság közöttük, amikor a gyorsabb eléri a morzsát? A gyorsabb felkapja a morzsát és szalad tovább vele, de már csak $16\,\frac{mm}{s}$ sebességgel. Közben a morzsa eredeti tömegének 5%-át megeszi másodpercenként. Van-e még a morzsából, amikor a másik hangya utoléri?

1.80. | Mennyi lesz a függőlegesen feldobott kő sebessége az emelkedési magasságának a felénél? (A feladat megoldásához ismerni kell a másodfokú egyenlet valamelyik megoldási módját.)

1.81. | Milyen gyakorisággal pattan a Holdon az 1,5 m magasságból leejtett tömör gumilabda, ha tökéletesen rugalmasnak tekintjük a pattogását? (Mindig azonos magasságig emelkedik.) A nehézségi gyorsulás értéke a Holdon: $g_H = 1,6\,\frac{m}{s^2}$.

1.82. | Gábor $15\,\frac{m}{s}$ sebességgel feldob egy labdát. Mikor dobjon utána egy másikat Dávid, ha ő csak $10\,\frac{m}{s}$ kezdősebességgel tud dobni, és azt szeretnék elérni, hogy a két labda a később feldobott maximális emelkedési magasságának felénél szemben ütközzön egymással?

1.83. | Ábrázoljuk egy tökéletesen rugalmasan pattogó labda által megtett út időfüggvényét! Feltételezzük, hogy a labda mindig visszapattan az elejtés magasságába.

1.84. | Mennyi az átlagsebessége a függőlegesen $12\,\frac{m}{s}$ sebességgel feldobott kő pályájának leglassabb egyméteres szakaszán? Hol van ez a szakasz?

1.85. | Milyen vízszintes sebességgel kell ellöknünk a 75 cm magas asztal széléről a radírt, hogy kétszer olyan távol érjen földet, mint amilyen magasról indult?

1.86. | Mekkora az elmozdulás nagysága a 100 cm magas polc széléről $1,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel vízszintesen elpöckölt pénzérmének, amikor a teljes vízszintes elmozdulásának a felénél jár?

1.87. | Két labdázó gyerek kikísérletezte, hogy akkor jut legtávolabbra a labda, ha azt 45°-os szögben dobják el. Így eldobva a labdát, milyen távol álljanak egymástól, ha azt akarják, hogy 1 másodperc legyen a repülési idő? Mekkora kezdősebességgel kell eldobni a labdát? Feltételezzük, hogy az eldobás és elkapás azonos magasságban történik.

1.88. | Az ereszcsatorna picit lyukas, csepeg belőle a víz. Az 1 m magas ablak előtt leeső sok csepp esési idejét lemérjük, ezek átlaga 0,19 s. Az ablak párkánymagassága (az ablak alsó kerete és a talaj közötti távolság) 1 méter. Milyen magasan van a csatorna? A levegő közegellenállása a vízcsepp esését csak a mérési hibán belül befolyásolja, ezért nem kell figyelembe venni.

1.89. | A 276 cm magasan levő lyukas ereszcsatornából csepeg a víz. Amikor az egyik éppen földet ér, két másik már úton van, a harmadik pedig éppen leválik. Mennyi idő alatt csepeg le 1 l víz, ha egy csepp átmérője 4 mm?

1.90. | Építkezésen egy munkagép egy villanyoszlopot húz lassan maga után. Szeretnénk megtudni az oszlop hosszát, ezért egyenletes sebességgel elhaladunk az oszlop mellett, és megállapítjuk, hogy 22 lépés alatt értünk a végétől az elejéig. Szemben haladva vele, az elejétől a végéig 14 lépést tettünk. Milyen hosszú az oszlop?

1.91. | Egy hajó a vízhez képest $20\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad a folyón „felfelé”. Mennyi idő alatt ér a 40 km-re lévő kikötőbe? A folyó sebessége $5\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. A kikötőben a hajó visszafordul, és kikapcsolt motorral csorog lefelé. Mennyi idő alatt ér a kikötőtől a folyásirányban 22 km-re levő hídhoz?

1.92. | Egy hajó a vízhez képest $23\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel megy a folyón „felfelé”. Mekkora sebességgel kell mennie a kerékpárosnak a parton, ha együtt szeretne haladni a hajóval? A folyó sebessége $2\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

1.93. | Egy rosszul elgurított dobókocka a 75 cm magas asztal széléről $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ vízszintes sebességgel leesik. Mekkora lesz a pillanatnyi sebességének nagysága 0,3 s múlva?

1.94. | Vízszintesen elhajítunk egy testet.

a) Van-e a pályájának olyan pontja, ahol a vízszintes és függőleges elmozdulása azonos nagyságú?

b) Mekkora az elmozdulásvektor nagysága ebben a pontban?

1.95. | A strandon lévő óriás csúszdáról $v = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ vízszintes irányú sebességgel, 3 m magasból csobbanunk a vízbe. Mennyi időt töltünk a levegőben? Számítsuk ki a csúszda elhagyásától a vízbe csobbanásunkig tartó mozgásunk elmozdulásvektorának nagyságát!

1.96. | Egy robotkarnak 80 cm távolságra kell odébb tenni egy munkadarabot a lehető legrövidebb idő alatt. A kart mozgató motorok legfeljebb $8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsítást és lassítást tudnak biztosítani. Mennyi idő kell a munkadarab áthelyezéséhez?

1.97. | Egy rigó $6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel, 45°-os szögben repül felfelé. Amikor 12 m magasban van, elejti a zsákmányolt kukacot. Hol ér talajt a kukac?

1.98. | Egy kerék egyenletesen 12 fordulatot tesz meg percenként. Mekkora a forgástengelytől 0,25 m távolságra lévő pontjának
a) szögsebessége?
b) kerületi sebessége?

1.99. | A szélturbina lapátjai függőleges síkban $20\,\frac{1}{\mathrm{perc}}$ fordulatszámmal forognak. A lapátok hossza 30 m.
a) Mekkora a lapátok periódusideje és kerületi sebessége?
b) Mekkora a lapátok végpontjainak centripetális gyorsulása?

1.100. | Egy köríven $54\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ egyenletes sebességgel és $2{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással halad egy motorkerékpár.
a) Mekkora a körív sugara?
b) Mekkora a szögsebessége, fordulatszáma és a periódusideje?

1.101. | A $36\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel haladó személygépkocsi kerekéről sárdarabok repülnek le. Legfeljebb mekkora sebességű lehet a sárdarab sebessége
a) a személygépkocsihoz képest?
b) a földhöz képest?

1.102. | A filmekben a hintók kereke úgy látszik, mintha állna, sőt időnként visszafele forogna. A hintó kerekeiben a küllők száma 12, míg másodpercenként 24 filmkockát vetítenek a vászonra. Mekkora szögsebességeknél láthatjuk ezt a jelenséget?

1.103. | A régi típusú lemezjátszón két különböző méretű bakelit hanglemezt lehet lejátszani. A nagyobb méretű (300 mm-es átmérőjű) hanglemez $33\frac{1}{3}\,\frac{1}{\mathrm{perc}}$, míg a kisebb (170 mm átmérőjű) $45\,\frac{1}{\mathrm{perc}}$ fordulatszámmal forog. Mekkora a két hanglemez periódusideje, szögsebessége és kerületének sebessége?

1.104. | Egy számítógép SCSI rendszerű merevlemeze $15\,000\,\frac{1}{\mathrm{perc}}$ fordulatszámmal forog. A merevlemez átmérője 8,89 cm. Mekkora a merevlemez egy külső pontjának szögsebessége és kerületi sebessége?

1.105. | Egy gyermek a 4 m sugarú körhintára ült fel, amely állandó $0{,}3\,\frac{1}{\mathrm{s}}$ szögsebességgel egyenletes körmozgást végez. Számítsuk ki a sebességváltozás nagyságát az idő alatt, amíg a gyermek
a) 60°-kal fordul el a pályán!
b) 90°-kal fordul el a pályán!

1.106. | A Föld kb. 150 millió km távolságban kering a Nap körül. A keringési ideje 1 év. Határozzuk meg az Uránusz keringési idejét, ha tudjuk, hogy a Naptól való átlagos távolsága 2875 millió km!

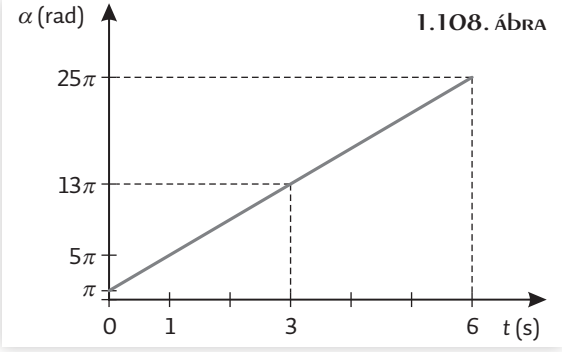
1.107. | A Naprendszer kisbolygóövében elsőként a Ceres kisbolygót fedezték fel 1801-ben, amely 4,6 év alatt kerüli meg a Napot. Mekkora átlagos távolságra kering a Ceres kisbolygó a Naptól?

1.108. | Az ábra a szerelőpadon (centírozógépen) lévő személygépkocsi kereke szelepének szögelfordulás-idő függvényét mutatja. A kerék sugara 0,36 m.

a) Milyen mozgást végez a kerék szelepe?

b) Ábrázoljuk a szögsebességet az idő függvényében!

c) Ábrázoljuk a szelep által megtett utat az idő függvényében!



1.108. ábra

Tesztek

1.109. | Egyenletes mozgással kétszer nagyobb utat feleannyi idő alatt teszünk meg. Mekkora a sebességünk az eredetihez képest?

A) Fele.
B) Kétszerese.
C) Változatlan.
D) Négyszerese.
E) Ezekből az adatokból nem határozható meg.

1.110. | Melyik a pillanatnyi sebesség egyik lehetséges mértékegysége az alábbiak közül?

A) méter/pillanat.
B) $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$.
C) A pillanatnyi sebesség egy viszonyszám, ezért nincs mértékegysége.
D) $\frac{\text{h}}{\text{km}}$.

1.111. | Mi jellemzi az egyenes vonalú egyenletes mozgást az alábbiak közül?

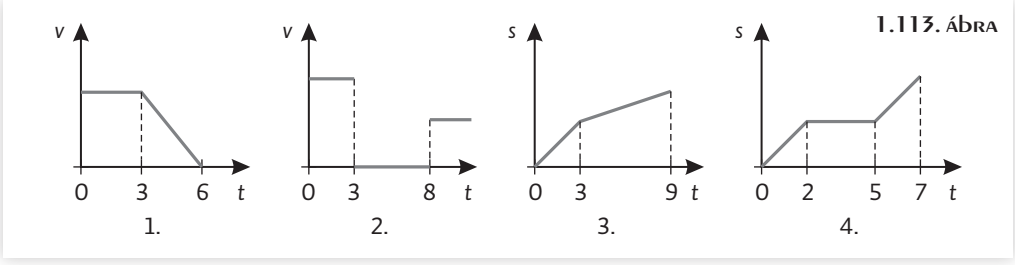
A) Azonos nagyságú utakat egyre rövidebb idő alatt tesz meg a test.
B) Azonos nagyságú utakat egyre hosszabb idő alatt tesz meg a test.
C) A megtett út kisebb, mint az elmozdulásvektor nagysága.
D) A megtett út az idővel egyenesen arányos.

1.112. | Állandó sebességű mozgás esetén mi igaz az átlagsebességre?

A) Mindig kisebb, mint az állandó sebesség.
B) Mindig nagyobb, mint az állandó sebesség.
C) A két sebesség mindig megegyezik.
D) Nincs összefüggés a két sebesség között.

1.113. | Melyik grafikon tartozik ahhoz a mozgáshoz, amelyiknél a mozgás során valamikor éppen 3 s-ig áll a test?

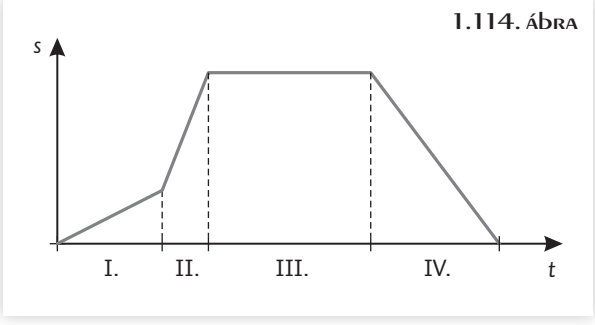
A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



1.113. ábra

1.114. | A mellékelt ábra mely szakaszán haladt a test a legnagyobb sebességgel?

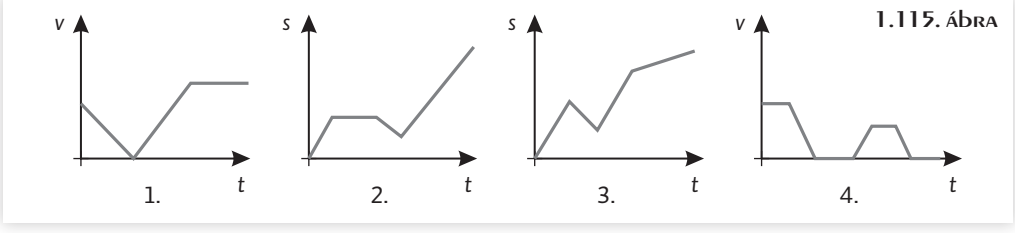
A) I.
B) II.
C) III.
D) IV.



1.114. ábra

1.115. | Melyik ábrára igaz, hogy a mozgás folyamán kétszer is hosszasabban állt a test?

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



1.115. ábra

1.116. | Háromszor nagyobb kezdősebességgel függőlegesen feldobott labda hányszor magasabbra emelkedik?

A) Kétszer magasabbra.
B) Háromszor magasabbra.
C) Kilencszer magasabbra.
D) Hatszor magasabbra.

1.117. | A Holdon a nehézségi gyorsulás értéke hatodrésze a földinek. Mekkora sebességet ér el azonos idő alatt a Holdon leejtett test a Földön leesőhöz képest?

A) Hatszorost.
B) Harminchatszorost.
C) Egyhatodát.
D) Nincs összefüggés a két folyamat között.

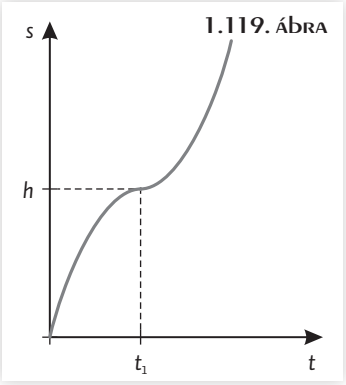
1.118. | Kétszer nagyobb kezdősebességgel feldobott kőnek mekkora az emelkedési ideje?

A) Kétszer nagyobb.
B) $\sqrt{2}$-ször nagyobb.
C) Négyszer nagyobb.
D) Feleakkora.

1.119. | Milyen mozgást írhat le ez az út-idő grafikon?

A) Gyorsító autó t_1 időpontban sebességet vált.
B) Fékező autó lassít, majd t_1-től állandó sebességgel halad.
C) Egy ablakból függőlegesen feldobott kő mozgása.
D) Egy h magasságból leejtett labda pattogása.

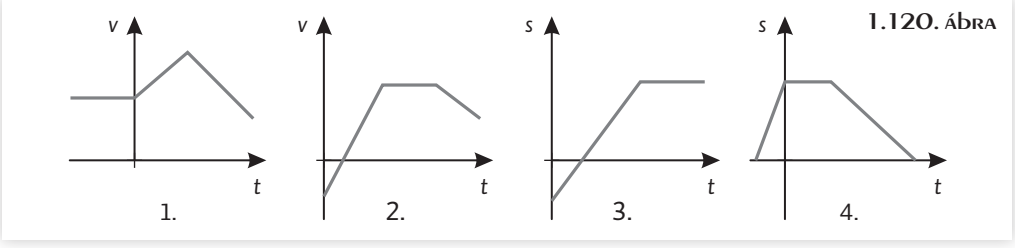
1.119. ábra



1.120. | Melyik ábra mutatja egy negatív kezdősebességgel induló test mozgását?

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.

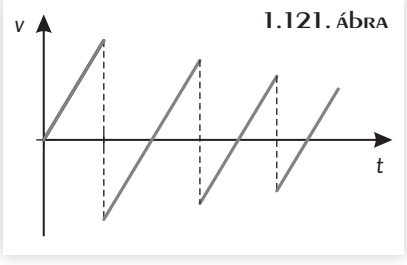
1.120. ábra



1.121. | Milyen mozgást írhat le ez a grafikon?

A) Egy autó mozgása városi forgalomban.
B) Teniszlabda mozgása mérkőzés közben.
C) A földre leejtett labda sebessége a levegő fékező hatását elhanyagolva.
D) Kerékpár pedáljának mozgása.

1.121. ábra



1.122. | Milyen a mozgása kezdetben az egyenletes sebességgel felfelé haladó liftben elejtett kulcscsomónak a lépcsőházhoz viszonyítva?

A) Szabadesés.
B) Függőleges hajítás felfelé.
C) Függőleges hajítás lefelé.
D) Egyenes vonalú egyenletes.

1.123. | Milyen mennyiség számértékével egyezik meg a gyorsulás számértéke?

A) Az átlagsebesség számértékével.
B) A másodpercenkénti sebességváltozás számértékével.
C) A másodpercenként megtett út négyzetének számértékével.
D) A másodpercenkénti sebességváltozás négyzetének számértékével.

1.124. | Egy test elmozdulása lehet-e nagyobb, mint a megtett útja?
A) Nem, mert az elmozdulás mindig kisebb, mint a megtett út.
B) Igen, az elmozdulás legtöbbször nagyobb a megtett útnál.
C) Nem, mert a kettő mindig megegyezik.
D) Nem, mert az elmozdulás kisebb vagy egyenlő a megtett úttal.

1.125. | Az asztal széléről egyszerre indítunk két labdát. Az egyiket vízszintesen lökjük el $v = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel, a másikat csupán leejtjük. Melyik és mennyivel ér előbb a padlóra?
A) Attól függ, hogy milyen magas az asztal.
B) A leejtett labda ér le előbb.
C) Egyszerre érnek talajt.
D) Ha elég nagy a kezdősebesség, akkor a vízszintesen induló ér le előbb.

1.126. | Körpályán mozgó test sebessége kétszeresére nő. Hogyan változik a centripetális gyorsulása?
A) Kétszeresére nő.
B) Negyedére csökken.
C) Nem változik.
D) Négyszeresére nő.

1.127. | Egy r sugarú henger állandó szögsebességgel forog, kerületi pontjainak sebessége v. Mekkora szögsebességgel forgassuk a feleakkora sugarú hengert, ha azt szeretnénk, hogy ennek a kerületi pontjai is ugyanolyan v sebességgel mozogjanak?
A) Feleakkora szögsebességgel.
B) Ugyanolyan szögsebességgel.
C) Kétszeres szögsebességgel.
D) Négyszeres szögsebességgel.

1.128. | Egy állandó sebességgel haladó vonaton elejtünk egy kavicsot. A sínek mellett állva milyennek látjuk a kavics pályáját?
A) Függőleges egyenesnek.
B) Lefelé tartó fél parabolaívnek.
C) Ferde egyenesnek.
D) Lefelé tartó körívnek.

1.129. | A Földön leejtünk egy követ h magasságból, ami v sebességgel ér földet. Mekkora magasságból kellene leejtenünk egy követ a Holdon, hogy az ugyanolyan v sebességgel érjen talajt? A Holdon a nehézségi gyorsulás a földi érték egyhatoda.
A) $6 \cdot h$.
B) $3 \cdot h$.
C) $\sqrt{6 \cdot h}$.
D) $6 \cdot h^2$.

1.130. | Föld körüli körpályán mozgó űrhajón olyan pályamódosítást kell végrehajtani, hogy a körpálya sugara az eredeti kétszerese legyen. Mennyi lesz az űrhajó keringési ideje?
A) Változatlan marad.
B) Négyszeresére nő.
C) Kétszeresére nő.
D) $2\sqrt{2}$-szeresére nő.

1.131. | Föld körül keringő űrhajónál mikor kell a hajtóműveket bekapcsolni?

A) A hajtóművek folyamatosan működnek.
B) Csak felszálláskor és leszálláskor.
C) Felszállás, leszállás és pályamódosítás során.
D) Csak pályamódosításkor.
E) Csak felszálláskor és pályamódosítások során.

Esszékérdések

1.132. | *Autó mozgásának elemzése városi forgalomban*

Elemezze egy autó mozgásfajtáit egy parkolóból való elindulástól a városi forgalomban történő mozgás során a kiindulási helyre történő visszaérkezésig! Csoportosítsa az előforduló mozgásfajtákat a pálya alakja, illetve a mozgás lefolyása szerint! Lehetséges, hogy utunk során veszélyhelyzetben gyors manőverre kényszerülünk, araszolunk a dugóban. Milyen kinematikai mennyiségekkel írható le ekkor az autó mozgása? Ezeknek milyen tipikus számértékei fordulhatnak elő a városi közlekedésben?

1.133. | *Átkelés folyón, csónakkal*

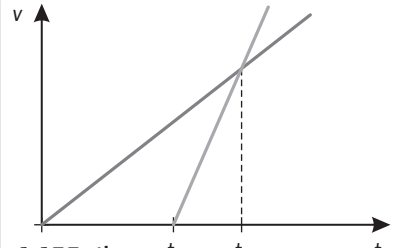
Egy folyón szeretnénk átkelni úgy, hogy mindig a partra merőlegesen evezünk. A folyó sodrása a partoknál nulla, közepéig lineárisan nő. Hol köt ki a csónak? Milyen mozgásformák jelennek meg az átkelés során? Milyen a mozgás pályája? Milyen paraméterektől függ a folyón való átkelés időtartamának nagysága? Hogyan határozná meg a kiindulási hely és a kikötési hely közötti távolságot?

1.134. | *A kerékpározás kinematikája*

Vegye számba, hogy kerékpározás közben milyen mozgásfajták lépnek fel! Vizsgálja az egyes alkatrészeknek, a kerékpár vázának és a kerékpározó személynek a mozgását!

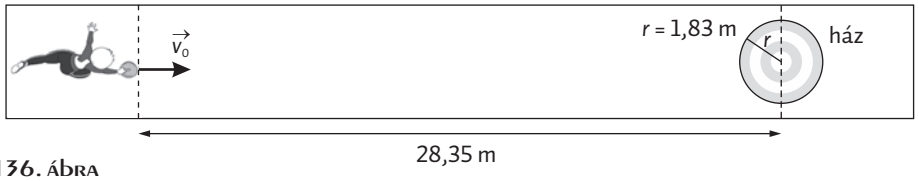
Kihívást jelentő feladatok

1.135. | Gyorsulási versenyen induló *A* és *B* autó közül az egyik kicsit „beragad”, később indul. Sebességük időfüggvényét mutatja az ábra. Feltételezzük, hogy a találkozásig mindkét autó egyenletesen gyorsul. Mikor lesznek ismét egymás mellett? (A feladat megoldásához ismerni kell a másodfokú egyenlet valamelyik megoldási módját.)



1.135. ábra

1.136. | A curlingversenyen a kő indítása után megállapítják a versenyzők, hogy lassú volt az indítás, a kő csak a ház elejéig fog elcsúszni. 8 m után elkezdenek söprűzni, és elérik, hogy pontosan középre, a célpontba érkezzen. Tudják, hogy a jégen az átlagos lassulása $0,0127\ \frac{m}{s^2}$. A seprűzéssel mennyit kell ezen változtatni, hogy éppen középre, a célpontba érkezzen?



1.136. ábra

1.137. | Vilmos állandó sebességgel haladó mozgólépcsőn a lépcsőhöz viszonyítva állandó sebességgel halad lefelé, így 70 másodperc alatt ér le. Ha kétszer nagyobb relatív sebességgel megy, akkor már 50 s alatt leér. Mennyi időt takarít meg ahhoz képest, mintha végig állna? Hogyan változnának az eredményeink, ha mindezt a felfelé úton vizsgálnánk?

1.138. | Egy vízszintes tengelyű, *R* sugarú vályú felületén függőleges síkban csúszásmentesen gördül le egy *r* sugarú golyó. Adjuk meg a haladó mozgásának sebessége és a szögsebessége közötti kapcsolatot!

2. | Dinamika – Erőtan

Alapozófeladatok

Newton I. törvénye

2.1. | Miért törhet ki az ablaküveg, ha az ablak erősen becsapódik?

2.2. | Miért használnak az autósok biztonsági övet?

2.3. | Miért szakadhat el a vontatókötél, ha azt hirtelen megrántjuk?

2.4. | Favágásnál a fejsze néha beleszorul a rönkbe. Hogyan kell a farönköt a szilárd alapzathoz ütni, ha szét akarjuk hasítani a farönköt: a farönkkel lefelé vagy a fejsze fokával felfelé? Miért?

2.5. | Miért nem tanácsos egy járművel a kanyarban fékezni?

2.6. | Miért teszik kötelezővé az autókban utazók számára a biztonsági öv használatát?

2.7. | Folyékony anyagokat vasúton vagy autóban zárt edényben szállítanak. Magyarázzuk meg, miért! Miért célszerű a folyadékot szállító vasúti tartályokat teljesen feltölteni?

Newton II. törvénye

2.8. | Mekkora állandó eredő erővel gyorsítjuk az 5 kg tömegű testet, ha a gyorsulása $2{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$?

2.9. | Mekkora annak a testnek a tömege, amelyet 15 N eredő erő $0{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással mozgat?

2.10. | Mekkora a gyorsulása annak a 2 kg tömegű játéknak, amelyet Zsófi 3 N eredő erővel gyorsít?

2.11. | Balázs egy kiskocsi tömegét erőmérő, stopper és mérőszalag felhasználásával méri meg. A kiskocsit vízszintes asztallapon erőmérő közbeiktatásával állandó 1,5 N nagyságú erővel húzza. A kiskocsi indulástól 3 s alatt 1 m utat tesz meg, a mozgás közben a súrlódástól eltekinthetünk. Mekkora a kocsi tömege?

2.12. | Tételezzük fel, hogy egy 1050 kg tömegű személyautó álló helyzetből indulva, 10 m úton, állandó gyorsulással mozogva $54\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességet ér el. Mekkora eredő erő hatott a gépkocsira?

2.13. | Mekkora sebességet ér el az 1200 kg tömegű személygépkocsi, ha álló helyzetből indulva 1800 N-os állandó eredő erő gyorsítja 12 s időn keresztül?

2.14. | Egy 250 kg tömegű, álló helyzetű motorkerékpárt 150 N nagyságú állandó eredő erő gyorsít. Mekkora lesz a jármű sebessége, ha a gyorsítás ideje 30 s?

2.15. | Egy rakéta hajtóművéből másodpercenként 40 kg gáz áramlik ki $4320\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel. Mekkora a tolóerő nagysága?

2.16. | Mekkora állandó eredő erő gyorsítja azt a kerékpárt, amelynek sebessége álló helyzetből 8 s alatt $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$-ra növekszik? A kerékpáros és a kerékpár együttes tömege 60 kg.

2.17. | Vízszintes asztallapra 1,5 m magasságból 0,2 kg tömegű gyurmagolyót ejtünk, amely a becsapódás után 0,05 s alatt ellapul. Mekkora átlagos erőt fejt ki az asztallap a golyóra a lefékeződés közben?

Newton III. törvénye

2.18. | A Balatonon két azonos méretű csónak egyikében egy felnőtt, a másikban egy gyermek ül. A gyermek húzza a felnőtt kezében tartott kötelet. Mi történik a csónakokkal?

2.19. | András és Péter kötélhúzó versenyen ellentétes irányba 200-200 N erővel húz egy kötelet. Elszakad-e a kötél, ha maximum 360 N terhelést bír el?

2.20. | Sándor erősebb, mint Zsombor. Amikor eltaszítani igyekeznek egymást, Zsombor győz, mert Sándor nem figyelt a nekirontó Zsomborra. Melyik gyakorolt nagyobb erőt a másikra?



2.21. ábra: A kísérlet emlékének állított szobor Magdeburgban

2.21. | Magdeburg városának polgármestere, Otto von Guericke 1654-ben érdekes bemutatót tartott a magdeburgi polgároknak. Készített két egymáshoz tökéletesen illeszkedő gömböt („magdeburgi féltekét”), amelyek közül a maga által készített szivattyúval kiszivattyúzta a levegőt. Fogadást kötött a polgárokkal, hogy a két félgömböt 8 pár igen erős ló sem képes szétválasztani egymástól. Nyolc lovat az egyik, nyolcat pedig a másik félgömbhöz fogtak be. A lovak keményen nekifeszültek a köteleknek, hogy széthúzzák a félgömböket. Nem sikerült széthúzni a gömböket, így Guericke megnyerte a fogadást. Hogyan módosítottad volna a kísérletet a lovak számának növelése nélkül, hogy a polgárok nyerési esélyét növeljed? Vajon kevesebb lóval szét lehetett volna választani a félgömböket?

2.22. | Egy összenyomott rugó két végéhez 0,8 kg, illetve 0,2 kg tömegű golyót helyeztünk. A vízszintes asztalon fekvő rugót összenyomva tartó fonalat elégettük, így a nagyobbik golyó $3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$-os sebességre tett szert. Mekkora lett a kisebb tömegű golyó sebessége?

2.23. | Egy összenyomott rugó mindkét végéhez 0,6 kg és 0,2 kg tömegű golyót helyezünk. A rugót összenyomva tartó fonalat elégetjük, ekkor a golyók egymáshoz képest $12\,\frac{m}{s}$ sebességgel repülnek szét. Mekkora a golyók sebessége?

2.24. | Egy eredetileg nyugvó gránát három részre robban szét. A 0,8 kg tömegű repeszdarab 20 m/s sebességgel keletre, a 0,5 kg-os $32\,\frac{m}{s}$ sebességgel délre mozog, míg a harmadik repeszdarab tömege 0,6 kg. Mekkora a harmadik repeszdarab sebessége, és milyen irányban repül?

2.25. | Két kiskocsi közé megfeszített állapotban összekötött rugót helyeztünk. A fonál elégetése után a rugó szétlökte a kocsikat, és egy másodperc múlva a két kocsi 1,2 m távolságra került egymástól. Mekkora sebességgel gurultak szét a kocsik, ha tömegük aránya $1:2$? (A súrlódástól tekintsünk el!)

Lendület, lendületmegmaradás törvénye

2.26. | Hosszú vasúti szerelvényt akkor könnyű indítani, ha a kocsikat összekötő kapcsok lógnak (nem feszesek). Miért?

2.27. | Mekkora a lendülete a 45 g tömegű korcsolyázó tanulónak, ha a sebessége $2,5\,\frac{m}{s}$?

2.28. | Mekkora sebességgel halad az a személygépkocsi, amelynek a tömege 1300 kg és lendülete $29\,250\,\frac{kg\cdot m}{s}$?

2.29. | Egy 12 000 kg tömegű villamos $36\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad, majd egyenletesen csökkenő sebességgel, egyenes úton megáll. Mekkora a villamos lendületváltozása?

2.30. | Egy 0,4 kg tömegű focilabdát $5\,\frac{m}{s}$ sebességgel, merőlegesen a falnak lövünk, ahonnan $4\,\frac{m}{s}$ nagyságú sebességgel pattan vissza. Mekkora lesz a focilabda lendületváltozása?

2.31. | Egy falbontáskor használt 200 kg tömegű faltörő inga maximális sebessége $2\,\frac{m}{s}$. Mekkora a lendületváltozása pályájának legmélyebb pontján való két áthaladása között?

2.32. | Egy 15 kg tömegű, súrlódásmentesen mozgó kiskocsira vízszintes irányban rálökünk egy 30 kg tömegű zsákot $1,8\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Mekkora lesz a közös sebességük?

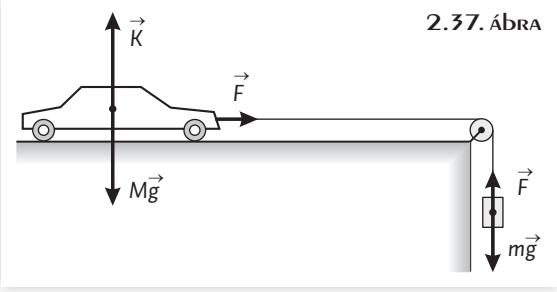
2.33. | Egy 60 kg tömegű görkorcsolyázó kezében egy 6 kg-os medicinlabdával halad. Amikor eléri a $4\,\frac{m}{s}$ sebességet, a golyót vízszintesen maga elé előredobja, ezáltal sebessége $3,5\,\frac{m}{s}$-ra csökken. Mekkora lett a medicinlabda sebessége az eldobás pillanatában?

2.34. | Egy 0,4 kg tömegű kiskocsi, melynek sebessége $2\,\frac{m}{s}$, utolér egy vele egy irányban haladó, 0,1 kg tömegű és $0,5\,\frac{m}{s}$ sebességgel mozgó kocsit. Rugalmas ütközés után az elöl haladó kocsi sebessége $2,94\,\frac{m}{s}$. Mekkora a hátsó kocsi sebessége?

2.35. | Álló helyzetből induló 60 kg tömegű kerékpáros 80 m utat egyenletesen gyorsítva 20 s alatt tesz meg. Mekkora lesz a lendülete?

A dinamika alapegyenlete

2.36. | Egy gépkocsi egyenes pályán egyenletesen mozog. Mekkora a gépkocsira ható erők eredője?

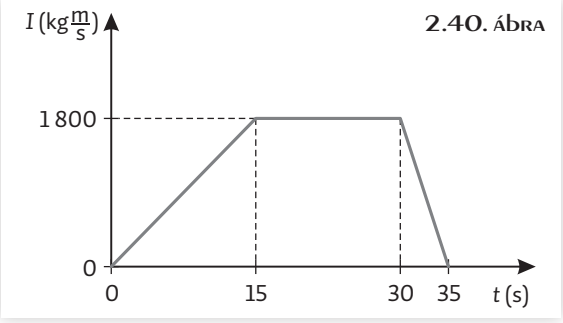


2.37. ábra

2.37. | Mekkora gyorsulással mozog az ábrán látható 1,5 kg tömegű játék autó, ha a csigán átvetett fonál végén 0,5 kg tömegű test lóg? A csiga és a fonál tömegétől, valamint a súrlódástól eltekintünk.

2.38. | Melyik erő lép fel hamarabb, ha egy tanuló ráüt a padra: az általa a padra kifejtett erő vagy pedig a pad által a tanulóra ható erő?

2.39. | Egy pontszerű testre egy 60 N és egy 80 N nagyságú erő hat. Mekkora az eredő erő nagysága?



2.40. ábra

2.40. | A grafikonon egy 300 kg tömegű, egyenes pályán haladó motorkerékpár lendületét ábrázoltuk az idő függvényében.

a) Mekkora a motorkerékpár gyorsulása a mozgás három szakaszában?

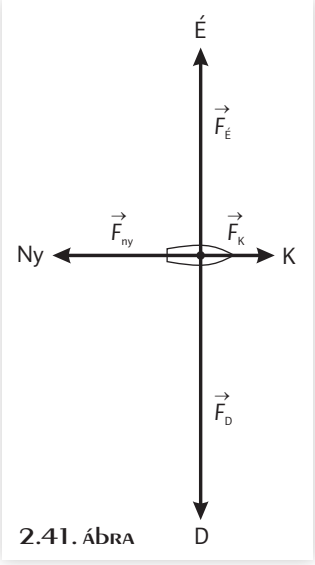
b) Ábrázoljuk a motorkerékpárra ható erők eredőjét az idő függvényében!

2.41. | A folyóban lévő csónakot két gyermek húzza, az egyik dél felé 140 N, míg a másik nyugat felé 80 N erővel. A víz északi irányba 110 N erőt, míg a szél kelet felé 40 N erőt fejt ki a csónakra. Ezen erők hatására a csónak $0,4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással mozog.

a) Szerkesszük meg az eredő erő irányát!

b) Mekkora a csónak tömege?

2.42. | Az 1350 kg tömegű személygépkocsi $0,25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással gyorsul. Mekkora a mozgást akadályozó összes erő, ha a talaj a gépkocsira a mozgás irányában 1650 N erőt fejt ki?



2.41. ábra

Nehézségi erő, súly és súlytalanság

2.43. | Mennyi a súlya a Föld felszínén
- **a)** egy 0,5 kg tömegű kenyérnek?
- **b)** egy 1350 kg tömegű személygépkocsinak?
- **c)** a kezünkből éppen kiejtett almának?

2.44. | Egy 50 kg tömegű cementes zsák és egy 400 N súlyú láda közül
- **a)** melyiknek nagyobb a tehetetlensége?
- **b)** melyik nyomja nagyobb erővel a padlót?

2.45. | Mekkora gyorsulással és merre indul az a lift, amelyben egy 80 kg-os ember súlya 820 N?

2.46. | A lift $0,8\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással indul felfelé. Mekkora annak a liftben álló embernek a tömege, aki 615 N erővel nyomja a lift padlóját?

2.47. | Egy lift $0,8\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással indul lefelé. Mekkora erőt mutat a liftben álló, 60 kg tömegű fiú lába alá helyezett mérleg?

2.48. | Egy pohárban 0,2 l víz van. Mekkora erővel nyomja a víz az egyenes henger alakú pohár alját, ha a pohár
- **a)** nyugalomban van?
- **b)** $2\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozog lefelé?
- **c)** $2\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozog felfelé?
- **d)** szabadon esik?

2.49. | Hogyan megy át az űrhajóban az űrkabin egyik oldalától a másikhoz az űrhajós? Milyen mozgást végez az űrhajós ezalatt?

2.50. | Egy teherlift kötelének maximális engedélyezett terhelése 8000 N. Mekkora gyorsulással lehet vele emelni egy 700 kg tömegű testet? (A test tömegébe beleértjük a mozgó liftszekrény és a hozzá kapcsolódó drótkötél tömegét is.)

A rugóerő

2.51. | Mekkora erővel kell húznunk azt a $200\,\frac{N}{m}$ rugóállandójú rugót, amelynek megnyúlása 0,3 m?

2.52. | Számítsuk ki a rugóállandóját annak a vasúti vagonban lévő rugónak, amely 2000 N erő hatására 20 cm-t nyomódott össze!

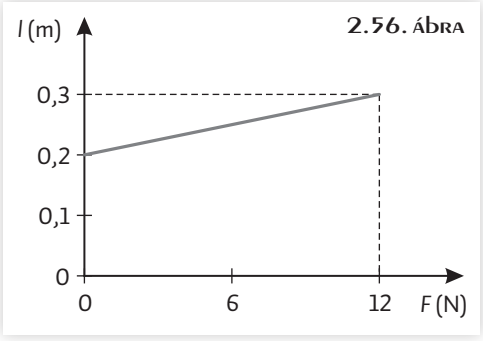
2.53. | Mekkora *m* tömegű testet akaszthatunk a $150\,\frac{N}{m}$ rugóállandójú rugóra, ha a rugó károsodás nélkül maximálisan 0,2 m-t nyúlhat meg?

2.54. | Egy drótkötél segítségével vízszintes talajon egy 2500 kg tömegű gépkocsit maximálisan $0,5\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással vontathatunk. A kötél rugóállandója $10^5\,\frac{N}{m}$. Mekkora a drótkötél megnyúlása? (Súrlódástól, közegellenállástól tekintsünk el!)

2.55. | Egy a gyermekek edzésére használt expander megnyújtásához szükséges erőt a mellékelt táblázatban jegyeztük fel.

F (N)	0	90	168	260	350	425
Δx (cm)	0	8	16	24	32	40

a) Ábrázoljuk a húzóerő-megnyúlás grafikont!
b) Becsüljük meg a rugó rugóállandóját a táblázat és a grafikon alapján!

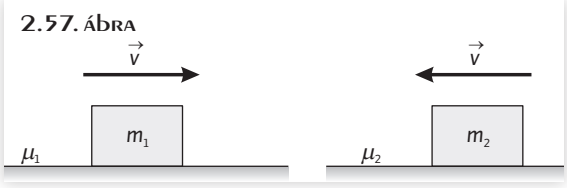


2.56. ábra

2.56. | A grafikon egy gumiszál hosszát ábrázolja a gumiszálra ható erő függvényében.
a) Mekkora a gumiszál rugóállandója?
b) Mekkora lenne három ugyanilyen gumiszálból készült fonat rugóállandója?

Súrlódás

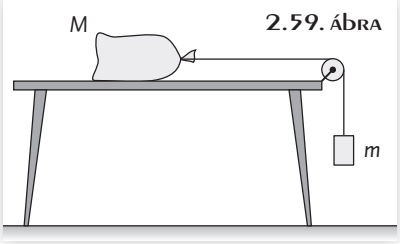
2.57. | Az ábrán látható $m_1 = 0,8\,\text{kg}$ és $m_1 = 12$ kg tömegű testek vízszintes húzóerők hatására egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek $\mu_1 = 0,07$ és $\mu_2 = 0,2$ csúszási súrlódási együtthatójú talajon. Határozzuk meg a csúszási súrlódási erőket, valamint az egyenletes mozgatáshoz szükséges vízszintes húzóerőket! Készítsünk ábrát, és rajzoljuk be az erőket!



2.57. ábra

2.58. | Vízszintes felület és a rajta mozgó 5 kg tömegű test között a csúszási súrlódási együttható $\mu = 0,3$. A testet 22,5 N állandó nagyságú, vízszintes irányú erővel húzzuk.
a) Mekkora a gyorsulása?
b) Mekkora végsebességet ér el a nyugalomból induló test 5 s alatt?

2.59. | Mekkora gyorsulással mozog a 3 kg tömegű zsák, amelyet elhanyagolható tömegű csigán átvetett 0,8 kg tömegű nehezék hoz mozgásba az ábra szerint? Az asztal és a zsák közötti csúszási súrlódási együttható 0,25.



2.59. ábra

2.60. | Egy személygépkocsi tömege 1400 kg. Vízszintes úton 800 N állandó tapadási súrlódási erő biztosítja, hogy az autó állandó sebességgel haladjon.

a) Mekkora a légellenállási erő?

b) Ha 1000 N tapadási súrlódási erő gyorsítaná az autót, akkor mekkora lenne a gyorsulása?

2.61. | A jégen csúszkáló gyerekek $1,2\,\frac{m}{s}$ sebességgel szaladnak a jégre, és azon csúszva 4,8 s alatt állnak meg. Mekkora a jég és a cipőtalpak között a csúszási súrlódási együttható?

2.62. | Legalább mekkora a tapadási súrlódás együtthatója a sportoló cipője és a talaj között, ha a síkfutó $4,5\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással indul?

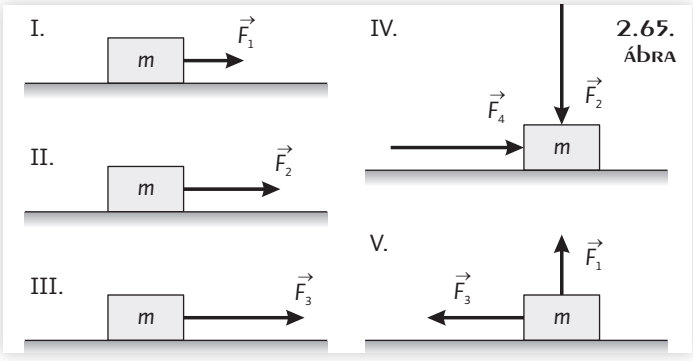
2.63. | A gyerekkel együtt 60 kg tömegű szánkó megindításához vízszintes talajon legalább 30 N nagyságú, vízszintes irányú erő szükséges. Mennyi a tapadási súrlódási együttható értéke?

2.64. | Vízszintes havas talajon 8 kg tömegű szánkó nyugszik. A szánkó és a havas talaj között a tapadási súrlódási együttható 0,15.

a) Mekkora talajjal párhuzamos erő szükséges a szánkó megindításához?

b) Megindulás után a maximális tapadási súrlódási erővel megegyező nagyságú erővel húzva a szánkót, mennyi lesz a gyorsulása, ha a szánkó és a havas talaj közötti csúszási súrlódási együttható 0,1?

2.65. | Az ábrán látható testek mindegyike $m = 4$ kg tömegű, míg a testekre ható erők: $F_1 = 10$ N, $F_2 = 16$ N, $F_3 = 20$ N, $F_4 = 22$ N. Elindulnak vagy nyugalomban maradnak az alábbi ábrán látható testek, ha a tapadási súrlódási együttható $\mu = 0,4$? Indokoljuk válaszainkat! Hogyan mozognak tovább az elinduló testek, ha a csúszási súrlódási együttható $\mu = 0,25$?



2.65. ábra

Szabaderők, kényszererők

2.66. | Vízszintes talajon egy 8 kg tömegű szánkón 42 kg tömegű gyermek ül. Kezdetben a szánkó nem mozog, a szánkó és a hó közötti csúszási súrlódási együttható 0,08. Mekkora a szánkóra ható nyomóerő, a súrlódási erő és a szánkó gyorsulása, ha

a) vízszintes irányban 30 N erővel húzzuk?

b) vízszintes irányban 70 N erővel húzzuk?

2.67. | Egy 30°-os lejtő tetejéről lecsúszik egy 15 kg tömegű szánkó. Mekkora gyorsulással mozog a szánkó a lejtőn, ha

a) a lejtőn a csúszási súrlódási együttható értéke elhanyagolható?

b) a lejtő és a szánkó közötti csúszási súrlódási együttható 0,1?

2.68. | Egy vízszintessel 10°-os szöget bezáró bobpályán egy 60 kg tömegű bob utasával egyenletes sebességgel csúszik lefelé. Mekkora a bob és a pálya közötti csúszási súrlódási együttható értéke?

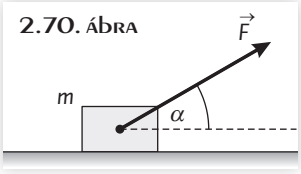
2.69. | Egy utcában jeges úton 15°-os hajlásszögű, 20 m hosszú lejtő tetejéről csúszik lefelé egy személygépkocsi. A személygépkocsi álló helyzetből kezd csúszni, behúzott fékkel. A kerék és a jeges aszfalt közötti csúszási súrlódási együttható 0,05.

a) Mennyi ideig mozgott a kocsi a lejtőn?
b) Mekkora sebességgel ért a lejtő aljára?
c) Mennyi utat tett meg a megállásig a lejtő aljától számítva, ha az utca vízszintes szakasszal folytatódik, ami ugyanolyan jeges?

2.70. | Vízszintes talajon 30 kg tömegű szánkót a vízszintessel 30°-os szöget bezáró irányban egyenletes sebességgel húzunk 50 N erővel. A talaj és a szánkó közötti csúszási súrlódási együttható 0,08.

a) Mekkora a talaj szánkóra kifejtett nyomóereje és a súrlódási erő?
b) Mekkora gyorsulással mozog a szánkó?

2.70. ábra



2.71. | Egy 17°-os hajlásszögű kék pálya 50 m hosszúságú kezdeti szakaszáról kezdősebesség nélkül elindul lefelé egy 70 kg tömegű síző. A pálya és a síléc közötti csúszási súrlódástól tekintsünk el!

a) Mennyi ideig mozgott a síző a pálya ezen szakaszán?
b) Mekkora sebességgel érkezik a pályaszakasz végére a síző?
c) Ábrázoljuk a síző sebességét és gyorsulását az idő függvényében!

2.72. | 12°-os emelkedésű szánkópályán egy apa a szánkón ülő gyermekeit egyenletes sebességgel húzza felfelé. Mekkora lejtővel párhuzamos erőt kell kifejtenie, ha a szánkó össztömege 65 kg, a lejtő és a szánkó közötti csúszási súrlódási együttható 0,1?

2.73. | Ferenc egy 2 m hosszúságú sima deszkalappal egy fahasáb és a deszkalap közötti csúszási és tapadási súrlódási együtthatót határozza meg. A deszkalap azon végét, ahol a fahasáb volt, lassan emelve azt tapasztalja, hogy a hasáb akkor kezd el csúszni, amikor a deszkalap a vízszintessel 25°-os szöget zár be. Mekkora értéket mér Ferenc a hasáb és a deszkalap között

a) a tapadási súrlódási együtthatóra?
b) a csúszási együtthatóra, ha a 25°-os lejtőn a test a 2 méteres utat 2,3 másodperc alatt tette meg?

Pontrendszerek

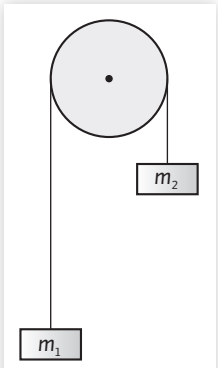
2.74. | Barna és István egy $m_1 = 10\,\text{kg}$ és egy $m_2 = 6\,\text{kg}$ tömegű szánkót kötöttek egymás után, és a szánkópálya felé igyekeznek. Egyenletes sebességgel haladnak, miközben – előrehajolva, görnyedt testtartással – a föld felszínével párhuzamos vízszintesen erőt fejtenek ki a szánkókra. A szánkótalpak és a havas talaj közötti csúszási súrlódási együttható értéke 0,07.

a) Mekkora az egyes szánkókra ható súrlódási erő?
b) Mekkora erő feszíti a két szánkót összekötő kötelet?
c) Mekkora erővel húzzák a szánkókat?

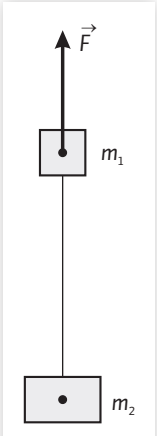
2.75. | Az ábrán látható testeket az állócsigán átvetett kötél végére akasztjuk. Az alul lévő test tömege $m_1 = 12\,\text{kg}$, míg a felül lévő tömege $m_2 = 15\,\text{kg}$. A csiga és a kötél tömege elhanyagolható.

a) Mekkora erő feszíti a kötelet, ha a rendszer nyugalomban van, mert az alsó testet rögzítjük?

b) Mekkora lesz a kötelet feszítő erő, ha a rendszer szabadon mozoghat?



2.75. ábra



2.76. ábra

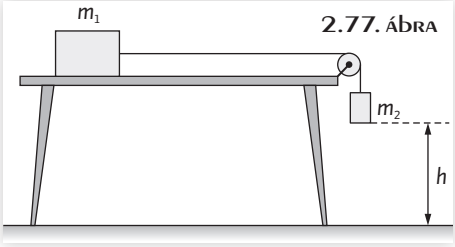
2.76. | Egy $m_1 = 5$ kg és $m_2 = 10$ kg tömegű testet zsineggel összekötve függesztünk fel az ábra szerint.

a) Mekkora erőt kell a felső zsinegre kifejteni ahhoz, hogy a két testet a talaj felett tartsuk?

b) Mekkora erővel kell emelnünk a felső testet, hogy a két test felfelé irányuló $0,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással mozogjon?

c) Mekkora erő feszíti a két testet összekötő zsineget a b) feladatrészben leírt esetben?

2.77. | Vízszintes asztallapon $m_1 = 4\,\text{kg}$ tömegű testhez, csigán átvetett fonállal, 0,8 m-rel a föld felett függő $m_2 = 1\,\text{kg}$ tömegű testet kötünk. A lap és a rajta levő test között a csúszási súrlódási együttható 0,2. A csiga és a fonál tömege elhanyagolható.



2.77. ábra

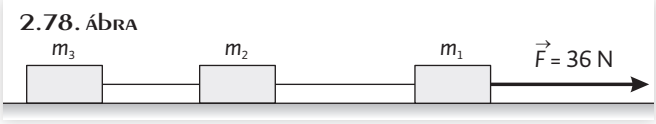
a) Mekkora gyorsulással mozog a rendszer?

b) Mekkora erő feszíti a fonalat?

c) Mekkora lesz az m_1 tömegű test sebessége az m_2 tömegű test földet érésekor? Mikor és hol áll meg az m_1 tömegű test?

2.78. | Vízszintes asztallapon az ábra szerint elhelyezett testeket fonállal kötjük össze. Az m_3 tömegű testre $F = 36\,\text{N}$ vízszintes irányú erővel hatunk. A testek és a talaj közötti csúszási súrlódási együttható értéke 0,25, továbbá $m_1 = 5\,\text{kg}$, $m_2 = 4\,\text{kg}$ és $m_3 = 3\,\text{kg}$.

2.78. ábra



a) Mekkora a rendszer gyorsulása?

b) Mekkora erő feszíti a fonalakat?

c) Ábrázoljuk a testek sebességét az első 10 s alatt!

Egyenletes körmozgás dinamikai leírása

2.79. | Vízszintes körpályán $54\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ állandó sebességgel halad egy motorkerékpár, melynek centripetális gyorsulása $2,4\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) Mekkora a körpálya sugara?

b) Mekkora a motorkerékpár körülfordulási ideje és szögsebessége?

2.80. | Egy körhintán ülő 25 kg tömegű gyermek $0,3\,\frac{1}{s}$ fordulatszámmal 2,5 m sugarú körhintán egyenletes körmozgást végez. Mekkora eredő erő szükséges a körpályán tartásához?

2.81. | A Hold közelítőleg 384 400 km sugarú körpályán 27,3 nap alatt kerüli meg a Földet. A Hold tömege $7,35 \cdot 10^{22}\,\text{kg}$. Mekkora erő tartja a Holdat Föld körüli pályán?

2.82. | Vízszintes úton 1400 kg tömegű személygépkocsi egyenletes $54\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad az 500 m sugarú köríven.

a) Milyen irányú az autó kerekei és a talaj között fellépő tapadási súrlódási erő, ha $\mu_0 = 0,4$?

b) Milyen irányú a súrlódási erő akkor, ha a személygépkocsi kerekei fékezéskor csúszva gördülnek?

2.83. | Egy 70 t tömegű vasúti mozdony a 200 m sugarú kanyarban $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad. Mekkora oldalirányú erő terheli a síneket? Tételezzük fel, hogy a sínek nincsenek megdöntve.

2.84. | Mekkora maximális sebességgel haladhat a 2600 kg tömegű kisteherautó a vízszintes útfelületű, 120 m sugarú kanyarban, ha a kerekek és az úttest között a tapadási súrlódási együttható 0,5?

2.85. | Egy 1600 kg tömegű személygépkocsi $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel 100 m sugarú kanyarhoz közelít. Csökkentenie kell-e a sebességét, ha a kanyarban a gépkocsi kerekei és a talaj között a tapadási súrlódási együttható értéke 0,4?

2.86. | Egy híd útfelületét körpályával közelíthetjük, melynek sugara 160 m. A hídon $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad át egy 1400 kg tömegű személygépkocsi. Mekkora erővel nyomja az autó a legfelső pontban a hidat?

2.87. | Völgyben futó úton, függőleges síkban, 200 m sugarú ívben hajló úton halad $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel egy 1100 kg tömegű autó. Mekkora erővel nyomja az autó az úttestet a völgy legalsó pontjában?

2.88. | Egy 0,5 m hosszúságú fonálinga $1,5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel halad át pályája legmélyebb pontján. Mekkora erő terheli ekkor a fonalat, ha az ingatest tömege 0,4 kg?

Egyenletesen változó körmozgás kinematikai leírása

2.89. | Egy kerékpár kerekének szögsebessége 4 s alatt $0,4\,\frac{1}{s}$-ról $1,5\,\frac{1}{s}$-ra nőtt. Mekkora a szöggyorsulása?

2.90. | Egy motor lendkereke álló helyzetből $2,5\,\frac{1}{s^2}$ szöggyorsulással gyorsul.

a) Mekkora szögsebességet ér el 5 s alatt?

b) Ábrázoljuk a lendkerék szögsebességét az idő függvényében!

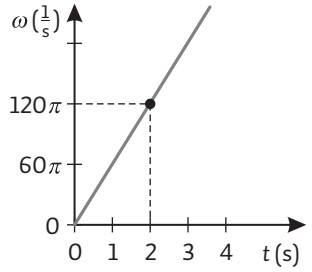
2.91. | A turbina forgórésze egy olyan tengely, melyre 1,3 m hosszúságú turbinalapátokat erősítenek. Indításkor a turbina 120 s alatt éri el a $3000\,\frac{1}{\text{perc}} = 50\,\frac{1}{\text{s}}$ fordulatszámot. Tételezzük fel, hogy a turbina egyenletesen gyorsul!

a) Mekkora a turbina szöggyorsulása?
b) Mekkora szöggel fordul el 120 s alatt?
c) Hány fordulatot tesz meg ennyi idő alatt?

2.92. | A kalapácsvető kalapácsa hozzávetőlegesen egyenletesen gyorsuló körmozgást végez. Kezdeti szögsebességét a dobóatléta $0,4\,\frac{1}{\text{s}}$-ról $17\,\frac{1}{\text{s}}$-ra gyorsítja fel, miközben a sportoló négy fordulatot tesz meg.

a) Mekkora a kalapács szöggyorsulása?
b) Mekkora a kalapács végsebessége és tangenciális gyorsulása, ha a versenyző 1,5 m sugarú körpályán forgatja?
c) Ábrázold a kalapács szögsebességét és a tangenciális gyorsulást az idő függvényében!

2.93. ábra

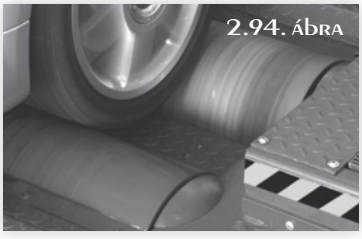


2.93. | Az ábra egy pontszerű test körmozgásának szögsebesség-idő grafikonját mutatja. A pálya sugara 0,4 m. Készítsük el a mozgás szögelfordulás-idő és út-idő grafikonjait! Tételezzük fel, hogy $t = 0$-kor a kezdeti szögelfordulás: $\alpha_0 = 0$.

2.94. | A 0,15 m sugarú henger alakú teljesítménymérő fékpad $5\,\frac{1}{\text{s}^2}$ szöggyorsulással forog, meghajtva a személygépkocsi kerekét.

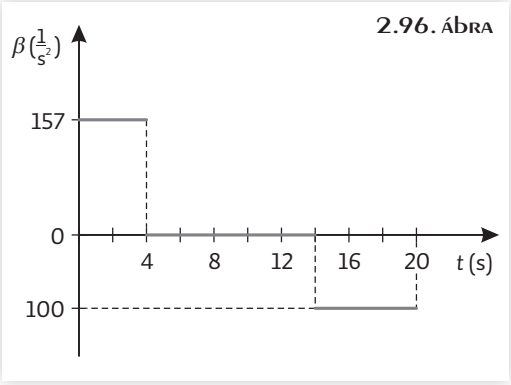
a) Mekkora a fékpad hengerének tangenciális gyorsulása?
b) Mekkora szöggyorsulással forog a gépkocsi kereke, ha a sugara 0,3 m?

2.94. ábra



2.95. | A diszkoszvetés az atlétikai versenyszámok egyike. A sportolók 250 cm átmérőjű körben forogva gyorsítják fel a 2 kg súlyú és 22 cm átmérőjű korongot, a diszkoszt.

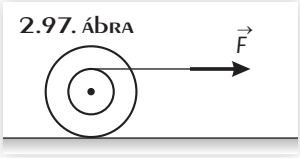
a) Mekkora a szöggyorsulása a diszkosznak, ha a diszkoszvető 1,8 s alatt gyorsítja fel azt $12,9\,\frac{1}{\text{s}}$ szögsebességre? Tételezzük fel, hogy a szöggyorsulás állandó!
b) Mekkora az eldobás előtti kerületi sebessége a diszkosznak, ha a sportoló a diszkoszt 1,2 m sugarú körpályán gyorsítja fel?
c) Mekkora érintő irányú erő hat a diszkoszra? Mekkora eredő erő hat a diszkoszra az eldobás előtti pillanatban?



2.96. | Az ábrán egy nyugalomból induló sarokcsiszoló korong kerületén lévő tetszőleges pont szöggyorsulás-idő grafikonja látható. A korong sugara 0,115 m.

a) Milyen mozgást végez az egyes szakaszokon a korong kerületének egy pontja?
b) Ábrázoljuk a szögsebességet az idő függvényében!
c) Mekkora a korong fordulatszáma a második szakaszon?
d) Számítsuk ki a 20 s alatti szögelfordulást!
e) Mennyi a korong 20 s alatti átlagos szögsebessége?

2.97. | Henger alakú cérnaorsó palástjára cérnát tekerünk. A cérnaorsóra tekert cérna végét vízszintes asztalon, az ábrának megfelelően, 3 másodpercen át $0,4\,\frac{m}{s}$ sebességgel húzzuk, miközben az orsó tisztán gördül.



a) Mekkora a cérnaorsó haladási sebessége?
b) Mekkora utat tesz meg a cérnaorsó?
c) Milyen hosszúságú cérna tekeredik le a hengerről ezalatt?

Tehetetlenségi erők

2.98. | Mekkora gyorsulással indulhat a teherautó, hogy a vízszintes rakfelületen elhelyezett, le nem rögzített teher meg ne csússzék, ha a tapadási súrlódási együttható 0,4?

2.99. | Egy $\alpha = 25°$-os hajlásszögű, súrlódásmentes lejtőt vízszintes talajon a_0 gyorsulással mozgatunk. A lejtőre m tömegű testet helyezünk. A lejtőt akkora gyorsulással akarjuk vízszintes irányban mozgatni, hogy a rá helyezett m tömegű test ne csússzon le, azaz a lejtőn nyugalomban maradjon. Mekkora gyorsulás szükséges ehhez?

2.100. | Mozdítsunk ki egy fonálingát egyensúlyi helyzetéből, és lökjük meg úgy, hogy vízszintes síkban mozogjon! Az ilyen ingát köringának vagy kúpingának nevezzük. Az ingatest tömege legyen m. Írjuk le a köringa mozgását

a) a Földhöz rögzített koordináta-rendszerben,
b) az ingához rögzített gyorsuló vonatkoztatási rendszerben!

Adjuk meg az ingatest sebességét a fonál függőlegessel bezárt szögének függvényében!

2.101. | Mekkora centrifugális erő hat egy 70 kg tömegű emberre a Földön

a) a sarkokon?
b) az Egyenlítőn?

A Föld egyenlítői sugara 6380 km.

2.102. | Mekkora Pakson a Pécs–Budapest között közlekedő, $90\,\frac{km}{h}$ sebességgel haladó, 15 t tömegű távolsági autóbuszra ható Coriolis-erő? Paks a 46,6°-os szélességi körön fekszik.

A Newton-féle gravitációs törvény, mesterséges égitestek

2.103. | A Hold 384 400 km közepes távolságban kering a Föld körül, keringési ideje 29,53 nap. Mekkora átlagos gravitációs erő tartja a Holdat Föld körüli pályán? A Föld tömege $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, a Holdé $7,35 \cdot 10^{22}$ kg.

2.104. | Hol van a Holdat a Földdel összekötő egyenes mentén az a pont, ahol az odahelyezett testre a két égitest egyenlő vonzóerővel hat?

2.105. | A Nap és a Föld tömegközéppontjának átlagos távolsága 149,6 millió km. A Föld tömege $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, a Napé ennek 333 000-szerese. Melyik fejt ki nagyobb erőt a másikra?

2.106. | A Nemzetközi Űrállomás ún. alacsony Föld körüli pályán, 360 km magasságban kering a Föld felszíne felett, a Föld körül. Az űrállomás tömege 400 tonna. Határozzuk meg, hogy mekkora gravitációs erő hat a Föld és az űrállomás között! (A Nemzetközi Űrállomás magassága szabályozható, 330 km volt az eddigi legkisebb, 420 km pedig a legnagyobb pályamagassága. Ha az űrállomás pályáját nem emelnék rendszeresen, egy hónap alatt 2,5 km-t veszítene a magasságából. Érdemes végiggondolni, mi okozhatja ezt a magasságvesztést.)

2.107. | Mekkora gravitációs erővel hat a $7,35 \cdot 10^{22}$ kg tömegű Hold a Föld felszínén lévő $100\,\text{m}^3$-nyi tengervízre, ha ez a víztömeg a Hold felőli, illetve ha a Holddal ellentétes oldalon van? A Föld és a Hold középpontjának átlagos távolsága 384 400 km, a tengervíz sűrűsége $1030\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Milyen kapcsolat van az árapály jelensége és a számításunk eredménye között?

2.108. | A Föld tömegét első alkalommal a nehézségi gyorsulás, a Föld sugara és a gravitációs állandó ismeretében sikerült meghatározni. Határozzuk meg ezekből az adatokból mi is a Föld tömegét!

2.109. | Mekkora gravitációs vonzóerő hat a Cavendish-kísérletben két 10 cm átmérőjű ólomgömb között, ha középpontjaik távolsága 0,25 m? Az ólom sűrűsége $11\,340\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. A gömb térfogatát a $V = \frac{4}{3} R^3 \pi$ összefüggéssel számíthatjuk ki.

2.110. | Az $R_1 = 0,1\,\text{m}$ és az $R_2 = 0,08\,\text{m}$ sugarú vörösréz golyók tömegközéppontjának távolsága 0,25 m. A vörösréz sűrűsége $8920\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Mekkora erővel vonzzák egymást?

2.111. | Legalább mekkora tömegű, azonos méretű, tömör vasgömbök fejthetnének ki egymásra 0,01 N vonzóerőt (ami nagyjából 1 gramm tömeg súlya a Föld felszínén)?

2.112. | A Nemzetközi Űrállomás egy 400 tonnás szerkezet, amely 360 km magasságban 92 perc alatt kerüli meg a Földet. Mekkora gravitációs gyorsulása van a Nemzetközi Űrállomáson tartózkodó űrhajósra?

Forgatónyomaték, a merev testre ható erőrendszerek

2.113. | Egy nehéz vaskaput szeretnénk becsukni. Mikor kell kisebb erőt kifejteni, ha a kapu zárszerkezeténél vagy a sarokpántokhoz közel toljuk a kaput? Indokoljuk válaszunkat!

2.114. | Egy hosszú rúdra zászlót erősítünk, és közel vízszintes helyzetben tartjuk. Hogyan könnyebb megtartani: ha kezünkkel egymáshoz közel vagy egymástól távolabb fogjuk a zászlórudat? Indokoljuk állításunkat!

2.115. | Kati és Bori egy mérleghintán hintáznak. Kati 40 kg és 1,5 m-re ül a forgástengelytől. Hová üljön a 30 kg tömegű Bori, hogy a hinta egyensúlyban legyen?

2.116. | Egy merev testre egymástól 30 cm távolságban két párhuzamos hatásvonalú, megegyező irányú erő hat, melyeknek nagysága 200 N és 140 N. Számítsuk ki az eredő nagyságát, és határozzuk meg a hatásvonala helyét!

2.117. | Egy merev testre egymástól 48 cm távolságban két párhuzamos hatásvonalú, ellentétes irányú erő hat, melyeknek nagysága 100 N és 40 N. Számítsuk ki az eredő nagyságát, és határozzuk meg a hatásvonal helyét!

2.118. | Egy 60 cm hosszúságú, elhanyagolható tömegű rúdra, a forgástengelytől 25 cm távolságra egy 4,5 kg tömegű iskolatáskát akasztunk. Mekkora erővel kell a rúd másik végét emelnünk, hogy a rúd továbbra is vízszintes maradjon?

2.119. | A 2 m hosszúságú vasrudat 0,2 m-re toljuk be a 120 kg tömegű, homogén anyageloszlású láda alá. Mekkora erővel kell hatni a vasrúdra, hogy a láda széle alá tudjuk tenni a szőnyeget?

2.120. | A kerékcsavarok meghúzásához használt szerelőkulcs hossza 40 cm. A szerelő a maximális forgatónyomatékot 120 Nm-re állítja be. Mekkora erőt kell kifejtenünk a rúdra, ha az erő hatásvonala

a) merőleges a szerelőkulcsra?
b) 30°-os szöget zár be a szerelőkulccsal?

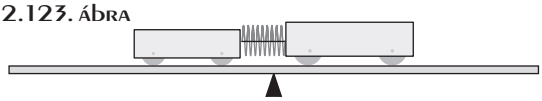
2.121. | A kertészetben vastag gallyak vágásához nagyméretű vágóollót használnak. Az ág középpontja 5 cm-re van a forgástengelytől, míg az erőkarok hossza 0,48 m. Mekkora erővel lehet átvágni a gallyat, ha az erőkarok végére 120 N erővel kell hatnunk?

2.122. | Egy személygépkocsi kormánykerekének átmérője 36 cm. Kezünkkel a kormánykereket két átellenes pontján fogjuk. Mekkora forgatónyomatékot fejtünk ki, ha mindkét kezünkkel 50-50 N erővel, a kormánykerékre érintőlegesen, ellentétes irányban hatunk?

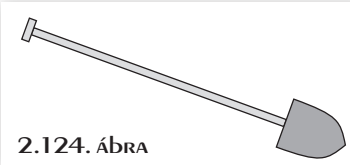
Merev testek egyensúlya

2.123. | Középen ékkel alátámasztott deszkán két különböző tömegű kiskocsi van elhelyezve úgy, hogy közös tömegközéppontjuk az ék fölé esik. A kocsik között elhanyagolható tömegű összenyomott rugó van, zsineggel összekötve. A kocsik kezdetben nyugalomban vannak, a súrlódás elhanyagolható. Melyik oldalára billen a deszka a zsineg elégetése után? Mikor következik ez be?

2.123. ábra



2.124. | Ásóval földdarabot emelünk vízszintesen. Mekkora erővel kell az 1,4 m hosszúságú ásót mindkét kezünkkel az ábra szerinti módon emelni, ha az ásó végén lévő földdarab 6 kg tömegű és az ásó acélfeje 1,5 kg-os? A két kezünkkel egymástól 0,6 m távolságra markoljuk az ásót, az ásórúd elhanyagolható tömegű.



2.124. ábra

2.125. | Egy 0,8 m hosszúságú, könnyű rúd egyik végére 2 kg tömegű, míg a másik végére 5 kg-os táskát teszünk. Hol kell a rudat alátámasztani, hogy a rúd egyensúlyban maradjon?

2.126. | Egy motorkerékpár össztömege 350 kg. A kerekek tengelytávolsága 1,5 m, a tömegközéppontja a hátsó tengelytől 0,6 m-re helyezkedik el. Mekkora a kerekek tengelyterhelése?

2.127. | Egy 1,8 m hosszúságú, könnyű rúdon m tömegű terhet emel fel Károly és Sándor. Károly 250 N, míg Sándor 400 N erőt fejt ki a rúdra.

a) Mekkora súlyú a teher?

b) A rúd végeitől milyen távolságra van a teher felfüggesztve?

2.128. | Egy 5 kg tömegű, 1,6 m hosszúságú rúdon m tömegű terhet visz Márton és Ferenc. Márton 320 N, míg Ferenc 200 N erőt fejt ki. Mekkora a teher tömege, és mekkora távolságban függ a teher a rúdon?

2.129. | Toldi Miklós a legenda szerint fél kézzel megtartva a „vendégoldalt” mutatta az utat Budára Lackfi nádornak. Ez csak úgy lehetséges, ha a rudat úgy fogja meg, hogy tenyerének mutatóujja felé eső részével alátámasztja, hüvelykujja és csuklója találkozásánál pedig lefelé nyomja a rúd végét. Feltételezve, hogy Toldi tenyere hatalmas volt, a két pont távolságát vegyük 15 cm-nek. Mekkora erővel kellett lefelé nyomni a 3 m hosszú, 6 kg tömegű rúd végét, és mekkora erő nyomta felfelé az alátámasztási részt?

Merev testek forgása

2.130. | A tömör anyagú fékpadhenger sugara 0,15 m, tömege 150 kg. Mekkora a tehetetlenségi nyomatéka, illetve a perdülete $30\,\frac{1}{s}$ szögsebesség esetén?

2.131. | Mekkora a tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka, illetve perdülete annak a súlylökésnél használt 4 kg tömegű, 10 cm átmérőjű vasgolyónak, amelyet tengelye körül $3\,\frac{1}{s}$ szögsebességgel megforgatunk?

2.132. | Egy 0,5 kg tömegű, 0,5 m hosszúságú pálcát a pálcára merőleges tengely körül forgatunk meg $5\,\frac{1}{s}$ szögsebességgel. Mekkora lesz a pálca perdülete, ha a pálcára merőleges

a) felezőpontján átmenő tengely körül forgatjuk meg?

b) a végpontján átmenő tengely körül forgatjuk meg?

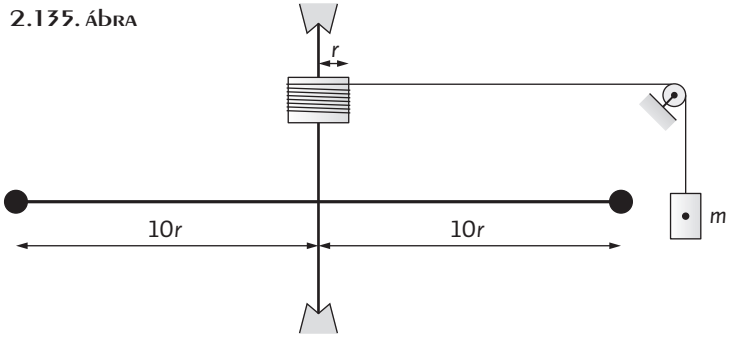
2.133. | Egy $150\,\text{kgm}^2$ tehetetlenségi nyomatékú kerék $2,8\,\frac{1}{s}$ szögsebességű forgásban van.

a) Mekkora a perdülete?

b) Mekkora fékezőnyomatékkal állítható meg a forgás 40 s alatt?

2.134. | Egy 18 cm átmérőjű, rögzített forgástengelyű, tömör hengerre elhanyagolható tömegű kötelet tekertünk fel, amelyet 2 N nagyságú állandó erő húz. Megmértük, hogy a henger az indulástól számított 5 s alatt $3\frac{1}{s}$ szögsebességre gyorsul fel egyenletesen. Mekkora a henger tömege?

2.135. ábra



2.135. | Mekkora gyorsulással süllyed a zsinór végére akasztott test az ábrán vázolt elrendezésben? $g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$. Az ábrán feltüntetett minden tömegpont egyforma nagyságú, a többi alkatrész tömege elhanyagolható, a tengelyek súrlódásától eltekinthetünk.

2.136. | *Laplace* 1796-ban kidolgozott Naprendszer-keletkezési elmélete szerint egy forgó, nagy kiterjedésű, magas hőmérsékletű gázköd volt a Naprendszer helyén. A lehűlés következtében ez a gázköd zsugorodni kezdett. Milyen következményekkel járt ez a zsugorodás a gázgömb forgásának periódusidejére és a gázköd alakjára nézve?

2.137. | A Föld körül keringő űrhajó kabinjában a súlytalanság állapotában lebeg egy űrhajós. Külső segítség nélkül el tud-e jutni az űrhajó egy másik pontjába, illetve meg tud-e fordulni hossztengelye körül?

Gyakorlófeladatok

2.138. | Cirkuszban előfordul, hogy tanúi vagyunk az alábbi jelenetnek: egy hatalmas ember hanyatt fekszik, egy másik még hatalmasabb, az előbbi mellére helyez egy nagy üllőt, majd egy óriási pöröllyel nagyot üt rá. A gyengébb idegzetűek – a fizikát nem ismerők – ettől nagyon elrettennek. Hogyan tudnánk megnyugtatni a félőket?

2.139. | Két tojás közül az egyik keményre főtt, a másik nyers. Hogyan lehetne megállapítani, hogy melyik milyen, ha ezt kívülről semmi sem árulja el?

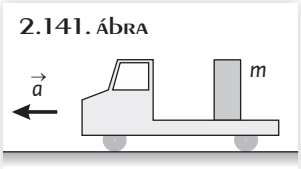
2.140. | Dezső három léggömbbel szállt fel a vonatra. Amikor a vonat fékez, legnagyobb meglepetésére csak az egyik bukik előre, a másik helyben marad, a harmadik pedig hátrabukik. Magyarázzuk meg a jelenséget!

2.141. | Válaszoljunk az alábbi kérdésekre!

a) Merre dől el a kiskocsin lévő téglatest, ha a kiskocsit vízszintes irányban hirtelen megrántjuk? Miért?

b) Merre dől el a test, ha a kiskocsi falnak ütközik? Miért?

2.141. ábra



2.142. | Régen az autók vontatókötele rendszerint drótkötél volt, újabban lényegesen gyengébb, de rugalmas műanyag kötelet használnak. Miért?

2.143. | Mekkora eredő erő szükséges ahhoz, hogy az 1400 kg tömegű személygépkocsi egyenes úton, állandó gyorsulással, 150 m út megtétele után $72\,\frac{km}{h}$ sebességet érjen el?

2.144. | Egy 3500 kg tömegű kisteherautó egyenes úton $36\,\frac{km}{h}$ sebességről 10 s alatt egyenletesen gyorsul fel $72\,\frac{km}{h}$ sebességre.

a) Mekkora a kocsi lendületének megváltozása?
b) Mekkora a gyorsulása?
c) Mekkora eredő erő gyorsítja a kisteherautót?

2.145. | Mekkora eredő erő szükséges ahhoz, hogy az 1500 kg tömegű személygépkocsi 100 m-es egyenes úton egyenletesen gyorsulva $54\,\frac{km}{h}$ sebességet érjen el?

2.146. | A lőgyakorlaton a céltábla helyén lévő vízszintes asztalra egy súrlódásmentesen csúszó, 8 kg tömegű fahasábot helyeznek. A hasábba 20 g tömegű lövedéket lőnek $600\,\frac{m}{s}$ vízszintes irányú sebességgel. A lövedék a hasábot a lövési irányban $250\,\frac{m}{s}$ sebességgel hagyja el. A hasáb hossza 0,25 m, amelyben a lövedék egyenletesen lassul.

a) Mekkora a hasáb legnagyobb sebessége?
b) Mennyi idő alatt haladt át a lövedék a hasábon?
c) Mekkora erővel fékezte a hasáb a lövedéket?

2.147. | Egy 0,8 m hosszúságú fonálingát a függőlegessel 45°-os szöget bezáróan kitérítünk, majd elengedjük. Mekkora gyorsulással indul el az ingatest?

2.148. | 20 kg tömegű áruszállító kocsi 30°-os lejtő tetejéről súrlódásmentesen gurul le.

a) Mekkora a gyorsulása?
b) Mekkora lesz a sebessége a 8 m hosszú lejtő alján?

2.149. | A nagyotmondásáról híres Münchhausen báró azt állította, hogy úgy jutott el a Holdra, hogy feldobott egy mágnest, az pedig a kezében tartott vasdarab miatt magához vonzotta. Ezután újra feldobta a mágnest, míg szép lassan feljutott a Holdra. Egy másik állítása szerint – miután lovával beleesett a mocsárba – úgy mentette meg saját életét, hogy hajánál fogva addig húzta magát, míg sikerült kimásznia. Fogjuk szaván a lódítót! Indokoljuk állításainak lehetetlenségét!

2.150. | Legalább mekkora a lendülete a 0,45 kg tömegű futball-labdának a felrúgás pillanatában, ha 20 m magasra emelkedik, és kezdősebességének iránya függőlegesen felfelé mutat?

2.151. | Milyen magasra emelkedik a $2\,\frac{kg \cdot m}{s}$ lendülettel (impulzussal) függőlegesen felfelé indított 0,1 kg tömegű petárda, ha a légellenállás fékező hatását nem vesszük figyelembe?

2.152. | Egy 250 kg tömegű kocsi vízszintes pályán $54\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel gurul. A kocsiból menetirányban hátrafelé, a talajhoz képest $25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel mozgó, 10 kg tömegű rakétát lőnek ki. Milyen gyorsan mozog ezután a kocsi?

2.153. | Egy bányában a vízszintes drótkötélpályán $0{,}3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel haladó 250 kg tömegű csillét felülről 150 kg tömegű szénnel töltötték meg. Mennyivel változott eközben a csille sebessége?

2.154. | Kornél és Tamás korcsolyán áll egymástól 3 m távolságra. Kornél egy 2 kg tömegű labdát dob Tamásnak, aki 0,5 s múlva kapja el azt. Kornél tömege 40 kg, Tamásé 46 kg.

a) Mekkora sebességgel kezdenek el csúszni a fiúk a labda eldobása után, illetve elkapása után?

b) Milyen messze lesznek egymástól a labda eldobása után 3 s-mal?

2.155. | Vízszintes felületen nagy sebességgel guruló acélgolyót tervezünk lefékezni. Mit tegyünk az útjába: egy azonos tömegű acélgolyót, vagy egy igen nagy tömegű acéltömböt?

2.156. | Vízszintes, súrlódásmentes felületen, egy egyenes mentén, egymástól fél-fél méter távolságra egy 0,6 kg, egy 0,4 kg és egy 1 kg tömegű kocka áll. A 0,6 kg tömegű kockát $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel meglökjük, amely pillanatszerűen és rugalmatlanul ütközik a második kockával. Az így elinduló második kocka ugyancsak pillanatszerűen és rugalmatlanul ütközik a harmadikkal.

a) Mennyi idő telt el az első és a harmadik kocka elindulása között?

b) Ábrázoljuk az első hasáb sebességét az idő függvényében a hasáb elindulásától számított 0,4 másodpercben!

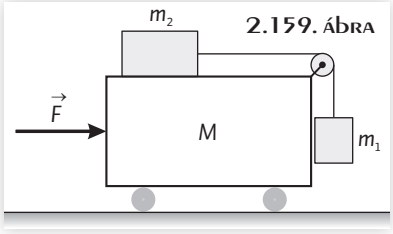
2.157. | Egy asztalon fekvő 22 cm hosszú szívószálban mászik egy hangya. A szívószál tömege 0,8 g, a hangya tömege 0,08 g. Mekkora távolságot mozdul el a szívószál, amikor a hangya végigmászik a szívószálon? A szívószál és az asztal közötti súrlódás elhanyagolható.

2.158. | Hajlított lejtőről vízszintes irányú v_1 sebességgel m_1 tömegű test csúszik rá a nyugalomban lévő $m_2 = 2m_1$ tömegű kiskocsi lapjára $3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel.

a) Mekkora sebességet ér el a kiskocsi, ha elég hosszú ahhoz, hogy a test a kocsiról ne csússzon le?

b) Mekkora sebességet ér el a kiskocsi, ha a test a kiskocsit a kocsihoz viszonyított $1{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel hagyja el? A kocsi a talajon ellenállás nélkül mozoghat.

2.159. | Mekkora vízszintes irányú, állandó F erővel toljuk az 5 kg tömegű kocsit, hogy a rajta lévő $m_1 = 1\,\text{kg}$ és $m_2 = 2\,\text{kg}$ tömegű testek a kocsihoz képest ne mozduljanak el? A fonál nem nyúlik meg, a csiga tömege elhanyagolható, a kocsi súrlódásmentesen mozog, továbbá minden érintkező felületen eltekinthetünk a súrlódástól.



2.159. ábra

2.160. | A 4 kg tömegű pontszerű testre egymással 90°-os szöget bezáró hatásvonalú 3 N és 4 N nagyságú erő lép fel. Mekkora a test gyorsulásának nagysága?

2.161. | Az egyenes vonalú mozgást végző test lendülete egy adott pontban $60\,\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}$, 3 s múlva $180\,\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}$. Mekkora a testre ható átlagos eredő erő?

2.162. | Egy 30°-os hajlásszögű lejtőn lefelé halad egy bob, ami utasával együtt 75 kg tömegű. A bob gyorsulása $0,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) Mekkora és milyen irányú a bobra ható erők eredője?
b) Mekkora és milyen irányú a súrlódási erő?
c) Használja-e a bob fékrendszerét az utas?

2.163. | Egy lift padlójára mérleget helyezünk. A lift $2,5\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással indul felfelé.

a) Mennyi a 40 kg tömegű gyermek súlya a gyorsulás ideje alatt?

b) A lift $8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ állandó sebességgel halad felfelé. Mekkora ekkor a gyermek súlya?

c) Mennyi lenne a gyermek súlya, ha a lift kötele elszakadna, és a lift szabadon esne lefelé?

2.164. | Egy 800 N súlyú ember a Burdzs Kalifa (Kalifa-torony, Dubaj, Egyesült Arab Emírségek) 80. emeletén belép a liftbe, és ráált egy rugós mérlegre. Amikor a lift elindul, azt látja, hogy a mérleg 5 s-ig 680 N erőt mutat, azután 50 s-ig 800 N erőt, majd 5 s-ig 920 N erőt. Ekkor a lift megáll, az utas kilép belőle.

a) Az épület földszintjére vagy a legfelső, 160. emeletére érkezett-e meg?
b) Milyen magas az épület?

2.165. | A rugós erőmérőre fonál segítségével felfüggesztett *m* tömegű testet a rugós erőmérő fogantyújánál tartva α gyorsulással függőlegesen felfelé emeljük, illetve lefelé engedjük. Mekkora erőt jelez a rugós erőmérő?

2.166. | Az észak-mecseki szénbányászat bölcsője Váralja környékén található. Itt az első termelőszint 60 m-es mélységben helyezkedett el. Az aknából a csillével együtt 400 kg tömegű kibányászott ércet sodronykötél segítségével emelték ki. A kötél méterenkénti súlya 20 N. Ábrázoljuk az emelőerőt az út függvényében!

2.167. | Balázs a rugókról tanult a fizikaórán. A tanórán a rugó hossza és a húzóerő közötti kapcsolatot vizsgálták, az adatokat táblázatban rögzítették.
Házi feladatul kapták a következőket:

Erő: *F* (N)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rugó hossza: *l* (cm)	6	6,8	7,5	8,3	9,1	9,9	10,5	10,9	11,2	11,4

a) Vegyük fel és ábrázoljuk egy rugó hosszát a rá ható húzóerő függvényében!
b) Határozzuk meg az adatok alapján a rugó rugóállandóját!
c) Adjuk meg a rugó nyújtatlan hosszát!
Oldjuk meg Balázs házi feladatát!

2.168. | Két rugónk van. Eredetileg 0,3 m hosszúságúak, rugóállandójuk $400\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. A rugókra 1-1 kg tömegű testet akasztunk, majd a rugókat a testekkel együtt egymás után akasztjuk. Milyen hosszú lesz a két rugóból és két testből álló lánc? A rugók tömegét hanyagoljuk el!

2.169. | Egy rakományával együtt 60 tonnás vasúti kocsi kerekeinek rugózataként 32 db $10^5\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugót használnak. A kerekeket egy téglalap alakú vasváz fogja össze, amelynek két végére rögzítik a rugókat.

a) Mekkora a rugók összenyomódása? Mekkora erőt fejtenek ki az egyes rugók?

b) Mekkora rugóállandójú rugóval lehetne helyettesíteni a 32 rugót?

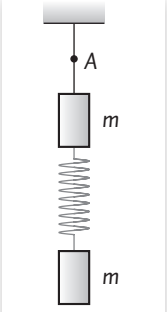
2.170. | Egy $100\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ és egy $300\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugót egymás után kötünk. Mekkora lesz a rendszer rugóállandója?

2.171. | Egy rugó 2,5 cm-rel nyúlik meg, ha rá 1 kg tömegű testet helyeznek.

a) Mekkora a rugó rugóállandója?

b) Mekkora tömegű testet kell ráakasztani ahhoz, hogy a megnyúlása 4,5 cm legyen?

2.172. | A két egyforma tömegű felfüggesztett test közé egy D rugóállandójú rugót helyezünk az ábra szerint. Mekkora gyorsulással indulnak az ábrán látható testek, ha a felfüggesztő kötelet hirtelen, az ábrán látható A pontban elvágjuk?



2.172. ábra

2.173. | Balázs egy 0,15 m hosszúságú, $300\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugót két részre szeretne vágni. Mekkora lesz a két rugó rugóállandója, ha a rugót

a) egyenlő nagyságú darabokra vágja?

b) úgy vágja ketté, hogy a két darab hosszának aránya $1:2$?

2.174. | A 2200 kg tömegű kisteherautó $90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességről $36\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességre egyenletesen lassulva 50 m-nél rövidebb úton nem fékezhető le, mert különben megcsúszik, és kormányozhatatlanná válik. Mekkora a kerekek és az úttest között a tapadási súrlódási együttható?

2.175. | Lakott területen a megengedett maximális sebesség $50\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

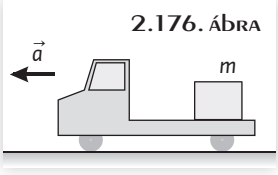
a) Szabályosan közlekedett-e az a személygépkocsi, amelynek blokkolásos fékezésénél 20 m fékutat mértek? Az autógumi aszfalton mért csúszási súrlódási tényezője 0,7.

b) Mennyi lett volna a fékútja ugyanazon sebesség esetén a személygépkocsinak, ha ABS-t (blokkolásgátlót) szereltek volna fel rá? Az autógumi aszfalton mért tapadási súrlódási együtthatója 0,9.

2.176. | Mekkora a tapadási súrlódás együttható a láda és a kisteherautó között, ha az ábra szerint a kisteherautóra helyezett 80 kg tömegű láda még éppen nem csúszik meg, amikor a kisteherautó

a) egyenletesen gyorsul $1{,}2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással?

b) egyenletesen lassul $-6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ gyorsulással?



2.176. ábra

2.177. | Jégpályán $5\,\frac{m}{s}$ sebességgel ellökött korong 12,5 m megtétele után áll meg. Határozzuk meg a csúszási súrlódási tényezőt!

2.178. | Iskolai mágnestáblán 0,1 kg tömegű mágnest használnak. Feri megmérte, ahhoz hogy egyenletesen csússzon lefelé a mágnes, neki 1,6 N erővel kell húznia lefelé. A mágnes és a mágnestábla közötti csúszási súrlódási együttható 0,2.

a) Mekkora erővel vonzza a mágnestábla a mágnest?

b) Mekkora erőt kell kifejtenie Ferinek ahhoz, hogy felfelé tudja egyenletesen mozgatni a mágnest?

2.179. | Egy személygépkocsi $1,4\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással indul, és $2,2\,\frac{m}{s^2}$ lassulással fékez. A csomagtartóban levő doboz fékezéskor megcsúszik, induláskor nem. Mekkora lehet a csomagtartó és a doboz közötti tapadási súrlódási együttható?

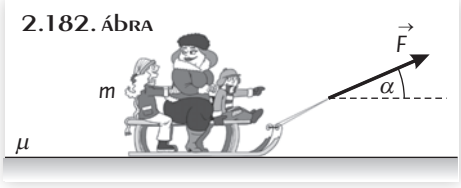
2.180. | A 35 kg tömegű konyhai munkalapokat egymásra rakva tárolják.

a) Mekkora erővel húzható ki felülről a második munkalap, ha mindkét felületének súrlódási tényezője 0,35?

b) Mekkora erővel húzható ki az *n*-edik munkalap?

2.181. | 30°-os lejtő tetejéről lecsúszó doboz a lejtő aljára harmadakkora sebességgel érkezik, mintha súrlódás nélkül csúszott volna le. Mekkora a doboz és a lejtő között a súrlódási együttható?

2.182. | Vízszintes, havas talajon, a földfelszínnel 30°-os szöget bezáró hatásvonalú, 250 N erővel húzunk egy szánkót. A szánkó tömege terheléssel együtt 200 kg. A szánkó és a föld felszíne között a csúszási súrlódási együttható értéke 0,05.



a) Határozzuk meg a súrlódási erő nagyságát és a szánkó gyorsulását!

b) Határozzuk meg a szánkó sebességét az indulástól számított 8 s múlva!

2.183. | Egy kerékpáros $36\,\frac{km}{h}$ sebességgel érkezik egy 12°-os hajlásszögű emelkedőhöz.

a) Mekkora magasságig tud feljutni a lejtőre, ha az emelkedőn már nem hajtja a kerékpárt, és a közegellenállástól, illetve a gördülési ellenállástól eltekintünk?

b) Hányadrészére csökken az emelkedési magasság, ha a gördülési ellenállás 0,08?

2.184. | Vízszintes lapon elhelyezett $m_1 = 3\,\text{kg}$ és $m_2 = 4\,\text{kg}$ tömegű testeket fonállal kötünk össze. Az m_2 tömegű testre $F = 3,5\,\text{N}$ vízszintes irányú erővel hatunk.



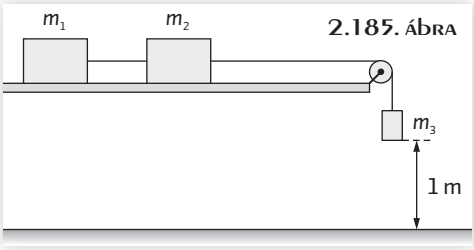
a) Mekkora a rendszer gyorsulása, ha a súrlódás elhanyagolható?

b) Mekkora erő feszíti a fonalat?

c) Mekkora lesz a rendszer sebessége 3 s múlva?

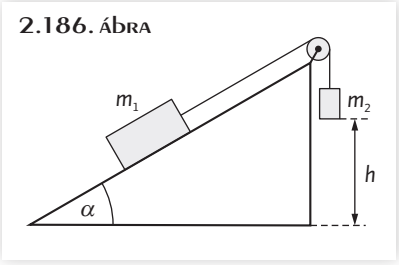
d) Milyen hosszú asztal szükséges a kísérlet elvégzéséhez?

2.185. | Vízszintes asztallapon fonállal összekötött $m_1 = 2\,\text{kg}$, illetve $m_2 = 4\,\text{kg}$ tömegű hasáb fekszik. Az m_2 tömegű hasábhoz elhanyagolható tömegű csigán átvetett fonalat erősítünk, és annak végére 5 kg tömegű testet függesztünk. A testek és az asztallap közötti súrlódás értéke 0,2.



2.185. ábra

a) Mekkora a rendszer gyorsulása?
b) Mekkora erő feszíti a fonalakat?
c) Mennyi idő alatt ér földet az m_3 tömegű test, ha kezdetben a padló szintje fölött 1 m magasan helyezkedik el?

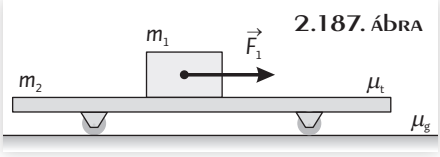


2.186. ábra

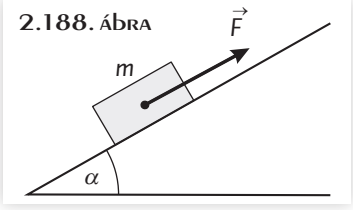
2.186. | A 30°-os hajlásszögű, súrlódásmentes lejtőn egy 5 kg tömegű testre fonalat kötünk, amelyet egy csigán átvetve egy 4 kg tömegű testhez erősítünk. Az m_2 tömegű test 1,6 m magasságban lóg a talaj felett.

a) Mekkora lesz a két testből álló rendszer gyorsulása?
b) Mekkora a fonalat feszítő erő?
c) Mekkora sebességgel érkezik a felfüggesztett test a talajra?
d) Mennyi idő alatt ér le a talajra az m_2 tömegű test?

