A. P. RIMKEVICS

FIZIKAI FELADATGYŰJTEMÉNY

A középiskolák 9—11. osztálya számára

Fordítás oroszból
4., bővített kiadás

БИБЛИОТЕКА
СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 8
г. Мукачево
Инв. №

KIJEV — UNGVÁR
OSZVITA TANKÖNYVKIADÓ
1992

ББК 22.3я721
R 58

A fordítás a következő kiadásból készült:

А. П. Рымкевич
Сборник задач по физике
для 9—11 классов средней школы.

Рекомендовано
Главным учебно-методическим управлением
общего среднего образования Гособразования СССР

Издание тринадцатое, доработанное
М., Просвещение, 1990.

Fordította: *Kristofori József*
Szerkesztette: *Varga Béla*

Rimkevics A. P.

R 58 Fizikai feladatgyűjtemény a középiskolák 9—11. osztálya számára. 4., bővített kiadás. — K. — U.: Oszvita Tankönyvkiadó, 1992. — 224 old. illusztr.

ISBN 5—330—01627—4

E tankönyv a középiskola 9—11. osztálya fizikatananyagának valamennyi fejezetéből tartalmaz feladatot. A feladatok elhelyezésének rendje megfelel a tantervek és a tankönyvek felépítésének.

R M210(04)91
4506021200—170 225—92 ББК 22.3я721

Навчальне видання

Римкевич Андрій Павлович

ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

Навчальний посібник для 9—11 класів середньої школи України з угорською мовою навчання

Затверджено МНО України
Переклад з російської
Перекладач *Кріштофорі Йосип Іванович*
На угорській мові
Київ—Ужгород, видавництво «Освіта»

Завідуючий редакцією *М. М. Івашкович* Редактор *А. А. Варга* Художник обкладинки *О. І. Петрушко.* Художній редактор *В Б. Волков* Технічний редактор *Б. В. Кухар* Коректор *И. И. Балаж*

ИБ 7548

Здано до набору 18. 02. 91. Підписано до друку 28. 11. 91. Формат 84×108/32. Папір офсетний № 1. Гарнітура літературна. Друк високий. Умовн. друк. арк. 11,76+0,21 форзац. Умовн. фарб.-відб. 12,22. Обл.-вид. арк. 11,49+0,28 форзац. Тираж 5400 пр. Вид. № 34577. Замовлення № 1039. Ціна 1 крб. 50 к.

Видавництво «Освіта», 252053, Київ, Ю. Коцюбинського, 5.

Друкарня видавництва «Закарпаття», 294006, Ужгород, Гагаріна, 42/1.

ISBN 5-330-01627—4 (угор.)
ISBN 5—09—001825—1 (рос.).

© Римкевич А. П., 1990.
© Magyar nyelvű fordítás, Kristofori József, 1992.

ELŐSZÓ

Az iskolai fizikatananyag elsajátítása nemcsak azt jelenti, hogy megértjük a fizikai jelenségeket és törvényszerűségeket, hanem azt is, hogy alkalmazni tudjuk őket a gyakorlatban. A fizika általános tételeinek mindennemű alkalmazása konkrét, egyedi kérdés megoldására nem más, mint fizikai feladat megoldása. Az, hogy meg tudjuk oldani a feladatokat, tudásunkat hatékonnyá, gyakorlatilag alkalmazhatóvá teszi.

Amikor a feladat megoldásába kezdünk, akkor elsősorban behatóan megvizsgáljuk a feladat értelmét, és megállapítjuk, milyen fizikai jelenségek és törvényszerűségek képezik az alapját, hogy a benne leírt folyamatok közül melyek fontosak, illetve melyek elhanyagolhatók. Tisztáznunk kell, milyen egyszerűsítő feltevések vezethetők be, hogy a feladat megoldható legyen. Amikor például a bizonyos magasságból eső test mozgásidejét számítjuk ki, a következő egyszerűsítésekből indulunk ki: a testet anyagi pontnak tekintjük, a szabadesés gyorsulását állandónak vesszük, és a légellenállástól eltekintünk. Az elfogadott feltevéseket megemlítjük a feladat elemzésénél.

A gyűjtemény feladatainak szövegében nincs feltüntetve egyes számadatok pontossága, ami a jobbról leírt értékes nullákkal fejezhetők ki. Ezért az egyetlen értékes számjegygyel kifejezett adatokat (2 m, 0,3 A stb.) vagy feltételesen pontosaknak (előre adottaknak) tekintjük, vagy úgy vesszük, hogy közelítésük pontossági foka ugyanannyi, mint a feladatban szereplő többi mennyiségé. A feladat pontossága nem múlhatja felül a kiindulási adatok pontosságát.

Ha mennyiségek táblázati értékeit és fizikai állandókat alkalmazunk, ezeket olyan pontosságra kerekítjük ki, amely a konkrét feladat feltételéből adódik.

A technika, a mezőgazdaság, a sport, a mindennapi élet, továbbá a történelem területéről vett feladatokban a műszaki leírásokból, kézikönyvekből vagy a történelmi művekből származó adatok olyan pontossággal szerepelnek, mint a megfelelő forrásmunkákban. Az ilyen feladatokban a számítások természetesen nehézkesebbekké válnak. Ezért megoldásuk során célszerű mikrokalkulátor (zsebszámológép) alkalmazása. Ha ez utóbbi nem áll rendelkezésünkre, az adatokat két-három értékes számjegyre kerekítjük ki. Az ilyen feladatokra adott feleletek a táblázati mennyiségek kikerekítése nélkül végzett számításokra vonatkoznak.

A számítások megkezdése előtt az adatokat rendszerint egyazon mértékegység-rendszerben kell kifejezni. Az esetek többségében a feladatok megoldását ajánlatos a Nemzetközi Mértékegységrendszerben (az SI-ben) végezni. A kvantum-, atom- és magfizikai feladatok megoldásakor célszerű olyan egységek használata, amelyeket a megfelelő tudományágakban fogadtak el, vagyis a tömeget atomi tömegegységekben fejezzük ki, az energiát pedig megaelektronvoltokban. Számos feladatot célszerű fejben megoldani. Ez vonatkozik a minőségi feladatok többségére, sok gyakorló feladatra, valamint a következő típusú függvényösszefüggés vizsgálatára: »Hányszorosan változik meg az y mennyiség, ha az x mennyiség n-szeresen változik?«

A programozható feladatok megoldásánál célszerű először táblázatot összeállítanunk, amelyben feltüntetjük a feladat feltételének valamennyi adatát, a fizikai állandókat és a mennyiségek kézikönyvbeli értékeit (ha a tárolóban (memóriaegységben) tároljuk, a programba viszont nem visszük be őket), valamint a keresett mennyiségeket. Ajánlatos a kiindulási mennyiségeket ugyanolyan sorrendben beírnunk a táblázat rovataiba, mint amilyen a tárolásuk rendje a tárolóban, a keresett mennyiségeket pedig számításuk rendjében. A feleletekben felsoroltuk a lehetséges programváltozatokat az Elektronika MK—61 zsebszámológépre vonatkozóan. Tekintetbe kell vennünk, hogy a programok lényegesen eltérhetnek egymástól. Ez függ a keresett mennyiségek meghatározásának rendjétől, a számítási képlet típusától, a számítások sorrendjétől, továbbá attól is, hogy a tárolóban tároljuk-e vagy a programban tüntetjük fel az állandó és a táblázati mennyiségeket.

Ha nincs olyan mikrokalkulátorunk, amely a programozás típusa szerint működne, mindegyik oszlopot (ill. sort) közönséges számítási feladatként oldhatjuk meg.

A jelen kiadásban egészében véve megtartottuk az 1988-as kiadás szerkezeti felépítését, azonban az egyes paragrafusokban megváltoztattuk a feladatok számozását. Az utóbbi körülmény azzal kapcsolatos, hogy gyűjteményünket olyan feladatokkal bővítettük, amelyek megoldásához zsebszámológépes programok összeállítása szükséges, továbbá olyan feladatokkal is, amelyek a tudomány és a technika jelenlegi állapotát tükrözik (zárójelben az 1988-as kiadás sorszámai állnak). A programozandó feladatokat (PRG) betűkkel, az új feladatokat (új) szóval jelöltük. A nehezebb feladatok csillaggal (*) vannak jelölve.

I. FEJEZET

A KINEMATIKA ALAPJAI

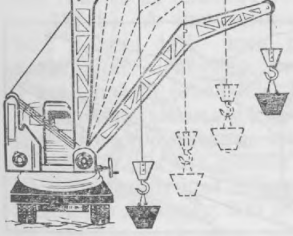
1. Haladó mozgás. Anyagi pont. Vonatkoztatási rendszer. Út és elmozdulás

1. Az 1. ábrán egy emelődaru munkájának néhány mozzanata látható. Haladó mozgás lesz-e a darugém mozgása? És az üsté?

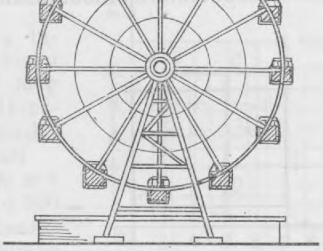
2. Az óriáskerék (2. ábra) mely részei végeznek haladó mozgást?

3. Anyagi pontnak vehetjük-e a Földet, ha a kiszámítandó mennyiség: a) a Föld távolsága a Naptól; b) a Föld által a Nap körüli pályán egy hónap alatt megtett út; c) az egyenlítő hossza; d) az egyenlítő pontjának sebessége a Föld napi tengely körüli forgásakor; e) a Föld mozgássebessége a Nap körüli pályán?

4. Mondjuk meg, hogy a felsorolt példák közül melyekben tekinthetjük anyagi pontnak a vizsgált testet: a) a traktornak a talajra gyakorolt nyomását számítjuk ki; b) a rakéta emelkedési magasságát határozzuk meg; c) bizonyos tömegű vízszintes helyzetű födémlemeznek az adott magasságra va-



1. ábra



2. ábra

ló emelésekor végzett munkát számítjuk ki; d) az acélgolyó térfogatát határozzuk meg mérőhenger segítségével!

5(új). Anyagi pontnak tekinthető-e a lövedék, ha a kiszámítandó mennyiség: a) a lövedék röptávolsága; b) a lövedék alakja, amely biztosítja a légellenállás csökkenését?

6(új). Anyagi pontnak tekinthetjük-e a kb. 1 km hosszúságú vasúti szerelvényt, ha az általa néhány másodperc alatt megtett utat számítjuk?

7(5). A 3. ábrán az iskolai labdarúgópálya tervrajza látható. Határozzuk meg a szögletzászlók *(O, B, C, D)*, a labda *(E)* és a nézők *(K, L, M)* koordinátáit!

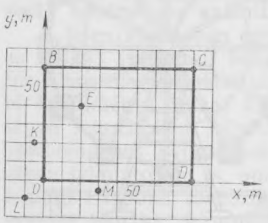
8(6). Határozzuk meg (hozzávetőlegesen) az osztálytábla bal alsó sarkának, valamint padunk jobb felső sarkának koordinátáit, ha vonatkoztatási rendszerül az osztályt fogadjuk el: *X* tengelyként a padlónak és annak a falnak a metszésvonalát, amelyen a tábla függ, *Y* tengelyként a padló és a szomszédos fal metszésvonalát, *Z* tengelyként pedig a két említett fal metszésvonalát!

9(7). A helikopter és a gépkocsi mozgáspályája a 4. ábrán látható. Hasonlítsuk össze az általuk megtett utat és az elmozdulásukat!

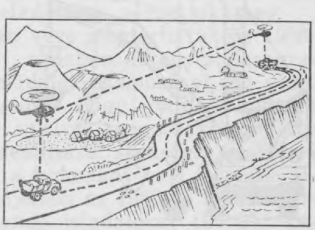
10(8). Miért fizetünk a taxi, illetve a repülőgép igénybevételekor: az útért vagy az elmozdulásért?

11(9). A 3 m magasból leejtett labdát visszapattanása után 1 m magasságban kaptuk el. Határozzuk meg a labda útját és elmozdulását!

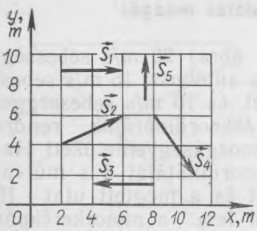
12(10). Az egyenletesen mozgó gépkocsi fordul, miközben félkört ír le. Készítsünk ábrát, azon tüntessük fel, mekkora utat tesz meg a kocsi és mennyi az elmozdulása a fordulat egész időtartama, illetve az egyharmada alatt! Hányszor nagyobbak az említett időközökben megtett utak a megfelelő elmozdulásvektorok modulusánál?



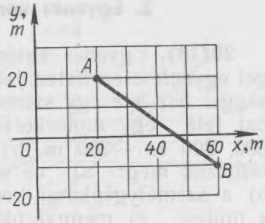
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

13(11). Az 5. ábra öt anyagi pont elmozdulását mutatja. Határozzuk meg az elmozdulásvektoroknak a koordinátatengelyekre való vetületét!

14(12). A 6. ábrán az *A*-ból a *B* pontba elmozduló anyagi pont pályája látható. Határozzuk meg a pont koordinátáit a mozgás kezdetén és végén, az elmozdulásnak a koordinátatengelyekre való vetületét és az elmozdulás modulusát!

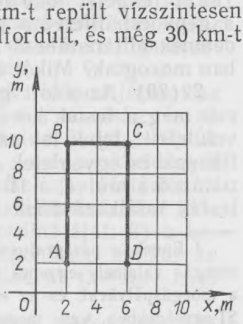
15(13). A 7. ábrán egy anyagi pont *A*-ból *D*-be való mozgásának *ABCD* pályája látható. Határozzuk meg a pont koordinátáit a mozgás kezdetén és végén, a megtett utat, az elmozdulást, valamint az elmozdulásnak a koordinátatengelyekre való vetületét!

16(14). A test elmozdult az $x_1 = 0$ m, $y_1 = 2$ m koordinátájú pontból az $x_2 = 4$ m, $y_2 = -1$ m koordinátájú pontba. Készítsünk ábrát, határozzuk meg az elmozdulásvektort és annak a koordinátatengelyekre való vetületét!

17(15). A helikopter, miután 40 km-t repült vízszintesen egy egyenes mentén, 90°-os szögben elfordult, és még 30 km-t repült. Határozzuk meg a megtett utat és az elmozdulást!

18(16). A motorcsónak a tavon 2 km-t tett meg pontosan északkeleti irányban, majd még 1 km-t haladt észak felé. Határozzuk meg grafikusan az elmozdulásvektor modulusát és irányát!

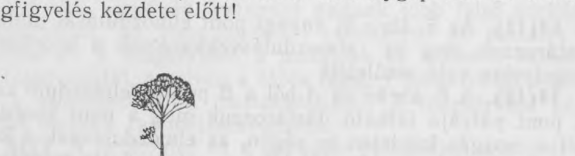
19(17). Az őrs először 400 m-t haladt északnyugat felé, majd 500 m-t keletre és még 300 m-t északra. Határozzuk meg grafikusan az őrs elmozdulását!



7. ábra

2. Egyenes vonalú egyenletes mozgás[1]

20(18). Egyenes autópályán (8. ábra) 20 m/s sebességgel egyenletesen halad jobb felé egy autóbusz, 15 m/s sebességgel bal felé egy személygépkocsi, és 10 m/s sebességgel bal felé egy motorkerékpár. Kezdőkoordinátájuk rendre 500, 200 és —300 m. Írjuk fel a mozgásegyenletüket! Határozzuk meg: a) az autóbusz koordinátáját 5 s múlva; b) a személygépkocsi koordinátáját és a megtett utat 10 s múlva; c) mennyi idő elteltével lesz a motorkerékpár koordinátája —600 m; d) mikor haladt el az autóbusz az útszéli fa mellett; e) hol volt a személygépkocsi 20 s-mal a megfigyelés kezdete előtt!

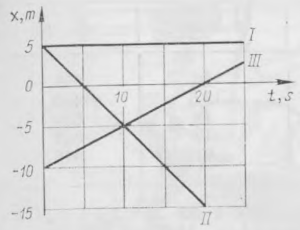


8. ábra

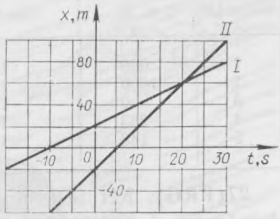
21(19). Egy tehergépkocsi mozgásegyenlete $x_1 = -270 + 12t$ alakú, míg az ugyanannak a műútnak a szélén haladó gyalogosé $x_2 = -1{,}5t$ alakú. Készítsünk magyarázó ábrát (az X tengelyt jobb felé irányítsuk), és tüntessük fel rajta a gépkocsi, illetve a gyalogos helyzetét a megfigyelés kezdetének pillanatában! Mekkora sebességgel és milyen irányban mozogtak? Mikor és hol találkoztak?

22(20). Az adott grafikonok (9. ábra) alapján határozzuk meg a testek kezdeti koordinátáit és mozgássebességük vetületeit! Írjuk fel az $x = x(t)$ mozgásegyenleteket! A grafikonok és egyenletek alapján számítsuk ki a testek koordinátáit 5 s múlva, a II. és III. grafikonok által leírt mozgású testek találkozásának időpontját és helyét!

[1] Ennek a paragrafusnak a feladataiban vegyük úgy, hogy minden mozgás valamely egyenes mentén megy végbe, az X tengely egybeesik a mozgáspályával, és az egyenletekben szereplő valamennyi mennyiség SI-egységekben van megadva. A »mozgásegyenlet« terminuson az $x = x(t)$ kinematikai egyenletet értjük.



9. ábra



10. ábra

23(21). Két kerékpáros mozgását megfelelően az $x_1 = 5t$, illetve az $x_2 = 150 - 10t$ egyenlet írja le. Szerkesszük meg az $x = x(t)$ összefüggés grafikonját! Határozzuk meg a találkozás idejét és helyét!

24(22). Két test mozgásgrafikonját a 10. ábra mutatja. Írjuk fel az $x = x(t)$ mozgásegyenleteket! Mit jelöl a grafikonok és az egyes koordinátatengelyek metszéspontja?

25(23). Egyenes műúton két motorkerékpáros halad azonos irányban. Egyikük sebessége 10 m/s, a másik 20 m/s sebességgel halad a nyomában. A kezdeti időpontban 200 m-re van egymástól a két motorkerékpár. Írjuk fel a motorkerékpárosok mozgásegyenletét a Földhöz kötött vonatkoztatási rendszerben! A koordinátarendszer kezdőpontjául (origóul) vegyük a második motorkerékpáros helyét a kezdeti időpontban, az X tengely pozitív irányának pedig tekintsük a motorkerékpárosok menetirányát! Közös ábrán rajzoljuk meg a két motorkerékpáros mozgásgrafikonját (az ajánlott méretarány 1 cm—100 m; 1 cm—5 s)! Határozzuk meg találkozásuk időpontját és helyét!

26(PRG). A megfigyelés kezdetének időpontjában az *1* autóbusz és *2* motorkerékpáros között s a távolság, és az autóbusz a koordináták kezdőpontján halad át ($x_{01} = 0$). A testek sebességének vetülete rendre v_{1x} és v_{2x}. Mindegyik sorra fogalmazzuk meg a feladat feltételét![1]! Határozzuk meg: 1) az autóbusz és a kerékpáros találkozásának t időpontját; 2) a találkozás helyének x koordinátáját; 3) a kerékpáros x'_2 koordinátáját abban az időpontban, amikor az autóbusz az x'_1 koordinátájú ponton halad át ($s = x_{02} - x_{01}$)!

[1] Célszerű, ha a továbbiakban ugyanezt tesszük minden olyan feladat esetében, amelynek megoldására program van összeállítva.

Sorszám	s, m	v_{1x}, m/s	v_{2x}, m/s	x'_1, m
1	600	10	—20	250
2	1400	18,6	—18,6	1400
3	0	14	18	630
4	—283	—18	—12	—364
5	148	17	21	548

27(PRG). Két test mozgásegyenlete az $x_1 = x_{01} + v_{1x}t$ és $x_2 = x_{02} + v_{2x}t$ kifejezéssel van megadva. Határozzuk meg e testek találkozási időpontjának és helyének koordinátáját!

Sorszám	x_{01}, m	x_{02}, m	v_{1x}, m/s	v_{2x}, m/s
1	24	87	4,2	2,7
2	63	—12	—6,2	4,1
3	0	—17	1,1	2,6
4	263	0	0	4,9
5	12	—12	2,1	—2,1

3. A mozgás relativitása

28(26). Rajzoljuk le a kerékpárabroncs egy pontjának mozgáspályáját, ha a kerékpáros egyenletesen és egyenes vonalúan mozog abban a vonatkoztatási rendszerben, amely mereven kötődik: a) a forgó kerékhez; b) a kerékpár vázához; c) a Földhöz!

29(29). Nyugalomban lehet-e a Földhöz kötött vonatkoztatási rendszerben a metró mozgásban levő mozgólépcsőjén tartózkodó személy?

30(új). A 11. ábrán jelenet látható Andersen Borsszem hercegkisasszony című meséje alapján készült diafilmből. Magyarázzuk meg a filmkocka alatt levő szöveg fizikai értelmetlenségét!

31(új).[1] A viharos szél sebessége 30 m/s, a Zsiguli gépkocsié pedig eléri a 150 km/h-át. Haladhat-e a gépkocsi olyképpen, hogy nyugalomban legyen a levegőhöz képest?

32(új). A kerékpáros sebessége 36 km/h, a szélé pedig 4 m/s. Mekkora a szél sebessége a kerékpároshoz kötött vonatkoztatási rendszerben: a) ellenszél; b) hátszél esetében?

[1] Ebben és a következő feladatokban, ha nincs külön kikötés, a sebesség a Földhöz kötött vonatkoztatási rendszerben van megadva.



A tavirózsa a vízfolyással sodródott. A víz sebesen folyt, ezért a béka nem tudta utolérni Borsszem hercegkisasszonyt.

11. ábra

33(31). A T—150 lánctalpas traktor maximális sebessége 18 km/h. Határozzuk meg a lánctalp felső, illetőleg alsó része sebességvektorának az X és az X_1 tengelyekre eső vetületét! Az X tengely a Földhöz, az X_1 tengely pedig a traktorhoz van kötve. Mindkét tengely iránya egybeesik a traktor menetirányával.

34(32). A metró mozgólépcsője 0,75 m/s sebességgel mozog. Határozzuk meg azt az időt, amely alatt az utas 20 m-re mozdul el a Földhöz képest, ha saját maga 0,25 m/s sebességgel megy a mozgás irányában a mozgólépcsőhöz kötött vonatkoztatási rendszerben!

35(33). Két egymás felé közeledő vonat menetsebessége 72 km/h, illetőleg 54 km/h. Az első vonatban levő utas azt észleli, hogy a második vonat 14 s alatt halad el mellette. Mekkora a második vonat hossza?

36(34). A csónaknak a vízhez viszonyított sebessége n-szer nagyobb a vízfolyás sebességénél. Hányszor több időre van szüksége két pont közötti út megtételére a víz ellenében, mint a vízfolyás irányában? Oldjuk meg a feladatot $n=2$ és $n=11$ esetekre!

37(36). A metró mozgólépcsője 1 min alatt hozza fel a rajta mozdulatlanul álló utast. A nyugvó mozgólépcsőn az

utas 3 min alatt jut fel. Mennyi idő alatt jut fel az utas a mozgásban levő mozgólépcsőn?

38(37). A személygépkocsi 20 m/s sebességgel követi a 16,5 m/s sebességű tehergépkocsit. Az előzés kezdetekor a személygépkocsi vezetője észreveszi a 25 m/s sebességgel szembejövő távolsági autóbuszt. Az autóbusztól mekkora legkisebb távolságnyira kezdhető meg az előzés, ha annak kezdetén a személygépkocsi 15 m-re volt a tehergépkocsitól, a befejeztével pedig 20 m-rel kell előtte lennie?

39(új). A csónakban tartózkodó horgász, a vízfolyás ellenében haladva, vízbe ejtette horgászbotját. 1 perc múlva észrevette a veszteséget és azonnal visszafordult. A vízbeejtéstől számított mennyi idő múlva éri utol a horgászbotot? A vízfolyás sebessége és a csónak sebessége a vízhez viszonyítva állandó. A vízbeejtés helyétől mekkora távolságra éri utol a horgászbotot, ha a vízfolyás sebessége 2 m/s?

40(PRG). A hajónak (csónaknak, motorcsónaknak stb.) oda-vissza kell megtennie s távolságot egyszer a folyón, másszor pedig a tavon. A vízfolyás sebessége v_1, a hajó sebessége a vízhez képest v_2. Mennyivel hosszabb ideig tart a folyón való mozgás a tavon történő mozgásnál?

Sorszám	v_1, m/s	v_2, m/s	s, m
1	1	5	240
2	2,13	18,6	1410
3	0,27	3,2	480
4	4,2	4,6	310
5	2,1	2,2	68

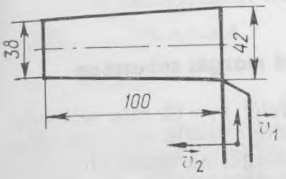
41[1](40). A szerszámgép esztergakésének hosszelőtolási sebessége 12 cm/min, a harántelőtolási sebessége pedig 5 cm/min. Mekkora az esztergakés sebessége a géptesthez kötött vonatkoztatási rendszerben?

42(41). A helikopter észak felé repül 20 m/s sebességgel. Mekkora sebességgel és a délkörhöz viszonyítva milyen szögben fog repülni, ha 10 m/s sebességű nyugati szél fúj?

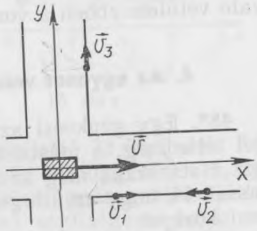
43(42). A folyót átszelő motorcsónak a vízfolyás irányára merőlegesen 4 m/s sebességgel mozog a vízhez kötött vonatkoztatási rendszerben. Hány méterrel sodorja el a víz a motorcsónakot, ha a folyó szélessége 800 m, sebessége 1 m/s?

[1] Ezt és a paragrafus további feladatait grafikusan is megoldhatjuk.

44(43). Az esztergapadon csonka kúp alakú alkatrészt esztergályozunk (12. ábra). Mekkorának kell lennie a kés harántelőtolási sebességének, ha a hosszelőtolás sebessége 25 cm/min? Az alkatrész méretei (mm-ben) fel vannak tüntetve az ábrán.



12. ábra



13. ábra

45(PRG). A csónaknak, miközben v_1 sebességgel mozog a vízhez kötött vonatkoztatási rendszerben, a legrövidebb úton át kell kelnie a folyón. 1. Milyen menetirányt[1] kell tartania, ha a vízfolyás sebessége v_2? 2. Mekkora a csónak sebessége a parthoz viszonyítva? 3. Mennyi ideig tart az átkelés, ha a folyó szélessége s?

Sorszám	v_1, m/s	v_2, m/s	s, m
1	6	2	220
2	2,2	2,1	86
3	4,18	1,9	26
4	12,2	1,64	475
5	4,7	0	37,6

46(45). A helikopter szélmentes időben 90 km/h sebességgel pontosan észak felé halad. Határozzuk meg a helikopter sebességét és haladási irányát, ha észak-nyugati szél kerekedett, amelynek iránya a délkörrel 45°-os szöget zár be! A szélsebesség 10 m/s.

[1] A menetirányt az az α szög szabja meg, amelyet a csónaktesten az orrtól a szélen át a tatig húzódó egyenes zár be a folyóparthoz állított merőlegessel.

47*(46). A Földhöz kötött vonatkoztatási rendszerben a villamos $v=2{,}4$ m/s sebességgel mozog (13. ábra), három gyalogos pedig azonos modulusú $v_1=v_2=v_3=1$ m/s sebességgel. Meghatározandó: a) a gyalogosok sebességének modulusa a villamoshoz kötött vonatkoztatási rendszerben; b) a gyalogosok sebességvektorának a koordinátatengelyekre való vetülete ebben a vonatkoztatási rendszerben!

4. Az egyenes vonalú változó mozgás sebessége

48*. Egy gépkocsi az út első felét $v_1=10$ m/s sebességgel tette meg, a második felét pedig $v_2=15$ m/s sebességgel. Határozzuk meg az átlagsebességét az egész úton! Mutassuk ki, hogy az átlagsebesség kisebb, mint v_1 és v_2 számtani közepe!

49. A 14. ábrán egy golyó mozgása sztroboszkópos fényképének másolata látható. Határozzuk meg a golyó átlagsebességét az AB szakaszon, illetve a C pontban mérhető pillanatnyi sebességét, ha ismeretes, hogy a felvételek száma 1 s alatt 50! A fényképen látható gyufásdoboz valódi nagysága 50 mm. A vízszintes szakaszon végzett mozgást tekintsük egyenletesnek!

50[1]. A kovácskalapácsnak a munkadarabra történő ütésekor a kalapács fékezési gyorsulásának modulusa 200 m/s^2. Mennyi ideig tart az ütés, ha a kalapács kezdősebessége 10 m/s?

51. Indulása után 10 s-mal a vonat 0,6 m/s sebességet ér el. Az indulás után mennyi idő múlva lesz a sebessége 3 m/s?

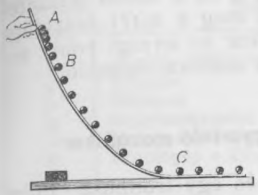
52. A kerékpáros 0,3 m/s^2 gyorsulással halad lefelé a lejtőn. Mekkora lesz a sebessége 20 s múlva, ha a kezdősebessége 4 m/s?

53. Mennyi idő alatt növeli sebességét 12 m/s-ról 20 m/s-ra a 0,4 m/s^2 gyorsulással mozgó gépkocsi?

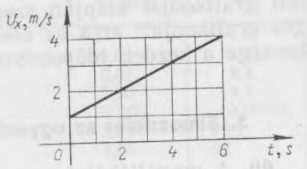
54. A gépkocsi induláskor a sebesség időfüggését a $v_x=0{,}8t$ egyenlet írja le. Szerkesszük meg a sebességgrafikont, és határozzuk meg az ötödik másodperc végén mérhető sebességet!

---

[1] Ebben és az adott paragrafus további feladataiban a mozgást egyenletesen gyorsulónak tekintjük. Ha nincs külön kikötés, feltételezzük, hogy a mozgás az X tengely hosszában játszódik le, s a tengely pozitív iránya egybeesik a kezdeti időpontban észlelhető mozgásiránnyal.



14. ábra



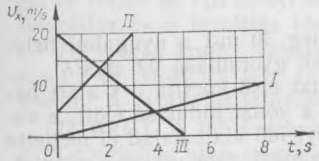
15. ábra

55. A vonat menetsebessége 20 s alatt 72 km/h-ról 54 km/h-ra csökkent. Írjuk fel a sebesség időfüggésének $v_x(t)$ képletét, és szerkesszük meg az összefüggés grafikonját!

56. A sebességgrafikon (15. ábra) segítségével határozzuk meg a kezdősebességet és a negyedik másodperc elején, illetve a hatodik másodperc végén mérhető sebességet! Számítsuk ki a gyorsulást, és írjuk fel a $v_x = v_x(t)$ összefüggés egyenletét!

57. A 16. ábrabeli grafikonok alapján írjuk fel a $v_x = v_x(t)$ egyenletet!

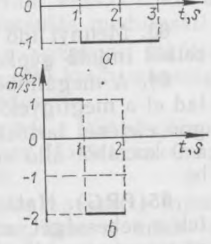
58. A 17. ábrán egy anyagi pontnak a kezdeti időpontbeli sebességvektora és gyorsulásvektora látható. Írjuk fel a $v_y = v_y(t)$ egyenletet, és szerkesszük meg a grafikonját az első 6 s időtartamra, ha $v_0 = 30$ m/s, $a = 10$ m/s^2! Mekkora a sebesség 2, 3, 4 s elteltével?



16. ábra



17. ábra



18. ábra

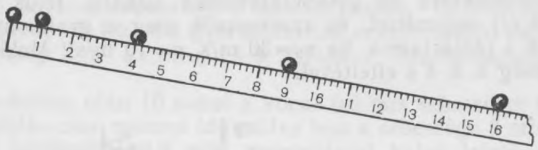
59*. Az $a_x(t)$ függvénynek a 18. *a* és *b* ábrán feltüntetett grafikonjai alapján szerkesszük meg a $v_x(t)$ összefüggés grafikonjait arra az esetre, amikor az anyagi pont sebessége a kezdeti időpontban ($t=0$) nullával egyenlő!

5. Elmozdulás az egyenletesen gyorsuló mozgáskor

60. A megállóból egy villamos és egy trolibusz indul egyidejűleg. A trolibusz gyorsulása kétszerese a villamosénak. Hasonlítsuk össze az általuk egyazon idő alatt megtett utat és az elért sebességet!

61. Nyugalmi helyzetből a golyó lefelé gurul a lejtős vályúban, és 10 cm-t tesz meg az első másodpercben. Mekkora utat tesz meg három másodperc alatt?

62. A 19. ábra sztroboszkópos fénykép alapján készült. Rajta a nyugalmi helyzetből induló golyó vályúbeli mozgása látható. Ismeretes, hogy két egymás utáni felvillanás között 0,2 s telik el. A skálabeosztás deciméteres. Bizonyítsuk be, hogy a golyó mozgása egyenletesen gyorsuló! Határozzuk meg a golyó gyorsulását, és a felvételen rögzített pontokban mérhető sebességét!



19. ábra

63. Mennyi idő alatt tesz meg 30 m-t a nyugalmi helyzetből induló gépkocsi, amelynek gyorsulása 0,6 m/s²?

64. A megállóból induló vonat első kocsija 3 s alatt halad el a megfigyelő mellett, aki a vonat indulása előtt e vagon elejénél tartózkodott. Mennyi idő alatt halad el mellette a 9 kocsiból álló vonat? A hézagokat nem vesszük tekintetbe.

65(PRG). Határozzuk meg a táblázatban feltüntetett testek *v* sebességét, amelyre *t* idő alatt tesznek szert, valamint az ugyanezen idő alatt megett *s* utat! Valamennyi test kezdősebességét tekintsük nullának.

Sorszám	Test	a, m/s²	t, s
1	Személyszállító lift	0,62	3,7
2	Villamos	0,81	9,4
3	Gépkocsi	0,96	8,7
4	Géppisztolygolyó a csőben	616 000	0,00116
5	Metróvonat	1,24	19,1
6	Repülőgép a kifutópályán	1,65	52

65. A nyugalmi helyzetből induló anyagi pont egyenletesen gyorsuló mozgással t_1 idő alatt s_1 utat tesz meg. A mozgás kezdetétől számított mekkora t_2 idő alatt tesz meg az anyagi pont s_2 utat?

66. Konsztantyin Ciolkovszkij A Földön kívül című könyvében a rakéta röppályáját tárgyalva ezt írja: »... 10 másodperc múlva a rakéta 5 km-nyi távolságra volt a megfigyelőtől«. Mekkora gyorsulással mozgott a rakéta és mekkora sebességet ért el?

67. A Kalasnyikov-féle géppisztoly csövében a golyó 616 m/s² gyorsulással mozog. Mekkora sebességgel hagyja el a golyó a 41,5 cm hosszúságú csövet?

68. Hányszor kisebb a golyó sebessége a puskacső közepében, mint a cső elhagyásakor?

69. A 72 km/h sebességgel haladó gépkocsi hirtelen fékezéskor 5 s alatt megállt. Mekkora volt a fékútja?

70. A TU—154 típusú repülőgép kifutótávolsága felszálláskor 1 215 m, sebessége a levegőbe emelkedés pillanatában 270 km/h. Leszállásnál a repülőgép 230 km/h sebességgel ér földet és 710 m-nyi utat fut a pályán. Vessük össze a felszállás és a leszállás idejét, és a gyorsulás modulusát!

71. $v_1 = 15$ km/h sebesség esetén a gépkocsi fékútja $s_1 = 1{,}5$ m. Mekkora lesz az s_2 fékút $v_2 = 90$ km/h sebesség esetén? A gyorsulás mindkét esetben azonos.

72(PRG). A táblázatban felsorolt testek t idő elteltével s út megtétele után fejezik be mozgásukat. Határozzuk meg a gyorsulásukat és v_0 kezdősebességüket!

73. A motorkerékpáros és a kerékpáros egyszerre indul. A motorkerékpáros gyorsulása háromszor akkora, mint a kerékpárosé. Hányszor nagyobb sebességet ér el a motorkerékpáros: a) ugyanazon idő alatt; b) azonos útszakaszon?

Sorszám	Test	s, m	t, s
1	A munkadarabra lesújtó kovács-pöröly	0,23	0,052
2	Az osztankinói tv-torony liftje	49	14
3	A hegyről lesikló síelő	318	39
4	A hálóba zuhanó akrobata	6,8	0,85
5	Hirtelen fékező autó	46	4,3

74(73). Az anyagi pont sebességének időfüggése $v_x = 6t$ egyenlettel írható le. Írjuk fel az $x = x(t)$ összefüggést, ha a kezdeti pillanatban ($t = 0$) a mozgó pont a koordinátarendszer kezdőpontjában volt ($x = 0$)! Mekkora utat tesz meg az anyagi pont 10 s alatt?

75(74). Az anyagi pont mozgásegyenlete $x = 0{,}4t^2$. Írjuk fel a $v_x(t)$ összegüggést, és szerkesszük meg a grafikonját! Jelöljük vonalkázással azt a területet, amely számszerűen az anyagi pont által 4 s alatt megtett úttal egyenlő, és számítsuk ki ezt az utat!

76(75). Az anyagi pont mozgásegyenlete $x = -0{,}2t^2$. Milyen ez a mozgás? Mennyi a pont koordinátája 5 s múlva, s mekkora utat tesz meg a pont ennyi idő alatt?

77(PRG). A trolibusz t idő alatt s utat tett meg. Mekkora (v) sebességre tett szert az útszakasz végén, és milyen (a) gyorsulással mozgott, ha a kezdősebessége v_0 volt?

Sorszám	s, m	t, s	v_0, m/s
1	120	10	10
2	120	12	10
3	120	18	10
4	120	24	10
5	52	7,1	6,3

78(77). A 100 m hosszú lejtőn a 0,3 m/s² gyorsulású síző 20 s alatt fut le. Mennyi a sebessége a lejtő tetején és alján?

79(78). A lejtőn lefelé haladó vonat 20 s alatt 340 m-es utat tett meg, és 19 m/s sebességet ért el. Mekkora gyorsulással mozgott, és mennyi volt a sebessége a lejtő elején?

80. A műúton (8. ábra) haladó kerékpáros, gyalogos és benzinszállító kocsi mozgásegyenlete rendre: $x_1 = -0{,}4t^2$, $x_2 = 400 - 0{,}6t$ és $x_3 = -300$. Határozzuk meg mindegyik test esetében: a megfigyelés kezdetén mérhető koordinátákat, a kezdősebességnek és a gyorsulásnak az X tengelyre való vetületét, valamint a mozgás irányát és fajtáját!

Készítsünk magyarázó ábrát, tüntessük fel rajta a testek helyzetét $t = 0$ pillanatban, s rajzoljuk meg a sebesség- és gyorsulásvektorukat!

81. Anyagi pontok mozgását a következő egyenletek adják meg: $x_1 = 10t + 0{,}4t^2$, $x_2 = 2t - t^2$, $x_3 = -4t + 2t^2$, $x_4 = -t - 6t^2$. Írjuk fel a $v_x = v_x(t)$ egyenletet mindegyik esetre; szerkesszük meg ezen összefüggések grafikonjait, írjuk le mindegyik pont mozgását!

82. Írjuk fel az $x = x(t)$ egyenletet mindama mozgások esetére, amelyek sebességgrafikonja a 16. ábrán látható! Vegyük úgy, hogy a kezdeti időpontban ($t = 0$) a test a koordinátarendszer kezdőpontjában ($x = 0$) van!

83(PRG). Egy fiú szánkón lesiklott az s_1 hosszúságú hegyoldalon, és vízszintes útszakaszon s_2 távolság megtétele után megállt. Az egész mozgás t idő alatt ment végbe. Meghatározandó: 1) a lesiklás t_1 ideje; 2) a fékezés t_2 időszaka; 3) a hegy lábánál mérhető v sebesség; 4) a lesikláskor fellépő a_1 gyorsulás; 5) a fékezéskor jelentkező a_2 gyorsulás.

Sorszám	s_1, m	s_2, m	t, s
1	20	40	15
2	14	31	9
3	34	98	21
4	110	66	39

84. A nyugalmi helyzetből induló kerékpáros az első 4 s folyamán 1 m/s² gyorsulással, majd 0,1 percig egyenletesen mozgott, a megállás előtti utolsó 20 m-t pedig egyenletesen lassulva tette meg. Számítsuk ki az átlagsebességet a mozgás ideje alatt! Szerkesszük meg a $v_x(t)$ grafikont!

85*. A két állomás közötti távolságot a vonat $v_{\text{átl.}} = 72$ km/h átlagsebességgel $t = 20$ min alatt tette meg. A felgyorsulás és a fékezés együttvéve $t_1 = 4$ min-ig tartott, a többi

idő alatt a vonat egyenletesen mozgott. Mekkora v sebességgel haladt egyenletes mozgása alkalmával[1]?

86. A műúton két gépkocsi mozgását az $x_1 = 2t + 0{,}2t^2$, illetve $x_2 = 80 - 4t$ egyenlet adja meg. Írjuk le a mozgásokat; határozzuk meg a) a kocsik találkozási időpontját és helyét; b) egymástól való távolságukat 5 s elteltével; c) az első gépkocsi koordinátáját abban a pillanatban, amikor a második a koordinátarendszer kezdőpontjában volt!

87. A megfigyelés kezdetekor két test között 6,9 m a távolság. Az első nyugalmi helyzetből indulva 0,2 m/s² gyorsulással mozog. A második test 2 m/s kezdősebességű és 0,4 m/s² gyorsulású mozgással követi az elsőt. Írjuk fel az $x = x(t)$ összefüggéseket abban a koordinátarendszerben, amelyben a $t = 0$ időpontban a koordináták $x_1 = 6{,}9$ m, illetve $x_2 = 0$ értéket vesznek fel! Határozzuk meg a testek találkozási helyét és idejét!

88*. Két motorkerékpáros mozgását az $x_1 = 15 + t^2$ és az $x_2 = 8t$ egyenletek adják meg. Írjuk le mindkét motorkerékpáros mozgását; számítsuk ki találkozásuk időpontját és helyét!

6. Az egyenletes körmozgást végző test sebessége és gyorsulása

89. A szélmotor szélkerekének percenkénti fordulatszáma 30 ford/min, a villanymotor forgórészéé 1 500 ford/min, a szeparátor dobjáé 8 400 ford/min, a köszörűgép tengelyéé 96 000 ford/min. Számítsuk ki forgásperiódusaikat!

90. Határozzuk meg a Hold Föld körüli keringésének fordulatszámát (14. táblázat)!

91. A 300 mm átmérőjű csiszolókorong marófelülete pontjainak lineáris sebessége nem haladhatja meg a 35 m/s-ot. Rögzíthető-e a korong olyan elektromotor tengelyére, amelynek percenkénti fordulatszáma 1 400? 2 800?

92. A repülőgép légcsavarjának fordulatszáma 1 500 ford/min. Hány fordulatot tesz meg a légcsavar 90 km-nyi úton 180 km/h repülési sebességnél?

93. A karusszelesterga lapjának forgási periódusa 4 s. Határozzuk meg a lap szélső pontjainak a sebességét, amelyek 2 m távolságra vannak a forgástengelytől!

---

[1] A feladatot célszerű geometriailag megoldani, megszerkesztve a $v_x = v_x(t)$ grafikont, és tekintetbe véve, hogy a megtett út egyenlő a grafikon és az abszcisszatengely közötti alakzat területével.

94(új). A traktor elülső kerekeinek átmérője 2-szer kisebb, mint a hátsó kerekeké. Hasonlítsuk össze fordulatszámukat, ha a traktor mozog!

95(új). A magnetofon mágneses szalagjának mozgássebessége 9,53 cm/s. Számítsuk ki a jobb oldali (felvevő) tekercs forgásperiódusát és fordulatszámát a visszajátszás kezdetén és végén, ha a tekercs legkisebb sugara 2,5 cm, a legnagyobb pedig 7 cm!

96(új). Mekkora sebességgel és milyen irányban kell repülnie a hatvanadik szélességi kör mentén a repülőgépnek, hogy az indulási időpontnál korábban érjen a rendeltetési helyére (helyi idő szerint)? Megvalósítható-e ez korunk utasszállító repülőgépeivel?

97. A világ első orbitális űrállomása, amelyet a Szojuz—4 és Szojuz—5 űrhajók összekapcsolásával 1969. január 16-án hoztak létre, 88,85 min periódusidővel átlagosan 230 km magasságban (a pályát kör alakúnak tekintve) keringett a Föld körül. Határozzuk meg az űrállomás átlagsebességét!