2.187. | Az 50 kg tömegű kiskocsi vízszintes lapján 5 kg tömegű test fekszik. A kiskocsi és a talaj közötti gördülési ellenállás 0,02, a kocsi és a rajta fekvő test között a csúszási és a tapadási súrlódási együttható is 0,3. Mekkora a test és a kocsi gyorsulása, ha vízszintes irányban 18 N erővel hatunk a platón lévő testre?

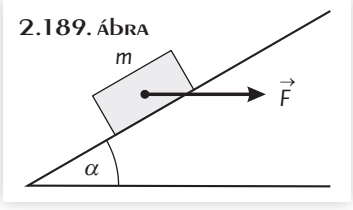


2.187. ábra



2.188. ábra

2.188. | A 30°-os hajlásszögű lejtőn egy $m = 25\,\text{kg}$ tömegű testre állandó nagyságú, lejtővel párhuzamos irányú erő hat. A lejtő és a test közötti csúszási súrlódási együttható értéke 0,15. Mekkorának kell lennie az F erőnek, hogy a test a lejtőn $\alpha = 0{,}3\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással emelkedjék?



2.189. ábra

2.189. | A 30°-os hajlásszögű lejtőn egy $m = 20\,\text{kg}$ tömegű testre állandó nagyságú, vízszintes irányú erő hat az ábra szerint. A lejtő és a test közötti csúszási súrlódási együttható értéke 0,2. Mekkorának kell lennie az F erőnek, hogy a test a lejtőn $\alpha = 0{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással emelkedjék?

2.190. | Egy repülőgép légcsavarjának fordulatszáma $15\,\frac{1}{\text{s}}$ és $40\,\frac{1}{\text{s}}$ között változhat.

a) Mekkora az 1,4 m hosszú légcsavarlapát legkisebb és legnagyobb sebessége?
b) Ábrázoljuk a légcsavarlapát kerületi sebességét a fordulatszám függvényében!
c) Mekkora erővel hat a légcsavarlapát többi része a lapát végpontjának 0,1 kg tömegű részére?

2.191. | Egy vízszintes síkú körpálya sugara 0,2 m. A pályán egy 0,1 kg tömegű korong kering, a centripetális gyorsulása a nehézségi gyorsulás kétszerese.

a) Mekkora a fordulatszám?

b) Mekkora a korongra vízszintes irányban ható erők eredője, a centripetális erő?

2.192. | Az ábra egy 5 g tömegű test egyenletes körmozgásának út-idő és szögelfordulás-idő grafikonját mutatja.

a) Mekkora a pálya sugara?

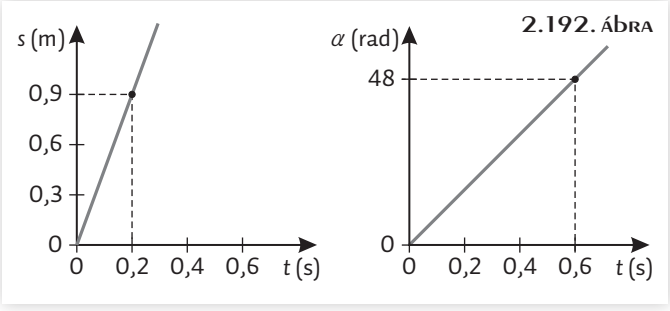
b) Mekkora a szögsebessége?

c) Mekkora a fordulatszám?

d) Mennyi idő alatt tesz meg a test egy fordulatot?

e) Mekkora a test centripetális gyorsulása?

f) Mekkora eredő erő szükséges a körmozgás biztosításához?



2.192. ábra

2.193. | Egy 0,05 kg tömegű rulettgolyó a rulett-tányéron 0,2 m sugarú körpályán 1,5 s periódusidővel egyenletes körmozgást végez.

a) Mekkora a rulettgolyó lendületének nagysága?

b) Mennyivel változik a golyó lendülete, miközben 60°-os szöggel fordul el?

2.194. | Egy leszálláshoz készülő Boeing utasszállító repülőgép vízszintes síkú köríven fordul keletről északnak. Ezt úgy tudja megtenni, hogy a pilóta kissé megdönti a gépet. A gép törzsének sebessége $468\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, a szárnyvégek távolsága 65 m. Ha a szárnyvégek közötti szakaszt rávetítjük az elfordulás síkjára, akkor a vetület hossza csekély mértékben kisebb, azonban ettől a csökkenéstől tekintsünk el!

a) Mekkora a gép törzse által befutott körív sugara, ha a szárnyvégek kerületi sebességei úgy aránylanak egymáshoz, mint 101 : 100?

b) Mennyi ideig fordult a gép?

c) Mekkora a gép törzsére ható erők eredője, azaz a centripetális erő, ha a repülőgép tömege $2,8 \cdot 10^5$ kg?

2.195. | Egy pilóta sportrepülőgépével 1 km sugarú, függőleges síkú körpályán repül. Mekkora a sebessége a pálya tetőpontján, ha sem az ülés, sem a biztonsági öv nem fejt ki rá erőt?

2.196. | Egy agyagozókorongot maximálisan $6\,\frac{1}{\text{s}}$ fordulatszámmal tudunk megforgatni. A korong egy 33 cm átmérőjű falap. A tapadási súrlódási együttható a korong lapja és az agyag között 1,4. Mekkora fordulatszámig használhatjuk a korongot, hogy a korong széléről a 0,1 kg tömegű agyagdarab ne repüljön le?

2.197. | Egy 0,4 m hosszúságú fonálra erősített 0,2 kg tömegű tolltartót függőleges síkban megforgatunk úgy, hogy egyenletes körmozgást végezve másodpercenként három teljes kört ír le a tolltartó 0,4 m sugarú körön mozogva. A fonalat akkor engedjük el, amikor a tolltartó sebessége függőlegesen felfelé mutat.

a) Mekkora sebességgel rendelkezik a tolltartó az elengedés pillanatában?

b) Mekkora magasságig emelkedik? Eléri-e a teremben a 3,6 m magas mennyezetet?

c) Milyen irányú a fonál az elengedés előtti pillanatban, és mekkora erő ébred benne?

2.198. | A bemutatórepülésen a pilóta függőleges síkban 400 m sugarú körpályán vezeti gépét. A körpályán állandó $288\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad. Mekkora erő hat a pilótára a körpálya legfelső, illetve legalsó pontjában, ha a pilóta tömege 75 kg?

2.199. | A bemutatórepülésen a 75 kg tömegű pilóta úgy vezeti a gépét, hogy a röppálya sugarát 490 m-re növeli.

a) Mekkora legyen a gép sebessége, ha azt szeretné, hogy a pálya legfelső pontjában az ülés ne fejtsen ki rá nyomóerőt?

b) Mekkora ebben az esetben a nyomóerő a pálya legalsó pontjában?

2.200. | Mekkora szöggel kell az útpálya külső oldalát megemelni ahhoz, hogy a $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó személygépkocsi a 150 m sugarú körív alakú pályán ne csússzon meg még akkor sem, ha tükörjég borítja az utat?

2.201. | Egy 1,2 m hosszúságú fonálingára 0,25 kg tömegű súlyt akasztunk. A fonálingát függőleges egyensúlyi helyzetéből kitérítjük, és oldalirányban úgy lökjük meg, hogy a test egy 0,3 m sugarú körpályán fog mozogni.

a) Mekkora erő feszíti a fonalat?

b) Mekkora a keringési idő?

2.202. | Egyenletesen gyorsuló mozgást végző személygépkocsi az autópálya egy körívén halad. Egy adott időpillanatban az eredő gyorsulása $3,6\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ és a gyorsulás iránya 60°-os szöget zár be a kör sugarával, miközben a gépkocsi sebessége $30\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Szerkesszük meg a személygépkocsi érintőirányú és sugárirányú gyorsulását! Számítsuk ki értéküket!

b) Álló helyzetből indulva mekkora út megtétele után éri el a gépkocsi a $30\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességet?

c) Mekkora a körív sugara?

2.203. | Egy személygépkocsi 100 m sugarú köríven halad úgy, hogy a sebessége 10 s alatt $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességről $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességre növekszik egyenletesen. Mekkora és milyen irányú az autó gyorsulása, amikor a kerületi sebessége $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

2.204. | Egy személygépkocsi álló helyzetből indulva $1,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet ér el. Mekkora az autó 72 cm-es átmérőjű kerekének a szöggyorsulása?

2.205. | Egy 1,5 cm sugarú, henger alakú cérnaorsó tengelye körül szabadon foroghat. A palástjára tekert cérna végét állandó $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nagyságú gyorsulással húzni kezdjük.

a) Mekkora lesz a szöggyorsulása és fordulatszáma 3 másodperc múlva?

b) Milyen hosszú cérna tekeredik le a cérnaorsóról 3 másodperc alatt?

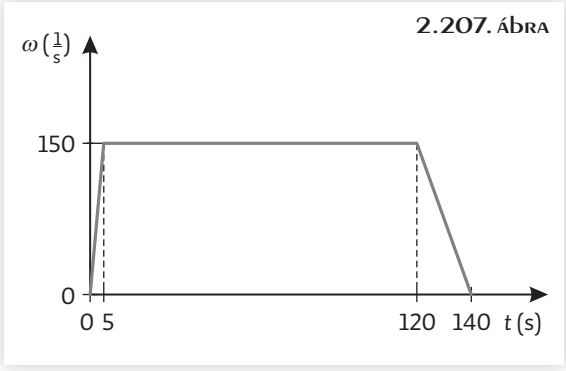
2.206. | A 2 m sugarú körpályán $1,6\ \frac{1}{s^2}$ állandó szöggyorsulással indul egy test.

a) Mennyi idő múlva lesz a centripetális gyorsulás hatszor akkora, mint az érintőirányú gyorsulás?

b) Határozzuk meg az eredő gyorsulás nagyságát és a kör sugarával bezárt szögét!

2.207. | Az ábra egy helikopter 2,6 m átmérőjű légcsavarja végpontjának szögsebesség-idő grafikonját mutatja.

2.207. ábra



a) Ábrázoljuk a végpont mozgását a szöggyorsulás-idő koordináta-rendszerben!

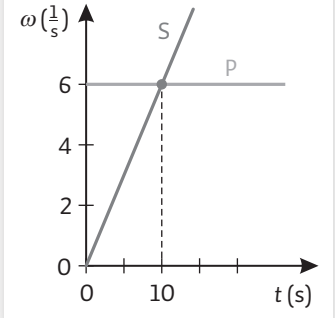
b) Számítsuk ki a mozgás folyamán az átlagos szögsebességet!

2.208. | Egy zöld színű golyó 0,6 m sugarú körpályán állandó nagyságú $2\ \frac{1}{s}$ szögsebességgel halad. A piros golyó pedig 0,4 m sugarú körpályán $0,8\ \frac{1}{s^2}$ szöggyorsulással egyenletesen változó körmozgást végez, álló helyzetből indulva.

a) Ábrázoljuk közös koordináta rendszerben a két mozgás kerületi sebesség-idő és út-idő grafikonjait!

b) A piros golyó indulásától számítva mennyi idő múlva lesznek azonosak a golyók által befutott ívhosszak? Számítsuk ki a befutott ívhosszat!

2.209. ábra



2.209. | Egy piros (P) és egy sárga (S) színű, körpályán haladó golyó mozgását mutatja az ábra.

a) Rajzoljuk fel egy koordináta-rendszerben a két golyó szögelfordulás-idő grafikonját!

b) Számítsuk ki, hogy mikor lesz a két test szögelfordulása azonos! Grafikonon ellenőrizzük az eredményt!

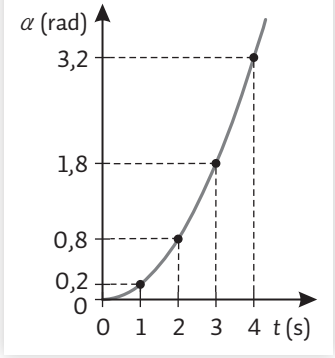
2.210. | Egy 0,15 kg tömegű golyó 0,3 m sugarú körpályán körmozgást végez. Az ábra a szögelfordulás-idő grafikonját mutatja.

a) Milyen mozgást végez a golyó az első négy másodpercben?

b) Ábrázoljuk a mozgás szögsebesség-idő és szöggyorsulás-idő grafikonjait!

c) Határozzuk meg a testre ható eredő erőt a 4. másodperc végén!

2.210. ábra



2.211. | Egy személygépkocsi belső visszapillantó tükrére egy fonállal egy *m* tömegű golyót kötünk. Az autó vízszintes úttesten igen nagy gyorsulással kezd mozogni. A vezető mellett ülő utas azt észleli, hogy az inga 18°-ot tért el az egyensúlyi helyzetéből. Mekkora gyorsulással indult a személygépkocsi? A nehézségi gyorsulás legyen $9,81\ \frac{m}{s^2}$.

2.212. | Mekkora Pakson a Föld forgásából származó centrifugális erő nagysága a nehézségi erőhöz képest? Paks a 46,6° szélességi körön fekszik.

2.213. | Egy ágyú az Északi-sarkon áll, és pontosan egy 10 km-re lévő célpontra tüzel. A kapitány azt észleli, hogy eltévesztette a célt. Az ágyúgolyó sebességéből azt tudja, hogy a golyó a kilövés után 10 s múlva csapódik be. Mennyivel kell korrigálnia, hogy eltalálja a célt?

2.214. | Oldjuk meg a **2.86.** feladatot gyorsuló vonatkoztatási rendszerben! Egy híd útfelületét körpályával közelíthetjük, melynek sugara 160 m. A hídon $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad át egy 1400 kg tömegű személygépkocsi. Mekkora erővel nyomja az autó a legfelső pontban a hidat?

2.215. | Oldjuk meg a **2.84.** feladatot gyorsuló vonatkoztatási rendszerben! Mekkora maximális sebességgel haladhat a 2600 kg tömegű kisteherautó a vízszintes útfelületű, 120 m sugarú kanyarban, ha a kerekek és az úttest között a tapadási súrlódási együttható 0,5?

2.216. | Az utasszállító repülőgépek többnyire 10 000 m magasságban repülnek. Mekkora ebben a magasságban a nehézségi gyorsulás értéke?

2.217. | Az $R_1 = 0,1\,\text{m}$ és $R_2 = 0,08\,\text{m}$ vörösréz golyók tömegközéppontjainak távolsága 0,25 m. A vörösréz sűrűsége $8920\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Mekkora erővel vonzzák egymást?

2.218. | Hány földsugárnyira kell a Föld fölé emelkednünk, hogy a nehézségi gyorsulás a Föld felszínén mértnek a fele legyen?

2.219. | Hány százalékkal kisebb egy 70 kg tömegű ember súlya a Himalája 8800 m magas csúcsán, mint a hegy 1000 m magas lábánál?

2.220. | A Nap sugara 700 000 km. Felszínén a gravitációs gyorsulás $274\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Mekkora a Nap tömege és átlagos sűrűsége?

2.221. | *Galileo Galilei* távcsövével a Jupiter négy legnagyobb holdját fedezte fel. A Naprendszer legnagyobb tömegű holdja, a Ganimédesz $1,07 \cdot 10^6\,\text{km}$ sugarú pályán kering a Jupiter körül. Mekkora a Jupiter tömege, ha a Ganimédesz keringési ideje 7,16 nap?

2.222. | A Jupiter Callisto nevű holdja a harmadik legnagyobb a Naprendszerben. A pályasugara $1,88 \cdot 10^6\,\text{km}$, keringési ideje 16,68 nap.

a) Mekkora a Jupiter tömege a fenti adatok szerint?
b) A Jupiter átlagos sugara 70 000 km. Határozzuk meg a Jupiter átlagos sűrűségét!
c) Mekkora a Jupiter felszínén a gravitációs gyorsulása értéke?

2.223. | A 400 tonna tömegű Nemzetközi Űrállomás alacsony pályán kering a Föld körül 360 km magasságban. A Föld tömege $6 \cdot 10^{24}\,\text{km}$, sugara 6380 km.

a) Mekkora sebességgel halad?
b) Mekkora és milyen irányú a rá ható erők eredője?
c) Mekkora és milyen irányú az űrállomás gyorsulása?

2.224. | A Mars bolygó átlagosan 228 millió km távolságra kering a Nap körül. A Nap tömege $2 \cdot 10^{30}\,\text{km}$. Mekkora a Mars bolygó keringési ideje?

2.225. | A Jupiter négy legnagyobb holdját Galileo Galilei fedezte fel 1610-ben. A második legnagyobb hold a Callisto, ami 16,69 nap keringési idővel kering a Jupiter körül, átmérője 4821 km, sűrűsége 1834 $\frac{kg}{m^3}$.

a) Mekkora a nehézségi gyorsulás a Callisto felszínén?
b) A Jupiter tömege $1,898 \cdot 10^{27}$ km. Mekkora átlagos távolságra kering a Jupiter körül a Callisto?

2.226. | A 900 kg tömegű Curiosity űrszonda 2012. augusztus 6-án landolt a Mars felszínén. Mekkora gravitációs erő hat az űrszondára, ha a Mars tömege $6,42 \cdot 10^{23}$ km, átlagos sugara 3400 km?

2.227. | A Föld egyenlítői sugara 6378 km, míg a sarkokon a sugár 6357 km. A nehézségi gyorsulás sarkokon mért értéke $9,832 \frac{m}{s^2}$. Számítsuk ki a megadott adatokból a nehézségi gyorsulás értékét az Egyenlítőn!

2.228. | Az első emberi űrrepülést 1961-ben hajtotta végre Jurij Gagarin a Vosztok–1 űrhajóval. A Vosztok–1 átlagosan 200 km magasságban repült.

a) Mennyi volt a Föld egyszeri körülrepülésének ideje?
b) Hányszor repülte körül a Földet, ha a felszállástól a leszállásig 108 perc telt el? Mivel magyarázható a különbség?

2.229. | Határozzuk meg a Föld tömegét és átlagos sűrűségét a következő adatokkal: a Föld sugara 6370 km, a felszínén a gravitációs gyorsulás értéke: $9,81 \frac{m}{s^2}$!

2.230. | A Vénusz tömege 0,815-szerese a Föld tömegének, sugara csaknem megegyezik a Föld sugarával ($R_V = 0,949 \cdot R_F$). Mekkora a gravitációs gyorsulás a Vénusz felszínén?

2.231. | Mekkora a Föld pályamenti sebessége a Nap körül?

2.232. | A Föld első mesterséges holdját a Szputyik–1-et 1957-ben állították Föld körüli pályára. Egy fordulatot 96 perc 10 másodperc alatt tett meg.

a) Mekkora volt az űrhajó szögsebessége?
b) Milyen magasságban és mekkora sebességgel keringett az űrhajó?

2.233. | Egy $0,16\,m^2$ alapterületű, 1,2 m magas, négyzet alapú betonlapot a felső éléhez erősített vízszintes kötéllel döntenek fel. Mekkora erővel kell az oszlop feldöntéséhez a kötelet húzni? A vasbeton sűrűsége: $2500 \frac{kg}{m^3}$.

2.234. | Egyenletes keresztmetszetű tetőgerenda egyik végét 400 N erővel tudjuk megemelni, miközben a másik vége a talajra támaszkodik. Mekkora a gerenda tömege?

2.235. | Egy 2,5 m hosszú padlódeszkát az egyik végétől 0,6 m-re támasztunk alá. A segédmunkás a deszka rövidebb oldalán az éktől 25 cm távolságra rááll a 20 kg tömegű padlódeszkára, és a deszka egyensúlyban lebeg. Mekkora a segédmunkás tömege?

2.236. | Kétkarú mérleg két karja kissé eltérő hosszúságú. A mérleggel egy test tömegét akarjuk megmérni. Ha a testet a mérleg egyik tányérjába tesszük m_1-nek, ha a másikba, akkor m_2-nek mérjük. Mekkora a test tényleges tömege?

2.237. | A piaci árusok előszeretettel használják a római mérleget. A felfüggesztés egyik felén a felfüggesztéstől 5 cm-re a mérendő árut tartalmazó serpenyő, míg a másik oldalon egy beosztásokkal ellátott 0,45 m hosszúságú rúd található, amelyen tolósúlyt helyeznek el. Határozzuk meg, hogy mekkora tolósúlyt kell használni, ha 15 kg-ig mérünk a mérleggel!

2.238. | Egy személygépkocsi kormánykerekének sugara 18 cm. Minimálisan mekkora erőt kell kifejteni két kezünkkel erőpár formájában a kormánykerékre, ha az elforduláshoz 220 Nm forgatónyomatékra van szükség?

2.239. | Egy 30 cm hosszúságú fogas két végére akasztja fel Balázs az 1 kg tömegű, míg Karcsi a 0,6 kg tömegű kabátját. Hová tegyük a fogas akasztóját, hogy a fogas továbbra is vízszintes maradjon?

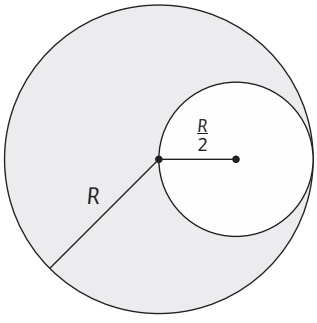
2.240. | A vándor a vállára fektetett boton visz egy zsákot úgy, hogy a rúd egyik végére felfüggesztett terhet a rúd másik végére kezével kifejtett erővel egyensúlyozza. Mekkora erővel nyomja a bot a vándor vállát, ha a zsák tömege 6 kg, és a rúd a teherhez közeli egyharmadában támaszkodik a vállára?

2.241. | Az építőiparban használt toronydaru egyik típusának maximális hatósugara 59 m, a 6 tonnás ellensúly pedig 15,1 m-es vízszintes tartórúd végén nyugszik.

a) Maximálisan mekkora tömegű terhet emelhet a toronydaru, ha a futósín legkülső pontján függ a teher?

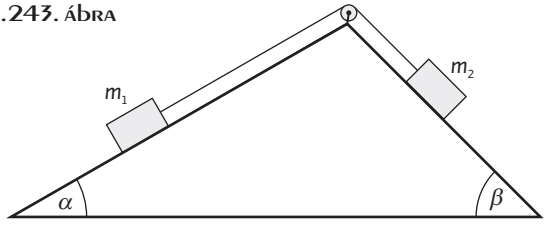
b) A toronydaru futósínjén a terhet 59 m-ről 2,5 m-re tudja behúzni. Ábrázoljuk a maximális terhelést a tartóoszloptól való távolság függvényében!

2.242. ábra



2.242. | Az R sugarú homogén lemezből kivágtak az ábra szerint egy $\frac{R}{2}$ sugarú részt. Hol van az így keletkezett test tömegközéppontja?

2.243. ábra



2.243. | Az ábrán látható rendszer egyensúlyban van. A lejtő és a testek közötti súrlódási együttható μ. A csúszási és a tapadási súrlódási együttható megegyezik. A csiga súrlódásmentes és a fonalak tömege elhanyagolható, a fonalak a lejtővel párhuzamosak. Mekkora a tömegek aránya?

2.244. | A műugrásnál használt 4 m hosszú, igen könnyű ugródeszka egyik végén, illetve ettől 1,2 m távolságban van megtámasztva. A deszka szabad végére kiáll az 55 kg tömegű műugró. Mekkora és milyen irányú erők hatnak a deszka rögzítési pontjaiban?

2.245. | Egy személygépkocsi első és hátsó tengelyének távolsága 2,8 m. Ha az első kerekeivel áll rá a mérlegre, akkor 8000 N súlyt jelez. A hátsó két kerék a mérleget 10 000 N erővel nyomja.

a) Milyen messze van a gépkocsi súlypontja az első tengelytől?

b) Mekkora a gépkocsi súlya?

2.246. | Állványozáskor egy 6 m hosszúságú, 25 kg tömegű pallót csak az *A* és *B* pontokban, egymástól 3,5 m-re támasztottak alá. Milyen messzire mehet el a 60 kg tömegű kőműves a *B* alátámasztástól, ha az *A* ponttól 1 m-re 15 kg tömegű vödröt tett le?

2.247. | Mekkora tömegű terhet képes egy 75 kg tömegű ember állócsiga segítségével egyenletes sebességgel felemelni, ha a kötél a vízszintessel 45°-os szöget zár be? Az ember és a talaj között a tapadási súrlódási együttható 0,35. A csiga súrlódásmentes és a kötél tömege elhanyagolható.

2.248. | Egy 1,8 kg tömegű, pontszerű test 0,3 m-es körpályán egyenletes körmozgást végez.

a) Mekkora a test tehetetlenségi nyomatéka a kör középpontjára merőleges tengelyre vonatkoztatva?

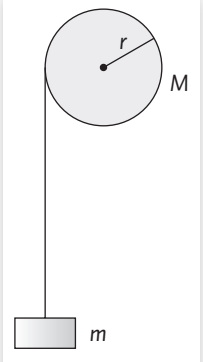
b) Mekkora szögsebesség esetén lesz a test perdülete $0,8\,\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}}$ ugyanerre a tengelyre nézve?

2.249. | Egy egyenletes körmozgást végző 2,5 kg tömegű pontszerű test perdülete $81\,\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}}$ a kör középpontjára vonatkoztatva.

a) Számítsuk ki a tehetetlenségi nyomatékát, ha a pálya sugara 6 m!

b) Mekkora a pályamenti sebessége?

c) Mekkora erő tartja körpályán a testet?



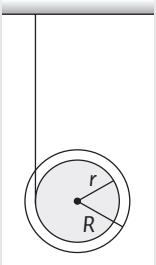
2.250. ábra

2.250. | Egy 10 kg tömegű, 0,1 m sugarú csigára csavart kötélen egy 40 kg tömegű meszes zsák függ.

a) Számítsuk ki az *m* tömegű test gyorsulását!

b) Határozzuk meg a csiga szöggyorsulását!

2.251. | Az ábrán látható jojóra 1 m hosszúságú cérnát erősítünk, és rácsévéljük. A cérna szabad végét rögzítjük, majd az ábra szerint az orsót elengedjük. A jojó hengere 10 cm átmérőjű, míg a cérnát 8 cm átmérőjű hengerre csévéljük. Mennyi idő alatt tekeredik le a cérna, ha a jojó tehetetlenségi nyomatéka $\Theta = \frac{1}{2} m \cdot r^2$?



2.251. ábra

2.252. | Egy vasúti kirakóban használt portáldaru csévélőhengere – 600 kg tömegű és 0,2 m sugarú súrlódásmentesen csapágyazott, tömör henger – köré csavart kötélen 1136 Nm forgatónyomatékkal 5500 kg tömegű terhet emelnek.

a) Határozzuk meg a csévélőhenger szöggyorsulását!

b) Számítsuk ki a teher gyorsulását!

2.253. | Egy 0,3 m sugarú, 15 kg tömegű tömör henger vízszintes tengely körül súrlódásmentesen foroghat. A henger köré fonalat csavarunk.

a) Mekkora állandó erővel kell a fonalat húznunk, hogy a henger szöggyorsulása $0,8\,\frac{1}{s^2}$ legyen?

b) Mennyi lesz 8 másodperc múlva a henger szögsebessége?

c) Milyen hosszú kötél csavarodott le 8 másodperc alatt?

2.254. | Egy sarokcsiszoló 0,115 m átmérőjű, 0,1 kg tömegű forgórésze vízszintes tengely körül $9000\,\frac{1}{\text{perc}} = 150\,\frac{1}{s}$ fordulatszámmal forog. A forgórész tehetetlenségi nyomatéka $\Theta = \frac{1}{2} m \cdot r^2$.

a) Mekkora a csiszolókorong szöggyorsulása, ha leállításkor 2,5 s alatt áll meg a korong?

b) Mekkora állandó súrlódási erővel fékezve lehet a korongot megállítani? A 10 mm átmérőjű tengelyt fékezi egy hozzá szoruló lap.

2.255. | Egy személygépkocsi kerekének átmérője 0,72 m. Gyorsításkor a kerék állandó szöggyorsulással 4 s alatt éri el a $30\,\frac{1}{s}$ szögsebességet.

a) Mekkora a kerék szöggyorsulása?

b) Mekkora a személygépkocsi gyorsulása?

c) Mekkora szöggel fordul el a kerék a gyorsítás ideje alatt?

2.256. | A játékkaszinóban a 0,3 kg tömegű rulettkereket $0,6\,\frac{1}{s^2}$ szöggyorsulással forgatják meg.

a) Mennyi idő alatt éri el a rulett forgókereke az $0,9\,\frac{1}{s}$ szögsebességet?

b) Mekkora az érintőirányú gyorsulása a rulett szélső pontjának, ha a rulettkerék sugara 0,4 m?

c) Mekkora a rulettkerék szélének legnagyobb érintőirányú sebessége?

d) Ábrázoljuk a szögsebesség-idő és a sebesség-idő grafikonokat!

2.257. | A rulettkerék egy szélső pontjának egy adott pillanatban $0,3\,\frac{m}{s^2}$ a gyorsulása, és a gyorsulás iránya 60°-os szöget zár be a kör sugarával.

a) Szerkesszük meg az érintőirányú és sugárirányú gyorsulásvektorokat! Határozzuk meg a nagyságukat!

b) Nyugalmi helyzetből indulva milyen hosszú úton éri el a rulett szélső pontja az $0,5\,\frac{m}{s}$ sebességet?

c) Mekkora a pálya sugara?

2.258. | Egy személygépkocsi $63\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad. A gépkocsi kerekeinek az átmérője 0,6 m.

a) A forgalomirányító lámpa előtt mekkora távolságban kell elkezdenie fékezni, ha a biztonságos, csúszásmentes lassulása $2,7\,\frac{m}{s^2}$?

b) Mekkora a kerekének a szöggyorsulása?

c) Hány fordulatot tesz meg a kerék a fékezés kezdetétől a megállásig?

2.259. | Egy szerszámgépeket gyártó gép 0,15 m átmérőjű, 2 kg tömegű, henger alakú forgórészének kerülete $4\,\frac{m}{s^2}$ érintőleges (tangenciális) gyorsulással éri el a $250\,\frac{1}{s}$ fordulatszámot.

a) Mekkora a forgórész szöggyorsulása?

b) Mennyi idő alatt éri el a $250\,\frac{1}{s}$ fordulatszámot?

c) Mekkora a forgórész tengelyére vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka?

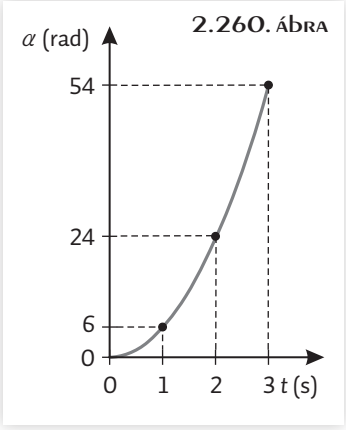
d) Mekkora forgatónyomaték szükséges a szöggyorsulás fenntartásához?

2.260. | A Formula–1 autók féktárcsái 1,5 kg tömegűek. A féktárcsák szögelfordulás-idő grafikonját ábrázoltuk. A féktárcsa sugara 0,15 m. Az autó kerekeire 660 mm átmérőjű „száraz" gumiabroncs van felszerelve.

a) Milyen mozgást végez a féktárcsa az első három másodpercben?

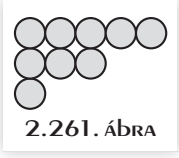
b) Készítsük el a mozgás szögsebesség-idő és szöggyorsulás-idő grafikonjait!

c) Számítsuk ki az autó sebességét a 3. másodperc végén!

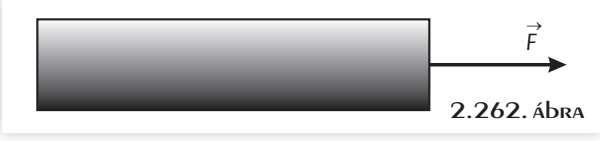


2.260. ábra

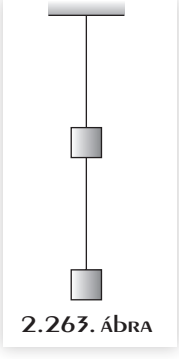
2.261. | A modern anyagtechnológia képes szénből különleges felépítésű, nanométer átmérőjű csőszerű szerkezeteket, úgynevezett nanocsöveket előállítani. Egy ilyen elrendezésben a szénatomok közelebb vannak egymáshoz, mint a gyémántban, különlegesen erős kötés jön létre közöttük. Mekkora erővel lehet elszakítani egy szén nanocsövet? A szén nanocső szakítási szilárdsága 60 GPa, átmérőjét vegyük 1 nm-nek. Mekkora erővel lehet elszakítani egy hajszállal azonos vastagságú nanocső szálat (nanocsőköteget), ha az egyes csöveket laza illeszkedéssel, az ábrán látható elrendezésben fogjuk össze? A hajszál vastagsága legyen 100 μm!


2.261. ábra

2.262. | Egy állandó keresztmetszetű rudat gyorsítunk az egyik végére ható húzóerővel. Vizsgáljuk meg, hogyan változik a rúdban ébredő feszültség!



2.262. ábra


2.263. ábra

2.263. | Az ábra szerinti elrendezésben két, egyenként $1\,mm^2$ keresztmetszetű, 42 cm hosszú alumínium huzalon lóg egy-egy 5 kg-os tömeg.

a) Mekkora az egyes huzalok megnyúlása, illetve mekkora a teljes megnyúlás?

b) Milyen rugóállandójú csavarrugóval lehetne helyettesíteni a két huzalt, ha azt szeretnénk, hogy a két tömeget ráakasztva ugyanannyi legyen a megnyúlás, mint a huzalok teljes megnyúlása?

A szükséges adatot a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból keressük ki!

Tesztek

2.264. | Egy test állandó gyorsulással mozog. Mit mondhatunk a testre ható erők eredőjéről?
A) A testre ható erők eredőjének nagysága változik, iránya állandó.
B) A testre ható erők eredőjének nagysága és iránya állandó.
C) A testre ható erők eredőjének nagysága állandó, iránya változik.
D) A testre ható erők eredőjének nagysága és iránya is változik.

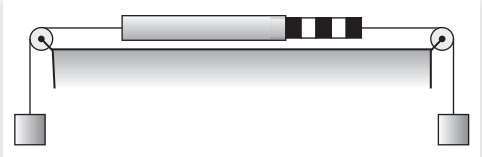
2.265. | Egy test jobbra mozog, és balra gyorsul. Milyen irányba mutat a testre ható erők eredője?
A) Jobbra, a mozgás irányába.
B) Balra, a gyorsulás irányába.
C) Semerre, mert nagysága nulla.
D) Bármerre mutathat.

2.266. | Egy *v* sebességgel haladó golyó egyenes, tökéletesen rugalmas ütközéssel nekiütközik egy ugyanakkora tömegű álló golyónak. Mekkora lesz ütközés után a két golyó sebessége?
A) A *v* sebességgel haladó golyó ugyanakkora nagyságú *v* sebességgel visszapattan az álló golyóról.
B) A golyók együtt haladnak tovább, feleakkora sebességgel.
C) A golyók sebességet cserélnek.
D) Mindkét golyó mozogni fog, de ellentétes irányban.

2.267. | A jégpályán egy ellökött jégkorong rövidebb-hosszabb úton megáll. A végsebessége nulla lesz. Minek adja át a lendületét?
A) A jégpályának és így az egész Földnek.
B) Semminek.
C) A jégkorongot ellökő testnek.
D) A lendülete ugyanannyi marad, mint kezdetben.

2.268. | Egy Intercity szerelvényt a motorvonat állandó erővel húz. A szerelvény több kocsiból áll. Mekkora erő lép fel a kocsik közötti kapcsok között?
A) Bármely két kocsi között ugyanakkora erő lép fel.
B) A motorvonat mögötti kapocsban lép fel a legnagyobb erő, a többiben a motorvonattól távolodva egyre kisebb erő lép fel.
C) A motorvonat mögötti kapocsban lép fel a legkisebb erő, a többiben a motorvonattól távolodva egyre nagyobb erő lép fel.
D) A kapcsokban állandó erő esetén nem lép fel erő.

2.269. | Az ábra szerinti helyzetben egy rugós erőmérő mindkét végére 10-10 N súlyú testet rögzítünk. Mekkora erőt mutat az erőmérő?
A) Az erőmérő 20 N nagyságú erőt mutat.
B) Az erőmérő 10 N nagyságú erőt mutat.
C) Az erőmérő 5 N nagyságú erőt mutat.
D) Az erőmérő nulla erőt mutat.



2.269. ábra

2.270. | Két test tökéletesen rugalmatlanul ütközik egymással. Válasszuk ki a helyes állítást!

A) A testek különböző sebességgel haladnak tovább.
B) A testek összetapadnak, és közös sebességgel haladnak tovább.
C) A testek ilyen esetben mindig megállnak.
D) A testek ütközésére nem érvényes a lendületmegmaradás törvénye.

2.271. | Egy $50\,\frac{N}{m}$ és egy $100\,\frac{N}{m}$ rugóállandójú, elhanyagolható tömegű rugós erőmérőt sorba kötünk. A nagyobbik rugóállandójú rugós erőmérő 15 N nagyságú erőt mutat. Mekkora erőt mutat a kisebbik rugóállandójú rugós erőmérő?

A) 15 N.
B) 30 N.
C) 7,5 N.
D) 22,5 N.

2.272. | Ha egy *D* rugóállandójú rugóra *m* tömegű testet akasztunk, akkor a megnyúlása 3 cm lesz. Mekkora lesz a rendszer teljes megnyúlása, ha két azonos *D* rugóállandójú rugót sorba kötve akasztjuk rá az *m* tömegű testet?

A) 3 cm marad.
B) 1,5 cm lesz.
C) 6 cm lesz.
D) 4,5 cm lesz.

2.273. | Mekkora erővel nyomja a Föld körül keringő űrhajóban a széket a 75 kg tömegű űrhajós?

A) 750 N erővel.
B) Kevesebb mint 750 N erővel.
C) Több mint 750 N erővel.
D) 0 N erővel.

2.274. | A Föld körül keringő űrhajóban rugós erőmérőre akasztott test tömegét szeretnénk meghatározni. Meg lehet-e ezzel a módszerrel mérni a tömeget? Miért?

A) Igen, mert ha gyorsítjuk a testet, közben megmérjük az elindulástól a távolságot és az időt. A kapott adatokból a gyorsulás, majd a tömeg meghatározható.
B) Nem, mert a testnek a Föld körül keringő űrhajóban nincs súlya.
C) Igen, mert a testre hat a Földön mért nehézségi erő.
D) Nem, mert a nehézségi gyorsulása nulla.

2.275. | A lift padlójára tett mérlegen egy 70 kg tömegű ember áll. A lift 5. emeletre érkezésekor a mérleg 780 N-t mutat. Milyen irányból érkezett a lift?

A) Az erő nagyságából nem lehet meghatározni az irányt.
B) Lentről érkezett a lift.
C) A felső emeletek felől érkezett a lift.

2.276. | Egy asztallapra 0,3 kg tömegű könyvet helyezünk. Miért marad egyensúlyban az asztalra helyezett könyv?

A) A könyvre az asztallap a nehézségi erővel ellentétes irányú erőt fejt ki.
B) A könyv nyugalomban van, így nem hat rá semmilyen erő.
C) A könyvre csak a nehézségi erő hat.
D) A könyvre csak az asztallap felfelé irányuló nyomóereje hat.

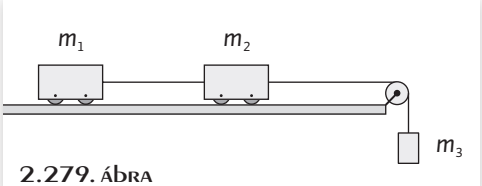
2.277. | Lehet-e a súrlódási együttható 1-nél nagyobb érték?

A) Nem, csak kisebb lehet 1-nél az értéke.
B) Nem, mert a súrlódási erő sohasem lehet nagyobb. mint a testre ható nyomóerő.
C) Igen, ekkor az $F_s > F_{ny}$, vagyis könnyebb felemelni és vinni a testet, mint csúszva odébb tolni.
D) Igen, de a súrlódási erő nagysága és a talaj nyomóereje között nincs kapcsolat.

2.278. | Vízszintes úton egyenletesen gyorsuló mozgást végző teherautó platóján lévő láda a teherautóval együtt mozog. Milyen erő gyorsítja a ládát?

A) Semmilyen, hiszen a láda a platóhoz képest nyugalomban van.
B) A ládára ható nehézségi erő.
C) A láda és a plató között fellépő tapadási súrlódási erő.
D) A teherautó motorjának húzóereje.

2.279. | Egy asztallapra m_1 és m_2 tömegű, súrlódásmentesen mozgó kiskocsit helyezünk, és fonállal összekötjük őket. Az ábra szerint az m_2 tömegű kiskocsihoz egy fonállal egy m_3 tömegű testet kötünk, melyet csigán átvetve az asztal lapja mellett függőlegesen lelógatunk. Mekkora egymáshoz képest a két fonálban fellépő erő?



2.279. ábra

A) Minden esetben az m_1 és m_2 tömegű testek közötti fonálban lép fel kisebb erő.
B) Minden esetben az m_2 és m_3 tömegű testek közötti fonálban lép fel kisebb erő.
C) A fonalakban fellépő erő a tömegektől függ, így az nem határozható meg.
D) A két fonálerő pontosan megegyezik.

2.280. | Vízszintes síkban egyenletes körmozgást végez egy körhintán egy gyermek. Mit mondhatunk a gyermek gyorsulásáról?

A) Egyenletes körmozgás esetén a sebesség állandó, így gyorsulása nincs a gyermeknek.
B) Egyenletes körmozgás esetén a gyermekre ható erők eredője a kör középpontja felé mutat, így a gyermek a kör középpontja felé gyorsul.
C) Egyenletes körmozgás esetén a sebesség és a gyorsulás egyirányú, ezért a gyorsulás az érintő irányába mutat.
D) Egyenletes körmozgás esetén nincs gyorsulás.

2.281. | Melyik állítás igaz egy körhintán ülő gyermek mozgására menet közben?

A) A sebességvektora és a gyorsulásvektora állandó.
B) A sebességének és a szögsebességének nagysága is változik.
C) A sebességének nagysága állandó, a gyorsulásának nagysága változik.
D) A szögsebességének és a gyorsulásának nagysága is állandó.

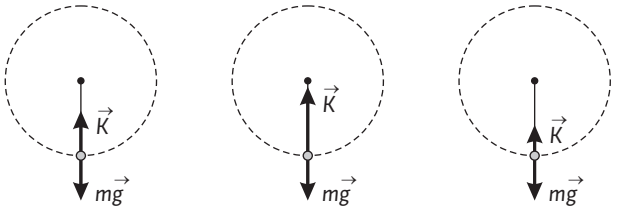
2.282. | A tolltartómat függőleges síkban egy kezemben tartott rugós erőmérővel és hozzá kötött fonállal körbeforgatom. A mozgást úgy próbálom beállítani, hogy a legfelső pontban a rugóerő 0 N erőt mutasson. Eljuthat-e a körpálya legfelső pontjába a tolltartóm?

A) Nem juthat el a körpálya legfelső pontjáig a tolltartó.
B) A körpálya legfelső pontjába eljuthat a tolltartó, de ott a sebessége éppen nulla.
C) A körpálya legfelső pontjába csak $v \neq 0$ sebességgel juthat el a tolltartó.
D) Ezen adatok alapján nem dönthető el egyértelműen, hogy eljuthat-e a körpálya legfelső pontjába a tolltartó.

2.283. | Függőleges síkban egy fonál végére akasztott test körmozgást végez. A mozgás legalsó pontjában a testre ható erőket berajzoltuk az ábrákba. Állapítsuk meg, hogy melyik ábra mutatja a helyes állapotot!

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) Egyik sem.

2.283. ábra



1. 2. 3.

2.284. | Egy autó $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad. Mekkora a kerekén lévő szelep talajhoz viszonyított sebessége abban a pillanatban, amikor a szelep a pályájának legfelső pontján halad át?

A) $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
B) $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
C) $0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
D) $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ és $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ közötti érték.
E) Megközelítőleg $20\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

2.285. | A tudományos felfedezések során a tudósok egymás eredményeire építve fedezik fel az addig ismeretlen összefüggéseket. Milyen sorrendben követték egymást *Tycho de Brahe* csillagászati felfedezései (a), *Kepler* törvényei (b) és *Newton* gravitációs törvénye (c)?

A) a–b–c.
B) a–c–b.
C) b–c–a.
D) c–a–b.

2.286. | Két fiú egy nehéz táskát cipel. Egyikük a táska egyik, míg a társa a táska másik fülét fogja. Hogyan vigyék a táskát, hogy lehető legkönnyebb legyen számukra?

A) A két fiú által kifejtett erő nagysága független az erők hatásvonalától és a táskán lévő fülek elhelyezkedésétől.
B) A fiúk által kifejtett erők hatásvonala minél kisebb szöget zárjon be a függőlegessel.
C) A két fiú által kifejtett erő hatásvonala minél kisebb szöget zárjon be a vízszintessel.
D) A táska fülei által bezárt szög 45°-ot zárjon be a függőlegessel.

2.287. | Egy merev test egyensúlyban van. Merev test esetén mikor nem valósulhat meg az egyensúly?

A) A merev test tömegközéppontja egyenletesen mozog (v = állandó), de a test a tömegközéppontján átmenő tengely körül nem forog ($\omega = 0$).
B) A merev test tömegközéppontja egyenletesen mozog (v = állandó), és a test állandó szögsebességgel forog a tömegközéppontja körül (ω = állandó).
C) A merev test tömegközéppontja nyugalomban van ($v = 0$), és a test állandó szögsebességgel forog a tömegközéppontján átmenő tengely körül (ω = állandó).
D) A test a tömegközéppontján átmenő tengely körül nem forog ($\omega = 0$).

2.288. | Mi tartja a Földet Nap körüli pályán?

A) A Föld Nap körüli pályán kering külső erőhatás nélkül.
B) A Földet Nap körüli pályán a gravitációs vonzóerő tartja.
C) A Földre Nap körüli pályán csak a centripetális erő hat.

2.289. | Egy rögzített tengely körül forgó merev testre erőpár hat. Mit mondhatunk a merev testre ható erőpár forgatónyomatékáról?

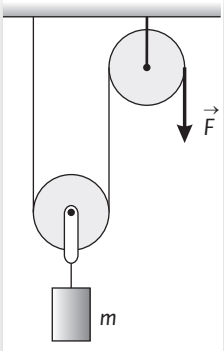
A) Az erőpár nem helyettesíthető egyetlen erővel, így forgatónyomatéka nem értelmezhető.
B) Az erőpár forgatónyomatéka függ a forgástengely helyzetétől.
C) Az erőpár forgatónyomatéka a merev testre ható F erő és a két erő hatásvonala közötti távolság szorzata.
D) Az erőpár forgatónyomatékának értéke minden esetben nulla.

2.290. | Egy hosszú, elvékonyodó homogén fémtárgyat támasztanak alá egy pontban úgy, hogy a fémtárgy vízszintes helyzetben, egyensúlyban legyen. Az alátámasztásnál a hosszára merőlegesen kettévágjuk a fémet. Mit mondhatunk az így létrejött két fémtárgy egymáshoz viszonyított tömegéről?

A) A két fémtárgy tömege egyenlő, hisz a tömegközéppontjában vágták el.
B) A vékonyabb rész tömege a nagyobb.
C) A vastagabb rész tömege a nagyobb.
D) A hosszabbik rész tömege a nagyobb.

2.291. | Mikor van egy merev test egyensúlyban?

A) Ha a rá ható erők eredője nulla.
B) Ha csak erőpár hat rá.
C) Ha a rá ható erők forgatónyomatékainak előjeles összege nulla.
D) Ha a rá ható erők vektori összege és forgatónyomatékainak előjeles összege is nulla.



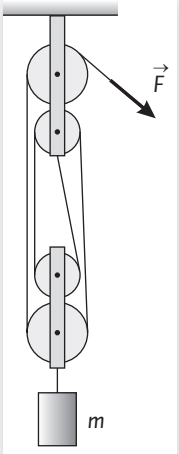
2.292. ábra

2.292. | Egy állócsiga és egy mozgócsiga segítségével 500 N nagyságú terhet kívánunk felemelni. Mekkora erő szükséges ehhez?

A) 500 N.
B) 250 N.
C) 125 N
D) 67,5 N.

2.293. | Az ábrán látható csigarendszerben két álló és két mozgócsiga van. Ezzel a csigasorral egy m tömegű terhet emelünk. Mennyivel könnyebb felemelni a terhet, mintha csigasor nélkül emelnénk?

A) Ugyanakkora erővel lehet emelni, a csigarendszer semmit sem változtat.
B) Feleakkora erő elegendő az emeléshez.
C) Negyedakkora erő szükséges az emeléshez.
D) Nyolcadakkora erő szükséges az emeléshez.



2.293. ábra

2.294. | Egy kerekes kút kerekén vízzel teli 250 N súlyú vödör lóg. Mekkora erővel tartható a vödör egyensúlyban, ha a henger sugara 0,15 m, a hengerkerék átmérője 1,2 m?

A) 62,5 N.
B) 125 N.
C) 1000 N
D) 31,25 N.

Esszékérdések

2.295. | *Newton-törvények*
Ismertesse a Newton-törvényeket! Példákkal mutassa be Newton I., II. és III. törvényét! Mutassa meg, hogy az *Arisztotelész* (i. e. 384–i. e. 322) által létrehozott világképhez képest a mozgások okának értelmezésében a newtoni mechanika miben hozott új értelmezést! Arisztotelész úgy gondolta, hogy az élettelen tárgyak alapállapota a nyugalom, mozgásukhoz valamilyen külső hatásra van szükség. Mozgásuk kétféle lehet. A „kényszerített mozgást" más test okozza. Ekkor a test sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a rá ható „erő". A „természetes mozgásnál" a környezetüknél nehezebb testek lefelé esnek, és annál gyorsabban esik egy test, minél nehezebb.

2.296. | *Lendületmegmaradás törvénye*
Ismertesse a rugalmas és rugalmatlan ütközés fogalmát! Definiálja a lendületmegmaradás törvényét! Általánosítsa zárt rendszerre! Mutassa be a lendületmegmaradás törvényét a rugalmas és rugalmatlan ütközésre! Adjon példát mindegyik esetre!

2.297. | *A súrlódás szerepe mindennapi életünkben*
Ismertesse a csúszási, tapadási és gördülési ellenállás fő jellemzőit, a rájuk vonatkozó összefüggéseket! Adjon egy-egy példát mindegyik esetre! Mutassa be az egyes súrlódási együtthatók egymáshoz való viszonyát! Adjon példákat az egyes súrlódási típusok hasznos és káros voltára a gyakorlatban! Milyen esetekben szükséges csökkenteni, illetve növelni a súrlódási erő nagyságát? Hogyan valósítják ezt meg?

2.298. | *Az egyenletes körmozgás kinematikája és dinamikája*
Ismertesse a periodikus mozgások legfontosabb jellemzőit! Ismertesse az egyenletes körmozgás kinematikai jellemzőit! Vezesse le a szögsebesség és a kerületi sebesség között fennálló összefüggést! Ismertesse az egyenletes körmozgás esetén a centripetális gyorsulás jellemzőit és az egyenletes körmozgás dinamikai feltételét!

2.299. | *Merev testek egyensúlya, szerepük mindennapjainkban*
Mutassa be a merev testek egyensúlyához kapcsolódó fogalmakat: merev test fogalma, egyensúlya, nyugalom feltétele, merev test egyensúlyának feltétele. Mutassa meg, hogy a párhuzamos hatásvonalú erők eredőjét milyen módon határozhatjuk meg! Definiálja az erőpár fogalmát! Mutassa be az emelő típusú egyszerű gépeket: egyoldalú emelő, kétoldalú emelő, hengerkerék, állócsiga, mozgócsiga.

2.300. | *Világmodellek, a bolygók mozgása*
Mutassa be Arisztotelész fizikai világképének legfontosabb elemeit! Fejtse ki *Ptolemaiosz* geocentrikus világképének főbb elemeit! Mutassa be a heliocentrikus világképet! Miben hozott újat *Kopernikusz* és *Galileo Galilei* világfelfogása? Ismertesse *Kepler* törvényeit! Írja fel a Kepler III. törvényére vonatkozó összefüggést! Ismertesse a *Newton*-féle gravitációs törvényt! Newton gravitációs törvénye mire adott új magyarázatot? Milyen pályán mozoghatnak a mesterséges égitestek?

Kihívást jelentő feladatok

2.301. | Egy rossz minőségű videofelvételen látható, hogy valamilyen „azonosíthatatlan” kisméretű test vízszintes talajon halad, és 16 m út megtétele után megáll. Az elindulástól a megállásig 4 másodperc telt el. Van-e kereke az „azonosíthatatlan” testnek?

2.302. | Arnold úgy akarja a jégpályán felgyorsítani az álló, vele együtt 31,2 kg össztömegű szánkóját, hogy a menetiránnyal ellentétesen elhajítja a szánkón elhelyezett hógolyókat. Melyik esetben ér el nagyobb sebességet az alábbi két eset közül?

a) Egyszerre dob el két, egyenként 0,6 kg tömegű hógolyót a szánkóhoz viszonyított $10\,\frac{m}{s}$ sebességgel.

b) Egymás után dobja el a két hógolyót a szánkóhoz viszonyítva mindig ugyanakkora $10\,\frac{m}{s}$ sebességgel.

2.303. | Egy 0,1 kg tömegű, tökéletesen rugalmas golyót 1,8 m magasságból ejtünk le. A talajjal tökéletesen rugalmasan ütközik, majd hosszabb ideig pattog. Mekkora átlagos erővel jellemezhetjük a golyó és a talaj közötti kölcsönhatást?

2.304. | Egy m tömegű macska a padlásajtóban meglát egy egeret. A közelében egy fonállal felkötött, M tömegű függőleges rudat észlel, és hirtelen ráugrik. Ebben a pillanatban a fonál elszakad.

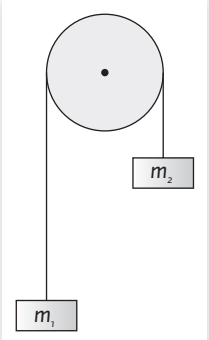
a) Milyen gyorsulással mozog a rúd, ha a macska úgy mászik rajta, hogy a padlótól mért távolsága nem változik?

b) Hogyan változik a végeredmény, ha a macska a talajhoz képest állandó α gyorsulással halad felfelé?

2.305. | Egy 0,2 m sugarú, 10 kg tömegű, súrlódásmentesen tengelyezett, tömör hengeren átvetett fonál végein 3 kg és 5 kg tömegű testek lógnak. A fonál nem csúszik meg a hengeren.

a) Mekkora az egyes testek gyorsulása?

b) Mekkora szöggyorsulással indul a henger?



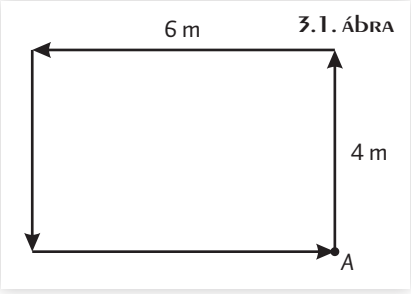
2.305. ábra

3. | Munka, energia

Alapozófeladatok

A munka

3.1. | Vízszintes síkon, állandó, a talajjal párhuzamos 120 N nagyságú erővel, egyenletes sebességgel, az *A* pontból kiindulva körbetolunk egy ládát az ábrán látható útvonalon. Mennyi munkát végzünk, mire a kiindulási helyre visszajutunk?



3.1. ábra

3.2. | Mekkora távolságra jut el a kerékpáros 500 kJ munkavégzéssel, ha átlagosan 40 N erőt fejt ki útja során?

3.3. | Egy kiskocsit húzunk 150 N erővel, $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ egyenletes sebességgel 25 s-ig.

a) Mennyi munkát végeztünk?

b) Mennyi munkát végeznénk ugyanannyi idő alatt, ha kétszer nagyobb sebességgel húznánk a kocsit?

3.4. | Egy akkumulátoros kisautó lemerülő akkumulátora miatt a motor már csak 60 kJ hasznos munkát tud végezni. Egyenletes haladásához 120 N erőt kell kifejtenie. Eljut-e a 640 m távolságban levő töltőállomásig?

3.5. | Péter $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel húz egy ládát 320 N erővel 50 m hosszan. Mivel elfáradt, a következő 50 m-en már csak $0,6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel húzza, de változatlan erővel. Mennyi a két útszakaszon végzett munka aránya?

3.6. | Egy autóból kifogyott az üzemanyag, ezért az utasok tolni kényszerülnek azt. Kezdetben összesen 800 N erőt fejtenek ki, de fokozatosan fáradnak, és 50 m úton a tolóerejük lineárisan csökken 600 N-ra. Ezután már állandó erővel tolják tovább a még 900 m-re levő benzinkútig. Mennyi munkát végeznek összesen a teljes úton?

3.7. | Az emberi szív egy összehúzódáskor átlagosan 1 J munkát végez. Mennyi munkát végez egy nap alatt, ha 24 órára számítva átlagosan 70 a percenkénti pulzusszámunk?

3.8. | Mennyi ideig kell húznunk egyenes úton, $1,2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel azt a kiskocsit, amelyre 170 N fékezőerő hat, ha 40 kJ munkát szeretnénk végezni?

3.9. | Imre naponta 200 fekvőtámaszt végez, aminek során karizmai függőleges irányban 250-250 N erőt fejtenek ki 35 cm-es távolságon. 100 g tej energiatartalma 252 kJ, de a beépülő és munkavégzésre fordítható rész ennek csak 25%-a. A tej sűrűsége $1,03\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
Hány dl tejet kell fogyasztania, hogy az energiaveszteségét pótolja?



3.10. ábra

3.10. | Géza a függőlegestől 60°-kal megdöntött hólapáttal tolja el a havat a házuk előtti járdán. Ahogy halad, egyre több hó halmozódik fel a lapát előtt, egyre nehezebb tolni. Géza a nyél irányába eső erőt fejt ki, melynek értéke 4 N-ról 80 N-ig lineárisan nő, miközben $0,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel 18 s alatt elhalad a ház előtti járdaszakaszon. Mennyi munkát végzett Géza?

A gyorsítási munka, a mozgási és a rugalmas energia, munkatétel

3.11. | Négy párhuzamos rugóból álló expandert a fejünk felett tizenötször kihúzunk 8 cm-rel. Egy rugó rugóállandója $10\,\frac{\text{N}}{\text{cm}}$.

a) Mennyi munkát végzünk?
b) Ennyi munkával hányszor tudnánk kihúzni 10 cm-re az expandert?

3.12. | Egy $20\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$ rugóállandójú rugót nyugalmi helyzetéhez képest 5 cm-re megnyújtottunk. Mekkora távolságra lehet még húzni a rugót további 40 J munkával?

3.13. | Szeretnénk hitelesíteni az expanderünket, hogy ki tudjuk számítani, mekkora erőt fejtünk ki és mennyi munkát végzünk használatakor. Az expander egy rugóját kiszereljük, és ismert tömegű testeket ráakasztva mérjük a megnyúlást. Mérési eredményeinket az alábbi táblázatba foglaltuk:

	Terhelés nélkül	1 kg sóval	+ 1 kg cukorral	+ 1 kg liszttel	+ 1 kg rizzsel
Erő (N)	0	10	20	30	40
Hosszúság (cm)	44,5	45,9	47,4	48,8	50,3

a) Mekkora a rugóállandó? Ha az expanderünk négy rugóból áll, akkor mekkora a közös „expanderállandó”?
b) Mekkora munkával tudjuk a négy rugóból álló expandert fél méterrel megnyújtani?

3.14. | 1500 m magasságban, $223\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel vízszintesen haladó repülőgépből kiugrik egy 120 kg tömegű ejtőernyős. A talajra $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel érkezik. Összességében mennyi munkát végzett rajta a közegellenállás? A kiugrás sebességét elhanyagolhatjuk. g értékét vegyük $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$-nek.

3.15 | Egy test állandó gyorsulással mozog. Hogyan változik a mozgási energiája?

3.16. | Mennyi munkával lehet egy 75 kg össztömegű kerékpárost $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességről $20\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre felgyorsítani?

3.17. | Kezdetben álló, 4 kg tömegű kocsit 10 N erővel tolunk 5 másodpercig. Mennyi lesz a test mozgási energiájának megváltozása? A veszteségeket ne vegyük figyelembe!

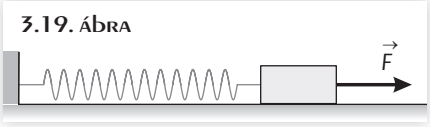
3.18. | Gábor, a gördeszkás bajnok jól csapágyazott gördeszkán, vízszintes, kemény, sima talajon áll. Egy pillanatra nem figyel, a deszka kicsúszik a lába alól és elgurul, Gábor pedig az ellentétes irányba lendül. Honnan származik a gördeszka és Gábor vízszintes irányú sebességéhez tartozó mozgási energiája?

3.18. ábra



3.19. | Mekkora erővel tudjuk 5 cm-re megnyújtott állapotban egyensúlyban tartani a $20\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$ rugóállandójú rugót? Mennyi munkát végezhet a végére akasztott, magára hagyott testen, ha a súrlódás elhanyagolhatóan kicsi?

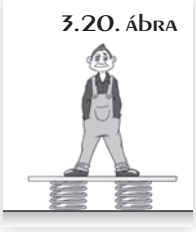
3.19. ábra



3.20. | Dezső két azonos hosszúságú, azonos rugóállandójú rugóból álló mérlegen áll. A rugóállandó $200\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$, Dezső tömege 58 kg.

a) Mekkora a rugók összenyomódása?
b) Mekkora egy-egy rugóban a rugalmas energia?
c) Mekkora rugóállandójú rugóval helyettesíthető ez a két rugó?

3.20. ábra



Emelési munka, helyzeti energia, a mechanikai energia megmaradása

3.21. | Egy varjú egy fa négy méter magas ágán próbál egy diót feltörni, de elejti azt. A dió a talajjal való ütközéssel elveszíti mozgási energiájának hetven százalékát. Milyen magasra pattan fel a dió?

3.22. | A 480 t tömegű Airbus–380 típusú repülőgép $936\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel halad 9700 m magasságban. Mekkora a teljes mechanikai energiája?

3.23. | Egy 380 kg tömegű felvonófülke három emberrel (együttes tömegük 220 kg) állandó, $0{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel emelkedik.

a) Mekkora munkát végez a felvonó motorja, mire a fülke 12 m magasságba emelkedik?
b) Mennyi a nehézségi erő munkája?
c) Hogyan alakulnának ezek a munkák, ha $0{,}74\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel emelkedne a fülke?

3.24. | Egy 1,6 m hosszú, vékony, egyenletes kialakítású lánc hever a földön. Egyik végénél fogva lassan felemeljük addig, míg a másik vége már csak éppen érinti a talajt. A lánc fajlagos (hosszegységre eső) tömege $1{,}8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$. Mekkora munkát végzünk az emelésnél?

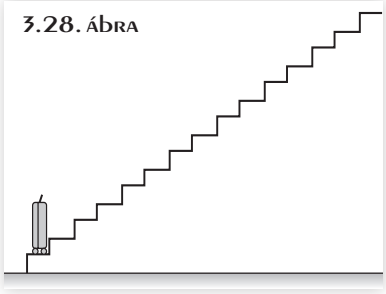
3.25. | Egy 3 cm oldalhosszúságú, tömör alumínium kocka az egyik oldalélén áll kiegyensúlyozva, vízszintes asztallapon. A környezet pici rezdülésére elbillen.

a) Mennyivel változik a magassági energiája?
b) Mennyi munkával tudjuk az egyik oldaláról a másikra az oldalélén keresztül átbillenteni?

A hiányzó adatot keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból.

3.26. | A Földön egy 2 kg tömegű test magassági energiája a talajhoz képest 5 J.
a) Hányszoros magasságban lesz ugyanennyi a helyzeti energiája a Holdon, az ottani talajhoz viszonyítva?
b) Milyen magasságban van ekkor a test a Holdon?

3.27. | A 17 m mély kútba leengedjük az 1,8 kg tömegű, láncon lógó vödröt. A lánc egy maradék 3 m-es darabjának tömegét meg tudtuk mérni, az 0,96 kg. Mennyivel csökken a vödör–lánc rendszer helyzeti energiája? A vödör és a lánc kezdetben 1,5 m magasan volt a talaj felett.

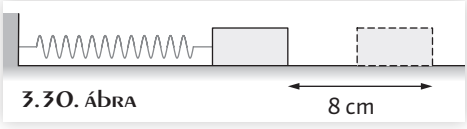

3.28. ábra

3.28. | Az ábra szerinti lépcsőkön húzunk fel egy bőröndöt. Az alacsonyabb lépcsőfok 14 cm magas és 25 cm széles, a magasabb 17 cm magas és 22 cm széles. Összesen 15 lépcsőfokot megyünk fel, magassal kezdünk. A bőrönd tömege 10 kg. Mennyi munkát végez a nehézségi erő a bőröndön?

3.29. | A 15 kg tömegű hátizsákunkat állandó nagyságú, függőleges irányú erővel, 300 J munkavégzéssel emeljük a vállunkig, 1,5 m magasságba. Milyen mozgást végez a hátizsák?

A súrlódási erő munkája

3.30. | A mellékelt elrendezésben az eredeti állapotához képest 8 cm-rel összenyomott rugó elengedésével indítjuk az 1,5 kg tömegű testet. A rugóállandó 1200 $\frac{\text{N}}{\text{m}}$.



3.30. ábra

a) Mekkora a test és a talaj közötti csúszási súrlódási együttható, ha az indítástól mérve 2,6 m távolságban áll meg?
b) Mennyi a test sebessége 1,1 m megtétele után?

3.31. | Egy teherautó 1,4 m magas platójára 30°-os hajlásszögű lejtőn egyenletes sebességgel tolnak fel egy 120 kg tömegű gépet. A csúszási súrlódási együttható 0,18. A feladat megoldása során számolhatunk $g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$-tel.

a) Mennyi munkát végeznek a szállítók?
b) Mennyi munkát végez a gépen a nehézségi erő?
c) Mennyi munkát végez a lejtő nyomóereje?
d) Mennyi munkát végez a súrlódási erő?
e) Mennyi munkát végez az eredő erő?
f) Milyen energiákká alakult a szállítók által végzett munka?

3.32. | Mekkora sebességre gyorsította fel Timi, a curlingjátékos a 20 kg tömegű követ, ha az az elengedéstől számított 27,9 m-re állt meg? Mennyi munkát kellett a felgyorsításhoz végezni? A súrlódási együtthatót vegyük 0,0015-nek.

3.33. | Egy $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel feldobott 0,2 kg tömegű labda 4,5 m magasra emelkedett. Mekkora volt az átlagos fékezőerő az emelkedés során?

3.34. | Egy 20 kg tömegű ládát olyan erővel húzunk egyenletes sebességgel, aminek a függőleges komponense 35 N. Milyen távolságra jutunk 800 J munkavégzés árán? A láda és a talaj közötti csúszási súrlódási együttható 0,2.

3.35. | A balhátvéd a focilabdát a füves pályán vízszintes irányú, $6\,\frac{m}{s}$ kezdősebességgel rúgja el a 8 m távolban levő balszélső felé, akihez $1\,\frac{m}{s}$ sebességgel érkezik. Mekkora a gyep fékezőereje? A focilabda tömege 45 dkg. Tekintsük ezt a mozgást akadályozó összetett ellenállási jelenséget sebességtől függetlennek!

Teljesítmény, hatásfok

3.36. | Mekkora a nehézségi erő teljesítménye egy szabadon eső test esetén? (A közegellenállást hanyagoljuk el!)

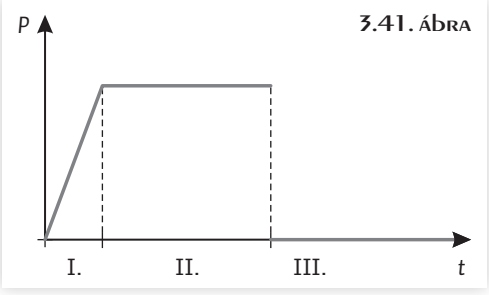
3.37. | Nyugalmi helyzetből olyan állandó erővel gyorsítunk egy kiskocsit, aminek állandó a teljesítménye. A kiskocsi vízszintes úton halad, a súrlódástól, közegellenállástól eltekinthetünk. Hogyan változik a kiskocsi sebessége az idő függvényében?

3.38. | Egy búvárszivattyú 5 m mélységből kiemelt vízzel két óra alatt tölt meg egy $20\,m^3$ térfogatú medencét. Mekkora a leadott (hasznos) teljesítménye? Ha a szivattyú hatásfoka 70% és 1 kWh villamos energiáért 50 Ft-ot fizetünk, akkor mennyibe kerül a medence megtöltése? A víz sűrűsége $1\,\frac{g}{cm^3}$, a nehézségi gyorsulás értékét vegyük $10\,\frac{m}{s^2}$-nek.

3.39. | Egy toronydaru 15 m magasságba emeli a 3,6 t tömegű épületelemet. A daru motorjának leadott teljesítménye 18 kW. Mennyi idő alatt emelte fel?

3.40. | A játékos a 2,8 kg tömegű tekegolyót 2 m távolságon gyorsította egyenletesen, ami végül $3\,\frac{m}{s}$ sebességgel hagyta el a kezét. Mekkora volt az átlagos gyorsítóerő?

3.41. | Az iskola hosszú folyosóján állandó vízszintes erővel tolunk egy szekrényt. A teljesítményünk időbeli változását mutatja a grafikon. Elemezzük a szekrény mozgását!



3.41. ábra

3.42. | Egy vízzel félig megtöltött, 8 kg tömegű vödröt nyugalmi helyzetből 85 N állandó erővel emelünk.

a) Mekkora a pillanatnyi teljesítményünk indulás után 3 másodperccel?

b) Mennyi az átlagteljesítmény 3 másodperc alatt?

3.43. | Egy vízturbina leadott teljesítménye 90 kW, hatásfoka 75%, a víz esési magassága 6 m. Mekkora a folyó vízhozama, ha a vízerőmű tíz turbinából áll?

3.44. | Az emberi szív egy összehúzódáskor átlagosan 1 J munkát végez. Mekkora a teljesítménye az átlagos 72-es pulzusnál? Mekkora egy F1-es autóversenyző szívének teljesítménye, ha verseny közben 200 a pulzusa?

3.45. | Az 51 kg tömegű István a tornaórán percenként 40 felugrást teljesít úgy, hogy tömegközéppontja átlagosan 45 cm-t emelkedik. Mekkora az átlagteljesítménye?

3.46. | A kertünkben a füvet elektromos fűnyíróval nyírjuk, és egy fogyasztásmérőbe csatlakozunk a fűnyíró hosszabbítójával. Négy óra folyamatos fűnyírással végzünk a munkával, és azt látjuk, hogy 240 Ft az elfogyasztott villamos energia ára. A fogyasztásmérőn 50 Ft/kWh egységárat állítottunk be.

a) Mekkora a fűnyíró motorja által felvett átlagos teljesítmény?
b) Mennyi a veszteség, ha a motor 85%-os hatásfokkal működik?

3.47. | Elemezzük a kerékpározás folyamatát! Mi határozza meg, hogy adott sebességhez a váltón milyen áttételt választunk? Hosszú úton hogyan vetődik fel a hatásfok kérdése?

3.48. | Az iskola földszinti folyosójáról székeket kell felhordani a 6 m magasságban levő második emeletre. Az alábbi tanulók közül kinek a legjobb a hatásfoka, ha a hatásfokot most az alábbi módon értelmezzük:

$$\eta = \frac{\text{a székek feljuttatására fordított munka}}{\text{a székek és saját magunk feljuttatására fordított munka}}?$$

Egy szék 7 kg tömegű. István, 55 kg, három széket visz fel, Éva, 46 kg, kettőt, Aladár, 71 kg, pedig ötöt.

3.49. | Helga elektromos kerékpárjának akkumulátorában teljesen feltöltött állapotban 320 Wh energia van. A veszteségek miatt ennek 75%-át lehet hasznosítani hajtásra. Kényelmes, vízszintes talajon történő, $8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű haladáshoz 25 N vonóerőre van szüksége. Ha a vonóerő felét a motor biztosítja, mekkora távolságra tud így eljutni?

3.50. | Mekkora a Föld haladó mozgásából származó mozgási energiája? Az átlagos pályamenti sebességet vegyük $29,8\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$-nak. Tegyük fel, hogy a Paksi Atomerőmű mind a négy blokkjának a teljesítményét (egy blokk 500 MW) 90%-os hatásfokkal a Naphoz képest álló Föld felgyorsítására fordítjuk. Így mennyi idő alatt érjük el a keringési sebességet? A szükséges adatokat keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

Merev testek forgási energiája, ütközések

3.51. | A vízilabdázók kedvenc mutatványa, hogy a megpörgetett labdát az ujjuk hegyén egyensúlyozzák. Mekkora a 450 kg tömegű, másodpercenként hármat forduló labda forgási energiája? A labda kerülete 71 cm. A labdát tekintsük vékony héjú gömbnek!

3.52. | Egy 28 mm átmérőjű érme $45\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességgel gurul (tisztán gördül) a vízszintes parkettán. Teljes mozgási energiája 1,5 mJ. Mekkora az érme tömege?

3.53. | Egy 14 kg tömegű mountain bike egy kereke 2 kg. A kerék belső sugarát 25 cm-nek, a külsőt 29 cm-nek mértük. A kereket tekintsük vastag falú hengernek!

a) Mennyi munkával lehet a kerékpárt álló helyzetből $27\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességre felgyorsítani? A gyorsítás során fellépő veszteségeket most ne vegyük figyelembe!

b) Hány százalékkal nagyobb ez a munka, mintha csak egy 14 kg-os tömegpontot gyorsítottunk volna?

3.54. | Egy lendkerekes kisautó felpörgetés után elengedve, vízszintes talajon 460 cm út megtétele után áll meg. A lendkerék 20 g tömegű, 12 mm sugarú tömör fémhenger. Feltételezzük, hogy energiájának 95%-át át tudja adni a hajtott kerekeknek. Mekkora a kisautóra ható átlagos fékezőerő? A lendkerék induláskor másodpercenként tizenhatot fordul.

3.55. | Egy autó motorjának forgatónyomatéka 130 Nm $4000\,\frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámon. (Ilyen esetekben ez az adat a motor főtengelyének fordulatszámát jelenti.)

a) Mennyi munkát végez a motor egy fordulat alatt?

b) Mennyi a motor teljesítménye?

3.56. | Egy 0,4 kg tömegű, $3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű golyó utolér egy vele egy egyenesen haladó, 0,2 kg tömegű, $2{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű golyót, és azzal tökéletesen rugalmasan ütközik. A golyók a mozgás során nem forognak.

a) Mekkorák lesznek az ütközés utáni sebességek?

b) Hogyan változik az egyes golyók energiája az ütközés során?

c) Hogyan változik a golyók haladási mozgási energiáinak aránya az ütközés után?

3.57. | Egy 0,4 kg tömegű, $3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű golyó utolér egy vele egy egyenesen haladó, 3,5 kg tömegű, $0{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű golyót, és azzal tökéletesen rugalmasan ütközik.

a) Mekkorák lesznek az ütközés utáni sebességek?

b) Mekkorák lesznek a sebességek, ha a megütött golyó $2{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel halad?

3.58. | Zoli a nagy fallabda- (squash-) játékos; az m_1 tömegű labdát merőlegesen, v_1 sebességgel üti a falnak.

a) Mekkora sebességgel repül vissza a labda, ha az ütközés tökéletesen rugalmas volt?

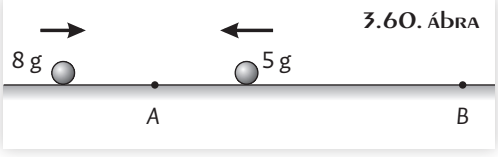
b) Mekkora a rendszer (labda + fal) impulzusváltozása?

3.59. | A modellvasút két kocsija egymással szemben, egyenes pályán halad $24\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ és $11\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességgel. Az ütközés során összekapcsolódnak, és $8\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességgel haladnak tovább. A két kocsi együttes tömege 80 g. Mekkora az energiaveszteség az ütközés során?

3.60. | Súrlódásmentesnek tekinthető sík asztallap *A* pontjában ütközik az ábra szerint egy 8 g tömegű, $12\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességű és egy 5 g tömegű, $14\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességű golyó.

a) Mikor lesznek az *A*-tól 30 cm-re lévő *B* pontban?

b) Mikor lesznek az *A*-tól 30 cm-re lévő *B* pontban, ha a jobbról érkező golyó tömege 6 g, sebessége $16\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$?



3.60. ábra

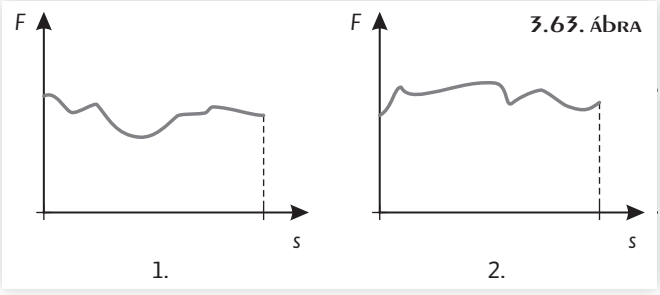
Gyakorlófeladatok

3.61. | Egy testre csak egyetlen, 45 N nagyságú erő hat 14 m úton. Mit mondhatunk a test lehetséges mozgásáról és az erő által végzett munka nagyságáról?

3.62. | Egy játék vasúti kocsit 120 N érintőirányú erővel, állandó sebességgel három és félszer körbetolunk a 15 m sugarú kör alakú pályán.

a) Mennyi munkát végez ez alatt a centripetális erő?
b) Mennyi munkát végzünk mi?
c) Mennyi a gyorsítási munka?

3.63. | Egy csörlővel húztak fel két különböző vitorlázó repülőgépet. Az indításért fizetni kell annak arányában, hogy mennyi munkával lehetett a gépeket levegőbe juttatni. A végzett munkát úgy mérik, hogy a húzókötélben fellépő erőt egy erőmérővel mérik, és a mért értékeket regisztrálják. Az ábra a két gép indításához szükséges erő-út diagramot mutatja. A szolgáltató a két emelés összköltségét adta meg és átadta a kinyomtatott grafikonokat, a pilótáknak kell eldönteni, milyen arányban fizetnek. Hogyan állapítható meg, hogy melyik pilóta mennyit fizet?



3.63. ábra

3.64. | Egy rakománnyal és rakodókkal együtt 800 kg tömegű vasúti kocsit 400 N erő gyorsít vízszintes pályán. A kocsi $2\,\frac{m}{s}$-os sebességénél a rakodómunkások a haladással ellentétes irányban, a kocsihoz képest $0,8\,\frac{m}{s}$ sebességgel „hátrafelé” ledobnak egy 90 kg tömegű talpfát. Mennyi lesz a kocsi mozgási energiája a ledobás után 3 másodperccel?

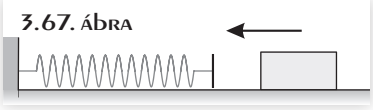


3.64. ábra

3.65. | Mekkora sebességgel kell a 0 °C-os hógolyót a 0 °C-os falhoz dobni, hogy tömegének legalább egy százaléka megolvadjon? Tételezzük fel, hogy a mozgási energia teljes egészében melegítésre fordítódik, és a keletkezett hő fele melegíti a hógolyót. 1 kg 0 °C-os hó 0 °C-os vízzé olvasztásához 334 kJ energia szükséges.

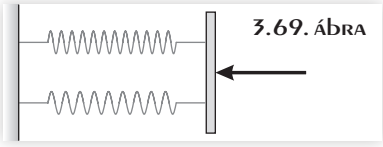
3.66. | Egy daruval nyugalmi helyzetből emelünk fel egy 2 t tömegű betonelemet. Két másodpercig lineárisan nő a gyorsulása, és eléri az $1,2\,\frac{m}{s^2}$-et. Mekkora a gyorsítási munka?

3.67. | A mellékelt elrendezésben az 50 kg tömegű test $3\,\frac{m}{s}$ sebességgel halad a fal felé. A test és a talaj között a súrlódási együtthatót elhanyagolhatjuk. Mennyire közelíti meg a falat, ha az elhanyagolható tömegű rugó kezdeti hossza 1 m, a rugóállandó $20\,\frac{N}{cm}$?


3.67. ábra

3.68. | Egy 40 $\frac{N}{cm}$ és egy 65 $\frac{N}{cm}$ rugóállandójú rugót egymás után akasztunk, és meghúzzuk az összeállítást. Ha a húzás hatására a gyengébb rugóban 20 J rugalmas energia lesz, mennyi lesz a másikban? Ekkor milyen nagyságú erővel húzzuk a rugókat?

3.69. | Az ábra szerinti elrendezésben az azonos hosszúságú, de különböző rugóállandójú rugókat deszkával 8 cm-rel összenyomjuk úgy, hogy a deszka végig párhuzamos marad a fallal. A két rugóállandó legyen 30 $\frac{N}{cm}$ és 75 $\frac{N}{cm}$.


3.69. ábra

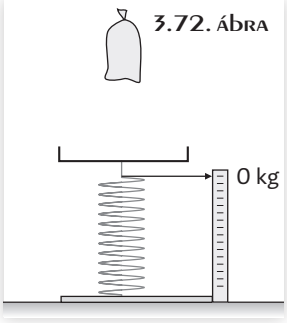
a) Mennyi munkát végeztünk?
b) Mekkora erővel kell tartani a deszkát 8 cm-rel összenyomott állapotban?

3.70. | Egy 90 kg össztömegű kerékpáros 8 $\frac{m}{s}$ sebességgel halad, majd 2 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással gyorsít 20 $\frac{m}{s}$-ig.

a) Mennyi munkát végez ezalatt, ha átlagosan 30 N a haladással szemben fellépő fékezőerő?
b) A kerékpáros által végzett összes munkának hány százaléka a gyorsítási munka?

3.71. | Mekkora munkával lehet feltölteni a 18 m^3 térfogatú, gömb alakú, kezdetben üres víztornyot, ha a legalsó pontja 12 m magasságra van a talajtól, ahonnan szivattyúzzák bele a vizet? A munkavégzésnél számoljunk 15% veszteséggel. A hiányzó adatot keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

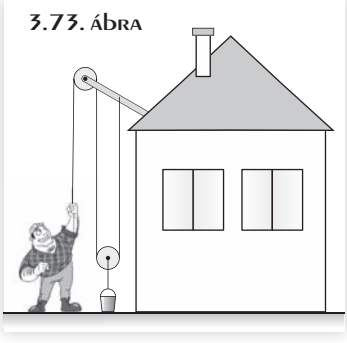
3.72. | Az ábra szerinti mérlegre 80 cm magasságból ráejtünk egy 2 kg tömegű kis zsákot. A rugóállandó 10 $\frac{N}{cm}$. Mekkora maximális tömeget mutat a mutató? A feladat megoldásához a másodfokú egyenlet megoldásának ismerete szükséges!



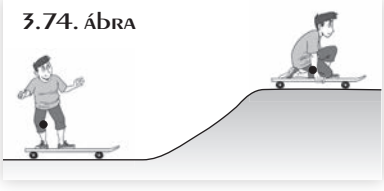
3.72. ábra

3.73. | Az ábra szerint egy álló- és egy mozgócsigából álló szerkezettel egyenletes sebességgel emelünk fel egy 40 kg tömegű vödröt a tetőig, a talajtól 4,2 m magasságba. A veszteségektől eltekintünk.

a) Mekkora erővel, mekkora úton, mennyi munkát végzünk?
b) Mennyi munkát, mekkora úton végez a nehézségi erő?


3.73. ábra

3.74. | Zoli, a gördeszkás bajnok 1,6 m magas emelkedőre szeretne feljutni. Mekkora legyen a kezdősebessége, ha azzal segíti magát, hogy állva indul és guggolva érkezik, ami azt jelenti, hogy tömegközéppontja 40 cm-rel alacsonyabban van, mint álló helyzetben? Számoljunk 10% veszteséggel! Zoli tömege 63 kg, tömegközéppontja a gördeszkán állva 104 cm-re van a talajtól.


3.74. ábra

3-75. | Hogyan változna a 75 cm magas asztalon elhelyezett 1 kg tömegű kenyér helyzeti energiája, ha a Föld fele térfogatára zsugorodna? (A Föld tömege nem változna, az asztal a „kis" Földön állna, a helyzeti energia nullszintjét a padlóhoz rögzítenénk.)

3-76. | Egy 3 kg tömegű, $4\,\frac{m}{s}$ sebességű korong utolér egy vele egy egyenesen, azonos irányban haladó 2 kg tömegű, $1\,\frac{m}{s}$ sebességű korongot, és centrálisan, rugalmatlanul ütközik vele.

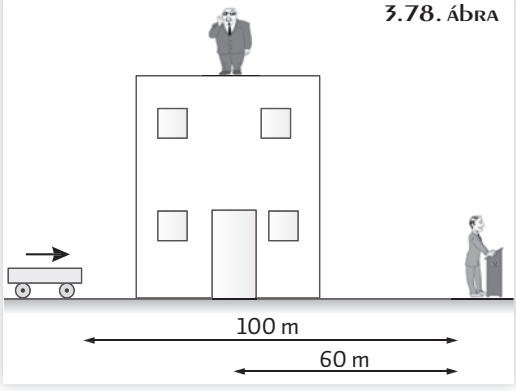
a) Mennyi a rendszer mozgási energiájának a vesztesége?
b) A veszteség hány százaléka a kezdeti mozgási energiának?
c) Ha az ütközés után $\mu = 0{,}2$ súrlódási együtthatójú felületen haladnak tovább, akkor mekkora úton állnak meg?

A nehézségi gyorsulás értékét vegyük $9{,}81\,\frac{m}{s^2}$-nek.

3-77. | Egy vastag deszkába belelövünk egy puskával, és a *v* sebességű lövedék a homlokfelülettől *d* mélységben áll meg. Milyen vastag deszkát hagyna el a lövedék $\frac{v}{2}$ sebességgel?

3-78. | A Gonoszok merényletet terveznek az Elnök ellen. Az emelvényen szónokló Elnöktől 100 m-re indítanak egy robbanószerkezettel megrakott 100 kg tömegű kocsit $15\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Kiszámították, hogy ez $10\,\frac{m}{s}$ sebességgel éri el az emelvényt, nekiütközik és felrobban. Az út mentén, az emelvénytől 60 m-re levő ház tetején leselkedő, teljes fegyverzetben 120 kg tömegű Testőr észreveszi az akciót, leveti magát a tetőről és a kocsira esik, abban megkapaszkodik. Megmenekül-e az Elnök?

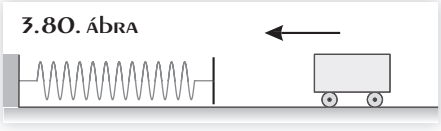
3.78. ábra



3-79. | A csészébe kiöntött pudingba a felszíntől 30 cm magasságból ejtünk meggyeket, amelyek átlagosan 2,5 cm mélyre süllyednek le. Mekkora az átlagos fékezőerő? Egy szem meggy tömegét vegyük 0,5 g-nak. A pudingot ne tekintsük folyadéknak, inkább puha testnek képzeljük el.

3.80. | A mellékelt elrendezésben az 50 kg tömegű kiskocsi $3\,\frac{m}{s}$ sebességgel halad a fal felé, amikor attól 5 m távol van. A test és a talaj között a gördülési súrlódási együttható 0,05. Mennyire közelíti meg a falat, ha az elhanyagolható tömegű rugó kezdeti hossza 1 m, a rugóállandó $20\,\frac{N}{cm}$? A feladat megoldásához a másodfokú egyenlet megoldásának ismerete szükséges!

3.80. ábra



3.81. | Egy olasz sportautótípus legújabb modellje 2,9 s alatt éri el a $100\,\frac{km}{h}$ sebességet. Adatlapja szerint a maximális teljesítménye 515 kW, üres tömege 1575 kg. Legyen benne 40 kg üzemanyag, vezesse egy 45 kg tömegű női autóversenyző egy zárt versenypályán! Tételezzük fel, hogy az indulást követő néhány másodpercben a motor maximális teljesítményének csak 85%-át tudja leadni. A motor leadott teljesítményének hány százaléka fordítódik a kocsi gyorsítására, ameddig eléri a $100\,\frac{km}{h}$ sebességet?

3.82. | Motorcsónakkal egyenletes sebességgel haladunk egy tavon. Egyszer csak a motor teljesítménye a felére csökken. Mekkora lesz ennek következtében a sebességünk?

3.83. | Egy szellőztetőventilátor másfél méter átmérőjű nyíláson fújja be a friss levegőt $6\,\frac{m}{s}$ sebességgel egy előadóterembe. Mekkora a névleges (az elektromos hálózatból felvett) teljesítménye, ha a hatásfoka 50%? A hiányzó adatot keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

3.84. | 50 N állandó eredő erő nyugalmi helyzetből gyorsít egy 800 kg tömegű testet. Mekkora a pillanatnyi teljesítménye 20 másodperc után?

3.85. | Egy 80 kg össztömegű kerékpáros hajtás nélkül gurul le egy lejtőn $15\,\frac{m}{s}$ sebességgel. A lejtő 100 méterenként 5 métert süllyed (ezt nevezik 5%-os lejtőnek).

a) Tud-e felfelé is haladni ilyen sebességgel, ha huzamosabban legfeljebb 200 W teljesítményre képes?

b) Az adott körülmények között mekkora sebességgel képes felfelé haladni?

3.86. | Egy széntüzelésű erőmű évente 5700 GWh villamos energiát termel. Ennek előállításához el kell tüzelni 7 900 000 tonna lignitet. (A lignit alacsony fűtőértékű szén.)

a) Mennyi a lignit fűtőértéke, ha az erőmű hatásfoka a teljes energiatermelési folyamatra vonatkoztatva 32%?

b) Mekkora az éves átlagos kihasználtság, ha az erőmű névleges villamosenergia-előállítási kapacitása 840 MW?

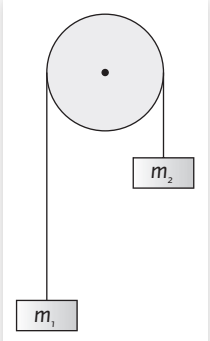
3.87. | Egy gőzgép dugattyúját $4 \cdot 10^6$ Pa nyomású gőz mozgatja 20 cm-es távolságon. A gőz által végzett munka $1{,}6 \cdot 10^4$ J. Mekkora a dugattyú átmérője? Ha az egyirányú mozgás ideje 1,5 s, és mindkét irányban a gőz mozgatja a dugattyút, akkor mennyi a gép átlagos teljesítménye?

3.88. | Egy megemelt kerékpár megforgatott kereke $n = 2\text{s}^{-1}$ pillanatnyi fordulatszámról 6,5 fordulat megtétele után 7,6 s alatt megáll. A kerék belső sugara 25 cm, a külső 29 cm, tömege 2 kg.

a) Mekkora az átlagos fékezőerő, ha úgy modellezzük a jelenséget, hogy a fékezőerő a forgástengelytől 2 cm távolságban, a forgással ellentétesen, érintőirányban hat?

b) Mekkora az átlagos fékezési teljesítmény?

3.89. | Az ábra szerinti elrendezésben az ideálisan csapágyazott csiga tömege 6 kg, sugara 12 cm, az alsó tömeg 11 kg, a felső 14 kg. A rendszert magára hagyva mekkora lesz a csiga szögsebessége, amikor az alsó test 40 cm-t emelkedik? A kötél a mozgás során végig tapad a csigán. A nehézségi gyorsulás értékét vegyük $10\,\frac{m}{s^2}$-nek!



3.89. ábra

3.90. | Egy fél méter sugarú, 20 kg tömegű lendkereket (vékony falú henger) egyenletesen gyorsítunk 8 s-ig, mialatt az 30 fordulatot tesz meg. Mekkora érintőirányú erővel kell hatnunk a 10 cm sugarú tengelyére?

3.91. | Egy 25 cm hosszú vékony pálca szorosan egy fal mellett áll, majd egy pici zavar hatására a falra merőleges síkban eldől. Mekkora sebességgel éri el az asztal lapját a pálca felső vége? A pálca tehetetlenségi nyomatéka az egyik végén átmenő, hossztengelyére merőleges tengelyre $\frac{1}{3} \cdot m \cdot l^2$.

3.92. | Egy 25 cm átmérőjű, 650 g tömegű labda (kosárlabda) csúszás nélkül legurul egy 3 m magas lejtőről. A labdát tekintsük vékony falú gömbnek, a nehézségi gyorsulást vegyük $10 \frac{m}{s^2}$-nek!

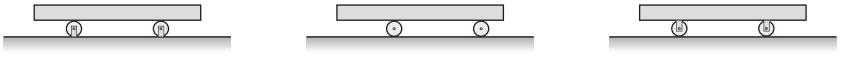
a) Mekkora lesz a lejtő alján a sebessége és a szögsebessége?
b) Mekkora a haladó- és a forgómozgáshoz tartozó mozgási energiáinak aránya?
c) Mekkora lenne ez az arány súrlódásmentes lejtőn?

3.93. | Kezdetben álló, 30 cm sugarú, 6 kg tömegű lendkereket hozunk forgásba úgy, hogy a palástjára tekert könnyű kötelet húzzuk érintőirányban 3 N erővel egy teljes fordulaton át. A kerékre ható fékezőnyomaték 0,15 Nm. A lendkereket tekintsük tömör hengernek!

a) Mekkora szögsebességre gyorsul fel a lendkerék?
b) Hány fordulat megtétele után fog megállni?

3.94. | Egy munkagép forgórészét 500 W teljesítménnyel tudjuk $3000 \frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámon tartani. Mekkora erőt tud kifejteni a forgórész tengelyén lévő 12 cm sugarú tárcsa? Tételezzük fel, hogy a bevitt teljesítmény 10%-a veszteség!

3.95. | Egy *M* tömegű hasábot szeretnénk mozgatni a lehető legkevesebb munkavégzés árán. Célszerűnek látszik hengereken görgetni, amire három megoldás kínálkozik. Az 1. esetben a két, *r* sugarú, *m* tömegű henger tengelyeit a talajhoz rögzítjük és ezeken csúszásmentesen toljuk, a 2. esetben a hengerek tengelye szabad, csúszásmentesen gördülnek a talajon és csúszásmentesen tolják a hasábot, a 3. esetben a hengerek tengelyeit a hasábhoz rögzítjük és azok csúszásmentesen gördülnek a talajon.