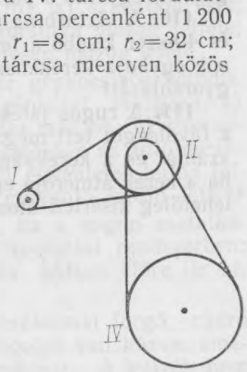
98. Ha a Föld műholdja körpályájának sugarát 4-szeresére növelik, keringésének periódusideje a 8-szorosára nő. Hányszorosan változik a műhold sebessége a pályán?

99. Az óra percmutatója 3-szor hosszabb a másodpercmutatónál. Határozzuk meg a mutatóvégek lineáris sebességének arányát!

100. Az I. tárcsáról (20. ábra) a IV.-re két hajtószíj közvetíti át a mozgást. Határozzuk meg a IV. tárcsa fordulatszámát (ford/min-ban), ha az I. tárcsa percenként 1 200 fordulatot tesz, s a tárcsák sugara: $r_1 = 8$ cm; $r_2 = 32$ cm; $r_3 = 11$ cm; $r_4 = 55$ cm. A II. és III. tárcsa mereven közös tengelyre van ékelve.

101. A 600 mm átmérőjű körfűrész tengelyére 300 mm átmérőjű tárcsát ékeltek, amelyet a motor tengelyén levő 120 mm átmérőjű tárcsa forgat meg. Mekkora a fűrészfogak lineáris sebessége, ha a motortengely fordulatszáma 1 200 ford/min?

102. A Penza márkájú kerékpár kerekének átmérője $d = 70$ cm, a hajtó fogaskeréken $z_1 = 48$, a hajtott fogaskeréken $z_2 = 18$ fog van. Mekkora sebességgel halad a kerékpáros, ha a hajtópedált $n = 1$ ford/s fordulatszámmal hajtja? Mekkora a kerék-



20. ábra

páros sebessége ugyanilyen pedálfordulatszám mellett a Káma összehajtható kerékpáron, amelyen $d=50$ cm, $z_1=48$ fog, $z_2=15$ fog?

103. Mekkora centripetális gyorsulással mozog a 20 m/s sebességű vonat a 800 m-es sugarú kanyarban?

104. A Nap tengely körüli forgása következtében a napegyenlítő pontjai 2 km/s kerületi sebességgel mozognak. Számítsuk ki a Nap tengely körüli forgásának periódusát és az egyenlítő pontjainak centripetális gyorsulását!

105. A Nyiva kombájn 600 mm átmérőjű cséplődobjának forgásperiódusa 0,046 s. Mekkora a dob külső felületi pontjainak kerületi sebessége és centripetális gyorsulása?

106. Mekkora sebességgel kell átmennie a 40 m görbületi sugarú domború híd közepén a gépkocsinak, hogy centripetális gyorsulása ugyanannyi legyen, mint a szabadesésé?

107. A Szovjetunió 50. évfordulója nevet viselő krasznojarszki vízerőmű turbinájának járókereke 7,5 m átmérőjű, fordulatszáma 93,8 ford/min. Mekkora a turbinalapátok külső pontjainak centripetális gyorsulása?

108. Számítsuk ki az autókerék úttal érintkező pontjainak centripetális gyorsulását, ha az autó 72 km/h sebességgel halad, s közben kerekének fordulatszáma 8 s^{-1}!

109. Két anyagi pont az R_1, illetve R_2 sugarú ($R_1=2R_2$) körvonalon mozog. Hasonlítsuk össze centripetális gyorsulásukat abban az esetben, ha: a) egyenlő a lineáris sebességük; b) egyenlő a periódusidejük!

110. A vízturbina járókerekének 8-szor nagyobb a sugara és 40-szer kisebb a fordulatszáma, mint a gőzturbináé. Vessük egybe a kerékkoszorúk pontjainak lineáris sebességét és gyorsulását!

111. A rugós játékautó egyenletesen mozogva t idő alatt s távolságot tett meg. Határozzuk meg kerekeinek fordulatszámát és a kerékpánt pontjainak centripetális gyorsulását, ha a kerék átmérője egyenlő d-vel! A feladat konkrét adatait lehetőleg kísérleti úton határozzuk meg!

A DINAMIKA ALAPJAI

7. Newton első törvénye. Inerciális vonatkoztatási rendszerek. Testek tömege. Erő. Néhány erő eredője.

112. Magyarázzuk meg, mely testek hatása egyenlíti ki (kompenzálja) egymást (tart egyensúlyt) a következő esetekben: a) a tengeralattjáró a víz mélyén lebeg; b) a tengeralattjáró a szilárd talajon fekszik!

113. Az ejtőernyős egyenletes és egyenes vonalú mozgással ereszkedik lefelé. Magyarázzuk meg, milyen testek hatása egyenlíti ki egymást ekkor!

114. A kisfiú fonálra erősített, hidrogénnel töltött léggömböt tart. Milyen hatások egyenlítik ki egymást, ha a léggömb nyugalomban van? A fiú elengedte a fonalat. Miért kezdett gyorsuló mozgásba a léggömb?

115. Haladhat-e egyenletes mozgással vízszintes műúton a gépkocsi kikapcsolt motorral?

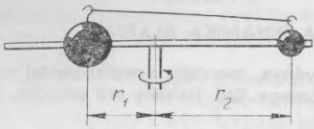
116. Vízszintes útszakaszon a tolatómozdony meglökött egy vagont. Milyen testek hatnak a vagonra ütközéskor, illetve szabad gördüléskor? Hogyan fog mozogni a vagon e testek hatására?

117(új). A vonatkoztatási rendszer mereven kötődik a lifthez. Az alábbi esetek melyikében tekinthetjük inerciálisnak a vonatkoztatási rendszert? A lift: a) szabadon esik; b) egyenletesen mozog felfelé; c) gyorsulva mozog felfelé; d) lassulva mozog felfelé; e) egyenletesen mozog lefelé.

118(új). A vonatkoztatási rendszer gépkocsihoz kötődik. Inerciarendszerről van-e szó, ha a gépkocsi mozgása: a) egyenletes és egyenes vonalú vízszintes műúton; b) gyorsuló vízszintes műúton; c) egyenletes, miközben az autó derékszögben irányuló utcára fordul be; d) egyenletes lejtőn felfelé; e) egyenletes lejtőn lefelé; f) gyorsuló lejtőn lefelé?

119(új). Hogyan mozog a vonat, ha a vagon asztalkájáról leesett alma a »Vagon« vonatkoztatási rendszerben: a) függőleges mentén mozog; b) esés közben előre tér ki; c) hátrafelé tér ki; d) oldalra tér ki?

120(117). Egy bizonyos fordulatszámmal forgó rúdra (21. ábra) két különböző méretű acélgolyó van húzva, amelyeket nyújthatatlan fonal köt egymáshoz. A golyók nem csúsznak el a rúdon, ha az r_1 és r_2 sugár között meghatáro-



21. ábra

zott összefüggés áll fenn. Milyen összefüggés van a golyók tömege között, ha $r_2 = 2r_1$?

121[1]**(119).** A 100 t tömegű tolatómozdony meglökött egy nyugvó vagont. Kölcsönhatásuk idején a vagon gyorsulásmodulusa 5-ször volt nagyobb a mozdonyénál. Mekkora a vagon tömege?

122(120). Vessük össze két, egymásba ütköző acélgolyó gyorsulásának modulusát, ha az egyik golyó sugara 2-szer akkora, mint a másiké. Függ-e a kérdésre adott felelet a golyók kezdősebességétől?

123(121). Hasonlítsuk össze a két egyenlő sugarú golyó kölcsönhatásakor fellépő gyorsulásokat, ha az egyik golyó acélból, a másik ólomból készült!

124(122). Vízszintes síkon mozgó kiskocsi ütközésekor az első kiskocsi sebességvektorának az X tengelyre eső vetülete 3 m/s-ról 1 m/s-ra változott meg, a másik kocsi ugyanezen tengelyre eső vetülete pedig -1 m/s-ról $+1$ m/s-ra. Az X tengely a földhöz kapcsolódik, vízszintes helyzetű, s pozitív iránya egybeesik az első kiskocsi kezdősebessége vektorának irányával. Írjuk le a kiskocsik mozgását kölcsönhatásuk előtt és után! Hasonlítsuk össze a kocsik tömegét!

125(123). Két, 400 és 600 g tömegű test egymás felé mozgott, s ütközés után megállt. Mekkora volt a második test sebessége, ha az első 3 m/s sebességgel mozgott?

126(124). A 60 t tömegű, 0,3 m/s sebességgel közeledő vagon ütközőivel meglöki az álló pőrekocsit, amely ezáltal 0,4 m/s sebességet kap. Mekkora a pőrekocsi tömege, ha az ütközés után a vagon sebessége 0,2 m/s-ra csökkent?

127(125). A játékos rúgása után a labda függőlegesen fölfelé repül. Nevezzük meg és hasonlítsuk össze, milyen erők hatnak a labdára: a) a rúgás pillanatában; b) a labda föl-

[1] Ebben és e paragrafus további feladataiban átlag- (közép-) gyorsulásokról van szó, mivelhogy ütközéskor a mozgás nem lesz egyenletesen gyorsuló.

felé repülésekor; c) a labda lefelé esésekor; d) a földhöz ütközésekor!

128(126). Nevezzük meg és hasonlítsuk össze azokat az erőket, amelyek a következő esetekben hatnak a golyókra: a) a golyó a vízszintes asztallapon fekszik; b) meglökjük a kezünkkel; c) a golyó az asztallapon gurul; d) lerepül az asztalról!

129(127). Nevezzük meg és hasonlítsuk össze azokat az erőket, amelyek a liftben álló személyre hatnak, ha a lift: a) áll; b) mozogni kezd fölfelé; c) egyenletesen mozog; d) megállás előtt lassít!

130(128). Nevezzük meg és vessük egybe azokat az erőket, amelyek a gépkocsira hatnak, ha az: a) mozdulatlanul áll a vízszintes útszakaszon; b) elindul; c) egyenletesen és egyenes vonalúan halad a vízszintes úton; d) egyenletes mozgással átmegy a domború híd közepén; e) egyenletes mozgással kanyarodik; f) vízszintes úton fékez!

131(129). A 22. ábra a helikopterre ható erőket, valamint a sebességvektor irányát mutatja egy bizonyos időpontban ($\vec{F}$ húzóerő, $\vec{R}$ homlokellenállás, $\vec{F}_n$ nehézségi erő, $\vec{Q}$ emelőerő). Hogyan repül a gép, ha: a) $F_n=Q$, $F=R$; b) $F_n=Q$, $F>R$; c) $F_n>Q$, $F=R$; d) $F_n<Q$, $F=R$?

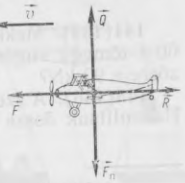
132(257). Milyen összefüggésnek kell fennállnia a légbuborékra ható erők között, hogy az egyenletes mozgással emelkedjék fel a vízmedence fenekéről?

133(294). Lehet-e az egy pontban támadó 10 és 14 N erő eredője 2, 4, 10, 24, 30 N?

134(új). Egyenlő lehet-e nullával három olyan erő eredője, amely modulusát tekintve egyenlő és egyazon pontban támad?

135(295). Számítsuk ki három, egyenként 200 N nagyságú erő eredőjét, ha az első és a második, illetőleg a második és a harmadik erő közötti szög 60°!

136(296). A 90 kg tömegű ejtőernyősre az ugrás kezdetén ható légellenállás vetülete az X és Y koordinátatengelyeken rendre 300, ill. 500 N-t tesz ki. (Az Y tengely fölfelé irányul.) Határozzuk meg valamennyi erő eredőjét!



22. ábra

137(297). A sugárhajtású repülőgépre függőleges irányban hat 550 kN

nehézségi erő és 555 kN emelőerő, vízszintes irányban pedig 162 kN húzóerő és 150 kN légellenállás. Határozzuk meg az eredőt (modulus és irány szerint)!

138(298). Azon zsineg helyzetét, amelyen 1,6 kg tömegű teher függ, vízszintes irányban ható 12 N nagyságú erővel megváltoztatták. Számítsuk ki a zsinegre ható feszítőerőt!

8. Newton második törvénye. Newton harmadik törvénye[1]

139(130). A 15 kN vontatóerőt kifejtő traktor 0,5 m/s^2 gyorsulást közöl a vontatott kocsival. Mekkora gyorsulást ad ugyanennek a kocsinak a 60 kN vontatóerőt kifejtő traktor?

140(131). 60 N nagyságú erő 0,8 m/s^2 gyorsulást ad a testnek. Mekkora erő ad a testnek 2 m/s^2 gyorsulást?

141(132). 4 kg tömegű test bizonyos erő hatására 2 m/s^2 gyorsuláshoz jut. Mekkora gyorsulást kap a 10 kg tömegű test ugyanennek az erőnek a hatására?

142(133). 4 t tömegű üres tehergépkocsi 0,3 m/s^2 gyorsulással indul. Milyen tömegű terhet tettek a gépkocsira, ha ugyanakkora húzóerőnek a hatására 0,2 m/s^2 gyorsulással indul el?

143(új). Töltsük ki az alábbi táblázatot, ahol a az a gyorsulás, amelyhez az m tömegű test F erő hatására jut!

a	?	?	0,4 m/s^2	2 km/s^2	0,1 m/s^2	5 cm/s^2
m	8 kg	3 g	200 kg	10 g	?	?
F	2 N	6 mN	?	?	20 N	1 kN

144(134). Mekkora gyorsulással mozog nekifutáskor a 60 t tömegű sugárhajtású repülőgép, ha hajtóműveinek húzóereje 90 kN?

145(135). A személykocsi tömege 2 t, a tehergépkocsié 8 t. Hasonlítsuk össze a gépkocsik gyorsulását, ha a tehergép-

[1] E paragrafus feladataiban az erőket állandóknak vesszük s a súrlódástól eltekintünk.

kocsi 2-szer nagyobb húzóerőt fejt ki, mint a személygépkocsi!

146(136). 0,5 kg tömegű labda a 0,02 s-ig tartó ütés hatására 10 m/s sebességet ér el. Határozzuk meg az ütőerő átlagértékét!

147(137). A BM—13 (Katyusa) harcászati rakétalöveg vezetősínjeinek a hossza 5 m volt, egy-egy lövedék tömege 42,5 kg, a reaktív vonóerő 19,6 kN. Mekkora sebességgel hagyta el a lövedék a vezetősíneket?

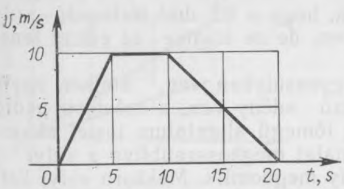
148(138). A vontató $a_1 = 0{,}4$ m/s^2 gyorsulást közöl az üres vontatott kocsival és $a_2 = 0{,}1$ m/s^2-et a megrakottal. Mekkora gyorsulással mozgatja a két egymáshoz kapcsolt kocsit? A vontató minden esetben azonos vonóerőt fejt ki.

149(139). Bizonyos erő hatására a kiskocsi elindul nyugalmi helyzetéből, és 40 cm-es utat tesz meg. Amikor 200 g súlyt tesznek rá, akkor egyazon idő alatt ugyanannak az erőnek a hatására nyugalmi helyzetből indulva 20 cm-es utat fut be. Mennyi a kiskocsi tömege?

150(140). A 23. ábrán egy 2 kg tömegű test sebességváltozásának grafikonja látható. Határozzuk meg annak az erőnek a vetületét (F_x-et), amely a testre egyes szakaszokon hat!

151(141). Guericke közismert kísérleteiben (1654.), amelyekben az ún. magdeburgi féltekék segítségével a légnyomást tanulmányozta, a két félgömb elé, amelyekből kiszivattyúzták a levegőt, nyolc-nyolc lovat fogtak. Csak ennyi ló bírta szétválasztani a félgömböket. Elvégezhető-e ilyen kísérlet kevesebb lóval?

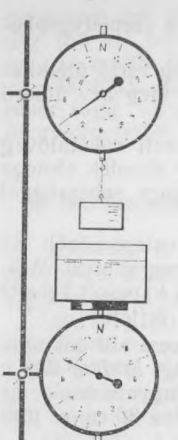
152(új). A mozgó autó szélvédő üvegéhez egy szúnyog ütközött. Hasonlítsuk össze azt az erőt, amely a szúnyogra és az autóra az ütközés pillanatában hat!



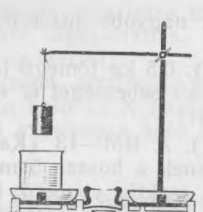
23. ábra



24. ábra



25. ábra



26. ábra

153(143). Mi történik az űrhajósal az űrhajó szabad repülésekor, ha (lökés nélkül) kienged a kezéből egy masszív tárgyat? És ha eldobja?

154(144). Miért nem mozdul el a csónak, amikor a benne ülő személy nyomja a csónak oldalát, s miért mozdul el, ha az illető személy kiszáll a csónakból, és ugyanekkora erővel tolja a csónakot?

155(145). Münchausen báró azt állította, hogy saját hajánál fogva kirántotta magát a mocsárból. Indokoljátok meg, miért lehetetlen ez!

156(146). Megbomlik-e a mérleg egyensúlya (24. ábra), ha a fonalat annyira meghosszabítjuk, hogy a súly teljesen elmerüljön a vízben, de ne érintse az edény fenekét? Mi történik, ha elvágjuk a fonalat, s a súlyt a fenékre tesszük?

157(147). Mit mutatnak a dinamométerek (25. ábra), ha a felsőt annyira leengedjük, hogy a 0,2 dm^3 térfogatú súly teljesen elmerüljön a vízben, de ne érintse az edény fenekét?

158*(148). A mérleg egyensúlyban van, amikor egyik serpenyőjén vizet tartalmazó edény van, a másikon pedig egy állvány, amelyre 54 g tömegű alumínium testet akasztunk (26. ábra). Ha a fonalat meghosszabbítva a súlyt a vízbe merítjük, az egyensúly megbomlik. Mekkora súlyt kell a jobb oldali serpenyőbe tennünk, hogy visszaállítsuk az egyensúlyt?

159(új). Két fiú gumifonatot húz szét, egy-egy dinamométert erősítve a végeihez. Amikor a fonat 2 cm-rel megnyúlt, a dinamométerek egyenként 20 N erőt mutattak. Mit mutatnak a dinamométerek 6 cm-es fonatnyúlás esetén?

160(új). Milyen erőkkel kell hatni a 100 kN/m merevségű drót végeire, hogy az 1 mm-rel megnyúljon?

161(új). Mennyivel nyúlik meg a 0,5 kN/m merevségű horgászzsinór, miközben függőlegesen felfelé emelik a rajta függő 200 g tömegű halat?

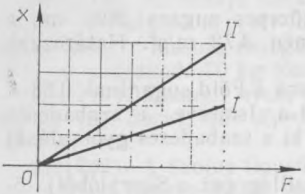
162(új). A Zsiguli személyautó elsőkerék-felfüggesztésének hengeres spirálrugója terhelés nélkül 360 mm hosszú, és 4,35 kN erő hatására 230 mm-rel kell megrövidülnie. A hátsókerék-felfüggesztés rugója 442 mm hosszú, és 4,4 kN erő hatására 273 mm-rel kell összenyomódnia. Számítsuk ki a rugók merevségét!

163(151). Két egyenlő hosszúságú és egyik végüknél egymáshoz erősített rugót szabad végüknél fogva nyújtunk. A 100 N/m merevségű rugó eközben 5 cm-t nyúlott. Mekkora a másik rugó merevsége, ha megnyúlása 1 cm?

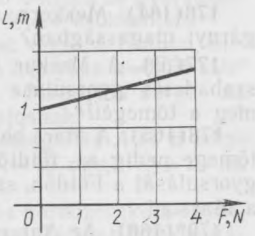
164(152). A 27. ábrán látható grafikonok a megnyúlásnak a hatóerőtől való függését mutatják az egyenlő hosszúságú acéldrót (I) és rézdrót (II) esetében. Vessük egybe a drótok merevségét!

165(153). A 28. ábrabeli grafikon a gumifonat megnyúlását mutatja a rá ható erő függvényeként. Mekkora a fonat merevsége?

166(154). Az adott huzaldarab merevsége k-val egyenlő. Mekkora a huzaldarab felének a merevsége? Indokoljuk meg a feleletet!



27. ábra



28. ábra

167*(156). Az egyik rugó merevsége k_1, a másiké k_2. Mekkora a sorban egymáshoz kapcsolt két rugó merevsége (k)?

168(157). Számítsuk ki a 100 kN/m merevségű drótkötél megnyúlását, ha 2 t tömegű gépkocsit 0,5 m/s² gyorsulással vontatnak vele! A súrlódás elhanyagolható!

169(új). A 8 t tömegű űrhajó 100 m-re közelítette meg a 20 t tömegű orbitális űrhajót. Számítsuk ki a köztük ható kölcsönös vonzóerőt!

170(158). Becsüljük meg két, egyenként 10 000 tonnás hajó közötti kölcsönös vonzás nagyságrendjét, ha távolságuk 100 m!

171(159). Határozzuk meg a Föld és a Hold között működő gravitációs erőt (14. táblázat)!

172(160). Hányszorosan csökken az a gravitációs erő, amellyel a Föld vonzza az űrrakétát, ha ez utóbbi földsugárnyira távolodott el a Föld felületétől? Öt földsugárnyi távolságra van e felülettől?

173(161). A Föld felszínétől számított mekkora távolságra lesz 100-szor kisebb az űrhajóra ható gravitációs vonzás, mint a Föld felszínén?

174(163). A Föld és Hold középpontja közötti átlagtávolság 60 földsugár, a Hold tömege pedig 81-szer kisebb, mint a Földé. A két égitest középpontját összekötő egyenes melyik pontjában hat a testre mindkettőjük részéről azonos vonzóerő?

175(új). Két, egyenlő tömegű, egymástól bizonyos távolságban levő test F_1 erővel vonzza egymást. Mennyi lesz a köztük ható F_2 vonzóerő, ha az egyik test tömegének felét átvisszük a másik testre anélkül, hogy megváltoztatnánk az őket elválasztó távolságot?

176(164). Mekkora a szabadesés gyorsulása fél földsugárnyi magasságban?

177(új). A Merkur bolygó közepes sugara 2420 km, a szabadesés gyorsulása a felszínén 3,72 m/s². Határozzuk meg a tömegét!

178(165). A Mars bolygó sugara a Föld sugarának 0,53-a, tömege pedig a földtömeg 0,11-a. Ismerve a szabadesés gyorsulását a Földön, számítsuk ki a szabadesés gyorsulását a Marson!

179*(166). Az Antares óriáscsillag (az α-Skorpióból) tömege 50-szerese a Nap tömegének, átmérője pedig 328-szorosa a Nap átmérőjének. A 40 Eridanus A elnevezésű fehér

törpe a naptömeg 0,31-ával egyenlő, átmérője 0,016-ed része a Nap átmérőjének. Mekkora a szabadesés gyorsulása ezeken a csillagokon?

180(167). A Vénusz átlagsűrűsége $\rho = 5200$ kg/m^3, sugara $R = 6100$ km. Mekkora a szabadesés gyorsulása a Vénusz felszínén?

10. Nehézségi erő. A gyorsulással mozgó test súlya. Túlterhelés. Súlytalanság

181(új). A Lunohod—1 nevű 750 kg tömegű szovjet űrberendezést 1970-ben juttatták a Hold felszínére. Határozzuk meg azt a nehézségi erőt, amely a Föld, ill. a Hold felületén hatott e berendezésre!

182(új). Az osztankinói tv-torony felső kilátóján a szabadesés gyorsulása 0,1 cm/s^2-tel nagyobb, mint az építmény alapzatánál. Mennyivel csökken a 80 kg tömegű személyre ható nehézségi erő, miközben az a felső kilátóra emelkedik.

183(új). Mennyivel csökken a 90 t tömegű TU—154 típusú repülőgépre ható nehézségi erő, ha az 11 km magasságban repül, ahol a szabadesés gyorsulása 9,77 m/s^2? A Föld felszínén a szabadesés gyorsulását tekintsük 9,81 m/s^2-nek.

184(216). Határozzuk meg, mennyi a 80 kg tömegű űrhajós pilóta súlya, ha az űrhajót 20 m/s^2 gyorsulással függőlegesen fölfelé indítják a Föld felszínéről!

185(217). Az osztankinói tv-torony felvonója 15 s alatt 7 m/s sebességre gyorsul fel. Ugyanennyi idő szükséges a megállásra is. Mennyivel változik meg a 80 kg tömegű személy súlya a felvonó mozgásának kezdetén és végén?

186(új). Mekkora a_1 gyorsulással kell emelni a mérlegsúlyt, hogy a súlya megkétszereződjön? Milyen a_2 gyorsulással kell lefelé engedni, hogy a súlya felére csökkenjen?

187(218). Az űrhajó sima leszállást végez a Holdon, miközben (a Holdhoz képest) függőleges irányban $a = 8{,}36$ m/s^2 gyorsulással lassuló mozgást végez. Mennyi a súlya az űrhajón tartózkodó 70 kg tömegű űrhajósnak?

188(219). Mennyit nyom a 40 kg tömegű fiú A és B helyzetben (29. ábra), ha $R_1 = 20$ m, $v_1 = 10$ m/s, $R_2 = 10$ m, $v_2 = 5$ m/s?

189(222). A Szojuz típusú űrhajó és hordozórakéta együttes indítási tömege 300 t. Indításkor a rakéta első fokozatának négy hajtóművét (az egyenként 1 MN vonóerejű oldalsó egységeket) és a második fokozat egyik hajtóművét (vo-



29. ábra

nóereje 940 kN) egyszerre gyújtják be. Mekkora túlterhelést viselnek el az űrhajósok a start kezdetén?

190(új). Az ejtőernyő kinyílása után az ejtőernyős sebessége 50 m/s-ről 10 m/s-ra csökkent 1 s alatt. Mekkora túlterhelést tapasztalt az ejtőernyős?

191(új). A zuhanórepülésből emelkedő repülőgép 800 m sugarú körívet ír le a függőleges síkban olyképpen, hogy a pálya alsó pontjában 200 m/s a sebessége. Mekkora túlterhelést tapasztal a pilóta ebben a pontban?

192(új). Tapasztal-e túlterhelést vagy súlytalanságot a futó személy?

193(új). Egy testet felfelé hajítottak. Mikor lesz e test súlytalanság állapotában? Melyik lesz a helyes az alábbi válaszok közül: a) a röppályának csupán a legfelső pontjában; b) csak a lefelé irányuló mozgás alkalmával; c) csupán a felfelé irányuló mozgáskor; d) az egész mozgás ideje alatt?

194(223). A világ első űrrepülőjével, Gagarinnal a fedélzetén 1961. április 12-én felbocsátott Vosztok űrhajó legnagyobb eltávolodása a Földtől 327 km-t tett ki. Hány százalékkal kisebb nehézségi erő hatott az űrrepülőre a keringési pályán, mint a Föld felszínén? Miért volt súlytalanság állapotában az űrhajós?

195(224). Miképpen hasonlítható össze a testek tömege az űrhajó szabad repülésekor egyenlő karú mérleg segítségével? Rugós mérleggel?

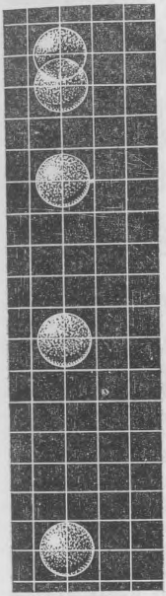
196(225). Megmunkálható-e az űrhajóban ütéssel a »súlytalan« anyag »súlytalan« kalapáccsal? Magyarázzuk meg!

197(226). Mivel magyarázható, hogy a Holdon földobott test repülés közben súlytalan lesz, míg a Földön az ilyen test csak megközelítően tekinthető súlytalannak?

198(227). Mekkora sebességgel kell átrobognia a 40 m sugarú domború híd közepén a gépkocsinak, hogy utasa egy pillanatra a súlytalanság állapotába jusson?

11. A testek függőleges irányú mozgása a nehézségi erő hatására[1]

199(182). Mérjük meg (vagy közelítőleg becsüljük meg) a vízszintesen kinyújtott karunk távolságát a padlótól, és számítsuk ki a kezünkből kiejtett tárgy esésének idejét és a padlóhoz ütközésekor elért sebességét!



30. ábra

200(183). Határozzuk meg a golyó szabadesésének gyorsulását a 30. ábra alapján, amely sztroboszkópos felvételről készült! A két egymást követő felvétel időköze 0,1 s, a fényképen látható háló mindegyik négyzetének valódi oldalhossza 5 cm.

201(184). Szabadeséskor az egyik test 2-szer hosszabb ideig mozgott, mint a másik. Hasonlítsuk össze végsebességüket és elmozdulásukat!

202(185). A szabadesés törvényeit kutató Galilei 1589-ben a pisai ferdetoronyból (magassága 57,5 m) különböző tárgyakat ejtett kezdősebesség nélkül a mélybe. Mennyi ideig estek a tárgyak a torony tetejéről, és mekkora sebességgel csapódtak a földhöz?

203(186). Az ötméteres ugrótoronyról leugró úszó 2 m mélyre süllyedt a vízbe Mennyi ideig és mekkora gyorsulással mozgott a vízben?

204(187). A test 80 m magasból szabadon esik. Mekkora az elmozdulása az esés utolsó másodperce alatt?

205*(188). Mennyi ideig esett a test, ha a két utolsó másodpercben 60 m-t tett meg?

[1] E paragrafus feladatainak megoldásakor a légellenállást nem vesszük számításba.

206*(189). Mekkora a szabadon eső test elmozdulása az esés kezdetétől számított n-edik másodpercben?

207(190). Mekkora kezdősebességgel kell elhajítani a követ függőlegesen lefelé a 20 m magas hídról, hogy 1 s múlva érje el a víz felszínét? Mennyivel tovább tartana a kő esése ugyanekkora magasságból kezdősebesség nélkül?

208(191). Egy test valamely h_1 magasságból szabadon esik; ugyanakkor egy másik test nagyobb, h_2 magasságból kezd esni. Mekkora kell legyen a második test v_0 kezdősebessége, hogy mindkét test egyidejűleg érjen földet?

209(192). A függőlegesen fellőtt nyílvessző 6 s múlva ért földet. Mekkora a kezdősebessége, és milyen magasra emelkedett?

210(193). Dobjunk fel függőlegesen egy labdát! Megbecsülve emelkedési magasságát, számítsuk ki, mekkora sebességet közöltünk vele!

211(194). Hányszorosára kell növelni a függőlegesen fölhajított test kezdősebességét, hogy emelkedése a 4-szeresére növekedjék?

212(195). Egy meglehetősen magasan elhelyezkedő pontból egyidejűleg két testet indítanak azonos modulusú $v_0 = 2$ m/s sebességgel mozgásnak: az egyiket függőlegesen felfelé, a másikat függőlegesen lefelé. Mekkora távolságra lesznek egymástól a testek 1 s, 5 s, ill. t idő múlva?

213(196). A kisfiú 1,5-szer nagyobb sebességgel hajítja a labdát függőlegesen a magasba, mint a kislány. Hányszor magasabbra emelkedik a kisfiú labdája?

214(197). A légelhárító ágyúval 800 m/s sebességgel függőlegesen fellőtt lövedék 6 s múlva talált célba. Mekkora magasságban volt az ellenséges repülőgép, s milyen sebességgel érte el a lövedék? Milyen irányban tér el a meghatározandó mennyiségek valódi értéke a kiszámítottól?

215(198). Egy testet 30 m/s kezdősebességgel függőlegesen fölfelé hajítottak. Mekkora magasságban és mennyi idő múlva lesz a test sebességmodulusa háromszor kisebb, mint az emelkedés kezdetekor?

216(PRG). Egy fiú függőleges síkban ν fordulatszámmal forgat egy r hosszúságú zsinórhoz kötött követ. Milyen legnagyobb h magasságba emelkedhet a kő, ha a fiú elengedi a zsinórt?

Sorszám	1	2	3	4	5
r, m	0,62	0,81	0,94	1,06	1,14
ν, s^{-1}	2,11	1,93	1,82	1,71	1,89

217(199). Egy testet 20 m/s kezdősebességgel függőlegesen fölfelé hajítanak. Írjuk fel az $y=y(t)$ összefüggés egyenletét! Határozzuk meg, mennyi idő múlva lesz a test: a) 15 m; b) 20 m; c) 25 m magasságban!

Útmutatás. Az Y tengely függőlegesen fölfelé irányul; $t=0$ esetében vegyük úgy, hogy $y=0$!

218*(200). A földfelszín fölött 25 m magasban levő erkélyről 20 m/s sebességgel függőlegesen hajítottak fel egy kis labdát. Írjuk fel az y koordináta időfüggésének képletét, ha a számlálás kezdőpontjául: a) a hajítási pontot; b) a földfelszín pontját választjuk! Számítsuk ki, mennyi idő múlva esik le a labda a földre!

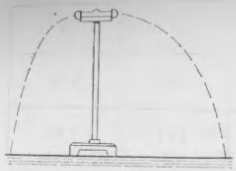
12. Mozgás a nehézségi erő hatására, ha a kezdősebesség valamilyen szögben irányul a vízszinteshez. Műholdak és bolygók mozgása[1]

219(új). Tegyünk az asztallap szélére valamilyen tárgyat (pénzérmét, törlőgumit), és fricskával pöcköljük le a padlóra! Megmérve az asztal magasságát (h) és a vízszintes röptávolságot (s), számítsuk ki a tárgy t repülési idejét és v_0 kezdősebességét!

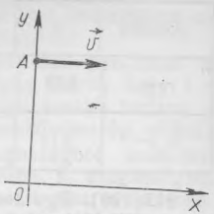
220(202). A kettős rugós pisztolyból való lövéskor (31. ábra) a »lövedékek« 2 és 4 m/s sebességgel repültek ki. Milyen messze lesznek egymástól 0,1 s múlva? A csőhossz (a »lövedékek« közötti kezdőtávolság) 10 cm.

221(203). A fiú vízszintesen dobta ki a labdát a 20 m magasan levő ablakból. Mennyi ideig repült a labda, s mekkora volt a hajítás sebessége, ha a labda a ház tövétől 6 m-nyire esett le a földre?

[1] E paragrafus feladatainak megoldásakor elhanyagoljuk a levegő ellenállását. A test repülési (hajítási) távolságát (röptávolságát) vízszintes irányban számítjuk. A bolygók és a műholdak mozgáspályáját vegyük körvonalúnak, s a mozgást egyenletesnek.



31. ábra



32. ábra

222(204). Hogyan változik meg a bizonyos magasságból vízszintesen elhajított test repülési ideje és a hajítási távolsága, ha kétszer nagyobb sebességgel hajítjuk el?

223(205). Hogyan és hányszorosan kell megváltoztatni a vízszintesen elhajított test sebességét, hogy feleakkora magasságból az eredeti távolságra repüljön?

224(206). A rugós pisztoly függőlegesen fellőtt »lövedéke« $H=1$ m magasra emelkedik. Mekkora a »lövedék« repülési távolsága, ha a pisztoly vízszintesen van beállítva $h=64$ cm magasságban? A »lövedék« kezdősebességét vegyük egyezőnek! Alkalomadtán végezzük el ezt a munkát! Megmérve H-t és h-t, számítsuk ki a vízszintes röptávolságot (s-t), s ellenőrizzük az eredményt kísérletileg!

225(207). Egy fiú 5 m magas meredek partról ugrik a vízbe, miután nekifutással 6 m/s vízszintes irányú sebességet szerzett. Mekkora modulusú és milyen irányú sebességgel ér vizet?

226(208). A $v=10$ m/s kezdősebességgel vízszintesen elhajított test röptávolsága egyenlő a hajítás magasságával. Mekkora h magasságból dobták el a testet?

227(új). A kiválasztott vonatkoztatási rendszerben (32. ábra) adott az A anyagi pont $t=0$ időpontbeli helyzete és $v=10$ m/s sebessége. Írjuk fel az $x=x(t)$ és $y=y(t)$ egyenletet, valamint a pálya $y=y(x)$ egyenletét, ha $OA=20$ m! Megoldva a nyert egyenleteket, határozzuk meg: a) a test repülési idejét; b) vízszintes röptávolságát!

228(210). A lövedék a vízszintessel szöget képezve (ferdén) hagyja el az ágyút, és 12 s-ig repül. Mekkora magasságot ér el?

229(új). A kapus, miközben a labdát a kapuvonalról kirúgja, 20 m/s nagyságú és a vízszintessel 50°-os szöget be-

záró sebességet közöl vele. Határozzuk meg a labda repülési idejét, maximális emelkedési magasságát és vízszintes röptávolságát!

230*(PRG). Egy testet a földfelszín fölötti h magasságból v_0 sebességgel hajítottak el α szögben a vízszinteshez viszonyítva. Meghatározandó: 1) a földfelszín fölötti legnagyobb emelkedési magassága (H); 2) repülési ideje(t); 3) vízszintes röptávolsága (s); 4) sebessége a földhöz való ütődés pillanatában(v).

Sorszám	1	2	3	4	5	6
v_0, m/s	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
α, °	45	50	40	0	45	90
h, m	12,7	12,7	12,7	12,7	0	12,7

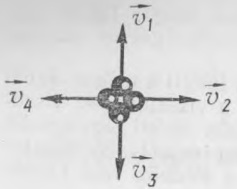
231(211). A vízszinteshez viszonyítva 45°-os szögben eldobott diszkosz h magasságot ér el. Mekkora a hajítási távolsága?

232(212). Az egyik oslói atlétikai versenyen egy sportoló 90 m 86 cm-re hajította el a gerelyt. Mekkora távolságra érne földet a gerely, ha ugyanakkora sebességgel és ugyanolyan szögben Tokióban vetnék el? A szabadesés gyorsulása Oslóban 9,819 m/s², Tokióban pedig 9,798 m/s².

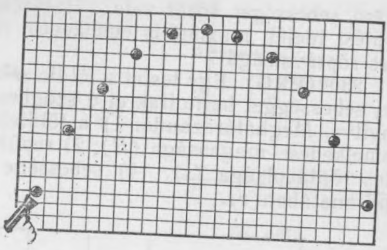
233*(213). Kellően magasan fekvő pontból azonos modulusú $v_1=v_2=v_3=v_4=v_0$ sebességgel egyidejűleg négy testet indítottak útnak (33. ábra). Milyen alakzat csúcspontjait képezik a testek repülésük közben?

234*(214). 20 m magasan levő erkélyről a vízszinteshez képest 30°-os szögben felfelé 10 m/s sebességgel egy labdát dobtak ki. Az X tengelyt a földfelszínen jobb oldalra, az Y tengelyt a ház falán fölfelé vesszük fel. Írjuk fel a koordináták időfüggésének $x=x(t)$ és $y=y(t)$ egyenleteit és az $y=y(x)$ pályaegyenletet! Határozzuk meg: a) labda koordinátáit 2 s elteltével; b) mennyi idő elteltével ér földet a labda; c) a vízszintes irányú röptávolságot!

235*(215). A 34. ábrán, amelyet sztroboszkópos fényképről készítettek, rugós játékpisztolyból kilőtt golyó repülé-



33. ábra



34. ábra

se látható. Tudva azt, hogy a háló négyzetének oldalhossza 5 cm, határozzuk meg: a) a golyó repülési idejét; b) a két szomszédos felvillanás közötti időközt; c) a golyó kezdősebességét!

236(PRG). Határozzuk meg a szabadesés gyorsulását (g) és az első kozmikus sebességet (v) a Naprendszer bolygóinak esetében! M a bolygó tömege; R a bolygó közepes sugara.

Bolygó	Nagyságrend	
	M, kg	R, m
Merkur	$3{,}26 \cdot 10^{23}$	$2{,}42 \cdot 10^{6}$
Vénusz	$4{,}88 \cdot 10^{24}$	$6{,}10 \cdot 10^{6}$
Mars	$6{,}43 \cdot 10^{23}$	$3{,}38 \cdot 10^{6}$
Jupiter	$1{,}90 \cdot 10^{27}$	$7{,}13 \cdot 10^{7}$
Szaturnusz	$5{,}69 \cdot 10^{26}$	$6{,}04 \cdot 10^{7}$
Uránusz	$8{,}69 \cdot 10^{25}$	$2{,}38 \cdot 10^{7}$
Neptunusz	$1{,}04 \cdot 10^{26}$	$2{,}22 \cdot 10^{7}$

237(230). Számítsuk ki a Hold közepes keringési sebességét a Föld körül (14. táblázat)!

238(231). Mekkora sebességgel keringhet körpályán a műhold 600 km magasságban a Föld felszíne fölött? Menynyi a keringési ideje (periódusa)?

239(új). A Phobos (a Mars holdja) 9 400 km-es sugarú körpályán 7 h 40 min periódusidővel kering. Határozzuk meg a Mars tömegét!

240(új). Két műhold közül az egyik a Föld felszínétől 21 600 km magasságban kering, a másik pedig 600 km magasságban. Hányszorosan különbözik egymástól az első műhold sebessége a másodikétól? A Föld sugarát vegyük 6 400 km-nek.

241(új). Hasonlítsuk össze a Föld és a Vénusz mesterséges holdjainak keringési sebességét, ha ezek pályája azonos távolságra van a bolygók középpontjától. A Vénusz tömege egyenlő a Föld tömegének 0,815-ével.

242(új). Mekkora sebességgel kering a műhold 300 km magasságban a Föld felszíne fölött? Mennyi a keringési ideje?

243(233). Egy űrhajó 88 min periódusidővel keringett. A végrehajtott pályamódosítások után a keringési idő 91 min lett. Hogyan változott meg az űrhajó távolsága a Föld felszínétől, valamint a keringési sebessége?

13. Nyugalmi (tapadási) súrlódás. Súrlódási tényező. Csúszási súrlódási erő. Közegellenállás.

244(168). Tegyünk az asztalra egy vastárgyat (szeget, tollat stb.) s tőle eléggé nagy távolságra egy mágnest! Fokozatosan közelítsük a mágnest a tárgyhoz! Mivel magyarázható, hogy bár a mágnes közeledésével növekszik a vonzóerő, a tárgy először nyugalomban marad, majd »egy ránduláss al« a mágneshez tapad?

245(169). Teherkocsin konténert szállítanak vízszintes úton. Mitől függ és hogyan irányul a konténerre ható nyugalmi (tapadási) súrlódási erő, ha a kocsi: a) mozdulatlan; b) gyorsít; c) egyenletesen és egyenes vonalúan halad; d) egyenletesen mozogva kanyarodik; e) fékez? Minden esetben a konténer nyugalomban marad a tehergépkocsihoz képest.

246(170). A vasúti kocsi asztalkáján egy doboz cukorka és egy alma fekszik. Mivel magyarázható, hogy a mozgás kezdetén az alma hátrafelé gurul (a kocsihoz viszonyítva), a doboz viszont a helyén marad?

247(új). Mekkora maximális gyorsulással mozoghat az elegendően nagy teljesítményű gépkocsi, ha a csúszási súrlódási tényező (együttható) 0,3?

248(új). Mekkora tömegű szerelvényt hozhat mozgásba a 180 t tömegű villanymozdony, ha a kerekek és a sínek kö-

zötti csúszási súrlódás tényezője 0,2, a vonat gördülésének ellenállástényezője[1] pedig 0,006?

249(új). Egy tanuló dinamométer segítségével 200 g tömegű fahasábot mozgatott vízszintes helyzetű deszkalapon[2]. Mennyi a súrlódási tényező, ha a dinamométer 0,6 N-t mutatott?

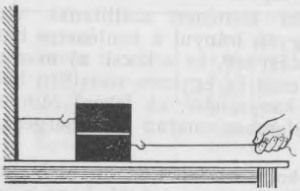
250(173). A kutyafogat a havon a szánt maximálisan 0,5 kN erővel bírja húzni. Mekkora tömegű megterhelt szánt húzhat egyenletes mozgással a fogat, ha a súrlódási tényező 0,1?

251(174). A nehéz igáslovak versenyén az egyik ló 23 tonnás terhet húzott egyenletes mozgással. Számítsuk ki a súrlódási együtthatót, ha a ló vonóereje 2,3 kN!

252(175). Az 50 g tömegű acélmágnes hozzátapadt a függőleges helyzetű acéllaphoz. Hogy egyenletesen csússzon lefelé, 1,5 N erővel kell rá hatni. Mekkora erővel tapad a mágnes a laphoz? Mekkora erővel kell rá hatni, hogy függőlegesen felfelé mozduljon el a lapon, ha a súrlódási tényező 0,2?

253(176). Két, egyenként 1 kg tömegű fahasáb deszkalapon fekszik (35. ábra). Mekkora erővel húzható ki az egyenletes mozgás kezdetén az alsó hasáb a felső alól? Az alsó hasáb mindkét felületének súrlódási tényezője 0,3.