3.95. ábra 1. 2. 3.

Melyik elrendezés használatánál kell a legkisebb erőt kifejtenünk adott gyorsulással történő mozgatáshoz? A veszteségektől eltekintünk.

3.96. | Egy 40 dkg tömegű, $5 \frac{m}{s}$ sebességgel vízszintes talajon súrlódásmentesen csúszó labda a vele azonos tömegű, álló másik labdával ütközik. Az ütközés pillanatszerű, rugalmatlan, az ütközési szám 0,5.

a) Mekkorák az ütközés utáni sebességek?
b) Mennyi a haladási mozgási energiaveszteség?

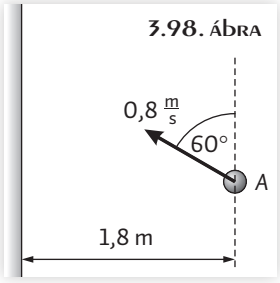
3.97. | Hogyan alakul az energiaveszteség tökéletesen rugalmatlan ütközésnél, ha a megütött test (m_2) kezdetben áll és

a) $m_1 >> m_2$?
b) $m_2 >> m_1$?

3.98. | Vízszintes síkban $0,8\,\frac{m}{s}$ sebességgel, súrlódásmentesen mozgó golyó az ábra szerinti *A* pontból indulva tökéletesen rugalmasan ütközik a fallal.

a) Mennyi idő múlva lesz kétszer olyan távol a faltól, mint induláskor volt?
b) Milyen távol lesz ekkor a kiindulási ponttól?

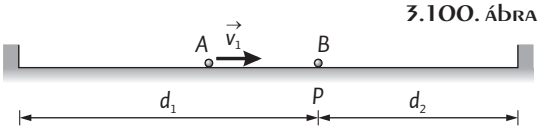
3.98. ábra



3.99. | Leejtünk egy golyót egy kemény padlóra. Az első és a második koppanás között 1,2 másodpercet, a második és harmadik koppanás között pedig 1 másodpercet mérünk. Mekkora az ütközési szám?

3.100. | Az ábra szerinti elrendezésben vízszintes, súrlódásmentes síkon az *A* golyó a falakra merőleges v_1 sebességgel halad a *P* pontban álló *B* golyó felé, és azzal tökéletesen rugalmasan ütközik. A golyók a falakkal is tökéletesen rugalmasan ütköznek. A két golyó azonos tömegű, az ütközések nagyon rövid idő alatt megtörténnek. Ábrázoljuk a két golyó sebességének időfüggvényét!

3.100. ábra



3.101. | Két azonos tömegű és sebességű kosárlabdázó a levegőbe felugorva szemből egymásnak ütközik. Az ütközés során a mozgási energiájuk háromnegyedét elveszítik. Milyen sebességgel „pattannak le” egymásról?

3.102. | A 95 kg tömegű jégkorongozó $8\,\frac{m}{s}$ sebességgel nekiront az ellenfél 70 kg tömegű, a palánk mellett álló játékosának, együtt nekiesnek a palánknak és ott megállnak.

a) Mekkora sebességgel csapódnak a palánkhoz?
b) Mekkora átlagos erőhatás éri a megtámadott játékost a palánkkal történő ütközés során, ha az ütközés 0,2 s alatt megy végbe?
c) Jobb helyzetben van-e a támadó játékos?

3.103. | Az autóvezetést most tanuló Béla okoskodva magyaráz Vilmosnak, az oktatónak: „Nagyon vigyázni kell, hogy elkerüljük a frontális ütközést, mert ha mi ötvennel megyünk és a szembe jövő szintén ötvennel jön és ütközünk, akkor az olyan, mintha százzal mennénk egy betonfalnak.” Vilmos szerint ez az állítás nem igaz. Melyikük tanulta meg jobban a fizikát?

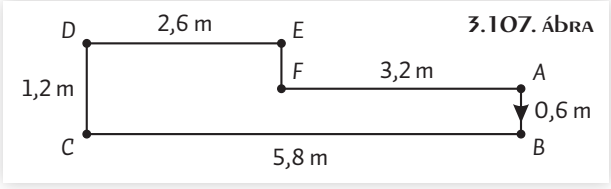
3.104. | A ballisztikus ingát (kötélen lógó nagy tömeget, homokzsákot) lövedékek sebességének mérésére használják. Mekkora legyen a ballisztikus inga tömege, ha azt szeretnénk, hogy a legkisebb lövedék legkisebb sebességének a mérésénél is legalább 15°-ot kitérjen? A szög leolvasásának relatív hibája a szög növekedésével csökken, ezért így pontosabban lehet a sebességet megállapítani. Legyen a legkisebb tömeg 50 g, a legkisebb sebesség $350\,\frac{m}{s}$, az inga lógjon 1,5 m hosszú, elhanyagolható tömegű kötélen.

Tesztek

3.105. | Milyen mennyiség mértékegysége a kWh?
A) Üzemanyag-fűtőértéké.
B) Teljesítményé.
C) Impulzusé.
D) Munkaé, energiáé.

3.106. | Vízszintes, súrlódásos asztalon körbehúzunk egy testet. Melyik erő nem végez munkát a folyamat során?
A) Csúszási súrlódási erő.
B) Asztal tartóereje.
C) Tapadási súrlódási erő.
D) Húzóerő.

3.107. | Az ábra függőleges síkú útvonalának *A* pontjából a jelölt irányba indulva a pálya melyik szakaszán végez a nehézségi erő a 4,8 kg-os testen –57,6 J munkát?
A) *AB* szakaszán.
B) *DA* szakaszán.
C) *EA* szakaszán.
D) *CD* szakaszán.



3.107. ábra

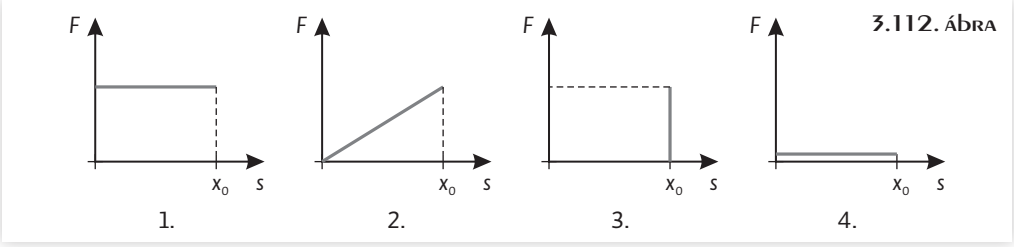
3.108. | Egy 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó gépkocsi fékútja 60 m. Mekkora a fékút 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességnél? (A légellenállás hatásától tekintsünk el!)
A) 30 m.
B) $\sqrt{60}$ m.
C) 45 m.
D) 15 m.

3.109. | Egy kis labdát függőlegesen felfelé eldobunk. Pályájának mely pontján lesz a magassági energiája annyi, mint amennyi a mozgási energiája volt az eldobás pillanatában? A magassági energia nulla szintjét az eldobás magasságának válasszuk!
A) A maximális emelkedési magasság felénél.
B) A kiindulási pontban.
C) A tetőponton.
D) Nincs ilyen pont a pályáján.

3.110. | A profi kerékpárosok szélcsatornában kísérletezik ki az alkatuknak legmegfelelőbb testtartást. Miért?
A) Azért, hogy jobban lássanak a mezőnyben.
B) Azért, hogy kisebb legyen a közeg-ellenállási tényezőjük.
C) Azért, hogy a maximális közeg-ellenállási tényező segítségével jobban bedőlhessenek a kanyarokban.
D) Azért, hogy a kerékpár fékrendszere hatékonyabb legyen.

3.111. | Egy 10 g tömegű radír és egy 50 g tömegű csoki esik le egyszerre az asztalról. Melyik igaz az alábbi állítások közül?

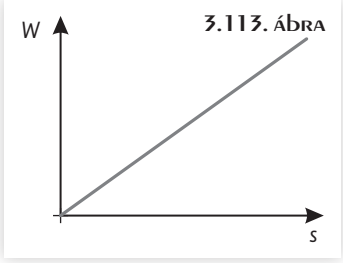
A) A csoki előbb ér a földre.
B) Leérésig mindkét testen azonos nagyságú munkát végez a nehézségi erő.
C) A földre érve a csokinak lesz nagyobb a mozgási energiája.
D) A földre érve mindkét tárgynak azonos lesz az impulzusváltozása.



3.112. ábra

3.112. | Melyik erő végezte a legkevesebb munkát?

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



3.113. ábra

3.113. | Milyen erő munkáját mutatja a grafikon?

A) A lineárisan növekvő erőét.
B) A négyzetesen növekvő erőét.
C) Az állandó erőét.
D) A negatív erőét.

3.114. | Egy 15 kg-os vödröt kell a második emeletre feljuttatni. Mikor a legjobb a hatásfokunk?

A) Ha óvatosan lépdelve kézben visszük fel.
B) A lépcsőkre pallókat rakva feltoljuk.
C) Mindegy, hogyan jut fel, mindig azonos a hatásfok.
D) Állócsigán felhúzzuk.

3.115. | Melyik kifejezés nem alkalmas a mozgási energia kiszámítására?

A) $v \cdot m \cdot \frac{v}{2}$.

B) $\frac{t^2 \cdot m \cdot a^2}{2}$.

C) $\frac{m \cdot a}{2t}$.

D) $\frac{s^2 \cdot m}{t^2 \cdot 2}$.

3.116. | Melyik mennyiséggel egyenlő a 4 kWh?

A) 14,4 MJ.
B) 14,4 MW.
C) 4 MJ.
D) 4 MW.

3.117. | Mennyi munkát végez egy gép, ha kétszer nagyobb teljesítménnyel háromszor annyi ideig dolgozik?

A) Háromszor többet.
B) Kétszer többet.
C) Hatszor többet.
D) $2^3 = 8$-szor többet.

3.118. | Két különböző erősségű rugót húzunk ki azonos nagyságú erővel. Melyiknek lesz nagyobb a rugalmas energiája?

A) A gyengébbnek.
B) Az erősebbnek.
C) Egyforma lesz.
D) A megadott adatokból nem lehet meghatározni.

3.119. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Ha a láncfűrész 800 W teljesítményt ad le, akkor

A) másodpercenként 800 J munkát végez.
B) 800 N erő hat 1 méteren.
C) másodpercenként 800 W a teljesítménye.
D) percenként $\frac{800}{60}$ J munkát végez.

3.120. | Két, azonos hosszúságú, különböző erősségű rugót azonos mértékben megnyújtunk. Melyiknek lesz kisebb a rugalmas energiája?

A) A gyengébbnek.
B) Az erősebbnek.
C) Azonos lesz.
D) Csak a húzóerő ismeretében lehet megválaszolni a kérdést.

3.121. | Két különböző erősségű rugó egy-egy végét összekötjük, majd a szabad végeknél fogva megnyújtjuk azokat. Melyik rugó nyúlik meg jobban?

A) Az erősebb.
B) Egyforma lesz a megnyúlásuk.
C) Attól függ, mekkora erővel húzzuk.
D) A gyengébb.

3.122. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? A forgózsámolyon ülő kinyújtott karú személynek a karjai behúzásakor végzett munkája

A) nulla.
B) megegyezik a perdület változásával.
C) megegyezik a forgási energiájának növekedésével.
D) nem nulla, de nem változtathatja meg a forgási energiáját.

3.123. | Egy tömör gömböt forgatunk állandó szögsebességgel a függőleges szimmetriatengelye körül, majd melegíteni kezdjük (például hősugárzással), amitől meglágyul, ennek hatására lepényszerű alakot ölt. Szögsebességét változatlan értéken tartjuk. Hogyan változik a forgási energiája?

A) Nem változik.
B) Csökken.
C) Nő.
D) A megadott információkból nem dönthető el, hogyan változik.

3.124. | Melyik kifejezés adja meg egy állandó erő forgatónyomatékának átlagos teljesítményét?

A) $P = \frac{F}{r} \cdot \frac{\varphi}{t}$.

B) $P = \frac{F \cdot \varphi \cdot r}{\omega}$.

C) $P = \frac{F \cdot r \cdot N}{\varphi \cdot t}$.

D) $P = \frac{F \cdot r \cdot \varphi}{t}$.

3.125. | Egy *m* tömegű, *v* sebességű golyó ütközik egy vele azonos tömegű álló golyóval. Az ütközés után az ütköző golyó megáll, a megütött *v* sebességgel elindul. Mit mondhatunk az ütközésről?

A) Tökéletesen rugalmas ütközés történt.
B) Tökéletesen rugalmatlan ütközés történt.
C) Érvényesült a perdülettétel.
D) Az ütközési szám értéke ebben az esetben $\frac{v}{m}$.

3.126. | Hogyan definiáljuk az ütközési számot?

A) Az ütköző és a megütött test tömegeinek hányadosa.
B) Az ütköző és a megütött test impulzusainak hányadosa.
C) Az ütköző és a megütött test kinetikus energiáinak hányadosa.
D) Az ütközés utáni relatív sebesség és az ütközés előtti relatív sebesség hányadosa.

3.127. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Az egyenes ütközésre jellemző, hogy

A) ütközéskor a testek mindig sebességet cserélnek.
B) ütközés után a testek egy egyenes mentén haladnak tovább.
C) mindig rugalmatlan.
D) az ütközési normális nem merőleges a sebességekre.

Esszékérdések

3.128. | *Energiaátalakulási folyamatok*

Vizsgálja meg, milyen energiaátalakulási folyamatok mennek végbe egy autó használatakor! Az üzemanyag elégetése során milyen energiafajtából milyen energiafajták keletkeznek? Milyen munkavégzés történik? Milyen mechanikai energiák jönnek létre? Mi lesz a keletkezett hővel? Milyen erőkkel szemben végez munkát a motor? Mi történik fékezéskor?

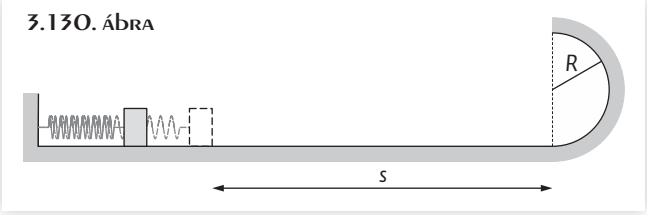
3.129. | *Energiát használó berendezések*

Vegye számba, hogy a környezetünkben milyen, különféle energiákat használó berendezések, eszközök vannak! Csoportosítsa ezeket a felhasznált energiahordozó szerint (elektromos, kémiai)! Becsülje meg, hogy melyik eszköz mekkora teljesítményű, mekkora teljesítményigényű, egy-egy használat során mennyi munkát végez, vagy mennyi hőt termel!

Kihívást jelentő feladatok

3.130. | Az ábrán látható elrendezésben a $200\,\frac{N}{m}$ rugóállandójú, összenyomott rugót elengedve a 0,1 kg tömegű kis test függőleges pályán mozog. A pálya s szakaszán 0,1, más helyeken nulla a súrlódási együttható. Azt szeretnénk elérni, hogy a kis test a kiindulási helyére essen vissza. Mennyire kell a rugót összenyomni? A kiindulási hely az a pont, ahol test elválik az indító rugótól. Legyen $g = 10\,\frac{m}{s^2}$.

3.130. ábra



3.131. | Botond, az 56 kg tömegű kiváló röplabdázó, egy 6 kg tömegű medicinlabdával $4\,\frac{m}{s}$ sebességgel függőlegesen felugrik. A pálya tetőpontján $12\,\frac{m}{s}$ sebességgel ledobja a labdát.

a) Mekkora magasságba tud így emelkedni?
b) Összesen mennyi munkát végzett az ugrás folyamán?
c) Milyen sebességgel érkezik vissza a talajra a labda és Botond?

Legyen $g = 10\,\frac{m}{s^2}$, a veszteségektől tekintsünk el!

3.132. | Függőlegesen lóg egy vékony, M tömegű, hosszú pálca, felső vége ideális csapágyazással vízszintes tengelyhez van erősítve. Egy vízszintesen repülő, v sebességű, m tömegű sárdarab a pálca alsó végére tapad, amitől az a sárdarabbal együtt vízszintes helyzetig kilendül. Milyen hosszú a pálca?

4. | Folyadékok és gázok mechanikája

Alapozófeladatok

Nyomás

4.1. | Egy személygépkocsin kerékcserét kell végeznünk. A hidraulikus emelő nyomódugattyúja $4\,\text{cm}^2$, míg a munkahengeré $60\,\text{cm}^2$. Mekkora nyomóerőt kell kifejtenünk a nyomódugattyúra, ha a gépkocsit 4500 N erővel tudjuk megemelni?

4.2. | Egy hidraulikus sajtó nyomóhengerének átmérője 3 cm, a munkahengeré 36 cm. Hány cm-rel kell a nyomódugattyút lenyomni, hogy a sajtolófej 2 mm-t emelkedjen?

4.3. | Egy könnyűbúvár 11,5 m mélyre ereszkedett le. Mekkora a testfelületének $1\,\text{dm}^2$-nyi részére ható hidrasztatikai nyomóerő?

4.4. | Nóra egy ismeretlen folyadék sűrűségét tervezi meghatározni. Egy U alakú csőbe alulra higanyt, majd az egyik szárba a higany fölé 15,2 cm magasan az ismeretlen sűrűségű folyadékot tölti. A két szárban a higanyszintek különbsége 0,8 cm lesz. Mekkora az ismeretlen folyadék sűrűsége, ha a higany sűrűsége $13\,600\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$? Milyen folyadék lehet ez?

4.5. | A dunai hajóskapitány azt észleli, hogy a hajó előtt egy nagyméretű farönk úszik a vízen. A fa sűrűségét $700\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$-nek becsüli. A farönk hányadrészét látja?

4.6. | Egy üvegszálas poliészterből készült 12 kg tömegű szörfdeszka térfogata 120 liter. A szörfdeszka vízen sikló felülete $1,2\,\text{m}^2$.

a) Mekkora a szörfdeszka sűrűsége?

b) A szörfdeszkára rálál egy 60 kg tömegű szörföző. Mennyivel süllyed lejjebb a deszka?

4.7. | Egy $750\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ sűrűségű fából készült csónak tömege 80 kg, a belső térfogata $1,8\,\text{m}^3$. A vízen mekkora terhelés esetén merül el a csónak éppen a pereméig?

4.8. | Az a oldalélű kocka alakú edényt teljesen megtöltöttük ϱ sűrűségű folyadékkal.

a) Mekkora nyomás hat az egyes oldallapokra?

b) Határozzuk meg a kocka lapjaira ható eredő erőket!

4.9. | Érzékeny kétserpenyős mérleg egyik oldalára egy főzőpohárnyi vizet helyezünk, majd a mérleget kiegyensúlyozzuk. Merre mozdul el a mérleg serpenyője, ha ujjunkat a vízbe dugjuk úgy, hogy ne érjen a főzőpohárhoz? Az egyensúly helyreállításához melyik serpenyőbe, mekkora súlyt kell helyeznünk? Ujjunk keresztmetszetét vegyük $1\,\text{cm}^2$-nek, és 3 cm hosszan dugjuk a vízbe!

Testek tömege, sűrűsége

4.10. | Mekkora a tömege az $1\,\mathrm{dm}^3$ térfogatú üveget félig megtöltő higanynak, ha a sűrűsége $13\,600\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$?

4.11. | Mekkora a térfogata egy 10 kg tömegű alumíniumtömbnek?

4.12. | Legalább mekkora annak a hulladékgyűjtő tartálynak a térfogata, amelyben 150 kg tömegű háztartási lúgot tárolnak, ha annak sűrűsége $1050\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$?

4.13. | Egy 184 tonnás jéghegy térfogata $200\,\mathrm{m}^3$. Mekkora a jéghegy sűrűsége?

4.14. | Kovácsék a konyhafelújítás során rézmosogatót vásároltak. Mekkora a sűrűsége a rézmosogatónak, ha lemérték, hogy a mosogató 3 kg tömegű, és vízbe merítés során a térfogatára $0,38\,\mathrm{dm}^3$-t mértek?

4.15. | Egy 35 grammos karkötő 20 g aranyból és 15 g vörösrézből készült. Mennyi a karkötő sűrűsége? Az arany sűrűsége $19\,300\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, míg a vörösrézé $8900\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Feltételezhetjük, hogy arany és réz ötvözésekor a térfogatok egyszerűen összeadódnak.

Közegellenállás

4.16. | Egy 80 kg-os ejtőernyős a Föld közelében már egyenletes $5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel függőlegesen esik. Mekkora közeg-ellenállási erő hat rá, ha az ejtőernyő homlokfelülete $40\,\mathrm{m}^2$ és a közeg-ellenállási tényezője 1,3?

4.17. | Mekkora közeg-ellenállási erő hat arra a távolsági autóbuszra, amely $90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel halad, az autóbusz homlokfelülete $5,5\,\mathrm{m}^2$, közeg-ellenállási tényezője 0,9 és a levegő sűrűsége $1,29\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$?

4.18. | Mekkora közeg-ellenállási erő hat arra a testre, amely $54\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel egyenletesen halad, ha a mozgatásához szükséges többi erő vektori összegének nagysága 2200 N?

4.19. | Egy 1800 kg tömegű kisteherautó kerekeinek gumiabroncsaira a talaj 3200 N nagyságú, előremutató tapadási súrlódási erőt fejt ki, aminek következtében a vízszintes talajon egyenes vonalban mozgó jármű $1,2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$-tel gyorsul. Mekkora a Toyotára ható közeg-ellenállási erő?

4.20. | Mekkora átlagos fékezőerő hat a vízszintes talajon mozgó, 900 kg tömegű gépkocsira, ha $36\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességről 12,5 s alatt áll meg? A mozgás mely szakaszában jelentős a közeg-ellenállási erő?

4.21. | Mekkora közeg-ellenállási erő hat arra az 1260 kg tömegű személygépkocsira, amely vízszintes, egyenes úton $0,5\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozog, és a kerekeinek gumiabroncsaira a talaj által kifejtett, előremutató tapadási súrlódási erő 1900 N?

4.22. | Egy 1,2 kg tömegű héja egyik alkalommal 60 m magasságból csap le áldozatára. Zuhanás közben szárnya szétterpesztésével fékezi le 1 s alatt $162\,\frac{km}{h}$-ról $5\,\frac{m}{s}$-ra a sebességét. Mekkora az egy másodperc alatti átlagos közeg-ellenállási erő? Hányadrészére csökken a közeg-ellenállási erő a fékezés alatt?

Gyakorlófeladatok

4.23. | Az U alakú csőben alul higany van. Az egyik szárába a higany fölé óvatosan 40 cm magasságú, $880\,\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű benzolt öntünk, míg a másik szárába addig töltjük a vizet, amíg a benzollal azonos magasságú lesz. Mekkora a két higanyszint különbsége?

4.24. | Egy U alakú csőben higany van. A higany fölé az egyik szárba olajat, a másikba benzint öntünk egyszerre úgy, hogy az olaj- és a benzinszint magassága mindvégig azonos legyen. A benzin sűrűsége $680\,\frac{kg}{m^3}$, az olajé $930\,\frac{kg}{m^3}$, a higany sűrűsége $13\,600\,\frac{kg}{m^3}$.

a) Hogyan változik a higanyszintek különbsége?
b) Ábrázoljuk grafikusan a szintkülönbséget a benzin, illetve az olaj magasságának a függvényében!

4.25. | Egy henger alakú fazékban jeget olvasztunk. A fazék átmérője 16 cm, a jég tömege 3 kg és sűrűsége $920\,\frac{kg}{m^3}$. Mennyivel emelkedik vagy süllyed a jég elolvadása után a jég felszínéhez képest a megolvadt víz felszíne?

4.26. | Egy kődarab súlya levegőben 16 N, míg vízbe merítve 10 N erővel húzza az őt tartó fonalat. Mekkora a kő térfogata és sűrűsége?

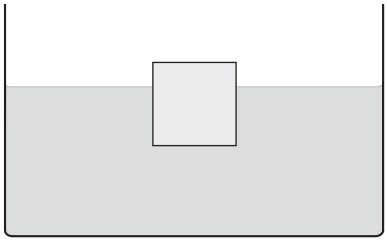
4.27. | Egy ólomüveget vízbe merítve kétharmadakkora erővel kell tartani, mint levegőben. Mekkora az ólomüveg sűrűsége?

4.28. | Egy rugóra függesztett henger alakú test a rugót 0,06 méterrel nyújtja meg. A testet teljesen a vízbe merítjük, ekkor a rugó megnyúlása 0,035 m lesz. Mekkora a henger anyagának sűrűsége?

4.29. | Egy 1,5 dm élhosszúságú, $700\,\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű tömör fakockát fonállal vízzel telt medence aljához kötünk. Mekkora erő feszíti a fonalat, ha a kocka teljesen elmerül?

4.30. | Egy edényben 1590 $\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű szén-tetrakloridra egy kockát helyezünk. Óvatosan vizet öntünk az edénybe úgy, hogy a víz a kockát teljesen ellepje. A kocka úgy helyezkedik el, hogy középpontja pontosan a két folyadék érintkezésénél van. Mekkora a kocka sűrűsége?

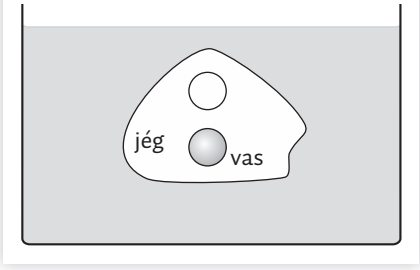
4.30. ábra



4.31. | Egy vizet tartalmazó üvegkádba elegendően hosszú, 1,5 cm^2 keresztmetszetű csövet állítunk. Az üvegcsőbe 0,025 kg tömegű, 850 $\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű olajat öntünk. Határozzuk meg a víz és az olaj szintje közötti különbséget!

4.32. | Egy úszó sűrűségmérő (areométer) vízbe merítve 30 cm^3 vizet szorít ki. A felfelé nyúló 1,2 cm átmérőjű üvegcsövén egy mérőskála helyezkedik el. Mennyivel változik meg a bemerülése, ha 730 $\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű benzinbe tesszük?

4.33. ábra



4.33. | Egy edény vízbe nagyobb jégdarabot teszünk, amibe belefagyott egy vasgolyó és egy ugyanakkora térfogatú levegőbuborék. A jégtömb teljesen elmerül a vízben, lebeg benne. Mekkora a vasgolyó térfogata, ha a jégtömb 3 dm^3 térfogatú vizet szorít ki, és a vas sűrűsége 7800 $\frac{kg}{m^3}$, a víz sűrűsége 1000 $\frac{kg}{m^3}$, a jég sűrűsége 900 $\frac{kg}{m^3}$?

4.34. | Egy ismeretlen, szilárd anyagú tárgy tömege 0,35 kg, amit vízben 3 N erővel tudunk egy fonál segítségével egyensúlyban megtartani. Határozzuk meg, hogy milyen anyagról van szó!

4.35. | Egy anyacsavar tömege levegőben 0,25 kg. Az anyacsavart vízbe merítve az erőmérő 1,9 N erőt mutat. Mennyi a sűrűsége annak az ismeretlen folyadéknak, amelybe merítve az erőmérő 1,74 N erőt mutat? Mi lehet ez a folyadék?

4.36. | A siracusai Hieron király egy színaranyból készült aranykoronát szándékozott ajándékozni az isteneknek. Az ötvösmesternek egy meghatározott aranymennyiséget adott át a korona elkészítéséhez. A királyban felmerült a gyanú, hogy az ötvösmester az arany egy része helyett ezüstöt használt a korona elkészítéséhez. Megbízta Arkhimédészt, hogy állapítsa meg a korona összetételét. Arkhimédész a korona súlyát levegőben 90,7 N-nak, míg vízbe merítve 85 N-nak mérte. Csalt-e az ötvösmester? Ha igen, akkor a korona súlyának hány százaléka volt arany, illetve ezüst? ($\varrho_{Au} = 19\,300\ \frac{kg}{m^3}$; $\varrho_{Ag} = 10\,500\ \frac{kg}{m^3}$)

4.37. | Egy 120 literes villanybojler tartálya 1,27 cm belső átmérőjű csövön keresztül 8 perc alatt töltődik fel. Mekkora átlagos sebességgel áramlik a víz a csőben?

4.38. | A 30 cm magas, henger alakú műanyag edény oldalán az aljától számítva 5 cm magasságban lyukat ütünk, amelyen keresztül az edényből kiáramlik a folyadék. Mekkora a kiömlés sebessége?

4.39. | Két, egymással párhuzamos papírlap közé $10\,\frac{m}{s}$ sebességgel levegőt fújunk. Mekkora és milyen irányú erő mozdítja el a $21\,cm \times 29,5\,cm$ méretű papírlapot?

4.40. | A vízvezeték-szerelők egy elrozsdásodott vízvezetékcsövön 1 mm effektív átmérőjű lyukat vettek észre, amelyen át szivárgott a víz. A vízcsőben a víznyomás $2 \cdot 10^5\,Pa$. Mennyi víz szivárgott el egy hónap (30 nap) alatt?

4.41. | A vízszintes helyzetű, $4\,cm^2$ keresztmetszetű vízvezetékcső egy szűkítő idom után $1,5\,cm^2$ keresztmetszetű csőben folytatódik. A vastagabb csőben az áramlás sebessége $1,2\,\frac{m}{s}$. Mekkora a szintkülönbség a vízvezetékcsőhöz csatlakozó függőleges csövekben? A folyadékot tekintsük összenyomhatatlannak, az áramlást stacionáriusnak és súrlódásmentesnek!

4.42. | A sárgaréz nem elemi fém, hanem vörösréz és cink ötvözete. A rézfúvós hangszereket sárgarézből készítik. A sárgaréz hangszerek esetén az ötvözetben 20% a cink és 80% a vörösréz, mert az ilyen ötvözet jól önthető, és hidegen is megmunkálható. A vörösréz sűrűsége $8940\,\frac{kg}{m^3}$, míg a cinké $7140\,\frac{kg}{m^3}$. Mekkora a 12 kg tömegű rézfúvós hangszer sűrűsége? (Feltehetjük, hogy a cink és a réz térfogatösszege megegyezik az ötvözet térfogatával.)

4.43. | Az aranyműves mestert hamisítással vádolta meg egy vevő. Azt állította, hogy a 14 karátos aranygyűrűt lemérve, tömege 3,8 g, míg vízbe merítve a térfogata $0,29\,cm^3$ volt, így szerinte az aranyüzletben nem aranyat adtak el neki. A mester az ellenkezőjét állította. Úgy érvelt, hogy a 14 karátos aranygyűrű 58,33%-a arany, amihez vörösrezet kevernek. Az elhangzott állítások igazak. Kinek van igaza?

4.44. | Az arany tiszta állapotban igen jól nyújtható, lágy fém, akár 0,0001 mm vékony fólia, azaz aranyfüstlemez is készíthető belőle. Ez a 24 karátos arany. Az ékszerészet az arany kis kopásállósága miatt különböző fémekkel készített ötvözeteit használja. Általában réz hozzáadásával 14 (58,33% arany) karátos ötvözeteket készítenek, ezek szilárdabbak, kopásállóbbak, megmunkálhatóbbak.

a) Mekkora a 14 karátos 3 grammos aranygyűrű sűrűsége, ha az arany sűrűsége $19\,300\,\frac{kg}{m^3}$, a rézé pedig $8900\,\frac{kg}{m^3}$?

b) Mekkora felületű aranyfüstlemez készíthető 10 gramm 24 karátos aranyból?

4.45. | Egy 6 cm átmérőjű, homogén tömegeloszlású labdát levegőben elejtünk. A gömb közeg-ellenállási tényezője 0,45, a levegő sűrűsége $1,25\,\frac{kg}{m^3}$.

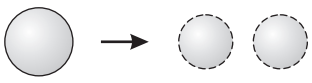
a) Mekkora a labda tömege, ha $42\,\frac{m}{s}$ sebességre gyorsul fel?

b) Határozzuk meg a labda sűrűségét!

4.46. | Az ejtőernyős ernyője a kiugrás után 5 másodperccel nyílt ki. Ezután nyitott ernyővel fékeződött fokozatosan, végül sebessége $10\,\frac{m}{s}$-nál állandósult. Mekkora gyorsulással fékeződött akkor, amikor $20\,\frac{m}{s}$ sebességgel mozgott?

4.47. | Egy 4 mm átmérőjű, szobahőmérsékletű tejcseppet két azonos méretűre szétválasztunk. Hogyan változik meg a tej teljes mennyiségének a felületi energiája? Feltételezzük, hogy a kiindulási és a szétválasztott cseppek is gömb alakúak. A tej felületi feszültsége szobahőmérsékleten: $45 \cdot 10^{-3}\,\frac{N}{m}$.

4.47. ábra



4.48. | Mennyivel változik meg egy 2 mm átmérőjű vízcsepp felületi energiája, ha 40 °C-ról 20 °C-ra hűl? Feltételezzük, hogy gyorsan hűl, ezért a párolgás elhanyagolható. A szükséges adatokat keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

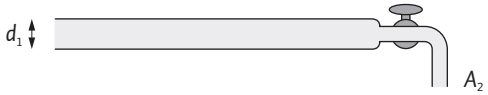
4.49. | Miért van folyadékcsepp, és miért nincs gázcsepp?

4.50. | Az autószerelő beleejtett egy 1,5 mm sugarú csapágygolyót az olajtartályba.

a) Mekkora az olaj viszkozitása, ha a golyó $8\,\frac{cm}{s}$ sebességgel süllyed?
b) Mekkora a mozgást fékező erő nagysága?

Az acél sűrűsége $7800\,\frac{kg}{m^3}$ az olajé $850\,\frac{kg}{m^3}$. A nehézségi gyorsulás értékét vegyük $10\,\frac{m}{s^2}$-nek.

4.51. | Bizonyítsuk be a **4.38.** feladat megoldásához szükséges Torricelli-féle kiömlési törvényt! Gondoljunk a mechanikai energiamegmaradás törvényére!



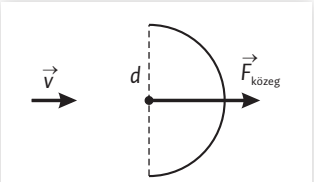
4.52. ábra

4.52. | A 2 cm belső átmérőjű vízvezetékcsőhöz $0,8\,cm^2$ felületű kifolyócsapot csatlakoztatunk. Nyitott csapnál a csőben $0,2\,\frac{m}{s}$ sebességű áramlás alakul ki. Mennyi lesz a kiáramlási sebesség, és mennyi idő alatt tölti meg a víz az 50 l-es hordót?

4.53. | Mekkora sebességgel süllyed a 2 mm átmérőjű acél csapágygolyó a $1,4\,\frac{g}{cm^3}$ sűrűségű mézben? A méz viszkozitása 20 °C-on $10\,Pa \cdot s$. Az acél sűrűsége $7800\,\frac{kg}{m^3}$. A nehézségi gyorsulás értékét $10\,\frac{m}{s^2}$-nek vegyük.

4.54. | Egy kis vízturbinával hajtott villamos generátor 250 kW elektromos teljesítményt ad le. A turbinához 6 m magasból $5\,\frac{m^3}{s}$ víz folyik. Mekkora a hatásfok? A víz ugyanakkora sebességgel távozik a turbina lapátjaitól, mint amekkorával odaérkezett. A víz sűrűségét $1000\,\frac{kg}{m^3}$-nek, a nehézségi gyorsulás értékét $10\,\frac{m}{s^2}$-nek vegyük.

4.55. | Egy légáramlási sebességet mérő kanálra 20 °C-on 0,3 N erő hat. Mekkora a szélsebesség? A kanál 5 cm átmérőjű, félgömb alakú és a homorú oldala néz az áramlással szembe, a közeg-ellenállási tényezője 1,33. A szükséges adatot a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból keressük ki!



4.55. ábra

4.56. | Megváltozik-e az űrhajóban a levegő nyomása a fellövés során a súlytalansági állapot beálltakor?

4.57. | A finom fémreszeléket, homokot, vagy hintőport könnyen el tudjuk fújni, de a víz felületéről alig tudunk apró cseppeket elfújni. Miért?

4.58. | Egy asztalitenisz-labdát kiejtünk a 10. emeletről (30 m magasságból). A ház falával párhuzamos szél fúj $27\,\frac{km}{h}$ sebességgel, a hőmérséklet 20 °C. Oldalirányban mennyivel odébb ér talajt? A szabvány pingponglabda 38 mm átmérőjű és 2,5 g tömegű. A labda mozgását közelítsük úgy, mintha azonnal beállna az állandó esési sebesség! A szükséges adatokat a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból keressük ki! A nehézségi gyorsulás értékét $10\,\frac{m}{s^2}$-nek vegyük.

4.59. | Mekkora teljesítményt fordít a $130\,\frac{km}{h}$ sebességgel haladó autó a közegellenállás leküzdésére? Legyen a kocsi áramlásra merőleges keresztmetszetének területe $2,2\,m^2$, közeg-ellenállási tényezője 0,3, a levegő hőmérséklete 20 °C. A hiányzó adatot keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

4.60. | Egy higanygömb belsejében a görbületi nyomás 1 mPa. Mekkora tömegű higanyt kell hozzáadni, hogy az új cseppben felére csökkenjen a nyomás? A hiányzó adatokat keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!

Tesztek

4.61. | Melyik mennyiséggel arányos a folyadékba merülő testre ható erő nagysága?

A) A bemerülés sebességével.
B) A már bemerült rész térfogatával.
C) A bemerülő test sűrűségével.
D) A folyadék viszkozitásával.

4.62. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Hidraulikus autóemelő alkalmazása azért előnyös, mert

A) munkát lehet vele megtakarítani.
B) kis erő alkalmazásával lehet az autót megemelni.
C) nagy erőkifejtéssel, de egy mozdulattal felemelhető az autó.
D) a munkahengerek végzik a munkát.

4.63. | Hogyan változik a hidrosztatikai nyomás egy vízzel félig töltött pohár alján, ha a légnyomás 1%-kal nő?

A) 1%-kal nő.
B) 1%-kal csökken.
C) Nem változik.
D) $\frac{1}{2} \cdot 1\% = 0,5\%$-kal nő.

4.64. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Hidraulikus emelőben alkalmazott folyadék előnyös tulajdonsága, hogy

A) jól összenyomható.
B) alacsony a forráspontja.
C) nagy a sűrűsége.
D) összenyomhatatlan.

4.65. | Adott hőmérsékletű levegő páratartalma megnövekedett. Mi történt a nyomásával?

A) Megnőtt.
B) Nem változott.
C) Szobahőmérséklet felett növekedett.
D) Csökkent.

4.66. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Szokásos használat során egy autóra ható közeg-ellenállási erő

A) az autó sebességével négyzetes arányban nő.
B) az autó legnagyobb keresztmetszetével négyzetes arányban nő.
C) az autó sebességével lineárisan nő.
D) a levegő sűrűségétől független.

4.67. | Ha a Torricelli-kísérletet vízzel végeznénk el, akkor 10 m hosszú üvegcsőre lenne szükségünk. Milyen hosszú cső kellene, ha 750 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ sűrűségű benzint használnánk?

A) 7,5 m.
B) 15 m.
C) 12,5 m.
D) 13,3 m.

4.68. | Melyik törvény, összefüggés következménye az aerodinamikai felhajtóerő?

A) Stokes-tétel.
B) Folytonossági egyenlet.
C) Bernoulli-törvény.
D) Pascal-törvény.

4.69. | Mi a felületi feszültség mértékegysége?

A) $\text{N} \cdot \text{m}$.
B) $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.
C) $\frac{\text{N}}{\text{m}}$.
D) $\text{N} \cdot \text{m}^2$.

4.70. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Gömb alakú folyadékcsepp görbületi nyomása
A) nem függ a felületi feszültségtől.
B) a felületi feszültséggel egyenesen arányos.
C) a felületi feszültséggel fordítottan arányos.
D) a görbületi sugár gyökével arányosan nő.

4.71. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Áramló közeg torlónyomása
A) a sebességével arányos.
B) független a sebességétől.
C) nem függ a sűrűségétől.
D) a sebességével négyzetesen nő.

4.72. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? A folytonossági egyenlet szerint egy változó keresztmetszetű csőben áramló közeg sebessége
A) ott nagyobb, ahol nagyobb a keresztmetszet.
B) ott nagyobb, ahol kisebb a keresztmetszet.
C) függ a sűrűségtől.
D) mindenütt azonos nagyságú és irányú.

4.73. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Állandó gyorsulással mozgatott kiskocsiban levő víz szabad felszíne
A) vízszintes.
B) forgási paraboloid.
C) a haladás irányából nézve emelkedő sík.
D) függőleges.

4.74. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Egy folyadék szabad felszíne alatt adott mélységben a nyomás függ
A) a folyadék viszkozitásától.
B) a folyadékot tartalmazó edény aljától való távolságtól.
C) az edény alakjától.
D) a felszíntől való távolságtól.

4.75. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Csőben áramló folyadék a kisebb keresztmetszetű szakaszon a cső falára
A) kisebb nyomással hat.
B) az áramlási sebességgel arányos nyomással hat.
C) nagyobb nyomással hat.
D) azonos nyomással hat, mint a nagyobb keresztmetszetű szakaszon.

4.76. | A víz alá merült búvár elejti a lámpáját. Hogyan változik a lámpára ható hidrosztatikai felhajtóerő lesüllyedés közben?
A) Méterenként 1 N-nal nő.
B) Méterenként 10 N-nal nő.
C) Méterenként 760 Hgmm-rel csökken.
D) Nem változik.

4.77. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? A víz felszínére helyezett vékony fémlap (borotvapenge) úszik a felületen, nem süllyed el. A jelenség magyarázata
A) a felületi feszültség.
B) a víz kicsi viszkozitása.
C) a víz nagy viszkozitása.
D) a Pascal-törvény.

4.78. | Egy kis medencében úszó, alumíniumból készült csónak kilyukad és elsüllyed. Mi történik a medence vízszintjével?
A) Csökken, mert úszásnál a csónak súlyával arányos felhajtóerőnek kell fennállni, míg elsüllyedve a térfogatával arányos a felhajtóerő.
B) Csökken, mert az alumínium térfogata kisebb, mint a csónak belső térfogata.
C) Nő, mert a csónak belső térfogata nagyobb, mint az alumínium térfogata.
D) Nem változik, mert a csónak mindkét esetben a vízben van.

4.79. | A kutatók egy gleccser jegébe fagyott, vélhetően aranyserleget találtak. Óvatosan akarják kiolvasztani, ezért a jégdarabot egy hordó vízbe teszik, amiben az lesüllyed. Hogyan változik a vízszint a hordóban az elolvadás során?
A) A vízszint nő.
B) A vízszint csökken.
C) Ha a serleg térfogata nagyobb, mint a ráfagyott vízé, akkor csökken.
D) Nem változik.

4.80. | Egy edényben levő vizet megmelegítve azt tapasztaljuk, hogy a beleejtett kis golyó háromszor nagyobb sebességgel süllyed, mint melegítés előtt. Hányszorosára változott a viszkozitása?
A) Háromszorosára.
B) Hatszorosára.
C) Kilencedére.
D) Harmadára.

4.81. | Egy edényben alumíniumból készült kocka úszik a víz felszínén. Melyik az igaz állítás?
A) Kis idő múlva el fog süllyedni.
B) A kocka vékony falú, és vízzel van feltöltve.
C) Ha lenyomjuk az edény aljába, akkor lent is marad.
D) Az átlagsűrűsége kisebb, mint a vízé.

4.82. | A Torricelli-féle kísérlet bemutatóján azt látjuk, hogy a csőben a folyadék szintje csak 45 cm. Mivel magyarázhatjuk a jelenséget?
A) A higanynál kisebb sűrűségű folyadékot használtak.
B) Levegő került a higany fölötti térbe.
C) Túl nagy a vákuum a folyadék fölötti térben.
D) Nem elég vékony az üvegcső.

4.83. | Torricelli miért nem vízzel végezte el a nevezetes kísérletét?
A) A vízszint az üvegcsőben nehezen állapítható meg.
B) Nem gondolt rá.
C) Nagyon hosszú csövet kellett volna használnia.
D) Nagyon rövid csövet kellett volna használnia.

4.84. | Melyik törvény következménye a repülőgépet a levegőben tartó erő?
A) Pascal-törvény.
B) Arkhimédész-törvény.
C) Impulzusmegmaradás törvénye.
D) Bernoulli-törvény.

4.85. | Mi az oka annak, hogy nagy széllökések lerepíthetik a háztetőkről a cserepeket?
A) Nagy sebességnél a levegő viszkozitása megnő, és magával ragadja a cserepeket.
B) A tető síkjával párhuzamosan áramló levegőben lecsökken a sztatikus nyomás, ezért a padláson levő nagyobb nyomás kilöki a cserepeket.
C) A gyors hőmérséklet-változásból adódó deformáció ledobja a cserepeket.
D) A nagy sebességgel áramló levegő sűrűsége megnő, és a sűrűbb közeg magával sodorja a cserepeket.

4.86. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? A hidrosztatikai nyomás a folyadékban adott mélységben
A) csak lefelé hat.
B) csak felfelé hat.
C) csak oldalirányban hat.
D) minden irányban hat.

4.87. | Milyen tulajdonságú folyadékra nem vonatkozik Pascal törvénye?
A) Áramló folyadékra.
B) Nagy viszkozitású folyadékokra.
C) A vízzel azonos, vagy annál kisebb sűrűségű folyadékokra.
D) Alacsony hőmérsékletű folyadékokra.

4.88. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? Folyadékkal töltött hengeres edényt forgatunk a függőleges szimmetriatengelye körül. A kialakuló folyadékfelszín alakja
A) forgási ellipszoid lesz.
B) ferde sík lesz.
C) forgási paraboloid lesz.
D) homorú gömbfelület lesz.

4.89. | Melyik mondatbefejezés ad igaz állítást az alábbiak közül? A kohéziós erők jellemzője, hogy
A) nagy távolságban hatnak.
B) különböző fajta molekulák között hatnak.
C) azonos molekulák között hatnak.
D) csak gázmolekulák között hatnak.

Esszékérdések

4.90. | *Folyadékok mechanikája*
Elemezzük egy tengeralattjáró mozgásának (lemerülés, felemelkedés, haladás) hidrosztatikai és hidrodinamikai jellemzőit! Hogyan magyarázza a tengeralattjáró lebegésének jelenségét? Milyen eljárással képes a jármű felemelkedni, lemerülni? A tömegközéppont segítségével adjon magyarázatot a jármű stabil egyensúlyi helyzetére! Milyen formai követelmények szükségesek a jármű gyors haladásához? Milyen alkatrésszel biztosítható a jármű haladása?

4.91. | *Áramlási jelenségek: szélcsatorna*
Határozza meg a szélcsatorna feladatát! Milyen jelenségek vizsgálhatók a szélcsatornával? Adjon egy lehetséges módszert a közeg-ellenállási erő mérésére! Hogyan segíthetik a mérési eredmények egyes sportok (kerékpár, síugrás) fejlődését? Keressen kapcsolatot a szélcsatornás kísérletek és a járművek fogyasztásának minimalizálása, illetve a menetstabilitás növelése között!

4.92. | *Víz áramlási jellemzőinek és nyugvó víz nyomásviszonyainak elemzése*
Elemezze a következő folyamat hidrosztatikai és hidrodinamikai jelenségeit: csapból vizet töltünk egy edénybe, majd a víz felszínére egy fahasábot helyezünk. Jellemezze a csapból kifolyó víz alakját! Hogyan mozog az edényben a víz, ameddig töltjük? Miként változik a hidrosztatikai nyomás és a teljes nyomás az edény alján? Milyen pozícióban úszik a hasáb a vízen? Hogyan változik a nyomás az edényben a hasáb vízre helyezése után?

Kihívást jelentő feladatok

4.93. | Egy kerti locsolócsőben $0,8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel áramlik a víz 20 mm átmérőjű kör keresztmetszeten. Mekkora keresztmetszetre kell leszűkíteni az 1 m magasságban tartott végét, hogy a 3 m magasban lévő ablakpárkányon díszelgő virágokat meg tudjuk locsolni? A nehézségi gyorsulás értékét vegyük $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$-nek.

4.94. | Nagy magasságból elengedünk két, egymással hosszú kötéllel összekötött, azonos anyagból készült golyót. A nagyobb golyó átmérője háromszorosa a kisebbnek. A kötélre akasztott kisebb golyó nyugalmi helyzetben még éppen nem szakítja el a kötelet. Elszakad-e a kötél leesés közben?

4.95. | Egy 1,4 m hosszú, $5\,\mathrm{cm}^2$ keresztmetszetű keményfa léc egyik végét egy medence aljához rögzítettük. A keményfa sűrűsége $810\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. A medencében 0,7 m magasan áll a víz.

a) Milyen hosszú a faléc vízbe merülő része?
b) Mekkora szöget zár be a faléc a medence aljával?

5. | Hőtani folyamatok

Alapozófeladatok

A hőmérséklet mérése, hőtágulás

5.1. | A Celsius-skála és a Kelvin-skála közötti összefüggés: $T(\mathrm{K}) = T(^\circ\mathrm{C}) + 273$.
a) Hány K az 52 °C; a −134 °C; a 245 °C hőmérséklet?
b) Hány °C a 236 K; a 318 K; a 185 K hőmérséklet?

5.2. | A Fahrenheit-skála és a Celsius-skála közötti összefüggés: $x\,^\circ\mathrm{C} = (1{,}8 \cdot x + 32)\,^\circ\mathrm{F}$.
a) Hány °F a 30 °C; a −124 °C; a 325 °C hőmérséklet?
b) Hány °C a 160 °F; a 72 °F; a −42 °F hőmérséklet?

5.3. | A Réaumur-skála és a Celsius-skála közötti összefüggés: $x\,^\circ\mathrm{C} = 0{,}8 \cdot x\,^\circ\mathrm{R}$.
a) Hány °R a 15 °C; a −27 °C; a 342 °C hőmérséklet?
b) Hány °C a 120 °R; a 18 °R; a −28 °R hőmérséklet?

5.4. | Mekkora az a hőmérséklet, amelyet a Celsius-, illetve a Fahrenheit-skálán mérve egyenlő értéket kapunk?

5.5. | Hány Fahrenheit-fokon forr a víz, ha a Celsius-skálán 100 °C-ot mértünk?

5.6. | A kutyák testhőmérséklete normál esetben 38,1 °C és 39,2 °C között mérhető. Adjuk meg ezeket az értékeket
a) Fahrenheit-fokokban!
b) Réaumur-fokokban!

5.7. | A macskák normál testhőmérséklete Réaumur-fokokban: 30,4–31,2 °R.
Mekkorák ezek az értékek
a) Celsius-fokokban?
b) Kelvin-fokokban?

5.8. | Az aranyhalak átlagos normál testhőmérséklete 300,9 K. Számítsuk át ezt az értéket
a) Celsius-fokra!
b) Réaumur-fokra!
c) Fahrenheit-fokra!

5.9. | Elektromos távvezeték hossza 75 km, 22 °C-on építették. Milyen hosszú lesz nyáron 38 °C hőmérsékleten, illetve télen −15 °C-on, ha alumíniumból készült? ($\alpha = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.10. | A budapesti Lánchíd hossza 380 m. Mennyivel változik a hossza 20 °C hőmérséklet-változás hatására? ($\alpha = 1{,}12 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.11. | Milyen hosszú a Rákóczi híd, ha 30 °C hőmérséklet-változás hatására hosszúságának a változása 16,3 cm? ($\alpha = 1{,}1 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.12. | Mekkora a 379 m hosszú Erzsébet híd acélszerkezetének lineáris hőtágulási együtthatója, ha 43 °C hőmérséklet-változás hatására hosszúságának változása 18,4 cm?

5.13. | A Szabadság híd hossza 334 m. Mekkora hőmérséklet-változás hatására lesz hosszának a megváltozása 13,1 cm? ($\alpha = 1{,}12 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.14. | Az Eiffel-torony 320 m magas 20 °C hőmérsékleten. Szegecseléssel úgy szerelték össze, hogy még 85 °C hőmérséklet-növekedést is kibír. Mennyivel változna ilyen esetben a magassága? ($\alpha = 1{,}17 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.15. | Réka ezüstből készült nyaklánca 52 cm hosszú. Hány milliméterrel lesz rövidebb, ha 16 °C-kal csökken a hőmérséklet? ($\alpha = 1{,}89 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.16. | Tamás arany nyaklánca milyen hosszú, ha 22 °C hőmérséklet-növekedés hatására 0,2 mm-rel lett hosszabb? ($\alpha = 1{,}42 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.17. | Gépelemek egymáshoz való rögzítésénél mélyhűtéses eljárást is alkalmaznak. Egy szegecs átmérője 24 °C-on 60 mm. Minimum hány °C-ra kell lehűteni, ha 59,9 mm átmérőjű furatba kell belehelyezni? ($\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.18. | Egy folyosó hosszát 22 °C hőmérsékleten acél mérőszalaggal 65,8 m-nek mértük. Mekkora a mérésünk hibája, ha a mérőszalagot 0 °C-on hitelesítették? ($\alpha = 1{,}17 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.19. | A hőerőműben a gőzvezeték hossza 24 °C hőmérsékleten 42 m. Milyen hosszú lesz üzem közben, ha 480 °C-os gőzt áramoltatnak át rajta? ($\alpha = 1{,}28 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.20. | A széntüzelésű erőműben a kazán rostélyrúdjai 20 °C hőmérsékleten 650 mm hosszúak. Mekkora a tágulás mértéke, ha üzem közben a hőmérséklet 610 °C? ($\alpha = 1{,}28 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.21. | Nyáron nagy melegben a villamos-, illetve a vasúti sínek elhajlanak, felpúposodnak a hőtágulás következtében. Vízzel kell hűteni a sínszálakat, hogy ne történjen baleset. Hajnalban 14 °C-on pontosan 1,6 km hosszú volt a sínszál. Mekkora volt az acélsín hőmérséklete a nap legmelegebb órájában, amikor lézeres távolságmérővel 1600,5 méter hosszúnak mérték a sínszálat? ($\alpha = 1{,}17 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.22. | Betonból készült burkolólap térfogata 0 °C hőmérsékleten $1{,}8\,\mathrm{dm}^3$. Mennyivel nő a térfogata, ha a hőmérséklete 35 °C-ra nő? ($\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.23. | A 10 literes alumíniumfazék térfogata $32{,}4\,\mathrm{cm}^3$-rel nőtt. Hány °C-kal lett melegebb? ($\alpha = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.24. | A vasból készült 17 literes bográcsot hőmérsékletét 85 °C-kal megnöveltük. Mennyivel nőtt a térfogata? ($\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.25. | A laboratóriumban egy ismeretlen fémből készült $8\,\mathrm{dm}^3$-es golyó köbös hőtágulási együtthatóját úgy mérték meg, hogy hőmérsékletét 160 °C-kal megnövelték. A térfogata $65{,}28\,\mathrm{cm}^3$-rel lett nagyobb. Milyen anyagból készült?

5.26. | A 20 literes rézfazék térfogata $34{,}56\,\mathrm{cm}^3$-rel lett kisebb. Hány °C-kal csökkent a hőmérséklete? ($\alpha = 1{,}6 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.27. | A gyógyszertár raktárában 15 °C-on 6 liter glicerint öntöttek egy hőálló üvegedénybe. Ha nem vesszük figyelembe az edény térfogatának megváltozását, akkor mekkora lesz a glicerin térfogata a 24 °C-os laboratóriumban? ($\beta = 0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.28. | A laboratórium raktárában 12 °C hőmérsékleten sósavat öntöttek egy 5 literes tartályba. Azt tapasztaljuk, hogy a térfogata 0,015 literrel nagyobb lesz, ha átvisszük a laboratóriumba. Mekkora a laboratórium hőmérséklete, ha a tartály térfogatváltozását nem vesszük figyelembe? ($\beta = 0{,}3 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.29. | Télen a tanteremből egy vízzel telt 3 literes palackot kiviszünk az udvarra. Mennyivel csökken a hőmérséklete, ha térfogatának változása 6 milliliter? A palack térfogatának változását ne vegyük figyelembe! ($\beta = 0{,}13 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.30. | Nyáron a hűvös pincéből kitettünk a meleg levegőre egy vízzel telt 15 literes palackot. Azt tapasztaltuk, hogy 0,039 liter víz folyt ki a palackból. Mennyivel nőtt a hőmérséklete, ha a palack térfogatának változását nem vesszük figyelembe? ($\beta = 0{,}13 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.31. | Milyen folyadékkal kísérleteztek a fizikaszakkör tanulói, ha 62 °C-os hőmérsékletváltozásnál a térfogatváltozás $0{,}4645\,\mathrm{dm}^3$ volt? A $6\,\mathrm{dm}^3$-es edény térfogatának változását nem vették figyelembe.

5.32. | Üvegpalackba 22 °C-os hőmérsékleten benzint töltünk. Mekkora hőmérsékleten lesz a térfogata 2%-kal kisebb? Az üveg hőtágulását ne vegyük figyelembe! ($\beta = 1 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

5.33. | Üvegpalackba 20 °C-os hőmérsékleten benzolt töltünk. Mekkora hőmérsékleten lesz a térfogata 4%-kal nagyobb? Az üveg hőtágulását ne vegyük figyelembe! ($\beta = 1{,}25 \cdot 10^{-3}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

Ideális gázok állapotváltozásai, állapotegyenlet

5.34. | Kompresszor $150\,\mathrm{m}^3$ normál nyomású levegőt (100 kPa) $6\,\mathrm{m}^3$-es tartályba sűrít. Mekkora a nyomás a tartályban, ha a hőmérsékletet állandónak tekintjük?

5.35. | Orvosi fecskendő dugattyúját a $10\,\mathrm{cm}^3$-es jelhez állítottuk. A végét gumidugóval lezárjuk. A dugattyú lassú kihúzásával a térfogatot $25\,\mathrm{cm}^3$-re növeljük. A kezdeti nyomást vegyük 100 kPa-nak! Mekkora lett a nyomás? A hőmérséklet változását ne vegyük figyelembe!

5.36. | Nyomásmérővel ellátott kerékpárpumpában $400\,\text{cm}^3$ levegő van. Pumpáláskor a szelep 160 kPa nyomásnál nyit. Mekkora ebben az esetben a pumpában levő levegő térfogata? (A hőmérséklet legyen állandó, a kezdeti nyomás 100 kPa.)

5.37. | A tanterem levegőjének hőmérséklete 8 °C. Alapterülete $10\,\text{m} \times 6\,\text{m}$, magassága 3 m. Mekkora térfogatú levegő távozott a szabadba, ha 22 °C-ra melegítettük?

5.38. | Vízszintes, egyik végén zárt hengerben könnyen mozgó dugattyú levegőt zár be. Ha hűtjük, azt tapasztaljuk, hogy a hőmérséklete 60 °C-ról 10 °C-ra csökken. Mekkora lesz a térfogata, ha kezdetben $50\,\text{cm}^3$ volt?

5.39. | Egy léggömbben lévő levegő térfogata $14\,\text{m}^3$. Melegítés hatására a térfogata állandó nyomáson $16\,\text{m}^3$-re nőtt, és a hőmérséklete 36 °C. Mekkora volt a hőmérséklete a melegítés előtt?

5.40. | Egy borotvahabot tartalmazó, hajtógázzal működő palack kiürült. Reggel 14 °C-on kint hagytuk a kerti asztalon. Napközben a tűző napra került, a hőmérséklete 30 °C lett. Mennyi lett a palackban a nyomás, ha kezdetben 100 kPa volt?

5.41. | Egy zárt gázpalackot télen a 23 °C-os lakásból kivittünk a szabadba. A nyomásmérő azt mutatta, hogy a nyomás $3,2 \cdot 10^5\,\text{Pa}$-ról $2,84 \cdot 10^5\,\text{Pa}$-ra csökkent. Mennyi volt a külső hőmérséklet?

5.42. | A munkások azt tapasztalták, hogy a gáztartályban a nyomás 6%-kal nőtt. Mekkora lett a hőmérséklete, ha kezdetben 7 °C volt, és jól szigetelt a kamra?

5.43. | Egy tartályról leesett a térfogatot jelző címke. A fizikaszakkör tanulói azt a feladatot kapták, hogy határozzák meg a térfogatát. Tudták, hogy 2 kg hélium van benne, a hőmérsékletét 22 °C-nak, a nyomását 49 MPa-nak mérték. Mekkora a tartály térfogata?

5.44. | A kémiaszertárban 15 literes tartályban 4 kg oxigén van. A tartályra szerelt nyomásmérő elromlott. Számítsuk ki az oxigén nyomását, ha a hőmérséklete 24 °C!

5.45. | Mekkora a tanterem hőmérséklete, ha a 30 l-es nitrogénpalackon lévő nyomásmérő 20,3 MPa-t mutat? A nitrogén tömege 7 kg.

5.46. | A $12\,\text{cm}^3$ térfogatú villanykörtében (izzólámpában) kriptongáz van. Vegyük az átlaghőmérsékletet 125 °C-nak. Az izzóban $9,6 \cdot 10^2\,\text{Pa}$ a nyomás. Mekkora a gáz tömege?

5.47. | A kémiaszakkör tanulóitól azt kérte a tanáruk, hogy számítással határozzák meg, hány mol gáz van a tartályban. A tartály térfogata 25 liter, a nyomásmérő 7,8 MPa-t mutat, a hőmérséklet 20 °C. Mi a helyes eredmény?

5.48. | Péter azt a házi feladatot kapta, hogy számítsa ki, mekkora tömegű oxigén van a tűzoltók 12 literes palackjában. Az oxigén nyomása 15 MPa, hőmérséklete 30 °C. Mi a helyes eredmény?

5.49. | A motorkerékpár 30 literes tömlőjében a reggel 15 °C-on mért nyomás 150 kPa. Tulajdonosa a forró aszfaltúton hagyta, ahol a hőmérséklet 42 °C. A gumitömlőben mért nyomás 170 kPa. Mekkora lett a tömlő térfogata?

5.50. | A személygépkocsi 45 literes gumitömlőjében a nyári melegben, 40 °C-on mért nyomás 260 kPa. Hajnalban a hőmérséklet 25 °C-ra csökkent, a tömlő térfogata 44,8 liter lett. Mekkora nyomás mérhető a gumitömlőben?

5.51. | Meteorológiai vizsgálatokhoz használt rugalmas hőlégballont héliummal töltöttek meg, majd felengedték. Nagy magasságban lévő felhőben haladt, ahol a hőmérséklet −35 °C, a hőlégballon térfogata $8\,m^3$, a hélium nyomása $1,2 \cdot 10^4\,Pa$ volt. Mekkora a hőmérséklet a Földre való visszatéréskor, ha a térfogata $1,18\,m^3$, a nyomás pedig $10^5\,Pa$?

5.52. | Állandó tömegű ideális gáz térfogata 10%-kal csökken, nyomása 30%-kal nő. Mekkora lesz a hőmérséklete, ha eredetileg 26 °C volt?

5.53. | Állandó tömegű ideális gáz térfogata 25%-kal nő, nyomása 18%-kal csökken. Mekkora lesz a hőmérséklete, ha eredetileg 15 °C volt?

5.54. | Állandó tömegű ideális gáz kelvinben mért hőmérséklete 22%-kal csökken, nyomása 16%-kal nő. Mekkora lesz a térfogata, ha eredetileg $44\,dm^3$ volt?

5.55. | Állandó tömegű ideális gáz kelvinben mért hőmérséklete 33%-kal nő, térfogata 21%-kal csökken. Mekkora lesz a nyomása, ha eredetileg 155 kPa volt?

Gyakorlófeladatok

5.56. | Az acél csapágygolyó átmérője 10 °C-on pontosan 12 mm. A csapágyat tartalmazó acél gépalkatrész működés közben 65 °C-ra melegszik.

a) Mekkora lesz a csapágygolyó átmérője?

b) Hány ezrelékkel csökkent a csapágygolyó sűrűsége? ($\alpha = 1,3 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{K}$)

5.57. | A 20 °C-os raktárban tárolt alumíniumcsövek sűrűsége $2700\,\frac{kg}{m^3}$.

a) Mennyi lesz a sűrűségük, ha 250 °C-ra melegítjük azokat?

b) Hány °C-on lesz a sűrűségük $2680\,\frac{kg}{m^3}$? ($\alpha = 2,39 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{K}$)

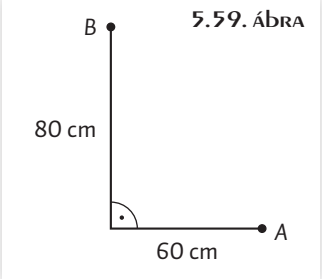
5.58. | Építkezésnél használt gerenda hosszúságának megváltozása 55 °C hőmérséklet-változás hatására 0,06% lesz.

a) Mekkora a gerenda anyagának hőtágulási együtthatója?

b) Milyen anyagból készülhetett a gerenda?

c) Mekkora hőmérséklet-változás hatására lenne a hosszúság megváltozása 0,05%?

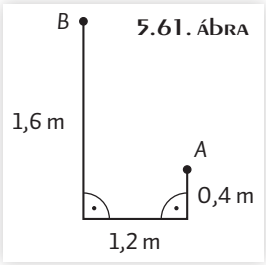
5.59. | Bronzból készült, derékszögben hajlított huzal látható a rajzon. A hőmérséklete 60 °C-ról 5 °C-ra csökken. Milyen távolságban van 5 °C-on egymástól az *A* és *B* pont? ($\alpha = 1,75 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{K}$)



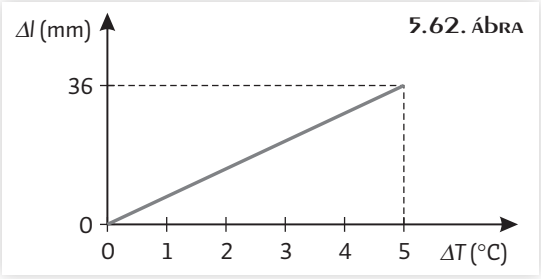
5.59. ábra

5.60. | Alumíniumból és rézből készült huzalt összeforrasztunk, hosszuk különbsége 18 cm. A huzalokat melegítve azt tapasztaljuk, hogy hosszúságuk különbsége nem változik. Milyen hosszúak voltak? ($\alpha_{Cu} = 1,6 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{K}$; $\alpha_{Al} = 2,4 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{K}$)

5.61. | Acélcsőből készült, építkezésnél használt állványzat egyes elemei láthatók a rajzon szerelés közben. Milyen messze lesz egymástól az *A* és *B* pont, ha szerelés közben a hőmérséklet 12 °C-ról 20 °C-ra nő? ($\alpha = 1{,}3 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

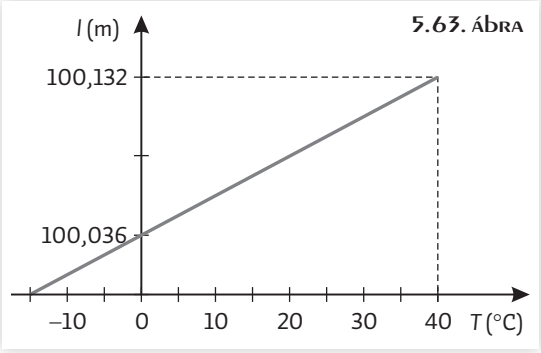


5.61. ábra



5.62. ábra

5.62. | A grafikon 400 m hosszúságú fémhuzal hosszváltozását mutatja a hőmérséklet-változás függvényében. Számítsuk ki a huzal lineáris hőtágulási együtthatóját!



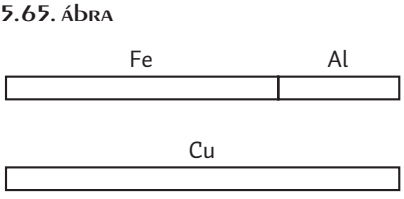
5.63. ábra

5.63. | A grafikonon egy fémhuzal hosszúságának változását ábrázoltuk a hőmérséklet változásának függvényében. A huzal −15 °C-on 100 m hosszú.

- **a)** Mekkora a fémhuzal lineáris hőtágulási együtthatója ?
- **b)** Milyen fémből készült a huzal?
- **c)** Milyen hosszú a huzal 10 °C-on?

5.64. | Egy alumíniumból készült téglatest méretei 8 °C-on 15 cm, 25 cm és 35 cm. Menynyivel változnak meg az élei, a felszíne és a térfogata, ha 35 °C-ra nő a hőmérséklete? ($\alpha = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

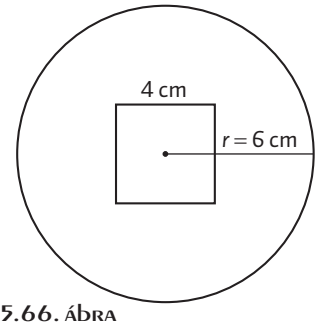
5.65. | Vasból készült tengelyhez alumíniumból készült tengelyt forrasztottak. Együttes hosszuk 10 °C hőmérsékleten 60 cm. A két fémből készült tengely melegítés hatására úgy tágul, mintha az egész rézből készült volna. Milyen hosszú a vas-, illetve az alumíniumtengely? ($\alpha_{\mathrm{Fe}} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$; $\alpha_{\mathrm{Al}} = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$; $\alpha_{\mathrm{Cu}} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)



5.65. ábra

5.66. | A rajzon látható kör alakú rézlemezből kivágunk egy négyzet alakú részt. Kivisszük a 18 °C-os pincéből a napsütötte udvarra, ahol a hőmérséklete 36 °C-os. ($\alpha = 1{,}6 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{K}}$)

- **a)** Mekkora lesz a négyzet kerülete, illetve a kör területe?
- **b)** Vátozik-e a melegítés hatására a négyzet, illetve a kör területének az aránya?



5.66. ábra

5.67. | Acélból készült tengely átmérője 314 mm. Alumíniumból készült vékony gyűrű belső átmérője 313,6 mm. Mindkét alkatrész hőmérséklete 20 °C.

a) Hány °C-ra kell hűteni a tengelyt, hogy a gyűrűt rá lehessen húzni?
b) Hány °C-ra kell melegíteni a gyűrűt, hogy a tengelyre rá lehessen húzni?
c) Rá lehet-e húzni a gyűrűt a tengelyre, ha mindkét alkatrészt együtt melegítjük vagy hűtjük? Mekkora ez a hőmérséklet?

($\alpha_{\text{acél}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$; $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$)

5.68. | Alumíniumhuzal hossza −20 °C-on 42,4 cm. Egy acélhuzal hossza −20 °C-on 42,6 cm. Mekkora hőmérsékletre kell melegíteni a huzalokat, hogy a hosszúságuk egyenlő legyen? ($\alpha_{\text{acél}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$; $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$)

5.69. | Alumíniumhuzal hossza 180 °C-on 54,2 cm. Egy acélhuzal hossza 180 °C-on 54,4 cm. Mekkora hőmérsékletre kell hűteni a huzalokat, hogy a hosszúságuk egyenlő legyen? ($\alpha_{\text{acél}} = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$; $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$)

5. 70. | Henger alakú, bronzból készült tárgy átmérője 6 cm, magassága 80 cm. A 22 °C hőmérsékletű kiállítóteremből levitték a múzeum pincéjébe, ahol a hőmérséklet 10 °C.

a) Mekkora lett a térfogata?
b) Mekkora lett a felszíne? ($\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C}$)

5.71. | A testeknek a felszíne vagy a térfogata változik-e meg nagyobb mértékben azonos hőmérséklet-változás hatására? A kérdést számítással célszerű eldönteni.

a) Melegítés hatására egy test felszíne 1,2%-kal nőtt. Hány %-kal nőtt a térfogata?
b) Hűtés hatására egy test térfogata 2,6%-kal csökkent. Hány %-kal csökkent a felszíne?

5.72. | A 10 m hosszú, 3 cm átmérőjű vaskorlátot 30 °C hőmérsékleten a két végén rögzítették. Mekkora erő ébred a rögzítési pontokban, ha éjszaka a hőmérséklet 18 °C-ra csökken? Tételezzük fel, hogy a rögzítési pontok közötti távolság nem változik! ($E = 2,1 \cdot 10^{11} \frac{N}{m^2}$; $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$)

5.73. | Egy 8 m hosszú, 55 cm^2 keresztmetszetű, 15 °C hőmérsékletű acélgerendát építettek két fal közé. Mekkora feszítőerő keletkezik a gerendában 32 °C hőmérsékleten, ha a falak megakadályozzák a gerenda tágulását? ($E = 2,1 \cdot 10^{11} \frac{N}{m^2}$; $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$)

5.74. | Vékony alumíniumlemez területe a 10 °C-os raktárban 3,2 m^2. Mekkora lesz a területe, ha szállítás közben, a tűző napon 32 °C-ra melegszik? Mekkora hőmérséklet-változás hatására csökkenne a területe 0,15%- kal? ($\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$)

5.75. | A villanytűzhely vasból készült melegítőlapjának átmérője 22 °C hőmérsékleten 12 cm.

a) Mekkora lesz a területe főzés közben 180 °C hőmérsékleten?
b) Mekkora volt a hőmérséklet-változás, ha a területének változása 0,38 cm^2?

($\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$)

5.76. | Alkoholos hőmérőnk −30 °C-tól +60 °C-ig méri a hőmérsékletet. A skálacső hossza 20 cm, belső átmérője 0,3 mm.

a) Mekkora térfogatú a gömb alakú tartály?

b) Ha a hőmérőben lévő alkohol térfogata 150 mm^3, akkor hány °C hőmérsékletet mutat?

Az üveg tágulását ne vegyük figyelembe! ($\beta = 1{,}14 \cdot 10^{-3} \frac{1}{K}$)

5.77. | Ismeretlen folyadék hőtágulási együtthatóját szeretnénk meghatározni. Ezért az anyagból 400 ml-t töltünk 0 °C hőmérsékleten egy mérőhengerbe. Ha 25 °C-ra melegítjük, a térfogata 412 ml lesz. Számítsuk ki, hogy mekkora a folyadék hőtágulási együtthatója! A mérőhenger hőtágulását ne vegyük figyelembe!

5.78. | A tanulók kémiaórán a petróleum sűrűségét 20 °C-on 850 $\frac{kg}{m^3}$-nek mérték.

a) Mekkora lesz a sűrűsége 60 °C-on?

b) Hány °C-on lesz a sűrűsége 830 $\frac{kg}{m^3}$?

5.79. | Az alumíniumból készült 10 literes kannát 8 °C-os hőmérsékleten teletöltjük petróleummal. Mennyi petróleum folyna ki, ha a hőmérséklet 22 °C-ra emelkedne? ($\alpha = 2{,}4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$; $\beta = 0{,}96 \cdot 10^{-3} \frac{1}{K}$)

a) Az alumínium hőtágulását ne vegyük figyelembe!

b) Az alumínium hőtágulását is vegyük figyelembe!

5.80. | Az 1000 ml-es üveglombik 20 °C-os hőmérsékleten tele van sósavval (20%). Mennyi sósavat tölthetünk bele, ha 5 °C-ra lehűl? ($\beta = 3 \cdot 10^{-4} \frac{1}{K}$; $\alpha = 1{,}1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$)

a) Az üveg hőtágulását ne vegyük figyelembe!

b) Az üveg hőtágulását is vegyük figyelembe!

5.81. | A raktárban egy 20 literes kannát 15 °C-os hőmérsékleten teletöltöttünk alkohollal. Átvittük a 23 °C-os laboratóriumba, és azt tapasztaltuk, hogy 170 ml alkohol kifolyt.

a) Mekkora a kanna lineáris hőtágulási együtthatója?

b) Milyen anyagból készült a kanna?

($\beta_{alkohol} = 1{,}1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{°C}$)

5.82. | Fizikaszakkörön a tanulók a fonálinga lengésidejét tanulmányozták. $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, ahol *l* az inga hossza, *g* a gravitációs gyorsulást jelöli, $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$. Az ingát 5 m hosszú, vékony acéldrótból készítették, amelyet reggel egy fa ágára rögzítettek, a hőmérséklet 15 °C volt. Reggel, majd délután is végeztek méréseket, amikor a hőmérséklet 25 °C volt. Kiszámították a lengésidőt a reggeli és a délutáni ingahosszal is.

a) Mekkora volt az eltérés?

b) Ha az elektromos mérőórájuk pontossága 0,001 másodperc, akkor mutatta-e az eltérést?

5.83. | Milyen anyagból készült a fonálinga, ha 20 °C hőmérséklet-emelkedés hatására 0,016%-kal nőtt a lengésideje? A fonálinga lengésideje: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, ahol *l* az inga hossza, *g* a gravitációs gyorsulást jelöli, $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$.

5.84. | Az ábrán állandó tömegű ideális gáz állapotváltozása látható.

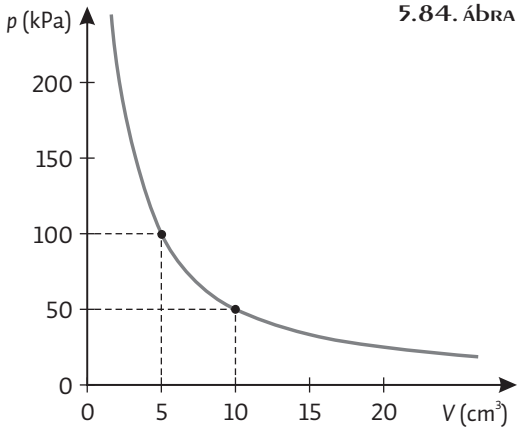
a) Milyen állapotváltozást láthatunk az ábrán?

Számítsuk ki az ábra adatait felhasználva, hogy

b) mekkora nyomás tartozik 15 cm^3-es térfogathoz!

c) mekkora térfogat tartozik 250 kPa nyomáshoz!

5.84. ábra



5.85. | Orvosi fecskendő dugattyúját a 25 cm^3-es jelhez állítottuk. A végét gumidugóval lezárjuk. A dugattyú lassú lenyomásával a térfogatot 10 cm^3-re nyomjuk össze. A kezdeti nyomást vegyük 100 kPa-nak. Ábrázoljuk a folyamatot nyomás-térfogat grafikonon, ha a fecskendőbe zárt levegő hőmérséklete nem változik!

5.86. | Állandó nyomáson az 1 mol normál állapotú gázt 200 °C-ra melegítjük. Ábrázoljuk a folyamatot térfogat-hőmérséklet grafikonon!

5.87. | A grafikonon állandó tömegű ideális gáz állapotváltozása látható.

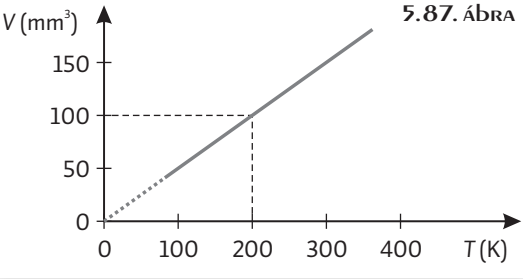
a) Milyen állapotváltozást láthatunk az ábrán?

Számítsuk ki az ábra adatait felhasználva, hogy

b) mekkora hőmérséklet tartozik 120 mm^3-es térfogathoz!

c) mekkora térfogat tartozik 330 K hőmérséklethez!

5.87. ábra



5.88. | Egy tartályban lévő normál állapotú gázt 250 °C-ra melegítünk. Ábrázoljuk a folyamatot nyomás-hőmérséklet grafikonon!

5.89. | A grafikonon állandó tömegű ideális gáz állapotváltozása látható.

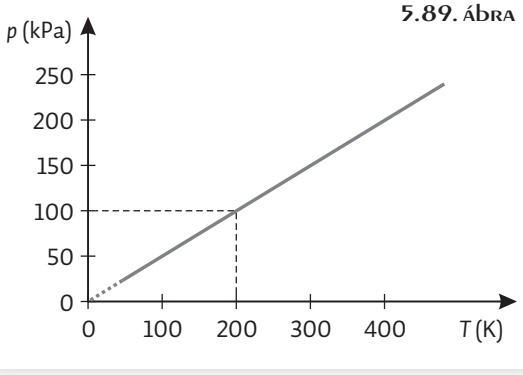
a) Milyen állapotváltozást láthatunk az ábrán?

Számítsuk ki az ábra adatait felhasználva, hogy

b) mekkora hőmérséklet tartozik 220 kPa nyomáshoz!

c) mekkora nyomás tartozik 310 K hőmérséklethez!

5.89. ábra



5.90. | Egy levegőbuborék térfogata a tó felszínén 6 mm^3. Mekkora volt a térfogata 5 m mélységben, ha a hőmérsékletet állandónak tekintjük?

5.91. | Az $1,2\,\text{dm}^2$ keresztmetszetű hengert könnyen mozgó, kezdetben rögzített dugattyú két részre osztja. A $2,5\,\text{dm}^3$ térfogatú részben 400 kPa nyomású, a $3,5\,\text{dm}^3$ részben 300 kPa nyomású, azonos minőségű és hőmérsékletű gáz van. Ha a dugattyú rögzítését megszüntetjük, akkor mennyit mozdul el? A hőmérséklet közben állandó maradt.

5.92. | A víztározó alján 12 m mélységben dolgozik egy búvár. Az általa kibocsátott légbuborék térfogata hányszorosára nő, amikor felérkezik a víz felszínére? A külső légnyomás 100 kPa, a víz sűrűsége $1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a hőmérsékletét tekintsük állandónak!

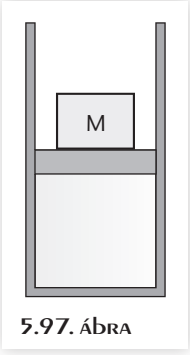
5.93. | A félig megtöltött műanyag palack a hűtőszekrényben behorpad. A jelenség magyarázata, hogy a palackban lévő levegő lehűl, a nyomása csökken. Mivel a palack nem szilárd anyagból készült, ezért a külső, nagyobb nyomás behorpasztja. A 15 °C-os raktárban 20 literes, műanyagból készült palackokat tároltak. Télen szállításkor azt tapasztalták, hogy behorpadtak, és térfogatuk 6%-kal csökkent. Mekkora volt a hőmérséklet szállítás közben?

5.94. | Vízszintes, egyik végén zárt hengerben könnyen mozgó dugattyú levegőt zár be. Ha hűtjük, azt tapasztaljuk, hogy a kelvinben mért hőmérséklete 0,78-szorosára változik. A térfogata 0,32 literrel csökken. Mekkora volt a levegő térfogata a hűtés előtt?

5.95. | A 8 g tömegű, normál állapotú hélium hőmérsékletét állandó nyomáson 60 °C-ra növeljük.

a) Mekkora lesz a térfogata?
b) Mennyivel változik meg a sűrűsége?
c) Ábrázoljuk a folyamatot térfogat-hőmérséklet grafikonon!
d) Ábrázoljuk a folyamatot nyomás-térfogat grafikonon!

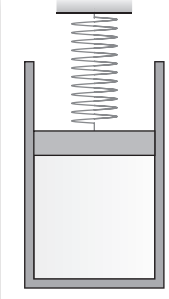
5.96. | Egy gáztartály 500 kPa túlnyomást bír ki. 100 kPa külső nyomáson és 18 °C hőmérsékleten feltöltötték gázzal, ekkor a tartályban a nyomás 400 kPa. Kísérleti kamrába viszik, ahol a légnyomás 40%-a a külső nyomásnak. Hány °C-ra melegedhet a tartály, hogy ne robbanjon fel?



5.97. ábra

5.97. | Egy gáztartályt dugattyúval ellátott henger zár le. A henger keresztmetszetének területe $30\,\text{cm}^2$, a dugattyú tömege 120 g. A tartályban lévő gáz nyomása 120 kPa, a hőmérséklete 15 °C. Mekkora hőmérsékletre melegíthetjük a gázt, ha a dugattyúra helyezett 3 kg tömegű test megakadályozza az elmozdulást?

5.98. | A gáztartály tetején dugattyúval ellátott henger található. A dugattyú keresztmetszetének területe $40\,\text{cm}^2$, tömege 100 g. A tartályban lévő gáz nyomása 100 kPa, hőmérséklete 10 °C. A gáz hőmérséklete 22 °C-ra emelkedik. A dugattyú elmozdulását rugóval akadályozzák meg. Mekkora rugalmas erő keletkezik a rugóban?


5.98. ábra

5.99. | Meteorológiai vizsgálatokhoz használt rugalmas hőlégballont héliummal töltöttek meg. Nagy magasságban lévő felhőben haladva, ahol a hőmérséklet −25 °C, térfogata $8\,\text{m}^3$, a hélium nyomása $1,8 \cdot 10^4\,\text{Pa}$. A Földre való visszatéréskor mekkora a térfogata, ha a hőmérséklet 20 °C, a nyomás pedig 100 kPa?

5.100. | A gázgyárban a $80\,\mathrm{dm}^3$-es palackokba 14 kg nitrogéngázt töltöttek. A gáz nyomása $1{,}56 \cdot 10^7\,\mathrm{Pa}$.

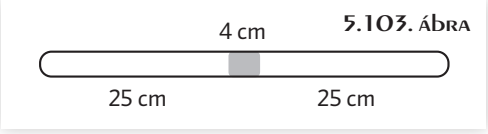
a) Mekkora hőmérsékleten történt a töltés?

b) Mennyi gázt használtak el a palackból 20 °C hőmérsékleten, ha a nyomása $1{,}24 \cdot 10^7\,\mathrm{Pa}$-ra csökkent?

5.101. | A tenger felszíne alatt 30 m mélységben egy légbuborék keletkezett, a hőmérséklet 8 °C. A buborék felemelkedik a vízben, és a felszín alatt 12 m-rel a térfogata 1,84-szorosára nő. Mekkora ebben a mélységben a víz hőmérséklete? A víz felszínén a légnyomás 100 kPa, a tengervíz sűrűsége $1025\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.

5.102. | Péter kis darab száraz tengeri szivacsot talált a fiókjában. Azon tanakodott, hogyan lehetne meghatároznia a szivacsdarabot alkotó anyag térfogatát. Testvére, Tamás orvosi fecskendő hengerébe helyezte a szivacsot. Amikor a dugattyú a $30\,\mathrm{cm}^3$-es jelnél van, a nyomás 100 kPa. A dugattyút lassan a $20\,\mathrm{cm}^3$-es jelhez tolta, ekkor a nyomás 160 kPa lett. Számítsuk ki a szivacsot alkotó anyag térfogatát! A hőmérsékletet tekintsük állandónak!

5.103. | Az ábrán látható vízszintes üvegcső mindkét végét beforrasztották, a közepén 4 cm hosszú higanycsepp van. A higanycsepp mindkét oldalán a 25 cm hosszú gázoszlop nyomása 120 kPa. Függőleges helyzetbe fordítva milyen irányba és mennyit mozdul el a higanycsepp? A hőmérsékletet tekintsük állandónak!

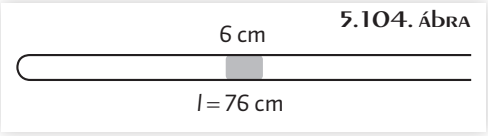


5.103. ábra

5.104. | Állandó keresztmetszetű, vízszintes helyzetű, 76 cm hosszú, vékony üvegcső közepén 6 cm hosszú higanycsepp van. A cső egyik vége zárt. A higanycsepp mindkét oldalán a nyomás 100 kPa. Az ilyen csövet szokás Melde-csőnek nevezni, *Franz Melde* német fizikusra emlékezve. Milyen hosszú lesz a higanycsepp által bezárt levegőoszlop, ha a csövet függőleges helyzetbe fordítjuk

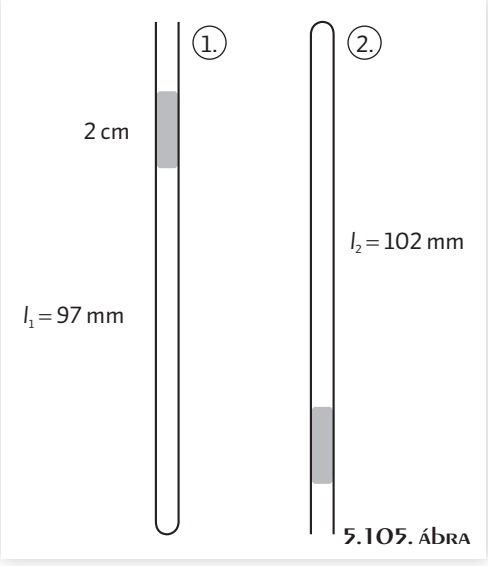
a) nyitott végével lefelé?

b) nyitott végével felfelé?

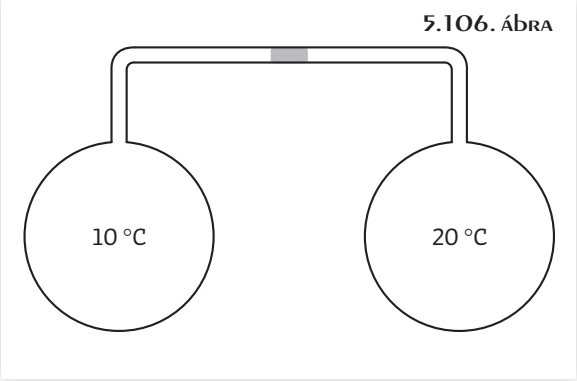


5.104. ábra

5.105. | Az ábrán látható Melde-csőben 2 cm hosszú higanycsepp levegőt zár be. Az 1-es helyzetben a levegőoszlop hossza 97 mm, a 2-es helyzetben 102 mm. Mekkora a külső nyomás, azaz a levegő nyomása? A hőmérséklet állandó!



5.105. ábra



5.106. ábra

5.106. | Két azonos térfogatú üvegpalackot vízszintes üvegcsővel kötöttünk össze. A csőben középen lévő higanycsepp egyensúlyban van, amikor a bal oldali lombikban 10 °C, a jobb oldaliban 20 °C hőmérsékletű a bezárt levegő. Elmozdul-e a higanycsepp, ha mindkét lombikban 30 °C-kal emelkedik a hőmérséklet? Milyen irányba mozdul el?

5.107. | Mekkora nyomáson egyezik meg a 17 °C hőmérsékletű nitrogén sűrűsége a 20 °C hőmérsékletű, $1{,}2 \cdot 10^5$ Pa nyomású oxigén sűrűségével?

5.108. | Kálmán bácsi hajnalban ment dolgozni a munkahelyére. Autógumijának nyomását 220 kPa-nak mérte, a hőmérséklet 16 °C volt. Délután két óra után, a hazaindulás előtt, amikor a hőmérő 35 °C-ot mutatott, újra megmérte a gumiabroncsokban a nyomást, amely nagyobb volt a hajnalban mért értéknél. Kálmán bácsi hány százalékát engedte ki a gumiabroncsban lévő levegőnek, ha a nyomás újra 220 kPa lett? Este a levegő lehűlt, a hőmérséklet 22 °C lett. Mekkora lett az autógumiban a nyomás? Mindkét esetben tekintsünk el a gumiabroncs térfogatának változásától! A külső nyomás 100 kPa.

5.109. | Két tartályban, amelyek csővel vannak összekötve, azonos gáz található, hőmérsékletük egyenlő. Az egyik tartály térfogata $80\,\text{dm}^3$, a benne lévő gáz nyomása 300 kPa. A másik tartály térfogata $12\,\text{dm}^3$, a benne lévő gáz nyomása 400 kPa. A csövön lévő csap megnyitása után a nyomások kiegyenlítődnek, de a hőmérséklet nem változik. Mekkora lesz a közös nyomás?

Tesztek

5.110. | A következő mértékegység átváltások közül melyik hibás?

A) $150\,°\text{C} = 423\,\text{K}$.
B) $-40\,°\text{C} = 233\,\text{K}$.
C) $124\,°\text{C} = 387\,\text{K}$.

5.111. | Réka és Tamás azon vitatkoznak, ha a hőmérséklet 20 °C-kal nő a Celsius-skálán, akkor mekkora a hőmérséklet-változás a Kelvin-féle skálán. Melyik állítás igaz?

A) A Kelvin-skálán 20 K-nel nő a hőmérséklet.
B) A Kelvin-skálán 20 K-nél nagyobb mértékben nő a hőmérséklet.
C) A Kelvin-skálán 20 K-nél kisebb mértékben nő a hőmérséklet.

5.112. | A rézből készült fémhuzalnak melegítés hatására megváltozik a hossza. A következő állítások közül melyik hamis?

A) A hosszváltozás fordítottan arányos a hőmérséklet-változással.
B) A hosszváltozás egyenesen arányos a kezdeti hosszúsággal.
C) A hosszváltozás egyenesen arányos a hőmérséklet-változással.

5.113. | Egy tartályban lévő folyadék hőmérséklete a Celsius-skálán mérve a felére csökkent. Melyik állítás igaz?

A) A Kelvin-skálán mérve is felére csökkent a hőmérséklet.
B) A Kelvin-skálán mérve 273-ad részére csökkent a hőmérséklet.
C) Lehetetlen, hogy a Kelvin-skálán mérve is a felére csökkent a hőmérséklet.

5.114. | A felsorolt tudósok közül kinek nem fűződik a nevéhez az ideális gázok állapotváltozását leíró törvény?

A) Robert Boyle.
B) Antoine Réaumur.
C) Edme Mariotte.

5.115. | A befőttesüveget teletöltjük forró lekvárral (kb. 120 °C), majd lezárjuk. Hagyjuk lassan kihűlni (dunsztolás). Miért nehéz kinyitni? A következő válaszok közül melyik hatás a legerősebb?

A) A tető anyagának nagyobb a hőtágulási együtthatója, mint az üvegnek, ezért „ráhúzódik" az üvegre.
B) A lekvár fölött légritkított tér keletkezik, és a külső légnyomás nagy erőt fejt ki a tetőre.
C) Nagy a súrlódás a befőttesüveg és a tető között.

5.116. | A következő állítások a víz 4 °C-on mérhető térfogatára, illetve sűrűségére vonatkoznak. Melyik állítás hamis?

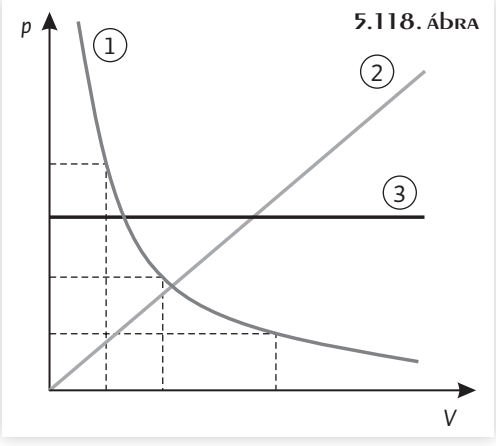
A) 4 °C-on legnagyobb a víz sűrűsége.
B) 4 °C-on legkisebb a víz sűrűsége.
C) 4 °C-on legkisebb a víz térfogata.