254(177). A 2 kg tömegű fahasábot 100 N/m merevségű rugó segítségével húzzuk a vízszintesen elhelyezett deszkalapon. A súrlódási tényező 0,3. Mennyit nyúlik a rugó?



35. ábra

[1] A gördülési ellenállástényező magában foglal valamennyi súrlódásfajtát (a kerekek és a pálya közötti, a tengelyeken fellépőt stb.). E tényező azt mutatja, hogy az ellenállási erő hányad része a merőleges nyomóerőnek.

[2] Ebben és a paragrafus többi feladatában a mozgást tekintsük egyenletesnek.

255(260). Álljunk székre, és engedjünk el egyidejűleg egyforma magasságból két üres gyufásdobozt: az egyiket alaplapjával, a másikat pedig oldallapjával lefelé! Melyikük esik le hamarabb? Magyarázzuk meg e jelenséget!

256(262). Vágjunk ki papírból egy olyan körlapot, amelynek átmérője alig kisebb egy pénzérme átmérőjénél! Engedjük el egyidejűleg az érmét és a lapocskát! Melyikük esik le hamarabb? Magyarázzuk meg e jelenséget! Tegyük a papírkört az érmére, s úgy engedjük el, hogy az esésben levő rendszerben az érme legyen alul! Írjuk le és magyarázzuk meg a jelenséget!

257(178). Miért lehet nem áramvonalas alakja annak az űrhajónak, amelyet műholdról indítanak útnak a Holdra?

258(179). Mi az oka annak, hogy a toronyról elrugaszkodott műugró függőleges, nem pedig vízszintes testhelyzetben igyekszik a vízbe jutni?

259(180). Miért könnyebb úszni, mint derékig érő vízben futni?

260(181). A gépkocsi $v_1 = 72$ km/h sebességgel halad szélirányban. A szél sebessége a földhöz viszonyítva $v_2 = 15$ m/s. Hányszorosára növekszik a légellenállás, ha a kocsi az előbbi sebességgel széllel szemben mozog? A légellenállás erejét vegyük egyenesen arányosnak a relatív sebesség négyzetével!

14. A súrlódási erő hatására végzett mozgás

261(235). Az 50 kg tömegű fiú, miután szánkón lesiklott a dombról, vízszintes úton 10 s alatt 20 m-t tett meg a megállásig. Határozzuk meg a súrlódási erőt és a súrlódási tényezőt!

262(236). A vészfékezés kezdete után mennyi idő múlva áll meg a 12 m/s sebességű autóbusz, ha e fékezéskor a súrlódási tényező 0,4?

263(237). A gépkocsivezető hirtelen fékezett azon az útszakaszon, amelyen a 36. ábrán látható közlekedési tábla áll. A közlekedési rendőr a keréknyomok alapján megállapította, hogy a fékút 12 m. Megszegte-e a közlekedési szabályokat a vezető, ha a súrlódási tényező (gumi a száraz aszfalton) 0,6-del egyenlő?



36. ábra

264(238). Asztalon levő papírlapra tegyünk egy pohár vizet! Húzzuk a lapot az asztalon először folyamatosan (kis gyorsulással), majd rántással! Magyarázzuk meg a kísérlet eredményét! Mekkora a gyorsulással kell mozgásba hozni a lapot, hogy »kirántsuk« a pohár alól, ha a súrlódási tényező (üveg a papíron) egyenlő 0,3-del? Megváltozik-e a kísérlet eredménye, ha a pohár üres lesz?

265*(239). Az autó kocsiszekrényében egy láda fekszik. Az 1,6 m/s^2 gyorsulású induláskor a láda a helyén marad (az autóhoz viszonyítva), 2 m/s^2 gyorsulású fékezéskor pedig elcsúszik a kocsiszekrényhez viszonyítva. Milyen határértékek között van a súrlódási tényező értéke?

266(240). Mit kell tennie a gépkocsivezetőnek, ha éles kanyarhoz közeledik? Miért kell különösen elővigyázatosnak lennie nyirkos időben, lombhullás idején vagy ónos eső után (útjegesedéskor)?

267(241). Vízszintes úton haladva a gépkocsi 16 m sugarú kanyart vesz. Mekkora az a legnagyobb sebesség, amelylyel még nem csúszik meg a kocsi, ha a kerekek és az út közötti súrlódás tényezője 0,4? Hányszorosan változik meg ez a sebesség télen, amikor a súrlódási tényező értéke a negyedére csökken?

268(242). 36 km/h sebességű gépkocsi vízszintes úton halad. Mekkora legkisebb sugarú íven kanyarodhat, ha a kerekek és az úttest közötti csúszási súrlódás tényezője 0,25?

269(243). A lemezjátszó vízszintes helyzetű tárcsája 78 ford/min fordulatszámmal forog. Kis tárgyat teszünk a korongra, amelyen a forgástengelytől 7 cm-nyire ez még épp rajta marad. Mekkora a tárgy és a korong közötti súrlódás tényezője? Ha van rá lehetőség, határozzuk meg ily módon a súrlódási tényezőt a tárcsára radírgumit, gyufát vagy pénzérmét helyezve!

15. Mozgás néhány erő hatására

VÍZSZINTES ÉS FÜGGŐLEGES IRÁNYÚ MOZGÁS

270(244). A dinamométerhez erősített 400 g tömegű hasábot egyenletesen mozgatjuk vízszintes felületen. A dinamométer eközben 1 N-t mutat. Egy másik esetben a hasábot gyorsulással mozgattuk ugyanazon a felületen, amikor is az erőmérő 2 N-t jelzett. Mennyi volt a gyorsulás?

271(245). A maximálisan terhelt 15 t tömegű autóbusz álló helyzetből 0,7 m/s² gyorsulással indul el. Számítsuk ki a húzóerőt, ha a mozgás ellenállástényezője 0,03!

272(246). A 650 kN maximális vonóerőt kifejtő villanymozdony 3250 tonnás szerelvényt indít. Mekkora gyorsulást közöl vele, ha az ellenállástényező 0,005?

273(247). Az 1 t tömegű Zsiguli gépkocsi álló helyzetből indulva 20 s alatt 30 m/s sebességet ér el. Mekkora vonóerőt fejt ki, ha az ellenállási tényező 0,05?

274(249). Mekkora tömegű szerelvényt vontathat 0,1 m/s² gyorsulással a dízelmozdony, ha 0,005 ellenállástényező esetén 300 kN maximális húzóerőt fejt ki?

275(250). A gépkocsi vonóerő-tényezője (a vonóerő aránya a nehézségi erőhöz) $k=0{,}11$. Mekkora a gyorsulással mozog a kocsi, ha az ellenállási tényező $\mu=0{,}06$?

276*(251). Két megálló között mozgó 4 tonnás autóbusz sebességváltozásának leegyszerűsített grafikonja látható a 37. ábrán. Állandónak véve az ellenállási erőt, és tudva azt, hogy a grafikon BC szakaszának megfelelő útszakaszon a húzóerő nulla, határozzuk meg a húzóerőt az OA és AB szakaszoknak megfelelő útszakaszokon!

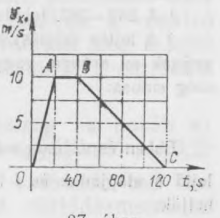
277(252). Mekkora gyorsulásnál szakad el a 15 kN szakítószilárdságú drótkötél, ha 500 kg tömegű terhet emelnek vele?

278(253). Az emelődaru 1 t tömegű terhet emel. Mekkora erő feszíti a drótkötelet az emelés kezdetén, amikor a teher (igen rövid ideig) 25 m/s² gyorsulással mozog?

279(254). A 10 m magas toronyról ugró, 65 kg tömegű sportoló 13 m/s sebességgel hatol a vízbe. Számítsuk ki a levegő átlagos közegellenállását!

280(255). Egy fadarab 2,5 s alatt esett le 25 m magasról. Az átlagos légellenállás hányad része a nehézségi erőnek?

281*(256). Az m tömegű acélöntecset k merevségű drótkötél segítségével emelik ki a vízből, s eközben a gyorsulást közölnek vele. Az acél sűrűsége ρ_1, a vízé ρ_2. Határozzuk meg a drótkötél x megnyúlását! A víz közegellenállását hanyagoljuk el!



37. ábra

282[1](263). A 13 m hosszú és 5 m magas lejtőn 26 kg tömegű teher fekszik. A súrlódási tényező 0,5. Mekkora erővel kell hatni a teherre a lejtő hosszában, hogy feltoljuk a lejtőre; hogy letoljuk róla?

283(264). Mekkora erővel kell hatni a 600 kg tömegű csillére, hogy feltoljuk a 20°-os hajlásszögű rakodóhídon, ha az ellenállástényező értéke 0,05?

284(265). Laboratóriumi munka végzésekor a következő adatokat kaptuk: a lejtő hossza 1 m, magassága 20 cm, a fahasáb tömege 200 g, a dinamométerrel mért húzóerő a hasáb felfelé mozgásakor 1 N. Számítsuk ki a súrlódási tényezőt!

285(266). 50 cm hosszúságú és 10 cm magas lejtőn 2 kg tömegű hasáb nyugszik. A lejtő síkjával párhuzamos dinamométer segítségével először felhúzzuk a hasábot a lejtőn, majd lehúzzuk rajta. Határozzuk meg a dinamométer állása közötti különbséget!

286*(267). A kiskocsi az α hajlásszögű lejtőn nyugalomban tartható a lejtő síkjával párhuzamosan fölfelé irányuló F_1 erővel, és F_2 erővel feltolható rajta. Mennyi az ellenállástényező?

287(268). A lejtő $\alpha = 30°$-os szögben hajlik a vízszintes hez. A μ súrlódási tényező mely értékeinél nehezebb feltolni a terhet a lejtőn, mint függőlegesen fölemelni?

288(269). Az 5 m hosszú és 3 m magas lejtőn 50 kg tömegű test nyugszik. A lejtő hosszában irányuló mekkora erővel tartható a lejtőn ez a teher; húzható egyenletesen fel; húzható fel 1 m/s² gyorsulással? A súrlódási tényező 0,2.

289(270). A 4 tonnás gépkocsi 0,2 m/s² gyorsulással fölfelé halad. Mekkora húzóerőt fejt ki, ha a lejtés[2] 0,02, az ellenállási tényező pedig 0,04?

---

[1] A 282—287. feladatokban a mozgást egyenletesnek tekintjük.

[2] A lejtés (hajlás) nem más, mint a lejtő h magasságának és l hosszának az aránya, vagyis a lejtő síkja és a vízszintes közötti hajlásszög sinusa:

$$\frac{h}{l} = \sin \alpha.$$

Ebben és számos más feladatban a lejtés kicsi $\left(\frac{h}{l} \leqslant 0{,}1\right)$, s ezért a lejtő b alapjának és l hosszának az arányát megközelítőleg egynek vehetjük:

$$\frac{b}{l} = \cos \alpha \approx 1.$$

290(271). A 3000 t tömegű vonat 0,003 hajlású lejtőn lefelé halad. Az ellenállási tényező 0,008. Mekkora a vonat gyorsulása, ha a mozdony vonóereje: a) 300 kN; b) 150 kN; c) 90 kN?

291(272). 300 kg tömegű motorkerékpár nyugalmi helyzetből indul az út vízszintes szakaszán, majd a 0,02 hajlású lejtős szakaszon folytatja mozgását. Mekkora sebességet ér el 10 s-mal a mozgás kezdete után, ha a vízszintes szakaszon végzett mozgás az idő felétől tartott? A húzóerő és az ellenállástényező az egész úton állandó, és értéke 180 N, illetve 0,04.

292(PRG). A vízszintes útszakaszon mozgó m tömegű gépkocsi v_0 sebességgel érkezett a vízszinteshez α szögben hajló emelkedőhöz. A gépkocsi vonóereje F, a mozgással szembeni ellenállás együtthatója μ, az emelkedő hossza l. Meghatározandó: 1) a gépkocsi a gyorsulása; 2) az emelkedő végén mérhető v sebesség; 3) a mozgás t időtartama.

Sorszám	α, °	μ	m, t	F, kN	l, m	v_0, m/s
1	0	0,03	6,8	3,4	27	0
2	0	0,41	6,8	0	27	24
3	4,2	0,04	7,2	9,2	69	11
4	4,2	0,04	7,2	8,0	69	11
5	4,2	0,04	7,2	6,9	69	11
6	—6,1	0,06	2,3	0	110	9
7	—6,1	0,06	2,3	1,4	110	9
8	—6,1	0,18	2,3	0	110	25

293(új). Kisméretű tárgyat (radírgumit, pénzérmét stb.) tegyünk vonalzóra! Fokozatosan addig emeljük a vonalzó végét, amíg a tárgy nem kezd csúszni! Mérjük meg a lejtő h magasságát és b alaphosszát, s számítsuk ki a súrlódási tényezőt (μ-t)!

294(273). Mekkora a gyorsulással mozog a hasáb az $\alpha = 30°$ hajlásszögű lejtőn, ha a súrlódási együttható $\mu = 0{,}2$?

295*(274). Valamely h magasságból szabadon eső test mozgásának kezdetekor a második test súrlódásmentesen

csúszni kezdett lefelé az ugyanakkora h magasságú és $l=nh$ hosszúságú lejtőn. Vessük egybe e testek végsebességét a lejtő alapsíkjában és a mozgásuk idejét!

KÖRMOZGÁS

296(275). Mekkora vízszintes irányú erővel nyomja a 24 tonnás villamoskocsi a síneket, miközben a 100 m sugarú kanyarban 18 km/h sebességgel halad? Hányszorosan változik meg ez az erő, ha a sebesség a 2-szeresére nő?

297(276). A 2 t tömegű gépkocsi 40 m sugarú domború hídon 36 km/h sebességgel halad át. Mekkora erővel nyomja a híd közepét?

298(277). Az 50 kg tömegű fiú olyan hintán hintázik, amelynek tartókötele 4 m hosszú. Mekkora erővel nyomja a fiú az ülést, miközben 6 m/s sebességgel átlendül a legmélyebb ponton?

299(278). Az 1 m hosszú rúd végére erősített 0,4 kg tömegű súlyt állandó szögsebességgel forgásba hozzák a függőleges síkban. Mekkora erővel hat a súly a rúdra a pálya csúcs- és mélypontján, ha a fordulatszám: a) 0,4 s^{-1}; b) 0,5 s^{-1}; c) 1 s^{-1}?

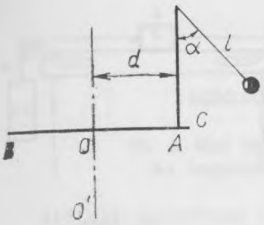
300(280). A kerékpárverseny-pálya egyik szakasza 40 m sugarú kanyar. Ez a szakasz 40° szögben hajlik a vízszintes síkhoz. Mekkora menetsebességre méretezték ezt a lejtést?

301(281). Mekkora legnagyobb sebességgel haladhat a motorkerékpáros a vízszintes síkon, miközben 100 m sugarú ívet ír le, ha a gumi és a talaj közötti súrlódás tényezője 0,4? Milyen szögben dől eközben a függőleges helyzettől?

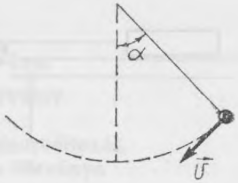
302(282). Az $l=60$ cm hosszú fonálra akasztott súly egyenletes mozgással körpályát ír le a vízszintes síkban. Mekkora sebességgel mozog a súly, ha mozgásakor a fonál $\alpha=30°$ szöget képez a függőlegessel?

303*(283). A függőleges OO' tengely körül egyenletesen forgó BA deszkalapra (38. ábra) a forgástengelytől $d=5$ cm távolságban függőleges állvány van rögzítve, az állványra pedig függően van akasztva. Mekkora a lap fordulatszáma, ha a függőén $l=8$ cm hosszúságú fonala $\alpha=40°$ szögben tér el a függőlegestől?

304(284). Határozzuk meg, mekkora F erő feszíti a fonalat a 39. ábrán mutatott pillanatban, ha a teher tömege $m=100$ g, sebessége $v=2$ m/s, s az α szög 60°! A fonál hossza $l=40$ cm.



38. ábra



39. ábra

NÉHÁNY ÖSSZEKAPCSOLT TEST MOZGÁSA

305(285). Állócsigán átvetett zsinór egyik végén 0,3 kg-os, a másikon pedig 0,2 kg-os súly lóg. Milyen gyorsulással mozognak e súlyok? Mekkora erő feszíti a zsinórt mozgás közben?

306(286). Állócsigán átvetett fonál végéhez m, illetve $2m$ tömegű súly van erősítve. Mekkora erő feszíti a fonalat, ha: a) a nagyobb tömegű súlyt tenyerünkkel megtámasztva gátoljuk mozgásában a rendszert; b) a kisebb tömegű súlyt tartjuk vissza; c) szabaddá tesszük a rendszert?

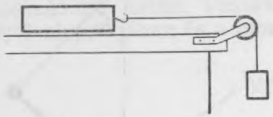
307(287). Állócsigán átvetett fonálra 0,3 és 0,34 kg tömegű súlyok vannak függesztve. A mozgás kezdete után 2 s alatt mindegyik súly 1,2 m utat tett meg. A kísérlet adatai alapján határozzuk meg a szabadesés gyorsulásának értékét!

308(288). 27,2 t tömegű helikopter drótkötélen függő 15,3 t tömegű terhet emel függőlegesen fölfelé 0,6 m/s² gyorsulással. Számítsuk ki a helikopter húzóerejét, valamint azt az erőt, amellyel a teher hat a helikopter emelőszerkezetére!

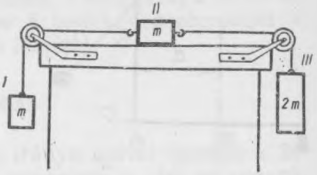
309(289). 100 tonnás tolatómozdony két, egyenként 50 tonnás kocsit 0,1 m/s² gyorsulással húz. Határozzuk meg a dízelmozdony húzóerejét, illetve a kocsikapcsolókban ható feszítőerőt, ha a mozgás ellenállástényezője 0,006!

310(290). 400 g tömegű hasáb 100 g tömegű súly hatására (40. ábra) nyugalmi helyzetből indulva 80 cm utat tesz meg 2 s alatt. Mennyi a súrlódási együttható?

311*(291). A villanymozdony a gyorsulással vontat n egyforma vagonból álló szerelvényt. Határozzuk meg, mekkora feszítőerő hat a szerelvény kezdetétől számított k-adik és $(k+1)$-edik kocsi kapcsolószerkezetére, ha egy kocsi tömege m, az ellenállástényező pedig μ!

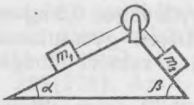


40. ábra



41. ábra

312*(292). Mekkora gyorsulással mozog a 41. ábrán látható rendszer, ha $m=1$ kg, a súrlódási együttható $\mu=0{,}2$? Mekkora F_{t1} és F_{t2} erő feszíti az I és a II, illetve a II és a III testeket összekötő zsineget?



42. ábra

313(PRG). Mekkora a gyorsulással mozognak az összekapcsolt testek (42. ábra), és mennyi a zsineget feszítő F erő? A súrlódás elhanyagolható. Készítsünk programot a következő esetre: ha az m_2 tömegű test jobb felé (lefelé) mozog, akkor $a>0$.

A 313. feladathoz

№	1	2	3	4	5	6	7	8
m_2, kg	0,27	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
β, °	22	22	90	90	90	48	48	90
m_1, kg	0,19	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,19	0,19
α, °	22	22	0	90	11	0	48	90

MEGMARADÁSI TÖRVÉNY

16. A test impulzusa. Impulzusváltozás. Az impulzus-megmaradás törvénye

314(új). Számítsuk ki a 10 t tömegű és 36 km/h sebességgel mozgó tehergépkocsi impulzusát, valamint az 1 t-s személygépkocsiét, ha ez utóbbi sebessége 25 m/s!

315(új). Milyen sebességgel kell mozognia a 160 g tömegű jégkorongnak, hogy impulzusa ugyanannyi legyen, mint a 600 m/s sebességgel mozgó 8 g tömegű golyóé?

316(341). Két egyforma térfogatú test — az egyik anyaga acél, a másiké ólom — egyenlő sebességgel mozog. Hasonlítsuk össze az impulzusukat!

317[1]**(342).** 2000 t tömegű, egyenes vonalúan haladó vonat 36 km/h-ról 72 km/h-ra növelte sebességét. Határozzuk meg az impulzusváltozást!

318(343). 100 g tömegű golyó szabadesésekor vízszintes síkra esett. Sebessége az ütközés pillanatában 10 m/s volt. Határozzuk meg az impulzusváltozást, ha az ütközés tökéletesen rugalmatlan, illetve ha tökéletesen rugalmas![2] Határozzuk meg a golyóra ható átlagos erőt az ütközés ideje alatt, ha a rugalmatlan ütközés időtartama 0,05 s, a rugalmasé 0,01 s!

319(új). Tizenegyes lövésekor 25 m/s sebességet közöltek a 400 g tömegű futball-labdával. Ha a kapus mellének ütődő labda változatlan modulusú sebességgel pattan vissza, akkor az ütés 0,025 s ideig tart. Ha a kapus kezével védi a lövést, akkor 0,04 s alatt nullára csökkenti a labda sebességét. Számítsuk ki az ütés átlagos erejét mindkét esetben!

---

[1] Ha a feladat kiszámítandó mennyisége az impulzusváltozás, ábrát készítünk, amelyen geometriai szerkesztéssel határozzuk meg az impulzusváltozás vektorának irányát.

[2] Tökéletesen rugalmatlan ütközéskor a kölcsönhatás után a testek egy egészként mozognak. A mechanikai energia egy része belső energiává alakul át. Tökéletesen rugalmas ütközés után a testek maradéktalanul visszanyerik alakjukat, mechanikai energiájuk összege megmarad.

320(344). Az anyagi pont mozgását az $x=5-8t+4t^2$ egyenlet írja le. Ha tömegét 2 kg-nak vesszük, mennyi lesz az impulzusa 2 s-mal, illetve 4 s-mal az időmérés kezdete után? Mekkora erő idézte elő ezt az impulzusváltozást?

321(345). 100 g tömegű, 20 m/s sebességgel repülő labda vízszintes síknak ütődik. A beesési szög (a sebesség iránya és a sík merőlegese közötti szög) 60°-os. Határozzuk meg az impulzusváltozást, ha az ütközés tökéletesen rugalmas, a visszaverődési szög pedig egyenlő a beesési szöggel!