5.117. | Adott tömegű ideális gáz térfogata állandó. Ha változtatjuk a hőmérsékletét, akkor változik a nyomása is. Melyik összefüggés igaz?

A) A gáz nyomása és a Celsius-skálán mért hőmérséklete között fordított arányosság van.
B) A gáz nyomása és a Kelvin-skálán mért hőmérséklete között egyenes arányosság van.
C) A gáz nyomása és a Kelvin-skálán mért hőmérséklete között fordított arányosság van.

5.118. | A grafikonon különböző gázok állapotváltozásait ábrázoltuk nyomás-térfogat diagramon. Melyik az igaz állítás?

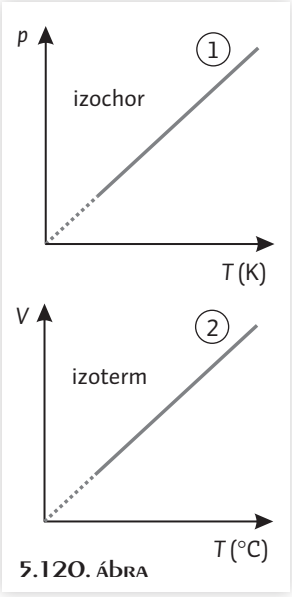
A) Az 1-es grafikon izoterm állapotváltozás.
B) A 2-es grafikon izobár állapotváltozás.
C) A 3-as grafikon izochor állapotváltozás.



5.118. ábra

5.119. | Az 1-es tartályban 16 mol hélium, a 2-es tartályban 2 mol oxigén van. Mi igaz a tartályban lévő gázok tömegére?

A) Az 1-es tartályban lévő gáz tömege nagyobb.
B) A két tartályban lévő gáz tömege egyenlő.
C) Az 2-es tartályban lévő gáz tömege nagyobb.



5.120. ábra

5.120. | A grafikonon ideális gázok állapotváltozásait ábrázoltuk. Melyik ábrázolás helyes?

A) Mindkettő jó.
B) A 2-es jó, az 1-es rossz.
C) Az 1-es jó, a 2-es rossz.
D) Mindkettő rossz.

5.121. | Rugalmas falú tartályban állandó tömegű ideális gázt tárolnak. 30%-kal nő a nyomása, és 30%-kal csökken a kelvinben mért hőmérséklete. Melyik az igaz állítás?

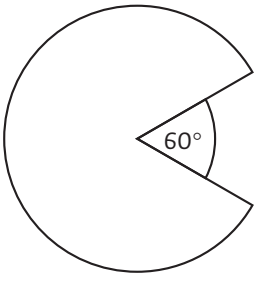
A) Nem változik a térfogata.
B) Nő a térfogata.
C) Csökken a térfogata.

5.122. | Merev falú tartályban 10 kg hidrogéngázt tárolnak állandó hőmérsékleten. A gázt elhasználják. Az újratöltésnél 10 kg oxigén kerül a palackba ugyanazon hőmérsékleten. Melyik az igaz állítás?

A) Nem változik a nyomása.
B) Csökken a nyomása.
C) Nő a nyomása.

5.123. | Kör alakú alumíniumlemezre 20 °C hőmérsékleten négyzet alakú lyukat vágtak. Ha a hőmérsékletet 10 °C-ra csökkentjük, akkor melyik állítás hamis?

A) A kör területe csökken, a négyzet területe nem.
B) Amilyen arányban csökken a négyzet területe, olyan arányban csökken a kör területe.
C) Amennyi %-kal csökken a kör területe, annyi %-kal csökken a négyzet területe is.



5.124. ábra

5.124. | Az ábrán rézlemezből kivágott körcikk látható. A hőmérsékletét 23 °C-kal megnöveljük. Melyik az igaz állítás?

A) A 60°-os szög nagyobb lesz.
B) A 60°-os szög nagysága nem változik.
C) A 60°-os szög kisebb lesz.

5.125. | Olyan hőmérőt készítettek, amelyben víz a hőmérsékletet mérő folyadék. A következő állítások közül melyik hamis?

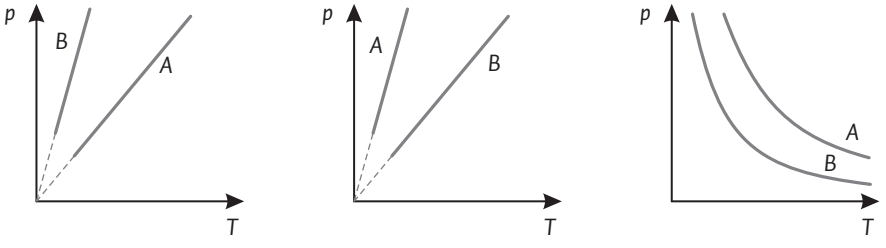
A) Ez a hőmérő az 5 °C-os és a 3 °C-os hőmérsékletet azonosnak mutatná.
B) 0 °C és 8 °C között a hőmérőn leolvasott érték hamis hőmérsékletet mutatna.
C) A vízzel készült hőmérővel is pontosan lehet hőmérsékletet mérni.

5. 126. | A normál állapotú nitrogéngáz sűrűsége jó közelítéssel hétszerese a normál állapotú héliumgáz sűrűségének. Ha a nitrogéngáz és a héliumgáz hőmérséklete egyenlő, akkor a következő állítások közül melyik igaz?

A) A héliumgáz és a nitrogéngáz sűrűsége egyenlő, ha a héliumgáz nyomása hétszerese a nitrogéngáz nyomásának.
B) A héliumgáz és a nitrogéngáz sűrűsége egyenlő, ha a nitrogéngáz nyomása hétszerese a héliumgáz nyomásának.
C) A héliumgáz és a nitrogéngáz sűrűsége egyenlő, ha a nitrogéngáz nyomása egyenlő a héliumgáz nyomásával.

5. 127. | Két tartály térfogata egyenlő, mindegyikbe ugyanazt a gázt töltötték. Az *A* tartályba *m* tömegű, a *B* tartályba 3 m tömegű gázt töltöttek. Ha állandó térfogaton melegítjük mindkét gázt, akkor a következő grafikonok közül melyik ábrázolja helyesen a folyamatot?

A) Az 1. grafikon.
B) A 2. grafikon.
C) A 3. grafikon.



5.127. ábra 1. 2. 3.

5. 128. Egy ingaórát szobahőmérsékleten (20 °C) pontosan beállítottak. Melyik igaz az alábbi válaszok közül?

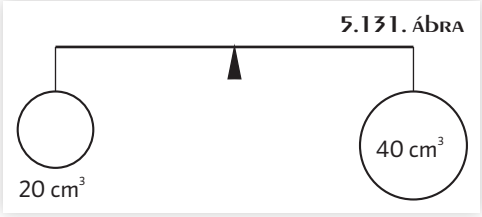
A) 30 °C-os hőmérsékleten siet, 10 °C hőmérsékleten késik.
B) Pontos marad 30 °C-os hőmérsékleten és 10 °C hőmérsékleten is.
C) 30 °C-os hőmérsékleten is és 10 °C hőmérsékleten is siet.

Esszékérdések

5.129. | *Miért veszélyes a benzinnel teli zárt kannát a tűző napra tenni?*
Hogyan változik a szilárd és folyékony anyagok térfogata, ha megváltoztatjuk a hőmérsékletüket? Milyen összefüggéseket ismer a térfogatváltozás és az eredeti térfogat, illetve a hőmérséklet-változás között? Értelmezze a térfogati vagy köbös hőtágulási együtthatót! Hasonlítsa össze a szilárd és folyékony anyagok hőtágulási együtthatóját! Ismertessen egy olyan kísérletet, amellyel ismeretlen folyadék hőtágulási együtthatóját lehet meghatározni! Válaszoljon a címben feltett kérdésre! Mondjon egy-egy példát a szilárd és folyékony anyagok hőtágulására a mindennapokból!

5.130. | *Egyesített gáztörvény. Az ideális gázok állapotegyenlete*
Milyen fizikai mennyiségekkel jellemezhető az ideális gázok állapota? Melyek az extenzív, illetve az intenzív állapothatározók? Értelmezze az egyesített gáztörvényt! Határozza meg számítással az egyetemes gázállandót az 1 mol normálállapotú gáz adataiból! Mondjon legalább két példát az egyesített gáztörvény alkalmazására! Értelmezze az Avogadro-számot! Milyen összefüggés van az Avogadro-szám, a Boltzmann-állandó és az egyetemes gázállandó között? Mikor lehet egy tartályban tárolt gáz anyagi minőségét az állapotegyenlet segítségével meghatározni?

Kihívást jelentő feladatok



5.131. ábra

5.131. | Nagyon érzékeny egyenlő karú mérleg egyik oldalára 20 cm^3 térfogatú vasgolyót akasztottunk. A másik karjára 40 cm^3 térfogatú golyót helyeztünk. A mérleg 102 kPa nyomáson és 10 °C hőmérsékleten egyensúlyban van.

a) Mekkora a 40 cm^3 térfogatú golyó sűrűsége?

b) Merre billen el a mérleg, ha a hőmérséklet 20 °C-ra emelkedik, de a nyomás nem változik?

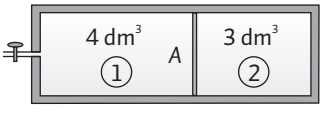
c) Merre billen el a mérleg, ha a nyomás 100 kPa-ra csökken, de a hőmérséklet nem változik?

A golyók hőtágulását ne vegyük figyelembe!

5.132. | Matematikai inga (fonálinga) vékony rézdrótból készült. Egy adott időtartam alatt, 10 °C hőmérsékleten 100 lengést végez.

a) Ha nő a hőmérséklet, akkor csökken vagy nő a lengésideje? A választ indokoljuk!

b) Hány °C-ra kellene felmelegíteni a rézdrótot, hogy az adott időtartam alatt 99 lengést végezzen?



5.133. ábra

5.133. | Az ábrán látható tartályt egy súrlódásmentesen mozgó, elhanyagolható tömegű, *A* keresztmetszetű dugattyú két részre osztja: 4 dm^3 és 3 dm^3 gáz van az egyes részekben. Kezdetben mindkét részben a gáz nyomása 200 kPa. A dugattyú keresztmetszete 230 cm^2. Az 1-es tartályból lassan kiengedjük a gáz egyharmad részét, közben a gáz hőmérséklete egyik részben sem változik.

a) Mekkora lesz a dugattyú elmozdulása?

b) Mekkora lesz a nyomás a két részben a gáz kiengedése után?

6. | Termodinamika

Alapozófeladatok

A gáz nyomása, hőmérséklete

6.1. | Egy üresnek vélt gázpalackban 12 g neont találtak.
a) Mennyi a gáz anyagmennyisége?
b) Hány atom van a palackban?

6.2. | Az oxigénpalackba 4 kg gázt töltöttek.
a) Mennyi a gáz anyagmennyisége?
b) Hány molekula van a palackban?

6.3. | A fizikaórán a tanulók kiszámították, hogy a nitrogéntartályban $4,2 \cdot 10^{26}$ db molekula van. Mekkora a gáz tömege?

6.4. | Péter, a kis fizikus az Avogadro-szám felhasználásával számította ki egy neonatom tömegét. A számítást 1 mol neonnal kezdte. Mekkora értéket kapott?

6.5. | A raktárban az 5 literes gázpalackban a nyomás 160 kPa. A gáz hőmérséklete 20 °C. Hány gázrészecske van a palackban?

6.6. | Tamás, a kis fizikus kiszámította, hogy a 10 literes gázpalackban $2,5 \cdot 10^{25}$ db részecske található. Mekkora a gáz nyomása, ha a hőmérséklete 17 °C?

6.7. | A fizikaszakkörön, számítással, meghatározták, hogy a 15 literes gázpalackban $8,2 \cdot 10^{23}$ db részecske van. Mekkora a gáz hőmérséklete, ha a nyomása 226 kPa?

6.8. | Péter, aki nagyon szereti a fizikai problémák megoldását, kiszámította, hogy a gáztartályban $5,4 \cdot 10^{25}$ db részecske található. A nyomásmérő 250 kPa-t mutat. Mekkora a tartály térfogata, ha a gáz hőmérséklete 17 °C?

6.9. | A műhelyben található $2\,m^3$-es gáztartályba 30 kg gázt töltöttek. Mekkora a részecskék átlagos sebessége, ha a gáz nyomása 230 kPa?

6.10. | A kémiaszertárban tárolt hidrogénpalackban 1,1 kg gáz van. A hidrogénmolekulák átlagos sebessége $180\,\frac{m}{s}$. Mekkora a palack térfogata, ha a nyomás 2,4 MPa?

6.11. | A 15 literes oxigénpalackra szerelt nyomásmérő elromlott. A gázrészecskék átlagos sebessége $120\,\frac{m}{s}$. Mekkora a nyomás, ha 0,5 kg gáz van a palackban?

6.12. | A hegesztőműhelybe 20 literes gázpalackot hoztak. A gáz nyomása 7,4 MPa, a gázrészecskék átlagos sebessége $200\,\frac{m}{s}$. Mekkora tömegű gáz van a palackban?

A gáz belső energiája, a hőtan I. főtétele

6.13. | Ha 120 g hélium belső energiája 130 kJ, akkor mekkora a hőmérséklete?

6.14. | A kémiaszertárban lévő nitrogénpalackban 8 kg 12 °C-os gáz van. Mekkora a belső energiája?

6.15. | A villanyégőket gyártó műhelyben az argongázt tartalmazó tartályban $3 \cdot 10^{24}$ db atom van. Mekkora a gáz belső energiája, ha a hőmérséklet 20 °C?

6.16. | A reklámcsöveket készítő üzemben a gázpalackban 150 mol neongáz van. Mekkora a belső energiája, ha a hőmérséklet 18 °C?

6.17. | Vízszintes, egyik végén zárt hengerben könnyen mozgó dugattyú oxigént zár be. Ha melegítjük, azt tapasztaljuk, hogy $1,8\,\text{dm}^3$-rel nő a térfogata állandó nyomáson. Mekkora a térfogati munka, ha a nyomás 120 kPa?

6.18. | A fizikaszertárban található oxigénpalackban a gáz belső energiája 150 kJ, a hőmérséklete 22 °C. Hány molekula van a tartályban?

6.19. | A részecskegyorsítónál használt héliumot tartalmazó tartály hőmérséklete 20 °C. Hány mol gáz van a tartályban, ha a belső energiája 240 kJ?

6.20. | A 15 literes oxigénpalackban tárolt gáz nyomása 180 kPa. Mekkora az oxigén belső energiája?

6.21. | A fizikaszertárban található gázpalackban a gáz belső energiája 240 kJ, a hőmérséklete 27,7 °C. Mekkora a szabadsági fok, ha 32 mol gáz van a palackban?

6.22. | A 10 literes gázpalackban tárolt gáz nyomása 120 kPa. Mekkora a szabadsági fok, ha a belső energia 3000 J?

6.23. | A villanyégőket gyártó műhelyben a gáztartályban $1,8 \cdot 10^{23}$ db részecske van. A gáz belső energiája 1099 J, a hőmérséklet 22 °C. Mekkora a szabadsági fok?

6.24. | Mekkora az ideális gáz egy részecskéjének átlagos haladási mozgási energiája, ha a gáz hőmérséklete 24 °C?

6.25. | Mekkora az ideális gázrészecskék hőmérséklete, ha átlagos haladási mozgási energiájuk $6,06 \cdot 10^{-21}$ J?

6.26. | Fizikaórán a tanulók egy gázrészecske tömegét az átlagos sebességből és a hőmérsékletből számították ki. Mekkora egy gázrészecske tömege, ha a hőmérséklete 27 °C és az átlagos sebessége $1926\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$?

6.27. | Mekkora az ideális gáz részecskéinek átlagos sebessége, ha egy részecske tömege $2,85 \cdot 10^{-26}$ kg és a gáz hőmérséklete 19 °C?

Állapotváltozások energetikai vizsgálata

6.28. | Vízszintes, egyik végén zárt hengerben könnyen mozgó dugattyú oxigént zár be. Ha melegítjük, azt tapasztaljuk, hogy állandó nyomáson a térfogati munka 260 J. Mekkora a térfogat megváltozása, ha a nyomás 140 kPa?

6.29. | Vízszintes, egyik végén zárt hengerben könnyen mozgó dugattyúval gázt zárunk be. Állandó nyomáson hűtjük, a térfogati munka 310 J. Mekkora a nyomás, ha a térfogat megváltozása $2,2\,\text{dm}^3$?

6.30. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben ideális gáz van, nyomása 180 kPa. Állandó nyomáson $8\,\text{dm}^3$ térfogatról $12\,\text{dm}^3$-re tágul. Mennyi a térfogati munka értéke?

6.31. | Hőszigetelt falú hengerben 1,5 kg 20 °C-os oxigén van. Adiabatikus folyamatban a hőmérséklete −10 °C-ra csökken. Az oxigén fajhője állandó térfogaton $653\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$.

a) Mekkora a belső energia megváltozása?
b) Mekkora a munkavégzés?

6.32. | Hőszigetelt falú hengerben 80 g 25 °C-os levegő van. Adiabatikus folyamatban a hőmérséklete 40 °C-ra nő. A levegő fajhője állandó térfogaton $710\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$.

a) Mekkora a belső energia megváltozása?
b) Mekkora a munkavégzés?

6.33. | Zárt tartályban szén-dioxid-gáz van. Tömege 10 kg, hőmérséklete 20 °C. Szállítás közben a hőmérséklete 35 °C-ra emelkedett. A szén-dioxid állandó térfogaton mért fajhője $632\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$.

a) Mekkora hőközlés történt a gázzal melegítés közben?
b) Mennyivel nőtt a szén-dioxid belső energiája?

6.34. | A 12 kg oxigént tartalmazó palack hőmérséklete 25 °C-kal nőtt. Mennyi hőmennyiséget vett fel a környezetéből, ha az oxigén fajhője állandó térfogaton $632\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$? Mekkora a hőkapacitása?

6.35. | A 8 kg nitrogént tartalmazó palack hőmérséklete 20 °C-kal csökkent. Mennyi hőt adott át a környezetének, ha a nitrogén fajhője állandó térfogaton $740\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$? Mekkora a hőkapacitása?

6.36. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben ideális gáz van. Melegítés közben a gáz állandó nyomáson 1200 J hőt vett fel a környezetétől. A hőmérséklete 28 °C-kal nőtt.

a) Mekkora a hőkapacitása?
b) Mekkora a fajhője, ha a tömege 110 g?

6.37. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben neongáz van. Melegítés közben a gáz állandó nyomáson 1800 J hőt vett fel a környezetétől. A hőmérséklete 28 °C-kal nőtt. Mekkora a tömege, ha a neon fajhője állandó nyomáson $1030\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}$?

6.38. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben 160 g levegő van. Hűtés közben a levegő állandó nyomáson 1650 J hőt adott át a környezetének. Mennyivel csökkent a hőmérséklete, ha a levegő fajhője állandó nyomáson 997 $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$?

A hőtan II. főtétele

6.39. | A hőerőgép 1200 J hőmennyiséget vesz fel a kazánból (magasabb hőmérsékletű hőtartály), és 800 J hőmennyiséget ad át a hűtőnek (alacsonyabb hőmérsékletű hőtartály). Mekkora a hőerőgép hatásfoka?

6.40. | A hőerőgép hatásfoka 22%. Mennyi hőt vett fel a kazánból, ha a hűtőnek leadott hő 1400 J?

6.41. | A hőerőgép hatásfoka 26%. Mennyi hőt adott le a hűtőnek, ha a kazánból felvett hő 1100 J?

6.42. | A hűtőgép 600 J hőmennyiséget von el a hűtőszekrény belső részéből, és 700 J hőmennyiséget ad le a környezetnek. Mekkora a jósági tényezője?

6.43. | A hűtőgép mekkora hőt von el a hűtőszekrény belsejéből, ha a jósági tényezője 5,4, és 900 J hőmennyiséget ad le a környezetnek?

6.44. | Egy nagyon mély tó vizének hőmérséklete a felszín közelében 22 °C, a mélyebb részen 8 °C. Számítsuk ki, hogy ideális esetben mekkora lenne a tó vizének hőjét hasznosító hőerőgép hatásfoka!

6.45. | A 21 °C hőmérsékletű tárgyalótermet 4 °C-os külső levegővel szeretnénk fűteni. Ideális esetben mekkora lenne a hőszivattyú jósági tényezője?

6.46. | A gőzturbinába áramló vízgőz hőmérséklete 500 °C. A kiáramló gőz 150 °C-ra hűl. Ideális esetben mekkora a turbina hatásfoka?

6.47. | Az erőműben alkalmazott turbina hatásfoka 55%. Hány °C-os gőzt vezettek a turbinába, ha a hűtőbe áramló vízgőz 120 °C, és feltételezzük, hogy a gőzturbina ideális hatásfokkal működik?

6.48. | Az erőműben alkalmazott hőerőgép hatásfoka 50%. A turbinába áramló vízgőz hőmérséklete 550 °C. Hány °C-os gőz áramlik a turbina utáni hűtőbe, ha feltételezzük, hogy a turbina ideális hatásfokkal működik?

6.49. | A műhely fűtésére hőszivattyút használunk. A külső levegő hőmérséklete 6 °C. Az ideális hőszivattyú jósági tényezője 19,6. Hány °C lesz a műhelyben a hőmérséklet?

6.50. | A 23 °C hőmérsékletű tanterem fűtésére hőszivattyút használtunk. Az ideálisnak képzelt hőszivattyú jósági tényezője 14,1. Hány °C volt a külső levegő hőmérséklete ebben a gondolatkísérletben?

Az anyagok hőkapacitása, fajhője

6.51. | A 20 literes kannában lévő 4 kg tömegű benzin hőmérséklete 12 °C-kal nőtt. Mennyi hőt vett fel a környezetéből, ha a benzin fajhője 2100 $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$? Mekkora a benzin hőkapacitása?

6.52. | A 2 kg tömegű alumíniumkocka hőmérséklete 25 °C-kal csökkent. Mennyi hőt adott át a környezetének, ha az alumínium fajhője 900 $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$? Mekkora a hőkapacitása?

6.53. | Az 5 kg tömegű fémgolyó hőmérséklete 30 °C-kal csökkent. A környezetének 54 kJ hőmennyiséget adott át.

a) Mekkora a hőkapacitása?
b) Mekkora a fajhője?
c) Milyen anyagból készült a fémgolyó?

6.54. | A 10 literes kannába 5 kg tömegű ismeretlen folyadékot töltöttek. A hőmérséklete 15 °C-kal nőtt, mert a környezetétől 235,5 kJ hőmennyiséget vett fel.

a) Mekkora a hőkapacitása?
b) Mekkora a fajhője?
c) Milyen folyadékot töltöttek a kannába?

Olvadás, fagyás

6.55. | A 20 kg tömegű, 0 °C-os jégtömb mennyi hőt vesz fel a környezetéből, ha teljesen megolvad? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

6.56. | Egy nagy jégtömb hőmérséklete 0 °C. Hány kg jég olvadt meg, ha a környezetéből 13,36 MJ hőt vett fel? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

6.57. | Mennyi hőt vesz fel a környezetéből a 15 kg tömegű, −6 °C-os jégkocka, ha teljesen megolvad? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{jég}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

6.58. | Mennyi hőt kell közölnünk 250 g, 0 °C-os jéggel, ha azt szeretnénk, hogy az olvadás után 18 °C-os víz keletkezzen? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{víz}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

6.59. | Egy termoszban 2 kg −8 °C-os jég van. Melegedés közben 600 kJ hőt vesz fel a környezetéből. Elolvad-e az összes jég? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{jég}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

6.60. | Télen az iskola udvarán jégpályát alakítottak ki. 35 m^3 0 °C-os víz fagyott meg, és 0 °C-os jég keletkezett. Mennyi hőt adott át a környezetének fagyás közben a víz? ($L_0 = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

6.61. | A 15 kg tömegű szilárd alumíniumtömb hőmérséklete 660 °C, ami éppen az alumínium olvadáspontja. Mekkora hőközlésre van szükség az egész alumíniumtömb megolvasztásához? ($L_0 = 361 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

Párolgás, forrás, lecsapódás

6.62. | Mekkora tömegű vizet párologtat el egy 70 kg-os sportoló, hogy testhőmérséklete 0,6 °C-kal csökkenjen? A megoldásnál vegyük figyelembe, hogy az emberi test nagyrészt vízből áll, és testhőmérsékleten a víz párolgáshője 2400 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$! ($c_{\text{víz}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)

6.63. | A hőerőmű hűtőjében 140 kg, 100 °C-os vízgőz lecsapódásakor 100 °C-os víz keletkezik. Mennyi hőt adott át a vízgőz a környezetének? ($L_{\text{f}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

6.64. | A 150 g tömegű 100 °C-os vízzel 300 kJ hőt közlünk állandó nyomáson, jól szigetelt tartályban. Mi történik?

6.65. | Mennyi hőt kell közölnünk 30 g 100 °C-os vízzel, ha azt szeretnénk, hogy a forrás után 115 °C-os vízgőz keletkezzen 1 atmoszféra állandó nyomáson? ($L_{\text{f}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{gőz}} = 1900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)

6.66. | Mennyi hőt kell közölnünk 65 g 80 °C-os vízzel, ha azt szeretnénk, hogy a forrás után 100 °C-os vízgőz keletkezzen? ($L_{\text{f}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{víz}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)

Kalorimetria

6.67. | Hány kg 75 °C-os termálvizet kell töltenünk a 30 kg 12 °C-os vízhez, ha azt szeretnénk, hogy a közös hőmérséklet 26 °C legyen? A környezettel való hőcserétől eltekintünk.

6.68. | Mekkora lesz a közös hőmérséklet, ha 4 kg 85 °C-os vízbe beletöltünk 6 kg 25 °C-os vizet? A környezettel való hőcserétől eltekintünk.

6.69. | Mekkora lesz a közös hőmérséklet, ha 8 kg 20 °C-os hűtővízbe beleteszünk egy 140 g tömegű 160 °C-os alumíniumkockát? A környezettel való hőcserétől eltekintünk. ($c_{\text{Al}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$; $c_{\text{víz}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)

6.70. | Kaloriméterben lévő 10 °C-os 8 l térfogatú vízbe 600 g tömegű 460 °C-os fémkockát teszünk, a közös hőmérséklet 13,1 °C lesz. Számítsuk ki a fémkocka fajhőjét! Keressük meg a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból, milyen fémből készült a kocka! ($c_{\text{víz}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)


6.70. ábra

6.71. | A jól szigetelt tartályban összekeverünk 150 g 120 °C-os alumíniumport és 250 g 40 °C-os rézport. Mekkora lesz a közös hőmérséklet? ($c_{\text{Al}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$; $c_{\text{Cu}} = 385 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$)

Gyakorlófeladatok

6.72. | A raktárban elhelyezett 65 literes tartályba 200 g oxigén és 350 g nitrogén keverékét töltötték. A gázkeverék nyomása $6,8 \cdot 10^5$ Pa.

a) Mekkora a gázkeverék hőmérséklete?

b) Mekkora volna a gázelegy nyomása, ha a hőmérséklete 22 °C lenne?

6.73. | A búvárok 10 literes oxigénpalackot használtak a gyakorlaton. A palackra szerelt nyomásmérő $3 \cdot 10^6$ Pa-t mutatott, az oxigén hőmérséklete 18 °C volt.

a) Hány oxigénmolekula volt a palackban?

b) Mekkora volt az oxigén sűrűsége a palackban?

6.74. | A tanulók azt a feladatot kapták, hogy számítsák ki a neonatomok sebességét. A palackban lévő neongáz nyomása 0,26 MPa, sűrűsége $1,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

a) Mekkora értéket kaptak a sebességre?

b) Hányszorosa a neonatomok sebessége a hang levegőbeli sebességének? ($v_{\text{hang}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

6.75. | Két tartályban, amelyek csappal szerelt csővel vannak összekötve, azonos anyagi minőségű és ugyanolyan hőmérsékletű gáz található. Az egyik tartály térfogata $8\,\text{dm}^3$, a benne lévő gáz nyomása 300 kPa. A másik tartály térfogata $12\,\text{dm}^3$, a benne lévő gáz nyomása 400 kPa. A csap megnyitása után a nyomások kiegyenlítődnek. Mekkora lesz a közös nyomás? Változik-e a gáz hőmérséklete?

6.76. | A 15 literes oxigénpalackban 1,5 MPa a nyomás, a hőmérséklet 32 °C. A 20 literes oxigénpalackban 2,5 MPa a nyomás, a hőmérséklet 10 °C. A két palackot csővel kötjük össze.

a) Mekkora lesz a nyomás, ha a palackokon megnyitjuk a csapokat, és a keveredés után a hőmérséklet 17 °C lesz?

b) Melyik palackban csökkent a gáz tömege?

6.77. | A gáztartályt két elhanyagolható térfogatú fal három részre osztja: $4\,\text{dm}^3$; $6\,\text{dm}^3$ és $8\,\text{dm}^3$. Mindhárom térrészben azonos anyagi minőségű gáz van. Az egyes térrészekben a gáz nyomása: 200 kPa; 150 kPa és 250 kPa. Mekkora lesz a tartályban a nyomás, ha a falakon található nyílásokat kinyitjuk? A tartály jól hőszigetelt, a hőmérsékletet tekintsük állandónak!

6.78. | Különleges vákuumszivattyúval nagyon alacsony nyomást lehet előállítani, 100 nPa-t.

a) Ilyen kicsi nyomáson hány atom lenne $1\,\text{mm}^3$ héliumban −100 °C hőmérsékleten?

b) Ekkora nyomáson hány molekula lenne $1\,\text{cm}^3$ oxigénben 0 °C hőmérsékleten?

6.79. | A laboratórium raktárában elhelyezett 500 literes tartályban neon- és kriptongáz keverékét tárolják. A gázkeverék nyomása 400 kPa, hőmérséklete 20 °C. A neongáz tömege kétszer akkora, mint a kriptoné.

a) Mekkora a neongáz, illetve a kriptongáz tömege?

b) Hogyan aránylik a neonatomok száma a kriptonatomok számához?

6.80. | A 12 dm^3 térfogatú gázpalackban 60 g tömegű, 25 °C hőmérsékletű gáz van. Egy gázmolekula tömege $5,66 \cdot 10^{-26}$ kg. A palackból elhasználtak 25 g gázt, közben a hőmérséklete 20 °C-ra csökkent.

a) Mekkora volt a gáz nyomása eredetileg?

b) Mekkora lett a nyomás a használat után?

6.81. | A laboratóriumban használt 40 literes gázpalackban 17 °C-os nitrogéngázt tárolnak. A gáz tömege 5 kg.

a) Mekkora a gáz nyomása?

b) Ha elhasználjuk a nitrogén 60%-át, akkor hány molekula marad a palackban?

6.82. | A 2 m^3-es tartályban 180 kPa nyomású és 20 °C hőmérsékletű gáz van. Ha a gázzal 1843 J hőt közlünk, a hőmérséklete 21 °C lesz.

a) Hány szabadsági foka van a gázrészecskéknek?

b) Ha a gázrészecskék szabadsági foka 5 lenne, akkor 1843 J hő hatására mennyivel változna meg a gáz hőmérséklete?

6.83. | Egy tartályban héliumgázt tárolnak 18 °C hőmérsékleten.

a) Mekkora egy héliumatom átlagos energiája?

b) Mekkora egy héliumatom tömege?

c) Mekkora egy héliumatom átlagos sebessége?

6.84. | A gáztartályban 16 kg 5 szabadsági fokkal rendelkező részecskékből álló gázt tárolnak. A gáz hőmérsékletét 15 °C-ról 20 °C-ra növeljük 52 000 J hőmennyiség közlésével.

a) Mekkora egy gázrészecske tömege?

b) Milyen gáz van a tartályban?

6.85. | A tűzoltók gázpalackjába 3 kg nitrogént és 1 kg szén-dioxidot töltöttek 17 °C hőmérsékleten.

a) Mennyivel nő a gázkeverék belső energiája, ha tűzoltáskor a hőmérséklet 45 °C lesz?

b) Mennyi nitrogénmolekula van a palackban?

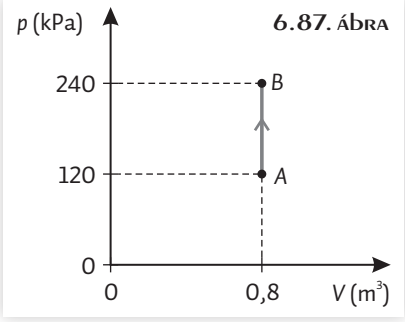
c) Mekkora egy nitrogénmolekula tömege?

d) Mekkora egy nitrogénmolekula átlagos mozgási energiája 17 °C-on?

6.86. | A laboratórium raktárában tárolt 10 literes gázpalackban 250 kPa nyomású oxigén van.

a) Melegítéskor mennyi hőt közöltek a gázzal, ha a nyomása négyszeresére nőtt?

b) Az oxigén kezdeti energiája hányszorosára nőtt a melegítés hatására?

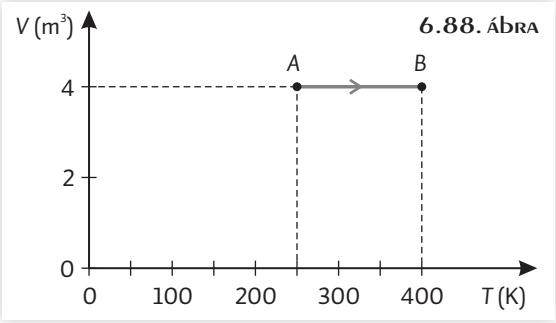


6.87. ábra

6.87. | Az ábrán 12 mol mennyiségű egyatomos gáz állapotváltozása látható.

a) A folyamat közben mennyivel változik a belső energiája?

b) Mennyi hőt vett fel a környezetéből?



6.88. ábra

6.88. | A grafikonon oxigéngáz állapotváltozását figyelhetjük meg.

a) Milyen állapotváltozást ábrázoltunk?

b) Mennyivel változott az oxigén belső energiája, ha az *A* állapotban a nyomás 160 kPa?

c) Mennyi hőt vett fel a gáz a környezetéből?

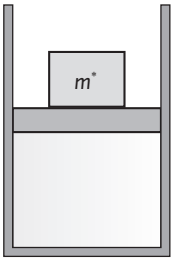
6.89. | Az ábrán látható hengerben 4 dm³ 20 °C hőmérsékletű nitrogén-gáz van. A nyomása 100 kPa, azonos a külső nyomással. A súrlódásmentesen mozgó dugattyú tömege elhanyagolható.

a) Mekkora lesz a gáz térfogata, ha a hőmérsékletét 80 °C-ra növeljük?

b) Mekkora a környezettől felvett hőmennyiség? ($c_p = 1038 \frac{J}{kg \cdot °C}$)

c) Mennyivel nőtt a nitrogén belső energiája?

d) Mekkora tömegű testet kell a 60 cm² keresztmetszetű dugattyúra helyezni, hogy a gázt 80 °C-on az eredeti térfogatára nyomjuk össze?



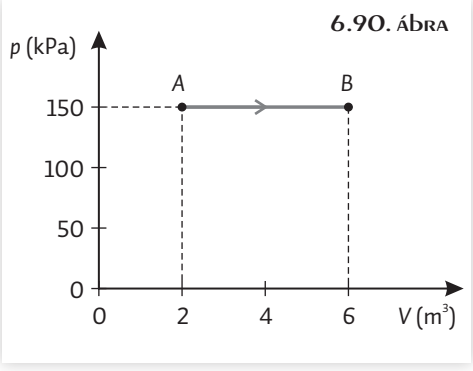
6.89. ábra

6.90. | A grafikonon egyatomos gáz állapotváltozását ábrázoltuk.

a) A gáz milyen állapotváltozása figyelhető meg?

b) Mekkora a térfogati munka?

c) Mekkora a belső energia megváltozása, ha az *A* állapotban a hőmérséklet 17 °C?



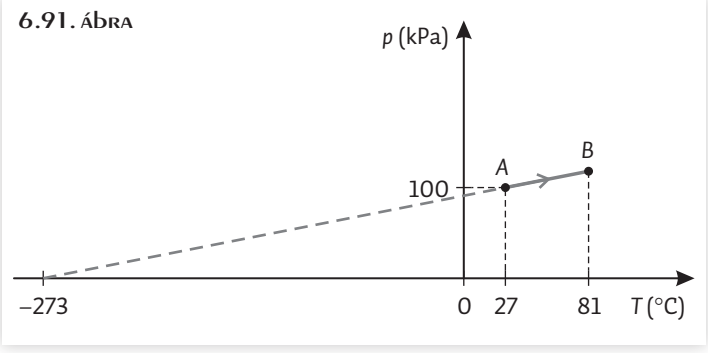
6.90. ábra

6.91. | A grafikon 25 literes palackba zárt 12,48 $\frac{J}{K}$ hőkapacitású ideális gáz állapotváltozását mutatja.

a) Nevezze meg az *A* → *B* állapotváltozást!

b) Mekkora a gáz nyomása a *B* állapotban?

c) Mekkora hőt vett fel a gáz a környezetéből?

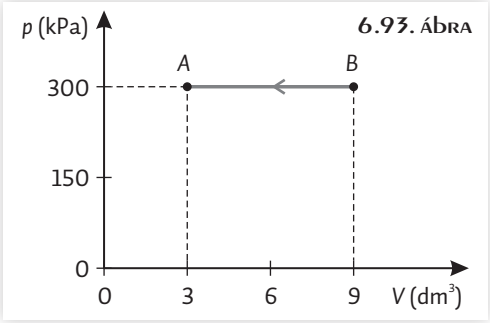


6.92. | Ideális gáz 24 kJ hőt vett fel a környezetéből, közben a hőmérséklete állandó maradt.

a) Mennyivel változott a belső energiája?

b) Hogyan változott a térfogata?

c) Hogyan változott a nyomása?



6.93. ábra

6.93. | A grafikon többatomos molekulákból álló ideális gáz állapotváltozását mutatja. ($f = 6$)

a) Nevezze meg a $B \rightarrow A$ állapotváltozást!

b) Mekkora a térfogati munka?

c) Hogyan változott a gáz belső energiája, ha a B állapotban a hőmérséklet 126 °C?

d) Mennyi hőt adott át a gáz a környezetének?

6.94. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben ideális gáz van, nyomása 150 kPa. Állandó nyomáson 10 dm^3 térfogatról 6 dm^3-re összenyomjuk. A folyamat közben a gáz 2100 J hőt ad át a környezetének.

a) Mennyi a térfogati munka értéke?

b) Mennyivel változott meg a gáz belső energiája?

c) Egy- vagy kétatomos gáz van-e a hengerben?

6.95. | Könnyen mozgó dugattyúval elzárt hengerben ideális gáz van, nyomása 180 kPa. Melegítés hatására állandó nyomáson a gáz 1260 J hőt vett fel a környezetétől. A belső energiája 900 J-lal nő.

a) Mennyi a térfogati munka értéke?

b) Mennyivel változott meg a gáz térfogata?

6.96. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben egyatomos ideális gáz van, nyomása 210 kPa. Állandó nyomáson a térfogata 400 cm^3-ről 900 cm^3-re nőtt. Melegítés közben a gáz 262,5 J hőt vett fel a környezetétől.

a) Mennyi a térfogati munka értéke?

b) Mennyivel változott meg a gáz belső energiája?

6.97. | Könnyen mozgó dugattyúval elzárt hengerben kétatomos ideális gáz van, nyomása 120 kPa. Állandó nyomáson 900 cm^3 térfogatról 300 cm^3-re összenyomjuk. A folyamat közben a gáz belső energiájának megváltozása −180 J.

a) Mennyi a térfogati munka értéke?

b) Mekkora hőt vett fel vagy adott át a gáz a környezetének?

6.98. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval hengerbe zárt nitrogéngáz tömege 120 g. Hűtés hatására a hőmérséklete 60 °C-ról 20 °C-ra csökken állandó nyomáson. A nitrogén fajhője állandó nyomáson 1038 $\frac{J}{kg \cdot °C}$.

a) Mekkora hőt adott át a nitrogén a környezetének?

b) Mennyi a belső energia megváltozása?

c) Mekkora a térfogati munka?

6.99. | A 1,28 kg tömegű 20 °C-os oxigéngáz adiabatikus összenyomásakor 15 kJ munkát végeztünk.

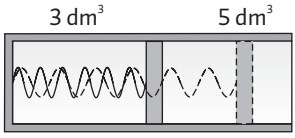
a) Mekkora a belső energia megváltozása?

b) Mekkora a hőmérséklet az új állapotban?

6.100. | Jól hőszigetelt tartályban azonos anyagi minőségű gázt tárolnak. A tartályt egy vékony fal két részre osztja. Az egyik térrészben $4\,\text{dm}^3$, 200 kPa nyomású, 15 °C hőmérsékletű, a másik térrészben $6\,\text{dm}^3$, 250 kPa nyomású, 25 °C hőmérsékletű a gáz. A falon található nyílást kinyitjuk.

a) Mekkora lesz a közös hőmérséklet?

b) Mekkora lesz a közös nyomás?



6.101. ábra

6.101. | Az ábrán látható hengerben $3\,\text{dm}^3$ 17 °C-os hélium van. A rugó feszítetlen állapotban van, a rugóállandó $12\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$, a dugattyú keresztmetszete $80\,\text{cm}^2$. A hengerbe zárt gáz nyomása 100 kPa, amely egyenlő a külső nyomással.

a) Mekkora lesz a gáz hőmérséklete, ha a térfogatot melegítéssel $5\,\text{dm}^3$-re növeljük?

b) Mennyivel változott a hélium belső energiája?

6.102. | Jól hőszigetelt hengerben $8{,}58 \cdot 10^{25}$ db nitrogénmolekula van 20 °C hőmérsékleten. Adiabatikus összenyomással a hőmérséklete 60 °C-ra nő.

a) Mekkora a belső energia megváltozása?

b) Mekkora a munkavégzés?

6.103. | Súrlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt hengerben $9 \cdot 10^{26}$ db részecskét tartalmazó 17 °C-os ideális gáz van. Mennyi munkával lehet állandó nyomáson megháromszorozni a térfogatát?

6.104. | Jól hőszigetelt hengerben 4 kg gázt tárolnak. Adiabatikus tágulás közben belső energiájának csökkenése 78 360 J. A hőmérséklete 30 °C-kal lett kisebb.

a) Mekkora a gáz fajhője állandó térfogaton?

b) Milyen gáz van a hengerben?

c) Mekkora a munkavégzés?

6.105. | Az ideális gázok mólhője, fajhője és a szabadsági fokok között a kinetikus gázmodell alapján összefüggések vezethetők le. Ezek alkalmazásával határozzuk meg

a) a hélium fajhőjét állandó térfogaton!

b) a hidrogén fajhőjét állandó nyomáson!

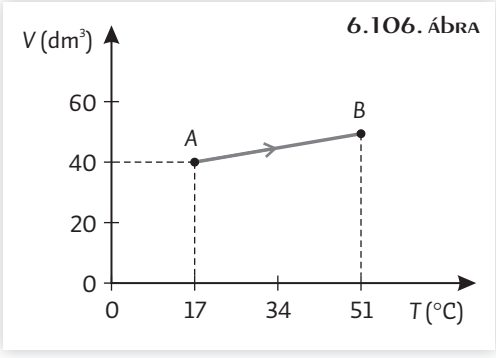
c) Kétatomos gázok esetén mekkora a kétféle mólhő aránya?

6.106. | A grafikon $28{,}5\,\frac{\text{J}}{\text{K}}$ hőkapacitású ideális gáz állapotváltozását mutatja.

a) Nevezzük meg az $A \rightarrow B$ állapotváltozást!

b) Mekkora a gáz térfogata a B állapotban?

c) Mekkora hőt vett fel a gáz a környezetéből?



6.106. ábra

6.107. | Egy ideális hőerőgép kazánjának (magasabb hőmérsékletű tartály) hőmérséklete 700 K. A hűtő (alacsonyabb hőmérsékletű tartály) hőmérsékletének 20%-os csökkentésekor a hatásfok 12%-kal nő.

a) Mekkora a hűtő hőmérséklete?

b) Mennyi volt a gép eredeti hatásfoka?

6.108. | A hőerőgép a kazánból 1200 J hőt vesz fel. Karbantartás után a hűtőnek 15%-kal kevesebb hőt ad le. Ennek következtében a hatásfoka 8%-kal nőtt.

a) Mennyi hőt adott át a hőerőgép a környezetének a karbantartás előtt?

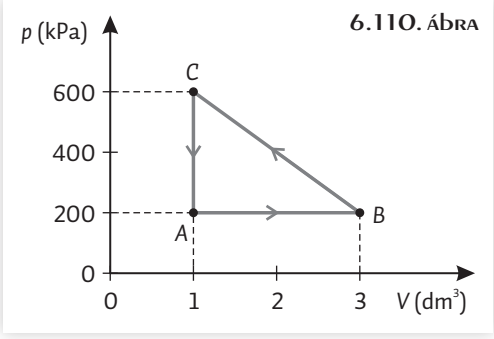
b) Mekkora volt a hatásfoka a karbantartás előtt?

6.109. | Javítás után a hőerőgép 28%-kal több hőt vesz fel a kazánból, a hűtőnek leadott hő a javítás előtt és utána is ugyanakkora, 450 J. A hőerőgép hatásfoka 10%-kal nőtt.

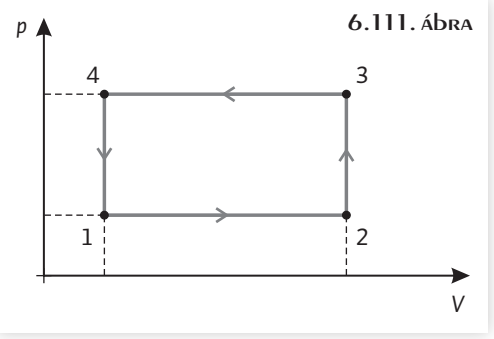
a) Mennyi hőt vett fel a javítás előtt a kazánból?

b) Mekkora volt a hatásfok a javítás előtt?

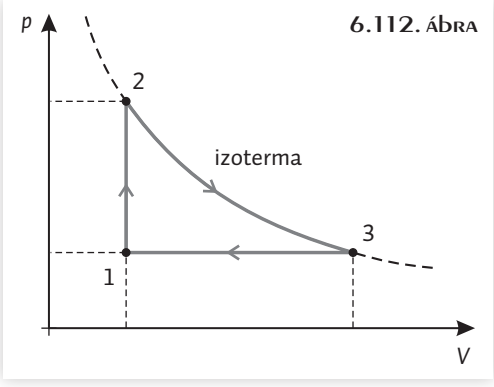
6.110. ábra



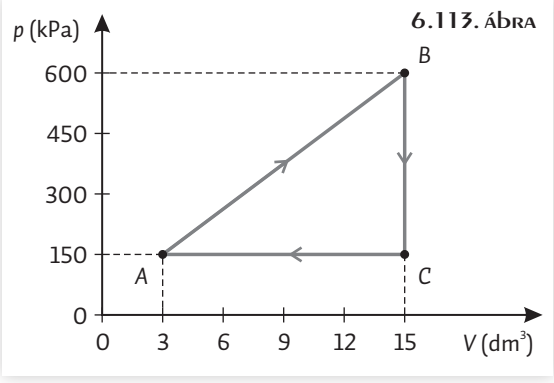
6.111. ábra



6.112. ábra



6.113. ábra



6.110. | Az ábra oxigéngáz állapotváltozásait mutatja körfolyamat közben. Az *A* állapotban a gáz hőmérséklete 20 °C.

a) Mekkora az oxigén hőmérséklete a *B* és *C* állapotokban?

b) Mekkora az energiaváltozás a $B \rightarrow C$ folyamatban?

c) Mekkora a $C \rightarrow A$ szakaszon a hőleadás?

d) Mekkora és milyen előjelű a munka az $A \rightarrow B$ szakaszon?

6.111. | Az ábrán ideális gázzal végrehajtott körfolyamat látható. Rajzoljuk meg ugyanezt a körfolyamatot

a) *p-T* diagramon! **b)** *V-T* diagramon!

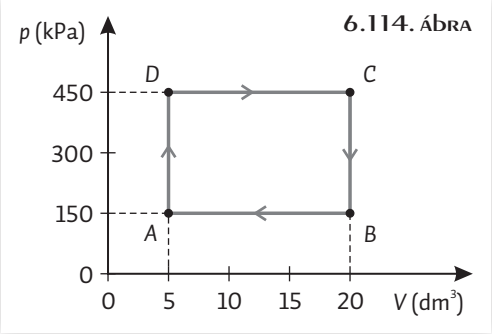
6.112. | Ideális gáz az ábrán látható körfolyamatban vett részt. Ábrázoljuk ugyanezt a körfolyamatot

a) *p-T* diagramon! **b)** *V-T* diagramon!

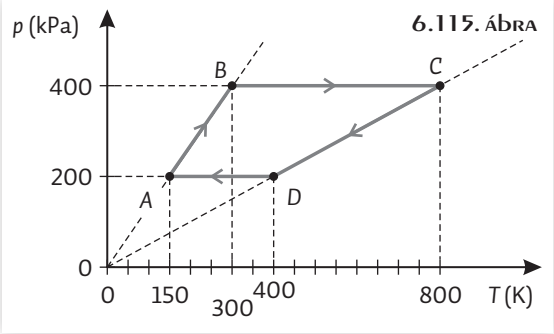
6.113. | A *p-V* diagram 4 mol nitrogéngázzal végrehajtott körfolyamatot mutat.

a) Mekkora a gáz hőmérséklete az *A*, *B* és *C* állapotban?

b) Számítsuk ki a körfolyamat termikus hatásfokát!



6.114. ábra



6.115. ábra

6.114. | A *p*-*V* diagramon nitrogéngázzal végrehajtott körfolyamatot tanulmányozhatunk. A gáz hőmérséklete a *D* állapotban 27 °C.

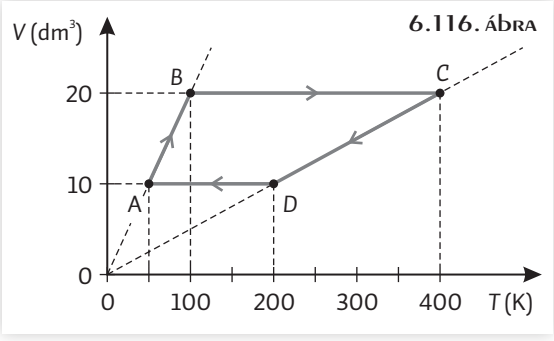
a) Mekkora az energiaváltozás az *A* → *D* folyamatban?
b) Mekkora és milyen előjelű a munkavégzés a *B* → *A* szakaszon?
c) Mekkora a körfolyamat termikus hatásfoka?

6.115. | A *p*-*T* diagramon 6 mol kétatomos gázzal végrehajtott körfolyamatot ábrázoltak.

a) Rajzoljuk meg a körfolyamatot *p*-*V* diagramon!
b) Mennyi hő adott le a gáz a *C* → *D* folyamatban?
c) Mekkora a hasznos munka?

6.116. | Egyatomos gáz az ábrán látható körfolyamatban vett részt. A gázatomok száma $2 \cdot 10^{23}$ db.

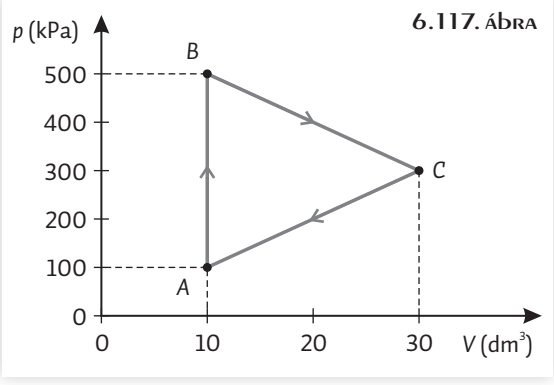
a) Ábrázoljuk a körfolyamatot *p*-*V* diagramon!
b) Mekkora a hőfelvétel a *B* → *C* szakaszon?
c) Mekkora a munkavégzés a *C* → *D* szakaszon?



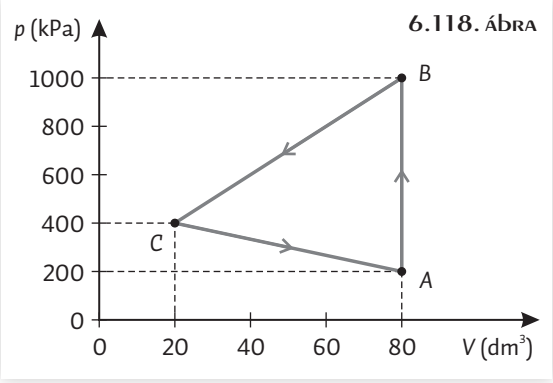
6.116. ábra

6.117. | A *p*-*V* diagramon héliumgázzal végrehajtott körfolyamatot ábrázoltunk. A gáz hőmérséklete a *B* állapotban 7 °C.

a) Mekkora a gáz hőmérséklete az *A* állapotban?
b) Mekkora a gáz hőmérséklete a *C* állapotban?
c) Számítsuk ki a körfolyamat termikus hatásfokát!



6.117. ábra



6.118. ábra

6.118. | Az ábrán $2 \cdot 10^{24}$ db részecskéből álló kétatomos ideális gáz körfolyamatát tanulmányozhatjuk.

a) Mekkora a gáz hőmérséklete az *A* állapotban?

b) Mekkora a belső energia megváltozása a körfolyamatban?

c) Összesen mennyi munkát végzett a környezet a körfolyamatban?

d) A körfolyamat közben hőmennyiséget adott le vagy vett fel a gáz?

6.119. | Mekkora tömegű 0 °C-os jeget kell beledobni 4 dl 26 °C-os üdítőbe, hogy 10 °C hőmérsékletű italt kapjunk? Mekkora lenne a jég tömege akkor, ha hőmérséklete kezdetben −5 °C lenne? ($L_0 = 334\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{jég}} = 2100\,\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$; $c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

6.120. | Jól hőszigetelt tartályban 6 kg −15 °C hőmérsékletű jég van. Mennyi hőt kell vele közölni, hogy a tartályban 20 °C hőmérsékletű víz legyen? Mi történik, ha a jéggel 1800 kJ hőmennyiséget közlünk?

6.121. | A termoszban 400 g −20 °C hőmérsékletű jeget tárolnak. A jéggel 230 kJ hőmennyiséget közlünk.

a) Mi történik a jéggel?

b) Ábrázoljuk a folyamatot hőmérséklet-hőmennyiség grafikonon!

6.122. | A 80 cm magas lejtőn álló helyzetből lecsúszott egy vasból készült téglatest.

a) Mekkora sebességgel érne a lejtő aljára, ha eltekintünk a súrlódástól?

b) Ha figyelembe vesszük a súrlódást, a test $3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel érkezik a lejtő aljára. A helyzeti energia hány százaléka alakult hővé?

c) A keletkezett hő harmadrésze melegítette a hasábot. Mennyivel nőtt a hőmérséklete? ($c_{\text{vas}} = 465\,\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$)

6.123. | A $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó, 1500 kg tömegű gépjármű fékezéssel $54\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$-ra csökkenti a sebességét.

a) Mekkora hő keletkezett a fékezéskor, ha a mozgási energia hővé alakult?

b) Mekkora a fékberendezés anyagának fajhője, ha tömege 4,85 kg, a hőmérséklete 79 °C-kal nőtt, és a hő 60%-a melegítette a féket?

6.124. | A 20 méter magas emeletes ház tetejéről leesik egy 8 kg tömegű rézgolyó, és rugalmatlanul ütközik a talajjal. A közegellenállástól eltekintünk.

a) Mekkora a golyó mozgási energiája a becsapódás pillanatában?

b) Ütközéskor a mozgási energia 70%-a melegíti a golyót. Mennyivel nőtt a hőmérséklete?

6.125. | A fizikaszakkör tanulói az alumínium mólhőjét határozták meg, a fajhőjének ismeretében. A számításkor 1 mol alumíniumból indultak ki, és felhasználták a hőkapacitás fogalmát. Mekkora az alumínium mólhője?

6.126. | A fazékba tett 8 kg tömegű −12 °C hőmérsékletű jégtömböt elektromos főzőlapon megolvasztjuk, majd 30 °C-ra melegítjük. Mennyi hőt kellett felhasználni? Mekkora legyen a főzőlap teljesítménye, ha a hatásfok 45% és a melegítés időtartama 50 perc? ($L_0 = 334\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{jég}} = 2100\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$)

6.127. | Mennyi hő kell ahhoz, hogy 5 kg −10 °C hőmérsékletű jégből 25 °C-os víz legyen? Mennyi ideig tart a melegítés, ha 2500 wattos elektromos főzőlapot alkalmazunk, melynek hatásfoka 55%?

6.128. | Az 1 dl térfogatú 25 °C-os kávéban lecsapódik 5,3 g 100 °C-os vízgőz.

a) Mekkora lesz a kávé hőmérséklete?

b) Mekkora lesz a kávé hőmérséklete akkor, ha 4,8 g 110 °C-os vízgőzt vezetünk bele?

($c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $c_{\text{gőz}} = 1900\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $L_{\text{f}} = 2256\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

6.129. | Mekkora tömegű vizet párologtat el egy 450 kg-os ló ahhoz, hogy testhőmérséklete 0,5 °C-kal csökkenjen? A megoldásnál vegyük figyelembe, hogy a ló testének nagy része vízből áll, és testhőmérsékleten a víz párolgáshője $2400\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$; $c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$.

6.130. | Jól szigetelt tartályban 220 g tömegű 75 °C-os víz van. Mi történik, ha állandó nyomáson 530 kJ hőmennyiséggel melegítjük? Ábrázoljuk a folyamatot hőmérséklet-hőmennyiség grafikonon!

6.131. | A kaloriméterben 280 g −25 °C-os jeget tárolnak. Belevezetünk 65 g 150 °C-os vízgőzt. Milyen halmazállapotú és hőmérsékletű anyag keletkezik?

6.132. | A kaloriméterben 250 g −8 °C-os jeget tárolnak. Belevezetünk 30 g 160 °C-os vízgőzt. Milyen halmazállapotú és hőmérsékletű anyag keletkezik?

6.133. | A kovácsmester 650 g tömegű vasból készített a versenylónak patkót. A kész patkót vízzel hűtötte. Mekkora volt a patkó hőmérséklete a kovácsoláskor, ha a 6 liter 20 °C-os hűtővízbe helyezés után a közös hőmérséklet 22 °C lett? ($c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $c_{\text{vas}} = 465\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$)

6.134. | A kaloriméterben 1,6 kg tömegű −18 °C-os jeget tárolnak.

a) Mi történik, ha állandó nyomáson 750 kJ hőt közlünk vele?

b) Ábrázoljuk a hőmérsékletet a felvett hő függvényében!

6.135. | A laboratóriumban kísérleti célokra 600 g 140 °C-os vízgőzt kell előállítani 12 °C hőmérsékletű vízből.

a) Mennyi hő szükséges ehhez?

b) Ezt a hőmennyiséget földgáz elégetésével állítjuk elő. Az elégetéskor felszabadult hőmennyiség 55%-a hasznosítható. Mennyi földgázt kell elégetni?

(Az égéshő m tömegű 20 °C-os tüzelőanyag tökéletes elégetésekor keletkező Q hőmennyiség és az m tömeg hányadosával értelmezett mennyiség, melynek számértéke megegyezik az 1 kg 20 °C-os tüzelőanyag tökéletes elégetésekor keletkező hőmennyiség számértékével. Jele $L_{\text{é}}$, mértékegysége $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$. $Q = L_{\text{é}} \cdot m$. A földgáz égéshője: $55\,\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$. $T_{\text{gőz}} = 140\,\text{°C}$; $c_{\text{gőz}} = 1900\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $c_{\text{víz}} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$; $L_{\text{f}} = 2{,}256 \cdot 10^6\,\frac{\text{J}}{\text{kg}}$.)

6.136. | Elektromos melegítővel 2 liter 18 °C-os vizet 100 °C-ra melegítünk, és elforraljuk.
a) Mennyi hő szükséges a melegítéshez?
b) Mennyi ideig tart a melegítés, ha a merülőforraló teljesítménye 1800 watt, a hatásfok 75%? ($c_{víz} = 4200 \frac{J}{kg \cdot °C}$; $L_f = 2,256 \cdot 10^6 \frac{J}{kg}$)

6.137. | Bepárlásnak nevezik azt a folyamatot, amikor az oldószert (vizet) melegítéssel kivonják az oldatból. Az élelmiszeriparban gyakran alkalmazzák ezt az eljárást gyümölcsök, zöldségek konzerválásánál (pl. sűrített paradicsom). Mennyi hőre van szükség, ha 20 kg 22 °C-os paradicsomlevet akarunk tartósítani? A konzerválás 90 °C-on (70 kPa nyomáson) történik, és 12 kg vizet forralunk el a paradicsomléből. A víz forráshője 90 °C-on $2282 \frac{kJ}{kg}$.

6.138. | A konzervgyárban bepárlással 4 tonna 20 °C-os almalevet sűrítenek. Az eljárást 80 °C-on végzik 2,5 tonna víz elforralásával 47,4 kPa nyomáson. A bepárlást végző berendezést 115 °C-os vízgőzzel fűtik. Mennyi vízgőzt használnak fel, ha a hatásfok 65%? A víz forráshője 80 °C-on $2308 \frac{kJ}{kg}$.

6.139. | A 15 kg −18 °C hőmérsékletű jégtömböt mekkora hőmennyiség olvasztja meg, majd melegíti 20 °C-ra? Ezt a hőmennyiséget gázolaj elégetésével állítjuk elő. Az elégetéskor felszabadult hőmennyiség 60%-a melegíti a jeget. Hány kg gázolajat kell elégetni?
(Az égéshő *m* tömegű 20 °C-os tüzelőanyag tökéletes elégetésekor keletkező Q hőmennyiség és az *m* tömeg hányadosával értelmezett mennyiség, melynek számértéke megegyezik az 1 kg 20 °C-os tüzelőanyag tökéletes elégetésekor keletkező hőmennyiség számértékével. Jele $L_é$, mértékegysége $\frac{J}{kg}$. $Q = L_é \cdot m$.) A gázolaj égéshője: $45 \frac{MJ}{kg}$. A gázolaj égése során víz is keletkezik, ezért a gázolaj fűtőértékével számoljunk: $41 \frac{MJ}{kg}$. $L_0 = 334 \frac{kJ}{kg}$; $c_{jég} = 2100 \frac{J}{kg \cdot °C}$; $c_{víz} = 4200 \frac{J}{kg \cdot °C}$.

6.140. | Mikor szabadul fel több energia, ha 150 kg $0\ ^0$C-os víz megfagy, vagy elégetünk 1 kg földgázt? (Égéshőről lásd: **6.135.** feladat.) ($L_é = 55 \frac{MJ}{kg}$; $L_0 = 334 \frac{kJ}{kg}$)

6.141. | Mennyi energiát kap a szervezetünk, ha megeszünk egy tábla 100 g-os csokit? A tábla csoki 7,6 g fehérjét, 46,5 g szénhidrátot és 36 g zsírt tartalmaz. A legtöbb energia a zsírokban van, grammonként 9,3 kcal; a fehérjékben $4,2 \frac{kcal}{g}$ és a szénhidrátokban $4,1 \frac{kcal}{g}$. A végeredményt kcal-ban és kJ-ban is adjuk meg!

6.142. | Becsüljük meg talpunk területét! Nyissuk szét lábujjainkat, lépjünk rá egy négyzethálós papírra, és rajzoljuk körbe ceruzával! A talpunk hőmérsékletét mérjük meg hőmérővel! Hány watt teljesítménnyel sugározza az energiát? Elemezzük a kapott eredményt!

6.143. | Számítsuk ki, mennyi hőt vezet át egy 3 mm átmérőjű, 40 cm hosszú alumíniumdrót 4 perc alatt a 400 °C-os helyről a 20 °C-os helyre! Hány °C-kal emelné meg ez a hő 10 liter víz hőmérsékletét?

6.144. | A 0,5 mm átmérőjű vezetéket 0,04 mm vastag műanyag szigetelőanyaggal vonták be. A vezetékben 13 A erősségű áram folyik. A műanyag hővezetési tényezője $0,08\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{K}\cdot\mathrm{s}}$, a vezeték anyagának fajlagos ellenállása $3,9\cdot10^{-7}\ \Omega\mathrm{m}$. Mekkora a hőmérséklet-különbség a műanyag szigetelő két oldala között?

6.145. | Egy szoba hőmérséklete 22 °C, a külső hőmérséklet −8 °C.

a) Milyen vastag a téglafal, ha az $1\,\mathrm{m}^2$-es felületén másodpercenként 38 J hő áramlik át?

b) Mekkora lesz a hőmérséklet a fal és a szigetelőréteg között, ha 10 cm vastag szigetelőréteggel borítják be? ($\lambda_{\text{szig}} = 0,034\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{K}\cdot\mathrm{s}}$; $\lambda_{\text{tégla}} = 0,5\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}\cdot\mathrm{K}\cdot\mathrm{s}}$)

Tesztek

6.146. | Két tanuló azon vitatkozott, hogy mennyi gázrészecske van 32 g oxigéngázban, illetve 28 g nitrogéngázban. Melyik állítás igaz?

A) Az oxigéngázban több részecske van.
B) Egyenlő számú részecske van.
C) Nem dönthető el a kérdés.

6.147. | Zárt gázpalackban ideális gázt tárolnak. A tömege állandó. Hogyan függ a gáz nyomása a részecskék átlagos sebességétől?

A) Nem függ.
B) Egyenesen arányos.
C) A sebesség négyzetével arányos.

6.148. | Hogyan függ a gázrészecskék Kelvin-skálán mért hőmérséklete a részecskék mozgási energiájától?

A) Fordítottan arányos.
B) Egyenesen arányos.
C) A mozgási energia négyzetével arányos.

6.149. | Két tartály közül az egyikben hélium-, a másikban oxigéngáz van. A gázrészecskék száma és hőmérséklete egyenlő. Melyik állítás igaz a hélium- és az oxigéngáz belső energiájára?

A) Egyenlők.
B) A héliumgázé nagyobb.
C) Az oxigéngázé nagyobb.

6.150. | Hogyan lehet periodikusan működő gépet szerkeszteni, amely munkát végezne valamilyen energia felhasználása nélkül (perpetuum mobile)? Melyik válasz nem igaz?

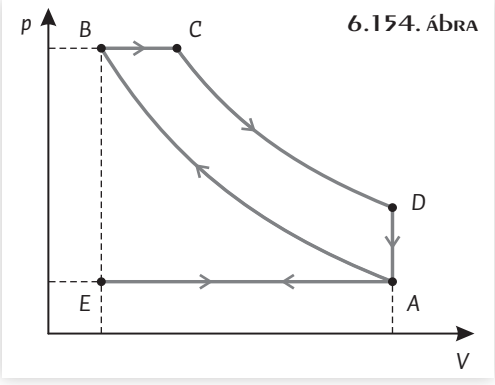
A) Ha fejlődik a tudomány, akkor majd lehetséges lesz perpetuum mobilét építeni.
B) A hőtan I. főtétele miatt nem lehet ilyen gépet építeni.
C) Soha nem lehet perpetuum mobilét építeni.

6.151. | Mi változtatja meg a gáz belső energiáját izochor folyamat esetén?

A) A hőközlés.
B) A térfogati munka.
C) A hőközlés és a térfogati munka.

6.152. | Mi változtatja meg adiabatikus állapotváltozáskor az ideális gáz belső energiáját?
A) A hőközlés.
B) A térfogati munka.
C) A hőközlés és a térfogati munka.

6.153. | Az ideális gázoknál megkülönböztetünk állandó nyomáson (c_p) és állandó térfogaton (c_v) értelmezett fajhőt. Melyik az igaz állítás?
A) A c_v mindig nagyobb, mint a c_p.
B) A c_v mindig kisebb, mint a c_p.
C) Van olyan gáz, amelynél a c_p és a c_v egyenlő.



6.154. ábra

6.154. | Az ábrán a dízelmotor *p*-*V* diagramja látható. Mi történik a *C* → *D* folyamatban?
A) Adiabatikus tágulás, munkavégzés.
B) Izotermikus tágulás.
C) A motor levegőt szív be.

6.155. | A forró leves hamarabb elhűl, ha fújjuk. Mi a magyarázata ennek a jelenségnek?
A) A jelenségre nincs fizikai magyarázat.
B) A ráfújt hidegebb levegő csökkenti a leves belső energiáját.
C) A párolgás gyorsabb, ha a leves fölül fújással eltávolítjuk a keletkezett gőzt.

6.156. | Télen −10 °C hőmérsékletig miért sózzák a jeges utakat?
A) A sóoldat fagyáspontja alacsonyabb, mint a vízé.
B) A csúszási súrlódási együttható növekszik.
C) A só maró hatása miatt.

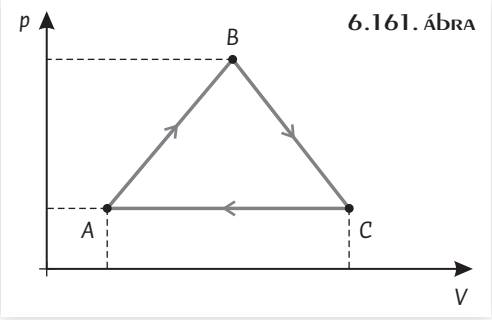
6.157. | Főzéskor gyakran használjuk a kuktafazekat. Miért?
A) A kuktafazék belsejében kisebb a nyomás, ezért megnő a víz forráspontja, gyorsabb a főzés.
B) A kuktafazék belsejében nagyobb a nyomás, ezért megnő a víz forráspontja, a főzés gyorsabb.
C) A kuktafazék belsejében jobb a hőáramlás.

6.158. | A fűtőszálon kívül miért van ventilátor is az elektromos melegítőben?
A) Ha nem lenne ventilátor, elégnének a fűtőszálak.
B) Jobban tudjuk irányítani a hőáramlást.
C) Jobb a melegítés hatásfoka.

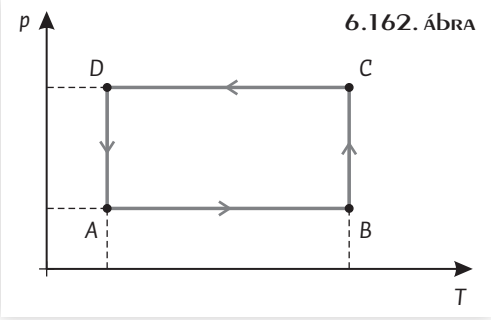
6.159. | A termoszba töltött hideg ital a nyári melegben is sokáig megtartja hőmérsékletét. Mi a magyarázata ennek a jelenségnek?
A) A dugó és a plusz zárófedél miatt jó a szigetelés.
B) A kettős üveg között levegő van, amely jó hőszigetelő.
C) Az üvegtartály kettős fala között vákuum van. Sem hőáramlás, sem hővezetés nem jön létre.

6.160. | A következő fizikai mennyiségek közül melyek nem az ideális gázok állapotjelzői?
A) Munka, hő.
B) Térfogat, nyomás.
C) Hőmérséklet, tömeg.

6.161. | Az ábrán ideális gáz körfolyamatát tanulmányozhatjuk. Melyik állítás igaz?
A) A gáz által végzett munka nem függ a körüljárás irányától.
B) A gáz által végzett munka negatív.
C) A gáz által végzett munka pozitív.



6.161. ábra



6.162. ábra

6.162. | A grafikonon állandó tömegű ideális gázzal végzett körfolyamat látható. Melyik állítás igaz?
A) A belső energia az $A \rightarrow B$ folyamatban nőtt.
B) A belső energia a $D \rightarrow A$ folyamatban csökkent.
C) A belső energia a $B \rightarrow C$ folyamatban nőtt.

6.163. | Melyik igaz a következő állítások közül?
A) Adiabatikus állapotváltozás során a gáz nyomása állandó marad.
B) Izotermikus állapotváltozás során az állapothatározókat (p; V; T) a gáz anyagi minősége meghatározza.
C) Izotermikus állapotváltozás során a molekulák átlagos mozgási energiája állandó marad.

Esszékérdések

6.164. | *Hogyan működik a kuktafazék?*
Milyen halmazállapot-változást nevezünk párolgásnak? Adja meg a párolgáshő fogalmát, értelmezze azt! Mitől függ a párolgás? Milyen állapotváltozás a forrás? Mi a különbség a párolgás és a forrás között? Hogyan határozható meg a folyadékok forráspontja? Mitől függ a forráspont? Ismertesse a kuktafazék felépítését! Hogyan működik a kuktafazék, mire használják? Milyen halmazállapot-változás a lecsapódás? Hogyan változik az anyagok belső energiája forráskor, illetve lecsapódáskor?

6.165. | *Kinetikus gázelmélet, a gáz nyomása és hőmérséklete*
Ismertesse a gázrészecskék hőmozgását, a Brown-mozgást! Miről szól Avogadro törvénye? Mit jellemez az Avogadro-szám? Mit ért a mólnyi mennyiség fogalmán? Sorolja fel a kinetikus gázelmélet alapfeltevéseit! Értelmezze az ideális gáz nyomását a kinetikus gázmodell alapján! Mutassa be a hőmérséklet mikroszkopikus értelmezését a kinetikus gázelméletben! Milyen kapcsolat mutatható ki a Boltzmann-állandó, az Avogadro-szám és a Regnault-állandó között? Van-e a gázrészecskék mozgási energiájának alsó határa? Hogyan lehet erre válaszolni a kinetikus gázelmélet, illetve a hőtan főtételei alapján?

Kihívást jelentő feladatok

6.166. | Orvosi fecskendő végét gumidugóval zárjuk. A dugattyút a $60\,\text{cm}^3$-es jelhez állítjuk. A dugattyú lassú nyomásával a térfogatot 50, 40, 30, $20\,\text{cm}^3$-re csökkentjük. A kezdeti nyomás 100 kPa, a hőmérséklet állandó.

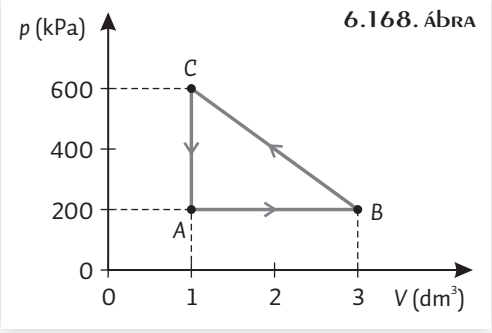
a) Számítsuk ki, mekkora a nyomás 50, 40, 30, $20\,\text{cm}^3$ térfogat esetén!
b) Ábrázoljuk a folyamatot nyomás-térfogat grafikonon!
c) Számítsuk ki a térfogati munkát közelítő módszerrel! A görbe alatti területet beírható és kívül írható téglalapokkal közelítsük! Osszuk fel a [20; 60] intervallumot 4 egyenlő részre!
d) Számítsuk ki a térfogati munkát integrálszámítással!

6.167. | Kísérleteknél használt jól zárható kamrában $18\,\text{m}^3$ normál állapotú levegő van. Tételezzük fel, hogy a kamrában a hőmérséklet állandó. Mennyivel nő a nyomás, ha

a) 1 liter vizet elektromos úton hidrogénre és oxigénre bontunk?
b) 1 liter vizet kiöntünk a kamrában, és megvárjuk, ameddig annyi párolog el belőle, amennyi csak tud? ($\varrho_{\text{víz}} = 1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

6.168. | Az ábrán neongáz állapotváltozásait látjuk körfolyamat közben. A gáz hőmérséklete a *B* állapotban 20 °C.

a) A $C \to A$ állapotváltozáskor mennyi hőt vesz fel?
b) Milyen előjelű és mekkora a munkavégzés a $B \to C$ folyamatban?
c) Számítsuk ki a körfolyamat termikus hatásfokát!



6.168. ábra

7. | Elektrosztatika

Alapozófeladatok

Elektromos állapot, Coulomb-törvény

7.1. | Két szigetelőfonálra habszivacs golyócskákat erősítünk, amelyeket ezután azonos előjelű töltésekkel látunk el. A fonalakat egymás felé közelítve, hogyan változik a függőlegessel bezárt szögük? Mi a jelenség magyarázata?

7.2. | Két különböző méretű fémgömbre azonos előjelű elektromos töltést viszünk. Melyik gömbre hat nagyobb elektrosztatikus erő, a nagyobbra vagy a kisebbre?

7.3. | Két fémgömböt különböző mértékben, ellentétes előjelű töltésekkel töltöttünk fel. Melyik gömbre hat nagyobb elektrosztatikus erő, a nagyobb vagy a kisebb abszolút értékű töltésűre?

7.4. | Két egynemű töltéssel ellátott kicsiny fémgolyó távolságát szigetelt eszközök segítségével megfelezzük. Hányszorosára változik a köztük fellépő taszítóerő?

7.5. | Két rögzített, elektromosan töltött, kicsiny fémgolyó a párás levegőben töltésének felét elveszíti. Hogyan változik a köztük fellépő elektrosztatikus erő?

7.6. | A Budapest és Gödöllő közti távolság 15 km. Képzeljük el, hogy mindkét városban feltöltünk egy-egy tárgyat 1 C nagyságú töltéssel! Miért csak „képzeljük” ezt a kísérletet? Ha mégis sikerülne, akkor mekkora lenne a két tárgy között fellépő elektrosztatikus taszítóerő? Mekkora tömegű test súlyával egyezik meg ez az erő?

7.7. | Egy 0,3 mm átmérőjű horgászzsinór hossza 160 m, teherbírása 100 N. A kifeszített zsinór két végére erősített fémgömbökre azonos Q töltést viszünk.

a) Legfeljebb mekkora lehet Q, ha a zsinór nem szakad el?

b) Növelni akarjuk a felerősíthető Q töltést, ezért a horgászzsinór teherbírását megsokszorozzuk: 16 egyenlő részre vágjuk, és a darabokból kötelet fonunk. Ezzel 16-szorosra nőtt a teherbírása. Ennek végeire erősítjük a töltéseket. Mennyire sikeres az ötletünk?

7.8. | Két kis gömb középpontjának távolsága 6 cm. A gömbökre töltéseket viszünk úgy, hogy az egyik gömb töltése a másik töltésének négyszerese. A gömbök között fellépő Coulomb-erő nagysága 40 N. Számítsuk ki a gömbökön lévő töltések nagyságát!

7.9. | András kedvenc olvasmányai a fizikakönyvek és a Harry Potter. Azt állítja, hogy egyetlen műanyagból készült varázspálca és a varázsköpeny segítségével akár negatív, akár pozitív töltésűre fel tud tölteni egy elektroszkópot, ezenkívül a vízsugarat is el tudja hajlítani. Mindezt sikeresen be is mutatta, és elmagyarázta osztálytársainak. Hogyan csinálta, és mi a magyarázat?

7.10. | András álmában a roxforti Varázslóképző iskola „Fizika és teleportáció” szakkörén elvégezte a következő kísérletet: 1 gramm egyatomos hidrogéngáz atomjainak elektronjait a Föld Északi-sarkára, az atommagokat pedig a Déli-sarkra teleportálta egy-egy jól záródó tartályban. Felébredés után kiszámította, hogy mekkora lenne a két tartály közötti vonzóerő. A szükséges adatokat a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból vette. Mit kapott?

7.11. | A kősókristályban (NaCl) az ellentétes töltésű nátriumionokat (Na^+) és kloridionokat (Cl^-) az elektrosztatikus erő tartja össze. A rácsállandó két szomszédos ion egymástól való távolsága. A NaCl esetében kb. $2,8 \cdot 10^{-10}$ m. Mekkora a két ion között fellépő Coulomb-féle vonzóerő?

7.12. | Két töltött fémgolyó töltése $-5 \cdot 10^{-6}$ C és $+10^{-6}$ C. A két fémgolyót összeérintjük, majd eltávolítjuk egymástól. Mekkora lesz az egyes fémgolyók töltése a szétválasztás után, ha a két fémgolyó azonos sugarú?

7.13. | Egy szigetelőanyagból készült fonálra m tömegű, Q töltésű fémgolyót erősítünk. A fonálingát vízszintes irányú, E nagyságú homogén elektromos mezőbe helyezzük. Mekkora az E térerősség nagysága, ha az inga egyensúlyi helyzetében 45°-os szöget zár be a függőlegessel?

Elektromos mező, térerősség, erővonalak

7.14. | Egy elektromos mező valamely pontjában a térerősség $10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$. Mekkora erő hat az ebbe a pontba helyezett 10^{-6} C pozitív töltésre?

7.15. | A $4 \cdot 10^{-6}$ C rögzített ponttöltés körül hol helyezkednek el azok a pontok, amelyekben a térerősség $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$?

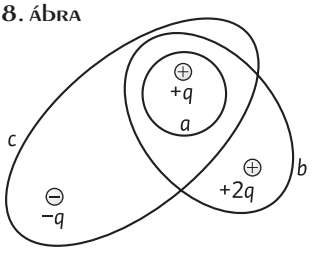
7.16. | Egy $Q = 10^{-9}$ C nagyságú ponttöltést $500 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ térerősségű homogén elektromos mezőben rögzítünk. Mekkora lehet a térerősség nagysága a ponttöltéstől 30 cm távolságban lévő pontokban?

7.17. | Elektromos dipólus töltései $+10^{-8}$ C és -10^{-8} C. A töltések helyének koordinátái az x–y koordináta-rendszerben, méterben megadva: $A(-1; 0)$ és $B(1; 0)$. Adjuk meg E térerősségvektor nagyságát és irányát a következő pontokban: $C(0; 0)$, $D(0; 1)$, $E(0; -1)$, $F(2; 0)$, $G(-2; 0)$! Az AB szakasz melyik pontjában a legkisebb az E térerősség nagysága? Van-e olyan pont, ahol nulla a térerősség nagysága?

7.18. | Adjuk meg az ábrán látható a, b és c zárt felületetek teljes fluxusát, ha $q = 1\,\mu\text{C}$!

7.19. | Egy 10 cm sugarú gömb felületéből $36\pi \cdot 10^{-4}$ erővonal lép ki a felületre merőlegesen. Mit tudunk mondani a gömb belsejében lévő töltés nagyságáról és helyéről?

7.18. ábra



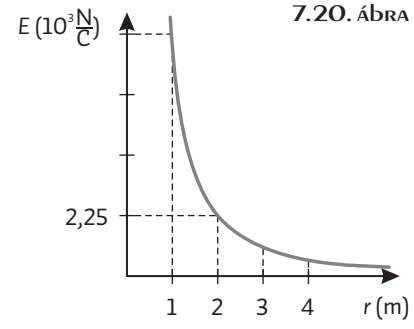
7.20. | Az ábrán az E térerősség nagyságát ábrázoltuk egy Q ponttöltés esetében a töltéstől való r távolság függvényében.

a) Mekkora a teret keltő Q töltés nagysága?

b) Mekkora a térerősség a töltéstől 3 m távolságban?

c) Hol vannak azok a pontok, amelyekben a térerősség $9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$?

7.20. ábra



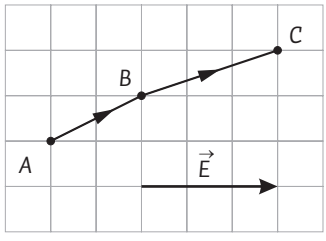
Az elektromos mező munkája, feszültség

7.21. | Az elektrosztatikában az elektromos E térerősségnek kétféle mértékegységét is használjuk. Melyeket? Fejezzük ki az elektromos térerősség egységét az SI-rendszer alapmennyiségeivel!

7.22. | Hagyományos, képcsöves tévékészülékben elektronokat gyorsítunk elektromos mezővel. Mekkora sebességgel csapódik egy elektron a televíziókészülék képernyőjébe, ha a képcsőben a gyorsítófeszültség 10 kV?

7.23. | A részecskefizikában használt energia-mértékegység az eV (elektronvolt), és ennek prefixumokkal (előtétszavakkal) képzett többszörösei. 2012. júliusi hír: az európai részecskekutatónak, a CERN-nek a francia–svájci határon lévő, 27 kilométer hosszú Nagy Hadronütköztetőjében (LHC) hét teraelektronvolt (TeV) energiájú protonnyalábokat ütköztetve bizonyították a Higgs-bozon létezését. Számítsuk ki, hány joule 7 TeV!

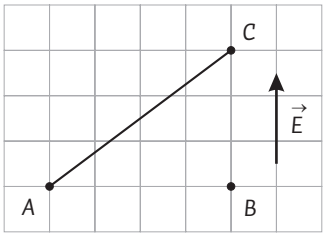
7.24. ábra



7.24. | Homogén elektrosztatikus mezőben egy töltést mozgatunk az AB, majd pedig a BC szakasz mentén. Az AB szakasz mentén a mező által végzett munka 120 J. Mekkora a munkavégzés a BC szakaszon és a CA szakaszon?

7.25. | Az $E = 5000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ térerősségű homogén mező $6 \cdot 10^{-4}$ J munkával egy $Q = 2\,\mu\text{C}$ nagyságú töltést A-ból C-be juttat az ábra szerint. Mekkora az AC távolság?

7.25. ábra



7.26. | Ponttöltés terében olyan A és B pont között mozdultunk el, hogy a térerősség nagysága a negyedére csökkent. Milyen irányban mozogtunk, és közben hogyan változott a potenciál?

7.27. | Homogén elektromos mezőben olyan A és B pont között mozdultunk el, hogy a potenciál nagysága a negyedére csökkent. Hogyan változott a térerősség?

7.28. | Egy síkkondenzátor két lapja között a homogén elektromos mező térerőssége $10^5 \frac{V}{m}$. Mekkora a munkavégzés, ha egy 10^{-5} C nagyságú töltés az egyik lemezről a másik lemezre kerül, és a lemezek távolsága 2 cm?

7.29. | Mekkora gyorsítófeszültség hatására gyorsul fel $10 \frac{m}{s}$ sebességre a 10^{-4} g tömegű, 10^{-8} C töltésű, kezdetben nyugvó részecske?

7.30. | Mekkora gyorsulással mozog a $2 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$ térerősségű homogén elektrosztatikus mezőben az a töltés, melynek tömege 2 mg és töltése 10^{-5} C? Mekkora sebességre gyorsul fel 2 cm-es úton? Miért nem érdemes figyelembe venni a gravitációs erőt?

Vezetők elektromos mezőben, kondenzátorok

7.31. | Egy kis- és egy nagyméretű fémgömböt helyezünk egymás közelébe. A kisméretű gömbre töltést viszünk, a nagyra nem. Tapasztalunk-e valamilyen erőhatást?

7.32. | Egy felül nyitott, elektromosan töltött fémedényről szigetelőnyéllel ellátott töltetlen fémgolyó segítségével töltéseket akarunk átvinni egy elektroszkópra. Az edény külső vagy belső felületéről lehet töltéseket elvenni?

7.33. | Tudjuk, hogy a Faraday-kalitka kirekeszti a külső sztatikus elektromos mezőt a fémmel körülvett térrészből. Hogyan lehetséges mégis egy dróthálóval körülvett térrészben nullától különböző elektromos térerősség?

7.34. | A $C = \frac{Q}{U}$ összefüggést vizsgálva, valaki a következő gondolatra jutott: „Egy adott kondenzátor C kapacitása és a rákapcsolt U feszültség között fordított arány van, tehát kétszeresre növelve a feszültséget, a kapacitása a felére csökken.” Hol a hiba a gondolatmenetben?

7.35. | Mekkora töltése lesz a 20 μF-os kondenzátornak, ha egy 24 V-os feszültségforrás pólusaival kötjük össze? Számítsuk ki a kondenzátor energiáját is!

7.36. | Mekkora annak a kondenzátornak kapacitása, amelyet $5 \cdot 10^{-8}$ C töltés 10 V feszültségre töltött fel?

7.37. | Két azonos, C kapacitású kondenzátort egyszer párhuzamosan, egyszer pedig sorosan kapcsolunk U feszültségű feszültségforrásra. Mekkora az egyes kondenzátorok töltése és feszültsége az egyes esetekben?

7.38. | Két kondenzátor kapacitása 2 μF és 3 μF. A kondenzátorokat egyszer párhuzamosan, egyszer pedig sorosan kapcsoljuk egy 120 V-os feszültségforrásra. Mekkora az egyes kondenzátorok töltése és feszültsége az egyes esetekben?

7.39. | Három azonos, C kapacitású kondenzátornak hány különböző eredőjű kapcsolási kombinációja van? Melyek ezek? Mekkora az eredő kapacitás az egyes esetekben?

7.40. | Egy 20 μF kapacitású síkkondenzátort egy 24 V-os feszültségforrás pólusaival kötünk össze. Ezután a kapcsolat megszüntetése nélkül a kondenzátor lemezeinek távolságát megduplázzuk. Adjuk meg az így kapott kondenzátor kapacitását, töltését és feszültségét!

7.41. | Egy 20 μF kapacitású síkkondenzátort egy 24 V-os feszültségforrás pólusaival kötünk össze. Ezután a feszültségforrással való kapcsolatot megszüntetve a kondenzátor lemezeinek távolságát megduplázzuk egy szigetelt nyelű szerszám segítségével. Adjuk meg az így kapott kondenzátor kapacitását, töltését és feszültségét!

7.42. | Egy 5 μF kapacitású síkkondenzátort 24 V feszültségű áramforrásra kapcsolunk. Hogyan változik a kapacitása, feszültsége és töltése, ha a kondenzátor lemezei közé egy $\varepsilon_r = 5$ relatív permittivitású csillámlapot helyezünk?

7.43. | Egy 5 μF kapacitású síkkondenzátort 24 V feszültségre töltünk fel, majd a töltő áramkörtől elszigeteljük. Hogyan változik a kapacitása, feszültsége és töltése, ha a kondenzátor lemezei közé ezután egy $\varepsilon_r = 5$ relatív permittivitású csillámlapot helyezünk?

Gyakorlófeladatok

7.44. | Hogyan változik két azonos töltéssel ellátott fémgömb közti taszítóerő, ha a töltésüket úgy változtatjuk, hogy az egyik gömbről töltéseket viszünk át a másikra?

7.45. | Két azonos sugarú, azonos nagyságú pozitív töltéssel ellátott, kicsiny fémgolyót hosszú, igen vékony fonál köt össze. Az egyik golyó töltését 20%-kal megnöveljük. Hány százalékkal nő az összekötő fonálban ébredő erő, ha az összekötő fonál

a) szigetelő anyagból készült?
b) fém?

7.46. | Két azonos sugarú, azonos pozitív töltésű, kicsiny fémgömb (*A* és *B*) között ható elektrosztatikus erő valamilyen távolságból 10^{-3} N. Egy harmadik, töltetlen, az előző kettővel megegyező sugarú fémgömböt (*C*) először az *A*, majd a *B* gömbhöz érintünk. Ezután a *C* gömböt az *A* és *B* gömb közötti szakasz felezőpontjába helyezzük. Mekkora és milyen irányú erő hat *C*-re?

7.47. | Két, egyenként 50 cm hosszú fonálra egy-egy 50 mg tömegű, kisméretű fémgolyót erősítünk. A golyókra vitt azonos nagyságú és előjelű töltés hatására a fonalak 60°-os szöget zárnak be egymással. Mekkora a golyók töltése?

7.48. | Elektromos mező valamely *P* pontjába egy elektront helyezünk, és magára hagyjuk. Azt tapasztaljuk, hogy egyenes vonalú pályán mozog. Hol lehet a *P* pont, ha a mező

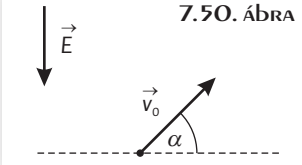
a) homogén mező?
b) ponttöltés tere?
c) elektromos dipólus tere?

7.49. | Egy 10 mg tömegű, 10^{-4} C pozitív töltésű golyócskát lövünk be egy 1000 $\frac{N}{C}$ erősségű homogén elektromos térbe 20 $\frac{m}{s}$ kezdősebességgel.

a) A mozgás vizsgálatakor érdemes-e figyelembe venni a gravitációt?
b) A térerősségvektorhoz képest milyen irányban kell belőni a részecskét, hogy az elektromos tér teljesen lefékezze?
c) Mekkora úton fékeződik le a részecske?
d) Mi történik a részecskével, miután megállt?

7.50. | Homogén elektromos mezőben a függőlegesen lefelé mutató térerősségvektor nagysága 250 $\frac{V}{m}$. A mezőbe belövünk egy protont, a vízszintessel 30^0-os szöget bezáró 10^4 $\frac{m}{s}$ nagyságú sebességgel az ábra szerint.

7.50. ábra



a) Mennyi idő múlva lesz a proton sebessége a legkisebb?
b) Mekkora távolságot tesz meg ezalatt vízszintesen, illetve függőlegesen?

7.51. | Vízszintes kondenzátorlemezek távolsága 12 cm, a lemezek közötti feszültség 600 V. A lemezek közti térben $1,2 \cdot 10^{-14}$ kg tömegű olajcsepp lebeg. Mekkora az olajcsepp töltése? Hányszorosa ez az elemi töltésnek? A nehézségi gyorsulás értéke 9,81 $\frac{m}{s^2}$.

7.52. | Mekkora lesz a matematikai inga lengésideje, ha az *l* hosszúságú fonálra erősített *m* tömegű testre pozitív *q* töltést viszünk, és az inga függőlegesen lefelé mutató *E* térerősségű elektromos mezőben leng?

7.53. | Egy szigetelőanyagból készült *l* hosszúságú fonálra *m* tömegű, elektromosan töltött fémgolyót erősítünk. A fonálingát vízszintes irányú, *E* nagyságú homogén elektromos mezőbe helyezzük. Mekkora a golyó töltése, ha az inga egyensúlyi helyzetében 45°-os szöget zár be a függőlegessel? Milyen jellegű ez az egyensúlyi helyzet? Ebből a helyzetéből kicsit kitérítve, majd magára hagyva, a fémgolyó harmonikus rezgéseket végez. Mekkora frekvenciával?

7.54. | András a késő éjszakába nyúló fizikatanulás után, elalvás előtt elolvasott néhány oldalt a Harry Potterből. Álmában bagolypostán üzenetet kapott Roxfortból. „Voldemort varázslata megszüntette a Föld és a Hold közötti gravitációt. Elveszítjük a Holdat! Segíts!" András álmában zseniális megoldást eszelt ki: Megfelelő elektronmennyiséget kell a Földről a Holdra juttatni, hogy az így ellentétes töltésűvé váló Föld és Hold között keletkező elektrosztatikus vonzóerő pótolja a hiányzó gravitációs erőt. Ez az ötlet ébredés után is tetszett neki, ezért kiszámította, hogy álombeli tervéhez hány kg elektront kellene a Holdra szállítani. Az eredmény nagyon meglepte. Miért?

7.55. | Elektromos mezőt kelt két töltés: $Q_1 = +2\,\mu C$ és $Q_2 = -1\,\mu C$. Helyük az *x*–*y* koordináta-rendszerben $Q_1(-5\,cm;\ 0\,cm)$, illetve Q_2 $B(+5\,cm;\ 0\,cm)$. Adjuk meg a következő felületek teljes fluxusát!

a) Origó középpontú 1 cm sugarú gömb.
b) Origó középpontú 6 cm sugarú gömb.
c) Q_1 középpontú 1 cm sugarú gömb.
d) Q_1 középpontú 12 cm sugarú gömb.

7.56. | Megvizsgáltuk egy henger felületéből kilépő erővonalak számát:
a) az alaplapból és a fedőlapjából 0, a palástjából 1500 erővonal lép ki a felületre merőlegesen.
b) az alaplapból és a fedőlapból 1500-1500, a palástból 0 erővonal lép ki.
Mennyi töltés van a henger belsejében az egyes esetekben? Milyen elrendezésű lehet a bezárt töltésrendszer?

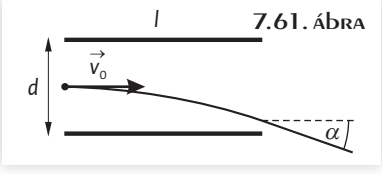
7.57. | Vizsgáljuk egy R sugarú gömb felületén ki- és belépő erővonalak számát és irányát.
a) 1000 kilépő, 1000 belépő, az erővonalak egymással párhuzamosak.
b) 2000 kilépő, 0 belépő, az erővonalak egymással párhuzamosak.
c) 1500 kilépő, 500 belépő, az erővonalak egymással párhuzamosak.
Mennyi töltés van a gömb belsejében az egyes esetekben? Milyen elrendezésű lehet az erővonalakat létrehozó töltésrendszer? Hol találhatók a töltések a gömbhöz képest?

7.58. | Egy igen hosszú vezető egységnyi hosszra jutó töltése: $\varrho\left(\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{m}}\right)$.
A töltésrendszert a következő zárt felületekkel vesszük körül:
a) R sugarú gömb. **b)** a oldalú kocka.
Milyen helyzetűek legyenek a felületek a vezetőhöz képest, hogy a fluxusuk a legnagyobb legyen?

7.59. | Elektrosztatikus festékszórás alkalmazásakor a szórópisztoly és a festett felület között elektromos mezőt létesítenek. A szórópisztolyból kilépő porlasztott festékrészecskék porlasztáskor elektromosan feltöltődnek, és az ellentétes töltésű munkadarab felületére csapódva egyenletes vékony bevonatot biztosítanak. Számítsuk ki, hogy egy $10^{-6}\,\mathrm{C}$ töltéssel rendelkező, 0,05 g tömegű festékrészecske, amely a porlasztópisztolyból $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel repül ki, mekkora sebességgel csapódik a festendő felületre! A gyorsítófeszültség 60 kV.

7.60. | 20 cm hosszú üvegcsőből készült kisülési csőre 500 V feszültséget kapcsolunk.
a) Mekkora a térerősség a csőben?
b) Mekkora erő hat a csőben lévő elektronra?
c) Mennyi idő alatt teszi meg az elektron a két elektróda közti távolságot, ha feltételezzük, hogy ütközés nélkül halad végig a csövön?
d) Az elektron végsebessége hány százaléka a fénysebességnek?

7.61. | Síkkondenzátor vízszintes lemezeinek távolsága d, hossza l. A lemezek közé vízszintes irányban, v_0 sebességgel belövünk egy $+q$ töltésű, m tömegű részecskét az ábra szerint. Határozzuk meg a kondenzátor feszültségét, ha tudjuk, hogy a részecske a vízszintessel α szöget bezáró irányban lép ki a lemezek közül!



7.61. ábra

7.62. | Egy $q = 10^{-6}\,\mathrm{C}$ töltésű részecske az x–y koordinátasíkon homogén elektromos mezőben mozogva az A pontból a B pontba jut. A pontok koordinátái $A(-4\,\mathrm{cm};\ 2\,\mathrm{cm})$ és $B(6\,\mathrm{cm};\ 1\,\mathrm{cm})$. A térerősség az x tengely pozitív irányával megegyező, $E = 10^4\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ nagyságú.
a) Határozzuk meg a részecskére ható elektrosztatikus erő nagyságát és irányát!
b) Mennyi munkát végez az elektromos tér, miközben a részecske az A pontból a B pontba jut?
c) Határozzuk meg az A és B pont közötti feszültséget!

7.63. | Egy $q = 10^{-6}$ C töltésű részecske az x–y koordinátasíkon az origóban lévő $Q = 10^{-5}$ C ponttöltés erőterében mozogva az A pontból a B pontba jut. A pontok koordinátái: $A(-8\,\text{cm};\ 6\,\text{cm})$, $B(5\,\text{cm};\ 0\,\text{cm})$.

a) Határozzuk meg a részecskére ható elektromos erő nagyságát a megadott két pontban!
b) Mennyi munkát kell végeznünk, miközben a részecskét az A pontból a B pontba juttatjuk?
c) Határozzuk meg az A és B pont közötti feszültséget!

7.64. | A 10^{-9} C nagyságú ponttöltés terében mekkora lehet a távolsága két olyan pontnak, melyek potenciálja $U_1 = 1\,\text{V}$, illetve $U_2 = 9\,\text{V}$?

7.65. | Egy szigetelőanyagból készült, 90 cm hosszú, vékony, vízszintes pálca két végére egy-egy pozitív töltésű, kicsiny fémgömböt rögzítünk. Töltésük $4 \cdot 10^{-6}$ C és 10^{-6} C. A pálcára egy súrlódás nélkül mozgó pozitív töltésű gyűrűt fűzünk fel.

a) Hol lesz egyensúlyban a gyűrű?
b) Milyen jellegű az egyensúly?
c) Hol van egyensúlyban egy negatív töltésű gyűrű?
d) Ennek milyen jellegű az egyensúlya?

7.66. | Egy szigetelőanyagból készült, l hosszúságú, vékony, vízszintes pálca egyik végére egy $+Q$ töltésű, kicsiny fémgömböt rögzítünk. A pálcára a Q töltéstől x távolságban felfűzünk egy $+q$ töltésű, m tömegű, súrlódás nélkül mozgó gyűrűt. A gyűrűt elengedjük.

a) Mekkora sebességgel hagyja el a gyűrű a pálcát?
b) Mekkora sebességet érhet el a gyűrű, ha a pálca tetszőlegesen hosszú?

7.67. | Egy $Q = 2 \cdot 10^{-6}$ C töltésű rögzített részecskétől $x_0 = 5\,\text{m}$ távolságban lévő A pontból elengedünk egy $m = 0{,}1\,\text{mg}$ tömegű, $q = -10^{-9}$ C töltésű részecskét. (A gravitáció hatását hanyagoljuk el.)

a) Mennyi lesz a részecske sebessége $x = 1\,\text{m}$-es út megtétele után?
b) Mekkora kezdősebességet kell adni a részecskének ahhoz, hogy ne térjen vissza?

7.68. | Egy R sugarú tömör fémgömbre $+Q$ töltést viszünk.

a) Mennyi a térerősség a gömb belsejében?
b) Mennyi a térerősség a gömb felszínétől x távolságban lévő külső pontban?
c) Mennyi a gömb belsejében a térerősség, ha a gömb felszínéhez egy $+q$ töltésű testet közelítünk?

7.69. | Egy 2 cm sugarú tömör fémgömbre pozitív töltést viszünk. Jelöljük x-szel a gömb középpontjától mért távolságot! E, illetve U az adott pontbeli térerősség, illetve potenciál nagysága. Töltsük ki a táblázat üres rovatait!

x	0 cm	1 cm	2 cm (közvetlenül a felszín alatt)	2 cm (közvetlenül a felszín fölött)	3 cm	
E				$5400\,\frac{\text{V}}{\text{m}}$		$150\,\frac{\text{V}}{\text{m}}$
U						

7.70. | Egy 2 cm sugarú tömör fémhengerre pozitív töltést viszünk. Jelölje x a henger tengelyétől mért távolságot! E az adott pontbeli térerősség nagysága. Töltsük ki a táblázatot!

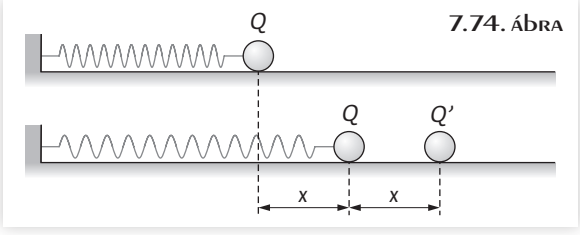
x	0 cm	1 cm	2 cm (közvetlenül a felszín alatt)	2 cm (közvetlenül a felszín fölött)	3 cm	
E				$5400\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}}$		$150\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}}$

7.71. | Ponttöltés terében az A pontban a térerősség $4 \cdot 10^4\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ nagyságú, a B pontban pedig $10^4\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$. Mekkora a mezőt keltő töltés, ha az AB útvonalon mozgó $10^{-7}\,\mathrm{C}$ töltésű testen a mező 3 mJ munkát végez?

7.72. | Pontszerű, $2 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{C}$ nagyságú, pozitív, rögzített töltés mezőjében egy $10^{-6}\,\mathrm{C}$ nagyságú töltéssel ellátott, 1,6 g tömegű pontszerű testet az A pontból $30\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ nagyságú kezdősebességgel indítunk el a rögzített töltés felé sugár irányban. A töltés 80 cm út megtétele után megáll. Mekkora az A pontbeli potenciál? A gravitáció hatását hanyagoljuk el!

7.73. | Elektronmikroszkópban a katódból kilépő elektronokat elektromos tér gyorsítja a szükséges energiára. Egy ún. pásztázó elektronmikroszkópban a felgyorsított elektronok maximális energiája 40 keV. Mekkora lenne az ilyen energiájú elektron sebessége, ha eltekinthetnénk a fénysebesség közelében nem elhanyagolható relativisztikus tömegnövekedéstől? Eltekinthetünk-e ettől?

7.74. | Az ábrán látható $Q = 3 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{C}$ töltésű, $3000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugóhoz erősített test felé lassan közelítünk egy $Q' = -3 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{C}$ töltésű testet. Addig folytatjuk a közelítést, amíg a rugó megnyúlása éppen a két test távolságával lesz egyenlő. Mekkora a rugó megnyúlása?



7.74. ábra

7.75. | Két töltött fémgolyó töltése $-5 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{C}$, és $+10^{-6}\,\mathrm{C}$. A két fémgolyót egy nagyon hosszú, igen vékony vezetőszál segítségével csatlakoztatjuk, majd megszüntetjük a csatlakoztatást. Mekkora lesz az egyes fémgolyók töltése a szétválasztás után, ha a két fémgolyó

a) azonos sugarú?
b) sugarainak aránya 1 : 3?

7.76. | Egy $2a$ sugarú vékony fémgömbhéj középpontja C. Az X, Y és C pontok közös egyenesre illeszkednek. X illetve Y távolsága a C ponttól rendre $x = a$ és $y = 3a$. Számítsuk ki a térerősséget

a) az X és Y pontban, ha Q ponttöltést helyezünk a C pontba!
b) az Y pontban, ha Q ponttöltést helyezünk az X pontba!
c) a C és X pontban, ha Q ponttöltést helyezünk az Y pontba!

7.77. | A villanófény (vaku) működésének alapja egy nagy kapacitású, feltöltött kondenzátor, amely a fényképezés pillanatában a villanócsövön keresztül kisül; energiája fény és hő alakjában jelenik meg. Egy 350 V feszültségre töltött vaku kondenzátora 100 J energiát tárol. Hány μF a kapacitása?

7.78. | Akkumulátor segítségével feltöltünk egy kondenzátort. Ezután az akkumulátorral való kapcsolatot megszüntetve, szigetelt eszközökkel a lemezeket távolítani kezdjük egymástól. Hogyan változik a kondenzátor

a) kapacitása?
b) töltése?
c) lemezei közötti térerősség?
d) lemezei közötti vonzóerő?
e) energiája?

7.79. | Egy kondenzátor lemezeinek nagysága A, távolsága x_1. Q töltést viszünk a lemezekre. Ezután a feltöltő akkumulátorral való kapcsolatot megszüntetve, a lemezek közti vonzóerő ellenében, távolságukat x_2-re növeljük. Mennyi munkát végzünk a lemezek távolításakor?

7.80. | Egy kondenzátor lemezeinek nagysága A, töltése Q. Számítsuk ki a lemezek közötti vonzóerő nagyságát!

7.81. | Akkumulátor segítségével feltöltünk egy kondenzátort. Ezután az akkumulátorral való kapcsolat megszüntetése nélkül a lemezeket távolítani kezdjük egymástól. Hogyan változik a kondenzátor

a) feszültsége?
b) kapacitása?
c) töltése?
d) lemezei közötti térerősség?
e) lemezei közötti vonzóerő?
f) energiája?
g) Elemezzük a folyamatot munkavégzés és energia szempontjából!

7.82. | Egy 100 V-ra töltött 2 μF-os és egy 200 V-ra töltött 3 μF-os kondenzátort párhuzamosan kapcsolunk úgy, hogy az egynemű töltéseket tároló fegyverzeteket kötjük össze. Mekkora a kondenzátorok közös feszültsége?

7.83. | Egy C_0 kapacitású kondenzátort U feszültségű áramforrásra kapcsolunk. Hogyan változik az energiája, ha a kondenzátorlemezek közé egy ε_r relatív permittivitású (dielektromos állandójú) csillámlapot helyezünk?

7.84. | Egy C_0 kapacitású kondenzátort U feszültségre töltünk fel, majd a töltő áramkörtől elszigeteljük. Hogyan változik az energiája, ha a kondenzátorlemezek közé ezután egy ε_r relatív permittivitású csillámlapot helyezünk?

7.85. | Egy kondenzátor lemezei között egy ε_r relatív permittivitású csillámlap található. A kondenzátort feltöltjük, majd a töltő áramkörtől elszigeteljük. Mekkora munkával tudjuk a lemezek közül a csillámlemezt kihúzni? Adjunk erőtani magyarázatot a jelenségre!

Tesztek

7.86. | Egy elektroszkóp mutatója kitért, miután gömbjéhez megdörzsölt üvegrudat érintettünk. Ezután egy megdörzsölt műanyag rúddal közelítünk a gömbhöz, de nem érünk hozzá. Hogyan változik a mutató helyzete?

A) A kitérés csökken.
B) A kitérés nő.
C) A kitérés nem változik.
D) A kitérés attól függően nő vagy csökken, hogy melyik rúd töltése volt nagyobb.

7.87. | A töltetlen elektroszkóp mutatója kitér, ha fémgömbjéhez feltöltött műanyag rudat érintünk. Mi történik, ha a műanyag rudat ismételt megdörzsölés után közelítjük az elektroszkóp fémgömbjéhez?

A) Az elektroszkóp mutatójának kitérése nagyobb lesz, mert az elektroszkópról negatív töltések lépnek át a műanyag rúdra.
B) A mutató kitérése változatlan marad, mivel nem értünk hozzá a gömbhöz.
C) A mutató kitérése növekszik az elektromos megosztás miatt.
D) A mutató kitérése csökken az elektromos megosztás miatt.

7.88. | Egy elektroszkópra pozitív töltéseket viszünk megdörzsölt üvegrúd segítségével. Az elektroszkóp gömbjét kézzel megérintjük. Mi történik?

A) Az elektroszkóp töltése növekszik, mert újabb pozitív töltésű részecskék áramlanak rá a földből, a testünkön keresztül.
B) Az elektroszkóp elveszíti töltését, mert a földből testünkön keresztül elektronok áramlanak az elektroszkópra, és az semleges lesz.
C) Az elektroszkóp megtartja töltését.
D) Feltöltött elektroszkóp gömbjét áramütés veszélye miatt tilos megérinteni.

7.89. | Két pontszerű, elektromosan töltött test távolságát felére csökkentjük. Hogyan változik a testek közötti elektromos erő?

A) Felére csökken.
B) Kétszeresére nő.
C) Négyszeresére nő.
D) Negyedére csökken.

7.90. | Melyik a hamis állítás?

A) Az elektromos erőtérbe helyezett pozitív előjelű próbatöltés az erővonalak mentén mozog.
B) Az elektromos erőtérbe helyezett pozitív előjelű töltésre a töltés helyén átmenő erővonallal megegyező irányú erő hat.
C) Az erőtérbe helyezett negatív előjelű töltés a töltés helyén átmenő erővonallal párhuzamosan gyorsul.
D) Az elektromos erőtérbe helyezett negatív előjelű töltés mozoghat erővonal mentén.

7.91. | Miért mondjuk, hogy az elektrosztatikus mező konzervatív? Válassza ki a hamis magyarázatot!

A) Elektrosztatikus mezőben végzett munkavégzés az úttól független.
B) Elektrosztatikus mezőben végzett munkavégzés csak a kezdő- és végponttól függ.
C) Elektrosztatikus mezőben zárt görbe mentén végzett munka mindig nulla.
D) Elektrosztatikus mezőben zárt görbe mentén végzett munka mindig pozitív.

7.92. | Két szabadon mozgó, azonos nagyságú, negatív $q = -4\,\mu C$ ponttöltést egy, a töltéseket összekötő szakasz felezőpontjába helyezett pozitív Q ponttöltés tart egyensúlyban. Mekkora a Q töltés nagysága?

A) $1\,\mu C$. B) $2\,\mu C$. C) $3\,\mu C$. D) $4\,\mu C$.

7.93. | Két rögzített, azonos nagyságú, negatív $q = -4\,\mu C$ töltés között, a töltéseket összekötő szakasz felezőpontjában egy Q töltés van egyensúlyban. Mekkora a Q töltés?

A) $+1\,\mu C$.
B) $+2\,\mu C$.
C) Bármekkora.
D) $+4\,\mu C$.

7.94. | Hogyan változik a matematikai inga lengésideje, ha a fonálra erősített testre pozitív töltést viszünk, és az inga függőlegesen lefelé mutató térerősségű elektromos mezőben leng?

A) A lengésidő nem változik.
B) A lengésidő nő.
C) A lengésidő csökken.

7.95. | Egy négyzet csúcsaiba azonos töltéseket helyezünk. Van-e olyan pont, ahol a térerősség nulla?

A) Minden oldal felezőpontja ilyen, mert itt az oldal végpontjaiban lévő töltések hatása kioltja egymást.
B) Nincs ilyen pont.
C) A négyzet középpontja ilyen, mert itt a négy töltés hatása kioltja egymást.
D) A négyzet két átlójának minden pontja ilyen, mert itt a négy töltés hatása kioltja egymást.

7.96. | Válassza ki az igaz állítást!

A) A feltöltött kondenzátor lemezei közötti térerősség a pozitív lemeztől távolodva egyenletesen csökken.
B) A feltöltött kondenzátor lemezei közötti térerősség nagysága állandó.
C) A kondenzátor kapacitása a lemezek távolításakor növekszik.
D) A kondenzátor kapacitása a $C = \frac{Q}{U}$ összefüggésnek megfelelően a kondenzátor Q töltésével egyenesen arányosan nő.

7.97. | Egy rögzített $+Q$ ponttöltés által keltett mezőbe a töltéstől r távolságra elhelyezünk és magára hagyunk egy $+q$ töltéssel rendelkező részecskét. Milyen mozgást fog végezni?

A) Egyenletesen növekvő sebességgel távolodik a Q töltéstől.
B) Egyenletes körmozgást végez a Q töltés körül r sugarú körpályán.
C) Növekvő sebességű, csökkenő gyorsulású mozgással távolodik a Q töltéstől.
D) Egy ideig távolodik, majd megáll és visszatér a kiindulási pontba.

7.98. | $\vec{E}$ térerősségű homogén elektromos mezőben elhelyezünk és magára hagyunk egy $-q$ töltéssel rendelkező részecskét. Milyen mozgást fog végezni?

A) Egyenletesen növekvő sebességgel mozog az $\vec{E}$ vektor irányában.
B) Egyenletesen növekvő sebességgel mozog az $\vec{E}$ vektorral ellentétes irányban.
C) Növekvő sebességgel mozog az $\vec{E}$ vektorra merőleges irányban.
D) Állva marad, mert a homogén mező csak a pozitív töltésekre hat.

7.99. | Mi az elektromos csúcshatás?

A) Feltöltött vezetőn az elektromos töltés az élek, csúcsok mentén halmozódik fel, ezért az elektromos térerősség a csúcsok közelében nagyobb lesz, mint más helyeken.
B) Csúcshatás a villámhárítók működési elve: fémek hegyes csúcsain nem fér el sok elektromosan töltött részecske, ezért ide nem csap be a villám.
C) Hegyes csúcsok (pl. árbocvég) az elektromos töltések hatására felmelegednek, felizzanak. Középkori hajósok ezt nevezték Szent Elmo tüzének.
D) Gyertyával melegített hegyes fémtűből a hő hatására kilépő elektronok elfújják a gyertyát (elektromos szél).

7.100. | Mi a Faraday-kalitka?

A) Fémhálóval körülvett térrész, amelyből a belső elektromos erőtér nem jön ki.
B) Fémhálóval körülvett térrész, amelybe a külső elektromos erőtér nem hatol be.
C) Fémhálóval körülvett térrész, amelynek határán az elektromos erőtér nem megy át.
D) Faraday által kifejlesztett ketrec, amelybe gyenge elektromos áramot vezetve szelíd módszerrel akadályozzuk meg a bezárt állat kiszabadulását.

7.101. | Feltöltött síkkondenzátort lekapcsolunk a feltöltő feszültségforrásról. Ezután szigetelőanyagból készült eszközökkel növeljük a kondenzátorlemezek távolságát. Az alábbi négy állítás közül három igaz. Válasszuk ki a hamisat!

A) A kondenzátor töltése nem változik.
B) Távolítás közben a lemezek közti vonzóerő a távolság négyzetével fordított arányban csökken.
C) A lemezek közti a feszültség távolságukkal arányosan nő.
D) A kondenzátor energiája a lemezek távolságával arányosan nő.

7.102. | Feltöltött síkkondenzátor kapcsolatát a feltöltő feszültségforrással megtartva lemezeinek távolságát szigetelőanyagból készült eszközökkel növeljük.
Az alábbi négy állítás közül három igaz. Válasszuk ki a hamisat!

A) A kondenzátor feszültsége növekszik.
B) A kondenzátor töltése csökken.
C) A kondenzátor kapacitása csökken.
D) A kondenzátor lemezeinek távolításakor munkát végzünk, ennek ellenére a kondenzátor energiája csökken.

Esszékérdések

7.103. | *Az elektrosztatikus mező*

Adja meg az elektrosztatikus mező leírásához használt fogalmak definícióját (térerősség, erővonalak, feszültség és potenciál)! Jellemezze a homogén elektromos mezőt és a ponttöltés által keltett mezőt! (A térerősség függése a helytől a kétféle mezőben, erővonalrendszer a kétféle mezőben, ekvipotenciális felületek a kétféle mezőben.) Jellemezze az elektromos dipólus erővonalrendszerét!

7.104. | *A gravitációs tér és a sztatikus elektromos mező összehasonlítása*
Az alábbi szempontok szerint végezze el az összehasonlítást!
– Mi hozza létre a kétféle mezőt, és mire hat?
– A két erőhatás hasonlósága, különbsége.
– Gravitációs erőtörvény és a Coulomb-féle erőtörvény.
– Erővonalrendszer, térerősség, ekvipotenciális felületek elektromos és gravitációs mezőben.
– Munkavégzés zárt vonalú pályán a kétféle mezőben.
Hasonlítsa össze a H-atomban a proton és az elektron között fellépő gravitációs és elektromos erők nagyságrendjét! (A szükséges adatokat keresse ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!)

7.105. | *Vezetők elektrosztatikus mezőben*
a) Töltetlen fémek
Jellemezze a töltések elhelyezkedését semleges fémekben külső elektromos tér hatására! Mekkora a térerősség a vezető belsejében? Milyen helyzetűek az erővonalak a fémfelületen? Mit tud az elektromos árnyékolásról?
b) Töltött vezető elektromos tere
Hogyan helyezkednek el a fémtömbre vitt töltések? Térerősség, potenciál a vezető belsejében, erővonalak a fémfelületen. Ismertesse a csúcshatás jelenségét, említsen meg néhány érdekes, a csúcshatással magyarázható kísérletet (elektromos szél, elektromos Segner-kerék)!

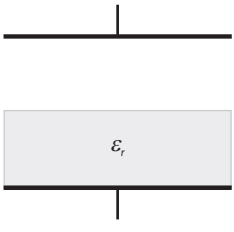
Kihívást jelentő feladatok

7.106. | Egy 50 cm hosszú szigetelőfonálból és egy 0,1 g tömegű, 10^{-8} C töltésű golyócskából álló fonálingát vízszintes térerősségű, homogén elektromos mezőben felfüggesztünk. A térerősség nagysága $5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$.

a) A vízszinteshez viszonyítva milyen α szögű helyzetben lesz az inga egyensúlyban?
b) Az ingát a térerősség irányában megfeszítve vízszintes helyzetből elengedjük. Mennyi lesz a sebessége függőleges helyzetben?
c) Mekkora szögnél lesz a legnagyobb sebessége?
d) Mekkora a térerősség, ha az ingát a vízszintes helyzetből elengedve, az nem jut el a függőleges helyzetig?

7.107. | Egy m tömegű, $+q$ töltésű részecske igen nagy x_0 távolságból v_0 sebességgel közeledik a pontosan ugyanilyen tömegű és töltésű részecske felé. Mikor közelíti meg jobban: ha a másik részecske rögzített, vagy ha rögzítetlen? Mennyi a két esetben kapott minimális távolságok aránya?

7.108. | Hányszorosára növeli egy kondenzátor kapacitását az $\varepsilon_r = 5$ relatív permittivitású szigetelőanyag, ha az a kondenzátorlemezek közötti teret
a) teljesen kitölti?
b) félig tölti ki?



7.108. ábra

8. | Az elektromos áram

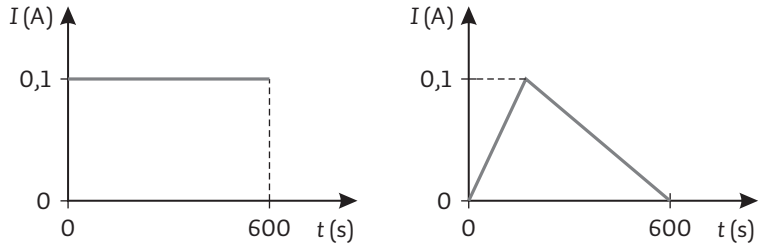
Alapozófeladatok

Áram, áramerősség

8.1. | Egy vezetékben 20 ms alatt 0,5 C töltés halad át. Mekkora áram folyik a vezetékben?

8.2. | Mennyi töltés áramlik át a vezető keresztmetszetén 10 perc alatt a grafikonok szerint folyó áram esetén?

8.2. ábra

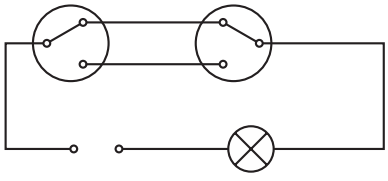


8.3. | András kvarcvezérlésű karórájához 50 mAh kapacitású (töltésű), 1,55 V-os gombelemet vásárolt. Az elem 2 év 3 hónap használat után merült le. András ezekből kiszámította, hogy mekkora az óra elektronikájának az átlagos áramfelvétele. Mit kapott? Hány elektron halad át a készüléken másodpercenként ilyen kis áramerősség esetén? Hányszorosa ez az emberiség valaha élt hozzávetőlegesen 100 milliárdos létszámának?

8.4. | 60 Ah-s 12 V-os autóakkumulátorunkat teljes töltöttségének a 80%-áig merítettük le. 5 A-es töltőárammal töltve mennyi ideig tart a teljes töltöttség elérése?

8.5. | Az áramköri ábra egy hosszú folyosó két végén található ún. alternatív kapcsolókat és a folyosót megvilágító izzót tartalmazza. Magyarázzuk el az áramkör működését!

8.5. ábra



Ellenállás, Ohm törvénye

8.6. | A 120 kV-os országos távvezeték-hálózat egy szakasza 300 km hosszú, 100 mm^2 keresztmetszetű, szigetelés nélküli alumíniumhuzalból készült. Mekkora a vezeték tömege és ellenállása?

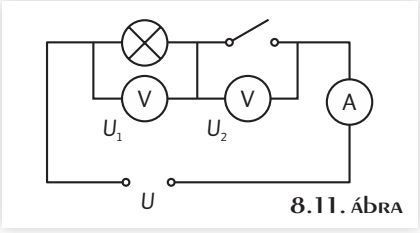
8.7. | Számítsuk ki az alábbiakat!
a) Mekkora az ellenállása egy 1 km hosszú és 2 mm átmérőjű rézvezetéknek?
b) Mekkora az átmérője az 1 km hosszú, 1 Ω ellenállású rézvezetéknek?
c) Milyen hosszúságú az 1 kΩ-os, 1 mm^2 keresztmetszetű króm-nikkel huzal?

8.8. | Egy 10 Ω ellenállású huzalt 10 egyenlő hosszúságú részre vágunk, és a huzaldarabokból 10-eres vezetéket sodrunk. Mekkora az így kapott vezeték ellenállása?

8.9. | Egy fogyasztót 12 V-os áramforrásra kapcsolunk. Az árammérő 60 mA erősségű áramot mér. Mekkora a fogyasztó ellenállása? Készítsünk áramköri rajzot, melyben mérjük a kapcsolóval működtetett fogyasztó feszültségét és áramát!

8.10. | 0 és 24 V között változtatható feszültségű áramforrásra kapcsolunk egy $R_1 = 200\ \Omega$-os, majd egy $R_2 = 300\ \Omega$-os ellenállást. Mérjük a feszültséget és az áramerősséget. Ábrázoljuk a feszültség függvényében az áramerősséget közös diagramban! Hogyan jelenik meg a grafikonon a két ellenállás értéke?

8.11. | Mit mutatnak az ábrán feltüntetett, 9 V-os áramforrást és 50 Ω-os izzót tartalmazó áramkörbe kapcsolt, ideálisnak tekinthető műszerek a kapcsoló nyitott és zárt helyzetében? Töltsük ki a táblázatot!



8.11. ábra

	U_1	U_2	I
A kapcsoló nyitva			
A kapcsoló zárva			

Az áram munkája és hőhatása. Vegyi hatás

8.12. | Az autó szivargyújtójáról üzemeltethető 12 V-os merülőforraló teljesítménye 140 W. Mekkora az áramfelvétele és az ellenállása?

8.13. | András hazaérkezése után bekapcsolta a 800 W-os mikrohullámú melegítőt és 65 W-os számítógépét. 40 W-os asztali lámpájának felkapcsolásakor a lakás 16 A-es kismegszakítója kioldott. Fentieken kívül még a 80 W-os hűtőszekrény volt bekapcsolva. András rövid számolás után rájött, hogy az asztali lámpája lehet zárlatos. Hogyan gondolkodott?

8.14. | Egy 2 kW teljesítményű, 230 V-os hálózatról üzemelő vízmelegítővel 5 liter 20 °C-os vizet melegítünk. Mekkora a vízmelegítő készülék fűtőszálának ellenállása, mekkora a fűtőszálban folyó áram erőssége? Mennyi a melegítés hatásfoka, ha 9 perc alatt értük el a 60 °C-os hőmérsékletet? Mennyibe kerül ez a vízmelegítés? 1 kWh áram ára 50 Ft.

8.15. | Három azonos fényerejű fényforrás adatait tartalmazza a táblázat:

	Teljesítmény (W)	Élettartam (h)	Beszerzési ár (Ft)
Hagyományos izzó	60	1 000	85
Kompakt fénycső	12	6 000	1400
LED-világítás	10	30 000	8500

Számítsuk ki, hogy a LED-es lámpa élettartama alatt milyen beszerzési és üzemeltetési költségeket jelentenek az egyes világítóeszközök! (1 kWh elektromos energia árát vegyük 50 Ft-nak.) Napi átlagos négyórás használatot feltételezve, mekkora időtartamot vizsgálunk?

8.16. | Másfél órán át tartó elektrolízist végzünk krómiont tartalmazó, 10 Ω ellenállású elektrolitoldattal. Mennyi króm válik ki a katódon 12 V feszültség hatására? Használjuk a *Négyjegyű függvénytáblázatok* elektrokémiai egyenértékeket tartalmazó táblázatát!

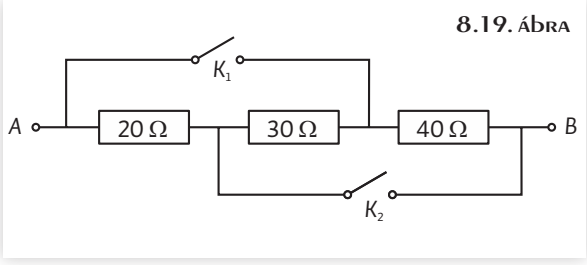
8.17. | Rézszulfátoldatot 1 órán át elektrolizálva, 5 g réz válik ki a katódon. Határozzuk meg az elektrolizáló áram erősségét, felhasználva azt, hogy réz két vegyértékű és moláris tömege $0,063 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$!

Fogyasztók kapcsolása

8.18. | Vezetőhuzalokból készült háromszög oldalainak ellenállása 30 Ω, 60 Ω és 90 Ω. Határozzuk meg a csúcsok közötti ellenállást!

8.19. | Mennyi az ábrán feltüntetett *A* és *B* pontok közötti eredő ellenállás a kapcsolók különböző helyzeteiben?

8.19. ábra



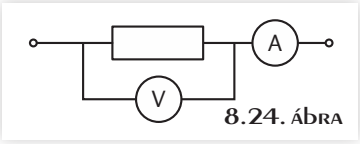
8.20. | 9 V feszültségű áramforrásra egy 60 Ω-os és egy 30 Ω-os fogyasztót kapcsolunk párhuzamosan. Mekkora az egyes mellékágak és a főág áramerőssége? Mit tudunk mondani a két mellékági áramerősség arányáról?

8.21. | 9 V feszültségű áramforrásra egy 60 Ω-os és egy 30 Ω-os fogyasztót kapcsolunk sorosan. Mekkorák az egyes fogyasztókra jutó feszültségek? Mit tudunk mondani az egyes fogyasztókra eső feszültségek arányáról?

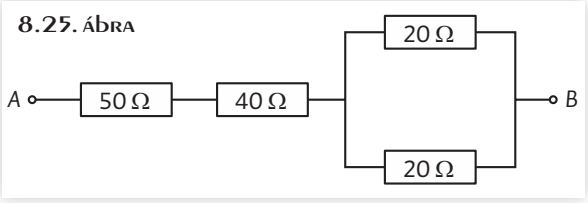
8.22. | Egy 20 Ω-os és egy 30 Ω–os ellenállást sorba kapcsolunk. Mennyi a nagyobb ellenálláson eső feszültség, ha a kisebbiken 12 V esik? Mekkora az ellenállásokon átfolyó áram erőssége?

8.23. | Egy 20 Ω-os és egy 30 Ω-os ellenállást párhuzamosan kapcsolunk. A kisebbik ellenálláson átfolyó áram erőssége 60 mA. Mennyi a nagyobb ellenálláson átfolyó áram erőssége? Mekkora az ellenállásokon eső feszültség?

8.24. | Milyen erősségű áramot jelez az ábrán látható áramkör 0,4 Ω belső ellenállású árammérője, ha a feszültségmérő 3,2 V feszültséget mutat, és az áramkörben lévő ellenállás értéke 6 Ω?



8.24. ábra

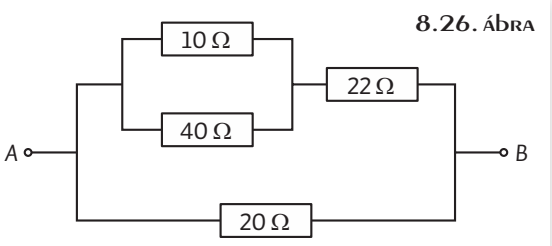


8.25. ábra

8.25. | Mekkora az ábrán látható rendszer eredő ellenállása?

Ha az *A* és *B* pontokra feszültséget kapcsolunk, melyik ellenálláson esik a legnagyobb, és melyiken a legkisebb feszültség? Melyik ellenálláson folyik a legnagyobb, és melyiken a legkisebb áram?

8.26. | Határozzuk meg az ábrán feltüntetett *A* és *B* pontok közötti eredő ellenállást!



8.26. ábra

8.27. | Hány különböző kapcsolást lehet összeállítani három azonos *R* ellenállású fogyasztó mindegyikének felhasználásával? Határozzuk meg az egyes kapcsolások eredő ellenállását!

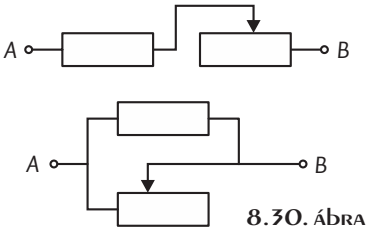
8.28. | Hány különböző eredőjű áramkör állítható össze három különböző ellenállású fogyasztó mindegyikének felhasználásával? Melyik kapcsolás adja a legnagyobb, és melyik a legkisebb eredőt?

8.29. | Két fogyasztó közül az egyik 1 kΩ ellenállású és 40 W névleges teljesítményű, a másik 6 kΩ-os és 60 W névleges teljesítményű.

a) Határozzuk meg az egyes fogyasztók névleges feszültségét és áramerősségét!

b) Mekkora feszültséget kapcsolhatunk a rendszer sarkaira, ha a két fogyasztót sorosan kapcsoljuk?

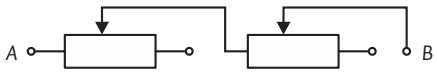
c) Mekkora áram folyhat át a rendszeren, ha a két fogyasztót párhuzamosan kapcsoljuk?



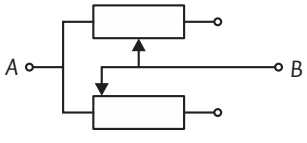
8.30. ábra

8.30. | Egy 40 Ω-os állandó és egy 10 Ω-tól 60 Ω-ig változtatható tolóellenállást kapcsolunk az ábra szerinti áramkörökben. Milyen határok között lehet változtatni az *A* és *B* pontok közötti ellenállást?

8.31. | Két darab 20 Ω-tól 200 Ω-ig változatható tolóellenállást az ábra szerint kapcsolunk. Milyen határok között változtatható az *A* és *B* pontok közötti ellenállás az egyes esetekben?



8.31. ábra



Áramforrások, feszültség- és árammérés



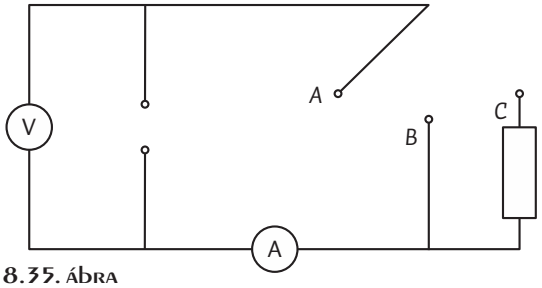
8.33. ábra

8.32. | Milyen erősségű áram folyik át a 18 Ω ellenállású fogyasztón, ha a 18 V feszültségű áramforrás
- **a)** belső ellenállása elhanyagolható?
- **b)** belső ellenállása 2 Ω?

8.33. | Mekkora a képen látható telep belső ellenállása?

8.34. | 24 V elektromos erejű telepre kapcsolt 45 Ω ellenálláson 0,5 A áram folyik át. Mekkora a telep belső ellenállása?

8.35. | Az áramkörbe egy háromállású kapcsolót iktattunk az ábra szerint. Mekkora értékeket mutat az ideálisnak tekinthető feszültség- és árammérő műszer a kapcsoló *A*, *B* és *C* helyzetében? Az áramforrás elektromotoros ereje 24 V, belső ellenállása 5 Ω, a külső ellenállás 25 Ω. Töltsük ki a táblázatot! Hogyan nevezzük az *A*, illetve *B* helyzetnek megfelelő állapotot?



8.35. ábra

	A	*B*	*C*
Feszültségmérő			
Áramerősség-mérő			

8.36. | 10 V méréshatárú, 1 kΩ ellenállású feszültségmérő méréshatárát 100 V-ra szeretnénk növelni. Milyen előtét-ellenállást használjunk?

8.37. | Az 1 A méréshatárú, 0,5 Ω ellenállású áramerősség-mérőben 0,1 ohmos söntellenállást alkalmazunk. Mekkora az új méréshatár?

Gyakorlófeladatok

8.38. | András frissen szerzett jogosítványt. Egyszer előfordult, hogy parkoláskor bekapcsolva felejtette a gépkocsi világítását: a tompított fényszórót és a helyzetjelző lámpákat.
- **a)** Mennyi idő alatt merült le a 12 V-os, 55 Ah-s akkumulátor, ha tudjuk, hogy egy helyzetjelző 5 W, egy tompított fényszóró 55 W teljesítményű?
- **b)** Segítségére sietett egy jó barátja, aki két hosszú elektromos kábellel („bikakábellel”) összekötötte a lemerült és a saját járó motorú autójának akkumulátorát. Így sikerült beindítani Andrásék autóját. András otthon utánaolvasva megtudta, hogy a bikakábelben folyó áram erőssége 200 A is lehet. Kiszámította, hogy az 50 mm^2 keresztmetszetű rézkábelben – atomonként egy vezetési elektront feltételezve – mennyi az elektronok rendezett mozgásának sebessége. Az eredmény nagyon meglepte. Érdemes kiszámítani!

8.39. | András új telefont kapott. A telefon akkumulátorának kapacitása 500 mAh, a töltési áram értékét pedig a töltőn feltüntették: 150 mA. András két napig figyelte és regisztrálta telefonjának üzemmódját. A táblázat adataiból kiszámította, hogy beszélgetéskor, illetve készenléti üzemmódban mennyi a készülék áramfelvétele. Kikapcsolt állapotban az áramfelvételt elhanyagolhatónak vette. Számítsuk ki mi is!

	Töltöttségi szint reggel	Beszélgetés (óra)	Készenlét (óra)	Töltési idő (óra)	Töltöttségi szint este
1. nap	84%	1	20	1	94%
2. nap	94%	2	10	0,6	96%

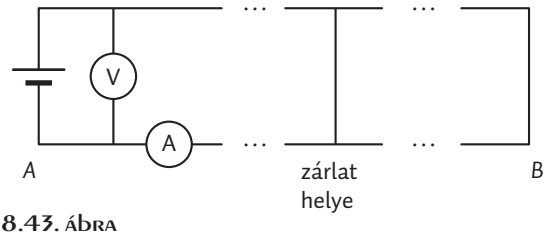
8.40. | Az iskolai Van de Graaff-generátorral előállítható feszültség 100 kV is lehet, de a körbe forgó gumiszalagja által szállított töltések jelentette áram erőssége mindössze néhány μA. Számítsuk ki, hogy 1 μA áramerősség esetén a 25 cm széles, $20\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ sebességgel haladó gumiszalag négyzetméterenként hány coulomb töltést szállít!

8.41. | A huzalgyártás egyik lépésében nagy átmérőjű huzalt szűkülő keresztmetszetű, kúp alakú nyílásokon húznak keresztül. Hányszorosára nő egy adott huzal ellenállása a fenti eljárás során, ha az alapanyag átmérője 10 mm, a kész huzalé 1 mm? Feltételezzük, hogy a huzal anyagának sűrűsége nem változik.

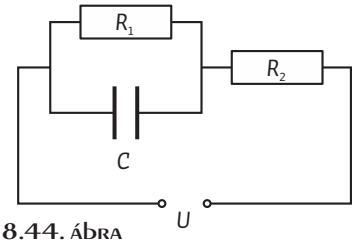
8.42. | András kíváncsi lett arra, hogy hány fokos lehet egy világító izzólámpa izzószála. Egy digitális multiméter segítségével megmérte egy volfrámszálas izzó ellenállását szobahőmérsékleten: 66 Ω. Ezután hálózati (230 V-os) áramkörbe kapcsolva megmérte az izzón átfolyó áram erősségét: 260 mA. Ezekből az adatokból és a *Négyjegyű függvénytáblázatok* segítségével kiszámította az izzószál hőmérsékletét. Próbáljuk meg mi is!

8.43. | Az *A* és *B* pont között kétvezetékes, $0{,}5\,\text{mm}^2$ keresztmetszetű szigetelt rézkábel létesít hírközlő vonalat. A 15 km hosszú vonal egy pontján a szigetelés meghibásodása miatt rövidzárlat történt. A teljes vonal vizsgálata hosszadalmas és költséges lenne, ezért a hiba helyének behatárolása céljából az *A* pontban elvégzik az ábra szerinti mérést. A voltmérő 8 V feszültséget, az árammérő 30 mA-t mutat. Az *A*-tól milyen távolságra történt a meghibásodás? A hiba elhárítása után mit mutat az ampermérő?

8.44. | Az ábrán vázolt áramkörben $U = 24\,\text{V}$, $R_1 = 200\,\Omega$, $R_2 = 400\,\Omega$, $C = 500\,\mu\text{F}$. Mekkora a kondenzátor töltése?



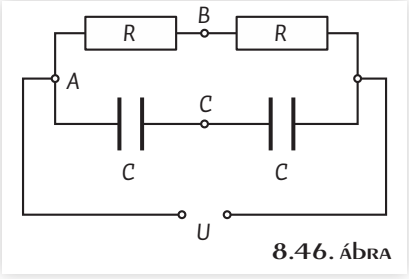
8.43. ábra



8.44. ábra

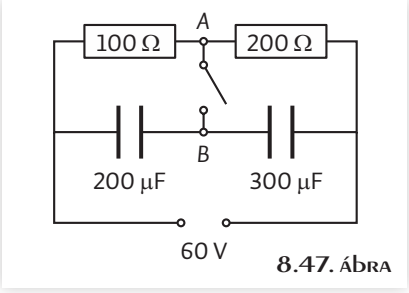
8.45. | 230 V-os hálózatról működtetett kenyérpirító fűtőszála króm-nikkel ötvözetből készült. Bekapcsolásának pillanatában az áramfelvétele 1,5 A. Mennyi az áramfelvétele kenyérpirítás közben, ha ilyenkor a fűtőszál hőmérséklete 640 °C-ra nő? Használjuk a *Négyjegyű függvénytáblázatok* fémek hőfoktényezőit tartalmazó táblázatát!

8.46. | Mekkora a feszültség
- **a)** *A* és *B* pontok között?
- **b)** *A* és *C* pontok között?
- **c)** *B* és *C* pontok között?



8.46. ábra

8.47. | Mekkora a feszültség *A* és *B* pontok között? Zárjuk a kapcsolót. Mennyi töltés halad át rajta?

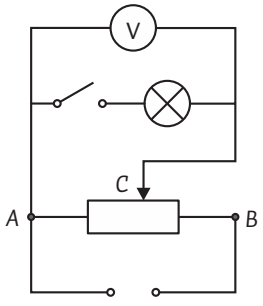


8.47. ábra

8.48. | András egy gépkocsi helyzetjelző lámpájával kísérletezett a fizikaszakkörön. Az izzó adatai: 12 V/4 W. Andrásnak csak egy 24 V feszültséget szolgáltató áramforrás állt rendelkezésére, ezért egy 80 Ω ellenállású feszültségosztó potenciométert is igénybe vett az áramkör összeállításánál.

Az izzó névleges feszültsége az áramforrás feszültségének éppen a fele, ezért a *C* csúszka középső helyzetében beállította az $U_{AC} = 12\,V$ feszültséget. Az izzó áramkörének zárásakor meghökkenve tapasztalta, hogy az izzó igen gyengén világít, a feszültségmérő pedig 12 V-nál lényegesen kisebb feszültséget mutat.

- **a)** Mekkora feszültséget mutatott a feszültségmérő, és mennyi volt az izzó teljesítménye a kapcsoló zárása után?
- **b)** Hova helyezte át András a *C* csúszkát ahhoz, hogy az izzó névleges teljesítményén üzemeljen?



8.48. ábra

8.49. | Ha egy fogyasztó feszültségét növeljük, akkor nő a teljesítménye és az általa – adott idő alatt – elfogyasztott elektromos energia is. Hány százalékkal nő a fogyasztás, ha a feszültségnövekedés 4,5%-os?

1999-ben a hálózati feszültség értékét 220 V-ról 230 V-ra változtatták, ez éppen 4,5%-os növelés. A villanyszámlákon megjelenő fogyasztás százalékos növekedése azonban lényegesen elmaradt az előző kérdésre adott – helyes – válasz értékétől. Miért?

8.50. | András, hogy minél alaposabban megvizsgálhassa egy izzólámpa szerkezetét, óvatosan összetörte annak üvegburáját. Megállapította, a volfrám izzószálhoz réz tartóhuzalok vezetik az áramot. Eltűnődött azon, hogy az izzószálban termelődő hő vajon hányszorosa a tartóhuzalban termelődőnek. Öveges professzor egy könyvében adatokat talált: a spirális izzószál igen vékony és hosszú: keresztmetszete kb. 400-ad része a tartóhuzalénak, hossza pedig 10-szer nagyobb. A fajlagos ellenállások értékét a *Négyjegyű függvénytáblázatok* táblázataiban találta meg. Meghökkentő végeredményt kapott. Érdemes kiszámolni!

8.51. | A $0{,}5\,\text{mm}^2$ keresztmetszetű szigetelt rézvezeték legnagyobb megengedhető terhelése 7,5 A. Mennyi hő fejlődik a huzal egységnyi térfogatában másodpercenként ekkora terhelés esetén?

8.52. | Nagy tisztaságú, ún. négy kilences, vagyis 99,99% tisztaságú alumíniumot timföldből elektrolízissel állítanak elő, több lépcsőben. Egy ilyen lépésben kis feszültséget: 6 V, de igen nagy áramerősséget: 30 kA használnak. Hány kg alumínium válik ki egy elektrolizáló kádban 24 óra alatt a fenti eljárás során? Számítsuk ki, hogy a fenti folyamatban 1 kg alumínium előállításához mennyi villamos energiát használnak!

8.53. | Egy galvanizáló műhelyben egy 10 cm átmérőjű vékony körlemez mindkét felületét – korrózió elleni védelem és kopásállóság növelése céljából – 25 mikron vastag krómréteggel vonják be. Mennyi ideig tart a bevonat készítése, ha az elektrolizáló áram erőssége 10 A?

8.54. | Két fogyasztó ellenállásának aránya 1 : 2. Mennyi az egyes fogyasztók teljesítményének aránya, ha a fogyasztókat

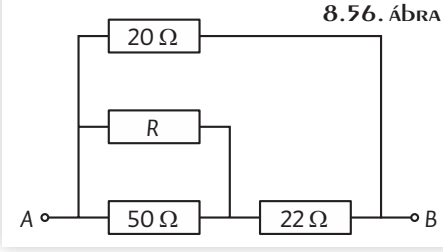
a) sorosan;
b) párhuzamosan kapcsoltuk ugyanarra az áramforrásra?
c) Mennyi a két kapcsolás összes teljesítményének aránya?

8.55. | Két ellenállást sorosan kapcsolva az eredő $50\,\Omega$, párhuzamosan kapcsolva $8\,\Omega$. Mekkorák az ellenállások?

8.56. | Mekkora az R ellenállás értéke, ha az ábrán látható kapcsolásban az A–B pontok között $12\,\Omega$ ellenállást mérhetünk?

8.57. | 24 V elektromotoros erejű áramforrás belső ellenállása $2\,\Omega$. Ha az R_1, illetve R_2 ellenállásokat sorosan kapcsoljuk az áramforrásra, akkor 1,2 A, ha párhuzamosan, akkor 4 A áram folyik. Számítsuk ki R_1 és R_2 értékét!

8.56. ábra



8.58. | Két párhuzamosan kapcsolt R ellenállású izzó egyike kiég. Hogyan és hány százalékkal változik a másik izzó fényereje (teljesítménye), ha az áramforrás belső ellenállása $\frac{R}{10}$?

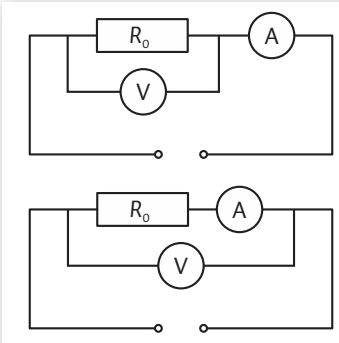
8.59. | Feszültségforrás kapocsfeszültsége 3,9 V, ha a terhelőáram értéke 400 mA. Ha a terhelés 600 mA-re nő, akkor a kapocsfeszültség 3,6 V-ra csökken. Mekkora a telep elektromotoros ereje és belső ellenállása? Mekkora a rövidzárlati áram?

8.60. | Milyen elektromotoros erejű és belső ellenállású telepet kapunk, ha 4 db 1,5 V feszültségű, $0{,}4\,\Omega$ belső ellenállású elemet

a) sorba kapcsolunk?
b) párhuzamosan kapcsolunk?
c) kettőt-kettőt párhuzamosan és ezeket sorba kapcsoljuk?

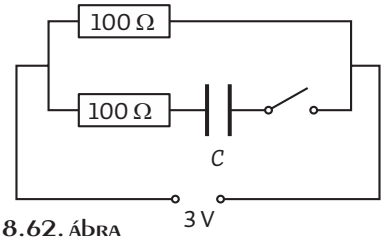
Mekkora az egyes telepek rövidzárási árama?
Megjegyzés: A gyakorlatban elemeket nem kapcsolunk párhuzamosan.

8.61. | Ellenállásmérést végzünk. Ehhez egy 9 V-os áramforrást, egy 10 Ω ellenállású árammérőt és egy 900 Ω ellenállású feszültségmérőt használunk. Két különböző áramkört állíthatunk össze: Mit mutatnak a műszerek az egyes áramkörökben? Számítsuk ki mindkét kapcsolás esetén, hogy a mért adatokból számolt $R = \frac{U}{I}$ érték mekkora relatív hibával adja meg az R_0 ellenállás értékét! A mért ellenállás először legyen $R_0 = 30\,\Omega$, másodszor $R_0 = 600\,\Omega$ (tehát összesen 4 mérés). Másoljuk le az alábbi táblázatot kétszer, és számítás után töltsük ki! Vonjunk le a következtetést a táblázatok elemzése után!



8.61. ábra

$R_0 = \ldots\,\Omega$	Voltmérő által mért érték *(U)*	Ampermérő álal mért érték *(I)*	$R = \frac{U}{I}$	$\frac{\lvert R - R_0 \rvert}{R_0}$
A áramkör				
B áramkör				



8.62. ábra

8.62. | Mekkora az egyes ellenállásokon átfolyó áram erőssége

a) nyitott kapcsoló esetén?
b) közvetlenül a kapcsoló zárása után?
c) hosszú idővel a kapcsoló zárása után?

Tesztek

8.63. | Egy kapcsolásban két fogyasztó található. Jelöljük meg a hamis állítást! A kapcsolás eredő ellenállása lehet

A) kisebb mindkét fogyasztó ellenállásánál.
B) nagyobb a nagyobb fogyasztó ellenállásánál.
C) a két ellenállás számtani közepe.
D) az egyik ellenállás kétszerese.

8.64. | Két azonos ellenálláshuzalt egyszer sorosan, egyszer pedig párhuzamosan kapcsolunk ugyanarra a feszültségforrásra, ugyanannyi ideig. Melyik esetben melegszenek fel jobban a huzalok? Válasszuk ki a jól indokolt helyes választ!

A) Ha sorba kötjük őket, mert ilyenkor a két huzalban keletkezett hő összeadódik.
B) Ha párhuzamosan kötjük őket, mert ilyenkor lesz az áramkör eredő ellenállása kisebb.
C) Ugyanannyira, mert a keletkezett hő az egyes huzalok ellenállásától függ.
D) Ha párhuzamosan kötjük őket, mert ilyenkor az egyes huzalok egymást is melegítik.

8.65. | Két különböző ellenállású fogyasztót sorosan kapcsoltunk. Melyik fogyasztónak nagyobb a teljesítménye? Melyik a jó válasz és indoklás?

A) A kisebb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert a kisebb ellenálláson nagyobb áram folyik.
B) Egyenlő a két ellenállás teljesítménye, mivel ugyanakkora áram folyik át rajtuk.
C) A nagyobb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert soros kapcsolás esetén nagyobb ellenálláson nagyobb a feszültség.
D) A nagyobb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert nagyobb ellenállásnak mindig nagyobb a teljesítménye.

8.66. | Két különböző ellenállású fogyasztót párhuzamosan kapcsoltunk. Melyik fogyasztónak nagyobb a teljesítménye? Melyik a jó válasz és indoklás?

A) A kisebb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert a kisebb ellenálláson nagyobb áram folyik.
B) Egyenlő a két ellenállás teljesítménye, mivel ugyanakkora a feszültségük.
C) A kisebb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert párhuzamos kapcsolás esetén a kisebb ellenálláson nagyobb a feszültség.
D) A nagyobb ellenállásnak nagyobb a teljesítménye, mert nagyobb ellenállásnak mindig nagyobb a teljesítménye.

8.67. | Újabb fogyasztó bekapcsolásakor hogyan változik meg egy elektromos hálózat főágában folyó áram erőssége?

A) Az áramerősség nő, mert az újabb fogyasztó bekapcsolásakor az eredő ellenállás csökken.
B) Az áramerősség nem változik, mert az áramszolgáltató által leadott teljesítmény és áramerősség a hálózatban állandó.
C) Az áramerősség növekszik, mert az újabb fogyasztó bekapcsolásakor az eredő ellenállás nő.
D) Az áramerősség csökken, mert az újabb fogyasztó bekapcsolásakor az eredő ellenállás nő.

8.68. | Egy áramkör két sorosan kapcsolt ellenálláshuzala azonos anyagú, de különböző hosszúságú és keresztmetszetű. Melyikben fejlődik több hő, ha feszültséget kapcsolunk a vezeték két végére? Jelöljük meg a helyes választ!

A) A kisebb keresztmetszetű részben fejlődik több hő, mert egy vékonyabb vezeték mindig jobban melegszik, mint egy vastag.
B) A hosszabb részben fejlődik több hő, mert annak nagyobb az ellenállása.
C) A hosszúság és keresztmetszet arányok ismerete nélkül a kérdés nem válaszolható meg.
D) A két részben ugyanannyi hő fejlődik, mert azonos az anyaguk.

8.69. | Egy nem elhanyagolható belső ellenállású feszültségforrásra változtatható ellenállást kapcsolunk. Hogyan változik a feszültségforrás kapocsfeszültsége, ha a külső ellenállást növeljük?

A) A kapocsfeszültség csökken.
B) A kapocsfeszültség állandó marad.
C) A kapocsfeszültség növekszik.
D) A kapocsfeszültség egy bizonyos értékig növekszik, majd csökken.

8.70. | Párhuzamosan kapcsolt izzók egyike kiég. Hogyan változik a másik izzó fényereje (teljesítménye), ha az áramforrás belső ellenállása nulla?

A) Nem változik. B) Csökken. C) Nő. D) A másik izzó is rögtön kiég.

8.71. | Párhuzamosan kapcsolt izzók egyike kiég. Hogyan változik a másik izzó fényereje (teljesítménye), ha az áramforrás belső ellenállása nem nulla?

A) Nem változik. B) Csökken. C) Nő. D) A másik izzó is rögtön kiég.

8.72. | Az amper- és voltmérő műszerekre vonatkozó állítások közül keressük meg az igazat!

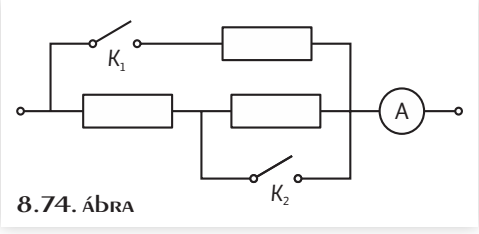
A) Mindkét műszer akkor mér pontosan, ha kicsi az ellenállása.
B) Mindkét műszer akkor mér pontosan, ha nagy az ellenállása.
C) Akkor mérnek pontosabban, ha az ampermérő ellenállása kicsi, a voltmérőé nagy.
D) Akkor mérnek pontosabban, ha a voltmérő ellenállása kicsi, az amperérőé nagy.

8.73. | Két azonos névleges feszültségű, de különböző teljesítményű izzó ellenállását hasonlítjuk össze. Válasszuk ki a helyes állítást!

A) Az azonos névleges feszültség miatt, Ohm törvénye miatt az ellenállásuk is egyenlő.
B) Csak a konkrét numerikus adatok ismeretében lehet választ adni.
C) A nagyobb teljesítményűnek kisebb az ellenállása.
D) A nagyobb teljesítményűnek nagyobb az ellenállása.

8.74. | Az ábra szerinti áramkörbe épített kapcsolók zárásakor változik a műszer által jelzett áramerősség. Válasszuk ki a hibás mondatot!

A) Bármely kapcsoló zárása esetén nő az áramerősség.
B) Az áramkörben mindenképpen folyik áram, erőssége nem függ a kapcsolók helyzetétől.
C) Legerősebb áram akkor folyik, amikor mindkét kapcsoló zárt állapotban van.
D) Az 1. kapcsoló bekapcsol egy ellenállást, a 2. kiiktat egyet.



8.74. ábra

8.75. | Áramforrásra vonatkozó állítások közül válasszuk ki a hamisat!

A) Az áramforrás kapcsainak rövidre zárása esetén a kapocsfeszültség nulla.
B) Ha növeljük egy áramforrás terhelését (áramát), akkor a kapocsfeszültség is nő.
C) Terheletlen áramforrás sarkain az üresjárási feszültséget mérhetjük.
D) Sorosan kapcsolt áramforrások belső ellenállása összeadódik.

8.76. | Melyik igaz az alábbi állítások közül?

A) Az ugyanolyan hosszúságú rézhuzalok közül a kisebb keresztmetszetű ellenállása a nagyobb.
B) Az ugyanolyan hosszúságú rézhuzalok közül a feleakkora keresztmetszetű ellenállása négyszer kisebb.
C) A rézhuzal ellenállása a keresztmetszetével egyenesen arányos.
D) A rézhuzal ellenállása az átmérőjével fordítottan arányos.

8.77. | Félvezetőkre vonatkozó állítások közül válasszuk ki a hamisat!

A) Vezetőképességük a szigetelőké és a vezetőké között van.
B) Ellenállásuk hőfokfüggése a fémekével ellentétes.
C) Belőlük épül fel az egyenirányító dióda, a tranzisztor, tirisztor, LED, fotodióda.
D) A félvezető kristályba beépített idegen atomok csökkentik a vezetőképességét.

Esszékérdések

8.78. | *Az elektromos áram, az áramerősség, Ohm törvénye*
Definiálja a következő fogalmakat: elektromos áram, áramerősség, áramirány! Az elektromos áramnak milyen hatásait ismeri? Ismertesse Ohm törvényét! Definiálja az ellenállás fogalmát! Mitől függ a fémes vezetők ellenállása? Mit tud az ellenállás hőmérsékletfüggéséről?

8.79. | *Fogyasztók kapcsolása*
Ismertesse fogyasztók soros és a párhuzamos kapcsolása esetén az áramkör feszültség és áramerősség viszonyait! Mit ért eredő ellenálláson? Mekkora a sorosan és a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása, és hogyan határozzuk meg vegyes kapcsolás esetén? Hogyan számítjuk ki a sorosan, illetve párhuzamosan kapcsolt fogyasztók teljesítményét?

8.80. | *Áramforrások*
Hogyan modellezzük a belső ellenállással rendelkező áramforrásokat? Határozza meg a következő fogalmakat: terhelt és terheletlen áramforrás, elektromotoros erő, belső ellenállás, kapocsfeszültség! Ismertesse Ohm törvényét a teljes áramkörre! Mi a rövidzárlat? Adja meg a kapocsfeszültség és az áramerősség kapcsolatát, és vázolja fel a megfelelő diagramot! Feszültségforrások soros kapcsolása esetén milyen fizikai jellemzőkkel rendelkező telepet kapunk? Ismertesse a használt galvánelemek és akkumulátorok kezelésének környezetvédelmi szempontjait!

Kihívást jelentő feladatok

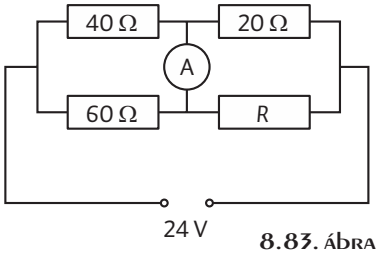
8.81. | A kivételesen jó ampermérők ellenállása igen kicsi, a gyakorlatban nem vesszük figyelembe mérést befolyásoló hatásukat. Némi elszántsággal és számolással még ez a kis hiba is korrigálható: a mérést megismételjük egy másik méréshatárral, azután számolunk.

Egy áramköri mérésnél a méréshatár-kapcsolót 2 mA-re állítva 1,4 mA-t, 20 mA-re állítva 1,47 mA-t jelez a műszer. Mekkora áram folyik a mérés helyén, ha nem mérünk?

8.82. | Az olvadóbiztosíték 0,15 mm átmérőjű rézhuzala 6,4 A erősségű áram esetén olvad el. Mekkora áram esetén olvad el az ugyanilyen hosszú, 0,3 mm átmérőjű? Az olvadószál elég hosszú, ezért tekinthetjük úgy, hogy csak a palástja mentén ad le hőt, melynek mértéke arányos a felülettel.

8.83. | Az ábra szerinti mérőhidas kapcsolásban az ampermérőn nem folyik áram.

a) Mekkora az ismeretlen ellenállás?
b) Mekkora a főágban folyó áram erőssége?
c) Ha az *R* ellenállást 80 Ω-osra cseréljük, akkor mekkora áramerősséget mutat az elhanyagolható ellenállású ampermérő?



8.83. ábra

9. | Rezgések és hullámok

Alapozófeladatok

Periodikus jelenségek, rezgések leírása

9.1. | Mekkora az analóg óra másodpercmutatójának, nagymutatójának és kismutatójának periódusideje és frekvenciája?

9.2. | Mekkora a fordulatszáma

a) a Földnek a Nap körül?
b) a Holdnak a Nap körül?
c) a Holdnak a saját tengelye körül?
d) a Holdnak a Föld körül?

9.3. | Ipari mosógép dobja centrifugáláskor akár 600-at is fordulhat percenkét. A forgó dob oldalfalára tapadó pici test mozgásának mekkora a periódusideje és a fordulatszáma?

9.4. | A Formula–1 versenyautókban található motor dugattyújának a fordulatszáma 12 000 is lehet percenként. Mekkora utat tesz meg a dugattyú a hengerben 1 másodperc alatt, ha a lökethossza 120 mm?

9.5. | A függőleges helyzetű $20\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú húzó-nyomó rugó alsó vége rögzített. A felső végére egy 10 dkg tömegű testet helyezünk.

a) Mekkora lesz a rugó összenyomódása a test egyensúlyi helyzetében?

Az egyensúlyi helyzettől 5 cm-rel lefelé mozgatjuk a testet, majd magára hagyjuk.

b) Mutassuk meg, hogy a testre ható erők eredője a mozgás során harmonikus!
c) Mekkora a test mozgásának amplitúdója?

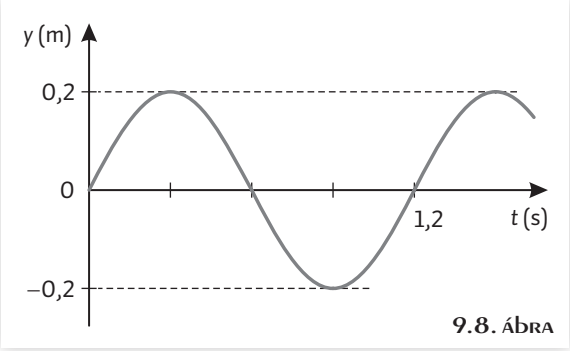
Harmonikus rezgőmozgás kinematikai leírása

9.6. | Vízszintes tengelyre, rá merőlegesen, egy 0,5 m hosszú, vékony rúd egyik végét erősítjük. A rúd másik végén egy pici gömb van. A rúd a tengely körül 20 s idő alatt 10 teljes fordulatot tesz meg. A rúdra merőleges, párhuzamos fénysugár segítségével a kör kerületén egyenletesen mozgó gömb árnyékát a fénysugárra merőleges, függőleges falra vetítjük. Írjuk le a vetület mozgását!

a) Milyen mozgást végez a gömb árnyéka a függőleges falon?
b) Adjuk meg a vetület mozgásának peródusidejét, frekvenciáját!
c) Mekkora a mozgás amplitúdója, körfrekvenciája?
d) Írjuk fel mozgás $y(t)$, $v(t)$, $a(t)$ függvényeit!
e) Ábrázoljuk a három kinematikai függvényt!

9.7. | Egy test 10 cm amplitúdójú harmonikus rezgőmozgást végez. A megfigyelés kezdetekor az egyensúlyi helyzeten halad át. A mozgás periódusideje 0,6 s.

a) Adjuk meg és ábrázoljuk a kitérés-idő, a sebesség-idő és a gyorsulás-idő függvényeket!
b) Mikor lesz a kitérés először 8 cm?
c) Adjuk meg a test sebességét és gyorsulását $t = 0,4$ s-kor!



9.8. ábra

9.8. | Az ábra egy harmonikus rezgőmozgást végző tömegpont kitérését mutatja az idő függvényében.

a) Mekkora a test legnagyobb sebessége és a mozgás periódusideje?

b) Adjuk meg és ábrázoljuk a sebesség-idő és a gyorsulás-idő függvényeket!

9.9. | A következő függvény egy harmonikus rezgőmozgást végző tömegpont gyorsulását adja meg az idő függvényében:

$$a(t) = -3{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin\left(4\frac{1}{\text{s}} \cdot \text{t}\right).$$

a) Adjuk meg a mozgás periódusidejét, amplitúdóját, legnagyobb sebességét!

b) Ábrázoljuk a gyorsulás-idő függvényt!

c) Adjuk meg és ábrázoljuk a kitérés-idő és sebesség-idő függvényeket!

9.10. | A versenyautó motorjának dugattyúja percenként 12 000 teljes rezgést végez. A lökethossza 120 mm. A henger melyik részében és mekkora a dugattyú legnagyobb sebessége és legnagyobb gyorsulása?

9.11. | A kolibri szapora szárnycsapásait lehet úgy közelíteni, hogy a szárnyak végpontjai harmonikus rezgőmozgást végeznek. Modern kamerával történt elemzés szerint a két szélsőhelyzet közötti távolság 8 cm, és percenként 4000 „teljes rezgést” végez a szárny. Mekkora legnagyobb sebességgel, illetve gyorsulással mozognak a kolibri szárnyának végpontjai?

A rezgésidő, fonálinga

9.12. | A függőleges helyzetű rugó felső vége rögzített. Az alsó végére a tömegsorozat néhány tagját helyeztük és rezgésbe hoztuk. Megmértük a kialakuló rezgés periódusidejét. Az időmérés hibáját csökkenthettük úgy, hogy 10 teljes rezgés idejét mértük, s ebből számítottuk a rezgésidőt. Ezt a mérést elvégeztük 6 különböző (ismert) tömeg esetén. Az adatokat táblázatba foglaltuk.

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés	6. mérés
m (5 dkg)	3m	4m	5m	6m	7m	8m
10 T (s)	6,7	7,8	8,9	9,4	10,3	11
T (s)	0,67	0,78	0,86	0,94	1,03	1,1

a) Ábrázoljuk grafikusan a kialakuló mozgás periódusidejét a rezgő test tömegének függvényében!

b) Az egyes mérési adatok felhasználásával számítsuk ki a rugót jellemző rugóállandót! A 6 mérési adatból számított 6 rugóállandó számtani közepével azonosítjuk a rugóállandót.

c) Jobban látszik a vizsgált két fizikai mennyiség között a függvénykapcsolat, ha T-t $\sqrt{m}$ függvényében ábrázoljuk. Tegyük ezt meg!
d) Egy ismeretlen tömegű test rezgésideje ezen a rugón 0,9 s. Határozzuk meg a test tömegét!

9.13. | A függőleges helyzetű, felső végénél rögzített, könnyű rugó alsó végére a tömegsorozat néhány tagját helyezzük, és rezgésbe hozzuk. Hogyan változik a kialakuló mozgás periódusideje, ha 1 súly használata után 2-t, illetve 4-et helyezünk a rugóra?

9.14. | Ugyanazt a testet különböző keménységű, könnyű rugókra akasztjuk, és rezgésbe hozzuk. Hogyan változik a kialakuló mozgás periódusideje, ha a rugót kicseréljük egy 2-szer, illetve 4-szer erősebb rugóra?

9.15. | A képen látható könnyű rugós „csibe” játékra ülve Anna 10 másodperc alatt 25 teljes rezgést végez.
a) Mekkora Anna mozgásának rezgésideje, frekvenciája?
b) Mekkora a játék rugóállandója, ha Anna tömege 40 kg?
c) Mekkora tömegű Anna bátyja, ha ugyanezen a játékon 10 másodperc alatt csak 20 teljes rezgést végez?


9.15. ábra

9.16. | Könnyű rugón függő 0,1 kg tömegű test másodpercenként 4 rezgést végez. Mekkora tömegű test végez ugyanazon a rugón 2 s alatt 7 teljes rezgést?

9.17. | A függőleges helyzetű, könnyű húzó-nyomó rugó alsó vége rögzített. A felső végére egy 5 dkg tömegű testet helyezünk, ezért a rugó összenyomódása 5 cm. A testet rezgésbe hozzuk.
a) Mekkora periódusidejű mozgás alakul ki?
b) Mekkora a rugó rugóállandója?

9.18. | Hányszorosára változik a fonálinga lengésideje, ha a fonál hosszát a
a) felére,
b) negyedére,
c) kétszeresére,
d) négyszeresére változtatjuk?

9.19. | Másodpercingának azt a fonálingát nevezzük, amelynek lengésideje 2 másodperc. Mekkora a hossza a Föld felszínén, ha a nehézségi gyorsulás értéke $9,81\,\frac{m}{s^2}$?

9.20. | Az 1,5 méter hosszú fonálinga 18 teljes lengésének idejét 44,1 másodpercnek mérjük.
a) Mekkora a fonálinga lengésideje?
b) Mekkora a nehézségi gyorsulás általunk mért értéke?

A rezgési energia, rezgések a valóságban


9.21. ábra

9.21. | A függőleges helyzetű rugó felső vége rögzített. Az alsó végére egy 10 dkg tömegű játékfigura van erősítve. Kezdetben a rendszer nyugalomban van. A testet 4 cm amplitúdójú, 1,5 s periódusidejű rezgésbe hozzuk.

a) Mekkora munkavégzésre volt szükség a rezgés elindításakor?

b) Mekkora a rugó rugóállandója?

9.22. | Egy játék íj húrját 200 N nagyságú erővel tudjuk hátrafeszíteni, és ekkor a megtört gumiszál szárai 120°-ot zárnak be egymással. A húr teljes megnyúlása eközben 40 cm.

a) Mekkora erő ébred az íj húrjában?

b) Mekkora a gumi rugóállandója?

c) Mekkora rugalmas energia tárolódik a megfeszített íjban, ha az íj hajlékony karjaiban ugyanakkora energia tárolódik, mint a húrjában?

d) Mekkora munkával sikerült az íjat felhúzni?

e) Legfeljebb mekkora sebességgel lehet a 10 dkg tömegű nyílvesszőt ezzel az íjjal kilőni?

f) Az előbbi nyílvesszőt legfeljebb milyen magasra lehetne kilőni, ha nem érvényesülne a levegő légellenállása?

9.23. | A rugóhoz erősített 10 dkg tömegű kiskocsi a vízszintes asztallapon súrlódásmentesen tud mozogni. 0,72 J munkával 10 cm amplitúdójú rezgésbe hozzuk.

a) Mekkora a rugó rugóállandója?

b) Mekkora a rezgés legnagyobb sebessége?

c) Mekkora a rezgésidő?

9.24. | A vízszintes, sima asztallapon rögzítjük egy húzó-nyomó rugó egyik végét. A másik végéhez egy könnyen mozgó *m* tömegű kocsit erősítünk, melyen egy szintén *m* tömegű teher van. A kocsit a terhével együtt *A* amplitúdójú harmonikus rezgésbe hozzuk. A kocsi egyik szélsőhelyzetében a terhet hirtelen leemeljük róla.

a) Hogyan változik a rezgés amplitúdója?

b) Hogyan változik a rendszer rezgési energiája?

Most a terhet akkor emeljük le, amikor a kocsi az egyensúlyi helyzeten halad át.

c) Hogyan változik a rezgés amplitúdója?

d) Hogyan változik a rendszer rezgési energiája?

9.25. | Egy játék pisztolyt egy könnyű rugó segítségével lehet „felhúzni”. A rugó rugóállandója 300 $\frac{\text{N}}{\text{m}}$, elsütés előtti összenyomódása 3 cm. Az 5 gramm tömegű lövedék akkor hagyja el a pisztoly csövét, amikor a rugóban megszűnt a deformáció.

a) Mekkora munkával tudjuk felhúzni a játék pisztolyt?

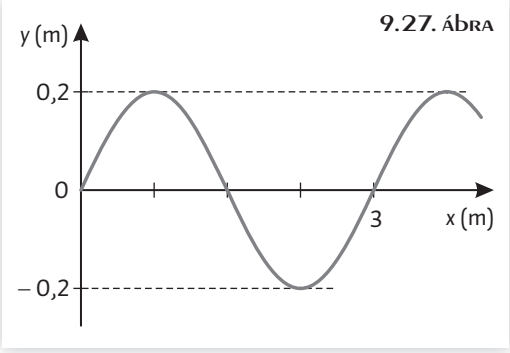
b) Mekkora sebességgel hagyja el a lövedék az erősen fogott pisztoly csövét?

Hullámok terjedése, osztályozása, hullámok leírása

9.26. | A tengeren úszó csónakunk a hullámzás miatt folyamatosan emelkedik, süllyed. Egy ilyen ismétlődő periódus hossza 5 s. Két hullámhegy közötti távolság 6 m. A hullámhegy és a hullámvölgy közötti szintkülönbség 4 m. A vízhullámot közelítsük harmonikus hullámnak, ami a valóságban nem mindig megengedhető. Mekkora a hullám periódusideje, frekvenciája, amplitúdója, terjedési sebessége?

9.27. | Az ábra egy 2 Hz frekvenciájú harmonikus hullámról készült pillanatfelvétel.

a) Mekkora a hullámhossza, amplitúdója?
b) Mekkora a legnagyobb sebessége, gyorsulása a közeg pontjainak?
c) Készítsük el a rugalmas közeg egy pontjának kitérés-idő függvényét!

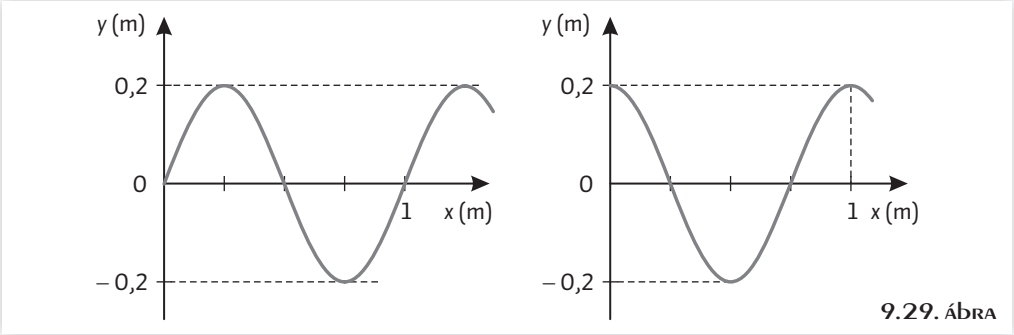


9.27. ábra

9.28. | Hosszú gumizsinór egyik végét 10 cm amplitúdójú, 1 másodperc periódusidejű harmonikus rezgésre kényszerítjük. A rezgési állapot $5\,\frac{m}{s}$ sebességgel terjed a rugalmas közegben.

a) Mekkora a kialakuló hullám frekvenciája, hullámhossza?
b) Készítsük el a zsinór egy pontjának kitérési-idő függvényét!
c) Melyik fizikai mennyiség jellemzi a hullám időbeli periodicitását?
d) Készítsük el a rugalmas közeg egy „pillanatfelvételét”, azaz ábrázoljuk egy adott pillanatban a zsinór pontjainak kitérés-hely függvényét!
e) Melyik fizikai mennyiség jellemzi a hullám térbeli periodicitását?

9.29. | Az alábbi két ábra ugyanannak a harmonikus hullámnak két időpillanatban készült felvétele. A vizsgált hullám periódusideje 1 s, a két kép készítése között 0,25 s idő telt el. Melyik felvétel készült hamarabb?



9.29. ábra

9.30. | Hosszú rugalmas gumiszál egyik végén 0,6 s periódusidejű hullámot keltünk. A hullám terjedési sebessége $5\,\frac{m}{s}$.

a) Mekkora a hullám hullámhossza?
b) Milyen hosszú a hullám 3 teljes hullámból álló szakasza?
c) Mekkora a fáziskülönbség a hullámtér egymástól 1 méter távol lévő két pontja között?

Hullámok visszaverődése, törése

9.31. | András és Béla hosszú gumikötelet feszítenek ki egymás között, melynek mindkét vége rögzített. A kötél egyik végéről indított hullámhegyekkel tudnak üzenni egymásnak. Hogyan tudják megkülönböztetni a gyerekek a társuk jelét a saját üzenetük visszaverődésétől?

9.32. | Anna egy nagy spirálrugóval (Slinky) játszik. Lazán, egy egyenes mentén felfekteti az asztalra. Az egyik végét megfogja, és itt egy határozott ütéssel egy zavart indít a „rugalmas pontsoron". Jellemezzük a spirálrugó másik végéről visszaverődő deformációt!

9.33. | A tavon a part közelében elsuhanó motorcsónak egyenes hullámokat kelt. A hullámfrontok 30°-os szöget zárnak be a beton partfallal. Jellemezzük az egyenes falról visszavert hullámokat!

a) Hogyan változik a visszavert hullám frekvenciája, hullámhossza, terjedési sebessége, fázisa?

b) Mekkora szöget zár be a beeső és a visszavert hullámok terjedési iránya a falra merőleges egyenessel, illetve egymással?

9.34. | Földtani kutatás során a felszíni robbantáskor olyan hullámok keletkeznek, amik a földkéreg felső rétegében $5\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$ sebességgel terjednek. A robbantást követően 15 s múlva észlelik a kutatók a visszavert hullámot a kibocsátás helyén. Milyen távol van a visszaverődést okozó sűrűbb kőzet?

9.35. | Vízfelszínen keltett egyenes hullám sekélyebb vízhez ér, ahol a hullám terjedési sebessége csökken.

a) Hogyan változik a hullám frekvenciája, hullámhossza?

b) Melyik közeget nevezzük hullámtanilag ritkábbnak?

9.36. | Sekélyebb vizekben terjedő hullám terjedési sebességét a $c = \sqrt{g \cdot h}$ összefüggés írja le, ahol g a nehézségi gyorsulás, h a vízmélység. A Balaton közepén – ahol a vízmélység 10 m – keltett 0,6 Hz-es hullám eljut a parti strandhoz is, ahol a vízmélység kb. 1 m.

a) Mekkora sebességgel terjed a hullám a tó közepén, illetve a szélén?

b) Mekkora a két helyen a hullám hullámhossza?

c) Mekkora a sekélyebb víznek a mélyebbre vonatkozó törésmutatója?

9.37. | A hullámkád egyik része mélyebb, a másik sekélyebb. A mélyebb vízből indított egyenes hullámok terjedési iránya az egyenes közeghatárra merőleges egyenessel hegyesszöget zár be. A sekélyebb vízben lassabban terjednek a vízhullámok, mint a mélyebben.

a) Jellemezzük a közeghatárról visszavert hullám sebességét, frekvenciáját, hullámhosszát, fázisát!

b) Jellemezzük a sekélyebb vízbe hatoló vízhullám frekvenciáját, hullámhosszát, fázisát, terjedési irányát!

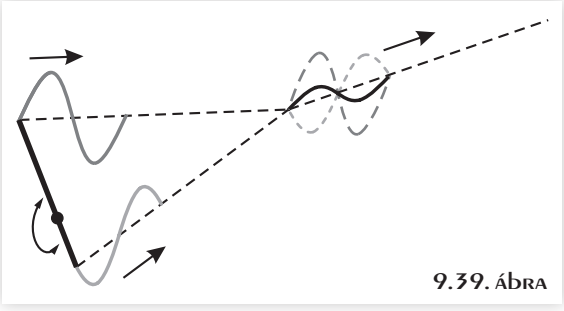
Hullámok találkozása, elhajlása

9.38. | András és Béla Y alakú gumizsinór egyenlő hosszú szárait azonos frekvenciával mozgatják, viszont a mozgatás amplitúdója különböző: $A_1 = 5\,\text{cm}$, $A_2 = 3\,\text{cm}$. Adjuk meg a harmadik ágban létrejövő hullám amplitúdóját, ha

a) András és Béla azonos fázisban mozgatja a szárak végeit!
b) András és Béla ellentétes fázisban mozgatja a szárak végeit!
c) Mi a feltétele annak, hogy a harmadik szárban teljes kioltás legyen?

9.39. | Az Y alakú gumizsinór két szárának végpontjait egy pálca köti össze. A pálcát egyik harmadolópontja körül pici ($\leq 5^\circ$) szögben egyenletesen ide-oda forgatjuk.

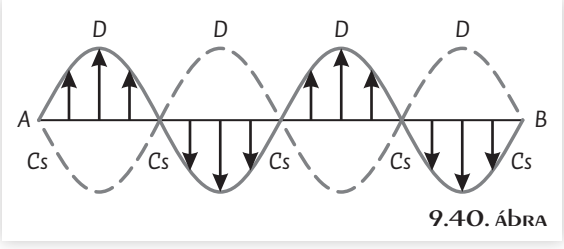
a) Jellemezzük a szárakban megjelenő hullámokat!
b) Mely pontja körül forgatjuk a pálcát ide-oda egyenletesen, ha a harmadik szárban teljes kioltást tapasztalunk?



9.39. ábra

9.40. | Az ábrán az *A* és *B* pontok közötti rugalmas pontsoron kialakuló állóhullámot látjuk.

a) Hányfajta fázisú pont van a hullámtérben?
b) Jelöljük az azonos fázisú pontokat!



9.40. ábra

9.41. | A 4 méter hosszú, mindkét végén rögzített gumizsinóron állóhullámokat keltünk. A hullám terjedési sebessége $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Adjuk meg a lehetséges állóhullámok hullámhosszait!
b) Adjuk meg a lehetséges állóhullámok frekvenciáit!

9.42. | Egy 50 cm hosszú rugalmas pálca egyik vége rögzített, a másik vége szabad, és állóhullámokat keltünk rajta. A hullám terjedési sebessége $12\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Adjuk meg a lehetséges állóhullámok hullámhosszait!
b) Adjuk meg a lehetséges állóhullámok frekvenciáit!

9.43. | Villanymotor segítségével állóhullámokat keltünk a rögzített végű gumiszálon. A motor tengelye 100 Hz frekvenciával forog. A 2 méter hosszú gumiszálon 6 duzzadóhely alakul ki.

a) Készítsünk rajzot! Mekkora a hullámhossz?
b) Mekkora a hullám terjedési sebessége?

A hang

9.44. | A hallható hang frekvenciatartománya 20–20 000 Hz. Adjuk meg a hallható hang hullámhossztartományát

a) levegőben, ahol a hang terjedési sebessége 340 $\frac{m}{s}$!

b) vízben, ahol a hang terjedési sebessége 1500 $\frac{m}{s}$!

9.45. | A sziréna tárcsájának egy kerülete mentén 18 lyuk van. A tárcsa másodpercenként 12 fordulatot tesz meg. A mozgó lyukakra egyenletesen levegőt fújva hangot gerjesztünk. A hang terjedési sebessége levegőben 340 $\frac{m}{s}$.

a) Mekkora a keletkező hang frekvenciája?
b) Mekkora a keletkező hang hullámhossza?

9.46. | András a 30 fogból álló fésűjét fél másodperc alatt egyenletesen végighúzza az asztal élén.

a) Mekkora frekvenciájú hang hallatszik?
b) Mekkora a keletkező hang hullámhossza?

9.47. | Egyes delfinek 300 Hz frekvenciájú, 5 m hullámhosszúságú hangot használnak a víz alatti kommunikációra. Mennyi idő alatt jut el egy delfin hangja a tőle 2 km távol lévő társához a vízfelszín alatt?

9.48. | Fülünk két hangot akkor hall különállónak, ha a két hang észlelése között legalább 0,1 másodperc telik el. Legalább milyen távol kell lennie a sima visszaverő felületnek a hangforrástól, hogy létrejöjjön a visszhang?

9.49. | A 90 cm hosszú megpendített gitárhúr a 440 Hz frekvenciájú normál A hangot adja.

a) Mekkora a húron keltett transzverzális hullám terjedési sebessége?
b) Hol kell lefogni a húrt, hogy az 1,5-szer nagyobb frekvenciájú G hangot halljuk?

Gyakorlófeladatok

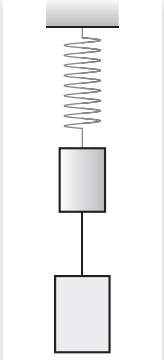
9.50. | A vidámparki óriáskerék átmérője 24 méter, percenként 5 teljes fordulatot tesz meg. Az egyik „utas” egy 30 kg tömegű gyermek. A gyermek mozgását közelítsük egy tömegpont egyenletes körmozgásával!

a) Mekkora a gyermek periódusideje, fordulatszáma (frekvenciája)?
b) Mekkora a gyermek szögsebessége, kerületi sebessége?
c) Mekkora ívet fut be a gyermek 3 másodperc alatt?
d) Mekkora a gyermek szögelfordulása 3 másodperc alatt?
e) Mekkora és milyen irányú a gyermekre ható erők eredője?

9.51. | Légkalapács feje percenként 3200-szor ütközik a megmunkálandó felületnek. A vésőfej legszélső pontjának egyirányú legnagyobb elmozdulása 3 mm. Adjuk meg a mozgás amplitúdóját, frekvenciáját, periódusidejét!

9.52. | Divatos extrém sport a bungee jumping. Modellezzük a következő módon: Egy 400 $\frac{\text{N}}{\text{m}}$ rugóállandójú, 10 m hosszú gumikötél egyik vége a talaj felett 20 m magasan rögzített. A másik, ugyanilyen magasan lévő végéhez egy 50 kg tömegű testet erősítünk. A testet egyszer csak elengedjük.

a) Jellemezzük a kialakuló mozgást!
b) Mennyi ideig esik szabadon a test?
c) Hol van a test egyensúlyi helyzete a mozgás során?
d) Mekkora a test legnagyobb sebessége?
e) Mutassuk meg, hogy a testre ható erők eredője a mozgás bizonyos szakaszában harmonikus!
f) Mekkora a harmonikus mozgás amplitúdója?
g) Legfeljebb mekkora tömegű ember ugorhat ezzel az eszközzel?


9.53. ábra

9.53. | Az ábrán látható rugóra két testet akasztunk, melyeket fonál köt össze. A felső test tömege m_1, az alsóé m_2. Egyszer csak elvágjuk a fonalat.

a) Mekkora gyorsulással kezdenek mozogni a testek?
b) Mi a feltétele annak, hogy a két test gyorsulása azonos nagyságú legyen?
c) Mekkora amplitúdójú harmonikus rezgést fog végezni a felső test a D rugóállandójú rugón?

9.54. | Egy test 10 cm amplitúdójú harmonikus rezgőmozgást végez. A megfigyelés kezdetekor az alsó szélsőhelyzetben van. A mozgás periódusideje 0,6 s.

a) Adjuk meg és ábrázoljuk a kitérés-idő, a sebesség-idő és a gyorsulás-idő függvényeket!
b) Mikor lesz a kitérés először 8 cm?
c) Adjuk meg az összes olyan pillanatot, amikor a kitérés 8 cm!
d) Adjuk meg a test sebességét és gyorsulását $t = 0,4$ s-kor!

9.55. | Az ember átlagos pulzusszáma percenként 74. Orvosi megfigyelésből tudjuk, hogy a ritmikusan összehúzódó szív felületi pontjainak legnagyobb elmozdulása 1,2 cm. Becsüljük meg, legfeljebb mekkora lehet a szív felületi pontjának legnagyobb sebessége, gyorsulása!

9.56. | A függőleges helyzetű rugó felső vége rögzített. Az alsó végén lévő hurokra egy terhet akasztunk kampóval. A testet egyre növekvő tágasságú (amplitúdójú), $f = 5\,\text{Hz}$ frekvenciájú rezgésre kényszeríti a rugó. Legalább mekkora amplitúdójú rezgésnél van esély arra, hogy a teher leesik a rugóról?

9.57. | A periódusidő hányadrészében nagyobb a harmonikus rezgőmozgást végző motordugattyú kitérése $\frac{A}{2}$-nél?

9.58. | A műugró ugrás előtti mozgását az igen hosszú trambulinon tekinthetjük harmonikus rezgőmozgásnak. A mozgás periódusidejét 2 másodpercnek, a két szélsőhelyzet közötti távolságot 1,8 méternek mérjük. Mekkora az ugró legnagyobb sebessége és legnagyobb gyorsulása az ugrás előtti felkészülés során?

9.59. | A vízszintes, rugalmas fémlemez egyik végét satuban rögzítjük. A másik végét 6 Hz frekvenciájú, 5 cm amplitúdójú, függőleges síkú rezgésbe hozzuk.

a) Mutassuk meg, hogy a lemez végére tett picike test lerepül a lemezről, ha a lemez végét az egyensúlyi helyzethez képest 5 cm-rel lehúzzuk és elengedjük!

b) Milyen magasra repül a lemez végére helyezett picike test a lemez egyensúlyi helyzetéhez képest?

9.60. | A varrógép le-föl járó tűje közelítőleg harmonikus rezgőmozgást végez. Percenként 240 öltést végez, és a tű hegye 2 cm-rel emelkedik az anyag fölé, illetve 2 cm-rel süllyed alá. Mennyi idő alatt tesz meg az anyag felett 0,5 cm-rel lévő helytől 1 cm utat

a) felfelé?

b) lefelé?