322(346). 1 kg tömegű anyagi pont 10 m/s sebességgel körpályán egyenletesen mozog. Határozzuk meg, mekkora az impulzusváltozás a periódusidő egynegyede alatt; a periódusidő fele alatt; a teljes periódus elteltével!

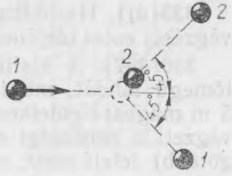
323[1](PRG). Az m_1 tömegű test sebességének az x tengelyre való vetülete v_{1x}, az m_2 tömegű test sebességéé pedig v_{2x}. Kölcsönhatásuk eredményeként e testek egy egészként folytatták mozgásukat. Határozzuk meg új mozgásuk sebességének v_x vetületét! A testek mozgáspályái egybeesnek az X tengellyel.

№	m_1, kg	v_{1x}, m/s	m_2, kg	v_{2x}, m/s
1	0,8	4	0,8	0
2	0,8	2	0,8	—2
3	0,673	—21,4	0,824	11,2
4	0,673	—21,4	0,824	—11,2
5	21 400	8,26	0,11	—11,2

324(350). A vadász az úszó csónakban a mozgás irányában lövéseket ad le puskájából. Mekkora volt a csónak eredeti sebessége, ha két, egymást gyorsan követő lövés után a csónak megállt? A vadász és a csónak együttes tömege 200 kg, a tölteté 20 g. A sörét és a lőporgázok 500 m/s sebességgel hagyják el a csövet.

[1] Ebben és a paragrafus további feladataiban, ha nincs külön kikötés, a sebességek a Földhöz viszonyítva vannak megadva, a súrlódási erőktől pedig eltekintünk.

325(új). 200 kg tömegű csónakról, amely 1 m/s sebességgel halad, 50 kg tömegű fiú vízszintes irányú mozgással ugrik a vízbe. Milyen sebességgel mozog tovább a csónak, miután a fiú vízbe ugrott: 1) a tatról 4 m/s sebességgel; b) az orr-részről 2 m/s sebességgel; c) az orr-részről 6 m/s sebességgel?



43. ábra

326*(353). A 750 tonnás hajóról mozgásával ellentétes irányban ágyúlövést adtak le 60°-os szögben a vízszinteshez képest. Mennyivel változott meg eközben a hajó sebessége, ha a 30 kg tömegű lövedék a hajóhoz viszonyítva 1 km/s sebességgel hagyta el az ágyúcsövet?

327*(354). A 10 m/s sebességgel mozgó *1* biliárdgolyó az ugyanolyan tömegű nyugvó *2* golyóval ütközött. Ütközés után a golyók a 43. ábrán látható módon mozogtak. Határozzuk meg a golyók ütközés utáni sebességét!

328(új). A 20 kg tömegű nyugvó kiskocsin egy 60 kg tömegű személy áll. Mennyi lesz a kocsi sebessége a Földhöz képest, ha a személy 1 m/s sebességgel elindul a kocsihoz viszonyítva?

17. Mechanikai munka. Mozgási [kinetikus] és helyzeti [potenciális] energia

329(új). A 20 mg tömegű esőcsepp 2 km-es magasságból esik. Milyen munkát végez a rá ható nehézségi erő?

330(355). A toronydaru 12 m magasra emeli a vízszintes helyzetű 5 m hosszú és 100 cm^2 keresztmetszetű acélgerendát. Mekkora hasznos munkát végez a daru?

331(356). Egy ember 2 kg tömegű testet 1 m magasra emel 3 m/s^2 gyorsulással. Mekkora munkát végez?

332(357). 0,6 m^3 térfogatú követ 5 m mélyről emelnek a vízben a felszínig. A kő sűrűsége 2500 kg/m^3. Mekkora a kő emelésére fordított munka?

333(359). A tutajos csáklyával tolja a tutajt 200 N erővel hatva a csáklyára. Mekkora munkát végez, miközben 10 m-rel mozdítja el a tutajt, ha az erő és az elmozdulás iránya közötti szög 45°?

334(360). 10 tonnás gépkocsi kikapcsolt motorral halad lefelé a 4°-os hajlásszögű lejtőn. Mekkora munkát végez a nehézségi erő 100 méteres útszakaszon?

335(új). Hasonlítsuk össze a szabadon eső test munkavégzését esési idejének első és második felében!

336(367). A kisfiú függőlegesen felhajított egy 100 g tömegű labdát, majd elkapta a hajítási pontban. A labda 5 m magasra emelkedett. Határozzuk meg, mekkora munkát végzett a nehézségi erő, miközben a labda: a) fölfelé mozgott; b) lefelé esett; c) az egész úton!

337(370). Mekkora munkát igényel a 8 kg tömegű, vízzel telt veder kiemelése a 10 m mély kútból? Egy méternyi kötél tömege 400 g.

338(új). Két, egymásra merőleges 30 N, ill. 40 N nagyságú erő hatására egy test 10 m-re mozdult el. Számítsuk ki, milyen munkát végzett mindegyik erő külön-külön, valamint az eredő erő munkavégzését!

339(új). A futball-labda tömege 3-szor nagyobb, sebessége viszont 3-szor kisebb, mint a jégkorongé. Vessük egybe mozgási energiájukat!

340(361). Számítsuk ki a 6,6 t tömegű és pályáján 7,8 km/s sebességgel haladó Szojuz típusú űrhajó kinetikus energiáját!

341(363). A 4 kg tömegű szabadon eső test sebessége egy bizonyos úton 2 m/s-ról 8 m/s-ra nőtt. Számítsuk ki a nehézségi erő munkáját ezen az úton!

342(364). A billenőkocsi tömege 18-szor nagyobb a személygépkocsi tömegénél, sebessége viszont 6-szor kisebb. Hasonlítsuk össze impulzusukat és mozgási (kinetikus) energiájukat!

343(365). Egy test impulzusa 8 kg·m/s, kinetikus energiája pedig 16 J. Mennyi a tömege és a sebessége?

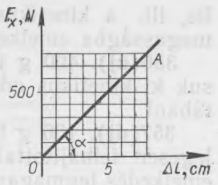
344*(366). Az $l=40$ cm hosszúságú fonálra függesztett $m=100$ g tömegű golyó körvonalat ír le a vízszintes síkban. Mekkora az E_k mozgási energiája, ha a fonál a golyó mozgása közben állandóan $\alpha=60°$ szöget zár be a függőleges iránnyal?

345[1](új). Milyen magasságban lesz a 2 t tömegű teher helyzeti energiája 10 kJ?

346(új). A cölöpverő kos 300 kg tömegű ütőfejét 1,5 m magasra emelték. Mennyi lesz a potenciális energiája?

[1] Ebben és a további feladatokban a Föld felszínén nullának vesszük a helyzeti (potenciális) energiát.

347(368). A 6 m magasan levő erkélyre a föld felszínéről 200 g tömegű tárgyat dobtak fel. Repülése közben a tárgy 8 m magasra emelkedett a talaj fölé. Számítsuk ki, mennyi munkát végzett a nehézségi erő, amikor a tárgy fölfelé emelkedett, lefelé mozgott az egész úton, valamint a helyzeti energia eredő változását!



44. ábra

348(369). Mekkora munkavégzés árán állítható fel függőlegesen a földön fekvő 2 m hosszú és 100 kg tömegű homogén rúd?

349(371). A 44. ábrabeli grafikon a rugó megnyúlása és a nyújtóerő nagysága közötti összefüggést mutatja. Határozzuk meg a 8 cm-rel megnyújtott rugó potenciális energiáját! Mi a fizikai értelme az α szög tangensének és a grafikon *OA* szakasza alatti háromszög területének?

350(372). A játékpisztoly 3 cm-rel összenyomott rugójára az összenyomás végén 20 N erő hat. Számítsuk ki a deformált rugó helyzeti energiáját!

351(373). Mekkora munkát kell végezni, hogy a 40 kN/m merevségű rugót 0,5 cm-rel megnyújtsák?

352(374). A rugó 4 mm-rel való megnyújtására 0,02 J munkát kell fordítani. Mekkora munkával nyújtható meg a rugó 4 cm-rel?

353(375). Vessük egybe azt a munkát, amelyet az ember végez, amikor a dinamométer rugóját 0-tól 10 N-ig, 10 N-tól 20 N-ig, 20 N-tól 30 N-ig nyújtja meg!

354(376). A 40 N méréshatárú dinamométer rugójának merevsége 500 N/m. Mekkora munka árán nyújtható meg a rugó a skála közepétől az utolsó beosztásig?

18. Az energia-megmaradás törvénye. Energia-átalakulás nehézségi, rugalmas, ill. súrlódási erő hatása esetén

355[1](új). 0,5 kg tömegű testet 4 m/s sebességgel függőlegesen felhajítottak. Határozzuk meg, mekkora munkát végez a nehézségi erő, s mennyivel változik meg a potenciá-

[1] A 355—372. feladatban a légellenállástól eltekintünk.

lis, ill. a kinetikus energia, miközben a test maximális magasságba emelkedik!

356(új). 400 g tömegű test 2 m magasról esik. Számítsuk ki kinetikus energiáját a földhöz való ütődése pillanatában!

357(új). 100 g tömegű testet 10 m/s sebességgel függőlegesen felhajítottak. Mennyi lesz a helyzeti energiája az emelkedés legmagasabb pontjában?

358(378). 3 kg tömegű test 5 m magasságból szabadon esik. Mennyi a helyzeti, illetve a mozgási energiája a talajtól 2 m-nyire?

359(379). Egy követ $v_0 = 10$ m/s sebességgel függőlegesen fölhajítottak. Mekkora h magasságban lesz egyenlő a mozgási energiája a helyzeti energiájával?

360(380). Mekkora potenciális és kinetikus energiája van az 50 g tömegű nyílvesszőnek 2 s-mal azután, hogy az íjból 30 m/s sebességgel függőlegesen fellőtték?

361(381). Mekkora v_0 kezdősebességgel kell h magasságból lefelé hajítani a labdát, hogy 2 h magasra ugorjon fel? A földhöz való ütközést abszolút rugalmasnak tekintjük.

362(382). A testet v_0 sebességgel ferdén (a vízszintes hez bizonyos szögben) hajítottuk el. Határozzuk meg a sebességet h magasságban!

363(383). 10 g tömegű golyó kezdősebessége 600 m/s. A vízszinteshez képest mekkora szögben hagyta el a golyó a fegyvercsövet, ha a pálya legmagasabb pontjában 450 J volt a kinetikus energiája?

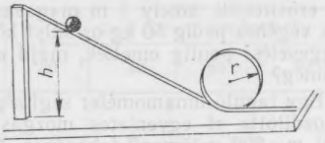
364(385). 25 kg tömegű teher 2,5 m hosszú zsinóron lóg. Mekkora legnagyobb magasságba téríthetjük ki a terhet, hogy az elengedését követő szabadlengések során a zsinór ne szakadjon el? A zsinór szakítószilárdsága 550 N.

365*(386). Az m tömegű ingát α szögben térítjük ki a függőleges irányból. Mekkora erő feszíti a fonalat, amikor az inga átmegy az egyensúlyi helyzeten?

366*(387). A »halálhurok«-kal végzett iskolai kísérletben (45. ábra) az m tömegű golyót $h = 3r$ (r a hurok sugara) magasról elengedjük. Mekkora nyomóerőt fejt ki a golyó a hurok legalsó és legfelső pontjában?

367*(388). A fonálra kötött m tömegű tárgyat függőleges síkban forgatjuk. Mennyivel nagyobb erő feszíti a fonalat a legmélyebb pontban, mint a legmagasabban?

368(PRG). A rugóspisztolynak lövésre való előkészítésekor a k merevségű rugót Δl-lel nyomták össze. Milyen v



45. ábra

sebességre tesz szert az m tömegű »lövedék«, ha a lövést vízszintes irányban adják le?

369(390). Hányszorosan változik meg a rugóspisztoly »lövedékének« kezdősebessége vízszintes irányú lövéskor, ha: a) a rugó összenyomását 2-szeresen növeljük; b) a rugót egy másik, 2-szer nagyobb merevségű rugóval cseréljük ki; c) a »lövedék« tömegét a 2-szeresére növeljük? Minden egyéb mennyiséget, amelytől a sebesség függ, állandónak tekintünk.

№	k, N/m	m, kg	Δl, m
1	1000	0,045	0,03
2	5200	0,162	0,048
3	5200	0,097	0,048
4	5200	0,097	0,063
5	3720	0,097	0,063

370(392). Határozzuk meg, mekkora v sebességgel repül ki a rugóspisztoly m tömegű »lövedéke« függőlegesen fölfelé leadott lövéskor, ha a rugó merevsége k, összenyomódása pedig x! Azonos sebességhez jut-e a »lövedék«, amikor a lövést vízszintesen, illetve függőlegesen fölfelé adják le?

371(új). A 60 kg tömegű cirkuszi artista 4 m magasból esik a kifeszített hálóra. Milyen erővel hat a háló az artistára, ha behajlása 1 m-rel egyenlő?

372(új). Az 1 m hosszú horgászzsineg szakítószilárdsága 26 N és merevsége 2,5 kN/m. A zsineg egyik végét olyan

támasztékhoz erősítették, amely 1 m magasan van a padló felett, a másik végéhez pedig 50 kg-os súlyt kötöttek. Ezután a súlyt a függesztési pontig emelték, majd elengedték. Elszakad-e a zsineg?

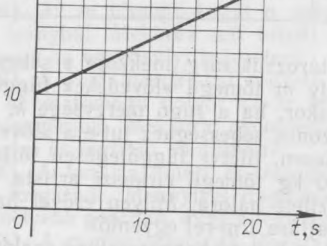
373(397). Egy tanuló dinamométer segítségével $l=10$ cm távolságra mozdította el egyenletes mozgással a deszkalapra helyezett $m=800$ g tömegű fahasábot. A dinamométer rugójának merevsége $k=100$ N/m. Hasonlítsuk össze a súrlódás leküzdésére fordított A_1 munkát azzal az A_2 munkával, amelynek árán megnyújtotta a rugót a hasáb mozgásának kezdete előtt, ha a súrlódási tényező $\mu=0{,}25$!

374(398). Egy 15 tonnás trolibusz álló helyzetből 1,4 m/s² gyorsulással indul. Számítsuk ki, mekkora munkát végez az első 10 méteren a húzóerő, illetve az ellenállási erő, ha az ellenállástényező 0,02! Mekkora mozgási energiára tett szert a trolibusz?

375(399). A 46. ábrán egy 20 tonnás autóbusz sebességgrafikonja látható. Számítsuk ki, mekkora a húzóerő munkavégzése 20 s alatt, ha az ellenállási tényező 0,05! Mennyivel változott meg az autóbusz mozgási energiája?

376(400). Egy 2 tonnás gépkocsi fékezéskor 50 m-nyi vízszintes utat tett meg. Határozzuk meg a súrlódási erő munkáját és a kocsi kinetikus energiájának a megváltozását, ha az út vízszintes, és a súrlódási tényező 0,4!

377(PRG). Határozzuk meg a v sebességgel mozgó gépkocsi s fékútját, ha a súrlódási tényező μ!



46. ábra

μ	v, km/h				
	20	40	60	80	100
0,6					
0,2					
0,08					
0,04					

378(401). Mekkora volt az 1500 tonnás vonat menetsebessége, ha 150 kN fékezőerő hatására a fékezés kezdetétől a megállásig 500 m utat tett meg?

379(új). A pedálozás megszüntetésével a kerékpáros 36 km-es vízszintes útszakaszon 10 m/s-ról 8 m/s-ra csökkentette sebességét. Határozzuk meg az ellenállástényezőt! A mozgási energia hány százaléka alakult át belső energiává?

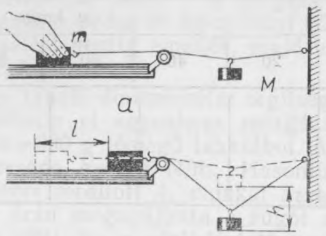
380(új). A tolatódombról két vagon gördül le, melyek közül az egyik megrakott, a másik pedig üres. Hasonlítsuk össze azokat a vízszintes útszakaszokat, amelyeket a vagonok megállásukig tesznek meg, ha az ellenállástényező mindkét esetben ugyanannyi!

381(406). Az l hosszúságú, α hajlásszögű lejtőn egy test csúszik lefelé. Mekkora lesz a sebessége a lejtő alján, ha a súrlódási tényező μ?

382*(407). A $h=2$ m magasságú és $b=5$ m alaphosszúságú dombról lecsúszó szánkó a lejtő aljától $s=35$ m vízszintes út megtétele után áll meg. Határozzuk meg a súrlódási tényezőt, változatlannak véve az értékét az egész úton! Határozzuk meg hasonló módon kísérletileg például a gyufásdoboz és a vonalzó közötti súrlódás tényezőjét!

383*(408). A súrlódási tényezőt a 47. *a* ábrán látható berendezés segítségével határoztuk meg. Az m tömegű hasábot kezünkkel tartva M tömegű terhet akasztunk a fonálra, majd elengedjük a hasábot. A teher h-val lejjebb ereszkedik, s eközben l távolságra mozdítja el a hasábot a síkon (47. *b* ábra). Vezessük le a μ súrlódási tényező képletét! Ha tehetjük, végezzünk ilyen kísérletet!

384*(409). A 10 kg tömegű szánkó lecsúszik az 5 m magas dombról, és a vízszintes útszakaszon megáll. Mekkora minimális munkát végez a fiú, miközben felhúzza a szánkót a dombra a lecsúszás vonalán?

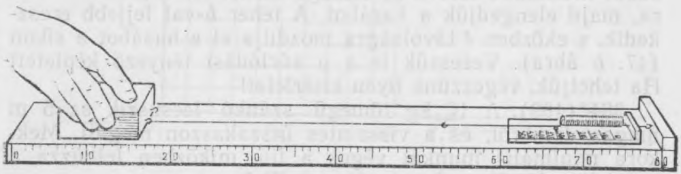


47. ábra

385*(410). Az m tömegű hasábot (48. ábra), amely fonállal dinamométerhez van erősítve, kezünkkel elhúzzuk, feljegyezzük a dinamométer F állását, s vonalzóval megmérjük a rugó x megnyúlását (a dinamométer skáláján). Ezután elengedjük a hasábot, és megmérjük azt az l utat, amelyet a hasáb tesz meg, amíg meg nem áll. F, x és l ismeretében meghatározható a hasáb és a deszkalap közötti súrlódás tényezője. Vezessük le a μ súrlódási tényező kiszámítására szolgáló képletet! Adandó alkalommal végezzük el ezt a munkát! (A rugót úgy kell széthúzni, hogy annak teljes összehúzódása után a hasáb még megtegyen egy bizonyos távolságot.)

386(új). Az 5 tonnás benzines tartálykocsi 15 m/s sebességgel érkezett a 200 m hosszú és 4 m magas emelkedőhöz. Az emelkedő végén sebessége 5 m/s-ra csökkent. Az ellenállástényező 0,09. Meghatározandó: a) a helyzeti energia változása; b) a mozgási energia változása; c) az ellenállási erő munkája; d) a húzóerő munkavégzése; e) a tartálykocsi húzóereje.

387(411). A 80 kg tömegű ejtőernyős elvált a mozdulatlanul lebegő helikoptertől, és 50 m/s sebességgel ért az ejtőernyő kinyílásáig megtett 200 méteres útszakasz végére.



48. ábra

Számítsuk ki, mekkora munkát végzett a légellenállás ereje az említett útszakaszon!

388(404). A géppuska csövéből 825 m/s sebességgel repül ki a 9,6 g tömegű golyó. 100 m után e sebesség 746 m/s-ra csökken, 200 m után 675 m/s-ra. Számítsuk ki a légellenállás erejének munkáját az első, illetve a második százméteres útszakaszon!

389(412). A 2 t tömegű repülőgép 50 m/s sebességgel halad vízszintes irányban. 420 m magasból kikapcsolt motorral ereszkedni kezd, és 30 m/s sebességgel ér a repülőtér kifutópályájára. Határozzuk meg, mekkora munkát végez a légellenállás ereje a siklórepülés ideje alatt!

390(413). Az utasával együtt 100 kg tömegű szán 8 m magas és 100 m hosszú dombról csúszik le. Mekkora átlagos ellenállási erő hat a szánra, ha a domb alján a sebessége 10 m/s, kezdősebessége pedig nulla volt?

19. Teljesítmény. Hatásfok. Folyadékok és gázok áramlása

391(415). A 2340 km/h sebességgel repülő szuperszónikus repülőgép vonóereje 220 kN. Számítsuk ki a hajtóművek teljesítményét az adott körülmények között!

392(416). Az IL—62 típusú repülőgép négy motorja 900 km/h sebességű repülésnél 30 MW együttes teljesítményt fejt ki. Számítsuk ki egy motor húzóerejét ilyen üzemelés esetén!

393(417). A köszörűgép csiszolóköve munkafelületének sebessége 30 m/s. A munkadarabot 100 N erővel nyomják a kőhöz, a súrlódási tényező 0,2. Mekkora a köszörűgép motorjának a mechanikai teljesítménye? (A hajtóműben fellépő veszteségektől eltekintünk.)

394(PRG). Az m tömegű gépkocsi helyből indulva t idő alatt s utat tesz meg. A mozgást gátló ellenállás tényezője μ. Kiszámítandó: 1) a gyorsítás végén mérhető v sebes-

№	s, m	t, s	m, t	μ
1	75	10	1,4	0,05
2	75	11,3	1,4	0,06
3	75	7,8	1,4	0,06
4	63	8,2	7,12	0,06
5	97	14,2	7,12	0,06

ség; 2) a felvett E_k kinetikus energia; 3) a súrlódás leküzdésére fordított A_{surl} munka; 4) az N hasznos átlagteljesítmény.

395(419). A T—150-es traktor vonóteljesítménye (a vonóhorog-teljesítmény) 72 kW. Mekkora sebességgel vontathatja ez a traktor az 5 tonnás utánfutót a 0,2 hajlású lejtőn felfelé, ha a súrlódási tényező értéke 0,4?

396(420). Számítsuk ki, mekkora a mezőgazdaságban alkalmazott repülőgép hasznos átlagteljesítménye nekifutáskor! A repülőgép tömege 1 t, a nekifutás hossza 300 m, a felszállási sebesség 30 m/s, az ellenállástényező 0,03.