9.61. | Harmonikus rezgőmozgást végző tömegpont amplitúdója 10 cm, frekvenciája 5 Hz. Mekkora a test sebessége, illetve gyorsulása, amikor a kitérése 7 cm?

9.62. | A függőleges helyzetű húzó-nyomó rugó alsó vége rögzített. A felső végén egy 20 dkg tömegű tálca van. A rugó összenyomódása ekkor 5 cm. A tálca felett 1 méter magasan lévő, 40 dkg tömegű puha gyurmát elejtjük. (A gyurma és a tálca ütközését tekintsük tökéletesen rugalmatlannak!)

a) Mekkora a rugó rugóállandója?

b) Mekkora periódusidejű mozgás alakul ki?

c) Mekkora a rezgés amplitúdója?

9.63. | A teherautó „üresen” a lengéscsillapítás miatt 2,37 Hz frekvenciájú rezgéseket végez függőleges irányban. 3 tonna teherrel a rezgés frekvenciája 1,6 Hz. Mekkora az „üres” teherautó tömege?

9.64. | Egy test tömegét szeretnénk meghatározni. A rendelkezésre álló eszközök: egy ismert tömegű test, egy ismeretlen rugóállandójú könnyű rugó és egy stopperóra. Írjunk le egy mérési módszert, amellyel meg tudjuk határozni a test tömegét!

9.65. | Vízzel telt edényben a oldalélű, ρ_{fa} sűrűségű fakocka úszik, miközben két szemben lévő lapja vízszintes. Egyensúlyi helyzetéből kicsit függőlegesen kimozdítjuk, és magára hagyjuk. A mozgás közben az edényben lévő vízszint változásától tekintsünk el! Mutassuk meg, hogy a kicsi testre ható eredő erő harmonikus! Számítsuk ki a 10 cm oldalélű, 800 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ sűrűségű fakocka mozgásának periódusidejét!

9.66. | Átfúrjuk gondolatban a Földet a középpontján át. A lyukba ejtünk egy kicsi testet. A súrlódástól és a közegellenállástól tekintsünk el!

a) Mutassuk meg, hogy a lyukba ejtett kicsi testre ható eredő erő harmonikus!

Útmutatás: A Föld belsejében lévő kicsi test akkora gravitációs erőt érez, amekkorát az „alatta lévő gömbben” lévő tömeg a Föld középpontjából fejtene ki.

b) Számítsuk ki a lyukba ejtett kicsi test periódusidejét!

c) Most a Földet ne a középpontján fúrjuk át! Mutassuk meg most is, hogy a kicsi testre ható eredő erő harmonikus, valamint számítsuk ki a mozgás periódusidejét!

9.67. | A tökéletesen vízszintes és sík asztallap szélére helyezett és ott magára hagyott test elvileg rezgőmozgást végezhet, hiszen a Föld középpontjához legközelebb eső pontban (az asztal közepén) lehet csak egyensúlyban. Mutassuk meg, hogy az asztalra helyezett testre valóban harmonikus erő hat! Számítsuk ki a periódusidőt!

9.68. | Mekkora annak a fonálingának a hossza, amelynek a lengésideje 2,5 másodperc?

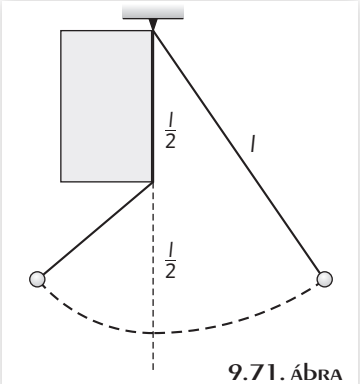
9.69. | A matematikai inga hosszát 20 cm-rel megnöveljük. Emiatt a lengésidő 15%-kal megnőtt.

a) Számítsuk ki az inga eredeti hosszát!

b) Mennyi az eredeti inga lengésideje?

9.70. | Mennyivel hosszabb a másodpercinga (melynek fél lengésideje 1 s) hossza az Északi- és Déli-sarkon, mint az Egyenlítőn? A nehézségi gyorsulás értéke az Északi- és Déli-sarkon $9,78\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, az Egyenlítőn $9,83\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$!

9.71. | Az $l = 1,5\,\mathrm{m}$ hosszú fonálinga lengési síkjában, a hosszának a felében egy olyan akadályt helyeztek el, ami azt biztosítja, hogy a függőlegestől balra az ingának csak az alsó fele végez ingamozgást. Határozzuk meg az ideálisnak tekintett lengés periódusidejét!



9.71. ábra

9.72. | Az A amplitúdójú harmonikus rezgőmozgás energiaviszonyait vizsgáljuk.

a) Mekkora kitérésnél lesz egyenlő a harmonikus rezgőmozgást végző test mozgási energiája a rugóban tárolt rugalmas energiával?

b) A periódusidő hány százalékában nagyobb a rezgőképes rendszer mozgási energiája, mint a rugalmas (potenciális) energiája?


9.73. ábra

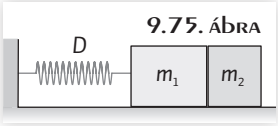
9.73. | *Foucault* 1851-ben a párizsi Panthéon kupolacsarnokában 67 méter hosszú drótszálon lengő, 28 kg tömegű vasgolyó lengéseinek vizsgálatával kísérletileg igazolta, hogy a Föld forog a tengelye körül. A vasgolyó a lengések során egy 3 méter átmérőjű kör kb. átellenes pontjait érinti felváltva. $g = 9,81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

a) Mekkora a Foucault-inga lengésideje?

b) Mekkora munkavégzésre volt szükség a lengés elindításakor?

9.74. | Az építkezésen a mennyezetről 1,2 m hosszú függőón lóg le. Az egyik földrengés során a földfelszín gyorsan egymás után két alkalommal, egymással ellentétes irányban vízszintesen megmozdult. Az első hirtelen lökéssel 6 cm-rel, azután 1,1 s múlva 4 cm-rel a másik irányba mozdult el a földfelszín. Mekkora amplitúdóval leng a függőón a földrengés után, ha a mozgása harmonikusnak tekinthető?

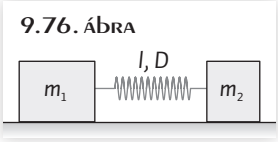
9.75. | Az m_1 tömegű test a D rugóállandójú rugóhoz van erősítve, az m_2 tömegű nincs. A két test nincs egymáshoz erősítve, és súrlódásmentesen mozoghatnak az asztalon. A két testet balra toljuk úgy, hogy a rugó összenyomódása Δl legyen. Elengedjük őket.



9.75. ábra

a) Mekkora lesz az m_1 tömegű test rezgésének amplitúdója?
b) Milyen messze van a két test egymástól, amikor az m_1 tömegű test először megáll?
c) Mennyi idő telik el eddig a testek elengedésétől mérve?

9.76. | A súrlódásmentes asztalon fekszik két test, köztük l hosszúságú, D rugóállandójú deformációmentes húzó-nyomó rugó van. A két testet eltávolítjuk egymástól x-szel, majd magára hagyjuk.



9.76. ábra

a) Mekkora a kialakuló mozgás periódusideje?
b) Mekkora a testek amplitúdóinak aránya?
c) Mekkora a testek legnagyobb sebességének aránya?
d) Mekkora a testek lendületeinek aránya?
e) Mekkora a testek legnagyobb mozgási energiáinak aránya?

9.77. | Hosszú, rugalmas gumiszál egyik végén 0,5 s periódusidejű, 0,1 m amplitúdójú hullámot keltünk. A hullám terjedési sebessége $4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. A közeg másik vége olyan erős csillapítású, hogy gyakorlatilag nem verődik vissza róla a hullám.

a) Mekkora a hullám hullámhossza?
b) Adjuk meg a hullámot leíró $y(x,t)$ kétváltozós függvényt!

9.78. | A rugalmas pontsoron keltett harmonikus hullám kitérését a következő kétváltozós függvény írja le: $y(x,t) = 10\,\mathrm{cm} \cdot \sin\left(12{,}57\frac{1}{\mathrm{s}} \cdot t - 6{,}28\frac{1}{\mathrm{m}} \cdot x\right)$

a) Mekkora a hullám amplitúdója, frekvenciája, hullámhossza, terjedési sebessége?
b) Mekkora fáziskülönbséggel mozognak a hullámtér egymástól 0,2 méter távolságban rezgő pontjai?

9.79. | Síkban polarizált A amplitúdójú hullámot keltünk egy gumizsinóron, melyet egy résen (polarizátor) vezetünk át. Mekkora amplitúdójú hullámot észlelünk a polarizátor mögött, ha a polarizátor az érkező hullám polarizációs irányával

a) 0°-os szöget zár be?
b) 45° -os szöget zár be?
c) 90°-os szöget zár be?

9.80. | Síkban polarizált A amplitúdójú hullámot két egymás mögött elhelyezett résen vezetünk át. Mekkora amplitúdójú hullám hagyja el a 2. rést, ha

a) az 1. rés 90°-ot, a 2. rés 45°-ot zár be az érkező A amplitúdójú hullámmal?
b) az 1. rés 45°-ot, a 2. rés 90°-ot zár be az érkező A amplitúdójú hullámmal?

9.81. | A $30\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel haladó tengerjáró hajó rövid hangjelet bocsát ki a mélybe. A tengerfenékről visszavert hangot 3 másodperc múlva észleli. A hang terjedési sebessége a vízben $1450\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Milyen mély a tenger a hajó alatt?

9.82. | A repülőgép $100\,\frac{m}{s}$ sebességgel halad. A nagyon rövid ideig kibocsátott hangjel visszaverődését 2 másodperc múlva észleli. A hang terjedési sebessége levegőben $340\,\frac{m}{s}$. Milyen magasan van a repülőgép a jel visszaérkezésének pillanatában, ha

a) a sebessége vízszintes?
b) a sebessége a vízszintessel 30°-os szöget zár be, és emelkedik?
c) a sebessége a vízszintessel 30°-os szöget zár be, és süllyed?

9.83. | A levegőben keltett longitudinális hullám (hang) terjedési sebessége levegőben $340\,\frac{m}{s}$, míg vízben $1450\,\frac{m}{s}$.

a) Mekkora a víznek a levegőre vonatkoztatott törésmutatója?
b) Mekkora törési szöggel folytatja útját a vízben a vízfelszínhez a levegőből 5°-os beesési szöggel érkező hullám?
c) Mekkora a visszavert és a megtört hang terjedési iránya közötti szög?

9.84. | Hullámkádban keltett 5 Hz-es egyenes hullámok 30°-os beesési szöggel érkeznek az egyenes közeghatárhoz, és az új közegben 42°-os törési szöggel haladnak tovább. A vízhullám hullámhossza 1 cm-rel nőtt meg.

a) Mekkora az új közegnek a régire vonatkozó törésmutatója?
b) Mekkora a hullám terjedési sebessége a két közegben?
c) Mekkora beesési szög esetén nem hatol be a hullám az új közegbe?

9.85. | A vízfelszín alól induló robaj a levegőbe érve legfeljebb mekkora szöget zárhat be a függőlegessel?

9.86. | Mi lehet az oka annak, hogy tengerek, nagy tavak hullámai úgy érkeznek a partra, hogy a hullámfrontok közel párhuzamosak a parttal?
Útmutatás: A sekélyebb vízben kisebb a vízhullámok terjedési sebessége.

9.87. | A hangforrások irány szerinti megkülönböztetését az teszi lehetővé, hogy a két dobhártyánkhoz – amelyek kb. 15 cm-re vannak egymástól – eltérő időpontokban érkezhet az adott forrástól induló hang. Így 3°-os pontossággal tudjuk a hangok irányát megállapítani. Legalább mekkora időeltolódást érzékel a két dobhártyánk?

9.88. | A 30 cm hosszú gumiszál egyik vége rögzített, a másik végét motorral rezegtetjük. A motortól induló és a rögzített végről visszaverődő hullámok interferenciájaként „3 orsós" állóhullám alakul ki. A gumiszálat nem is látjuk, a duzzadóhelynél az orsó vastagságát 3 cm-nek látjuk. Kamerával rögzített felvételt elemezve azt állapítjuk meg, hogy a hullám fél periódusideje $\frac{1}{25}\,s$.

a) Legalább mekkora a gumiban keltett hullám terjedési sebessége?
b) Legalább mekkora a gumi legnagyobb sebessége a duzzadóhelyen?

9.89. | Milyen hosszú lehet az a mindkét végén rögzített gumikötél, amelyen 12 Hz frekvenciájú állóhullámokat tudunk kelteni? A kötélen terjedő hullámok sebessége $4\,\frac{m}{s}$.

9.90. | Víz felszínén két, egymástól állandó távolságra lévő pontban 4 cm hullámhosszúságú hullámokat keltünk azonos fázisban. Mit tapasztalunk abban a pontban, amelyik

a) az egyik hullámforrástól 10 cm-re, a másiktól 6 cm-re van?
b) az egyik hullámforrástól 14 cm-re, a másiktól 12 cm-re van?
c) mindkét hullámforrástól egyenlő távol van?
d) Milyen alakzatot alkotnak a kioltási, illetve az erősítési helyek?
e) Hogyan változik az interferenciakép, ha a két forrás közti távolságot csökkentjük?

9.91. | Középkorú emberek esetén a hallható hangok frekvenciatartománya 20–17 000 Hz, a hang terjedési sebessége levegőben $340\,\frac{m}{s}$. Vajon melyik hangokra lesz nagyobb mértékű egy nyitott ajtón való hangelhajlás?

9.92. | Vannak olyan halak, amelyek az infrahangot használják tájékozódásra. Mekkora a 10 Hz-es infrahang hullámhossza a vízben, ahol a hang terjedési sebessége $1450\,\frac{m}{s}$?

9.93. | Sporthorgászok körében elterjedt a halradar. A 30 kHz frekvenciájú ultrahanggal fel lehet térképezni a vízfelszín alatti világot.

a) Mekkora az ilyen készülék felbontóképessége, azaz egymástól legalább milyen távol lévő pontokat tud megkülönböztetni egymástól? (Azt a két pontot képezi le a készülék két ponttá, amelyek távolsága legalább akkora, mint a letapogató hullám hullámhossza.)
b) Az orvosi diagnosztikában használt ultrahang frekvenciája 1–30 Megahertz. Mekkora lehet az ilyen képalkotó eszköz felbontóképessége?

9.94. | Egyik alkalommal Karcsi, az iskolai énekkar megbecsült tagja megtréfálja társait. Héliumot szív a tüdejébe, s azt ígéri, hogy a szokott módon fogja adni a kórusnak a 440 Hz-es normál A hangot. A produkció megtörténte előtt meglepődve kacag. Vajon miért? Milyen frekvenciájú hangot hallanak a kórustagok? (A hang terjedési sebessége héliumban $970\,\frac{m}{s}$, levegőben $340\,\frac{m}{s}$.)


9.95. ábra

9.95. | A képen látható elrendezésben a hosszú üveghengert a megszólaltatott 440 Hz-es hangvillával együtt mozgatjuk a legmélyebb helyzetétől felfelé. Amikor az elzárt levegőoszlop hossza 19 cm, erősen búgó hangot hallunk.

a) Mekkora a hang terjedési sebessége levegőben?
b) Mekkora rezonáló levegőoszlop esetén hallanánk az első felharmonikust?
c) Az üvegcsövet szén-dioxiddal töltjük fel. Most mekkora csőhosszak esetén hallanánk búgó hangot? A hang terjedési sebessége szén-dioxidban $258\,\frac{m}{s}$.

9.96. | A vadász célt téveszt. A vad mellett 1 méterrel halad el a lövedék. Milyen messze van a lövedék az állattól, amikor az állat meghallja a golyó süvítését? A lövedék sebessége $680\,\frac{m}{s}$.

9.97. | Nyitott sípba fújva 400 Hz frekvenciájú hangot hallunk.

a) Mekkora a síp hossza?
b) A sípot zárttá tesszük. Most mekkora frekvenciájú hangot hallunk?

9.98. | Az ember hallásküszöbének az $I_0 = 10^{-12}\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$ intenzitású hangot tekintjük. A hang energetikai jellemzésére a viszonyító jellegű logaritmikus $\lg\frac{I}{I_0}$ skálát használjuk, mértékegysége bel (B), illetve decibel (dB).

a) Egy hangforrástól 200 m-re 110 dB erősségű hangot hallunk. Hány dB hangot észlelünk a hangforrástól 400 m-re?

b) Hol lesz a hangterhelés csak 70 dB?

c) A kiszámított értékek hihetetlennek tűnnek. Mit nem vettünk figyelembe?

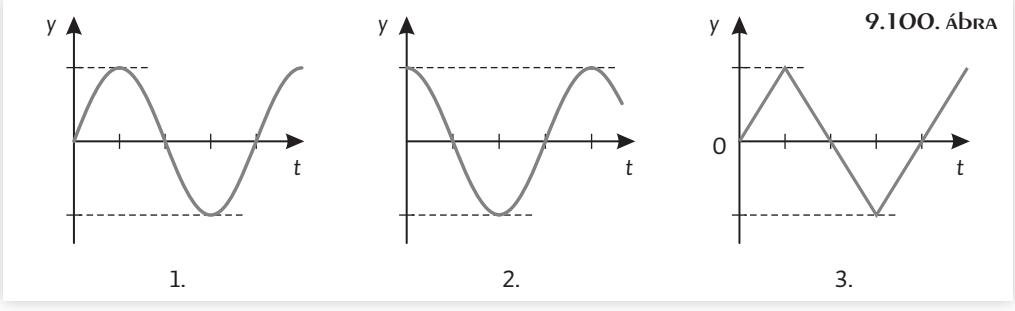


9.99. ábra

9.99. | Egy hosszabb gumicső egyik végére egy 440 Hz frekvenciájú sípot erősítünk. A cső másik végébe befújva megszólaltatjuk a sípot, miközben vízszintes síkban $2\,\frac{1}{\mathrm{s}}$ fordulatszámmal 1 méter sugarú körpályán egyenletesen mozgatjuk. Mekkora frekvenciaingadozást hall a társunk?

Tesztek

9.100. | Az alábbi 3 grafikonon 3 periodikus mozgás kitérés-idő függvénye látható. Melyik mozgás nem harmonikus rezgőmozgás a három közül?



9.100. ábra

A) 1. B) 2. C) 3.

9.101. | Melyik kinematikai jellemzője a legnagyobb számértékű a harmonikus rezgőmozgást végző testnek az egyensúlyi helyzetében?

A) Kitérése.
B) Sebessége.
C) Gyorsulása.

9.102. | Melyik kinematikai jellemzője lesz nulla egy pillanatra a harmonikus rezgőmozgást végző testnek valamelyik szélső helyzetében?

A) Kitérése.
B) Sebessége.
C) Gyorsulása.

9.103. | Milyen típusú a harmonikus rezgőmozgás egyensúlyi helyzete?

A) Stabil.
B) Labilis.
C) Közömbös.

9.104. | Hányszorosa a harmonikus rezgőmozgást végző tömegpont egy teljes rezgésre vonatkoztatott átlagsebessége a maximális sebességnek?

A) $\frac{1}{2}$.
C) $\frac{\pi}{2}$.
B) $\frac{2}{\pi}$.
D) 1.

9.105. | Mekkora annak a harmonikus rezgőmozgást végző tömegpontnak az amplitúdója, amelynek a legnagyobb sebessége $1\,\frac{m}{s}$, legnagyobb gyorsulása $2\,\frac{m}{s^2}$?

A) 0,5 méter.
B) 2 méter.
C) 1,5 méter.

9.106. | A másodpercinga (amelynek lengésideje 2 s) hossza a Földön kb. 1 méter. Milyen hosszú a másodpercinga a Holdon, ahol a nehézségi gyorsulás értéke a földinek kb. a hatoda?

A) Kb. $\frac{1}{6}$ méter.
B) 1 méter.
C) Kb. 6 méter.
D) $\frac{\sqrt{6}}{6}$méter.

9.107. | A harmonikus rezgőmozgást végző tömegpont mozgási energiája a legnagyobb érték felét veszi fel. Mit mondhatunk ekkor a kitérés nagyságáról?

A) A tömegpont kitérése az amplitúdó fele ($y = \frac{A}{2}$).
B) A tömegpont kitérése kisebb az amplitúdó felénél.
C) A tömegpont kitérése nagyobb az amplitúdó felénél.

9.108. | A hagyományos „felhúzós” karórában egy megfeszített spirálrúgó tárolja a mechanikai energiát. Használat közben a rugó feszítettsége a felére csökken. A kezdetben tárolt energia hányadrészét „szórta szét” eközben a környezetnek?

A) Felét.
B) Negyedét.
C) Háromnegyedét.

9.109. | A parancsnok a menetelő katonáinak a hídra érés előtt kiadja a „Ne tarts lépést!” parancsot, nehogy a híd összedőljön. Miért szakadna le az egyszerre lépő katonák miatt a híd?

A) Ha a katonák egyszerre csapnák a hídhoz a lábukat, akkor egyidejűleg olyan nagy erő hatna a hídszerkezetre, amit az nem bírna el.
B) Előfordulhat, hogy a katonák lépéseinek üteme közel van a hídszerkezet sajátperiódusához, és ekkor rezonanciakatasztrófa történhet.
C) A katonák lábai által a hídszerkezetnek egyszerre átadott energia tárolódik a hídban egészen addig, amíg az össze nem dől.

9.110. | Levegőben $340\,\frac{m}{s}$ sebességgel terjedő hullám olyan új közegbe hatol, ahol a terjedési sebessége $1450\,\frac{m}{s}$. Hogyan változik a hullám hullámhossza az új közegben?

A) Nem változik.
B) $\frac{1450}{340} \approx 4,26$-szorosára nő.
C) $\frac{340}{1450} \approx 0,23$-szorosára csökken.

9.111. | Melyik hullámjelenséget nem hozhatják létre longitudinális hullámok?
A) Interferencia.
B) Polarizáció.
C) Hullámtörés.

9.112. | Hullámtanilag ritkább közegből sűrűbbe hatol a hullám. Hogyan változik az új közegben a hullám frekvenciája?
A) Nő.
B) Nem változik.
C) Csökken.

9.113. | Egy pontban találkozik két, azonos frekvenciájú mechanikai hullám. Mi a feltétele annak, hogy interferencia alakuljon ki?
A) A találkozó hullámok terjedési sebessége egyenlő legyen.
B) A találkozó hullámok fáziskülönbsége állandó legyen.
C) A találkozó hullámok frekvenciakülönbsége egyenlő legyen.

9.114. | Hosszú, keskeny üveghengerbe lassan vizet folyatunk. Hogyan változik a víz csorgatása során hallható hang magassága?
A) Nő.
B) Nem változik.
C) Függ az edény geometriai adataitól.
D) Csökken.

9.115. | A hang melyik fizikai jellemzője határozza meg a hang erősségét?
A) Amplitúdó.
B) Frekvencia.
C) Hullámhossz.

9.116. | A hang melyik fizikai jellemzője határozza meg a hangmagasságot?
A) Amplitúdó.
B) Frekvencia.
C) Hullámhossz.

9.117. | Zárt síp végét szabaddá tesszük. Hogyan változik a benne megszólaló alaphang hullámhossza?
A) Nem változik.
B) Kétszeresére nő.
C) Felére csökken.

Esszékérdések

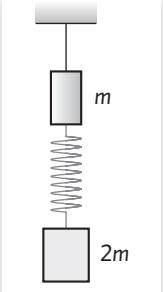
9.118. | *Mechanikai rezgések*
Adja meg, milyen fogalmak és fizikai mennyiségek segítik a harmonikus rezgőmozgás leírását! Az egyenletes körmozgás és a harmonikus rezgőmozgás közötti kapcsolat alapján fogalmazza meg a harmonikus rezgőmozgás kinematikai függvényeit! Jellemezzen egy rezgőképes rendszert energetikai szempontból akkor, ha az (ideális esetben) nem hat kölcsön a környezetével, illetve ha az (mint a valóságban) kölcsönhatásban áll a környezetével! Mutasson be egy-egy rezgéssel kapcsolatos jelenséget, amelyben a csillapítás a felhasználó számára előnyös, illetve hátrányos!

9.119. | A *hang*
Ismertesse a hang keletkezésének körülményeit! Hogyan határozzák meg a hang tulajdonságait a hanghullámot jellemző fizikai mennyiségek? Mit nevezünk tisztahangnak? Mi biztosítja minden ember hangjának egyediségét? Mikor érezzük kellemesnek a zenei hangok egymás utáni megszólalását? Sorolja fel a hanghullámok terjedési tulajdonságait, és közülük egyet ismertessen részletesebben!

Kihívást jelentő feladatok

9.120. | Az ábrán látható módon egy fonál felső végét a mennyezethez rögzítjük, az alsó végére pedig egy m tömegű testet kötünk. A test alsó részéhez egy rugót erősítünk, amelyen $2m$ tömegű test lóg. A rendszer egyensúlyban van. A rugó megnyúlása $\Delta l = 30\,\text{cm}$. Elégetjük a fonalat.

a) Mekkora a két test gyorsulása az elégetés pillanatában?
b) Az elégetéstől számítva mikor lesz a rugó először nyújtatlan?
c) Ekkor mekkora a testek mennyezethez viszonyított sebessége?



9.120. ábra

9.121. | Az asztalon álló, 1 méter magas, függőleges pálcára egy kicsiny, 10 gramm tömegű gyöngyöt fűztünk. Ha a gyöngyöt a pálca tetején elengedjük, akkor az pontosan az asztalra érkezés előtt megáll. A pálca által a gyöngyre kifejtett fékezőerő nagysága a pálca tetejétől az aljáig a megtett út függvényében egyenletesen változik nulláról egy bizonyos legnagyobb értékig.

a) Mekkora sebességgel indítsuk a gyöngyöt az asztaltól felfelé, hogy az éppen eljusson a pálca tetejéig?
b) Mekkora a pálca által a gyöngyre kifejtett fékezőerő legnagyobb értéke?
c) Mennyi idő alatt éri el az elengedett gyöngy a pálca alját?
d) Mekkora sebességgel indítsuk a gyöngyöt az asztaltól felfelé, hogy az éppen eljusson a pálca közepéig?

9.122. | A 440 Hz-es hangvillát együtt szólaltatjuk meg egy másik hangvillával. Azt tapasztaljuk, hogy a hangerő másodpercenként 5-ször erősödik és elgyengül. Mekkora a másik hangvilla frekvenciája?

10. | Elektromágneses jelenségek

Alapozófeladatok

A mágneses mező

10.1. | Mekkora maximális forgatónyomatékot gyakorol az 50 menetes, $8\,cm^2$ területű lapostekercsre egy rúdmágnes, melynek mágneses indukcióvektorának nagysága a tekercsben 700 mT, ha a tekercsben 100 mA áram folyik?

10.2. | Mekkora maximális forgatónyomaték hat arra a magnetométerre, amely egy 200 menetes, $15\,cm^2$ területű és 60 mA erősségű árammal átjárt lapostekercs, amit 250 mT erősségű mágneses mezőbe helyeztünk?

10.3. | Nagyon gyenge mágneses mezőt szeretnénk kimérni, ehhez két magnetométer közül választhatunk. Az egyik 350 menetes, $4\,cm^2$ területű lapostekercs, és maximum 800 mA áram folyhat át rajta, míg a másik 200 menetes, $5\,cm^2$ területű, és legfeljebb 900 mA áramot bír el. Melyiket válasszuk a jobb méréshez?

10.4. | Mekkora egy mágnes mágneses indukcióvektora, ha egy 150 menetes, $4\,cm^2$ területű és 300 mA árammal átjárt magnetométerre $0{,}18 \cdot 10^{-3}$ Nm maximális forgatónyomatékkal hat?

10.5. | A képen a Mars Global Surveyor látható, melynek magnetométere 1999-ben a Marson mágneses mezőt fedezett fel; 2000 menetes, $5\,cm^2$ területű tekercsén 1,2 A erősségű áram folyt át. A maximális forgatónyomaték $9 \cdot 10^{-8}$ nagyságúnak adódott. Mekkora a Mars mágneses mezőjének indukcióvektora?


10.5. ábra

10.6. | Mekkora egy 800 mT mágneses indukcióvektorú játék mágnes mágneses mezőjének fluxusa, ha az indukcióvonalak egy 5 cm oldalú, négyzet alakú vezetőkereten merőlegesen haladnak át?

10.7. | Egy magnetométer 250 menetes, $7{,}5\,cm^2$ területű tekercse a 600 mT erősségű mágneses mező hatására az indukcióvonalakra merőlegesen beállt.

a) Mekkora a mágneses mező fluxusa a tekercs egy menetén?

b) Mekkora a mágneses mező fluxusa a tekercs összes menetére, vagyis az egész tekercsre számítva?

10.8. | Egy kör alakú drótkereten az iskolai rúdmágnes 700 mT nagyságú mágneses indukcióvektora merőlegesen halad át. Mekkora a drótkeret sugara, ha a mágneses mező fluxusa a kereten $9 \cdot 10^{-4}$ Wb?

Az áram mágneses mezője

10.9. | Egy 8 cm hosszú, 500 menetes tekercsből elektromágnest készítünk úgy, hogy 4,5 A erősségű egyenáramot kapcsolunk rá. Mekkora az elektromágnes belsejében a mágneses indukcióvektor?

10.10. | Egy csengő elektromágnese 6 cm hosszú, 300 menetes tekercsből áll. Mekkora az elektromágnes belsejében a mágneses indukcióvektor nagysága, ha a csengőben 1,2 A áram folyik?

10.11. | Egy fülhallgatóba elektromágnesként 1 cm hosszú, 200 menetes tekercset építenek, melyen átlagosan 10 mA áram folyik. Mekkora az elektromágnes belsejében a mágneses indukcióvektor nagysága?

10.12. | Egy papírhengerre 350 menetes tekercset csévéltünk fel. Az így elkészített elektromágnes hossza 4,6 cm lett. Milyen erős egyenáramot kell a tekercsben folyatnunk ahhoz, hogy 5 mT erősségű elektromágnest kapjunk?

10.13. | Acélból készült 10 cm hosszú csavarra 60 menetes tekercset készítünk a csavar teljes hosszára. Rövid időre 2,5 A áramot folyatunk a tekercsbe. Milyen erős elektromágnest készítettünk így? Az acél relatív permeabilitását tekintsük 2000-nek!

10.14. | Egy 15 cm hosszú, 500 menetes vasmagos tekercsre 620 mA erősségű áramot kapcsoltunk, így mágneses indukcióvektora éppen megegyezett egy 700 mT nagyságú, iskolai rúdmágnes mágneses indukcióvektorával. Milyen anyagból lehet az elektromágnes vasmagja?

10.15. | Hány menetesre kell méretezni annak az elektromágneses emelőnek a tekercsét, amely jó minőségű acél vasmaggal rendelkezik, 30 cm hosszú, 400 mA áram folyhat át rajta, és az elektromágnes erősségét legalább 1 T nagyságúnak szeretnénk kialakítani?

10.16. | Egy fejhallgató 70 menetes, és 7 mm hosszú vasmagos tekercsén áram folyik. Az áramerősség 0,02 s alatt 10 mA-ről 70 mA-re nő, további 0,03 s-ig változatlan, majd 0,05 s alatt 40 mA-re csökken. Ábrázoljuk a tekercs mágneses indukcióvektorának nagyságát az idő függvényében, ha a vasmag relatív permeabilitása 200!

10.17. | Egy villamos felsővezetéken 150 A erősségű áram folyik. Mekkora és milyen irányú a vezetéktől 3 m-re a mágneses indukcióvektor?

10.18. | Egy földbe csapó villám áramerőssége eléri a 30 kA nagyságot. A villámtól milyen távolságra lesz a keletkező mágneses mező indukcióvektorának értéke kisebb mint 500 mT?

10.19. | Egy 2 cm átmérőjű aranygyűrűre rézdrótot tekerünk körbe, és így egy 60 menetes körtekercset készítünk. Milyen erős áramot kell rákapcsolni a tekercsre, hogy az aranygyűrűben a mágneses indukcióvektor nagysága 5 mT legyen?

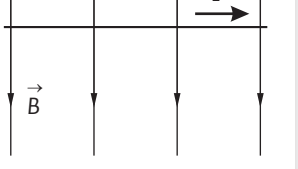
Erőhatások mágneses mezőben

10.20. | A Föld mágneses indukcióvonalaira merőlegesen futó 45 cm hosszú rézdrótba 2,65 A áramot vezetünk. Mekkora a drótra ható Lorentz-erő nagysága? A Föld mágneses mezője a mérés helyén 0,05 mT.

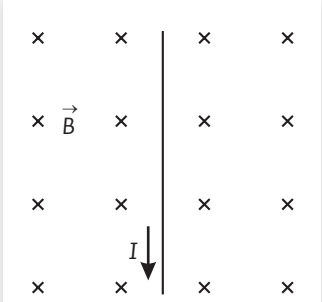
10.21. | Egy 2,5 T nagyságú, homogén mágneses mezőbe, az indukcióvonalakra merőlegesen, 3,5 cm hosszú vezetéket lógatunk, majd arra 1,7 A erősségű áramot kapcsolunk. Mekkora lesz a vezetékre ható Lorentz-erő nagysága?

10.22. | Mekkora és milyen irányú erő hat az Egyenlítőn egy vasúti felsővezeték 8 m hosszú darabjára a Föld mágneses mezője miatt, ha a vezetékben keleti irányba 150 A erősségű egyenáram folyik? A Föld mágneses mezője legyen 0,03 mT!

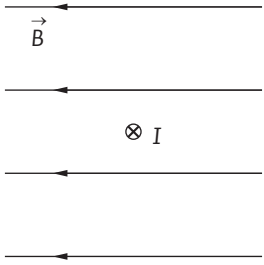
10.23. | Az ábrákon homogén mágneses mezőben, arra merőlegesen áramjárta vezeték helyezkedik el. A mágneses indukcióvonalakat *B*-vel, az áramirányt *I*-vel, a Lorentz-erőt *F*-fel jelöltük. Rajzoljuk be az ábrákba a hiányzó irányokat!



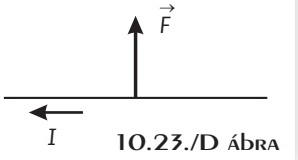
10.23./A ábra



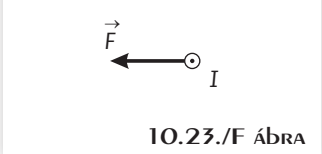
10.23./B ábra



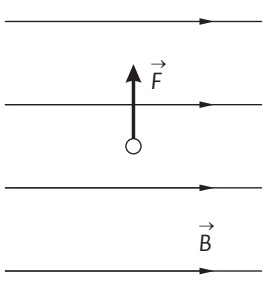
10.23./C ábra



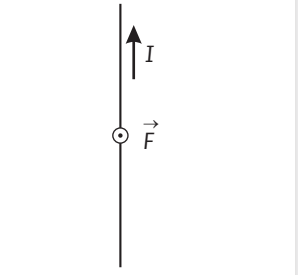
10.23./D ábra



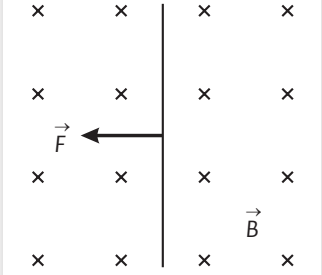
10.23./F ábra



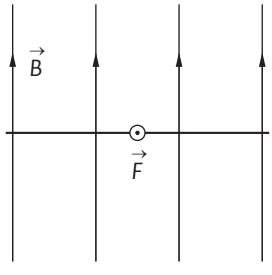
10.23./H ábra



10.23./E ábra



10.23./G ábra



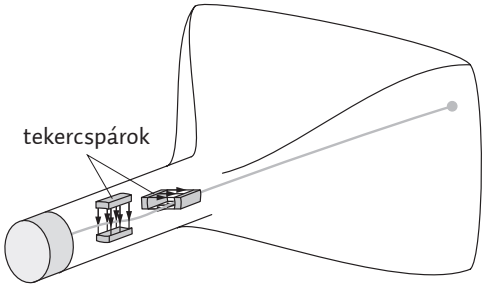
10.23./I ábra

10.24. | Milyen erős mágneses mezővel tudunk egy 0,6 N súlyú, 1,8 m hosszú, vízszintes vezetéket a levegőben tartani (lebegtetni), ha a vezetékbe 15 A egyenáramot vezetünk? Milyen legyen a mágneses indukcióvektor iránya?

10.25. | Mekkora áram folyhatott egy pillanatra abban a vezetékben, melynek 80 cm hosszú darabja egy 700 mT nagyságú, függőleges, a vezetékre merőleges, homogén mágneses mezőben függ, és ennek hatására 220 mN erővel kilendült?

10.26. | Egy képcsöves tévében a 65 millió $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel haladó elektronokat 1,5 mT értékű elektromágnes téríti a képernyő megfelelő helyére. Milyen nagyságú Lorentz-erő hat az egyes elektronokra? Az elektron adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.26. ábra



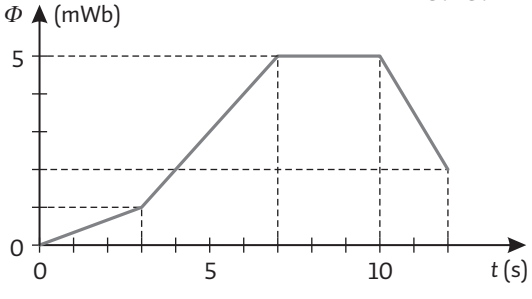
10.27. | A Föld felé $9{,}5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel száguldó protont a Föld mágneses mezője körpályára kényszeríti. Mekkora a körpálya sugara, ha a Föld mágneses indukcióvektora 0,02 mT nagyságú? A proton adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.28. | Két, egymástól 85 cm-re haladó trolibusz felsővezetékben egyenesen, jó hosszan, ellentétes irányban 120 A áram folyik. Mekkora és milyen irányú erő hat a vezetékek 50 cm-es darabjára?

Az elektromágneses indukció

10.29. | Mekkora feszültség indukálódik annak a 35 cm^2 felületű vezetőhuroknak a kivezetései között, amelyhez nagy távolságból 3,15 s alatt egy 700 mT erősségű iskolai rúdmágnest közelítünk? Tételezzük fel, hogy a hurok helyén a mágneses mező mindig merőleges a hurok síkjára, valamint időben egyenletesen növekszik!

10.30. ábra



10.30. | Egy 100-menetes tekercsben a grafikon alapján változik a mágneses fluxus. Ábrázoljuk az indukált feszültséget az idő függvényében!

10.31. | Milyen erősségű áram indukálódik egy 0,3 mΩ-os, 3,15 cm^2 területű karikagyűrűben, ha 1,2 másodperc alatt egy 10 mT erősségű mágneshez közelítjük? A közelítés ideje alatt a gyűrű síkja merőleges a mágneses mezőre, és a fluxusváltozás egyenletes.

10.32. | Erős, 2 T nagyságú mágneses mezőben, az indukcióvonalakra merőlegesen egy 50 cm^2 területű dróthurkot vetünk, majd a hurok két végét hirtelen, 0,2 s alatt megrántva, a hurok területét 5 cm^2-re csökkentjük. Mekkora a dróthurok két vége között az indukált feszültség nagysága, ha feltehetjük, hogy a hurok területe egyenletesen csökkent?

10.33. | Egy súlyemelő $0,8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel löki ki a súlyokat. Mekkora feszültség indukálódik a 220 cm hosszú súlyemelőrúdban, ha azt a súlyemelő kelet–nyugati irányban tartja? A Föld mágneses mezőjének vízszintes komponense 0,04 mT.


10.33. ábra

10.34. | Patkómágnes sarkai közé kötőtű esett. Mekkora sebességgel esett, ha a mágnes erőssége 900 mT nagyságú volt, és a kötőtű mágneses mezőben lévő 2 cm-es szakaszának két vége között 5 mV indukált feszültséget mértünk?

10.35. | Ismeretlen erősségű homogén mágneses mezőben egy 30 cm hosszú pálcát, mely az indukcióvonalakra merőleges, súrlódásmentes talajon elgurítunk $1,6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel. A mozgás közben mérjük a pálca két vége közötti indukált feszültséget, mely 240 mV nagyságúnak adódott. Mekkora a mágneses mező indukcióvektora?

Az önindukció

10.36. | Egy fejhallgatóban érintkezési hiba miatt a 10 mH induktivitású tekercsre kapcsolt 6 mA-es áram 2 ms alatt egyenletesen nullára csökkent. Mekkora volt a tekercsben indukálódott feszültség?

10.37. | Egy 420 mH induktivitású tekercsben folyó 350 mA erősségű áramot egy régi tolóellenállás segítségével egyenletesen 2,5 A erősségűre változtattunk. Ezalatt a tekercs önindukciós feszültsége 25 mV nagyságú volt. Mennyi idő alatt állítottuk át a tolóellenállás csúszkáját?

10.38. | Legfeljebb mekkora mágneses energiát tud tárolni egy hangszóró tekercse, melynek induktivitása 0,63 mH, és maximálisan 3 A áram folyhat át rajta?

10.39. | Egy fénycső tekercse 750 mH induktivitású. Áramot kapcsolunk rá, méghozzá 0,8 s alatt egyenletesen növelve az áramerősséget 1,2 A-ig. Mekkora az önindukciós feszültsége a 0,8 s időtartam alatt, és maximálisan mekkora mágneses energia halmozódik fel benne?

10.40. | Jó minőségű acél vasmagra 6 cm hosszan sokmenetes tekercset készítünk, a vasmag átmérője 5 cm. Hány menetes tekercset készítsünk, ha induktivitását 660 mH nagyságúra tervezzük?

A váltakozó áram

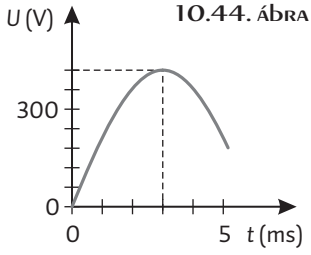
10.41. | Mekkora Magyarországon a hálózati feszültség csúcsértéke, periódusideje, körfrekvenciája?

10.42. | Egy 150 V effektív feszültségű, 50 Hz frekvenciájú generátor feszültsége egy pillanatban éppen 0 V. Mekkora a pillanatnyi feszültsége 4 ms, 8 ms, 12 ms múlva?

10.43. | Egy generátorral működtetett áramkör áramerősségét a következő összefüggés írja le: $I = 2{,}12\,A \cdot \sin\left(125{,}6\frac{1}{s} \cdot t\right)$. Az összefüggés számadataiból határozzuk meg az effektív áramerősséget és a generátor fordulatszámát!

10.44. | Egy generátor feszültségének időbeli változását a grafikon mutatja. A szinuszos függvénynek csak egy részletét ismerjük. A grafikon adataiból határozzuk meg a generátor effektív feszültségét és a fordulatszámát!

10.44. ábra



10.45. | Egy transzformátor primer tekercse 450 menetes, a szekunderé 1500. Mekkora feszültséget tudunk előállítani, ha a primer tekercsre 12 V-ot kapcsolunk?

10.46. | Hálózati feszültséget 9,2 V feszültségre szeretnénk letranszformálni. Hány menetes tekercset válasszunk a 2000 menetes primer tekercs mellé?

10.47. | Hálózati áramra 1200 menetes primer tekercsű transzformátort kapcsolunk, amelyről egy 5,75 V-os berendezést működtetünk. A berendezésen átfolyó áram 500 mA. Hány menetes a szekunder tekercs, és mekkora a primer kör áramerőssége?

10.48. | Egy ideális transzformátorról üzemeltetünk egy számítógépes elosztóbokszot, melynek áramfelvétele 210 mA. Mekkora feszültség esik a bokszra, ha a primer áramkör teljesítménye 2,52 W?

A váltakozó áramú áramkör

10.49. | Hálózati feszültségre kapcsoltunk egy ohmos ellenállást, és a keletkező áram csúcsértéke elérte a 3,4 A értéket. Mekkora az ellenállás értéke, és mennyi hő fejlődik az ellenálláson 5 perc alatt?

10.50. | Hálózati áramra sorosan kapcsoltunk egy 40 Ω-os ellenállást, egy 350 mH induktivitású ideális tekercset és egy 12 μF kapacitású kondenzátort. Mekkora az egyes áramköri elemek ellenállása, és mekkora az áramkör impedanciája?

10.51. | Egy villanyborotvában lévő tekercs ohmos ellenállása 250 Ω, induktivitása 450 mH. Mekkora a borotva tekercsének hatásos teljesítménye, ha a hálózati feszültségről üzemeltetve a felvett áramerősség 800 mA?

10.52. | Egy tekercsen 24 V egyenfeszültségre kapcsolva 60 mA erősségű áramot mértünk, hálózati áramra kapcsolva pedig 315 mA-t. Mekkora a tekercs induktivitása és a teljesítménytényező?

Elektromágneses rezgések és hullámok

10.53. | Egy rádióantenna 45 μH induktivitású tekercsére kapcsolt kondenzátort 700 pF nagyságú kapacitásra hangoltunk. Milyen frekvenciájú rádióadást tudunk így fogni?

10.54. | Egy rádióamatőr régi készüléke antennájával 1,81 MHz frekvenciájú sávot szeretne befogni. Mekkora kapacitásúra állítsa kondenzátorát, ha az antenna tekercsének induktivitása 9 μH?

10.55. | Autórádió 2,8 m hullámhosszúságú rádióhullámokat fog a 65 pF kapacitású kondenzátort tartalmazó antennája segítségével. Mekkora az antenna tekercsének induktivitása?

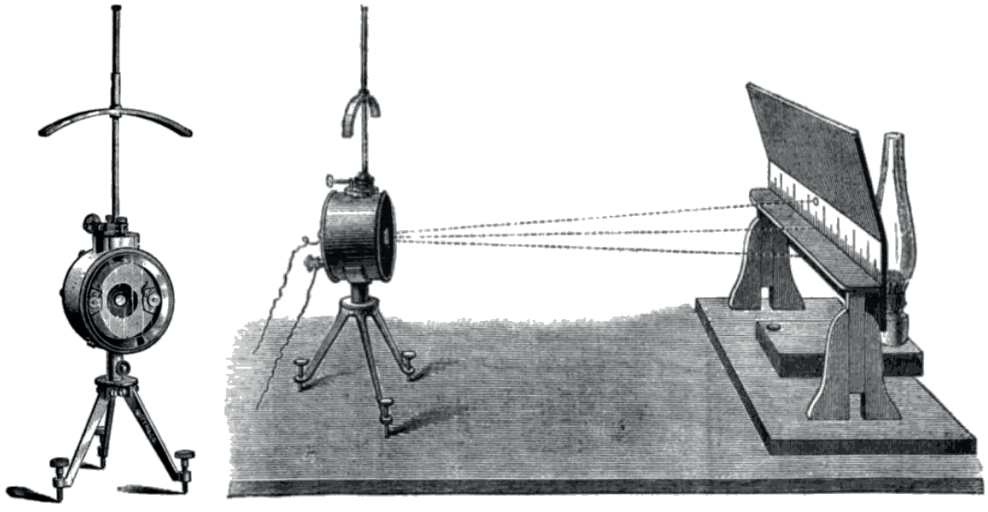
10.56. | Egy 5 μH induktivitású és 372 nF kapacitású antennához egy 3 mH induktivitású rezgőkört csatolunk. Mekkorának válasszuk a rezgőkör kondenzátorának kapacitását, hogy az antenna és a rezgőkör rezonanciában legyen?

Gyakorlófeladatok

10.57. | Egy 10 menetes, 70×100 mm-es vezetőkerettel vizsgáljuk egy iskolai mágnesrúd mágneses terét. Amikor 300 mA áramot vezetünk bele, és olyan helyzetbe hozzuk, hogy maximális forgatónyomaték hasson rá, akkor a vezetőkeret elfordulásának megakadályozásához a vezetőkeret tengelyétől 50 mm-re legalább 290 mN nagyságú ellenerőt kell alkalmaznunk. Mekkora a mágnesrúd mágneses indukcióvektorának nagysága?

10.58. | Egy tükrös galvanométer 340 menetes, $8\,\text{cm}^2$ területű lapostekercse 140 mT nagyságú homogén mágneses mezőben függ. A felfüggesztést egy torziós szállal oldották meg, mely egységnyi szögelfordulásra $2{,}15 \cdot 10^{-4}\,\frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$ visszatartó forgatónyomatékot fejt ki. A torziós szálra egy kis tükröt szereltek, amely árammentes esetben a rá bocsátott fénysugarat a tőle 1,5 m távolságra lévő, a fénysugárra merőlegesen álló skála 0 pontjába tükrözi. Mekkora az áramerősség abban az esetben, ha a fényjel kitérése a 0-tól 6,5 cm, és a tekercsre a maximális forgatónyomaték hat?

10.58. ábra



10.59. | Egy 150 m hosszú, $2\,\text{mm}^2$ keresztmetszetű rézvezetékből 350 menetes lapos, kör keresztmetszetű tekercset készítünk, melyre 1,5 V-os ceruzaelemet kapcsolunk. Ezzel mérjük egy elektromágnes mágneses mezőjét. A maximális forgatónyomaték 0,015 Nm-nek adódik. Mekkora a mérési helyen a mágneses mező indukcióvektorának nagysága?

10.60. | Egy 680 mT erősségű homogén mágneses mezőben egy lapos, 3,2 cm hosszú tekercs helyezkedik el úgy, hogy síkja 60°-os szöget zár be az indukcióvonalakkal. A tekercs menetsűrűsége $2\,\frac{1}{\text{mm}}$. Ha a tekercsbe 800 mA áramot vezetünk, akkor a tekercsre 1,4 Nm nagyságú forgatónyomaték hat. Értelmezzük a menetsűrűséget! Mekkora a tekercs átmérője?

10.61. | Homogén mágneses mezőben két téglalap alakú lapostekercset helyezünk egyazon felfüggesztésre úgy, hogy a mező ellentétes irányú, maximális forgatónyomatékkal hasson rájuk. Az egyik 75 menetes és mérete $4\,\text{cm} \times 8\,\text{cm}$, a másik ugyanolyan hosszú drótból készült és mérete $5\,\text{cm} \times 5\,\text{cm}$. Milyen áramerősség-aránynál marad forgási egyensúlyban a szerkezet?

10.62. | Egy 12 cm hosszú, 4 cm átmérőjű orsóra, annak teljes hosszában 3000 menetet tekercselünk. A rézdrót keresztmetszete $0,8\,\text{mm}^2$. Az így készült tekercset 4,5 V-os zsebtelepre kötjük. Mekkora az így készített elektromágnes mágneses mezőjének indukcióvektora?

10.63. | Egy 2000 menetes, 25 cm hosszú tekercsbe egy 300 menetes, $25\,\text{cm}^2$ területű magnetométert helyezünk, melynek síkja a tekercs tengelyével párhuzamos. Ha a tekercsre és a magnetométerre is azonos nagyságú egyenáramot kapcsolunk, akkor a tekercs mágneses mezője a magnetométerre 0,05 Nm maximális forgatónyomatékot fejt ki. Milyen erős áramot használtunk?

10.64. ábra



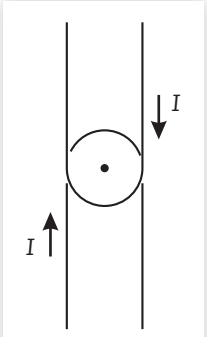
10.64. | Egy elektromos csengőbe sorosan két egyforma, 80 menetes, 5 cm hosszú, $1\,\Omega$-os vasmagos tekercset kapcsoltak, amit a mellékelt képen láthatunk. A két tekercs és a kalapács elrendezésére úgy tekinthetünk, mint egy körtekercsre, melynek középkörkerülete 18 cm. A tekercsek vasmagjának relatív permeabilitása 200. A csengőt 12 V-os egyenfeszültségre kapcsoljuk. Megszólal-e a csengő a nyomógomb megnyomásával, ha a kalapács kimozdításához legalább 300 mT mágneses erőtér szükséges?

10.65. | Egy automata biztosíték elektromágnese az 500 mT nagyságú mágneses indukcióvektor értéket elérve szakítja meg az áramkört. Hány amperes a biztosíték, ha 1 cm átmérőjű vasmagjára egy 30 cm hosszú és 3 mm átmérőjű vezetéket tekertek úgy, hogy az egyes menetek szorosan egymás mellett legyenek? A vasmag a tekercs mágneses erősségét 200-szorosára növeli.

10.66. | Két azonos hosszúságú alumíniumdrót átmérőjének aránya $2 : 1$. Mindkettőt azonos átmérőjű hengerre csévéljük egyszeresen, szorosan, hogy a menetek egymás mellett legyenek. Mindkét tekercsre ugyanakkora feszültséget kapcsolunk. Mekkora az így keletkezett két elektromágnes mágneses indukcióvektorának aránya?

10.67. | Trolibusz felsővezetékek egymástól 85 cm távolságban haladnak, azokban ellentétes irányban 120 A erősségű egyenáram folyik. A vezetékek alatt 3 m-re, a vezetékektől egyenlő távolságra egy magnetométerrel mérjük a vezetékek mágneses mezőjének erősségét. Mekkora és milyen irányú ebben a pontban a vezetékek eredő mágneses indukcióvektora?

10.68. | Az ábrán látható módon két hosszú vezetéket U alakban meghajlítunk úgy, hogy az ívek egy 2 cm sugarú félkörívet adjanak, a szárak pedig hosszan egymás mellett, párhuzamosan haladjanak. A két vezetéket egymás fölé helyezzük úgy, hogy fölülnézetből a két ív egy kört alkosson, így a szárak két, párhuzamos egyenest alkotnak. Mekkora és milyen irányú a két U alakú vezeték által keltett mágneses mező erőssége a kör középpontjában, ha mindkét vezetékben az óramutató járásával megegyező 2 A áram folyik?



10.68. ábra

10.69. | Egy toroid forgástengelye mentén egy hosszú, egyenes vezetéket feszítettek ki. Hány menetes a toroid, ha abba 10 mA áramot, míg az egyenes vezetékbe 2 A áramot vezetve a toroid középköre mentén az eredő mágneses mező indukcióvektora 0?

10.70. | Egy 180 menetes körtekercs belső átmérője 5 cm. A tekercs keresztmetszete $100\,\text{cm}^2$. A körtekercs belsejébe, a középkörének egy pontjába kis, 120 menetes, $35\,\text{cm}^2$ területű magnetométert helyezünk úgy, hogy síkja a kör érintőjére illeszkedjen. A körtekercsre és a magnetométerre azonos nagyságú egyenáramot kapcsolunk. Ekkor a magnetométerrel 0,18 Nm nagyságú maximális forgatónyomatékot mérünk. Mekkora az összeállításra kapcsolt egyenáram áramerőssége?

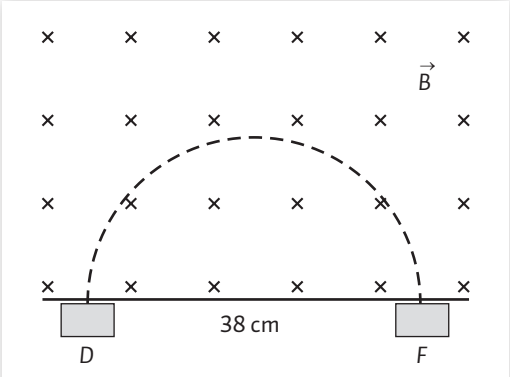
10.71. | Egy 10 cm hosszú, 1200 menetes, 3 A erősségű árammal átjárt tekercsbe, az indukcióvonalakra merőleges síkban egy téglalap alakú vezetőkeretet helyezünk, melynek mágneses fluxusa $2,7 \cdot 10^{-5}$ Wb. Ha a keretbe 120 mA nagyságú egyenáramot vezetünk, akkor egyik oldalán $1,6 \cdot 10^{-4}$ N nagyságú Lorentz-erőt mérünk. Mekkorák a vezetőkeret oldalai?

10.72. | Egy álló zsebtelep két pólusát fölhajtjuk, majd ráhelyezünk egy 5 g-os szöget, amely így épp vízszintes helyzetű. A pólusok közelébe vízszintesen iskolai rúdmágnest helyezünk, melynek a szögre merőleges indukcióvektora 700 mT. A szöget alátámasztó pólusok közötti távolság 5 cm. Mekkora a zsebtelep belső ellenállása (a szög ellenállását elhanyagolhatjuk), ha a pólusokra való ráhelyezés után a szög apró, pattogó mozgást végez? ($g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

10.73. | Két fémoszlopra, melyek 1 m magasak és 80 cm-re állnak egymástól, keresztbe egy 8 Ω-os, 60 g tömegű fémpálcát fektetünk. Az oszlopok és a pálca között a súrlódási együttható 0,2. A fémoszlopokkal megegyező irányú homogén mágneses tér erőssége 130 mT. A két, elhanyagolható ellenállású fémrúdra 12 V feszültséget kapcsolunk. Vajon megmozdul a pálca?

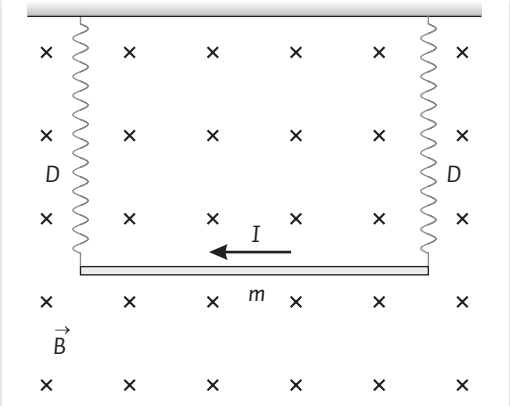
10.74. | Egy képcsőben az elektronok egy adott pillanatban 1,5 mT homogén mágneses mező hatására térülnek el, így sebességük iránya 15°-ot változik. Mekkora erő hat a $6 \cdot 10^7\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel mozgó elektronokra ekkor, és mekkora ívet futnak be a mágneses térben? Az elektron adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.75. | Egy elektronnyaláb útjába, a nyalábra merőlegesen egy 50 menetes, 20 cm hosszú és 5 cm sugarú, enyhén hézagos csévélésű tekercset helyezünk úgy, hogy az elektronok a tekercs tengelyének irányába haladjanak. A tekercsre áramot kapcsolunk, majd növeljük az áramerősséget mindaddig, míg az elektronok épp egynegyed fordulatot megtéve, a tekercs menetére merőlegesen lépnek ki a tekercsből. Ekkor az áramerősség 7,425 A. Mekkora az elektronnyaláb sebessége? Az elektron adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.



10.76. ábra

10.76. | Egy tömegspektrométerbe H+ hidrogénionokat és ismeretlen, egyszeresen pozitív töltésű ionokat lövünk azonos sebességgel. A homogén mágneses mezőt egy 15 000 menetes, 8 cm hosszú, 20 Ω-os elektromágnessel hozzuk létre. Az ionok belövési irányára merőlegesen, az ionforrástól (*F*) 38 cm-re egy detektor (*D*) található. Ha 235 V feszültséget kapcsolunk a tekercsre, akkor a detektorba épp a hidrogénionok csapódnak. Ha a feszültséget 469,5 V-ra növeljük, akkor az ismeretlen ionok kerülnek a detektorba. Mi lehet az ismeretlen anyag? Az elemi részecskék adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.



10.77. ábra

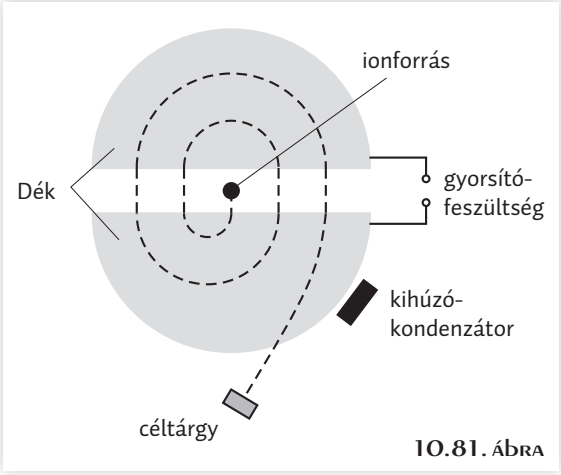
10.77. | Patkómágnes mágneses mezőjét szeretnénk meghatározni. Ehhez a patkómágnes vízszintes helyzetű erővonalaira merőlegesen, vízszintes helyzetű, 20 g tömegű fémpálcát lógatunk be két egyforma, $2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugó segítségével az ábrán látható módon. A pálcában 6 A erősségű áram folyatunk, ezáltal a rugók megnyúlása 1,94 cm lett. Mekkora a patkómágnes mágneses mezője, ha a pálca 3 cm hosszú?

10.78. | Egy patkómágnes függőleges irányú, homogén mágneses terébe hosszú, elhanyagolható tömegű vezetékeken vízszintes helyzetű, 8 g tömegű, vékony szeget függesztünk fel. Amikor a szegre 1,4 A erősségű áramot kapcsolunk, a szeg kilendül, és új egyensúlyi helyzetében a felfüggesztő vezetékek a függőlegessel 20°-os szöget zárnak be. Mekkora a patkómágnes mágneses tere, ha a szeg 2,5 cm hosszú, és lényegében teljesen a patkómágnes homogén mágneses mezőjében van?

10.79. | Homogén mágneses mező vízszintes indukcióvektora 900 mT nagyságú. Ebbe a mezőbe két egyforma, $3{,}2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ rugóállandójú rugóval 25 g tömegű, 10 cm hosszú, vízszintes fémrudat függesztünk, melyen 4,5 A erősségű egyenáram folyik. Az áram hirtelen lekapcsolásával a rúd harmonikus rezgőmozgást végez. Mekkora a rezgés amplitúdója és frekvenciája?

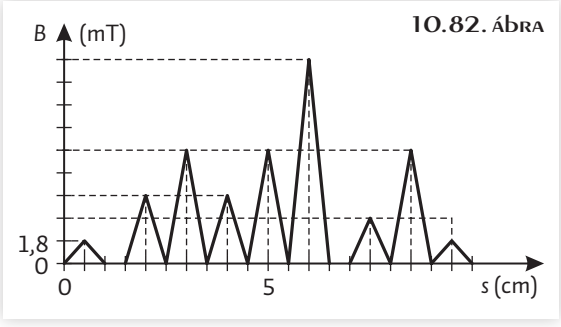
10.80. | Egy 20 cm hosszú, 6 cm átmérőjű, két végén lyukas hengerben 1,2 mT erősségű homogén mágneses mezőt keltünk. A henger tengelye párhuzamos az erővonalakkal. A henger palástjának belső felét meredeken megcélozva, egy elektront lövünk a hengerbe $6,5 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$ sebességgel. A mágneses térbe érkező elektron épp a tekercs belső fala mentén, spirális pályán halad a tekercs belsejében anélkül, hogy annak nekiütközne. Az indukcióvonalakhoz képest mekkora szögben lőttük be az elektront? Mennyi idő múlva távozik a tekercsből és hány fordulatot tesz meg ezalatt? Az elektron adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.81. | Egy ciklotron szerkezeti rajzát mutatja az ábra. A Déknek nevezett két szürke, D alakú térrészben 300 mT erősségű mágneses mező van, mely az ionforrásból származó, gyakorlatilag nyugalomból induló protont körpályára kényszeríti. A két D száraira 9 kV feszültséget kapcsolunk, melynek polaritását a keringés ütemében váltogatni kell, hogy az mindig gyorsítsa a protont. Amikor a proton eléri a 40 cm sugarú ívet, egy kihúzókondenzátorral kivezetik. Hány fordulatot tesz meg a proton addig? Mekkora sebességűre lehet így a protont felgyorsítani? Milyen ütemben kell a feszültség polaritását váltogatni? A proton adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.



10.81. ábra

10.82. | Egy bankkártya mágnescsíkjára a tulajdonos nevét szeretnék rögzíteni. Ezért a mágnescsíkot változó mágneses mezővel átmágnesezik. Így a 10 cm hosszú mágnescsíkon a hely függvényében változik az indukció mértéke, ahogy azt a grafikonon is láthatjuk. A kártya lehúzásakor a leolvasófejben lévő 200 menetes, $2\,cm^2$ keresztmetszetű tekercsben feszültség indukálódik, mely az idő függvényében változik. Ábrázoljuk az ábra alapján az indukált feszültséget az idő függvényében, ha a lehúzás sebessége $20 \frac{cm}{s}$! A feszültség nagysága megmutatja, hogy a kódolt betű az angol ábécé hányadik betűje. Az azonosítás miatt az első kód mindig A betűt jelent. Hogy hívják a tulajdonost?



10.82. ábra

10.83. | Egy modellautó-versenyen a célba érkezés sebességét szeretnénk megmérni. Ehhez az autóra egy 1200 menetes, 6 cm hosszú, 120 mA árammal átjárt elektromágnest szerelünk, a mágneses mező iránya függőleges. A célvonal fölött egy fémpálcát rögzítünk vízszintesen, melynek két kivezetése között mérjük a feszültséget. Amikor az autó áthalad a célvonalon, elektromágnese a pálca 3 cm-es szakaszában feszültséget indukál. A pálca magasságában a tekercs fölötti mágneses mező a tekercs mágneses mezőjének 0,3 része. Az egyik autó esetében 0,5 mV indukált feszültséget mértünk. Mekkora sebességgel haladt át a célvonalon?

10.84. | Igen erős mágnespárt asztalra fektetve az asztal felett 10 cm magasságban, vízszintes irányú homogén mágneses mezőt hozunk létre, melynek erőssége 260 mT. Az asztalra ejtünk egy 18 cm hosszú, vízszintesen egyenes vezetéket, mely merőleges a mágneses indukcióvonalakra, és mozgását a két végén függőleges helyzetű sínek súrlódásmentesen biztosítják. Milyen magasról ejtettük le a vezetéket, ha a mágneses mező közepén a vezetékben 80 mV indukálódik?

10.85. | Vízszintes helyzetű, 50 g tömegű és 25 cm hosszú fémrudat két végén 20 $\frac{N}{m}$ rugóállandójú rugó segítségével felfüggesztünk. A rúd környezetében 850 mT nagyságú mágneses teret hozunk létre, melynek indukcióvonalai vízszintesek és merőlegesek a rúdra. A rudat 5 cm-rel lejjebb húzzuk, majd elengedjük, így függőleges rezgést fog végezni. A rugók rögzített végeire voltmérőt kapcsolunk. Ábrázoljuk a voltmérő által mutatott értékeket az idő függvényében!

10.86. | Két hosszú, egyenes sínpár egymástól 18 cm-re helyezkedik el, melyek a vízszintessel 30°-os szöget zárnak be. A síneket egy 1 Ω-os izzóval kapcsoljuk össze. Az így elkészített lejtőt egy 0,5 T nagyságú, a sínekre merőleges homogén mágneses mezőbe helyezzük. A sínekre merőlegesen 15 g tömegű fémrudat teszünk, mely a síneken lecsúszik. A súrlódás mértéke 0,1. Amikor a rúd sebessége egyenletessé válik, a lámpa kiég. Hány „amperes" a lámpa, azaz mekkora áramerősségnél ég ki? Mekkora a rúd maximális sebessége? A sínek és a rúd ellenállása elhanyagolhatóan kicsi.

10.87. | Egy 80 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű rézvezetékből 16 cm átmérőjű, 20 cm hosszú tekercset készítünk. Az így elkészített tekercset körbevesszük egy 80 cm-es drótdarabbal, melynek két végére egy-egy 25 cm oldalú, négyzet alakú lemezt forrasztunk. A két lemezt 2 mm-re egymáshoz közelítjük, így egy kondenzátort alakítottunk ki. A tekercsre egy ceruzaelemet kapcsolunk úgy, hogy a feszültség 5 μs alatt egyenletesen változva éri el a 1,5 V-os értéket. Mennyi töltés halmozódott fel a házilag készített kondenzátorunkon?

10.88. | Egy 1 m hosszú fémpálca egyik végét csukló segítségével a mennyezetre erősítjük, a másik végét meglökjük, hogy a pálca körbe-körbe forogjon, mint egy kúpinga. A pálca mozgásának minden pillanatában a függőlegessel 30°-os szöget zár be, a fordulatszáma 0,928 Hz. A jelenség egy függőleges irányú, 735 mT nagyságú mágneses térben történik. Mekkora a pálca két végpontja között mért feszültség?

10.89. | Belső égésű motorok gyújtásához a szikrainduktorhoz hasonló szerkezetű gyújtási rendszert használtak. Egy 5 menetes, 10 cm^2 keresztmetszetű, 7 cm hosszú és 5 Ω-os elektromágnesre 12 V feszültséget kapcsoltak az akkumulátorról. Erre az elektromágnesre szorosan, attól elszigetelve ugyanolyan hosszú, 2000 menetes indukciós tekercset csévéltek, melynek kivezetéseit a gyújtógyertyára kötötték. Mekkora indukciós feszültség keltette a gyújtógyertya elektromos szikráját, ha a gyújtásmegszakító 2 ms alatt szüntette meg az elektromágnesben lévő áramot? Az elektromágnes vasmagjának relatív permeabilitása 1800.

10.90. | Egy 20 cm hosszú, 15 menetes, 5 cm átmérőjű rugóra mint tekercsre 3 A áramot kapcsolunk. A 400 $\frac{N}{m}$ rugóállandójú rugót 8 N erővel 1 másodperc alatt egyenletesen összenyomjuk. Hogyan változik ennek a tekercsnek az induktivitása a folyamat alatt? Mekkora feszültség indukálódik a tekercsben?

10.91. | Egy igen jó minőségű acélból készült vasmagra 500 menetes tekercset csévélünk 8 cm hosszan. Mekkora a tekercs mágneses mezőjének legnagyobb értéke, ha 200 mA effektív értékű hálózati áramot kötünk a tekercsre? Milyen időközönként válik nullává a mágneses mező nagysága?

10.92. | Elektromágnesekkel létrehozott homogén mágneses mezőben, az indukcióvonalakra merőlegesen elhelyezett 5 cm hosszú pálcát 2 cm-re kitérítjük egyensúlyi helyzetéből, majd harmonikus rezgésre kényszerítjük. A rezgés iránya merőleges mind a pálcára, mind az indukcióvonalakra. A gerjesztőfrekvencia 15 Hz. Mekkora a pálca végein mérhető feszültség effektív értéke, ha a mágneses mező nagysága 700 mT?

10.93. | Váltakozó áramot szeretnénk előállítani a kertünkben a következő módon. Egy könnyen forduló tengelyhez egy 10 cm oldalhosszúságú, négyzet alakú, 80 menetes lapostekercset rögzítünk az egyik oldalával. A tengelyt úgy állítjuk be, hogy merőleges legyen a Föld mágneses indukcióvonalaira. A tengelyre egy 10 fogból álló fogaskereket szerelünk, mely egy másik, 240 fogból álló fogaskerékhez csatlakozik. Ezt a másik fogaskereket a kertünkben gyakran fújó szél forgatja $48\,\frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámmal. Mekkora a házi generátorunk effektív feszültsége és frekvenciája? A Föld mágneses mezője legyen 0,05 mT.

10.94. | Hálózati feszültségre kapcsolunk egy 215 Ω-os fogyasztót egy 300 m hosszú, $1\,\text{mm}^2$ keresztmetszetű rézvezetékkel. Mekkora a rézdrótban lévő, rezgőmozgást végző delokalizált elektronok pályájának hossza, ha tudjuk, hogy a rézben köbcentiméterenként 0,15 mol delokalizált elektron van? A réz és az elektron egyéb adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.95. | Egy transzformátor szekunder körébe egy villanykörtét kapcsolunk. Az izzón 60 W, 240 V olvasható. A primer körbe egy biztosíték van bekötve, mely 3,6 A effektív áramerősség-érték fölött kiold. A primer körre egy feszültséggenerátorról egyre nagyobb váltakozó feszültséget kapcsolunk. Kiég-e a lámpa? Milyen feszültségértéknél szűnik meg a lámpa fénye? A primer és szekunder tekercs menetszámainak aránya 1 : 12.

10.96. | Hálózati áramra transzformátort kapcsolunk, melyről karácsonyfa-izzósort működtetünk. A transzformátor primer tekercse 10 500 menetes. Az izzósort 20 egyforma karácsonyfaizzóból soros kapcsolással állítjuk össze, az izzókra a 3 W, 1,5 A adatokat írták. Mekkora legyen a szekunder tekercs menetszáma? Hány W-on működnek az izzók a kapcsolásban ebben az esetben?

10.97. | A kertünk végében lévő medencét szeretnénk ellátni egy melegítőberendezéssel. A berendezés hálózati áramról működik, és 2 kW teljesítményű. Energiatakarékosság miatt a házban lévő hálózati áramot feltranszformáljuk, majd egy $1\,\text{mm}^2$ keresztmetszetű rézvezetékpár segítségével a 60 m-re lévő medencéhez vezetjük. A medencénél ugyanolyan mértékben letranszformáljuk az áramot, és rákötjük a melegítőberendezést. A transzformátorok ideálisnak mondhatók, tekercseik menetszámainak aránya mindkét esetben 1 : 8. Mekkora a rézvezetéken a teljesítményveszteség? Mennyi lenne a rézvezetéken a teljesítményveszteség, ha nem használnánk a transzformátorokat? Hány forintot takarítunk meg egy 3 órás melegítéssel a transzformátorok alkalmazásával, ha 1 kWh elektromos energia ára 50 Ft? A réz adatai megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.98. | Egy tekercs feszültségét vizsgáljuk különböző szigeteken. Kubában, ahol a hálózati feszültség 110 V és 60 Hz, a tekercsen mért áramerősség harmadakkora volt, mint Cipruson, ahol a hálózati feszültség 240 V és 50 Hz. Japánban, ahol viszont a 100 V-os feszültség frekvenciája keleten 50 Hz, nyugaton pedig 60 Hz, az ország keleti és nyugati végén a tekercsen mért áramerősség éppen 400 mA-rel különbözik. Mekkora a tekercs ohmos ellenállása és induktivitása?

10.99. | Egy 3 cm sugarú, henger alakú vasmagra, melynek relatív permeabilitása 500, rézdrótot tekercselünk. A rézvezeték hossza 200 m, átmérője 1 mm. A tekercselésnél ügyelünk, hogy a menetek szorosan egymás mellett haladjanak. Mekkora a tekercsben kialakuló áramerősség, ha hálózati feszültségre kapcsoljuk? Mekkora a tekercs hatásos teljesítménye?

10.100. | Egy 200 Ω-os, 500 mH induktivitású tekercset hálózati feszültségre kapcsolunk. Később a tekerccsel sorosan egy kondenzátort kötünk, és azt tapasztaljuk, hogy a bekötés ellenére nem változott az áramkör áramerőssége. Vajon mekkora kapacitású kondenzátort használtunk, és mekkora az áramerősség?

10.101. | Egy tekercset és egy 800 nF kapacitású kondenzátort 24 V effektív feszültségű, szabályozható frekvenciájú feszültséggenerátorra kapcsolunk. Az áramkörben mérhető áramerősség 200 Hz esetén éppen akkora, mint 800 Hz esetén. Mekkora a tekercs induktivitása? Milyen frekvenciabeállításnál lesz az áramkör rezonanciában, azaz mely esetben lesz az áramerősség maximális?

10.102. | Egy 300 menetes, 10 cm^2 keresztmetszetű és 10 cm hosszú iskolai tekercsből és egy forgókondenzátorból rezgőkört építünk, amely a kondenzátor hangolása után 250 m hullámhosszúságú rádióhullámok vételére alkalmas. Mekkora a kondenzátor beállított kapacitása?

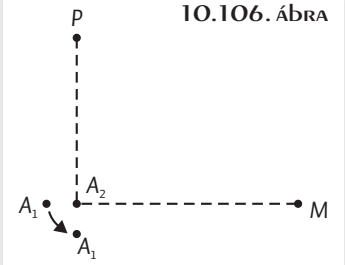
10.103. | Egy antenna forgókondenzátorát 5 nF értékre állítva 50 kHz-es rádióhullámokat tudunk fogni. Mennyi energia áramlik az antennában, ha az antenna tekercsében az áramerősség maximum 16 mA? (Az antennát tekintsük ideális rezgőkörnek.)

10.104. | Egy rezgőkör légmagos tekercsből és síkkondenzátorból áll. Ha a tekercsbe nikkelből készült vasmagot helyezünk, és a kondenzátor lemezeinek távolságát a harmadára csökkentjük, akkor a rezgőkör által kibocsátott elektromágneses hullám hullámhossza 175 m-rel változott. Mekkora volt a kibocsátott hullám frekvenciája eredetileg? A nikkel mágneses adata megtalálható a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

10.105. | Egy antenna segítségével két fémlemez között elektromágneses állóhullámot tudunk létrehozni. Az állóhullám 2 belső csomóponttal rendelkezik, de ha az antenna rezgőkörében lévő kondenzátor kapacitását 20%-kal növeljük, akkor a lemezeket távolítani kell egymástól, hogy újból 2 belső csomópontos állóhullámot kapjunk. Mennyivel kell távolítani a lemezeket, ha 5,2 GHz-es mikrohullámmal kísérletezünk?

10.106. | András, Péter és Miklós rádióamatőrök, rádión kommunikálnak egymással, az 1,24 GHz-es csatornát szokták használni. Péter Andrástól északra lakik 600 m-re, Miklós keletre 800 m-re. András szeretné megviccelni barátait, ezért két egyforma antennát állít fel, és azokról ellentétes fázisban indítja a rádióhullámokat. Ilyenkor Péter nem fog semmilyen jelet, Miklós viszont igen. Ha András az egyik antennát a másik körül egynegyed fordulattal elmozdítja, akkor Miklós nem tud jeleket fogni, Péter viszont tökéletesen. Milyen távol kell felállítania Andrásnak a két antennát, hogy terve sikerüljön?

10.106. ábra



Tesztek

10.107. | Mágneses mező indukcióvonalai koncentrikus negyed körívek. A szomszédos körívek távolsága állandó. Homogén ez a mágneses mező?

A) Igen, hiszen az indukcióvonalak azonos sűrűségűek, a *B* értéke mindenhol ugyanakkora.
B) Nem, hiszen az indukcióvonalak görbék, a *B* iránya pontról pontra változik.
C) Nem, hiszen az indukcióvonalak különböző hosszúságúak, a *B* értéke pontról pontra változik.

10.108. | Seprűnyélre rézdrótot tekerünk úgy, hogy menetei szorosan egymás mellett legyenek. A 10 cm hosszú tekercs elkészülte után zsebtelepre kötjük, és mérjük a mágneses terét. Azután a tekercs egyik végéhez újabb rézdrótot forrasztunk, és folytatjuk a tekercselést, míg az egész nyélre drót nem kerül. Az így meghosszabbított tekercset újból zsebtelepre kötjük, és ismét megmérjük a mágneses teret. Milyen irányba változott a mágneses tér nagysága a második esetben?

A) A második esetben nagyobb a mágneses tér.
B) A második esetben nem változik a mágneses tér.
C) A második esetben kisebb a mágneses tér.

10.109. | Megfigyelték, hogy amikor egy villám egy fémtárgy közelében csap le, akkor az mágnesessé válik. A kertben kinnfelejtett véső közelében függőlegesen egyenes villám csap le. Milyen helyzetben legyen a véső a villámhoz képest, hogy a lehető legnagyobb eséllyel mágneseződjön?

A) Függőlegesen, párhuzamosan a villámmal.
B) Vízszintesen, a villám felé mutatva.
C) Vízszintesen, a villám felé mutató irányra merőlegesen.

10.110. | Kincsvadászok könnyebben találnak fémdetektorral aranytallért, mint lyukas garast. Miért?

A) A tallér relatív permeabilitása jobb, mint a garasé.
B) A tömör tallérban nagyobb a köráram, mint a lyukas garasban.
C) A tallér paramágneses, a garas diamágneses.

10.111. | Rézkarikát ejtünk ugyanolyan magasságból farúdra, majd mágnesrúdra. Melyik esetben nagyobb a karika végsebessége?

A) Az első esetben, hiszen a Lenz-törvény miatt a mágnesrúd fékezi a karika esését.
B) A második esetben, hiszen a mágnes vonzó hatása gyorsítja a karika esését.
C) A végsebesség mindkét esetben ugyanakkora.

10.112. | Függőlegesen lefelé mutató, erős homogén mágneses mezőben sétálunk, két kézzel magunk előtt tartva egy fémpálcát vízszintes helyzetben. Mi történik a pálcában lévő elektronokkal?

A) Az elektronok a jobb kezünk felé vándorolnak.
B) Az elektronok a bal kezünk felé vándorolnak.
C) Az elektronok áramforrás hiányában nem vándorolnak.

10.113. | Egy kondenzátor homogén elektromos mezőjébe az *E*-vonalakra merőlegesen elektront lövünk, és vizsgáljuk az elektron pályáját. Majd ugyanakkora sebességgel egy patkómágnes sarkai közötti homogén mágneses mezőbe lőjük az elektront. A sebesség iránya most is merőleges a *B*-vonalak irányára. Miben különbözik az elektron által befutott két pálya?

A) A két pálya különböző sugarú körívből áll.
B) A két pálya különböző alakú görbékből áll.
C) A két pálya nem különbözik egymástól.

10.114. | Vasrúdra drótot tekerünk úgy, hogy menetei szorosan egymás mellett legyenek. A tekercs elkészülte után az egyik végéhez újabb, az előzővel azonos hosszúságú drótot forrasztunk, és folytatjuk a tekercselést. Hányszorosa az így meghosszabbított tekercs induktivitása az eredetinek?

A) Kétszerese.
B) Négyszerese.
C) Fele.

10.115. | Három tökéletesen egyforma tekercset egymás után kötve 24 V egyenfeszültségre kötünk. Hányszorosa a három tekercs mágneses energiája ahhoz képest, mintha az áramforrásra csak egy tekercset kötnénk?

A) Háromszorosa.
B) Változatlan.
C) Harmadakkora.

10.116. | Iskolai transzformátor U alakú vasmagjának szárain kis rugók találhatók. Erre ráhelyezzük a záró vasmagot, majd a transzformátort hálózati feszültség segítségével működésbe hozzuk. Működés közben a záró vasmag rezgésbe jön. Mekkora a rezgés frekvenciája?

A) 50 Hz.
B) 60 Hz.
C) 100 Hz.

10.117. | Milyen esetben lesz egy váltakozó áramú áramkörben a látszólagos és a hatásos teljesítmény egyenlő?

A) Ha az ohmos ellenállás és az impedancia egyenlő.
B) Ha az induktivitás és a kapacitás egyenlő.
C) Ha $\varphi = 90^\circ$.

10.118. | Két azonos hosszúságú és átmérőjű alumínium- és vörösréz huzalból egyforma tekercseket készítünk. Hálózati feszültségre kapcsolva, melyiken lesz nagyobb az áram fáziskésése?

A) Alumínium.
B) Réz.
C) Nem lesz különbség.

10.119. | Hány százalékkal változik meg egy rezgőkör periódusideje, ha induktivitását 20%-kal növeltük, kapacitását ugyanakkor 20%-kal csökkentettük?

A) 0%.
B) 2%.
C) 4%.

10.120. | Mikrohullámú sütőben elromlott a forgótányér, ezért a sajtos melegszendvicsen csak sávokban olvadt meg a sajt. A sávok egymástól 6 cm-re vannak. Mekkora hullámhosszú mikrohullámot használ a sütő?

A) 3 cm.
B) 6 cm.
C) 12 cm.

10.121. | Egy iránytű fölé feltöltött síkkondenzátort helyezünk úgy, hogy a függőleges helyzetű pozitív lemez az északi pólus felé, a negatív lemez a déli pólus felé áll. A kondenzátor lemezeit egy tekerccsel összekötjük. Mi történik az iránytűvel ezalatt?

A) Az iránytű nem mozdul.
B) Az iránytű 90°-kal elfordul.
C) Az iránytű 180°-kal elfordul.

10.122. | Homogén mágneses mezőbe hidrogénionokat lövünk közel azonos sebességgel. Az ionok sebessége és a mágneses indukcióvektor egyirányú. Milyen pályán mozognak az ionok?

A) Közel azonos körpályákon.
B) Egy bizonyos körpályán.
C) Egyenes pályán.

10.123. | Egy felfüggesztett rugó alsó végére egy kis rúdmágnest erősítünk, majd kitérítve rezgésbe hozzuk, és mérjük a rezgés csillapodásának idejét. Hogyan alakul a csillapodási idő nagysága, ha a mérést úgy ismételjük meg, hogy a kitérítés előtt a mágnes egyensúlyi helyzetében a mágnes körül vízszintes síkú, lapos tekercset helyezünk, melyen a mágnes súrlódás nélkül keresztülhaladhat?

A) Kisebb lesz.
B) Nagyobb lesz.
C) Változatlan nagyságú lesz.

10.124. | Egy vasmagos tekercsre váltakozó feszültséget kapcsolunk. A feszültségforrást úgy tudjuk szabályozni, hogy a feszültség frekvenciája változhat, miközben az effektív feszültség értéke állandó marad. Hogyan változik az áramerősség effektív értéke és a fázisszög, ha a feszültség frekvenciáját növeljük?

A) Az effektív áramerősség nő, a fázisszög nő.
B) Az effektív áramerősség nő, a fázisszög csökken.
C) Az effektív áramerősség csökken, a fázisszög nő.
D) Az effektív áramerősség csökken, a fázisszög csökken.

Esszékérdések

10.125. | *A Lorentz-erő*
Ismertesse egy mágneses mezőben lévő áramvezetőre ható Lorentz-erő tulajdonságait! Adjon módszert az erő irányának meghatározásához! Hogyan alkalmazható ez a jelenség egy képcső katódsugarán? Értelmezze a sarki fény jelenségét! Mi állapítható meg két, párhuzamosan futó áramjárta vezeték kölcsönhatásakor? Mutassa be, milyen kísérletek irányulnak jelenleg a plazma állapotú anyagok csapdába ejtésére!

10.126. | *Az erőműtől a konnektorig*
Ismertesse a generátor működési elvét! Adjon példákat a generátor lehetséges működtetésére! Ezek közül melyeket használják Magyarországon? Ismertesse a keletkező hálózati feszültség tulajdonságait! Mutassa be, milyen okok vezettek a transzformátor megalkotásához! Mi a feladata a „háromeres" vezeték három, különböző színnel jelölt vezetékének?

10.127. | *Az elektromágneses hullám*
Adjon módszert, hogyan kelthetünk elektromágneses hullámokat! Csoportosítsa a különféle elektromágneses hullámokat valamely tulajdonságuk szerint! Mutasson be kísérleteket, melyek az elektromágneses hullámok hullámtulajdonságait igazolják! Értelmezze a fénynyomás jelenségét!

Kihívást jelentő feladatok

10.128. | Egy 30°-os lejtésű, hosszú, egymástól 1 méterre lévő sínpár a lejtő alján vízszintesen, törésmentesen folytatódik. A lejtő tetején egy 5 Ω-os ellenállással kapcsoljuk össze a két sínt. A lejtő 1,25 T erősségű mágneses mezőben áll, ami a lejtőre merőleges, és lefelé mutat. A lejtő tetején a sínekre merőlegesen 0,2 kg tömegű rudat fektetünk, majd elengedjük. A rúd csúszni kezd, és mire eléri a végsebességét, a lejtő aljához ér. Vízszintes szakaszon (ahol nincs mágneses mező) folytatva útját, egyszer csak megáll. Milyen magasról indítsuk el újra a lejtőn a rudat, ha most nincs mágneses mező, és azt akarjuk, hogy a rúd ugyanott álljon meg? A sínen a súrlódási együttható 0,1.

10.129. | Egy hosszú, egyenes, 4 Ω-os vezetékre hálózati feszültséget kapcsolunk. A vezetéket egy körtekerccsel vesszük körül úgy, hogy a vezeték a toroid forgástengelyével esik egybe. A körtekercs 800 menetes, 10 cm^2 keresztmetszetű, középkörének sugara 6 cm. Mekkora és milyen feszültség indukálódik a körtekercsben?

11. | Optika

Alapozófeladatok

A fény. A geometriai optika alapfogalmai

11.1. | Mennyi idő alatt jut el a fény
- **a)** a 3 m magasan lévő lámpától a padlóra?
- **b)** a Földről az éppen 400 km magasan keringő Nemzetközi Űrállomásra?
- **c)** a Napról a Földre?

11.2. | 1969-ben az Apollo–11 két utasa, Neil Armstrong és Edwin Aldrin elsőként lépett a Holdra. Az eseményről tudósító felvételek fénysebességgel érkeztek a Földre. Mennyi idő alatt?

11.3. | A Földtől kb. 160 ezer fényév távolságban lévő Nagy Magellán-felhő magjában fellángoló szupernóva fényét 1987-ben észlelték a csillagászok.
- **a)** Mennyi idő alatt ér a fény a Földre a szupernóváról?
- **b)** Hány km utat tesz meg a fény?

11.4. | Tőlünk milyen távol csapott le a villám, ha a felvillanást követően 6 másodperc múlva hallottuk a menydörgést?

11.5. | Tőlünk 20 méterre a tóba esik egy kavics. Mennyivel hamarabb látjuk a becsapódást, mint halljuk a csobbanást?

11.6. | *Galileo Galilei* volt az első kutató, aki a fény sebességét megpróbálta megmérni. Két távoli hegycsúcson egy-egy lámpást helyezett el. A mérés során először Galilei nyitotta ki a lámpás ablakát, majd amikor a segítője a másik hegycsúcson észlelte a fényt, ő is kinyitotta a sajátját. Galilei a mérést több hegycsúcs között megismételte, de mindig kb. ugyanazt az értéket kapta. Mi lehet ennek az oka? A magyarázatot számítással is támasszuk alá!

11.7. | *James Bradley* a 18. században a csillagászati aberráció jelenségét felhasználva mérte meg 1% pontossággal a fénysebességet. Módszerének lényege a következő: A megfigyelt csillagtól érkező fénysugárra merőlegesen mozog a hosszú távcső. Ekkor a távcsövet nem pontosan a fénysugár irányába kell beállítani, hanem attól kissé ferdén. Számítsuk ki, hogy a Föld tengely körüli forgása mekkora aberrációs szöget okoz Budapesten!

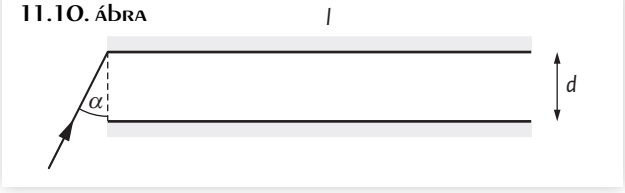
11.8. | Az asztal felett egy pontszerűnek tekinthető fényforrás függ. A 10 cm magas és 9 cm átmérőjű bögrét úgy helyezzük el az asztalon, hogy az árnyéka éppen kör alakú, melynek átmérője 12 cm.
- **a)** Hogyan helyeztük el a bögrét az asztalon?
- **b)** Egyébként milyen alakú lenne az árnyék?
- **c)** Az asztal felett milyen magasan van a lámpa?

A fényvisszaverődés

11.9. | 2005 a Fizika Éve volt *Albert Einstein* 1905-ös „csodaévének” apropóján. Halálának 50-edik évfordulóján, április 18-án este indult egy fénystaféta. A fényjel váltóverseny formájában körbejárta a Földet. Gondolatban az Egyenlítő fölött elhelyezünk 360 tökéletes tükröt egymástól egyenlő távolságra. Az egyik tükörre fénysugarat bocsátunk, mely arról visszaverődve eljut a szomszéd tükörre, és végül a fényjel a Földet megkerüli.

a) Az Egyenlítő fölött milyen magasan vannak a tükrök?
b) Mekkora beesési szöggel érkezik a fénysugár a tükörre?
c) Mennyi idő alatt kerüli meg a fényimpulzus a Földet?

11.10. ábra



11.10. | Az ábrán látható módon két párhuzamos, $d = 10\,\text{cm}$ távolságra lévő, $l = 1\,\text{m}$ hosszúságú síktükör egyikére $\alpha = 30^\circ$ beesési szöggel fénysugarat bocsátunk. Mekkora úton, és mennyi idő alatt halad át a fénysugár a két tükör között?

11.11. | Az Apollo-program keretében négy saroktükröt helyeztek el a Holdon, amelyek arra alkalmasak, hogy a rájuk eső fényt oda verjék vissza, ahonnan érkeztek. A saroktükrök három, egymásra merőleges síktükörből állnak.

a) Kell-e attól félni, hogy a tükrök pici elmozdulása miatt a távolságmérés meghiúsul?
b) A Földről a Holdra irányított fényimpulzus a kibocsátást követően mennyi idő múlva érkezik vissza?

11.12. | A láthatóság szempontjából fontos biztonsági kellékek a ruhán elhelyezett fényvisszaverő elemek, amelyek anyaga igen sok pici saroktükröt tartalmaz. Az autó fényszórójának fénye a tőle 200 m-re kerékpározóra esik. A kibocsátást követően mennyi idő múlva érkezik vissza a fény a sofőrhöz?

11.13. | Változtatható görbültségű homorú tükör fókusztávolsága 12 cm. (Görbületnek nevezzük a sugár reciprokát.)

a) Mekkora a tükör görbületi sugara?
b) A tükör görbültségét a másfélszeresére növeljük. Mekkora most a fókusztávolság?

11.14. | Változtatható görbültségű domború tükör fókusztávolsága $-16\,\text{cm}$.

a) Mekkora a tükör görbületi sugara?
b) A tükör görbültségét a kétharmadára csökkentjük. Mekkora most a fókusztávolság?

A fény törése

11.15. | A kvarckristályban a fény sebessége $1{,}93 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, cirkóniumban $1{,}52 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Mekkora a kvarckristály levegőre vonatkozó törésmutatója?
b) Mekkora a cirkónium kvarckristályra vonatkozó törésmutatója?

11.16. | A víz levegőre vonatkozó törésmutatója $\frac{4}{3}$.

a) Mekkora a fény terjedési sebessége a vízben?
b) Mekkora a fény törési szöge a vízben, ha a levegőből 40°-os beesési szöggel érkezik?

11.17. | Mekkora szögben látszik az $n = \frac{4}{3}$ törésmutatójú víz felszíne alól a horizont felett 30°-os szögben lévő Nap?

11.18. | Egy kristályra 40°-os beesési szöggel eső fénysugár törési szöge 15,5°.
a) Mekkora a kristály levegőre vonatkoztatott törésmutatója?
b) A *Négyjegyű függvénytáblázatok* segítségével határozzuk meg, hogy milyen anyag lehet a kristály!

11.19. | Az $n = 1,6$ törésmutatójú üvegre levegőből 30°-os beesési szögben fénysugár esik. Mekkora szöget zár be a beeső fénysugár közeghatárról visszaverődő része az üvegben megtörő részével?

11.20. | A 2 méter hosszú bot legnagyobb árnyékát a vízszintes talajon 2,5 méternek mérjük.
a) Mekkora szöget zárnak be a napsugarak a talajjal?
b) Ezt a botot függőlegesen a 1,5 méter mély vízbe helyezzük úgy, hogy csak 0,5 méter lóg ki belőle. Mekkora a bot árnyéka a medence alján?

11.21. | A 80 cm mély vízbe függőleges pálcát helyezünk. 50°-os beesési szöggel érkeznek a fénysugarak a vízfelszínre. A pálca árnyéka a medence alján 70 cm. A víz törésmutatója $\frac{4}{3}$.
a) A bot mekkora része van a levegőn?
b) 20 cm-rel csökkentjük a víz mélységét. Mennyivel változik a bot árnyéka?

11.22. | A fényvezető szálat egy üvegburok veszi körül, hogy megakadályozza az egymással érintkező szálakban a fény átjutását a szomszédos szálba. Az optikai szál törésmutatója 1,7, a szálat körülvevő üvegburoké 1,512. Mekkora a teljes visszaverődés határszöge az üvegszálban haladó fénysugár számára?

11.23. | A 2 méter hosszú, 0,02 mm belső átmérőjű, egyenes optikai szál egyik végén 30°-os beesési szöggel érkezik fénysugár. A fényvezető szál belsejének törésmutatója 1,7.
a) Hány teljes visszaverődés történik az üvegszálban, amíg a fénysugár áthalad rajta?
b) Mekkora úton, mennyi idő alatt halad át a rövid fényimpulzus az optikai szálon?
Útmutatás: Tételezzük fel, hogy a fénysugár a szál szimmetriasíkjában halad!

11.24. | A 10 cm átmérőjű, $\frac{3}{2}$ törésmutatójú üveggömbön a középponttól 2 cm távolságra egy fénysugár halad.
a) Mekkora beesési szöggel érkezik a fénysugár a levegőből az üvegre?
b) Mennyi idő alatt halad át a fénysugár a gömbön?

11.25. | A gyémántból készült briliánsok erős csillogása annak köszönhető, hogy a belsejükbe bejutó fény jelentős része nem halad át a kristályon, hanem teljesen visszaverődik, és újra a csiszolt felület megvilágított oldalán lép ki. Határozzuk meg a teljes visszaverődés határszögét!

11.26. | A 178 cm magas búvár a nagyméretű, teljesen nyugodt felszínű tó közepén egészen a fenékig eljut. Felnézve a felszínt ezüstösen csillogónak látja, kivéve egy pontosan felette lévő 30 m^2 területű körlapot, ami a tó körüli világot mutatja. Milyen mély a tó?

Tükrök és lencsék képalkotása

11.27. | Péter 186 cm magas, várhatóan már nem nő tovább. Legalább mekkora tükröt helyezzen el a hálószobája falán, ha a tükröt csak ő akarja használni, és tetőtől talpig látni szeretné magát a tükörben?

11.28. | Az anya 170 cm, az apa 190 cm, míg a kislányuk 150 cm magas. Tételezzük fel, hogy mind a három családtag szeme 10 cm-rel van a fejtető alatt.

a) Legalább mekkora tükröt vegyen a család, hogy mindenki teljes egészében láthassa magát benne?

b) Hogyan helyezzék el a tükröt a falon?

11.29. | Az igen vékony gömbhéjszelet mindkét oldala tükrös. A homorú oldalának fókusztávolsága 12 cm. Mekkora fókusztávolság jellemzi a tükör domború oldalát?

11.30. | A tükörtől 8 cm-re helyezett gyertya lángjának éles nagyított képét látjuk a tükörtől 24 cm-re lévő ernyőn.

a) Milyen tükröt használunk?

b) Mekkora a tükör fókusztávolsága?

c) Hányszor nagyobb a kép a tárgynál?

11.31. | A kozmetikai tükör homorú, görbületi sugara 80 cm.

a) Mekkora a tükör fókusztávolsága?

b) A tükröt 30 cm-re tartjuk magunktól. Hol keletkezik a kép?

c) Jellemezzük a képalkotást! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.32. | A 40 cm sugarú homorú tükörrel egy tőle 25 cm távolságra lévő gyertya lángját vetítjük a falra.

a) Mekkora a tükör fókusztávolsága?

b) Milyen távol van a tükör a faltól, ha rajta a gyertyaláng éles képe látható?

c) Jellemezzük a képalkotást! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.33. | A 14 cm átmérőjű, gömb alakú, tükröző felületű karácsonyfadíszben környezetünk kicsinyített, a tárggyal azonos állású képét látjuk.

a) Milyen tükörként viselkedik a dísz? Mekkora a fókusztávolsága?

b) A gömb felszínétől 1,5 m-re lévő váza képe hol jön létre?

c) Jellemezzük a keletkező képet! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.34. | A 2 méter görbületi sugarú közlekedési tükörtől 10 méterre egy autó áll.

a) Mekkora a tükör fókusztávolsága?

b) Hányszorosára kicsinyített képet látunk a tükörben?

11.35. | A -5 dioptriás lencsének mekkora a fókusztávolsága?

11.36. | Mekkora a fókusztávolsága a 8 dioptriás gyűjtőlencsének?

11.37. | A gyűjtőlencse a tőle 30 cm-re lévő tárgyról a 60 cm-re lévő ernyőn hoz létre éles képet.

a) Mekkora a gyűjtőlencse fókusztávolsága?

b) Jellemezzük a keletkező képet!

11.38. | Mekkorának látszik a személygépkocsi −40 cm fókusztávolságú visszapillantó tükrében a mögöttünk 20 méter távolságban haladó 3,5 méter magas teherautó?

11.39. | A domború lencse a tőle 25 cm-re lévő, 5 cm magas tárgy éles képét vetíti ki a lencsétől 23 cm távol lévő ernyőre.

a) Mekkora a lencse fókusztávolsága?
b) Hány dioptriás a lencse?
c) Mekkora a kép?
d) Jellemezzük a keletkező képet! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.40. | Az 5 dioptriás lencse optikai tengelyén a lencsétől 30 cm távolságra 5 cm magas tárgyat helyezünk el a tengelyre merőleges helyzetben.

a) Hol keletkezik a kép, és mekkora?
b) Jellemezzük a keletkező képet!

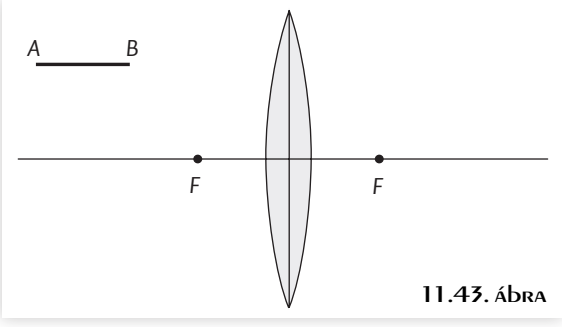
11.41. | A lencsétől 24 cm távol lévő 2 cm-es gyertyalángról a lencsétől 8 cm távolságban keletkezik a látszólagos kép.

a) Milyen lencsét használunk?
b) Mekkora a lencse fókusztávolsága?
c) Hány dioptriás a lencse?
d) Mekkora a kép?
e) Jellemezzük a keletkező képet! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.42. | A 10 cm-es vonalzót a tőle 16 cm távolságra lévő −6,25 dioptriás lencsén át nézzük.

a) Mekkora a lencse fókusztávolsága?
b) Mekkora a kép?
c) Jellemezzük a keletkező képet!

11.43. | Az ábrán az *AB* szakasz mentén egy világító LED-sor van. Szerkesszük meg az *AB* szakasz képét!



11.43. ábra

Optikai eszközök

11.44. | Középkori festők tájképek készítésekor gyakran használtak segédeszközül egy minden irányból zárt dobozt, amelynek egyik oldalán egy picike lyuk van (sötétkamra). A lyukkal szemközti, a lyuktól 8 cm távol lévő oldallapon megjelenő képen egy fa 4 cm magasnak látszik. A fa és a sötétkamra egymástól 12 méter távol van. Milyen magas a fa?

11.45. | Egy sötétkamra lyukának átmérője 1 mm, és 7,5 perces megvilágítással lehet vele fényképet készíteni. Mekkora exponálási idő alkalmazásával készíthető hasonló kép a 6 cm átmérőjű lencséjű fényképezőgéppel? A két készülék fényérzékeny felülete azonos méretű. Tekintsünk el a lencserendszer fényelnyelésétől, továbbá tegyük fel azt is, hogy a fényképezőgép rekesze teljesen nyitott!

11.46. | András a nagyítólencséjével a Nap fényét a lencsétől 20 cm távolságra tudja összegyűjteni.
- **a)** Mekkora a lencse fókusztávolsága?
- **b)** Mekkora a lencse dioptriája?

11.47. | Az 5 dioptriás nagyítólencsén keresztül a tőle 8 cm távol lévő bogarat szemléljük.
- **a)** Mekkora a lencse fókusztávolsága?
- **b)** Hol keletkezik a kép? Jellemezzük a megszületett képet!
- **c)** Mekkora a nagyítás?

11.48. | A szemünktől 5 cm-re lévő kézi nagyítóval egy ásvány felületét vizsgáljuk. A 3-szoros nagyítású képet pontosan a 25 cm-es tisztalátás távolságában látjuk élesen.
- **a)** Milyen messze van az ásvány a lencsétől?
- **b)** Hány dioptriás a nagyító?
- **c)** Hányszor nagyobb a szemünk retináján megjelenő kép annál, mintha lencse nélkül néznénk a változatlan távolságban lévő ásványt?
- **d)** Jellemezzük a megszületett képet!

11.49. | A diavetítővel 20-szoros nagyítású képet vetítünk a 3 méter távol lévő falra. A diapozitív 24 mm × 36 mm méretű.
- **a)** Mekkora területű a vetített kép?
- **b)** Milyen messze van a lencse a diapozitívtól?
- **c)** Hány dioptriás a diavetítő lencséje?

11.50. | Színházi távcsövet úgy állítanak be, hogy a $+20\,\text{cm}$ fókusztávolságú tárgylencse 15,7 cm messze kerüljön a $-5\,\text{cm}$ fókusztávolságú szemlencsétől. Így az 520 cm messze lévő tárgyat élesen látjuk. Hányszoros a távcső nagyítása?

11.51. | Egy mikroszkóp tárgylencséje 0,5 cm, a szemlencséje 5 cm fókusztávolságú. A két lencse távolsága 10 cm. A tárgylencsétől 0,55 cm távol lévő tárgyat akarunk megfigyelni.
- **a)** Hol keletkezik a tárgylencse által alkotott közbülső valódi kép?
- **b)** Hol keletkezik az erről a közbülső valódi képről a szemlencse által alkotott kép?
- **c)** Mekkora a látszólagos kép mérete, ha a megfigyelt tárgy mérete 1 mm?

11.52. | A 15 cm hosszú színházi távcső tárgylencséjének fókusztávolsága $+20\,\text{cm}$. A két lencse azonos oldalon lévő fókuszpontjai egybeesnek.
- **a)** Mekkora a szemlencse fókusztávolsága?
- **b)** Hogyan lehet elérni, hogy a kép a tárggyal azonos állású legyen?

11.53. | A Kepler-féle csillagászati távcsővel szemléljük a Hold felszínét. Ilyenkor a két lencse fókuszpontjai a tubus belsejében egybeesnek. A két lencse távolsága 50 cm, az objektív fókusztávolsága 45 cm.
- **a)** Mekkora az okulár fókusztávolsága?
- **b)** Mekkora a távcső szögnagyítása?

11.54. | Egy távollátó ember megerőltetés nélkül csak a legalább 50 cm távolságra lévő könyvet képes olvasni. A $+2$ dioptriás szemüveget használva, mekkora lesz számára a tisztánlátás távolsága?

11.55. | Egy közellátó ember az 1,5 méternél távolabbi tárgyakat már zavaróan homályosnak látja.

a) Mekkora fókusztávolságú lencséjű szemüveget célszerű hordania?

b) Hány dioptriás a szemüvege?

Hullámoptika. Fényhullámok interferenciája, elhajlása

11.56. | A 700 nm hullámhosszúságú vörös színű fényt hullámtanilag vizsgáljuk.

a) Mekkora a frekvenciája levegőben?

b) Mekkora a hullámhossza vízben? (A víz törésmutatója $n = \frac{4}{3}$.)

11.57. | Egyszínű fény hullámhossza levegőben 550 nm, a víz levegőre vonatkozó törésmutatója $n = \frac{4}{3}$.

a) Mekkora a fény hullámhossza a vízben?

b) A levegőből 30°-os beesési szöggel érkező fénysugár hogyan halad a vízben?

11.58. | Az 520 nm hullámhosszúságú zöld színű fényhullám útkülönbség nélkül találkozik a 690 nm hullámhosszú vörös színű fényhullámmal. Ha interferálnak egymással, akkor hogyan? Ha nem, akkor miért nem?

11.59. | Egy 540 nm hullámhosszúságú lézerfénysugarat két egyenlő intenzitású részre osztunk. Különböző utakat tesznek meg, majd az ernyő egy pontjában találkoznak. Mi a feltétele annak, hogy a találkozó fénysugarak

a) maximálisan gyengítsék egymást?

b) maximálisan erősítsék egymást?

11.60. | 650 nm hullámhosszúságú, azonosan polarizált két fénynyaláb az ernyő egy pontjában találkozik. Mi lesz az interferenciájuk eredménye? A találkozó fénynyalábok útkülönbsége

a) 325 nm; **b)** 1300 nm.

11.61. | A vízzel telt edény aljáról a függőlegessel 30°-ot bezáró, vékony fénynyalábot bocsátunk felfelé. A víz felszíne felett 2 méter magasan lévő mennyezeten színkép jelenik meg. Milyen széles a színkép, ha a víz törésmutatója a kék fényre 1,343, a vörös fényre 1,328?

11.62. | Az 500 nm hullámhosszúságú, nagy koherenciahosszúságú fénynyalábot két párhuzamosan haladó részre osztjuk. Az egyik nyalábot merőlegesen átvezetjük az 1 mm vastag, $n = \frac{3}{2}$ törésmutatójú üveglemezen.

a) Mekkora fáziskülönbséggel találkozik a két fénynyaláb az újraegyesítése után?

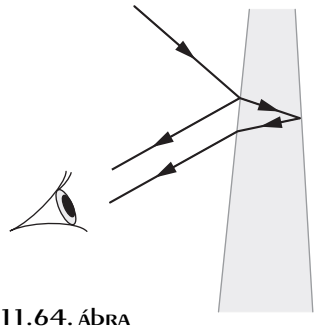
b) Erősítik vagy gyengítik egymást?

11.63. | Két azonos, egymástól 0,4 mm távol lévő résre (Young-féle kettős rés), a résekre merőlegesen érkezik a 630 nm hullámhosszúságú megvilágító fény. A résekre illeszkedő síkkal párhuzamosan, tőlük 2 méter távolságban egy ernyőt helyezünk el.

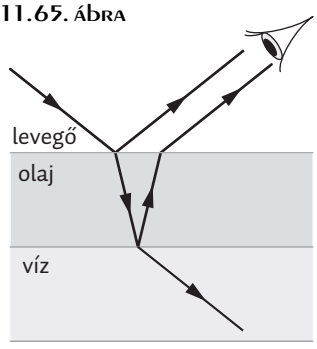
a) Milyen irányban tapasztaljuk majd azt, hogy az ernyőn találkozó két fényhullám útkülönbsége λ?

b) Milyen interferenciajelenséget tapasztalunk majd itt?

c) Milyen távol van ez a hely az ernyőn a főmaximumtól?



11.64. ábra



11.65. ábra

11.64. | Az $n = \frac{4}{3}$ törésmutatójú szappanhártyára lézerfény esik az ábrán látható módon. Legalább milyen vastag a hártya, ha a közel merőlegesen ráeső 630 nm hullámhosszúságú fény használatakor maximális kioltást tapasztalunk?

11.65. | Víz felszínén olajhártya úszik. A 630 nm hullámhosszúságú lézerfényt 45°-os beesési szöggel irányítjuk az olajra. A fénynyaláb egyik része közvetlenül a levegő–olaj közeghatárról, másik része az olaj–víz közeghatárról verődik vissza. Így a levegőben két párhuzamosan haladó fénynyaláb fog haladni.

a) Mekkora a fény törési szöge az $n = 1,46$ törésmutatójú olajban?

b) Legalább milyen vastag az olaj, ha a közel merőlegesen ráeső 630 nm hullámhosszúságú fény használatakor maximális kioltást tapasztalunk?

A fény polarizációja

11.66. | Fénysugarat ejtünk a vízfelszínre. A fény egy része visszaverődik, másik része megtörve behatol a vízbe. A Brewster-törvény szerint a visszavert fény akkor lesz teljesen poláros, amikor a visszavert és a közegbe hatoló megtört fénysugár egymásra merőleges. Az így meghatározott beesési szöget Brewster-szögnek nevezzük. Határozzuk meg a víz ($n = \frac{4}{3}$) Brewster-szögét!

11.67. | Egy megfelelő napszemüveg segítségével megállapítjuk, hogy a Nap fénye, ami egy tó felszínéről verődik vissza, teljesen polarizált. A víz törésmutatója $\frac{4}{3}$.

a) Hogyan sikerül ezt megállapítani egy napszemüveggel?

b) Mekkora emelkedési szögben látszik a Nap ekkor?

Gyakorlófeladatok

11.68. | A fénysebesség első sikeres „földi" mérését *Hippolyte Fizeau* végezte el. Fénysugarat bocsátott át egy fogaskerék egyik fogközén. A kerék 720 darab azonos szélességű fogból, illetve fogközből állt. A kerék fordulatszámát lassan elkezdte növelni, ezért a keréktől 8633 méter távol lévő tükörről visszavert fény egyszer csak fogra esett, nem jutott el az észlelőig. Ekkor a kerék fordulatszáma $12,6\,\frac{1}{\mathrm{s}}$ volt.

a) Mekkorának mérte Fizeau a fénysebességet?

b) Adjuk meg a kerék további fordulatszámait, amikor a tükörről visszavert fény nem jut el az észlelőig!

11.69. | Mekkora az Egyenlítőn merőlegesen a földbe szúrt 1 méter hosszú bot árnyéka

a) március 21-én délben?

b) március 21-én a delelés után 2 órával?

11.70. | Budapesten merőlegesen a földbe szúrunk egy 1 méter hosszú botot. Mekkora a legkisebb árnyéka
- **a)** március 21-én?
- **b)** június 21-én?
- **c)** A szükséges adatokat a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból keressük ki!

11.71. | A 90 cm magas, 80 cm × 200 cm-es asztal közepe alá egy picike gyertyát helyezünk. Mekkora lesz a 2,7 m magasan lévő mennyezeten az asztal árnyéka?

11.72. | A 2 cm sugarú gömb alakú fényforrás és az 5 cm sugarú gömb középpontjainak távolsága 1 m. A gömbök középpontjain átmenő egyenes merőleges az ernyőre. Adjuk meg az utóbbi gömb középpontjától 1 m távol lévő ernyőn az árnyék és félárnyék geometriai adatait!

11.73. | Az utcai lámpa 3 m magasan van. A talaj felett 2 m magasságban a lámpa alatt elrepül egy bogár. Hányszor nagyobb a bogár árnyékának sebessége a bogárénál?

11.74. | Egy LED-et helyezünk el a faltól 1 méter távolságban. A LED és a fal közötti merőleges szakasz felezőpontjába egy 4 cm sugarú gömböt teszünk. Mekkora a gömb árnyéka a falon?

11.75. | Két egymással derékszöget bezáró síktükör (saroktükör) egyikére, a tükrökre merőleges síkban fénysugarat bocsátunk. Igazoljuk, hogy a fénysugár a két visszaverődés után a beeső fénysugárral párhuzamosan, a fényforrás irányába halad tovább!

11.76. | Két egymással 45°-os szöget bezáró síktükör egyikére, a tükrökre merőleges síkban fénysugarat bocsátunk. Ez a fénysugár mind a két tükörről egyszer visszaverődik.
- **a)** Hogyan halad tovább a fénysugár a kétszeri visszaverődést követően az eredeti irányhoz képest?
- **b)** Sejtésünket igazoljuk egymással γ szöget bezáró tükrökre is!

11.77. | *Charles Augustin de Coulomb* használt először torziós ingát, ami egy rugalmas szál elcsavarodásán alapuló mérőműszer. A rúd elfordulását úgy lehet detektálni, hogy a rúdra egy tükröt erősítenek, ami a ráeső fénysugarat a tükör pozíciójától függően veri vissza. A tükör α szögű elfordulása esetén mekkora a visszavert fénysugár elfordulása?

11.78. | Az 5 méter hosszú szoba egyik falán lévő falitükörre 2 méter távolságról a falra merőleges síkban, 20°-os beesési szöggel lézerfényt bocsátunk. A mögöttünk lévő falon, a visszavert fénysugár által megvilágított pont milyen távol van a fényforrásunktól?

11.79. | Elterjedőben van az autóüvegek fóliázása. A fólia védhet üvegtörés, belátás, hő, UV-fény ellen. Az autóüveg a ráeső fény 90%-át, a fólia a 85%-át engedi át. A fóliázott üveg a fény hány százalékát engedi át?

11.80. | Az ablaküveg a ráeső fény 95%-át ereszti át, 5%-át visszaveri. Legalább hányszor fényesebb a lakásunk az utcánál, ha az ablaküveg este belülről „tükörként” működik?

11.81. | Fénymérővel történt méréssel megállapítjuk, hogy az üzletben harmadannyi a fény, mint az utcán. Az üzletből nézve átlátunk az üvegen. Az utcáról az üvegre tekintve tükörképet látunk. Legfeljebb mekkora a színezett üveg fényáteresztő képessége?

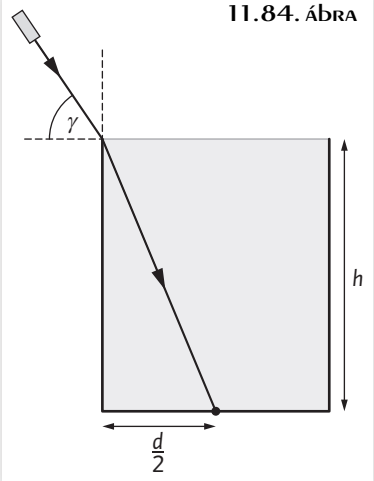
11.82. | Az $R = 20\,\text{cm}$ görbületi sugarú domború tükörre az optikai tengelytől a távolságra, vele párhuzamosan fénysugár esik, és visszaverődik róla. Hol metszi a visszavert fénysugár meghosszabbítása az optikai tengelyt, ha

a) $a = 10\,\text{cm}$?
b) $a = 2\,\text{cm}$?

11.83. | Vízre óvatosan egy-két centiméter etil-alkoholt rétegezünk. A víz levegőre vonatkozó törésmutatója 1,33, az etil-alkoholé 1,36. 30°-os beesési szögben fénysugarat bocsátunk a levegőből a folyadék felszínére.

a) Mekkora az etil-alkohol vízre vonatkozó törésmutatója?
b) Mekkora a fénysugár törési szöge a vízben, illetve az etil-alkoholban?
c) Legalább mekkora beesési szögben érkezzen a fénysugár a víz felszínére alulról, hogy az etil-alkoholba már ne jusson el?

11.84. ábra



11.84. | A 12 cm magas és 10 cm átmérőjű egyenes henger alakú bögre belsejében, a bögre aljának a közepén van egy apró fekete petty. A bögrét színültig töltjük egy ismeretlen folyadékkal. Az ábrán látható módon a vízszintessel $\gamma = 55{,}72°$ szöget bezáró lézerfénysugárral tudjuk a pettyet „eltalálni”.

a) Mekkora az ismeretlen folyadék törésmutatója?
b) A *Négyjegyű függvénytáblázatok* segítségével határozzuk meg, hogy milyen anyag lehet a folyadék!

11.85. | Az akvárium 30 cm mély felszínére 30°-os beesési szögben fénysugár esik. Ennek egy része visszaverődik, másik része behatol a vízbe. Milyen távol halad a víz felszínéről, illetve az akvárium aljáról visszaverődő, majd a levegőbe kilépő fénysugár?

11.86. | A 2 méter mélységű, feszített víztükör felett 3 méter magasan lévő, lefelé néző, erős fényű reflektor a vízfelszín $9{,}42\,\text{m}^2$ területű részét világítja meg.

a) Mekkora legnagyobb beesési szöggel érkezik fény a vízfelszínre a lámpától?
b) A medence mekkora területű részét világítja meg a fényforrás?

11.87. | Fénysugarat küldünk üvegből levegőre. Ha a beesési szög legalább 43°-os, akkor a fény nem jut ki a levegőre.

a) Mekkora a fénysugár irányváltozása a közeghatáron való áthaladáskor, ha a beesési szög 20°?
b) Mekkora az üveg törésmutatója?

11.88. | Mekkora beesési szöggel érkezzen az igen erős fényű iránylámpából a fénysugár a medence feszített víztükrére, hogy a visszavert és megtört fénysugár egymással 90°-os szöget zárjon be?

11.89. | A 2 cm vastag, $n = 1{,}5$ törésmutatójú üvegen merőlegesen átnézve mennyivel látjuk közelebbinek a lemez túlsó felületén lévő pici tárgyakat?
Útmutatás: Kicsiny α szögekre fennáll az $\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$ közelítés.

11.90. | Egy negyed körhenger egyik téglalap alakú oldallapját a lapra merőlegesen, egyenletesen világítjuk meg. A megvilágító fény hány százaléka olyan, hogy nem lép ki a hengerfelületen, amikor megelőző visszaverődés nélkül eléri azt? Az üvegből készült negyed körhenger törésmutatója 1,5.

11.91. | A fény terjedési sebessége az üvegben $187\,500\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$. Egy vékony fénysugár 53°-os beesési szöggel esik a 2 cm vastag üveglemezre.

a) Mekkora az üveg törésmutatója?
b) Mekkora utat tesz meg a fény az üvegben?
c) Mekkora lesz a fénysugár oldalirányú eltolódása, miután kilépett az üvegből?

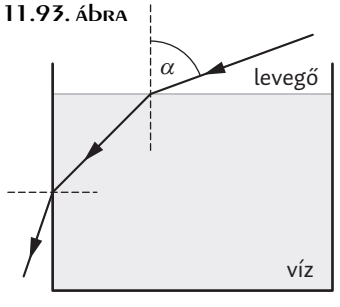
11.92. | Vékony fénysugarat $\alpha = 30^\circ$ beesési szöggel bocsátunk az ismeretlen anyagú síkpárhuzamos üveglemezre. Az üvegben a fénysugár törési szöge $\beta = 18{,}2^\circ$.

a) Mekkora az üveg törésmutatója?
b) Az üvegből való kilépése után a fénysugár oldalirányú eltolódása 3 mm. Milyen vastag az üveglemez?

11.93. | Piros színű lézerfényt bocsátunk a vékony falú üvegkádban lévő vízre 70°-os beesési szöggel úgy, hogy a fény az üvegkád oldalsó falán, az ábrán látható módon kilép.

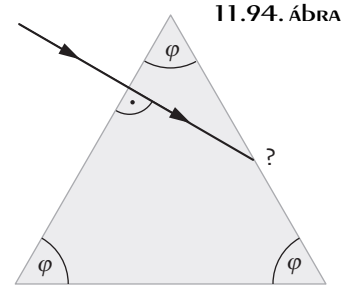
a) Mekkora a fénysugár törési szöge a vízben?
b) Milyen irányban lép ki a fénysugár a vízből?
c) Hány fokos szöget zár be a vízből kilépő fénysugár a belépő fénysugárral?

11.93. ábra



11.94. | Szabályos háromszög alapú, $n = 1{,}5$ törésmutatójú üveghasáb egyik oldallapjára merőlegesen érkezik egy fénysugár. Határozzuk meg az üvegből levegőbe kilépő fénysugár irányát!

11.94. ábra



11.95. | A szabályos háromszög alapú, $n = 1{,}5$ törésmutatójú üvegprizmát vízbe tesszük. Az üveghasáb egyik oldallapjára merőlegesen érkezik egy fénysugár.

a) Mekkora az üveg vízre vonatkozó törésmutatója?
b) Határozzuk meg az üvegből vízbe kilépő fénysugár irányát!

11.96. | Vízbe helyezünk egy 30°-os törőszögű levegőprizmát. A levegőprizma egy átlátszó, nagyon vékony falú, háromszög alapú hasáb, amelynek belsejében levegő van. A törőélre merőleges síkban a prizma egyik oldallapjára 10°-os beesési szöggel lézerfénysugarat bocsátunk.

a) Hogyan halad a fénysugár a prizmában?
b) Hogyan halad a fénysugár a második törősíktól?
c) Hány fokos szöget zár be a prizmából kilépő fénysugár a belépő fénysugárral?

11.97. | Egy kastélyteremben sétálva András azt észleli, hogy a barátjának a tükörképe feleakkora szög alatt látszik, mint maga a barát. András a látószöget hasalva, a vízszintestől méri. A két gyerek egyaránt 2,5 méterre van a hatalmas falitükörtől és egymástól. Mekkora András barátjának a magassága?

11.98. | Egy síktükör üvegfelületén van egy kicsiny szennyeződés. A tükör vastagsága 1 mm, az üveg törésmutatója $\frac{3}{2}$. Milyen messzire látszódik a tükörkép a szennyeződéstől?

11.99. | A fogorvosi tükör a fog belső felületétől 1 cm-re van. Benne másfélszeres nagyítású, a tárggyal egyező állású képet látunk.
a) Mekkora a tükör fókusztávolsága?
b) Mekkora a tükör görbületi sugara?

11.100. | A 80 cm sugarú homorú tükörtől 2 m távol lévő falra vetítjük a gyertyalángot.
a) Mekkora a tükör fókusztávolsága?
b) Hova helyeztük a gyertyát, ha a falon éles képe látható?
c) Jellemezzük a képalkotást! A képalkotásról készítsünk vázlatrajzot!

11.101. | Kozmetikai tükörben arcunkról 1,5-szeres nagyítású képet látunk.
a) Milyen tükröt használunk?
b) Mekkora a tükör fókusztávolsága, ha arcunk képét 25 cm távolságban látjuk?

11.102. | Az egyik üzlet kirakatának egy része függőleges tengelyű, tükröző felületű félhenger. A henger átmérője 2 méter. A kirakattól fél méterre áll egy nézelődő ember. Jellemezzük, milyen képet lát a a kirakatban!

11.103. | A 12 cm átmérőjű, gömb alakú, tükröző felületű karácsonyfadíszben negyedakkorának látszik a közelében tartott szaloncukor.
a) Mekkora a cukorka és a dísz távolsága?
b) Hogyan változik a kép mérete, ha a szaloncukrot közelítjük a díszhez?


11.104. ábra

11.104. | A személygépkocsink -50 cm fókusztávolságú visszapillantó tükrében a tükörtől 15 méter távolságban mögöttünk haladó autó képét nézzük. A tükör 25 cm-re van a szemünktől. Adjunk becslést arra vonatkozóan, hogy a tükörben látott kép látószöge kb. hányszorosa a tárgy látószögének, amit akkor látnánk, ha megfordulnánk, és szabad szemmel néznénk az autót!
Útmutatás: Kicsiny α sszögekre fennáll az $\alpha \approx \sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$ közelítés.

11.105. | A sík-domború lencse anyagának törésmutatója $n = \frac{3}{2}$, fókusztávolsága 25 cm.
a) Hány dioptriás a lencse?
b) Mekkora a domború felület görbületi sugara?

11.106. | Az 5 dioptriás gyűjtőlencse anyagának törésmutatója $\frac{3}{2}$.
a) Mekkora a lencse fókusztávolsága levegőben?
b) Mekkorák a lencsék görbületi sugarai, ha azok egyenlők?
c) Mekkora a lencse fókusztávolsága vízben?

11.107. | Az $n = \frac{3}{2}$ törésmutatójú üvegből készült bikonvex lencse görbületi sugarai 12 cm és 16 cm.

a) Mekkora a lencse fókusztávolsága?

b) Hány dioptriás a lencse?

11.108. | Hová helyezzünk egy tárgyat az $f = 12\,\text{cm}$ fókusztávolságú lencse mögé, hogy a keletkező kép látszólagos és 4-szeres nagyítású legyen?

11.109. | Egy $n = 1{,}6$ törésmutatójú üvegből készült lencse fókusztávolsága levegőben 16 cm.

a) Mekkorák a lencsék görbületi sugarai, ha azok egyenlők?

b) Mekkora a lencse fókusztávolsága vízben ($n = \frac{4}{3}$)?

c) Mekkora a lencse fókusztávolsága metilén-jodidban ($n = 1{,}72$)?

11.110. | Egy sík-domború és egy sík-homorú lencsét a görbült felükkel pontosan egymáshoz lehet illeszteni. A lencsék anyagának törésmutatója $\frac{3}{2}$, a sík-domború lencse fókusztávolsága 30 cm.

a) Hány dioptriásak a lencsék?

b) Mekkora a görbült felületek görbületi sugara?

11.111. | A lencsétől 24 cm távolságra lévő tárgyról a szórólencse $\frac{1}{3}$ arányú kicsinyített képet hoz létre.

a) Mekkora a lencse fókusztávolsága?

b) Hogyan változik a kép mérete, ha a lencsét távolítjuk a tárgytól?

11.112. | A gyűjtőlencse fókusztávolságát Bessel-módszerrel mérjük meg. Az optikai padra helyezünk egymástól 1 méter távolságban egy ernyőt és egy égő gyertyát. Az ernyő és a fényforrás között mozgassuk a lencsét! Két lencsehelyzet mellett látjuk a gyertyaláng éles képét az ernyőn. A két helyzet távolsága 73 cm.

a) Mekkora a lencse fókusztávolsága?

b) A tárgy- és képtávolság közvetlen mérése után a leképezési törvény felhasználásával is számítható a fókusztávolság. Miért pontosabb ennél a Bessel-módszer?

11.113. | A sötétkamrától 8 méter távol lévő épületről 1 : 40 arányú kicsinyített kép készíthető. Merre és mennyivel vigyük odébb a készüléket, hogy 1 : 50 arányú kicsinyített képet tudjunk készíteni?

11.114. | A fényképezőgépünk 6 cm átmérőjű lencséjét 9 cm-esre cseréljük. Hogyan célszerű változtatni a megvilágítási időt változatlan fényviszonyok mellett, ha a tervezett fénykép témája nem változik?

11.115. | Bence nagyítólencsékkel játszik, a Nap fényét összegyűjtve papírlapot szeretne megégetni.

a) Milyen távol tartsa az 5 dioptriás gyűjtőlencsét a papírlaptól?

b) A 6 cm átmérőjű lencsét az előbbi helyzettől 4 cm-rel távolítjuk. Mekkora átmérőjű körlapként látszik a Nap képe a papírlapon?

c) Bence a 6 cm átmérőjű lencsét egy 8 cm-esre cseréli. Mennyivel több teljesítményt tud most a papírlapra koncentrálni Bence?

11.116. | A 8 dioptriás nagyítólencsével 2-szeres nagyításban látjuk az újság 1 cm-es betűit a tisztánlátás ($s = 25\,\text{cm}$) távolságában.
- **a)** Mekkora a lencse fókusztávolsága?
- **b)** Milyen távol van az újság a lencsétől?
- **c)** Hol keletkezik a kép? Jellemezzük a megszületett képet!
- **d)** Mekkora a leképezés szögnagyítása? (A szabad szemmel való olvasás esetében is a tisztánlátás távolságában vannak a betűk.)

11.117. | A D dioptriájú nagyítólencsén keresztül szemléljük a fókusztávolságon belül lévő tárgyat.
- **a)** Mekkora tárgytávolság esetén kapunk 2-szeres nagyítású képet?
- **b)** Hogyan változik a kép mérete, ha a lencsét távolítjuk a tárgytól?
- **c)** Adjuk meg és ábrázoljuk a nagyítást ($N = -\frac{k}{t}$) a t tárgytávolság függvényében!

11.118. | A 8 dioptriás vetítőgéppel a $24\,\text{mm} \times 36\,\text{mm}$-es diapozitív éles képét vetítjük a 4 méter távolságra lévő vászonra.
- **a)** Milyen messze van a lencse a diapozitívtól?
- **b)** Mekkora a képalkotás nagyítása?
- **c)** Mekkora a vetített kép területe?

11.119. | Régi fényképezőgépből kiszerelt lencse fókusztávolsága 200 mm. A lencsével az 1 méter távol lévő tárgyról éles képet vetítünk egy ernyőre.
- **a)** Milyen távol van az ernyő a lencsétől?
- **b)** Jellemezzük a keletkező képet!
- **c)** A tárgyat 77,5 cm-rel távolítjuk a lencsétől. Hová helyezzük a lencsét, hogy újból éles képet alkosson a változatlan helyen lévő ernyőn?

11.120. | A botanikus által használt mikroszkóp tárgylencséje 0,4 cm, a szemlencséje 14 cm fókusztávolságú. A két lencse távolsága 12 cm. A tárgylencsétől 0,45 cm távol lévő tárgylemezt figyeli a kutató.
- **a)** Hol keletkezik a tárgylencse által alkotott valódi kép?
- **b)** Hol keletkezik az erről a valódi képről a szemlencse által alkotott kép?
- **c)** Mekkora a tárgylencse, illetve a szemlencse nagyítása?
- **d)** Mekkora a mikroszkóp teljes nagyítása ebben az összeállításban?

11.121. | *Galileo Galilei* irányított először távcsövet az égbolt felé. Az általa használt kb. 8-szoros nagyítású távcső objektívje gyűjtő-, okulárja szórólencse volt, és a két lencse azonos oldalon lévő fókuszpontjai egybeestek. Egy hasonló távcső tubushossza 28 cm.
- **a)** Mekkora a tárgylencse fókusztávolsága?
- **b)** Mekkora a szemlencse fókusztávolsága?

11.122. | Kepler-féle távcsővel nézzük a kb. 20 méter távol lévő vadat. Az objektív fókusztávolsága 60 cm, az okuláré 6 cm.
- **a)** Milyen távol van a két lencse egymástól, ha a vad éles képét látjuk?
- **b)** Mekkora a távcső szögnagyítása ebben az esetben?

11.123. | Egy távollátó ember a 80 cm-nél közelebb lévő tárgyakat megerőltetés nélkül nem látja tisztán. Hány dioptriás szemüveget célszerű használnia, hogy a 25 cm távol (tisztánlátás távolsága) lévő újságot kényelmesen tudja olvasni?

11.124. | Egy közellátó ember a hétköznapokban −2 dioptriás szemüveget visel, hogy kényelmesen láthassa a környezetét. Legfeljebb milyen messze lévő tárgyakat lát szemüveg nélkül megerőltetés nélkül élesen?


11.124. ábra

11.125. | Két azonos, egymástól 0,3 mm távol lévő rés (Young-féle kettős rés) által kialakított interferenciaképet vizsgálunk a résekre illeszkedő síktól 2 méter távol felállított ernyőn. A résekre merőlegesen beeső megvilágító fény 630 nm hullámhosszúságú. A főmaximum mindkét oldalán fényes sávokat látunk. Mekkora a szomszédos fényes sávok távolsága?

11.126. | Monokromatikus fény hullámhosszát a Young-féle kettős rés segítségével mérjük meg. A két rés egymástól mért távolsága 1 mm. A résektől 2 méter távol lévő ernyőn a főmaximum mindkét oldalán megjelenő fényes csíkok egymástól mért távolsága 1 mm. Mekkora a megvilágító fény hullámhossza?

11.127. | Utcai lámpák gáztöltetének gyakran használnak nátriumgőzt, hisz a gerjesztett nátriumatom által kibocsátott 589 nm hullámhosszú fény közel esik az ember szemének érzékenységi maximumához. Ilyen fénysugarat bocsátunk a vízzel telt edény felszínére úgy, hogy a fénysugár a vízfelszínnel 40°-os szöget zár be levegőben. A fénysugár vízbe hatoló része a felszínnel 55°-ot zár be.

a) Mekkora a víz levegőre vonatkozó törésmutatója?
b) Mekkora a fény frekvenciája a levegőben, illetve a vízben?
c) Mekkora a fény hullámhossza a vízben?

11.128. | A 20°-os törőszögű üvegprizma egyik oldallapjára merőlegesen fehér fénynyaláb esik. Az üveg törésmutatója a spektrum színeire különböző; vörös színre 1,58, kék színre 1,62.

a) Mekkora szöget zár be egymással a prizma másik oldallapján kilépő vörös és kék fénysugár?
b) Legalább mekkora méretű a színkép a kilépési ponttól 80 cm-re lévő papírlapon?

11.129. | A függőleges helyzetű folyadékhártya a nehézkedés miatt fentről lefelé vastagodik, ék alakú. A hártya két felületéről visszaverődő fénysugarak útkülönbséggel találkoznak a szemünkben, interferenciajelenség jön létre.

a) Legalább milyen vastag ott a hártya, ahol 700 nm hullámhosszúságú vörös színű, vízszintes csíkot látunk?
b) Milyen színt látunk ott, ahol a hártya 215 nm vastag?

11.130. | A fényezett alumíniumlemezt egy galvanizáló eljárás során 150 nm vastag, $n = 1,8$ törésmutatójú alumínium-oxid réteggel vonjuk be. Milyen színűnek látjuk a lemezt közel merőleges fehér fényű megvilágítás esetén?

11.131. | A fényképezőgép-objektívek lencséi ún. antireflexiós bevonattal vannak ellátva. Ez a bevonat csökkenti a lencse–levegő határfelületeken fellépő visszaverődéseket. Így biztosítja, hogy a lencserendszer nagyobb fényerejű legyen, valamint csökkenti az objektívben ide-oda verődő fények képalkotást zavaró hatását. A bevonat vastagságságát úgy tervezik meg, hogy a spektrum közepénél ($\lambda = 550\,\text{nm}$) a visszaverődést teljesen megakadályozza. Milyen vastag legyen a bevonat ($n_1 = 1,38$) vastagsága az üveglencsén ($n_2 = 1,8$)?


11.132. ábra

11.132. | Egy optikai rácson 1000 vonal van centiméterenként. A rácsra merőlegesen érkező monokromatikus fény interferenciaképet alakít ki a rácstól 1,5 méterre elhelyezett ernyőn. Az első elhajlási rend a főmaximumtól mindkét irányban 10-10 cm-re észlelhető. Mekkora a megvilágító fény hullámhossza?

11.133. | A monokromatikus lézerfényt merőlegesen egy olyan optikai rácsra irányítjuk, amelyen centiméterenként 5000 vonal van. A rácstól 80 cm távolságban elhelyezett ernyőn olyan interferenciakép rajzolódik ki, amelyen a főmaximumtól mért elsőrendű elhajlási maximumok egymástól mérve 30 cm távol vannak.

a) Mekkora a lézerfény hullámhossza levegőben?

b) Mekkora a lézerfény frekvenciája?

c) Az egész elrendezést egy vízzel ($n = \frac{4}{3}$) telt medencébe tesszük úgy, hogy a készülék ne károsodjon. Mekkora most a két elsőrendű elhajlási maximum egymástól mért távolsága?

11.134. | A nátriumlámpa 589 nm hullámhosszúságú fényét merőlegesen irányítjuk egy optikai rácsra. A rácstól 1,4 m távolságra lévő ernyőn a két másodrendű interferencia maximumhelyek egymástól mért távolsága 8 cm. Hány vonal van a rácson centiméterenként?

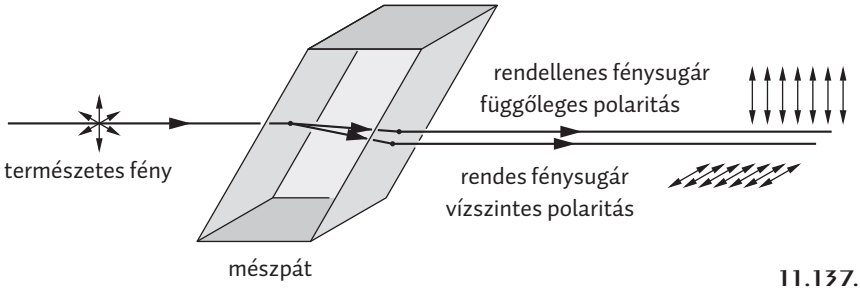
11.135. | Egy folyadék milyenségét polarizációs kísérlettel igyekszünk kideríteni. Ha 55,7°-os beesési szöggel érkezik a 760 nm hullámhosszúságú fénysugár a levegő–folyadék közeghatárra, akkor a visszavert fény teljes mértékben poláros lesz.

a) Mennyi a vizsgált folyadék törésmutatója?

b) A *Négyjegyű függvénytáblázatok* segítségével határozzuk meg folyadék nevét!

11.136. | 1 köbcentiméter vízben oldott 1 gramm répacukor a rajta áthaladó lineárisan poláros fény polarizációs irányát 6,7°-kal forgatja el centiméterenként. Mekkora annak a cukoroldatnak a koncentrációja, amelyik a 30 cm hosszú polariméterben 15°-os szögelfordulást okoz?

11.137. | Vannak olyan kristályos anyagok, amelyeknek kétféle törésmutatója van a ráeső fénysugár polarizációs irányától függően. A mészpát törésmutatója rendes fénysugárra vonatkozóan 1,65, a rendellenes fénysugárra vonatkozóan 1,48. 30°-os beesési szöggel érkezik a fénysugár a levegő–mészpát közeghatárra. A megtört fénysugár a kristályban kettéválik. Mekkora szöget zárnak be egymással?



11.137. ábra

Tesztek

11.138. | A villámlás fénye vagy hangja érkezik hozzánk hamarabb?
A) Hangja.
B) Egyszerre érkeznek.
C) Fénye.

11.139. | Kiterjedt fényforrás fénye esik egy tárgyra. Mi a különbség a tárgy mögött kialakuló teljes árnyék és félárnyék között?
A) A teljes árnyékban lévő helyre a fényforrás minden pontjából érkezik fény, a félárnyékba csak a fényforrás feléről.
B) A teljesen sötét (teljes árnyék) és a teljesen világos közti átmeneti részt nevezzük félárnyéknak.
C) A teljes árnyékban lévő pontokba érkező fények teljesen kioltják egymást, a félárnyékban csak részben.

11.140. | A víznek levegőre, vagy a levegőnek vízre vonatkozó törésmutatója a nagyobb?
A) A víznek levegőre vonatkozó törésmutatója.
B) A levegőnek vízre vonatkozó törésmutatója.
C) A két törésmutató egyenlő.

11.141. | A víz levegőre vonatkoztatott törésmutatója $\frac{4}{3}$. Az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója $\frac{3}{2}$. Mekkora az üveg vízre vonatkoztatott törésmutatója?
A) $\frac{8}{9}$. B) $\frac{9}{8}$. C) 2. D) $\frac{1}{2}$.

11.142. | Fénysugár új közeg határához érkezik. Mikor jöhet létre teljes visszaverődés?
A) Ha az új közeg optikailag sűrűbb, mint a régi.
B) Ha az új közeg optikailag ritkább, mint a régi.
C) Ha a fénysugár merőlegesen érkezik a közeghatárra.

11.143. | A víz és levegő határán melyik irányba haladó fénysugár szenvedhet teljes visszaverődést?
A) Vízből levegő felé haladó.
B) Levegőből víz felé haladó.
C) Mindkét irányba lehet, a beesési szögtől függően.

11.144. | Az üveg törésmutatója 1,5. Mekkora az üvegben a fény terjedési sebessége?
A) $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
B) $c = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1{,}5} = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
C) $c = 1{,}5 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4{,}5 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

11.145. | A 180 cm magas András olyan falitükröt szeretne vásárolni, amelyben tetőtől talpig láthatja magát. Legalább mekkorát vásároljon?

A) Legalább 90 cm magasat.
B) Legalább 100 cm magasat.
C) Legalább 180 cm magasat.

11.146. | Jellemezzük a szórólencse képalkotását!

A) A szórólencse minden esetben kicsinyített, a tárggyal egyező állású, látszólagos képet alkot.
B) A szórólencse minden esetben nagyított, a tárggyal ellentétes állású, valódi képet alkot.
C) A szórólencse a fókuszán belüli tárgyról nagyított, azon kívül kicsinyített képet alkot.

11.147. | Milyen tükröt használnak közlekedési tükörként a nehezen belátható útkereszteződéseknél, kocsikiállóknál?

A) Síktükröt.
B) Domború tükröt.
C) Homorú tükröt.

11.148. | Jellemezzük a domború tükör képalkotását!

A) A domború tükör minden esetben kicsinyített, a tárggyal egyező állású, látszólagos képet alkot.
B) A domború tükör minden esetben nagyított, a tárggyal ellentétes állású, valódi képet
C) alkot.
D) A domború tükör a fókuszán belüli tárgyról nagyított, azon kívül kicsinyített képet alkot.

11.149. | Hogyan változna egy homorú tükör fókusztávolsága, ha a Földről a Holdra vinnénk?

A) Csökkenne.
B) Növekedne.
C) Nem változna.

11.150. | 6 cm átmérőjű gyűjtőlencsére a Nap fénye merőleges érkezik. A lencsétől 8 cm távol lévő, vele párhuzamos papírlapon 2 cm átmérőjű fényes körlapot látunk. Mekkora lehet a lencse fókusztávolsága?

A) 6 cm.
B) 12 cm.
C) 6 cm, vagy 12 cm.

11.151. | A 6 cm átmérőjű gyűjtőlencsére merőlegesen érkező napfényt sikerül az ernyőn $2\,mm^2$-nyi területre koncentrálni. Hányszor több fényenergia jut így egységnyi felületre, mint a lencse használata nélkül?

A) Kb. 1400-szor.
B) Kb. 5600-szor.
C) Kb. 30-szor.

11.152. | Hogyan változik az üvegből ($n = 1{,}5$) készült gyűjtőlencse fókusztávolsága, ha vízbe ($n = \frac{4}{3}$) tesszük?

A) Nem változik.
B) Négyszeresére nő.
C) Negyedére csökken.
D) Felére csökken.

11.153. | Lehet-e egy domború lencse szórólencse?
A) Igen, ha a tárgy a fókusztávolságon belül van.
B) Nem, a domború lencse mindig gyűjtőlencse is.
C) Igen, ha a környezet optikailag sűrűbb, mint a lencse anyaga.

11.154. | Melyik a helyes állítás a szórólencse képalkotásáról?
A) A szórólencsével csak nagyított, egyenes állású képet hozhatunk létre.
B) A szórólencse csak a fókuszán belüli tárgyakról hoz létre nagyított képet.
C) A szórólencse a távoli tárgyakról fordított állású képet alkot.

11.155. | A közellátó szem látásának korrekciójára milyen szemüveglencsét használnak?
A) Szórólencsét.
B) Gyűjtőlencsét.
C) Lehet szóró- és gyűjtőlencse is.

11.156. | A távollátó szem látásának korrekciójára milyen szemüveglencsét használnak?
A) Szórólencsét.
B) Gyűjtőlencsét.
C) Lehet szóró- és gyűjtőlencse is.

11.157. | A fehér fénynyalábból kiszűrjük a piros színt. Milyen színt kever ki a „maradék”?
A) Sárgát.
B) Zöldet.
C) Kéket.

11.158. | Milyen fizikai jelenség húzódik meg a lepke szárnyának vagy a bogár kitinpáncéljának irányfüggő színe (irizálás) mögött?
A) Elhajlás.
B) Interferencia.
C) Fénytörés.

11.159. | Milyen fénytani jelenség miatt kék az égbolt?
A) Fényszóródás.
B) Fénypolarizáció.
C) Fénytörés.

11.160. | A Brewster-szög alatt érkezik a poláros fény a közeghatárhoz. A beeső fénynyaláb a beesési síkkal párhuzamosan polarizált. Jellemezzük a megtört és a visszavert fénysugarakat!
A) Teljes egészében visszaverődik, megtört fény nem lesz.
B) Teljes egészében megtörik, visszavert fény nem lesz.
C) A fény egy része megtörik, másik része visszaverődik.

11.161. | Milyen fénytani jelenség játszik szerepet abban, hogy a naplemente vörös?
A) Fénytörés.
B) Diszperzió.
C) Fényszóródás.

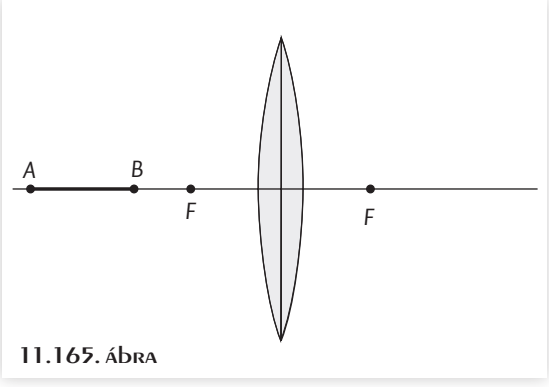
Esszékérdések

11.162. | *Optikai leképezés*
Milyen jelenségekkel foglalkozik a geometriai optika (sugároptika)? Ismertesse azokat a jelenségeket, amelyek akkor fordulnak elő, amikor egy fénysugár egy új közeg sík határához érkezik! A teljes visszaverődés milyen feltételek esetén valósul meg? Soroljon fel két alkalmazást, és az egyiket ismertesse részletesebben!

Mutassa be az optikai képalkotás fogalmait, törvényét egy szabadon választott eszköz (tükör, lencse) segítségével! A nevezetes sugármenetek felhasználásával készítse el a választott eszköz képalkotását, illetve, ha lehetséges, akkor a tipikus képalkotásait! Sorolja fel egy másik optikai eszköz lehetséges alkalmazásait!

11.163. | *A fény mint hullám*
Ismertesse a fény hullámtulajdonságait leíró fizikai mennyiségeket és a köztük fennálló összefüggést! Milyen jelenségekkel foglalkozik a fizikai optika (hullámoptika)? Sorolja fel és röviden írja le azokat a fényjelenségeket, amelyeket csak a fény hullámtulajdonságával lehet értelmezni! Válasszon közülük egyet, és mutassa be egy természeti előfordulását és egy technikai alkalmazását!

Kihívást jelentő feladatok



11.165. ábra

11.164. | A 15 cm fókusztávolságú vékonylencse mögött közvetlenül elhelyezünk egy síktükröt. A lencse másik oldalán, a lencsétől 20 cm távolságra egy 10 cm méretű tárgyat helyezünk el. Jellemezzük a tárgyról keletkezett végső képet!

11.165. | Az ábrán az *AB* szakasz mentén egy világító LED-sor van.
a) Szerkesszük meg az *AB* szakasz képét!
b) Szerkesszük meg az *AB* szakasz képét úgy is, hogy az *F* fókusz benne van az *AB* szakaszban!

12. | Atomfizika

Alapozófeladatok

Az atom és az elektron

12.1. | A következő kérdések az arannyal, egy igen keresett és kedvelt fémmel kapcsolatosak. Az arany moláris tömege $197\ \frac{g}{mol}$. A színarany árát pedig vegyük 11 000 Ft-nak grammonként.

a) Határozzuk meg egy aranyatom tömegét!
b) Hány forintot ér egy darab aranyatom?
c) 1 mol arany hány forintba kerül?
d) Az eddig talált legnagyobb aranyrög 231 kg-os és 80%-os tisztaságú volt. Hány mól aranyat tartalmazott ez? Mennyi volt a benne lévő arany értéke mai áron, forintban számolva?

12.2. | A tudósok ma már képesek az aranyból egyetlen atom vastagságú „huzalt" készíteni. (Ilyen kutatások zajlanak hazánkban a BME Fizikai Intézetében is.) Ha 1 grammnyi aranyból készítenénk ilyen „huzalt", akkor az milyen hosszú lenne? (Az aranyatom méretének becslésekor használjuk az úgynevezett kovalens atomsugarat, ami 144 pm. Az arany moláris tömege $197\ \frac{g}{mol}$.)

12.3. | Az elemi töltés meghatározását vízbontással végeztük el.

a) a) Mérésünk alapján mennyi az elemi töltés értéke, ha 0,01 molnyi hidrogén fejlődött 36 perc alatt, 0,4 A-es áramerősség mellett?
b) Hány százaléka ez az elemi töltés ismert értékének?

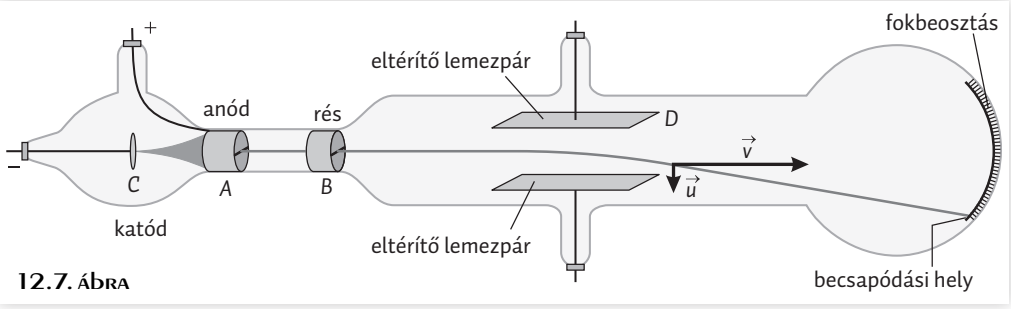
12.4. | Az elemi töltés meghatározását elektrolízissel végeztük el. Rézgálicoldatból nyertünk ki két vegyértékű rezet, amit lemérve egy igen pontos mérleggel 0,635 g-nak találtunk. Az áramerősség 0,38 A volt 100 percen keresztül.

a) Mérésünk alapján mennyi az elemi töltés?
b) 24 V-os feszültséggel végezve a kísérletet, mekkora volt a rézgálicoldat állandónak vehető ellenállása?

12.5. | Az elektroncsövek a félvezetők elterjedéséig széleskörűen használt elektronikus alkatrészek voltak. Tulajdonképpen továbbfejlesztett, mini katódsugárcsöveknek tekinthetjük őket. Egy egyszerű változattal is el lehetett érni azt, hogy másodpercenként $1{,}6 \cdot 10^{18}$ db elektron hagyja el a katódjukat. Számítsuk ki, hogy ez mekkora áramerősségnek felel meg!

12.6. | Egy régi katódsugaras (képcsöves) televíziókészülékben az elektronokat 5 kV-os feszültséggel gyorsítják. Mekkora lesz az elektronok sebessége a gyorsítás hatására, ha kezdősebességük elhanyagolható? Az elektron fajlagos töltése $1{,}76 \cdot 10^{11}\ \frac{C}{kg}$.

12.7. | Egy Thomson-féle katódsugárcsőben (lásd ábra) az eltérítő lemezpárok között a térerősség $1000\,\frac{V}{m} = 1000\,\frac{N}{C}$. Mekkora függőleges gyorsulással mozog ebben a térben egy elektron? (A hiányzó adatokat keressük meg a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban!)



12.7. ábra

12.8. | Az atomfizikai problémák során gyakran nem tudják egy részecske töltését és tömegét külön-külön mérni, hanem csak a töltésének és tömegének az aránya határozható meg. Ezt töltés és tömeg hányadosaként előálló fizikai mennyiséget $\frac{Q}{m}$-mel jelöljük, és fajlagos töltésnek nevezzük. Ezzel kapcsolatos a következő feladat: Egy részecske elhanyagolható kezdősebességről 5,68 V gyorsítófeszültség hatására $1{,}42 \cdot 10^6\,\frac{m}{s}$-os sebességre gyorsul fel.

a) Mekkora ennek a részecskének a fajlagos töltése?
b) Milyen részecske lehet ez?

A modern fizika születése

12.9. | A Kossuth Rádió 540 kHz-es frekvencián sugározza középhullámú adását. Mennyi ezen a frekvencián egy Planck-féle energiakvantum értéke?

12.10. | Egy televízió képcsövében 11 kV gyorsítja fel az elektronokat. Adjuk meg a felgyorsított elektronok energiáját joule-okban és elektronvoltokban is!

12.11. | A CERN nagy gyorsítója 1148 TeV (terraelektronvolt) energiára képes ólomionokat felgyorsítani. Becsüljük meg, hogy minek nagyobb a mozgási energiája: egymillió ilyen energiájú ólomionnak, vagy egy sprinternek! (Használjuk fel, hogy a 94 kg-os jamaikai U. Bolt a londoni olimpia 100 m-es döntőjét 9,63 s-os idővel nyerte. Az (LHC)-ben az egymással szembe haladó protonok energiája maximálisan 7-7 TeV, ezért beszélhetünk ütközéskor 14 TeV energiáról. Az ütköző ólomionok teljesen, vagyis 82-szeresen ionizáltak, ezért ugyanakkora gyorsító tér 82-szeres energiát jelent, így kapjuk meg a $14 \cdot 82 = 1148$ TeV energiát.)

12.12. | A földgáz égéshője kb. $30\,\frac{MJ}{kg}$. A tömeg–energia-ekvivalencia alapján számítsuk ki, hogy 1 kg földgáz elégetése során felszabaduló energiának mennyi a tömegegyenértéke!

12.13. | A Nap másodpercenként 4 millió tonna tömeg-egyenértékű energiát sugároz ki. Mennyi ez alapján a Nap teljesítménye?

A fényelektromos hatás. A foton

12.14. | Megfigyelések szerint sötétben az emberi szem az 507 nm-es zöldes fényre a legérzékenyebb, világosban az 555 nm-esre.
- **a)** Mekkora ezeknek a fényhullámoknak a frekvenciája?
- **b)** Mekkora az ilyen hullámhosszúságú fénysugarak egy fotonjának az energiája?
- **c)** Milyen biofizikai magyarázata van annak, hogy más sötétben, és más világosban a legérzékenyebb hullámhossz?

12.15. | Egy foton energiája 1 aJ (attojoule; atto $= 10^{-18}$).
- **a)** Mekkora a frekvenciája?
- **b)** Melyik színképtartományba esik ez a frekvencia?

12.16. | Egy 632 nm hullámhosszúságú fényt kibocsátó lézer teljesítménye 2 mW.
- **a)** Mennyi a kibocsátott foton energiája?
- **b)** Másodpercenként hány fotont bocsát ki?

12.17. | Egy lézer 500 nm-es zöld fényt bocsát ki. Másodpercenként $2,51 \cdot 10^{15}$ darab fotont sugároz. Mennyi a teljesítménye?

12.18. | A cink kilépési munkája 4,3 eV. A cink felületét megvilágítjuk 5 eV energiájú fotonokkal. (Az eV az elektronvoltot jelenti, atomfizikában általánosan használt energiaegység. $1\,\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$.)
- **a)** Mennyi lesz a kilépő elektronok maximális energiája eV-egységekben?
- **b)** Mennyi lesz a kilépő elektronok sebessége?
- **c)** Milyen színképtartományba esik a megvilágító fény?
- **d)** A maximális energiájú elektronok legfeljebb mekkora feszültségű fékező téren tudnának áthatolni?

12.19. | A cézium kilépési munkája 2 eV. Megvilágítás után 2 eV energiájú elektronok hagyják el felületét. (Az eV az elektronvoltot jelenti, atomfizikában általánosan használt energiaegység. $1\,\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$.)
- **a)** Mekkora energiájú fotonokkal világítjuk meg a felületet?
- **b)** Mennyi a megvilágító foton energiája aJ-egységben?
- **c)** Mennyi a megvilágító fény hullámhossza? Az elektromágneses színkép melyik tartományába esik ez?
- **d)** Mennyi a kilépő elektronok sebessége?

12.20. | A *Négyjegyű függvénytáblázatok* alapján állapítsuk meg, hogy van-e olyan fém, amelyik már az infrasugarak hatására is mutat fényelektromos jelenséget!

12.21. | A fotocellák és elektroncsövek fotókatódjának bevonataként széleskörűen alkalmazták a bárium-oxidot, aminek a kilépési munkája igen alacsony, mindössze 0,16 aJ.
- **a)** Mennyi a bárium-oxid határhullámhossza és küszöbfrekvenciája?
- **b)** Mekkora maximális energiájú elektronok lépnek ki a bárium-oxid felületről, ha a megvilágító fény hullámhossza 380 nm?

Az atommodellek

12.22. | *Johann Balmer* 19. századi svájci fizikus az atomos hidrogén látható színképének vizsgálata során a következő képletet találta az egyes színképvonalak hullámhosszára: $\lambda = 365\,\text{nm} \cdot \frac{n^2}{n^2 - 2^2}$, ahol $n > 2$, természetes szám. A képlet alapján határozzuk meg, hogy hány látható vonala van a hidrogénnek, és adjuk meg ezeknek a vonalaknak a hullámhosszát! A látható fény hullámhossztartománya hozzávetőlegesen: 400–800 nm.

12.23. | Rutherford modelljében az atommag körül kering az elektron a Coulomb-erő hatására.

a) Mekkora ez a Coulomb-erő a hidrogénatomban 0,05 nm-es távolságot feltételezve?

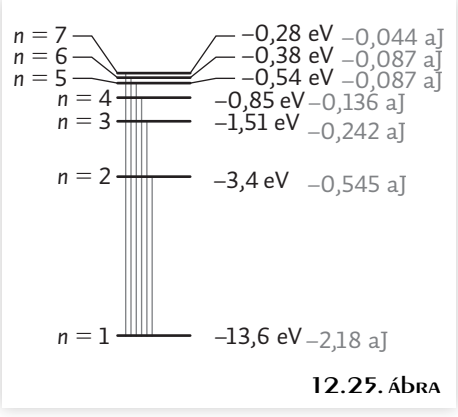
b) Mekkora az elektronra ható centripetális erő, és mekkora az elektron gyorsulása?

12.24. | A hidrogénatomban a lehetséges pályasugarakat a következő képlet adja meg: $r_n = 0,53 \cdot 10^{-10}\,m \cdot n^2$, ahol n (nullától különböző) természetes szám, aminek neve főkvantumszám. Az $n = 1$-es állapot nevezzük alapállapotnak, a többi gerjesztett pálya.

a) Mekkora a képlet alapján az $n = 4$-es főkvantumszámhoz tartozó pálya sugara?

b) Lehet-e $7,26 \cdot 10^{-10}$ m-es sugarú gerjesztett pálya?

c) Hányadrészére csökken az atom sugara, ha elektronja az $n = 3$-as főkvantumszámú állapotból visszatér alapállapotba?



12.25. ábra

12.25. | A mellékelt ábra a hidrogén Bohr-modelljének néhány energiaszintjét mutatja.

a) Mekkora energiájú fotont tud elnyelni az alapállapotú atom, ha elektronja az első gerjesztett állapotba jut?

b) Mekkora energiájú foton bocsát ki az atom, ha második gerjesztett állapotból alapállapotba tér vissza az elektron?

c) Mekkora frekvenciájú fotont bocsát ki az atom, ha a harmadik gerjesztett állapotból az első gerjesztett állapotba tér?

d) Milyen pályaátmenet során bocsát ki 0,97 eV energiájú fotont, ha az elektron az első gerjesztett állapotba érkezik?

12.26. | Az elektronpályák energiáját a hidrogénatom Bohr-modelljében a következő képlet adja meg: $E_n = -\frac{2,18\,\text{aJ}}{n^2}$, ahol n a főkvantumszám. Mekkora energiájú fotont sugároz ki az atom a következő pályaátmenetek során?

a) $n = 3$-as pályáról visszatér alapállapotba.

b) $n = 5$-ös pályáról az első gerjesztett állapotba kerül.

c) Mekkora frekvenciájú fotont nyel el, ha elektronja az $n = 2$-es állapotból az $n = 6$-os állapotba jut?

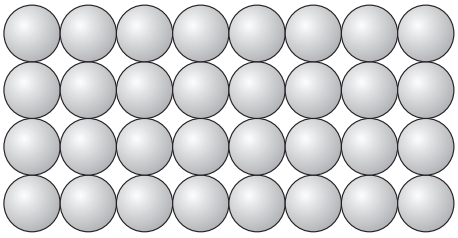
12.27. | Számítsuk ki az alábbiakat!

a) Mekkora volt a 77 kg-os Gyurta Dániel hullámhossza, amikor a londoni olimpián világcsúccsal, 2:07,28 s-mal nyerte a 200 m mellúszás döntőjét?

b) Mekkora egy $10^7\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű elektron hullámhossza? Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Gyakorlófeladatok

12.28. | Végezzünk becslést arra vonatkozóan, hogy mennyi egy alumíniumatom sugara! Használjuk fel azt, hogy az alumínium moláris tömege $27\,\frac{g}{mol}$, az alumínium sűrűsége pedig kerekítve $2700\,\frac{kg}{m^3}$! (Tételezzük fel, hogy az alumíniumatomok gömböcskéi szorosan érintkezve az ábrán látható módon töltik ki a teret!)



12.28. ábra

12.29. | A 2004-ben felfedezett grafén a szénnek olyan módosulata, ami egyetlen atomréteg vastagságú fólia. Becsüljük meg, hogy egy mólnyi szenet felhasználva a grafén mekkora területet fedne be minimálisan!

12.30. | A fullerének a szén különleges módosulatai, melyek a nanotechnológia leggyakrabban alkalmazott anyagai közé tartoznak. A legegyszerűbb fajtája a C_{60}, ami hatvan szénatomból álló „focilabdaszerű" molekula. Becsüljük meg a C_{60}-molekula átmérőjét, ha tudjuk, hogy a molekula felülete 20 hatszögből és 12 ötszögből áll, továbbá a szomszédos szénatomok átlagos távolsága $a = 1{,}4 \cdot 10^{-10}\,m$!

12.31. | A polónium nagyon ritka elem Földünkön. 1898-ban találta meg a *Curie* házaspár. Számos izotópja létezik. Moláris tömegét vegyük $209\,\frac{g}{mol}$-nak! A sűrűsége kb. $9200\,\frac{kg}{m^3}$. Becsüljük meg ezek alapján a polóniumatom sugarának méretét! Vegyük figyelembe, hogy a polónium az egyetlen elem, amelynek szilárd állapotában egyszerű köbös kristályrácsa van!

12.32. | A brit koronaékszerek közt szereplő Koh-I-Noor az egyik leghíresebb gyémánt. 21,6 gramm a tömege, és értékét kb. 0,6 milliárd Ft-nak becsülhetjük, ha eltekintünk történelmi-kulturális értékétől, és pusztán „nyers" gyémántként világpiaci árát nézzük. Számítsuk ki, hogy hány forintba kerül a gyémánt egy atomja!

12.33. | Egy alumíniumkohóban az elektrolízist az üzemben átlagosan 60 000 A-es árammal végzik kádanként, 6 órán át. Körülbelül hány kilogramm alumíniumot állítanak elő az üzemben kádanként egy műszak alatt? (Az alumínium 3 vegyértékű.)

12.34. | Egy vákuumban lévő kondenzátor elektromos terében nagyszámú elektromosan feltöltött porszemecske található. Azt figyeltük meg mikroszkópunk látómezejében, hogy egy 10^{-14} kg tömegű porszem éppen lebeg a 2 cm-es fegyverzettávolságú kondenzátor közepén. A kondenzátor feszültsége 100 V. ($g = 10\,\frac{m}{s^2}$)

a) Mekkora a porszem töltése?

b) A kondenzátor feszültsége hirtelen felére esik le. Mennyi idő múlva csapódik be a porszem az egyik fegyverzetbe?

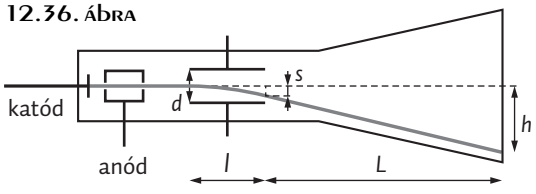
12.35. | A Millikan-kísérlet során megfigyeltük, hogy egy kiszemelt olajcsepp gyakorlatilag lebeg a kondenzátor terében. Az olajcsepp térfogatát sikerült $6{,}3 \cdot 10^{-18}\,\mathrm{m}^3$-nek meghatároznunk. A fegyverzetek távolsága 2,00 cm volt, a kondenzátor feszültsége 1419 V. Az olaj sűrűsége $920{,}0\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, a levegőé $1{,}29\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.

a) Hányszoros elemi töltése volt az olajcseppnek?
b) A megfigyelést követően az olajcseppet röntgensugárzással tovább ionizáltuk, kétszeres elemi töltésnyivel. Mekkora gyorsulással indult el az olajcsepp az ionizálás pillanatában, ha a feszültséget változatlanul hagytuk?
c) Az elindulás pillanatát követően hogyan változik a gyorsulás?

12.36. | Az elektron felfedezésének történetében egy döntő lépés volt az, amikor sikerült kimutatni, hogy a katódsugárzás sebessége sokkal kisebb, mint a fénysebesség. A katódsugárzás sebességének mérésére az egyik módszer az volt, hogy a Thomson-féle csőben lévő eltérítő kondenzátor helyén egyidejűleg mágneses eltérítést is alkalmaztak úgy, hogy a két mező hatása kiegyenlítse egymást.

a) Az ábrán az erőmentes térben haladó katódsugárzás haladási irányát a szaggatott vonal mutatja. A kondenzátorra feszültséget kapcsolva ez a szürke vonalnak megfelelően térül el. Milyen irányú homogén mágneses mezőt kell alkalmazni a kondenzátor helyén, hogy az eltérülést megszüntessük?

12.36. ábra



b) A kondenzátor fegyverzeteinek távolsága $d = 2\,\mathrm{cm}$, a kondenzátor feszültsége 600 V. A kompenzáló homogén mágneses mező indukciója 1 mT. Mennyinek adódik ebből a katódsugárzás sebessége?
c) Mekkora volt az elektron gyorsítófeszültsége?

12.37. | Egy Thomson-féle katódsugárcsőben az adataink a következők: A katód és anód közötti gyorsítófeszültség $U_{gy} = 5\,\mathrm{kV}$. A fegyverzetek távolsága $d = 2\,\mathrm{cm}$, hossza $l = 5\,\mathrm{cm}$. A kondenzátortól az ernyő távolsága $L = 40\,\mathrm{cm}$. A kondenzátor feszültsége $U_k = 400\,\mathrm{V}$. Az elektronnyaláb a kondenzátor középvonalához érkezik. (Lásd a 12.36. ábrát!)

a) Mekkora lesz az elektronnyaláb eltérülése a kondenzátor terében?
b) Mekkora lesz az elektronnyaláb teljes eltérülése?

Az eltérüléseket a kondenzátor középvonalától mérjük.

12.38. | Egy fekete-fehér képcsöves televízió képernyőjének szélessége 36 cm. A kép 625 sorból áll össze, soronként 800 képponttal. A képernyőn látható kép úgy jön létre, hogy az elektronnyaláb ezeket a képpontokat sorról sorra haladva felvillantja. Másodpercenként 25 képet kell létrehozni, hogy azokat a szem összefüggő képsornak lássa. A vibrálás csökkentése érdekében a hagyományos készülékek minden képet kétszer állítanak elő. A képcső elektronnyalábjának a gyorsítófeszültsége $U = 10\,\mathrm{kV}$.

a) Mekkora sebességgel csapódnak az elektronok a gyorsítófeszültség hatására a képernyőbe?
b) Mekkora sebességgel mozog vízszintesen az elektronnyaláb?

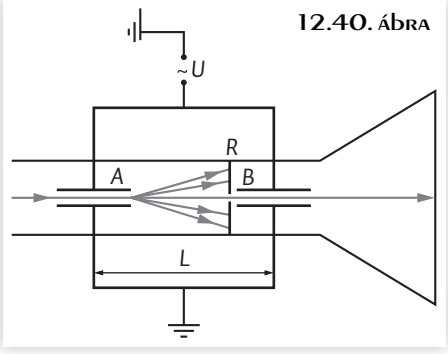


12.39. ábra

12.39. | Az elektron fajlagos töltésének meghatározására szolgáló egyik eszköz a képen látható fonálsugárcső. A külső, nagyméretű ún. Helmholtz-féle tekercspárral közelítően homogén mágneses mezőt állítunk elő. Az ebben a mezőben található csőben elektronok mozognak kör alakú pályán. Mozgásuk során a kisnyomású neongázt ionizálják, így pályájuk láthatóvá válik, és a pályasugár mérhető. A Helmholtz-tekercspár mágneses mezejének a nagyságát a következő közelítő képlet adja meg: $B = 9 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{I \cdot N}{R}$, ahol N a tekercs menetszáma, R a tekercspár sugara, és I a tekercs árama. Egy mérés során a következő adatokat kaptuk: $N = 124$, $R = 14{,}7\,\text{cm}$, $I = 0{,}77\,\text{A}$, az elektron gyorsítófeszültsége: $U_{gy} = 200\,\text{V}$, az elektron pályájának sugara $r = 8{,}5\,\text{cm}$.

a) Mekkora az elektron fajlagos töltése a mért adatok alapján?

b) A Helmholtz-tekercspár áramerősségét duplájára növelve hogyan változik az elektronpálya sugara?

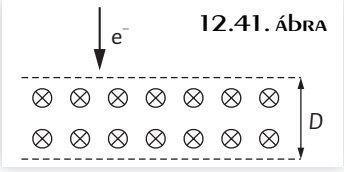


12.40. ábra

12.40. | *J. J. Thomson* után többen pontosították a fajlagos töltés mérését. *Kirchner* módszerének a lényege a következő volt: Az előzetesen U_{gy} gyorsítófeszültséggel felgyorsított, majd résekkel elvékonyított elektronnyaláb egy *A*-val jelölt rövid kondenzátor lemezpárja közé jut. A kondenzátorra nagyfrekvenciás szinuszos váltófeszültséget kapcsolunk. A szinuszosan változó elektromos mezőben az elektronok „összevissza" eltérülnek, csak azok az elektronok tudnak egyenesen továbbhaladni, amelyek éppen akkor haladnak át a kondenzátoron, amikor a kondenzátor feszültsége 0. A *B* jelű, szintén a nagyfrekvenciás feszültségforrásra kapcsolt kondenzátor elé egy újabb *R* rést teszünk. A frekvencia megfelelő megválasztásával elérhető az, hogy az *A*-ból egyenesen érkező elektronok itt is éppen 0 feszültség idején érkezzenek, így itt is irányváltoztatás nélkül haladnak tovább az ernyő felé az ábrán látható módon.

a) Amíg a feszültség frekvenciája nincs megfelelően beállítva, milyen becsapódási nyomot kapunk a foszforeszkáló ernyőn?

b) Az *A* és *B* kondenzátorok távolsága $L = 1\,\text{m}$. 1 kV-tal felgyorsított elektronokat használva azt tapasztaljuk, hogy a rendelkezésünkre álló, maximálisan 20 MHz-es frekvenciát előállító feszültségforrásunkkal a következő frekvenciáknál tapasztaltunk eltérülésmentes becsapódásokat: 9,38 MHz; 18,76 MHz. Határozzuk meg ezek alapján, mennyinek adódik a fajlagos töltés!



12.41. ábra

12.41. | Az ábrán egy $D = 10\,\text{cm}$ szélességű, igen hosszú térrészben $B = 1\,\text{mT}$ indukciójú homogén mágneses mező van. Az ábrán látható módon, az indukcióvonalakra merőlegesen elektronnyalábot lövünk ebbe a mágneses mezőbe. Mekkora feszültséggel gyorsított elektronok nem jutnak át ezen a térrészen?

12.42. | A fénysebesség hány százalékával halad az a proton, amelynek a tömege látszólag megháromszorozódott? Más részecskénél ugyanezen a sebességen következik be ez a triplázódás?

12.43. | Végezzük el az alábbi feladatokat!

a) Mutassuk meg, hogy klasszikus számítási módszerekkel nem számolhatjuk ki, hogy mekkora sebességet ér el a 300 kV-os gyorsítófeszültséggel felgyorsított elektron!

b) Számítsuk ki relativisztikus összefüggésekkel is, hogy mennyi lesz a sebessége! Használjuk fel, hogy a relativisztikus mozgási energia a következőképpen számolható: $E_{mozg} = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$, ahol m_0 a „nyugalmi”, m a mozgási tömeg, azaz az elektron mozgási energiája a teljes energia és a nyugalmi energia különbsége.

12.44. | A 2011-ig használt amerikai űrrepülőgépek tömege kb. 100 tonna volt, hosszuk 37 m. A Föld körül keringő űrrepülőgép sebességét vegyük $8\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$-nak.

a) Ekkora sebesség esetén mekkora az űrrepülőgép látszólagos relativisztikus tömegnövekedése?

b) Mekkora a hosszának látszólagos relativisztikus rövidülése? A számítás egyszerűbb, ha felhasználjuk a következő közelítéseket:

1. ha $a << 1$, (azaz $v << c$, akkor $\frac{1}{\sqrt{1-a^2}} \approx 1 + \frac{a^2}{2}$;

2. ha $a << 1$, akkor $\sqrt{1-a^2} \approx 1 - \frac{a^2}{2}$.

12.45. | Az első lézer az 1960-ban bemutatott rubinlézer volt. Ennek hullámhossza 694 nm, és csak impulzus üzemmódban működött. Ugyanebben az évben alkották meg a folyamatos üzemmódú He-Ne gázlézert, melynek szokásos hullámhossza 633 nm. Hány fotont bocsát ki egy 2 mW teljesítményű He-Ne lézer másodpercenként, 633 nm-es hullámhosszon?

12.46. | A Kaliforniában üzemelő NIF rövidítésű lézerrendszer összteljesítménye 500 TW. Egy impulzusa 10 ps-ig tart, és 1053 nm-es infravörös tartományban sugároz. Az eszközt a fúziós kísérletek céljaira fejlesztik. Ha a fotonok nem egy pontban egyesülnének, hanem az összes egy tökéletesen elnyelő lapnak ütközne merőlegesen, akkor erre a lapra mekkora erőt gyakorolnának egy impulzus alatt?

12.47. | A Szegedre tervezett, európai kísérleti „szuperlézer” (ELI) egyik részegysége 2 PW ($2 \cdot 10^{15}$ W) teljesítményű lesz, és 8 fs $8 \cdot 10^{-15}$ s idejű, rövid impulzusok kibocsátására lesz képes a röntgentartományban. (A lézer frekvenciáját vegyük $f = 10^{18}$ Hz-nek.)

a) A szuperlézer a tervek szerint 10 Hz-es frekvenciával tudja majd 8 fs-os impulzusait ismételni. Mennyi energiát sugároz ki egyperces működése alatt?

b) Egy lézerimpulzusnak mennyi az energiája?

c) Hány fotonból áll egyetlen impulzus?

d) Mekkora erőt gyakorol egyetlenegy impulzus a fotonokat tökéletesen visszaverő, tükröző, merőleges felületre?

e) Mekkora tömegű volfrám céltárgyat tudna ez a lézer 1 perc alatt 22 °C-os szobahőmérsékletről a fém 3422 °C olvadáspontjáig felmelegíteni, ha az összes foton elnyelődne?

12.48. | A 19. század legvégén a fényelektromos jelenségben az egyik legmeglepőbb az volt, hogy a jelenség pillanatszerűen játszódik le a nagyon gyenge megvilágítások esetén is. Végezzünk becslést, hogy a cézium felületéből a klasszikus számítások szerint mennyi idő alatt kellene elektronoknak kilépni, ha a fém felületétől 1 m-re egy, az egész térbe sugárzó, 5%-os hatásfokú 40 W-os izzót teszünk, amely a teljes térbe sugároz! (Ez a fényelektromos jelenségek esetében igen nagy energiának számít.) A céziumatom $2,7 \cdot 10^{-10}$ m sugarú. Tételezzük fel, hogy az atom egész területén gyűjti a kilépéshez szükséges energiát! Egy elektron kiléptetéséhez 0,6 aJ energia kell.

12.49. | Ha egy fotocellára nem kapcsolunk feszültséget, de megvilágítjuk, akkor is kapunk már egy gyenge fotoáramot. A fotocella fotokatódjának bevonata bárium-oxid, aminek a kilépési munkája 0,16 aJ.

a) Egy 2 mW-os, 632 nm hullámhosszúságú lézerrel megvilágítva a fotokatódot, mekkora maximális fotoáramot kaphatunk elvileg?
b) Mekkora lesz a kilépő elektronok maximális sebessége?
c) Mekkora lesz a beeső foton és a kilökött elektron lendületének aránya?
d) A katód és az anód közé kapcsolt ellentérnek mekkora feszültséget kell adnunk, hogy teljesen megszűnjön a fotoáram?

12.50. | Egy fotocella katódja anyagának a kilépési munkáját adott hullámhosszúságú fénnyel történő megvilágítás segítségével határozzuk meg. A fotocellát 546 nm-es hullámhosszúságú LED-del világítjuk meg. A fotocella áramát 0,82 V-os ellentérrel tudjuk megszüntetni. Mekkora a kilépési munka?

12.51. | Ismeretlen anyagú fotokatóddal ellátott fotocella katódja és anódja közé 1 μF-os kondenzátort kötünk, ami maximálisan 2,12 V-ra töltődik fel 265 nm-es UV fény hatására.

a) Milyen anyagú lehet a fotocella fotokatódja?
b) Mennyi töltés gyűlt össze a kondenzátoron?

12.52. | Egy fotocella segítségével mérjük meg a Planck-állandót. Az ismeretlen kilépési munkájú fotocellát először 430 nm-es narancssárga fénnyel, majd 610 nm-es ibolyaszínű fénnyel világítjuk meg. Az első esetben minimálisan 2,20 V-os, a második esetben 1,41 V-os zárófeszültséget kellett alkalmaznunk, hogy zérus anódáramot kapjunk.

a) Az elemi töltés ismeretében mennyit kapunk a Planck-állandóra?
b) Mekkora a fotocella kilépési munkája?

12.53. | Egy fotocella katódja és anódja közé egy kondenzátort kapcsoltunk. A fotocellát előbb 650 nm-es fénnyel világítjuk meg, majd egy ismeretlen hullámhosszúval. A második esetben a kondenzátor 0,2 V-tal nagyobb feszültségre töltődik fel. Mennyi volt az ismeretlen fény hullámhossza?

12.54. | Fényelektromos jelenség során egy 0,8 aJ energiájú foton olyan fotokatódnak ütközik, aminek kilépési munkája 0,4 aJ.

a) Mekkora lehet maximálisan a kilépő elektron lendülete?
b) Hányszorosa ez a beérkező foton lendületének?

12.55. | Egy 400 nm-es hullámhosszon működő kék lézer másodpercenként ugyanannyi, ezredmólnyi fotont bocsát ki, mint egy 600 nm-en működő piros lézer.

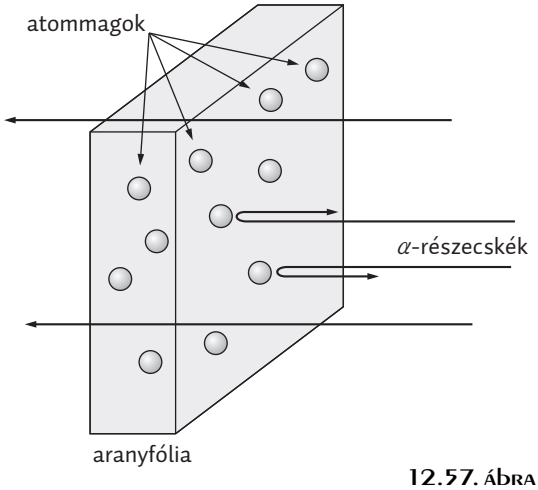
a) Hogyan aránylik egymáshoz a két lézer fotonjának energiája?

b) Mennyi a lézerek teljesítménye?

12.56. | A röntgensugárzás egyik része, az úgynevezett fékezési sugárzás, akkor keletkezik, ha a katódból kilépő elektronok becsapódnak az anódba (antikatódba), és ott hirtelen lefékeződnek. A sugárzás során az elektron mozgási energiája alakul át a röntgenfoton energiájává.

a) Ezt felhasználva határozzuk meg, hogy mekkora maximális frekvenciájú röntgenfotont tud egy 100 kV-os gyorsítófeszültségű röntgencső kelteni!

b) A röntgencső sugárzást keltő hatásfoka 0,5%. A cső áramerőssége 10 mA. Mennyi hőt kell elvezetni az antikatódról másodpercenként, ha melegedését meg akarjuk akadályozni?



12.57. ábra

12.57. | A Rutherford-kísérlet elemzésében azzal az egyszerűsítéssel élhetünk, hogy a teljes egészében visszapattanó, tehát 180°-os eltérülést szenvedő α-részecskék számának aránya egyenlő az atommagok összkeresztmetszetének és a fémfólia felületének arányával. További egyszerűsítésként azzal élhetünk, hogy az atomoknak már egyetlenegy rétege teljesen lefedi a fémfólia felületét, és a fólia belsejében is hézagmentes a kitöltés. Ezeket az egyszerűsítő feltételeket felhasználva becsüljük meg, hogy mekkora az arany atommagjának a sugara, ha feltesszük, hogy 1 μm vastagságú aranyfóliáról 100 000 becsapódó alfa-részecske közül csak kettő fog teljes egészében visszaverődni! Használjuk fel, hogy egy aranyatom sugara 143 pm!

12.58. | Az atommag felfedezése után egyes fizikusok olyan atommodellt alkottak meg, amelyben az elektronok kör alakú pályán keringenek a mag körül. Az elektromágneses hullámok elméletéből következik, hogy ha egy töltéssel rendelkező részecske körpályán mozog, akkor a körmozgás frekvenciája megegyezik az általa kisugárzott elektromágneses sugárzás frekvenciájával. Így többen a klasszikus fizika megfontolásai alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a mag körül keringő elektron folyton sugározva, spirál alakú pályán a magba zuhanna. A magba zuhanó elektron spirális pályáját közelítsük körökkel! Milyen távolságban lenne a klasszikus fizika szerint az elektron a magtól, amikor $3 \cdot 10^7$ Hz-es röntgensugárzás keletkezne? (Természetesen az atomi elektronok a kvantumfizika törvényeit követve nem esnek be az atommagba. Ez a feladat csak a klasszikus fizika határait feszegeti.)

12.59. | A Rutherford-féle szórási kísérletben egy α-részecske sebessége $5 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$.

a) Mekkora lehet az arany atommagja és az α-részecske minimális távolsága?

b) Mekkora lehet ez a minimális távolság, ha ugyanilyen mozgási energiájú protonokkal végezzük el a kísérletet?

c) Mekkora lehet ez a minimális távolság, ha ugyanilyen sebességű protonokkal végezzük el a kísérletet?

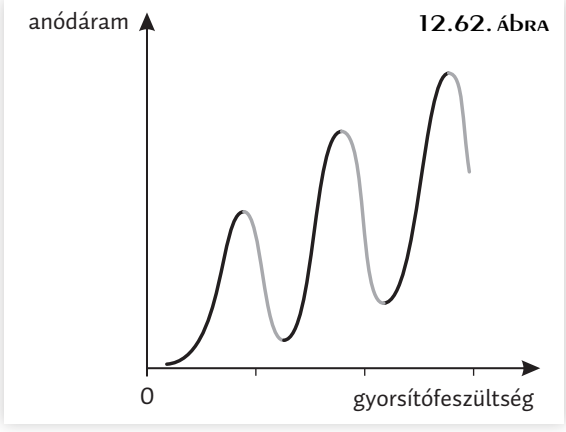
12.60. | Mekkora az első gerjesztett állapotban keringő elektron sebessége és mozgási energiája a hidrogénatomban? Ez hányadrésze az alapállapotbeli sebességnek és mozgási energiának?

12.61. | A csillagászati kutatásokban is nagy jelentősége van a hidrogénatom H_α vonalának, ami a csillagok színképében egy nagyon erős intenzitású, a vörös tartományába eső elnyelési vonalként jelentkezik. Milyen főkvantumszámok közti átmenetként jelentkezhet ez, mekkora lehet a hullámhossza?

12.62. | A Bohr-elmélet sikeréhez nagyban hozzájárult két német fizikus, *James Franck* és *Gustav Hertz* kísérleti eredménye. Egy elektroncsőben higanyatomokat elektronokkal bombáztak. Az elektronok energiáját a gyorsítófeszültséggel változtatták. A feszültséget nullától növelve azt tapasztalták, hogy egy adott feszültségig az anódáram növekedett, majd hirtelen lezuhant. Ezt úgy magyarázták, hogy az eddigi rugalmas elektron–atom-ütközés hirtelen rugalmatlanná vált, az elektron energiája az adott feszültségen elég ahhoz, hogy „beülhessen" a Hg-atom egy elektronpályájára, így a továbbhaladó elektronok száma leesik, az anódáram lecsökkent. A Hg-ban az első gerjesztéshez 0,784 aJ energia kell.

a) Mekkora feszültségnél következett be a feszültség leesése?

b) A gerjesztett Hg-atomok milyen hullámhosszúságú fényt sugároztak ki?



12.62. ábra

12.63. | Elnyelhet-e az alapállapotú hidrogénatom

a) egy 434 nm-es hullámhosszúságú fotont?

b) egy 2,5 aJ energiájú fotont?

c) egy 2,044 aJ energiájú fotont?

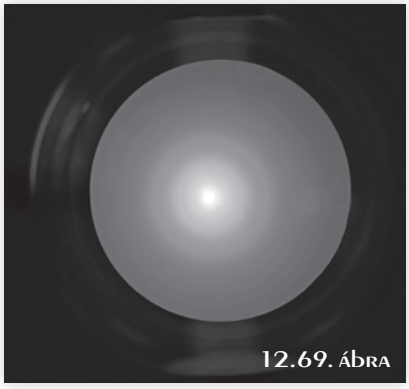
12.64. | A hidrogén elektronjait a 4-es főkvantumszámú állapotba gerjesztjük. Hány vonal jelenik meg a gáz emissziós színképében?

12.65. | Az elektron hullámhosszát egy 1950-es években írt könyv a következő képlettel adta meg: $\lambda = \sqrt{\frac{1500\,\text{kV}}{U}}\,\text{pm}$. Mutassuk meg, hogy a képlet helyes! U az elektron gyorsítófeszültségét jelöli.

12.66. | Egy elektronmikroszkóp 50 kV-os feszültséggel felgyorsított elektronokat használ. Mekkora ezeknek az elektronoknak a hullámhossza?

12.67. | Egy katódsugárcsőben az elektronok hullámhossza 10 pm. Mekkora volt az elektronok gyorsítófeszültsége?

12.68. | Fényelektromos jelenség során egy 5 eV energiájú foton cézium fotokatódnak ütközik. A cézium kilépési munkája 2 eV. Mekkora lesz a beeső foton és a kilépő elektron hullámhosszának aránya? (Lásd a **12.52.** feladatot!)