397(PRG). Az alábbi táblázatban feltüntetett műszaki jellemzők alapján határozzuk meg: 1) a repülőgépek gyorsulását (a) nekifutáskor; 2) a nekifutás időtartamát (t); 3) a kinetikus energiát (E_k) a földtől való elszakadás pillanatában; 4) valamennyi motor húzóerejének munkáját (A); 5) az átlagteljesítményt (N) nekifutásnál!

Műszaki adatok	Repülőgéptípus		
	Jak—40	Tu—154	Il—62
A Földtől való elszakadás sebessége v, km/h	175	270	300
A nekifutás hossza s, m	550	1215	2000
Felszállási tömeg m, t	13,7	90	160
A hajtóművek száma n	3	3	4
Egy hajtómű húzóereje F, kN	14,7	93,2	103

398(422). Mekkora munkavégzéssel tolható fel a 30°-os hajlásszögű lejtőn 2 m magasra a 400 kg tömegű teher, ha a támadó erő iránya egybeesik az elmozdulás irányával, és a súrlódási tényező 0,3? Mennyi a lejtő hatásfoka?

399(423). Számítsuk ki az 1 m hosszú és 0,6 m magas lejtő hatásfokát, ha a mozgó test és a lejtő közötti súrlódás tényezője 0,1!

400(424). Számítsuk ki, mennyi villamos energia takarítható meg a 3600 tonnás vasúti szerelvény egy útja során Leningrádból Vlagyivosztokba (a távolság kb. 10 000 km), ha a csúszócsapágyakat görgőscsapágyakra cserélik ki (az ellenállástényező átlagértéke ezáltal 0,007-ről 0,0061-re csökken)! A villanymozdony hatásfoka 90%. A mozgást tekintsük egyenletesnek vízszintes útvonalon.

401(425). A 25 kW teljesítményű szivattyúmotor 8 perc alatt 100 m^3 kőolajat szivattyúz 6 m magasra. Mekkora a hatásfoka?

402(427). A cső széles részén a víz 10 m/s sebességgel áramlik. Mekkora az áramlás sebessége a szűk csőszakaszon, ha ez utóbbi átmérője negyedannyi, mint a széles részé?

403(428). A szívó-kotrógép óránként 500 m^3 földet emel ki. Az iszapolt föld térfogata 10-szerese a talaj térfogatának. Mekkora sebességgel áramlik az iszapolt föld 0,6 m átmérőjű csőben!



49. ábra

404(430). Tömlőt kapcsolva a porszívó kivezető nyílásához, és a légáramba pingponglabdát téve (49. ábra), azt látjuk, hogy a labdácska lebeg az áramlatban, s követi a tömlőt, ha mozgatjuk azt. Magyarázzuk meg a jelenséget!

405(új). Miközben leengedjük a vizet a fürdőkádból, a nyílás felett tölcsér képződik, olykor pedig légcsatorna is. Mivel magyarázható ez a jelenség?

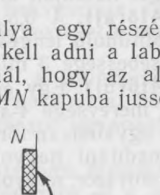
406(431). A vízvezetéken 4 mm^2 területű lyuk képződött, amelyből 80 cm magas vízoszlop tör a magasba. Mekkora a vízveszteség 24 óránként?

407(433). Ha az *A* csövön keresztül (50. ábra) levegőt fújunk, akkor a légáram egy bizonyos sebességénél a *B* csőben felemelkedik a víz, amely elsodródik a légáramlatban és szétporlad, a *C* csőből pedig légbuborékok távoznak. Magyarázzuk meg a jelenséget!

408(435). Az 51. ábrán labdarúgópálya egy részének alaprajza látható. Milyen irányú forgást kell adni a labdának az *A* pontból végzett szögletrúgásnál, hogy az alapvonalon levő labda szélcsendes időben az *MN* kapuba jusson?



50. ábra



51. ábra

IV. FEJEZET

MECHANIKAI REZGÉSEK ÉS HULLÁMOK

20. Rezgő (lengő) mozgás

409(új). Rugóra akasztott aprósúly 8 s alatt 32 lengést végzett. Mennyi a lengés periódusa és frekvenciája?

410(új). Egy szúnyog szárnyainak lengésszáma 600 Hz, egy darázs szárnyainak lengésideje pedig 5 m/s. Melyik rovar végez több lengést szárnyaival 1 perc alatt, és menynyivel többet?

411[1]**(939).** Egy húr bizonyos pontjának rezgésamplitúdója 1 mm, frekvenciája 1 kHz. Mekkora utat tesz meg e pont 0,2 s alatt?

412(új). A nektárért repülő méh szárnyai $\nu_1 = 420$ Hz frekvenciájú lengéseket végeznek, visszafelé (nektárral való) repüléskor pedig $\nu_2 = 300$ Hz frekvenciájúakat. A nektárért a méh $v_1 = 7$ m/s sebességgel repül, visszafelé pedig $v_2 = 6$ m/s sebességgel. Melyik irányban való repüléskor végez szárnyaival több lengést a méh, és mennyivel többet (Δn), ha a kaptár és a virágzó rét között $s = 500$ m a távolság?

413(új). Hogyan hozható lengésbe a falióra ingája, ha 1) potenciális energiát, 2) kinetikus energiát közlünk vele?

414(új). Milyen távolságra kell kitéríteni egyensúlyi helyzetéből a 0,4 kN/m merevségű rugóra függesztett 640 g tömegű súlyt, hogy az az egyensúlyi helyzetén 1 m/s sebességgel haladjon át?

415(új). A 0,5 kN/m merevségű rugón egy súly 6 cm amplitúdójú lengést végez. Mennyi a tömege, ha a maximális sebessége 3 m/s?

416(új). Egy gömb olyan rugón végez lengéseket, melynek merevsége 4-szer nagyobb, mint azé a rugóé, amelyen egy ugyanolyan tömegű másik gömb leng. Melyik gömböt kell kimozdítani nagyobb távolságra az egyensúlyi helyzetéből és hányszor nagyobbra, hogy legnagyobb sebességük egyenlő legyen?

417*(PRG). Egy m tömegű súly k merevségű rugón A amplitúdójú lengéseket végez. Meghatározandó e pont: 1) E teljes energiája; 2) E_p potenciális energiája az x koor-

[1] Ebben és az alábbi feladatokban a rezgéseket tekintsük csillapítatlanoknak.

№	k, N/m	A, m	x, m	m, kg
1	56	0,042	0	0,27
2	56	0,042	0,042	0,27
3	56	0,042	0,031	0,27
4	56	0,042	0,021	0,47
5	38	0,063	0,051	0,47

dinátájú pontban; 3) E_k kinetikus energiája ugyanezen pontban; 4) v sebessége e ponton való áthaladásakor.

418(PRG). Egy m tömegű súly k merevségű rugón végez lengéseket. Számítsuk ki a lengésidőt és a lengésszámot!

№	m, kg	k, N/m
1	0,143	9,22
2	0,211	12,3
3	0,387	74,3
4	1,44	166
5	1,97	93,2

419(952). Határozzuk meg annak a súlynak a tömegét, amely 250 N/m merevségű rugón 16 s alatt 20 rezgést végez!

420(új). Ha egy rugón lengő súlyhoz 100 g tömegű mérlegsúlyt erősítünk, akkor a lengések frekvenciája 1,41-szeresen csökken. Mekkora súly volt felfüggesztve a rugóra eredetileg?

421(954). Hányszorosan változik meg a gumifonatra függesztett súly rezgéseinek periódusideje, ha a fonat hosszának 3/4-ét levágjuk, s a megmaradt részre ugyanazt a súlyt akasztjuk?

422(PRG). Határozzuk meg az l hosszúságú matematikai inga lengésidejét és lengésszámát! Végezzük el a számítást, ha a fonálhossz: 1) 0,141; 2) 1; 3) 0,734; 4) 2,13; 5) 98 m!

423(új). Hányszorosan változik meg a matematikai inga lengésszáma, ha a fonal hosszát 3-szorosára növeljük?

424(958). Hogyan aránylik két matematikai inga hossza, ha egyazon idő alatt az egyik 10, a másik meg 30 lengést végez?

425(új). Milyen értéket kapott a szabadesés gyorsulására a laboratóriumi munkát végző tanuló, ha a 80 cm hosszúságú matematikai inga 1 perc alatt 34 lengést végzett?

426(új). Miképpen változik meg a fémrudas ingával ellátott óra járása, ha: a) növekszik a hőmérséklet; b) az órát hegyre viszik fel; c) Murmanszkból Taskentbe szállítják át?

427*(961). Ugyanazon idő alatt az egyik matematikai inga 50 lengést végez, a másik 30-at. Számítsuk ki a hosszúságukat, ha az egyik 32 cm-rel rövidebb a másiknál!

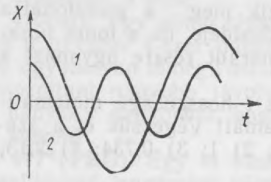
428(új). Az 52. ábrán két rezgőmozgás $x(t)$ grafikonja látható. Hasonlítsuk össze e rezgések amplitúdóját (tágasságát), periódusát és frekvenciáját!

429(945). Az 53. ábrabeli grafikon alapján határozzuk meg a rezgések amplitúdóját, periódusát és frekvenciáját!

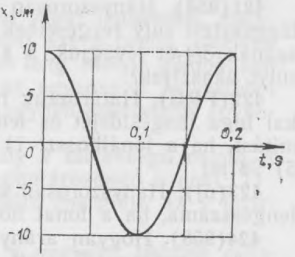
430(új). Az alább felsorolt testek közül melyek rezgései lesznek szabadrezgések: a) dugattyú a motorhengerben; b) varrógéptű; c) a faág azt követően, hogy madár szállt el róla; d) hangszer húrja; e) az iránytű mágneses acéltűjének vége; f) a telefon membránja beszélgetés közben; g) a karosmérleg tányérjai?

431(971). Hogy nagy szögben mozdítsuk ki a hintát a rajta ülő személlyel együtt, nagy erőkifejtésre van szükség. Mivel magyarázható, hogy a hinta ugyanakkora szögű lengésbe hozható jelentősen kisebb erőkifejtéssel?

432(974). Hogy kisegítse a sárban elakadt autó sofőrjét, néhány ember »lengésbe hozza« a kocsit, rendszerint egymást vezényszóra követő lökésekkel. Lényegtelen-e, milyen időközönként hangzik el a vezényszó?



52. ábra



53. ábra

433(új). Kifeszített hálón történő ugráskor a sportoló szigorúan meghatározott frekvenciával lendül neki. Mitől függ ez a frekvencia?

434(976). Az út egyes szakaszain hozzávetőleg egyenlő távolságban gödrök (zökkenők) vannak (erre rendszerint megfelelő útjelzés figyelmeztet). Egy kocsivezető ilyen útszakaszon vezette a gépkocsit egyszer üresen, másszor teherrel. Hasonlítsuk össze azokat a menetsebességeket, amelyeknél a kocsirugókon beáll a rezonanciás lengés!

21. Mechanikai hullámok. Hang

435(1018). A tó vizének felszínén 6 m/s sebességgel terjed a hullám. Mennyi a bója lengéseinek periódusideje és frekvenciája, ha a hullámhossz 3 m?

436(1019). A halász megfigyelte, hogy az úszó 20 rezgést végzett 10 s alatt, a szomszédos hullámtarajok közötti távolság pedig 1,2 m volt. Mennyi a hullámok terjedési sebessége?

437(1020). Szélmentes időben a tavon nehéz horgonyt dobtak a vízbe egy csónakról. A becsapódás helyéről hullámok futottak szét. A parton álló ember azt észlelte, hogy a hullám 50 s alatt ér el hozzá, a szomszédos hullámtarajok közötti távolság 0,5 m, és 5 s alatt 20 hullámcsapás érte a partot. Milyen messze volt a csónak a parttól?

438[1](1024). A legmélyebb férfihang levegőbeli hullámhossza eléri a 4,3 m-t, a legmagasabb női hangé pedig a 25 cm-t. Számítsuk ki e hangrezgések frekvenciáját!

439(1025). A zongora frekvenciasávja 90-től 9000 Hz-ig terjed. Számítsuk ki e hanghullámok levegőbeli hullámhosszát!

440(1026). Zivatar alkalmával egy ember 15 s-mal a villám felvillanása után hallotta meg a dörgést. Mekkora távolságban játszódott le tőle a kisülés?

441(1027). Amikor a megfigyelő úgy hallja, hogy a repülőgép a feje felett van, a gépet a látóhatár síkja fölött $\alpha = 73°$ szögben látja. Mekkora sebességgel repül a gép?

---

[1] Ha nincs külön kikötés, a hang terjedési sebességét a levegőben vegyük 340 m/s-nak, a vízben pedig 1400 m/s-nak!

442(1028). Az egyenes vonalú útszakaszon haladó motorkerékpáros észrevette, hogy az út mellett álló személy rúddal megütött egy felfüggesztett síndarabot, majd 2 s elteltével meghallotta a hangot. Mekkora sebességgel mozgott a motorkerékpáros, ha 36 s-mal a megfigyelés kezdete után robogott el a szóban forgó személy mellett?

443(új). Víz alatt a felszín közelében robbantást végeztek. Ennek a víz közvetítésével érkező hangját egy hajón felállított készülékek 45 s-mal azelőtt észlelték, mielőtt a hang a levegőben eljutott a hajóig. A hajótól mekkora távolságra történt a robbanás?

444(PRG). Egy ágyúból lövést adtak le α szögben a vízszinteshez viszonyítva. Mennyi idő múlva hallja meg a tüzér a v_0 kezdősebességű lövedék robbanásának hangját?

v_0, m/s	800	800	800	983	983
α, °	10	45	60	41	53

445(1030). Mi lengeti gyakrabban szárnyacskáit repülés közben: a szúnyog vagy a légy?

446(1031). Hogyan különböztethető meg hallásra, hogy üresen jár-e a villanyfúró, vagy lyukat fúr?

447(1033). A hangot visszaverő akadály 68 m-re van. Mennyi idő múlva lesz hallható a visszhang?

448(1034). A tenger hajó alatti mélységének visszhangos mélységmérővel végzett megállapításakor az ultrahang kibocsátása és vétele közötti időköz 0,6 s. Milyen mély a tenger a hajó alatt?

449(1035). Miért nagyobb erejű és huzamosabb ideig tartó a hang az üres nézőtéren, mint abban a teremben, amelyet megtölt a közönség?

V. FEJEZET

A MOLEKULÁRIS KINETIKUS ELMÉLET ALAPTÉTELEI

22. Anyagmennyiség. Avogadro-állandó. A molekulák tömege és méretei. A molekuláris kinetikus elmélet alapegyenlete[1]

450(436). Mekkora anyagmennyiséget tartalmaz 5,4 kg alumínium öntvény?

451(437). Mennyi a tömege 50 mól szén-dioxid-gáznak?

452(438). Mennyi a térfogata 100 mól higanynak?

453(439). Hasonlítsuk össze egy ónból és egy ólomból készült test tömegét és térfogatát, ha azonos mennyiségű anyagot tartalmaznak!

454(440). Mennyi a térfogata annak a hidrogénnek, amely annyi anyagot tartalmaz, mint 2 m^3 nitrogén? Mennyi a térfogata annak az oxigénnek, amely ugyanennyi anyagot tartalmaz? A gázok hőmérséklete és nyomása azonos.

455(441). Az Avogadro-állandó ismeretében határozzuk meg a hidrogénmolekula és -atom tömegét!

456(442). Hány molekula van 1 g szén-dioxidban (CO_2)?

457(443). Hány atom van a 135 g tömegű alumíniumtárgyban?

458(444). 20 cm^2-es felszínű készítményre 1 μm vastagságú ezüstréteget vittek fel. Hány ezüstatomból áll a fedőréteg?

459(445). Ismerve az N_A Avogadro-állandót, az adott anyag ρ sűrűségét és M móltömegét, vezessük le a képletet, amellyel kiszámítható a molekulák száma az adott anyag egységnyi tömegében, egységnyi térfogatában, az m tömegű testben, a V térfogatú testben!

460(446). A higanygőz (Hg) molekula-koncentrációjának megengedett határértéke a levegőben $3 \cdot 10^{16}$ m^{-3}, a mérgező klórgázé (Cl_2) $8{,}5 \cdot 10^{18}$ m^{-3}. Számítsuk ki, hogy az egyikből

[1] E paragrafus feladatainak megoldásánál a relatív molekulatömeg meghatározásához használjuk a Mengyelejev-féle periódusos táblázatot, két-három értékes jegyre kerekítve le az értékeket!

és a másikból köbméterenként mekkora tömegű anyag okoz mérgezésveszélyt? Miért kell különösen óvatosan bánnunk a higannyal?

461(447). A hidrogén-molekulák átmérőjét $2{,}3 \cdot 10^{-10}$ m-nek véve számítsuk ki, milyen hosszú lenne az a fonál, amelyet e gáz 1 mg-jában levő molekulák alkotnának szorosan egymás mellé illesztve! Hasonlítsuk össze e fonál hosszát a Föld és a Hold közötti átlagtávolsággal!

462(448). A pohárban levő 200 g víz 20 nap alatt párolgott el. Átlagosan hány molekula hagyta el a felszínt 1 s alatt?

463(449). Az átlagosan 10 m mély és 20 km² felületű tóba 0,01 g tömegű konyhasókristályt dobtak. Hány sómolekula lenne a tóból meritett gyűszűnyi, 2 cm³ vízben, ha feltesszük, hogy a feloldott só egyenletesen oszlott el az egész víztérfogatban?

464*(új). A konyhasókristály kocka alakú, s Na^+- és Cl^--ionokból áll, amelyek felváltva követik egymást. Számítsuk ki a középpontjaik közötti d közepes távolságot, ha a só sűrűsége $\rho = 2200$ kg/m³!

465(új). Melegítés hatására egy zárt edényben levő gáz nyomása négyszeresére nőtt. Hányszorosan változott meg a négyzetes középsebesség?

466(454). Hasonlítsuk össze az oxigén és a hidrogén nyomását egyező molekula-koncentráció és molekuláik egyenlő négyzetes középsebessége esetén!

467(455). Hányszorosan változik meg a gáz nyomása, ha térfogatát harmadára csökkentjük? A molekulák mozgásának átlagsebessége változatlan maradt.

468(456). Mennyi az 1,35 kg/m³ sűrűségű nitrogén nyomása, ha molekuláinak négyzetes átlagsebessége 500 m/s?

469(457). 6 kg tömegű gáz térfogata 5 m³, nyomása 200 kPa. Mennyi e gáz molekuláinak négyzetes középsebessége?

470(458). Számítsuk ki az oxigénmolekulák koncentrációját, tudva azt, hogy a gáz nyomása 0,2 MPa, molekuláinak négyzetes átlagsebessége pedig 700 m/s!

471(új). A Melléklet 1. és 13. táblázatát felhasználva, számítsuk ki a nitrogén- és oxigénmolekulák normálkörülmények között mérhető négyzetes átlagsebességét!

472(459). Határozzuk meg a 20 kPa nyomású egyatomos gáz molekulájának átlagos kinetikus energiáját! A gáz molekula-koncentrációja az említett nyomáson $3 \cdot 10^{25}$ m^{-3}.

473(460). Hányszorosan változik meg az egyatomos gáz nyomása, ha térfogata a harmadára csökken, molekuláinak átlagos mozgási energiája pedig 2-szeresére nő?

23. A molekulák hőmozgásának energiája. A gáz nyomásának függése a molekula-koncentrációtól és a hőmérséklettől. A gázmolekulák sebessége

474(461). Milyen hőmérsékleten lesz a gázmolekulák haladó mozgásának átlagos kinetikus energiája $6{,}21 \cdot 10^{-21}$ J?

475(462). Milyen hőmérsékleten lesz az egyatomos gáz molekuláinak átlagos mozgási energiája 2-szer nagyobb, mint —73 °C-on?

476(463). Hány százalékkal növekszik a gázmolekulák átlagos mozgási energiája, miközben a hőmérséklet 7 °C-ról 35 °C-ra nő?

477(464). Határozzuk meg a 290 K hőmérsékletű és 0,8 MPa nyomású egyatomos gáz molekulájának átlagos kinetikus energiáját és a molekula-koncentrációt!

478(465). Milyen hőmérsékletű a gáz, ha nyomása 100 kPa, molekula-koncentrációja pedig 10^{25} m^{-3}?

479(466). A TU—154 gyakorlati csúcsmagassága (felszállási határa) 12 km. Hányszor kisebb a légköri levegő molekula-koncentrációja ebben a magasságban, mint a tengerszinten? A standard atmoszféra[1] levegőjének paramétereit a táblázat tartalmazza.

A tengerszint feletti magasság h, m	Nyomás p, Pa	Hőmérséklet T, K
0	101 325	288,15
12 000	19 399	216,65

480(469). Határozzuk meg a hidrogénmolekula haladó mozgásának 27 °C-on mérhető négyzetes átlag- (közép-) sebességét!

[1] A standard atmoszféra a földi atmoszféra olyan modellje, amelynek jellemző fizikai paraméterei a Föld reális légköre levegőjének sokéves statisztikus megfigyeléséből levezetett átlagértékek.

481(470). Az oxigénmolekulák négyzetes átlagsebessége hányszor kisebb a hidrogénmolekuláénál, ha e gázok azonos hőmérsékletűek?

482(471). Milyen hőmérsékleten 8230 m/s a nitrogénmolekulák négyzetes átlagsebessége?

483(472). Hányszor nagyobb a vízgőzmolekulák négyzetes átlagsebessége nyári napon (30 °C hőmérsékleten), mint télin (—30 °C-on)?

484(473). Határozzuk meg a molekulák számát 1 kg gázban, ha molekuláinak négyzetes átlagsebessége T abszolút hőmérsékleten $\bar{v}$!

485(474)[1]. Határozzuk meg, hogy a levegőben lebegő $1{,}75 \cdot 10^{-12}$ kg tömegű porszem négyzetes átlagsebessége hányszor kisebb a levegő molekuláinak négyzetes átlagsebességénél!

486(PRG). Ismerve a levegő T abszolút hőmérsékletét és p nyomását különböző h magasságokon, számítsuk ki: 1) a molekulák haladó mozgásának $\bar{E}$ átlagos kinetikus energiáját; 2) a molekulák n koncentrációját; 3) a levegő ρ sűrűségét; 4) a v négyzetes átlagsebességet!

h, km	T, K	$p \cdot 10^3$, Pa
0	288	101
0,5	285	95,6
1	282	89,9
2	275	79,4
5	256	54,0
10	223	26,5

487(új). A Stern-féle készülék 45 s^{-1} fordulatszámmal forog. Eközben az ezüstcsík forgás okozta eltolódása 1,12 cm-t tesz ki. A belső, illetve külső henger sugara megfelelően 1,2 és 16 cm. A kísérlet adatai alapján határozzuk meg az ezüstatomok négyzetes átlagsebességét, és hasonlítsuk ezt össze az elméleti értékkel, ha a platinadrót izzási hőmérséklete 1500 K!