12.69. ábra

12.69. | Az elektron hullámtermészetének bemutatására *Davisson* és *Germer*, valamint *G. P. Thomson* módszerének megfelelően egy grafitrácson átlőtt elektronnyaláb interferenciáját szokták alkalmazni. Ennél az egyik interferenciagyűrűhöz tartozó hullámhossz a következő képlettel adható meg: $\lambda = \frac{d \cdot x}{2L}$, ahol $d = 142\,\text{pm}$ a grafitrács rácsállandója; $L = 13{,}5\,\text{cm}$ a grafitrács és az ernyő távolsága; x pedig az interferenciagyűrű átmérője.

a) Mekkora az x átmérő, ha az elektronokat 4 kV-os gyorsítófeszültséggel lőjük át a grafitrácson?

b) Hogyan változik az x távolság, ha a gyorsítófeszültséget növeljük?

12.70. | Válaszoljunk az alábbi kérdésekre!

a) Mekkora a de Broglie-hullámhossza a $T = 200\,\text{K}$ hőmérsékletű héliumgázban egy átlagos energiájú héliumatomnak?

b) Mekkora lesz 800 K-es hőmérsékleten a hullámhossza?

12.71. | Mekkora az atomos hidrogén első gerjesztett állapotában keringő elektronjának hullámhossza?

12.72. | Mekkora a fénysebesség 99%-ával haladó elektron de Broglie-hullámhossza? *Útmutatás:* Használjuk a relativisztikus impulzus képletét: $p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

12.73. | Egy neutron és egy elektron is áthaladt egy arany kristályrács 400 pm-es kristályközén. Mekkora volt sebességeiknek a bizonytalansága az áthaladás közben?

12.74. | Mozogjon egy elektron és egy géppuskalövedék is $1000\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$-os sebességgel! A lövedék tömege legyen $m = 0{,}01\,\text{kg}$. Tegyük fel, hogy a sebességüket 0,1%-os pontossággal tudjuk mérni. Mely határok közt tudnánk a helyüket meghatározni?

Tesztek

12.75. | Egy negatív töltésű fémlemezt megvilágítunk azonos fényerejű vörös fénnyel és polarizált kék fénnyel. A vörösre nem lépnek ki elektronok a fémből, a kékre igen. Ezután a vörös fény fényerejét megsokszorozzuk. Kilépnek-e elektronok ezután?

A) Most már a vörös fény hatására is kiléphetnek elektronok.
B) A vörös fény hatására soha nem lépnek ki elektronok, bármekkora is lesz a fényerő.
C) Csak akkor fognak a vörös fény hatására is elektronok kilépni, ha azt is polarizáljuk.
D) Ha a fémlemezt földeljük, és kellő ideig várunk, akkor ki fognak lépni elektronok.

12.76. | A cirkónium kilépési munkája 4 eV. Ezt a fémet megvilágítjuk 6 eV energiájú fotonokkal. Mi fog történni?

A) Nem dönthető el, mert a válasz csak a fény frekvenciájának vagy hullámhosszának ismeretében adható meg.
B) 2 eV maximális energiájú fotonok fognak kilépni a fémből.
C) 2 eV maximális energiájú elektronok fognak kilépni a fémből.
D) Nem történik semmi, mert a fém kilépési munkája nem elég nagy.

12.77. | Egy anyag kilépési munkája $6,63 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$. Milyen elektromágneses hullámokkal lehet ennél az anyagnál fényelektromos jelenséget kiváltani?

A) Infravörös hullámokkal és ennél kisebb frekvenciájú hullámokkal.
B) Már a látható tartományban is ki lehet váltani fényelektromos jelenséget.
C) Elektromágneses hullámokkal egyáltalán nem lehet fényelektromos jelenséget kiváltani, csak fotonokkal.
D) UV hullámokkal és ennél nagyobb frekvenciájú hullámokkal.

12.78. | Egy kutatóintézetben két azonos teljesítményű lézer van. Az egyik kék színt bocsát ki, a másik vöröset. Melyik fog egységnyi idő alatt több fotont kibocsátani?

A) A kék.
B) A vörös.
C) Egyforma mennyiségű fotont bocsátanak ki.

12.79. | Egy fémet megvilágítunk 5 eV energiájú fotonokkal. Ennek hatására 2 eV energiájú elektronok lépnek ki. Ezután a megvilágító fény frekvenciáját felére csökkentjük. Milyen energiájú elektronok lépnek ki ezt követően?

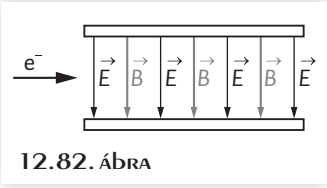
A) Nem lépnek ki elektronok.
B) 0,5 eV energiájúak.
C) 1 eV energiájúak.
D) 4,5 eV energiájúak.

12.80. | Egy 2 mW-os lézer a fényelektromos hatás révén egy fotocella katódjából 2 eV energiájú elektronokat üt ki, amelyek 1 mA-es anódáramot eredményeznek. Ezt követően ugyanolyan hullámhosszúságú 4 mW-os lézer fényével világítjuk meg a fotocellát. Mit tapasztalunk?

A) A kilépő elektronok energiája nő, az anódáram változatlan marad.
B) A kilépő elektronok energiája változatlan marad, az anódáram nő.
C) A kilépő elektronok energiája és az anódáram is nő.
D) A kilépő elektronok és az anódáram is változatlan marad.

12.81. | Egy elektront először U feszültséggel gyorsítottunk, ennek eredményeként λ_1 lett a hullámhossza. Ezt követően $2U$ feszültséggel gyorsítottuk, ami λ_2 hullámhosszt eredményezett. Határozzuk meg a $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ arányát!

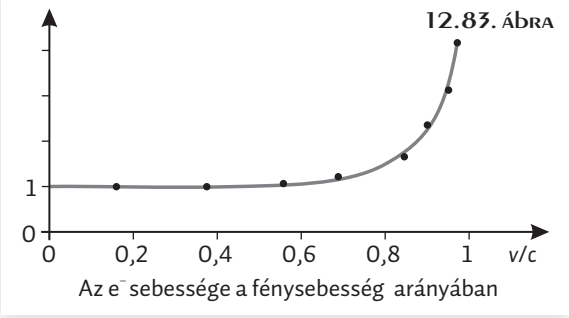
A) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.
B) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{2}$.
C) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$.
D) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 2$.



12.82. ábra

12.82. | Egy elektronnyaláb olyan téren halad keresztül, ahol a homogén elektromos mező és a homogén mágneses mező erővonalai egymással párhuzamosak. Milyen mozgást végezhet az elektronnyaláb ebben a térben?

A) A nyaláb ebben a térben haladhat úgy is, hogy nem térül el.
B) A nyaláb csak a papír síkjában térülhet el.
C) A nyaláb a papír síkjára merőleges síkban térülhet el.
D) A nyaláb mindkét síkban eltérülve fog mozogni.



12.83. ábra
Az e⁻ sebessége a fénysebesség arányában

12.83. | A grafikon egy katódsugaras vizsgálat eredményeit ábrázolja. Mi lehet a függőleges, y tengely mentén ábrázolva?

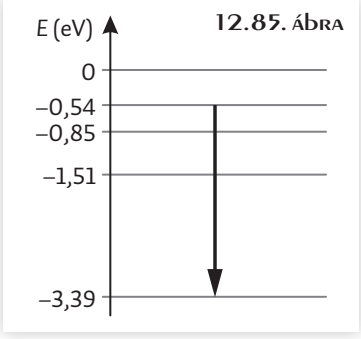
A) Az elektron töltése.
B) Az elektron által kisugárzott elektromágneses hullámok frekvenciája.
C) Az elektron tömege.
D) Az elektron fajlagos töltése.

12.84. | Az alábbi jelenségek közül melyik az, ami az időtágulás jelenségével kapcsolatos?

A) Minél rövidebb idejű lézerimpulzust állítunk elő, annak egyre rövidebb lesz a hullámhossza.
B) Egy nagyon rövid élettartalmú, kozmikus sugárzásban keletkező részecskét a földfelszínen is detektálnak, pedig terjedési sebességéből és keletkezési helyéből következtetve nem érhetné el a földfelszínt.
C) Egy nagy sebességgel mozgó űrhajó atomórája gyorsabban jár, mint a földi laboratóriumban álló atomóra.
D) A távoli galaxisok színképében a frekvenciák eltolódását tapasztaljuk.

12.85. | Az ábrán a hidrogénatom energiaszintjei közötti átmenet egy részletét ábrázoltuk. Mekkora ebben az esetben a kisugárzott foton energiája?

A) $-2{,}54\,\text{eV}$.
B) $-3{,}93\,\text{eV}$.
C) 2,85 eV.
D) 3,93 eV.



12.85. ábra

12.86. | Egy foton és egy nyugvó elektron rugalmasan ütközik. Az ütközés következtében az elektron egy adott irányban elpattan. Hogyan változik meg ennek következtében a foton?

A) A foton sebessége csökken.
B) A foton frekvenciája csökken.
C) A foton frekvenciája nem változik, de lendülete és energiája igen.

12.87. | Egy azonos sebességbizonytalanságú elektron és proton közül melyiknek tudjuk pontosabban megadni a helyét a Heisenberg-féle határozatlansági reláció alapján?

A) A protonnak.
B) Az elektronnak.
C) Egyforma pontossággal tudjuk megadni mindkettőnek.

12.88. | A hidrogénatom Bohr-modelljében az $n = 1$-hez, vagy az $n = 2$-höz tartozó főkvantumszámú elektronnak lesz nagyobb a periódusideje?

A) Az $n = 1$-hez tartozónak.
B) Az $n = 2$-höz tartozónak.
C) A két periódusidő azonos lesz.

12.89. | Egy elem elektronszerkezete a következő: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^2$. Melyik elemről van szó?

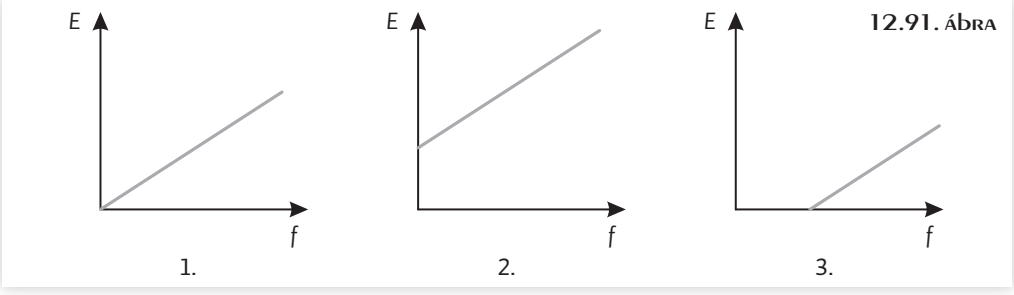
A) Szénről.
B) Alumíniumról.
C) Mangánról.
D) Szilíciumról.

12.90. | Egy neutron és egy elektron sebessége azonos. Melyiknek lesz nagyobb a hullámhossza?

A) Az elektronnak.
B) A neutronnak.
C) Egyenlő lesz.

12.91. | Az alábbi grafikonok a fényelektromos jelenségnél a kilépő elektronok maximális mozgási energiáját ábrázolják a megvilágító fény frekvenciájának függvényében. Melyik ábra a helyes?

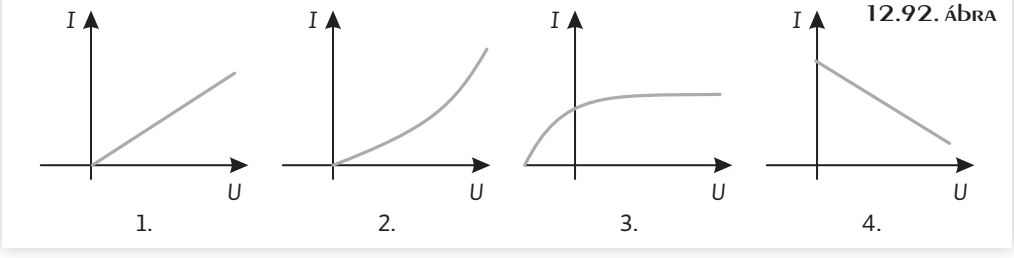
A) 1. ábra.
B) 2. ábra.
C) 3. ábra.



12.91. ábra

12.92. | Az alábbi grafikonok a fényelektromos jelenségnél egy fotocella anódáramát ábrázolják a fotocellára kapcsolt feszültség függvényében. A fotocellát küszöbfrekvencia feletti fotonokkal világítjuk meg. Melyik ábra lehet helyes?

A) 1. ábra. B) 2. ábra. C) 3. ábra. D) 4. ábra.



12.92. ábra

Esszékérdések

12.93. | *A foton és az elektron kettős természete*
Ismertesse a fény természete körül zajló fontosabb fizikatörténeti vitákat! Térjen ki a fény hullámtermészetét eldöntő kísérletre, majd a részecsketermészet melletti érvekre! Az elektronnal kapcsolatban is ismertessen olyan jelenségeket és kísérleteket, amelyek a részecske-, illetve a hullámtermészet mellett bizonyító erejűek! A fejtegetés közben ne feledkezzen meg a legfontosabb fizikusok korban való elhelyezéséről sem! (Az elektron felfedezésének körülményeit nem kell ismertetnie.)

12.94. | *Az atommodellek fejlődése*
Ismertesse röviden a Thomson-féle atommodelltől a kvantummechanikai atommodellig a legfontosabb atommodelleket a következő szempontok szerint!
a) Mi a modell előzménye?
b) Mi a modell lényege?
c) Mire adott választ?
d) Mik voltak a hiányosságai? Mi volt a cáfolata?
(Az esszé során Thomson, Rutherford, Bohr és de Broglie modelljét kell érintenie.)

Kihívást jelentő feladatok

12.95. | Egy fantáziadús diák elgondolkodott egyszer a de Broglie-féle $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ összefüggésen. Eszébe jut, hogy egy órai feladatnál egy 10 g-os puskagolyó hullámhosszát számították ki $1000\frac{m}{s}$-os sebességénél, amire nagyon kis értéket kaptak. Erre fizikatanárának az volt a megjegyzése, hogy ez annyira kicsi hullámhossz, hogy kimutathatatlan. A diák azonban úgy gondolkodott, hogy semmi nem tiltja, hogy egy test kisebb sebességgel menjen. Ha kisebb sebességgel megy, akkor pedig nő a hullámhossza. Elképzelhető az is, hogy annyira lassan megy, hogy szinte már áll, és akkor a hullámhossza akár 1 cm is lehet, amit már biztosan észre lehet venni.
a) Számítsuk ki, hogy mekkora sebességnél lesz a lövedék de Broglie-hullámhossza 1 cm!
b) Vizsgáljuk meg, van-e realitása ilyen kis sebességnek! Mi a véleményünk a diák gondolatmenetéről?

12.96. | Egy fizikatanár a fényelektromos alapjelenséget egy frissen megcsiszolt alumíniumlappal mutatja be. (Az alumíniumlap megcsiszolása azért szükséges, hogy a zavaró oxidréteget eltávolítsa.) Az alumíniumlapot az elektroszkópra erősíti, és $-1\mu C$ töltéssel tölti fel. Ezt követően egy szoláriumokban használatos UV lámpával megvilágítja. Az UV lámpának 15 W-nyi teljesítménye esik az alumíniumlapra. A lámpa hullámhossza $\lambda = 440\,nm$ és 290 nm közötti tartományba esik, és az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a teljesítmény egyenletesen oszlik el a hullámhossz függvényében. Megfigyelhetjük, hogy az alumíniumlap pillanatszerűen veszti el töltését. Adjunk becslést, hogy mennyi az elméletileg elképzelhető legrövidebb idő, ami alatt az elektroszkóp elveszti töltését! Az alumínium kilépési munkája 0,68 aJ.

13. | Magfizika

Alapozófeladatok

Az atommag és a kötési energia

13.1. | Az alábbi táblázatban néhány elem adatait kell kiegészíteni!

Izotóp	Magban lévő protonok száma	Tömegszám	Magban lévő neutronok száma
$^{222}_{86}\mathrm{Rn}$			
	92		146
		60	33
	19	40	

13.2. | Határozzuk meg, hogy az alábbi magreakciókban mi kerülhet *X*, *Y*, *Z*, *Q* helyére! (*p*: proton, *n*: neutron)

a) $X + {}^{14}_{7}\mathrm{N} = {}^{11}_{5}\mathrm{B} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$.
b) ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + Y = {}^{3}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}p$.
c) ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{27}_{13}\mathrm{Al} = Z + n$.
d) ${}^{1}_{0}n + {}^{32}_{16}\mathrm{S} = {}^{33}_{16}\mathrm{S} + Q$.

13.3. | Pista annyira emlékszik fizikaóráról, hogy a radiokarbon szén, azaz a ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ a levegő nitrogénjéből keletkezik a kozmikus sugárzás hatására. Arra viszont már nem emlékszik, hogy ez neutronsugárzás vagy protonsugárzás következtében játszódik-e le. Melyik lehet a kettő közül, és miért? Írjuk fel a magreakció egyenletét!

13.4. | Határozzuk meg az arany atommagjának sugarát! Használjuk fel azt, hogy egy mag sugarának méretét a következő képlettel tudjuk megbecsülni: $R = R_0 \cdot \sqrt[3]{A}$, ahol R_0 egy állandó, *A* pedig a tömegszám! $R_0 = 1{,}2 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{m}$.

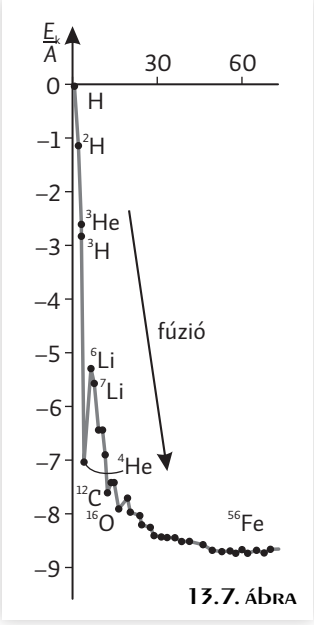
13.5. | Az előző feladatban szereplő, a mag sugarára vonatkozó képlet alapján becsüljük meg, hogy az urán magjának sugara hányszorosa az arany magjának!

13.6. | Mi a hiba az alább felírt atommagokban?

a) ${}^{1}_{2}\mathrm{H}$.
b) ${}^{4}_{2}\mathrm{H}$.
c) ${}^{7}_{6}\mathrm{C}$.
d) ${}^{238}_{91}\mathrm{H}$.

13.7. | A mellékelt ábrán az egy nukleonra jutó (fajlagos) magenergia grafikonjának egy részletét látjuk. (Az értékek MeV-ban vannak megadva.) A grafikon alapján becsüljük meg, hogy mennyi a következő elemek kötési energiája!

a) ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$.
b) ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$.
c) Igaz-e, hogy a nagyobb nukleonszámú stabil elemnek mindig nagyobb a kötési energiája, mint egy kisebb nukleonszámúnak?



13.7. ábra

13.8. | Az atomi tömegegység értéke: $1\,m_u\,(\mathrm{ATE}) = 1{,}660538921 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$. (Manapság az atomi tömegegység elfogadott jele egyszerűen *u*.) A hidrogén atomtömege atomi tömegegységben: 1,007825, a neutroné: 1,008665.

a) Mennyi a $^{12}_{6}\mathrm{C}$ szén atomtömege kilogrammegységben (6 értékes jegy pontossággal)?

b) Mennyi a szén kötési energiája?

13.9. | Végezzük el az alábbi számításokat!

a) Számítsuk ki, hogy mennyi a tömeghiány a deutérium ($^{2}_{1}\mathrm{H}$) esetén, ha kötési energiája $0{,}356\,\mathrm{pJ}$ ($2{,}224\,\mathrm{MeV}$)!

b) A tömeghiány hány százaléka a teljes tömegnek, ha a deutérium tömege 2,014102 m_u? (m_u az atomi tömegegység jele.)

13.10. | A $^{56}_{26}\mathrm{Fe}$ atomnál megfigyelhető tömeghiány hány százaléka a teljes tömegének? A vasatom tömege $9{,}2882 \cdot 10^{-26}\,\mathrm{kg}$. Egy nukleonra jutó kötési energiája $1{,}4082\,\mathrm{pJ}$.

13.11. | Számítsuk ki az egy nukleonra jutó kötési energiát az alábbi atomokra!

a) $^{2}_{1}\mathrm{D}$. **b)** $^{4}_{2}\mathrm{He}$. **c)** $^{238}\mathrm{U}$.

Tömegadatok: proton: $1{,}67262 \cdot 10^{-27}$ kg, neutron: $1{,}67492 \cdot 10^{-27}$ kg, hidrogénatom: $1{,}67353 \cdot 10^{-27}$ kg, deutériumatom: $3{,}34450 \cdot 10^{-27}$ kg, héliumatom: $6{,}64648 \cdot 10^{-27}$ kg, uránatom: $3{,}95293 \cdot 10^{-25}$ kg.

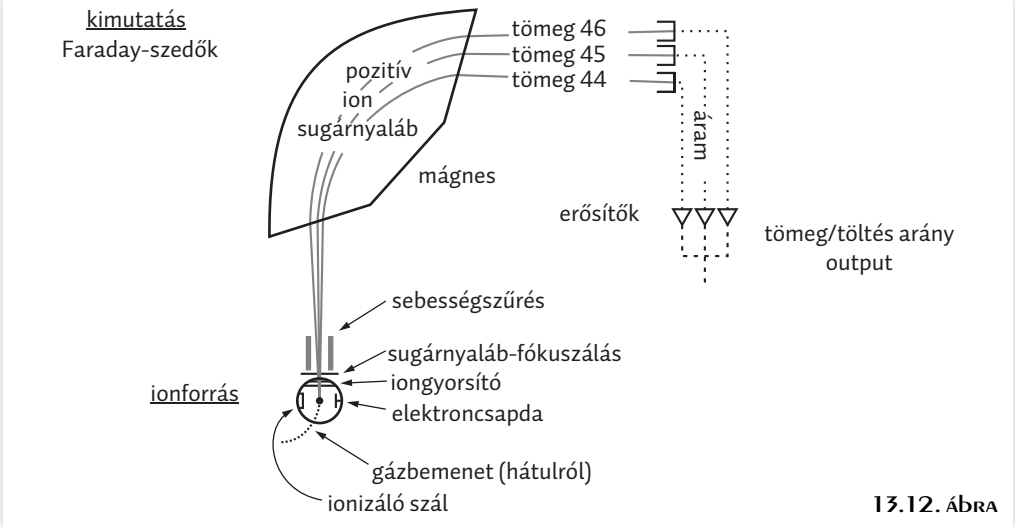
13.12. | Az atommag tömege mérésének az eszköze a tömegspektrométer. Elvi vázlatát az ábra mutatja. Az ionforrásból érkező sugárnyalábot a mágneses mező téríti el és választja szét tömegarány szerint.

a) Az ábrán látható eszköznél milyen irányú a homogén mágneses mező?

b) Indokoljuk meg, hogy a nagyobb, 46-os tömegszámú ion miért mozog nagyobb sugarú körív mentén!

c) Miért a tömeg/töltés arány szerepel az output adatok között, miért nem csak a tömeg?

d) Mekkora sugarú körívet írna le az α-részecske homogén mágneses mezőt feltételezve, $2\,\mathrm{T}$ indukciójú mágneses térben, ha a sebessége $10^7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$? (Tömegét, töltését keressük ki a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ból!)



13.12. ábra

Radioaktivitás és alkalmazásai

13.13. | Mi lesz a leányelem az alábbi bomlásoknál? (Az utolsó kettőnél szándékosan nem adtuk meg a bomlás típusát, azt ki kell találni.)

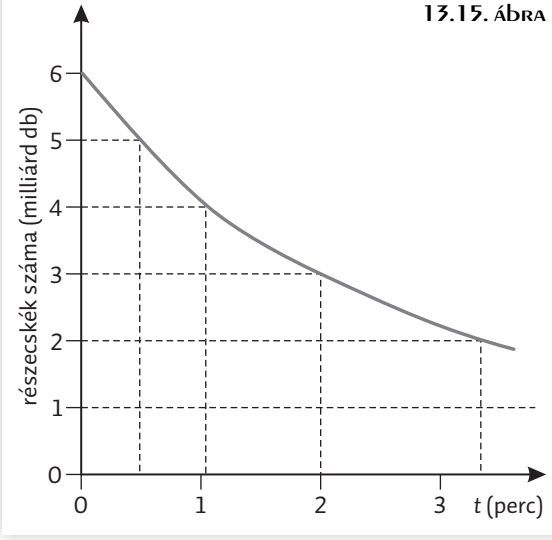
a) ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ β^--bomlása.
b) ${}^{194}_{77}\mathrm{Ir}$ β^--bomlása.
c) ${}^{13}_{8}\mathrm{O}$ β^+-bomlása.
d) ${}^{224}_{88}\mathrm{Ra}$ α-bomlása.
e) ${}^{241}_{95}\mathrm{Am}$ α-bomlása.
f) trícium bomlása.
g) ${}^{6}_{2}\mathrm{He}$ bomlása.

13.14. | A radioaktivitás egyik elég gyakori fajtája az, amikor az atommag az atom legbelső atompályáról befog egy elektront (K-befogás). Ekkor a magban a következő reakció játszódik le: ${}^{-}_{0}\mathrm{e} + {}^{1}_{1}p = {}^{1}_{0}n + \nu$ (A ν neve neutrino, nagyon könnyű, semleges részecske.) Ilyen bomlás következik be a ${}^{56}_{28}\mathrm{Ni}$-izotópnál. Írjuk fel a leányelemét!

13.15. | Az ábrán radioaktív részecskék számának alakulását ábrázoltuk az idő függvényében.

a) Állapítsuk meg, hogy mennyi a felezési idő!
b) Mikor csökken a részecskeszám a negyedére?
c) Határozzuk meg, hogy mennyi részecske lesz 8 perc múlva!
d) Mikor lesz a részecskeszám 0,75 milliárd darab?

13.15. ábra



13.16. | Válaszoljunk a felezési idő fogalma alapján a következő kérdésekre!

a) Egy intézet ${}^{194}_{77}\mathrm{Ir}$-készletének fele 19 nap alatt bomlik el. Hányadrésze bomlik el 38 nap alatt?
b) Egy intézet ${}^{82}_{35}\mathrm{Br}$-készletének $\frac{3}{4}$ része 72 óra alatt bomlik el. Mekkora a felezési ideje a brómizotópnak?
c) A ${}^{74}_{36}\mathrm{Kr}$ radioaktív izotóp, felezési ideje 18 perc. Mennyi idő alatt bomlik el a kiindulási mennyiség $\frac{7}{8}$ része?
d) Az ${}^{57}_{28}\mathrm{Ni}$-izotóp β^+-bomlással, 37 óra felezési idővel bomlik. Mi lesz a leányeleme? Egy 16 mg izotóptartalmú preparátumnak mikor lesz 1 mg-nyi az ${}^{57}_{28}\mathrm{Ni}$-tartalma?

13.17. | Válaszoljunk az alábbi kérdésekre!

a) Az ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ bomlási sorában egy vizsgált elemig hat α-bomlás és három β-bomlás következett be. Mi a vizsgált izotóp?
b) A ${}^{232}_{90}\mathrm{Th}$ bomlási sorában egy vizsgált elemig öt α-bomlás és három β-bomlás következett be. Mi a vizsgált elem?

13.18. | Mennyi az aktivitása az alábbi radioaktív anyagoknak?
- **a)** Ezredmólnyi mennyiségű $^{46}_{19}\mathrm{K}$-nak, ha a felezési ideje 115 s.
- **b)** 46 μg $^{46}_{19}\mathrm{K}$-nak.
- **c)** 1 g $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$-nak, ha felezési ideje 3,825 nap.

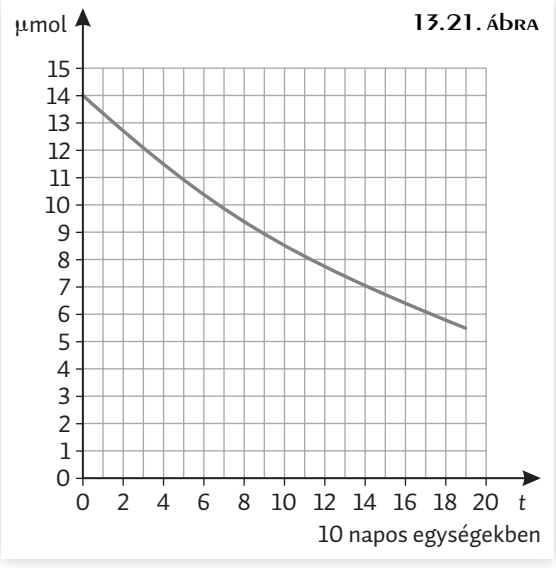
13.19. | Korábban az aktivitás alapegységének a curie-t tekintették, ami 1 g $^{226}_{88}\mathrm{Ra}$ aktivitásával egyezett meg. A curie (Ci) hány Bq-nek felel meg, ha a rádium felezési ideje 1604 év?

13.20. | Hétfőn a katasztrófavédelem szakemberei a szeméttelepen kidobva egy ismeretlen radioaktív preparátumot találtak, amelynek tokjára az volt írva, hogy $\mathcal{A} = 160\,\mathrm{kBq}$. A hét egymást követő napjain, adott órában rendszeresen megmérték az aktivitását, amit az alábbi táblázatban tüntettünk fel kBq-egységekben.

Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek
80	63,5	50	40	31,7

- **a)** Mikor csomagolhatták a preparátumot, amikor a 160 kBq-es felirat is rákerülhetett?
- **b)** Mennyi lesz az aktivitása vasárnap?
- **c)** Mikor csökken az aktivitása 10 kBq alá?

13.21. | A grafikon a $^{74}_{34}\mathrm{Se}$ aktivitását ábrázolja az idő függvényében.
- **a)** Mennyi a szelén fenti izotópjának felezési ideje?
- **b)** Hány darab szelénatom van $t = 0$-kor?
- **c)** Mennyi $t = 0$-kor az aktivitása?
- **d)** Mennyi lesz az aktivitása 120 nap után?
- **e)** Mennyi lesz a szelén mennyisége 240 nap múlva?
- **f)** Mikor csökken a szelén mennyisége 1,75 mikromólnyi mennyiség alá?
- **g)** Mennyi a szelén mennyisége 40 nap után?



13.21. ábra

13.22. | A természetes vizek is mutatnak némi aktivitást tríciumtartalmuk miatt. Ennek értéke kb. $6\,\frac{\mathrm{Bq}}{\mathrm{liter}}$. Az emberi test 70%-a víz.
- **a)** Ez alapján becsüljük meg, hogy egy átlagosan 70 kg-os embernek mennyi a tríciumból származó aktivitása!
- **b)** Hány százaléka ez egy 70 kg-os ember, főként a csontjaiban lévő $^{40}\mathrm{K}$-bomlásából adódó összes aktivitásának, ha azt kilogrammonként 85 Bq-nek vehetjük?

13.23. | A vizek természetes deutériumtartalma változó, a különböző helyekről származó vizekben ez az arány 1 : 3500–1 : 5500 között változhat. Minek lehet nagyobb deutériumtartalma, egy patak vízének az Őrségben, vagy a nyári aszály idején a kiszáradás határán lévő, Szeged melletti Nagyszéksós-tónak?

13.24. | A trícium természetes módon a kozmikus sugárzásban, elsősorban a levegő nitrogénjéből képződik neutronok hatására.

a) Írjuk fel a megfelelő magreakciót!

b) A forrásvizek sokkal kisebb tríciumaktivitást mutatnak, mint a patakvizek. Mi lehet ennek az oka?

c) Mi lehet az oka annak, hogy a termálvizek sokkal nagyobb aktivitást mutatnak, mint a tríciumból származó $6\,\frac{\text{Bq}}{\text{liter}}$-es aktivitás?

13.25. | Egy bort 100 évesként árulnak. A borról kiderül, hogy a tríciumaktivitása negyede egy frissen palackozott borénak. Lehet-e százéves ez a bor? A trícium felezési ideje 12,3 év.

13.26. | A $^{14}_{6}\text{C}$ felezési ideje 5730 év. Származhat-e Krisztus korából az a fából készült lelet, ami az egyensúlyi aktivitásérték felét mutatja?

Maghasadás, láncreakció

13.27. | Egy urán atommag hasadásakor mintegy $3,3 \cdot 10^{-11}$ J (kb. 200 MeV) energia szabadul fel. A paksi erőmű egy blokkjának hőteljesítménye 1485 MW. Feltételezve, hogy minden energia csak a maghasadásból származik, mennyi bomlás történik a reaktorban másodpercenként?

13.28. | A paksi erőmű egy reaktorában alkalmazott üzemanyagtöltet 42 t urán-dioxidot (UO_2) tartalmaz. Ennek a 42 tonnának 7%-át vegyük az oxigénnek. A dúsítás 3,8%.

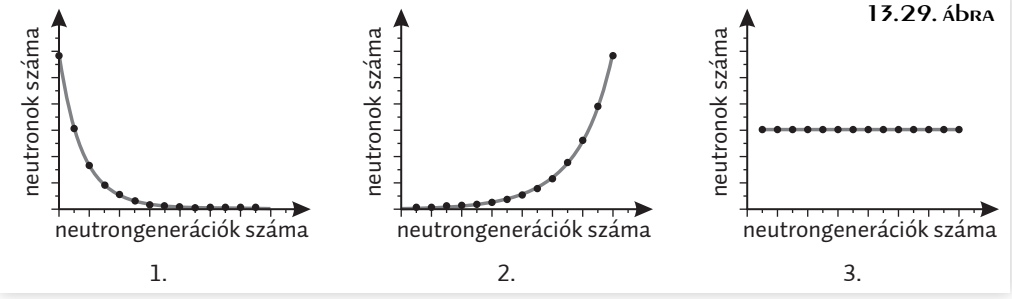
a) Számítsuk ki, hogy hány kilogramm ^{235}U-ös van a friss üzemanyagban!

b) Egy kilogramm ^{235}U hasadásakor $8,4 \cdot 10^{13}$ J szabadul fel. Mennyi energiát képes megtermelni a reaktorban lévő hasadóképes urán mennyisége, ha mind el tud bomlani?

c) 1 kg ^{235}U hasadásakor hányszor annyi hő szabadul fel, mint a legjobb minőségű fűtőanyag 1 kg-jának égésekor? Lásd a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban!

13.29. | Az alábbi három grafikon egy reaktor indítását (A), stabil működését (B) és leállítását (C) jellemzi. Párosítsuk a megfelelő számokhoz a megfelelő betűket!

13.29. ábra



13.30. | Nemcsak a 235-ös tömegszámú urán képes a neutronokkal kiváltott láncreakcióra, hanem például a $^{239}_{94}\text{Pu}$ is. A plutónium maghasadása után mennyi lesz a keletkező neutronok száma, ha a két keletkezett mag a $^{144}_{56}\text{Ba}$ és a $^{94}_{38}\text{Sr}$?

Fúzió

13.31. | Mit kell *X*, *Y*, *Z*, *Q*, illetve *a* és *b* helyére írnunk az alábbi fúziós reakcióknál? Egészítsük ki a megfelelő tagokkal az alábbiakat!

a) $X + X = {}^{3}_{2}\mathrm{He} + Y$. **b)** $Z + Z = {}^{3}_{1}\mathrm{H} + Q$. **c)** ${}^{7}_{3}\mathrm{Li} + a = b + b$.

13.32. | A Napban lejátszódó proton–proton ciklus összesen 4,277 pJ (26,73 MeV) energiát termel. Ennek reakcióegyenlete a részlépések összevonása után: $4\,{}^{1}_{1}\mathrm{H} = {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2e^{+} + 2\nu + 2\gamma$.

a) Mennyi energia keletkezik 1 kg hidrogénből a fúzió során?

b) Hasonlítsuk ezt össze a hidrogén kémiai égése során felszabaduló energiamennyiséggel! A hidrogén égéshője $141,8\,\frac{\mathrm{MJ}}{\mathrm{kg}}$.

Ionizáló sugárzások

13.33. | A szemlencsét érő 3 Gy feletti sugárzás hályogot okoz, ezt a ritka betegséget sugárkataraktának nevezik. A szemlencse tömege 0,22 g. Hány joule energiájú ionizáló sugárzás érte a szemlencsét, ha kialakult ez a betegség?

13.34. | Egy egész testet érő, 1 Gy nagyságú sugárterhelés egy arra érzékeny embernél már rosszullétet okoz (hányás, hasmenés stb.).

a) Egy 70 kg-os embernél ez hány joule elnyelt energiát jelent?

b) Hány α-részecske elnyelődése esetén éri ekkora sugárzás a szervezetet, ha az α-részecskék energiája $1,12 \cdot 10^{-12}$ J?

13.35. | Egy Amszterdam–Tokió 15 órás repülőúton 55,6 μSv sugárterhelés éri a légi közlekedésben részt vevőket. Hány naponta repülhet ezen az útvonalon a személyzet, hogy az éves 20 mSv-es ajánlott foglalkozási dóziskorlátot ne érjék el?

13.36. | Az Európai Unió és a WHO által ajánlott radonbomlásból származó aktivitási határérték az új építésű házaknál: $200\,\frac{\mathrm{Bq}}{\mathrm{m}^3}$. Egy ház építésénél azt tapasztalták, hogy ezt a határértéket meghaladja a radon okozta aktivitáskoncentráció, ezért újból leszigetelték a padlót, hogy a gáz talajból való szivárgását megakadályozzák. Ezt követően újra lemérték az aktivitást, amit $150\,\frac{\mathrm{Bq}}{\mathrm{m}^3}$-nek mértek. A lakást légmentesen lezárták és 4 nap után újra megmérték az aktivitást. Most $100\,\frac{\mathrm{Bq}}{\mathrm{m}^3}$ aktivitást mértek. Jutott-e újabb radon a lakásba? (A radon felezési ideje 3,82 nap.)

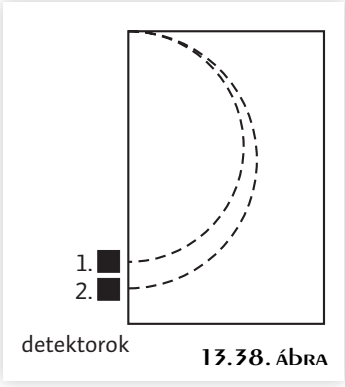
Gyakorlófeladatok

13.37. | Határozzuk meg az arany atommagjának sűrűségét! Használjuk fel, hogy egy mag sugarát a következő képlettel tudjuk megbecsülni: $R = R_0 \cdot \sqrt[3]{A}$, ahol *A* a tömegszám.

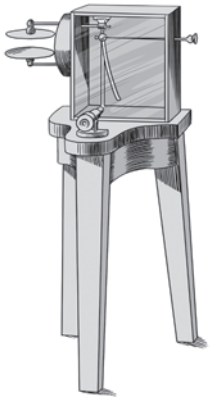
13.38. | Egy tömegspektrométerrel ionizált héliumizotópokat vizsgálunk. A héliumnak két stabil izotópja van, a 3-as és a 4-es tömegszámú. Az izotópokat először 5 kV-os feszültséggel felgyorsítjuk, majd 0,2 T erősségű homogén mágneses mezőbe vezetjük, ahol egy félkört írhatnak le a detektorokba csapódásig az ábra szerint.

a) Milyen irányú mágneses mezőt kell alkalmazni?

b) Mekkora lesz az egyes becsapódási helyek egymástól mért távolsága?



13.38. ábra


13.39. ábra

13.39. | A rajzon egy korai sugárzásmérő műszer látható, ami a mai ionizációs kamrák ősének tekinthető. Működési elvét szemlélteti az alábbi feladat: Tegyük fel, hogy a kondenzátor kapacitása 1 μF, feszültsége 1000 V. A kondenzátor fegyverzetei közé egy radioaktív izotópot teszünk 1 percre. Ennek következtében a kondenzátor feszültsége 500 V-ra esik le. Mekkora volt a minta átlagos aktivitása?

Adatok: Az izotóp α sugárzó volt, α-sugárzásának energiája $4{,}59 \cdot 10^{-13}$ J. A levegőben egy ionpár létrehozása $5{,}1 \cdot 10^{-17}$ J energiát igényel.

13.40. | Egy 10 g-os anyagmintáról tudjuk, hogy valamennyi káliumot tartalmaz. A kálium izotópjai között 0,0119%-ban ^{40}K radioaktív izotópot találunk. Megmérve az anyag aktivitását, azt 292 Bq-nek találtuk, amiről feltételezzük, hogy ez mind a káliumtól ered. A ^{40}K felezési ideje 1,3 milliárd év. Tömegének hány százaléka kálium?

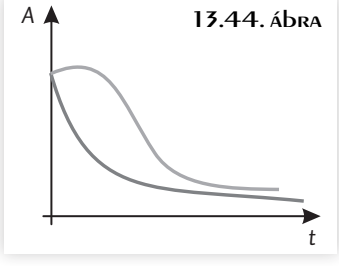
13.41. | Származhat-e a honfoglalás korából az a lelet, amelynek a radiokarbon aktivitása $\frac{3}{4}$ része a napjainkban létező aktivitásának? A ^{14}C felezési ideje 5730 év.

13.42. | *Ernest Rutherford* ismerte fel elsőként azt, hogy egy kőzet kora meghatározható az urán–ólom arány alapján, ha a kőzetbe nem kerülhet be máshonnan ólom, csak a bomlási sorból. A módszer az $^{238}_{92}$U bomlási során alapszik, amelyben meghatározó szerepe van az urán 4,5 milliárd éves felezési idejének, az összes többi elem felezési ideje ehhez képest elhanyagolható. A bomlási sor vége az $^{206}_{82}$Pb elem.

a) Mekkora lehet annak a kőzetnek a kora, amely tonnánként 4 g uránt és 2 g ólmot tartalmaz?

b) Magyarországon a legrégebbi kőzet a Mórágyi-rögben található gránit, aminek a korát 1 milliárd évre teszik. Ebben mekkora lehet az urán–ólom arány?

13.43. | Egy tonna kőzetben átlagosan 4 g urán van. Mennyi egy ekkora kőzettömb ettől az elemtől származó aktivitása? Ennek hány százaléka származik az urán 235-ös izotópjától?



13.44. ábra

13.44. | A grafikon egy radioaktív preparátum aktivitásának időbeli lefolyását ábrázolja. A fekete grafikon a $^{208}_{81}$Tl aktivitásváltozását ábrázolja, a szürke egy másik radioaktív mintáét. Mi magyarázhatja a szürke grafikonnak a talliumtól eltérő „rendellenességét”?

13.45. | *Henri Becquerel* 1902-ben felfedezte azt, hogy az uránércből ki tudja nyerni annak aktív anyagát, az akkoriban még közelebbről nem ismert urán-X-et. Az urán-X rövid idő alatt elveszti sugárzóképességét, magának az uránércnek viszont, amely az urán-X-nek a kivonása után inaktív volt, visszatért az aktivitása. A jelenséget megmagyarázni nem tudta, mivel akkoriban a bomlási sorok még nem voltak ismertek. Mi a magyarázata Becquerel megfigyelésének?

13.46. | A ^{14}C izotóp 5730 év felezési idővel β-bomló. Egy nagy darab megszenesedett fa most 10^{-10} mol ^{14}C izotópot tartalmaz.

a) Mennyi most az anyag aktivitása?
b) Mi a leányeleme?
c) Mennyi lesz az aktivitása 10 000 év múlva?
d) Mennyi idő alatt csökken az aktivitás a kezdeti érték 10-ed részére?

13.47. | Egy ember pajzsmirigyét vizsgálják. A szervezetébe $^{131}_{53}I$ izotópot juttatnak, amelynek felezési ideje 8 nap. A jódizotóp β-sugárzó, és egy β-részecske átlagos energiája 0,1 pJ. Az orvos úgy kívánja az izotópot adagolni, hogy az ne jelentsen 20 mSv-nél nagyobb többletterhelést a 40 g-os pajzsmirigyre vonatkozóan. A jód jelentős része a pajzsmirigyben felhalmozódik, ezért a biológiai kiürülésétől eltekintünk.

a) Maximálisan mekkora tömegű izotópot juttathat a beteg szervezetébe? A β-részecske minőségi tényezője 1.
b) Mennyi a beadott izotóp aktivitása?

13.48. | Az orvosi gyakorlatban a PET-vizsgálatokhoz egyre gyakrabban alkalmazzák a $^{18}_{9}F$ izotópot, amely 110 perces felezési idővel pozitronbomló. A szervezetből is gyorsan távozik, mert egy glükózmolekulához kapcsolódva 90 perc alatt a fele kiürül a vizelettel.

a) Mi a $^{18}_{9}F$ leányeleme?
b) Hány fluoratomot juttatnak a szervezetbe, ha a beadáskor az aktivitás 10 kBq?
c) Mennyi idő alatt csökken a beadott izotóp aktivitása a kezdeti érték felére?

Útmutatás: Ha a felezési időt *T*-vel, a biológiai kiürülés felezési idejét *B*-vel jelöljük, akkor a bomlási törvényt a következő alakban használhatjuk: $N_t = N_0 \cdot 2^{-\left[\frac{t}{T}+\frac{t}{B}\right]}$.

13.49. | A ^{210}Po α-sugárzó izotóp, egy α-részecske energiája 5,2 MeV. Felezési ideje 138 nap.

a) Mi a leányeleme?
b) Mennyi 1 g polónium sugárzási teljesítménye?
c) Hogyan változik ez a sugárzási teljesítmény az időben?
d) A $^{210}_{84}Po$-ot leggyakrabban úgy állítják elő, hogy $^{209}_{83}Bi$-at neutronokkal bombáznak. Írjuk fel, milyen folyamatok révén keletkezhet így az izotóp!
e) *Madame és Pierre Curie* polóniumról szóló első publikációiban leírta, hogy a polónium annyi energiát sugároz ki, hogy saját tömegével összemérhető mennyiségű jeget is képes megolvasztani. Számítsuk ki, hogy 1 g ^{210}Po maximálisan hány gramm 0 °C-os jeget tud megolvasztani másodpercenként! A jég olvadáshője $334\ \frac{kJ}{kg}$.

13.50. | A Curie házaspár által felfedezett rádium-226 a korai idők egyik emblematikus eleme volt. Igen ritka Földünkön, évente mindössze néhány dekát állítanak elő belőle. Például 1954-ben a Föld teljes rádium-226-készlete 2,3 kg volt (ami mára kb. 5,5 kg-ra növekedett). A rádium-226 α-sugárzó, felezési ideje 1600 év, α-részecskéjének energiája 4,9 MeV.

a) Mi a leányeleme?
b) Az 1954-ben rendelkezésre álló rádiumból hány kg maradt meg 50 évvel később?
c) Mennyi volt az 1954-ben rendelkezésre álló összes rádium aktivitása?

13.51. | A Na és a Mg sóiból álló olyan izotópkeveréket készítünk, amelyben 24 μg $^{24}_{11}$Na és 28 μg $^{28}_{12}$Mg radioaktív izotóp van. A Na izotópjának felezési ideje 15 óra, a magnéziumé 21 óra, mindkettő β-bomló.

a) Írjuk fel a leányelemeiket!

b) Mennyi az izotópkeverék aktivitása kezdetben?

c) Mennyi az aktivitás 105 óra elteltével?

13.52. | Egy űrszonda energiaellátását $^{238}_{94}$Pu üzemanyaggal oldják meg. A termelődő hőt 10%-os hatásfokkal tudják elektromos árammá átalakítani. A legnagyobb elektromos teljesítményigény közvetlenül az indítás után kell, ez 1 kW.

a) Mekkora tömegű plutóniumot kell magával vinnie?

b) Az űrszondát a 35 CsE (csillagászati egység) távolságban elérendő Plútó törpebolygó vizsgálatára készítik. Az űrszonda átlagosan $30\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$ sebességgel fog közeledni a Plútó felé. Mekkora lehet műszereinek maximális elektromos teljesítménye, mire odaér?

Adatok: Egy plutóniumatom bomlásakor 5,6 MeV energia szabadul fel, felezési ideje 86,4 év. $1\,\text{CsE} = 149\,597\,870\,\text{km}$.

13.53. | A $^{232}_{90}$Th atommag tisztán α-bomló. A bomláskor felszabaduló energia 0,65 pJ.

a) Mekkora sebességgel lökődik vissza a rádium leánymag a bomlás következtében?

b) A bomláskor felszabaduló összes energia hány százaléka lesz az α-részecske energiája?

Az α-részecske tömege $6,645 \cdot 10^{-27}\,\text{kg}$, a rádiummag tömege $375,25 \cdot 10^{-27}\,\text{kg}$, tételezzük fel, hogy a Th-mag a bomlás előtt nyugalomban volt.

13.54. | Radioaktív egyensúlyról akkor beszélünk, ha egy bomlási sor egyes tagjainak aktivitása megegyezik. Egy lezárt ampullában 1 mg rádium (^{226}Ra) és leányeleme, a radon radioaktív egyensúlyba került. A felezési idők: $T_{\text{Ra}} = 1600$ év, $T_{\text{Rn}} = 3,8$ nap. Mennyi a radon tömege az ampullában?

13.55. | Egy GM-csővel mérjük egy izotóp sugárzását. 1 perc alatt 12 ezer beütést mérünk. 24 óra múlva ismét megmérjük a beütésszámot, és ezt 10 ezernek mérjük ugyancsak 1 perc alatt.

a) Mekkora az izotóp felezési ideje a mérés alapján?

b) Mikor lesz a beütésszám percenként 6 ezer?

13.56. | A radiokarbon szén a természetben csak a kozmikus sugárzás hatására képződik, így a föld mélyén elzárt vizek korára is lehet segítségével következtetni. A Bátaapáti határában épült kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolóhelyének előzetes vizsgálatánál olyan rétegvizeket is találtak, amelyek korát 80 ezer évnek mérték, azaz ennyi ideje nem érintkezett felszíni vizekkel, ami azt bizonyította, hogy az ott lévő kőzetek jó vízzáró tulajdonságúak. Ha a felszíni vizek radiokarbon-aktivitását $5\,\frac{\text{Bq}}{\text{liter}}$-nek vesszük, akkor hány darab radiokarbon-atomot tartalmazott ennek a víznek $1\,\text{m}^3$-e? A radiokarbon szén felezési ideje 5730 év.

13.57. | A Hirosimára ledobott atombomba 64 kg ^{235}U-t tartalmazott. A robbanás 1 μs-ja alatt a benne lévő uránnak csak mintegy 1,5%-a hasadt el a láncreakció során, a többi elpárolgott a keletkező hőben. Mennyi volt a bomba teljesítménye? Egy maghasadáskor felszabaduló energia $3,2 \cdot 10^{-11}\,\text{J}$.

13.58. | A paksi erőmű egy reaktorában alkalmazott üzemanyagtöltet 42 t urán-dioxidot (UO_2) tartalmaz, amelynek a dúsítása 3,8%. (Ennek a 42 tonnának 7%-át vegyük az oxigénnek.) Egy urán atommag hasadásakor mintegy $3,2 \cdot 10^{-11}$ J energia szabadul fel. A paksi erőmű egy blokkjának hőteljesítménye 1485 MW. Azt az ideális esetet feltételezve, hogy a reaktor teljesítménye az idő 80%-ában az adott névleges érték (a maradék időben pedig áll a reaktor), és minden hasadóképes ^{235}U el is bomlik, mennyi ideig tudna a reaktor egy töltettel üzemelni? (Lásd az alapfeladatokat is a témakörben!) A reaktorban lévő ^{235}U tömege: $42\,\text{t} \cdot 0,93 \cdot 0,038 = 1,484\,\text{t} = 1484\,\text{kg}$.

13.59. | Egy PWR rendszerű atomreaktor hőteljesítménye 1500 MW.

a) Hány kg hűtővizet kell a reaktoron keresztül áramoltatni másodpercenként, ha a víz hőmérséklet-emelkedése nem lehet több 30 °C-nál?

b) Hány kilogramm urán hasad a reaktorban naponta, ha feltételezzük, hogy a termelődő hő teljes egészében az uránhasadásból származik?

Adatok: A nagynyomású víz fajhője $c = 5,65 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\,^\circ\text{C}}$, a maghasadáskor bomlásonként felszabaduló energia $3,2 \cdot 10^{-11}$ J.

13.60. | A szemlencsét érő 3 Gy feletti sugárzás igen nagy valószínűséggel hályogot okoz, ezt a ritka betegséget sugárkataraktának nevezik. A szemlencse tömege 0,22 g. Kialakulhat-e ez a betegség, ha egy teljes térbe sugárzó, tisztán α-sugárzó 10 μg-os polónium-210-es szemcsét nézünk 5 másodpercig

a) 10 cm-es távolságból?

b) 2 cm-es távolságból?

A polónium adott izotópjának felezési ideje 138 nap. α-sugárzásának energiája 5,2 MeV. A szemlencsét 6 mm-es átmérővel éri a sugárzás.

13.61. | A szabad neutron instabil részecske, spontán bomlása során proton és elektron, valamint egy antineutrinónak nevezett részecske keletkezik belőle az alábbiak szerint: ${}^1_0n = {}^1_1p + e^- + \overline{\nu}$. Mennyi a keletkező részecskék által elszállított mozgási energia?
A neutron nyugalmi tömege $1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg, a protoné $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg, az elektroné $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. (Az antineutrinó tömege elhanyagolható az energiaegyenletben.)

13.62. | *John Cockcroft* és *Ernest Walton* 1932-ben végezte el történelmi jelentőségű kísérletét, amelyben elsőként sikerült mesterségesen gyorsított részecske által létrehozott atommag-átalakítást előidézniük, és ezzel a kötési energia, és végső soron az $E = mc^2$ képlet helyességét is igazolták. A magreakció a következő volt: ${}^1_1p + {}^7_3\text{Li} = {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$. A protont 500 kV-os feszültséggel gyorsították fel. Számítsuk ki a magreakció során felszabaduló energiát!
Tömegadatok atomi tömegegységben: proton: 1,0072; lítiumatommag: 7,0104; α-részecske (${}^4_4\text{He}$): 4,0015.

13.63. | Ha egy kellően nagy energiájú neutron behatol az α-részecskébe, akkor a keletkezett új mag deutériumra és tríciumra hasadhat. Elég energiával rendelkezik-e ehhez egy $10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességű neutron?
Adatok: A neutron tömege $1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg, a héliumé $6,6465 \cdot 10^{-27}$ kg, a trícium tömege $5,0083 \cdot 10^{-27}$ kg, a deutériumé pedig $3,3436 \cdot 10^{-27}$ kg.

13.64. | Az első mesterséges magátalakítást *Ernest Rutherford* végezte el 1919-ben úgy, hogy nitrogént bombázott α-részecskékkel. Ekkor oxigén és proton keletkezett.

a) Írjuk fel a magreakció egyenletét!

b) Határozzuk meg, hogy a magreakció energiatermelő volt-e, vagy sem!

Tömegadatok atomi tömegegységben (ATE): ^{14}N: 14,0031; ^{4}He: 4,0026; ^{17}O: 16,9991; ^{1}H: 1,0078.

13.65. | A II. világháború alatt az ún. tenyésztőreaktorokban az urán 238-as izotópjából neutronbesugárzás által indukált radioaktív bomlás révén neptúniumot állítottak elő.

a) Írjuk fel a magreakció egyenletét!

b) A nagy rendszámú elemek között gyakran találkozunk α-bomlással. A tudósok mégis biztosak voltak benne, hogy a neptúnium nem fog ilyen módon bomlani. Bizonyítsuk be ezt az állítást!

c) Mutassuk meg azt is, hogy a neptúnium β^--bomlással képes plutóniummá átalakulni, és számítsuk ki, mekkora energia szabadul fel a bomlás során!

Tömegadatok atomi tömegegységben (ATE): ^{238}U: 38,0508; ^{239}Np: 239,0529; α: 4,0026; ^{235}Pa: 235,0683; ^{239}Pu: 239,0522; elektron: $5{,}4858 \cdot 10^{-4}$.

13.66. | A természetes vizek hidrogénjében a deutériumtartalom változó, de ez elérheti az 1 : 3500 arányt is. A deutériummal ez a fúziós reakció játszódhat le: ${}_1^2H + {}_1^2H = {}_2^3He + n$.

a) Számítsuk ki a reakció során termelődő energiát!

b) Ha a fenti reakciót meg tudnánk valósítani ipari méretekben, akkor 1 liter magas deutériumtartalmú vízből mennyi energiát nyerhetnénk?

c) Hasonlítsuk össze a kapott energiamennyiséget azzal, hogy egy átlagos magyar család éves villamosenergia-felhasználása 2800 kWh!

Adatok: A neutron tömege atomi tömegegységben: 1,008665; a deutérium tömege: 2,014102; a hélium tömege: 3,01602.

13.67. | Magas hőmérsékleten és nyomáson a ${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} = {}_2^4\mathrm{He} + n$ fúziós folyamat lejátszódhat.

a) Számítsuk ki, mennyi a felszabaduló energia a folyamat során!

b) A ${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^3\mathrm{H} = {}_2^5\mathrm{He}$ folyamat azonban nem játszódhat le. Miért?

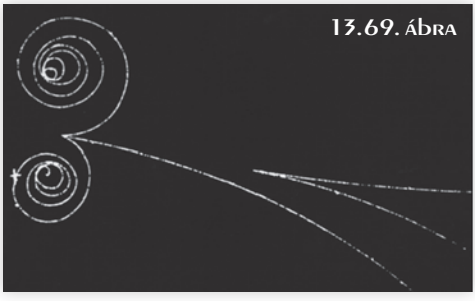
Adatok atomi tömegegységben (ATE): neutron: 1,008665; deutérium: 2,014102; trícium: 3,016049; He: 4,002603; ${}_2^5$He: 5,01222.

13.68. | A CERN nagy LHC gyorsítójában két, egymással ellentétes irányban 2808-2808 „csomagban”, csomagonként $1{,}2 \cdot 10^{11}$ db proton száguld csaknem fénysebességgel és 7 TeV energiával a 25,7 km kerületű föld alatti gyűrűben.

a) Mekkora átlagos áramerősségnek felel meg a protonok áramlása?

b) Mekkora a protonok összes energiája?

13.69. | A képen a párkeltés nevű folyamat ködkamrafelvételét látjuk. A párkeltés során egy atommag közelében, amely a „felesleges” lendületet veszi át, egy nagy energiájú γ foton e^- és e^+ párt képes kelteni. Számítsuk ki, hogy mekkora minimális frekvenciájú foton esetén jön létre a jelenség!



13.69. ábra

Tesztek

13.70. | A bizmut 215-ös izotópjának a felezési ideje 8 nap. Hány nap alatt csökken 4 mg-ra 32 mg bizmut mennyisége?

A) 24 nap.
B) 32 nap.
C) 64 nap.
D) 48 nap.

13.71. | Az $^{105}_{47}Ag$ a legbelső, K héjról képes magjába befogni egy elektront. Milyen mag keletkezik ekkor?

A) Marad az $^{105}_{47}Ag$.
B) Palládium.
C) Kadmium.
D) Maghasadás révén vanádium és króm keletkezik.

13.72. | Egyes atomreaktorokban nehézvizet (D_2O) használnak közönséges víz helyett. Milyen tulajdonsága miatt alkalmazzák a nehézvizet?

A) Jobban hűti a reaktort, mert sokkal kisebb a fajhője, mint a közönséges víznek.
B) Sokkal magasabb a forráspontja, ezért a reaktor magasabb hőfokon üzemelhet.
C) A nehézvíznek sokkal jobb a neutronelnyelő tulajdonsága, ezért a reaktor egyszerűbben szabályozható.
D) A nehézvíz sokkal rosszabb neutronelnyelő, mint a közönséges víz, ezért kisebb mértékben dúsított uránnal is üzemelhet a reaktor.

13.73. | Neutronokat szeretnénk lelassítani. Milyen anyagot használjunk erre a célra?

A) Vizet.
B) Kadmiumot.
C) Ólmot.
D) Urán 235-ös izotópját.

13.74. | Egy tömegspektrométer mágneses terében egy ^{3}He atommag 10 cm sugarú körív mentén mozgott. Mekkora sugarú pályán mozgott ebben az eszközben egy ^{4}He atommag, ha sebessége ugyanakkora volt?

A) Ugyanekkora sugarú pályán.
B) 13,33 cm sugarú pályán.
C) 7,5 cm sugarú pályán.
D) 17,78 cm sugarú pályán.

13.75. | Óránként mérjük egy radioaktív preparátum aktivitását. Először 10 kBq-t mérünk, majd 8 kBq-nek mérjük. Várhatóan mennyi lesz a 3. mérésnél az aktivitása?

A) 6 kBq.
B) 6,4 kBq.
C) 5,6 kBq.
D) 5,12 kBq.

13.76. | Egy radioaktív anyag felezési ideje *T*. Mennyi idő alatt bomlott el egy egységnyi radioaktív anyagmennyiség negyede?

A) $\frac{T}{2}$ idő alatt.

B) $\frac{T}{2}$-nél rövidebb idő alatt.

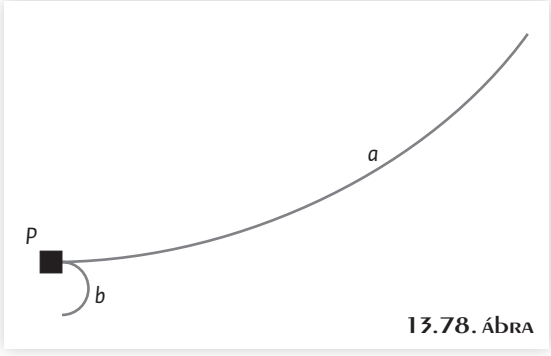
C) $\frac{T}{2}$-nél hosszabb idő alatt.

13.77. | Négy bomlási sor ismeretes, a tóriumsorozat, a neptúniumsorozat, az urán–rádium-sorozat, valamint az aktíniumsorozat. Közülük azonban az utolsó elemek kivételével csak háromnak a tagjai lelhetők fel nagyobb mennyiségben a természetben. A *Négyjegyű függvénytáblázatok* adatainak segítségével döntsük el, melyik sorozat az, amely már gyakorlatilag nem lelhető fel a természetben!

A) A tóriumsorozat.
B) Az urán–rádium-sorozat.
C) A neptúniumsorozat.
D) Az aktíniumsorozat.

13.78. | Az ábrán látható *P* pontban egy olyan radioaktív preparátum van, ami kétfajta izotópot tartalmaz, ez egyik β-, a másik α-sugárzó. A kétfajta sugárzás energiája közel azonos. Mágneses mezőben lévő ködkamrában az ábrának megfelelő nyomokat kapjuk. Melyik lehet az α-sugárzás, és melyik a β-sugárzás nyoma?

A) Az *a* az α-, a *b* a β-sugárzás nyoma.
B) A *b* az α-, az *a* a β-sugárzás nyoma.
C) Csak a mágneses mező irányának ismeretében tudjuk megadni az eredményt.



13.78. ábra

13.79. | Ugyanabban az elektromos mezőben melyik radioaktív részecskének lesz nagyobb a gyorsulása?

A) Az α-részecskének.
B) A β-részecskének.
C) A γ-nak.
D) A feladatban kevés az adat a kérdés eldöntéséhez.

13.80. | Azonos sebességű α- és β-részecske ugyanakkora erősségű mágneses mezőben halad. Melyiknek lesz nagyobb a gyorsulása?

A) Az α-részecskének.
B) A β-részecskének.
C) A feladatban kevés az adat a kérdés eldöntéséhez.

13.81. | Egy orvosi intézetbe azonos tömegű jód $^{131}\mathrm{I}$- és kobalt $^{60}\mathrm{Co}$-izotóp érkezik. Melyiknek lesz nagyobb az aktivitása? A jódizotóp felezési ideje 8,0 nap, a kobalté 5,3 év.

A) A kobalté.
B) A jódé.
C) Az azonos tömeg miatt egyenlő lesz.

13.82. | Az egyik legelterjedtebb reaktortípus a nyomottvizes (PWR). Pakson is ilyeneket találunk. Honnan kapták ezek a nevüket?

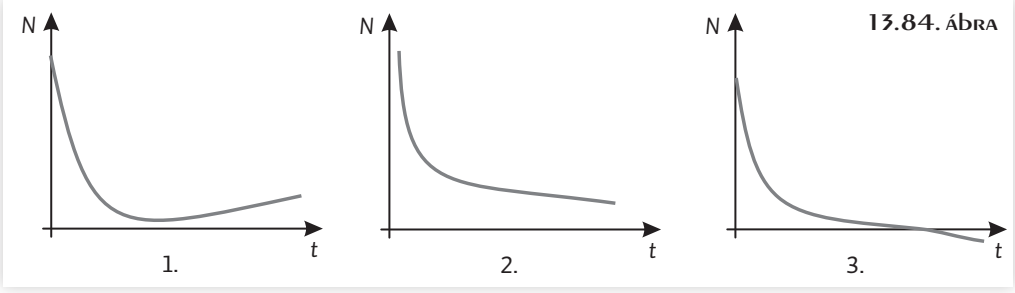
A) A turbinákat nagynyomású vízzel hajtják meg.
B) A vészleálláskor nagynyomású vízzel árasztják el a reaktort.
C) A turbinák előtti gőzfejlesztőben a nagynyomású víz hirtelen nyomáscsökkentésével állítják elő a gőzt.
D) A reaktorban a neutronok lassítását és a hő elvezetését nagynyomású víz végzi.

13.83. | Az atomerőművek kiégett fűtőelemei között uránnál nagyobb rendszámú elemeket (plutónium, neptúnium, amerícium stb.) is találunk. Hogy kerülhetnek ezek a kiégett fűtőanyagba?

A) Az urán alfa-bomlásainak eredményeként.
B) A fűtőelemek eleve tartalmazzák ezeket, de mivel nem vesznek részt a magfolyamatokban, ezért benne maradnak a fűtőelemekben.
C) A maghasadás mellett magfúzió is lejátszódik a rektorban, ez eredményezi ezeket.
D) Az uránból képződnek, a neutronok által indukált béta-bomlás eredményeként.

13.84. | Az alábbi grafikonok közül melyik ábrázolja helyesen egy elem radioaktív bomlásának időbeni lejátszódását?

A) 1. B) 2. C) 3. D) Egyik sem.



13.84. ábra

13.85. | Három tanuló vitatkozik a radioaktív bomlások természetéről. Az általuk megtárgyalt probléma az, hogy ha van 100 db, 1 óra felezési idejű radioaktív izotópjuk, akkor 1 óra múlva hány darab radioaktív részecskénk lesz. András szerint a felezési idő definíciója alapján egyértelmű, hogy pontosan 50 db. Béla szerint 50 db körüli mennyiség várható, de lehet akár 42 vagy 65 is. Csaba szerint sem lehet pontosan megmondani a részecskék számát, de szerinte azok száma még erősebben is ingadozhat, lehet 120 ugyanúgy, mint 12. Kinek van igaza?

A) Andrásnak. B) Bélának. C) Csabának.

13.86. | Egy radioaktív anyagot vizsgálunk Geiger–Müller-számlálóval. Azt tapasztaljuk, hogy vizsgálódásunk kezdetén 1 perc alatt 49 985 beütést mér a cső. Várunk egy órát, majd ekkor ismét megmérve 37 498 lesz a beütésszám. Mennyinek várhatjuk ez alapján az anyag felezési idejét? Feltételezzük, hogy a vizsgált anyag leányeleme stabil.

A) A felezési idő kevesebb mint 1 óra.
B) A felezési idő 1 és 2 óra közt van.
C) A felezési idő 2 és 3 óra közt van.
D) A felezési idő több mint 3 óra.

13.87. | A ^{226}Ra α-bomló. Leányeleme a ^{222}Rn. A ^{222}Rn kötési energiája 273,680 pJ, a ^{226}Ra-é 277,433 pJ, a α-részecskéé 4,533 pJ. Mennyi energia szabadul fel a ^{226}Ra α-bomlása során?

A) 4,533 pJ.
B) 0,78 pJ.
C) 546,58 pJ.
D) 555,646 pJ.

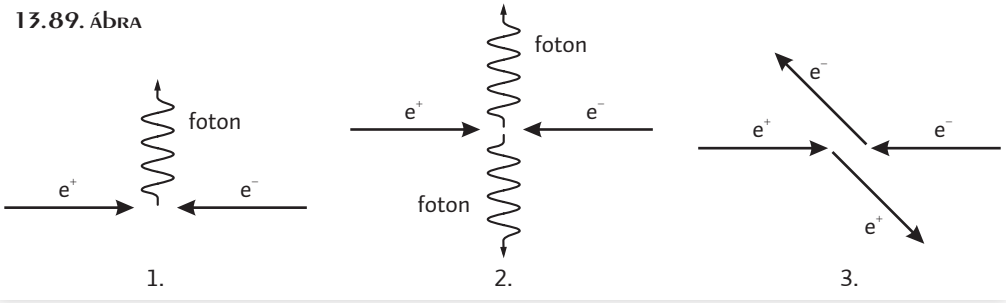
13.88. | Egy ismert magfúziós folyamat a következő: $T + T \rightarrow 4He + 2n + 11,3\,MeV$, ahol a T a tríciumot jelenti. Mit mondhatunk a magreakció tömegviszonyairól?

A) A két tríciummag tömege nagyobb, mint a He-mag és a két neutron együttes tömege.
B) A két tríciummag tömege kisebb, mint a He-mag és a két neutron együttes tömege.
C) A két tríciummag tömege egyenlő a He-mag és a két neutron együttes tömegével.

13.89. | Egy azonos energiájú pozitron és elektron egymással szembe halad annihilációjuk előtt. Az alábbi három rajz közül melyik ábrázolja helyesen az elképzelhető folyamatot?

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) Egyik sem helyes.

13.89. ábra



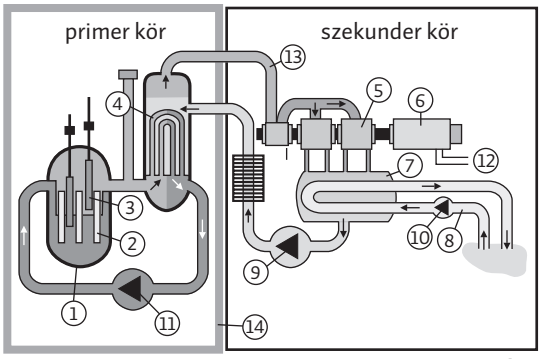
Esszékérdések

13.90. | *A radioaktivitás*

Milyen radioaktív sugárzásokat ismer? Ismertesse, hogy az egyes sugárzásokban hogyan változik az atommag összetétele! Írja föl a radioaktív bomlástörvényt, ábrázolja a radioaktív atommagok számának alakulását az idő függvényében! Értelmezze a bomlástörvényben szereplő mennyiségeket! Ismertesse az egyes sugárfajták élettani hatását, kockázatát, az ellenük való védekezés lehetőségét! Mutasson be három egymástól eltérő jellegű példát a radioaktív sugárzások gyakorlati alkalmazására!

13.91. | *Az atommag*

Ismertesse az atommag összetételét, az egyes alkotórészek felfedezésének történetét! Mi tartja össze az atommagot? A tömegdefektus értelmezésén keresztül ismertesse a kötési energia, a fajlagos kötési energia fogalmát! Mutassa be, hogy a mag kötési energiájának rovására milyen módon lehet energiát termelni! Ismertesse az urán láncreakcióját és a csillagok energiatermelésében a leggyakoribb folyamatokat!



13.92. ÁBRA

13.92. | *Az atomerőmű*
Az ábrán egy nyomottvizes erőmű szerkezeti rajza látható. A számmal jelölt szerkezeti elemek a következők: 1. reaktortartály; 2. fűtőelemek; 3. szabályozórudak; 4. gőzfejlesztő, hőcserélő; 5. gőzturbina; 6. generátor; 7. kondenzátor (gőzlecsapató); 8. hűtővíz; 9. szekunder köri szivatytyú; 10. hűtővízszivattyú; 11. primer köri szivattyú; 12. villamos vezetékek; 13. friss gőz; 14. betonfal. Magyarázza el az atomerőmű működését oly módon, hogy az egyes szerkezeti elemek feladatát és működését röviden ismerteti!

Kihívást jelentő feladatok

13.93. | Egy volt titkos ügynököt polonium-210-essel gyilkoltak meg úgy, hogy teájába tettek mintegy 10 μg ^{210}Po-t. A polónium adott izotópjának felezési ideje 138 nap. Lényegében csak α-sugárzást bocsát ki, bomlásonként 5,2 MeV energiával.

a) Mennyi volt a 80 kg-os ügynök egyenértékdózisa (biológiailag hatásos dózisa), ha december 1-jén mérgezték meg, és december 18-án hunyt el? Hányszorosa volt a dózis a halálosnak tekintett 10 Sv dózisnak? A polónium biológiai kiürüléséről még nincsenek tapasztalatok, vegyük úgy – némileg talán túlbecsülve –, hogy a szervezetébe került polónium $\frac{9}{10}$ része nagyon rövid idő alatt kiürült, a többi felhalmozódott. Az α-sugárzás minőségi tényezője 20.

b) A rendőrség által felkért fizikusok azt is meg tudták állapítani, hogy a polónium-izotópot mikor állították elő. Hogyan állapítható meg az előállítás időpontja?

13.94. | Egy nyugvónak tekinthető ^{222}Rn atom elbomlik α-bomlással. Mennyi lesz a bomlást követően az α-részecske sebessége? Adottak az egyes egy nukleonra jutó kötési energiák: ^{222}Rn: 7,694 MeV; ^{218}Po: 7,731 MeV; α-részecskének: 7,0739 MeV.

14. | Csillagászat

Alapozófeladatok

A Naprendszer

14.1. | A Neptunusz a Naprendszer legtávolabbi bolygója, Naptól mért távolsága 30,11 CsE. Mennyi idő alatt jut el a Nap fénye a bolygóhoz? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.2. | Ha a Nap hirtelen kihunyna, akkor mennyivel később vennénk ezt észre egy teliholdas éjszakán, mint a Föld átellenes pontján lévő földlakók? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.3. | A Nap felszínéről egy foton éppen a Föld középpontja felé indul. Eléri-e a Föld felszínét? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.4. | Legközelebb 2117-ben lesz Vénusz-átvonulás, azaz amikor a Vénusz elhalad a Nap előtt. Hány százalékkal fog csökkenni a Nap fényessége? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.5. | Mekkora hatással van ránk a Mars? Azaz határozzuk meg a Mars vonzerejét egy átlagos emberre! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

Csillagok és galaxisok

14.6. | A Voyager–1 űrszonda 2011 áprilisában 116 CsE-re, 2012 augusztusában 121,5 CsE-re volt a Földtől. Feltételezve, hogy ezt a sebességet tartja, mennyi idő múlva jutna el a Naprendszeren kívüli legközelebbi csillag távolságáig? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.7. | A számítások szerint, amikor majd a Nap vörös óriás állapotba kerül, felszíne el fogja érni a Föld pályáját. Becsüljük meg, hányadrészére esik vissza a nehézségi gyorsulás értéke a Nap felszínén! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.8. | Határozzuk meg, hogy a Nap eddigi élete során tömegének hány százalékát veszítette el a sugárzása miatt! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.9. | Határozzuk meg, hogy körülbelül hány fordulatot tett meg keletkezése óta Naprendszerünk a Tejútrendszer magja körül! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.10. | Ha a Nap élete végén neutroncsillaggá válna, mekkora lenne a mérete? Használjuk az atommagok sűrűségét! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

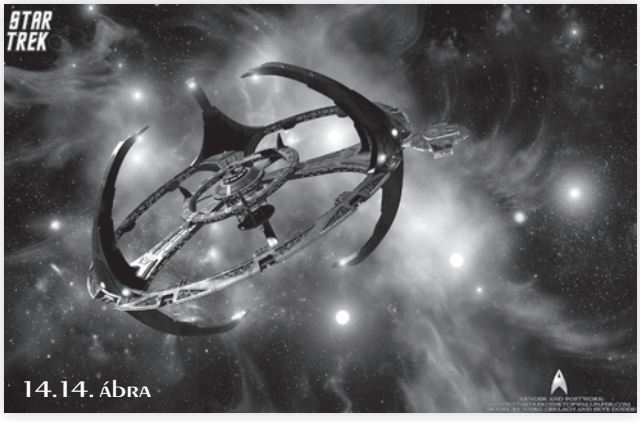
Kozmológia

14.11. | A legtávolabbi objektum, amit a Földről eddig észleltünk, $1,27 \cdot 10^{23}$ km távolságra van az univerzumban. Ez alapján becsüljük meg a világegyetem életkorát! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.12. | A vizsgálatok szerint a világegyetem minden pontjából ún. kozmikus háttérsugárzás érkezik hozzánk, mely megfelel egy 2,7 K hőmérsékletű test hősugárzásának. A Wien-féle eltolódási törvény segítségével határozzuk meg a sugárzás hullámhosszát! Milyen sugárzási tartományba esik ez a sugárzás? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

Űrkutatás

14.13. | Az első műhold, a Szputnyik–1 80 kg-os tömegével több mint 1400-szor kerülte meg a Földet átlagosan 550 km magasan, mialatt rádiójeleket küldött a Földre. Legalább mennyi ideig volt életképes az első műhold? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.



14.14. ábra

14.14. | Egyes sci-fi filmekben a világűrben kocsikerék alakú űrállomások szerepelnek. Ezeken az űrállomásokon a folyamatos forgómozgás miatt nincs súlytalanság, az asztronauták a földi gravitációt érzékelve sétálhatnak a gyűrű alakú kabin belső felületén. Végezzünk számításokat, hogy ha egy ilyen űrállomás átmérője 40 m lenne, milyen gyorsan kellene forognia ahhoz, hogy földi körülményeket teremtsünk! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

Gyakorlófeladatok

14.15. | A fényévnél is távolabbi objektumok távolságának meghatározásához egy új mértékegységet vezettek be, a parszeket. Ennek definíciója: egy parszek távolságban van a Naprendszertől az az égitest, melyről merőleges rálátás esetén a Nap–Föld átlagos távolság 1" szög alatt látszik. Másképp fogalmazva, ha az égitest–Nap–Föld egy derékszögű háromszöget alkot, melyben a Napnál derékszög van, az égitestnél pedig 1", akkor az égitest egy parszek távolságra van. Hány CsE egy parszek? Hány parszek távolságra van a Naprendszeren kívüli legközelebbi csillag? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.16. | Két domború lencséből Kepler-féle távcsövet szeretnénk készíteni. Tubusnak egy 1 m hosszú kartonhengert használunk. Olyan távcsövet szeretnénk készíteni, amellyel a Holdat háromszoros nagyításban tudjuk szemlélni. Hány dioptriás objektívet és okulárt kell használnunk?

14.17. | A képen a fogyó Hold egy fázisát láthatjuk 2008. december 21-én. A kép méreteit felhasználva határozzuk meg, hogy hány nappal korábban volt telihold!


14.17. ábra

14.18. | „Egy feladathoz szükségem lenne a Nap átlagsűrűségére, de a függvénytáblát bent hagytam a suliban. Nem tudsz segíteni?" – kérdezi egy gimnazista a csillagász bátyját. „Figyelj, elárulok neked valamit! A Nap látszólagos átmérője 32', és a Föld 365 nap alatt kerüli meg a Napot, valamint a Newton-féle gravitációs állandó $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2}$. Na, ebből a három adatból már meglesz a Nap átlagsűrűsége" – válaszolja kaján vigyorral a báty. „Kösz, sokat segítettél!" – jegyzi meg a gimnazista, majd elvonul, hogy kiszámítsa a Nap átlagsűrűségét. Hogyan teszi? Mekkora a Nap átlagsűrűsége?

14.19. | A nappal és az éjszaka közötti átmenetet szürkületnek nevezzük. A reggeli szürkület a hajnal, az esti az alkonyat. Csillagászati meghatározás szerint szürkület idején a Nap a látóhatár alatt legfeljebb 18°-kal tartózkodik. Napéjegyenlőség idején mennyi ideig tart Budapesten a szürkület? Budapest az északi szélesség 47,5°-án helyezkedik el.

14.20. | Gabriel és Jacques jó barátok. Elhatározták, hogy megismétlik *Eratoszthenész* földkerületmérését, ugyanis Gabriel Barcelonában, Jacques Párizsban él, a két város pedig egy délkörön van, egymástól 832 km-re. A mérésre a nyári napforduló napját választották. Gabriel aznap a Sagrada Família 107 m magas tornyának legrövidebb árnyékát 34,7 m hosszúnak, Jacques ugyanabban az időben a 322 m magas Eiffel-torony legrövidebb árnyékát 153 m hosszúnak mérte. Mérésük alapján hozzávetőleg mekkora a Föld kerülete?

14.21. | Előfordul, hogy a Nemzetközi Űrállomás a Föld felszíne felett éppen 400 km magasan kering. Az űrállomáson szolgálatot teljesítő asztronauták időnként gyönyörködnek a Föld látványában. A Föld felszínének hány százalékát látják egy adott pillanatban ilyen magasságból? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.22. | A Nap folyamatos sugárzásával melegíti a Földet. A földi légkör $1\,\mathrm{m}^2$-nyi felületére sugárzott teljesítményt napállandónak nevezzük. A napállandó értékét elsőként 1838-ban egy francia fizikus mérte meg a napfény által felmelegített víz segítségével. Ma elfogadott értéke $1368 \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$. A múlt század elején kimutatták, hogy a napállandó nem állandó, értéke hónapról hónapra változik a Föld ellipszis pályája miatt. Vajon mekkora a napállandó értéke a Marson? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.23. | A jövőben talán sikerül egy bázist építeni a Marson. Az ott lakó kolóniának viszont használhatatlan lesz a földi naptárunk. Készítsünk számukra használható naptárat! Hány marsi nap van egy marsi évben? Hány marsi évente kell marsi szökőnapot beiktatni? Készítsünk-e valamelyik holdja alapján marsi hónapokat? Hogyan? A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.24. | Egy csillag átmérője a mérések szerint a Nap átmérőjének 44-szerese. Színe vörös, a sugárzás maximuma 730 nm hullámhosszúságú. A Wien-féle törvénnyel állapítsuk meg a csillag felszíni hőmérsékletét! A Stefan–Boltzmann-törvény szerint egy csillag egységnyi felületéről távozó sugárzás $E = \sigma T^4$, ahol $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K}^4}$ a Stefan–Boltzmann-állandó. Mekkora a csillag energiatermelése? Hasonlítsuk össze a Nap energiatermelésével! A szükséges adatok megtalálhatók a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban.

14.25. | A csillagászok a csillagok (és más objektumok) látszólagos fényességét magnitúdóegységekben mérik. Ha egy csillag fényintenzitása 2,5-szer gyengébb, mint egy másiké, akkor magnitúdóértéke 1-gyel nagyobb. A magnitúdóskála nullpontjának a Lant csillagkép legfényesebb csillagának, a Vegának a látszólagos fényességét választották. A fényintenzitás azonban a távolságtól is függ, ha tízszer messzebbre kerülne egy csillag, fényessége százszor gyengébb lenne, magnitúdója 5-tel nagyobb lenne. (Mert $2,5^5 \approx 100$.) A Sarkcsillag látszólagos fényessége 1,97 magnitúdó, a Szűz csillagkép legfényesebb csillagának, a Spicának pedig 0,98 magnitúdó. A mérések szerint a Sarkcsillag 431 fényévre, míg a Spica 262 fényévre van a Földtől. Melyik csillagnak nagyobb a fényintenzitása?

14.26. | A kvazárok a világegyetem legrégebbi objektumai. Az első kvazárt 1959-ben fedezték fel. A mérések szerint a Földtől 2 milliárd fényévre található, és a vöröseltolódás mértékéből kiszámítható, hogy a fénysebesség hatodával távolodik tőlünk. Ezek alapján adjunk nagyságrendi becslést a Hubble-törvényben szereplő állandóra (H), amennyiben azt $\frac{\mathrm{km/s}}{\mathrm{megaparszek}}$ mértékegységben mérik (megaparszek jele: Mpc). (A Hubble-törvény szerint $v = H \cdot R$, ahol v a távolodás sebessége, R a távolság.) A Sombrero galaxis 50 millió fényévre van tőlünk. Ez volt az első olyan galaxis, amely jelentős vöröseltolódást mutatott. Hozzávetőleg mekkora sebességgel távolodik tőlünk? (Feltételezzük, hogy érvényes rá a Hubble-törvény.)


14.26. ábra

14.27. | Az 1960-as években a szovjet Venyera-program feladata a Vénusz bolygó kutatása volt. Ennek érdekében 16 szondát építettek. Az első három küldetés a Vénusz légkörének magas hőmérséklete miatt sikertelen volt. A Venyera–4 már kibírta a Vénusz légkörének mintegy 450°-os hőmérsékletét, elkezdett ereszkedni, de 27 km magasan összeroppant. Utolsó mérési adata a légköri nyomásról 1,5 MPa volt. A Venyera–5 és –6 már tovább tudott mérni, és 18 km magasságban a nyomást 2,7 MPa-nak mérték. A mérési adatokból számították ki a felszíni nyomást, és ennek alapján tervezték meg a Venyera–7 vázát, így ez volt az első szonda, mely sikeresen leszállt a Vénuszra. A tudósok a légköri nyomás exponenciális csökkenését feltételezték, azaz egységnyi hosszúságú utakkal távolodva a bolygótól mindig ugyanannyiad részére csökken a nyomás. Mekkora légköri nyomás kibírására tervezték a Venyera–7-et?

14.28. | A Marsra először a Viking–1 űrszonda tudott leszállni. Keringő egysége átlagosan 17 000 km-re a felszíntől, 24,5 óra alatt kerülte meg a Marsot. Leszálló egysége nem nagy vastagságban, ritka légkört érzékelt, a légköri nyomást a felszínen 760 Pa nagyságúnak mérte. Mekkora a Mars légkörének össztömege? A Mars sugara 3400 km.

Tesztek

14.29. | A Mars bolygó sugara mintegy fele a Földének, tömege a Föld tömegének tizede. Hozzávetőlegesen hány százaléka a Mars felszínén mért nehézségi gyorsulás a Föld felszínén mért nehézségi gyorsulásnak?

A) 5%-a.
B) 20%-a.
C) 40%-a.

14.30. | Melyik belső bolygóról lehet „félföldet" és „újföldet" látni?

A) Merkúrról.
B) Vénuszról.
C) Marsról.

14.31. | Mi történne azzal a jégkockával, amit egy asztronauta tenne a vízzel teli poharába a Holdon álló holdkompban? A Holdon a nehézségi gyorsulás hatoda a Földinek.

A) Úszna.
B) Lebegne.
C) Lemerülne.

14.32. | A Föld melyik pozíciójában zár be hegyesszöget a Föld gyorsulása és sebessége? Tekintsük a Napot viszonyítási pontnak!

A) Napközelben és naptávolban.
B) Naptávoltól napközelig.
C) Napközeltől naptávolig.
D) Nincs ilyen pozíciója a Földnek.

14.33. | A Phobos a Mars belső holdja, a Deimos a külső. A keringési ideje vagy a szögsebessége kisebb a Phobosnak, mint a Deimosnak?

A) Keringési ideje.
B) Szögsebessége.
C) Mindkettő.
D) Egyik sem.

14.34. | Kora reggel az égbolton déli irányban halványan, de még látható a Hold. Milyen fázisban van?

A) Dagadó.
B) Fogyó.
C) Telihold.
D) Bármely fázisában lehet.

14.35. | Egy hosszú fonálból és nehezékből ingát készítünk. Kitérítjük, majd az elengedés után mérjük a lengésidejét, illetve azt, hogy mennyi idő alatt csillapodik le teljesen. Ha ugyanezt a kísérletet a Vénuszon végeznénk, hogyan változnának a mérési adatok? (A Vénuszon a nehézségi gyorsulás értéke $8,6\,\frac{m}{s^2}$.)

A) A lengésidő kisebb, a csillapodás ideje hosszabb lenne.
B) A lengésidő nagyobb, a csillapodás ideje rövidebb lenne.
C) Mindkét adat nagyobb lenne.
D) Mindkét adat kisebb lenne.

14.36. | A Marsnak két holdja van. A Phobos 8 földi óra alatt kerüli meg anyabolygóját. A Deimos 2,5-szer messzebb van a Marstól, mint a Phobos. Mennyi a keringési ideje?

A) 20 földi óra.
B) 32 földi óra.
C) 125 földi óra.

14.37. | „A kis herceg egy parányi bolygócskán lakott, olyan parányin, hogy a bolygója alig volt nagyobb nála." (Idézet Antoine de Saint-Exupéry: *A kis herceg* c. regényéből. Fordította: Rónay György.) Tegyük fel, hogy a Föld sugara a bolygócska sugarának 6 milliószorosa, és a kis herceg a Földön ugyanolyan súlyúnak érezte magát, mint a saját bolygóján. Hányszorosa a bolygócska átlagsűrűsége a Földének?

A) $6 \cdot 10^6$-szorosa.
B) $(6 \cdot 10^6)^3$-szorosa.
C) $\frac{1}{(6 \cdot 10^6)^2}$-szerese.

14.38. | A Szíriusz az égbolt legfényesebb csillaga (a Napot leszámítva). A Sarkcsillaghoz képest 23-szor fényesebbnek látjuk. Igaz, a Sarkcsillag 50-szer messzebb van tőlünk, mint a Szíriusz. Valójában melyik csillagnak nagyobb a fényintenzitása, és hányszorosa a másikéhoz képest?

A) A Szíriusz 1150-szer fényesebb.
B) A Szíriusz 10,58-szor fényesebb.
C) A Sarkcsillag 108,7-szer fényesebb.
D) A Sarkcsillag 2,2-szer fényesebb.

14.39. | Tudjuk, hogy a Nap sugárzási teljesítménye mintegy $4 \cdot 10^{23}$ kW. Azt is tudjuk, hogy szupernóva-robbanás során nagyságrendileg 10^{38} MJ energiát bocsát ki egy csillag. Mennyi időbe telik Napunknak ennyi energiát kisugározni?

A) 8000 évbe.
B) 8 millió évbe.
C) 8 milliárd évbe.

14.40. | A táguló univerzum elméletet *Edwin Hubble* a vöröseltolódás jelenségének segítségével állította fel. Mi ez a jelenség?

A) A vöröseltolódás a vörös óriások mozgása.
B) A vöröseltolódás a Nap színének vörössé válása a horizont közelében (reggel és este).
C) A vöröseltolódás a csillagok színképvonalának eltérése a vörös tartomány felé.

14.41. | Melyik európai fővárosban láthatjuk a legmagasabban a Sarkcsillagot?
A) Lisszabonban (Portugália).
B) Vallettában (Málta).
C) Helsinkiben (Finnország).
D) Reykjavíkban (Izland).

14.42. | A bolygókutatás egyik fontos módszere a vizsgálandó bolygóra való űrszonda küldése. A bolygókra leszálló szondák landolásuk közben fékezőernyők és fékezőrakéták kombinációját használják. Melyik belső bolygón alkalmatlan ez a leszállási módszer?
A) Merkúron.
B) Vénuszon.
C) Marson.

14.43. | Az űreszközök a földi légkörbe való visszatéréskor ún. belépési folyosón kezdték meg a landolásukat. Ez egy belépési szögtartomány. Ha ezen a szögtartományon kívül érkeztek, például túl kis szögben (laposan), akkor az űreszköz visszapattant a légkör határáról. Mi történhetne túl nagy belépési szög esetén?
A) Az erős légellenállás és a levegő sűrűsége visszafordítja az űrbe az űreszközt.
B) Az erős légellenállás károsíthatja a hőpajzsot, amitől az űreszköz éléghet, valamint a fékező hatás túlterheli az emberi szervezetet.
C) Túl gyorsan és meredeken száll le a gép, és így belefúródik a földbe.

14.44. | Mennyi ideig tart a nappal az északi sarkkörön június 22-én? (A mellékelt fotó éjfélkor készült Norvégiában.)
A) 6 órán keresztül.
B) 12 órán keresztül.
C) 24 órán keresztül.


14.44. ábra

14.45. | Melyik égitest az, amelyen egy addig nem ismert kémiai elemet fedeztek fel, és emiatt az égitestről nevezték el a kémiai elemet?
A) A Nap, és a hélium (a Nap görög nevéből, a Hélioszról) kapta így a nevét.
B) A Merkúr, és a higany (angolul: mercury; a folyékony higany mozgékonysága miatt a görög mitológiából ismert isteni hírvivőről, Merkúrról) kapta így a nevét.
C) A Hold, és a szelén (a Hold és a holdistennő görög mitológiai nevéből, Szelénéről) kapta így a nevét.
D) Az Uránusz bolygóról az urán kapta így a nevét.

14.46. | Gyűrűs napfogyatkozás akkor keletkezik, ha a Hold látszólagos mérete valamelyest kisebb, mint a Nap látszólagos mérete, ezért nem tudja teljes mértékben eltakarni. Egy teljes vagy egy gyűrűs napfogyatkozás lehetséges maximális időtartama a nagyobb?
A) A teljes napfogyatkozásé.
B) A gyűrűs napfogyatkozásé.
C) A maximális időtartam mindkét esetben ugyanakkora.

Esszékérdés

14.47. | *Űrszonda a Hold körül*
Mutassa be, melyek a kozmikus sebességek, és mekkora sebességgel kell a szondának rendelkeznie, hogy a Hold közelébe jusson! Milyen pályákra állhat a szonda a Hold közelében? Ismertesse Kepler törvényeit! Adjon becslést a Hold felszínén mérhető gravitációs gyorsulásra! Adjon magyarázatot arra, hogy a szonda által készített képeken miért fekete az égbolt!

Kihívást jelentő feladatok

14.48. | Egy 0,5 tonna tömegű, 2,4 m sugarú, gömb alakú műholdon a pályakorrekciókat apró, 25 N tolóerejű hajtóművek végzik. Két ilyen hajtómű a műhold két átellenes pontján található, fúvókái azonos irányba állnak. A műholdat el szeretnénk fordítani, ezért az egyik fúvókát 0,8 s-on keresztül működtetjük, majd 1,7 s múlva a másikat kapcsoljuk be 0,8 s-ig. Hány fokkal fordult el így a műhold? (A műholdat tekintsük homogénnek, a gömb alakú testek tehetetlenségi nyomatéka $\frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$.)

14.49. | Egyes csillagok fényessége időben változik. Az ilyen változócsillagok egy speciális esete az ún. fedési kettőscsillag. Tulajdonképpen ilyenkor nem is egy, hanem két egymás körül keringő csillagról van szó, melyek mozgásuk során a Földről nézve kölcsönösen kitakarják egymást. Egy ilyen fedési kettőscsillag fényességének mérési adatait ábrázoltuk az idő függvényében.

a) Mekkora a keringő rendszer periódusideje?
b) Mekkora a két csillag méretaránya?
c) Távcsöves megfigyelés során megmértük, hogy a két azonos színű csillag távolsága 9 millió km. Tekintsük a két csillag átlagsűrűségét azonosnak, és határozzuk meg a két csillag tömegét!

14.49. ábra