[1] Ebben és az alábbi feladatokban, ha nincs külön kikötés, a levegőt egynemű gáznak tekintjük, amelynek móltömege 0,029 kg/mol.

24. Az ideális gáz állapotegyenlete

488(477). Mennyi anyagot tartalmaz a gáz, ha 200 kPa nyomáson és 240 K hőmérsékleten a térfogata 40 l?

489(478). A 20 l térfogatú gázpalackban 2 kg sűrített levegő van 12 °C-on. Mekkora a nyomása?

490(új). A 25 l-es gázpalack 20 g argonból (Ar) és 2 g héliumból (He) álló gázelegyet tartalmaz 301 K hőmérsékleten. Számítsuk ki, mekkora nyomást fejt ki e gázelegy az edény falára!

491(479). Határozzuk meg 64 m^3 normálállapotú földgáz tömegét! A földgáz móltömegét vegyük egyenlőnek a metán (CH_4) móltömegével!

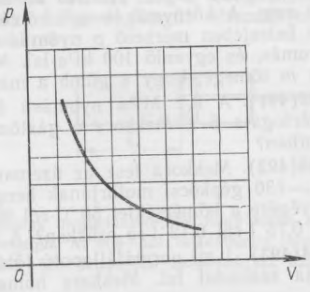
492(480). A 20 °C hőmérsékleten 100 kPa nyomású 1,45 m^3 térfogatú levegőt cseppfolyósították. Mekkora a cseppfolyós levegő térfogata, ha sűrűsége 861 kg/m^3?

493(482). Egyforma palackokban egyező hőmérsékleten egyenlő tömegű hidrogén (H_2) és szén-dioxid (CO_2) található. Melyik gáz fejt ki nagyobb nyomást a palack falára, és hányszor nagyobbat?

494(483). Az 54. ábrán 1 mól gáz 260 K-nek megfelelő izotermája látható. Szerkesszük meg egyazon ábrán: a) 1 mól 390 K; b) 2 mól 260 K hőmérsékletű gáz izotermáját!

495*(485). A palackban levő gáz 15 °C-os. Hányszorosan csökken a gáz nyomása, ha 40%-a eltávozik a palackból, s eközben a hőmérséklete 8 °C-kal csökken?

496(487). Hányszorosan különbözik a metán (CH_4) sűrűsége az oxigénétől (O_2) azonos körülmények között?



54. ábra

497(PRG). Határozzuk meg a p nyomású és T abszolút hőmérsékletű gáz ρ sűrűségét!

Gáz	Nagyságrend	
	$p \cdot 10^3$, Pa	T, K
Nitrogén	102	297
Oxigén	310	510
Hidrogén	41	243
Argon	32	600
Levegő	101,3	273

498(486). A Vénusz felszínén a hőmérséklet és a légköri nyomás 750 K és 9120 kPa. Számítsuk ki a légkör sűrűségét a bolygó felszíne közelében, feltéve, hogy szén-dioxid alkotja!

499(új). Mennyi annak a normálállapotú gázkeveréknek a sűrűsége, amely 56 g nitrogénből (N_2) és 44 g szén-dioxidból (CO_2) tevődik össze?

500(új). A $S=20$ m^2 területű és $h=2{,}5$ m magasságú szobában a levegő hőmérséklete $T_1=288$ K-ről $T_2=298$ K-re nőtt. A p nyomás állandó és egyenlő 100 kPa-lal. Mennyivel csökkent a levegő tömege a szobában (Δm)?

501*(490). A $V=0{,}1$ m^3 térfogatú, vékony papírból készült gömböt forró, $T_2=340$ K hőmérsékletű levegővel töltik meg. A környező levegő hőmérséklete $T_1=290$ K. A gömb belsejében mérhető p nyomás ugyanakkora, mint a légnyomás, és egyenlő 100 kPa-lal. Mekkora lehet a papírburok m tömege, hogy a gömb a magasba emelkedhessen?

502(491). A 0,2 MPa nyomású és 15 °C hőmérsékletű gáz térfogata 5 l. Mekkora e gáztömeg térfogata normálállapotban?

503(492). Mekkora lesz az üzemanyag-keverék nyomása a ZIL—130 gépkocsi motorjának hengereiben, ha a sűrítőütem végére a hőmérséklet 50 °C-ról 250 °C-ra nő, a térfogat pedig 0,75 l-ről 0,12 l-re csökken? A kezdőnyomás 80 kPa.

504(493). 1 m^3 normálállapotú földgáz elégésekor 36 MJ energia szabadul fel. Mekkora hőmennyiség szabadul fel

10 m^3 110 kPa nyomáson lévő 7 °C hőmérsékletű gáz elégetésekor?

505(494). A KAMAZ—5320 gépkocsi dízelmotorjának hengerében a sűrítőütem kezdetén a hőmérséklet 50 °C volt. Határozzuk meg a levegő hőmérsékletét az ütem végén, ha a térfogata 17-szeresen csökkent, a nyomása pedig 50-szeresére nőtt!

506(495). Az ideális gáz abszolút hőmérsékletének 2-szeres növekedésekor a gáz nyomása 25%-kal nőtt. Hányszorosan változott meg eközben a térfogat?

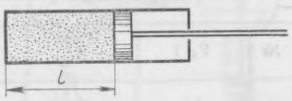
507(496). A gumicsónakot 7 °C-on 108 kPa munkanyomásúra fújták fel. Szétszakadhat-e a csónak, ha a hőmérséklet 37 °C-ra emelkedik, feltéve, hogy a maximális megengedett nyomás 110,6 kPa, s a térfogatnövekedés nem lépheti túl a 4%-ot? Mi a módja a kipukkadás elhárításának?

508(új). Miközben a gáz térfogata felére csökkent, a nyomás 120 kP-lal, az abszolút hőmérséklet pedig 10%-kal nőtt. Mennyi volt a kezdeti nyomás?

25. Izofolyamatok[1]

509(499). Egy tartály folyadékot tartalmaz, amely felett levegő van. A tartály fedőlapján levő nyílás szorosan el van zárva dugóval. Mivel magyarázható, hogy ha megnyitjuk a tartály alsó részén található csapot, akkor bizonyos folyadékmennyiség kifolyása után a folyás megszűnik? Mit kell tennünk, hogy biztosítsuk a folyadék szabad kiáramlását?

510(500). Hányszorosan változik meg a levegő nyomása a hengerben (55. ábra), ha a dugattyút elmozdítjuk 1/3 l-nyire: a) balra; b) jobbra?



55. ábra

[1] E paragrafus feladatainak megoldásakor, ha nincs külön kikötés, a légnyomást 100 kP-nak vehetjük. Az 509—521. feladatban a folyamatot izotermnek tekintjük, az 522—528. feladatban izobárnak, az 529—535. feladatban pedig izochornak.

511(új). Sűrítéskor a gáz térfogata 8 l-ről 5 l-re csökkent, nyomása pedig 60 kPa-lal nőtt. Határozzuk meg a kezdőnyomást!

512(új). A nyomás 1,5-szeres növekedésekor a gáz térfogata 30 ml-rel csökkent. Számítsuk ki a kezdőtérfogatot!

513(501). A 0,5 l űrtartalmú kulacsban 0,3 l víz van. A turista úgy iszik belőle, hogy az ajka szorosan a kulacs szájára tapad, s így nem jut külső levegő a kulacsba. Mennyi vizet sikerül meginnia, ha 80 kPa-ra képes csökkenteni a kulacsban maradt levegő nyomását?

514(új). A vízmedence fenekéről egy olyan légbuborék emelkedik fel, amelynek 6 m-es mélységben 6 mm^3 volt a térfogata. Mekkora térfogatú lesz a vízfelszín közelében?

515(502). A vízben élő ezüstösen csillogó búvárpók hátán és potrohán levegőbuborékokat visz a víz alá, s »ezüstszálakból« szőtt és a növények végeihez erősített »búvárharangban« gyűjti össze őket. Hányszor kell fordulnia a póknak, hogy 50 cm mélyen 1 cm^3-es harangot készítsen, ha egy alkalommal 5 mm^3 légköri nyomású levegőt gyűjt be?

516(503). A hengerdugattyú (55. ábra) területe 24 cm^2, a hengerbe zárt levegő térfogata 240 cm^3, a nyomása pedig egyenlő a légnyomással (100 kPa). Mekkora erőkifejtéssel mozdítható el a dugattyú 2 cm-re balra? Jobbra?

517*(PRG). A V térfogatú edénybe dugattyús szivattyúval préselnek levegőt. A szivattyúhenger térfogata V_0. Az edényben mérhető kezdőnyomás egyenlő a p_0 külső nyomással. A megengedhető nyomás az edényben p_{max}, melynek elérése után kinyílik a biztosítószelep. Meghatározandó: 1) mennyi lesz a levegő p nyomása n szivattyúzás után; 2) hány n_1 szivattyúzás után nyílik ki a biztosítószelep, ha az adott számú szivattyúzás után a nyomás felülmúlja a megengedhető értéket.

№	V_0, l	n	V, l	p_0, kPa	p_{max}, kPa
1	0,1	80	10	100	200
2	0,1	110	10	100	200
3	0,13	214	18	101	310
4	0,045	140	0,96	102	380
5	0,062	72	3,8	103,6	230

518(507). Zárt, h magasságú hengeres edényt két egyenlő részre oszt egy súlytalan, súrlódásmentesen elmozdítható dugattyú. Rögzítve a dugattyút, mindkét részt gázzal töltötték meg olyképpen, hogy az egyik részben n-szer nagyobb a nyomás, mint a másikban. Mennyire mozdul el a dugattyú, ha szabaddá tesszük?

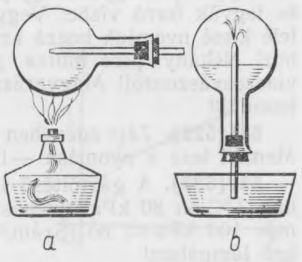
519(508). Egy mindkét végén nyitott, 60 cm hosszú üvegcsövet hosszának $^1/_3$-áig higannyal teli edénybe eresztünk. Majd felső végét elzárva kivesszük a csövet a higanyból. Milyen hosszú higanyoszlop marad a csőben? A légnyomás 76 Hgmm.

520*(PRG). p_0 légnyomáson a higany szintje a csőben (56. ábra) h-val volt magasabban, mint az edényben, a higany fölötti légoszlop magassága pedig l-lel egyenlő. Határozzuk meg a p légnyomást a következő napra, ha a higanyszint a csőben x-szel változott ($x>0$ esetén emelkedett; $x<0$ esetén pedig csökkent).

№	p_0, Hgmm	x, cm	l, cm	h, cm
1	75	1	71	5
2	75	—1	71	5
3	73,4	0,8	69	4,1
4	76,4	—0,9	47	6,2
5	74	0	81	9,2



56. ábra



57. ábra

521(511). Mekkora az összenyomott levegő sűrűsége 0 °C-on a Volga gépkocsi kerékabroncsának tömlőjében, ha nyomása 0,17 MPa (túlnyomás)?

522(512). Mekkora a gáz térfogata 77 °C-on, ha a 27 °C-on mért térfogata 6 l?

523(513). Az osztályban bemutatták a következő kísérletet. Üveglombikot (57. *a* ábra), amelybe mindkét végén nyitott üvegcsövet dugtak, szeszlámpán melegítettek, majd a cső egyik végét vízbe mártották. A víz emelkedni kezdett a csőben, és szökőkútként kilövellt (57. *b* ábra). Milyen hőmérsékletre melegítették a levegőt, ha a lombik térfogatának 20%-a megtelt vízzel? Az osztály levegőjének hőmérséklete 20 °C volt.

524(új). Miközben a gáz abszolút hőmérsékletét 1,4-szeresére növelték, térfogata 40 cm^3-rel lett nagyobb. Számítsuk ki a kezdőtérfogatát!

525(514). A levegő hőmérséklete a hengerben (55. ábra) 7 °C. Mennyire mozdul el a dugattyú, ha a levegő hőmérsékletét 20 K-nel növeljük, és $l = 14$ cm?

526(516). Mennyi volt a levegő kezdőhőmérséklete, ha 3 K-nel való felmelegítéskor a kezdőtérfogat 1%-kal gyarapodott?

527(517). Milyen összefüggés áll fenn a gáz sűrűsége és abszolút hőmérséklete között izobár folyamat esetén?

528(518). Mekkora hőmérsékletre kell felmelegíteni az oxigént normálnyomáson, hogy sűrűsége ugyanannyi legyen, mint a normálállapotú nitrogéné?

529(520). Miért festik ezüstszínűre a léggömböket?

530(521). Vegyünk egy poharat (lehetőleg vékony falút), és tegyük forró vízbe! Vegyük ki a vízből, és szájával lefelé kissé nyomjuk hozzá az asztalra terített viaszosvászonhoz! Néhány perc múlva próbáljuk levenni a poharat a viaszosvászonról! Magyarázzuk meg, miért nehéz ezt megtennünk!

531(522). Zárt edényben a gáz nyomása 27 °C-on 75 kPa. Mennyi lesz a nyomása —13 °C-on?

532(523). A gáztöltésű izzólámpában kikapcsolt állapotban 7 °C-on 80 kPa nyomás uralkodik. Izzás közben a nyomás 100 kPa-ra nő. Számítsuk ki a gáz hőmérsékletét az égő lámpában!

533(524). —13 °C-on a gépkocsi tömlőjében a levegő nyomása (túlnyomás) 160 kPa. Mennyi lesz a nyomás, ha

a kocsi hosszan tartó mozgásának eredményeként a levegő 37 °C-ra melegszik?

534(525). Mekkora volt a zárt edényben levő levegő hőmérséklete, ha 140 K nagyságú hőmérséklet-növekedéskor a nyomás az 1,5-szeresére nőtt?

535(526). A gázzal töltött palackot szorosan zárja a 2,5 cm^2 keresztmetszetű dugó, amelyet 12 N nagyságú súrlódási erő tart vissza. Mekkora hőmérsékletre melegítették a gázt, ha az kivetette a dugót az üvegből? A palackba zárt levegő kezdőnyomása ugyanakkora, mint a külső nyomás, és egyenlő 100 kPa-lal. A kezdőhőmérséklet —3 °C. Hogyan függ az egységnyi térfogatban található gázmolekulák száma az abszolút hőmérséklettől izochor folyamatok esetében? Izobár folyamatoknál?

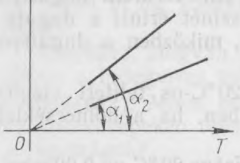
536*(528). Miben különböznek egymástól a nyomás abszolút hőfoktól való függésének grafikonjai a következő esetekben: a) az ideális gáz azonos tömegét két különböző térfogatú edényben izochorikusan melegítjük; b) különböző tömegű gázt melegítünk izochorikusan két azonos térfogatú edényben?

537(529). Az 58. ábra azonos tömegű ideális gáz két izochoráját mutatja. Hogyan aránylik a két gáz térfogata, ha az izochorák α_1, illetve α_2 szögben hajlanak az abszcisszatengelyhez?

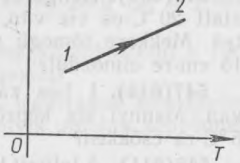
538(530). Az 59. ábrabeli grafikon alapján határozzuk meg, hogyan változik a gáz nyomása az *1* állapotból a *2* állapotba való átmenet során!

539*(531). A 60. ábra egy zárt ciklust mutat. A *CD* szakasz izotermának felel meg. Rajzoljuk meg ezt a diagrammot a *p—T* és *V—T* koordinátákban!

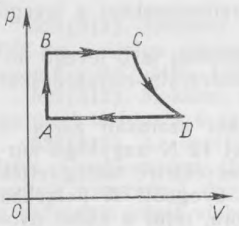
540*(532). Bizonyos tömegű ideális gázzal elvégezték



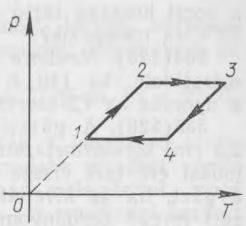
58. ábra



59. ábra



60. ábra



61. ábra

a 61. ábrán bemutatott körfolyamatot. Magyarázzuk meg, miként változott a gáz térfogata az *1—2*, *2—3*, *3—4*, *4—1* átmenetek során!

26. Telített és telítetlen gőzök. A forrási hőmérséklet függése a nyomástól. Légnedvesség

541(599). Miért érzünk meleget, ha kezünkre lehelünk, ill. hideget, ha ráfújunk?

542(600). Az éter párolgáshője sokkal kisebb, mint a vízé. Miért érez mégis az éterrel nedvesített kéz sokkal hidegebbet, mint a vízzel nedvesített?

543(606). 14 °C-on a vízgőz nyomása 1 kPa. Telített-e ez a gőz?

544(új). A vízgőz sűrűsége 25 °C-on 23 g/cm³. Telített-e ez a gőz vagy telítetlen?

545(új). 5 l-es zárt edényben 50 mg tömegű vízgőz van. Milyen hőfokon lesz ez a gőz telített?

546(609). Hengeres edényben 10 cm² területű dugattyú alatt 20 °C-os víz van, amelynek felszínét érinti a dugattyú. Mekkora tömegű víz párolog el, miközben a dugattyú 15 cm-re elmozdul?

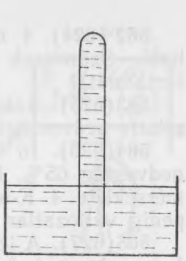
547(610). 1 l-es zárt edényben 20 °C-os telített vízgőz van. Mennyi víz képződik az edényben, ha a hőmérséklet 5 °C-ra csökken?

548(611). A telített higanygőz sűrűsége 20 °C-on 0,02 g/m³. Számítsuk ki a gőz nyomását ezen a hőmérsékleten!

549(613). A telített étergőz nyomása 0 °C-on 24,7 kPa, 40 °C-on pedig 123 kPa. Vessük össze a gőz e hőmérsékleteken mérhető sűrűségének értékét!

550(új). Hányszor nagyobb a telített vízgőz molekula-koncentrációja 50 °C-on, mint 5 °C-on?

551(607). Az egyik végén zárt üvegcső vízzel van megtöltve, és nyitott végével vízzel telt edénybe merül (62. ábra). Az edényben és csőben levő vizet forráspontig melegítettük. Mi fog történni a csőben levő vízzel?



62. ábra

552(601). Vehetjük-e, hogy normál légnyomásnál az elég mély edényben levő víz 100 °C-on forr?

553(605). Milyen nyomáson forr a víz 19 °C-on?

554(új). A gyorsfőző edényben a víz kb. 120 °C-on forr. Az edényt hermetikusan zárja a fedele, amelyen szelep van. Ez utóbbi kiengedi a gőzt 90—110 kPa (légnyomás fölötti) nyomáson. Magyarázzuk meg a főzőedény működését!

555(617). Kilélegzéskor fagyos időben fehér gomolyagok képződnek, amelyeket gyakran párának hívunk. Helyesen nevezzük-e így?

556(618). Miért párásodik be a szemüveg, amikor viselője hideg helyről a meleg szobába megy?

557(619). Fagyos napokon a jégtáblák közti szabad víz fölött miért képződik köd?

558(620). Ha télen kinyitjuk a szellőztető ablakot olyan szobában, amelynek elég meleg és nedves a levegője, köd gomolyagok képződnek, amelyek a szobában lesüllyednek, az utcán pedig felszállnak. Magyarázzuk meg ezt a jelenséget!

559(621). Hogyan lehet szemre megkülönböztetni a fürdőben a hidegvizes csövet a forróvizestől?

560(622). Mivel magyarázható a jégvirágok keletkezése az ablaküvegeken télen? Az üveg melyik oldalán képződnek a jégvirágok?

561(623). A vízgőz parciális (rész-) nyomása a levegőben 19 °C-on 1,1 kPa. Mennyi a relatív légnedvesség?

562[1](624). 4 m^3 levegőben 16 °C-on 40 g vízgőz található. Számítsuk ki a levegő relatív nedvességét (páratartalmát)!

563(625). Számítsuk ki a szoba 18 °C-os levegőjének relatív nedvességét, ha a harmatpont 10 °C!

564(626). 16 °C-on a szobában mérhető relatív légnedvesség 65%. Hogyan változik meg ez, ha a levegő hőmérséklete 4 K-nel csökken, a vízgőz parciális nyomása pedig változatlan marad?

565(627). A levegő relatív nedvessége este 16 °C-on 55%. Lesz-e harmat, ha éjjel a hőmérséklet 8 °C-ra csökken?

566(628). A 10 literes tartályba zárt levegőt kalciumkloriddarabkával szárították, amely 0,13 g vizet nyelt el. Mennyi volt a tartály 20 °C-os levegőjének relatív nedvessége?

567(629). Nappal 20 °C-on a relatív légnedvesség 60% volt. Mennyi víz vált ki harmat alakjában 1 köbméter levegőből, ha éjjel 8 °C-ra csökkent a hőmérséklet?

568*(630). Egy hengerben a dugattyú alatt 40 l térfogatban 0,4 g vízgőz van 290 K hőmérsékleten. Milyen eljárásokkal alakítható át ez a gőz telítetté?

569(631). A pszichrométer száraz hőmérője 16 °C-ot, a nedves pedig 8 °C-ot mutat. A hajszálhigrométerrel mért relatív nedvesség 30%. Helyesen mutat-e a higrométer?

570(632). A pszichrométer nedves hőmérője 10 °C-ot mutat, a száraz 14 °C-ot. Számítsuk ki a relatív nedvességet, valamint a vízgőz résznyomását!

571*(633). 4 °C-on a pszichrométer száraz és nedves hőmérője azonos hőmérsékletet mutat. Mennyit mutat a nedves hőmérő, ha a hőmérséklet 10 °C-ra emelkedik? Ha 16 °C-ra nő? A vízgőz résznyomását változatlannak tekintjük.

27. Felületi feszültség. Nedvesítés. Kapilláris jelenségek (hajszálcsövesség)

572(634). A szalmaszál egyik végén szappanbuborékot fújunk, majd a másik végét gyertyalánghoz tartjuk. Miért hajlik el oldalra a gyertyaláng ekkor?

[1] Relatív légnedvességnek (páratartalomnak) tekinthetjük a levegőben ténylegesen jelenlevő vízgőz sűrűségének és az adott hőfokon telített gőz sűrűségének a hányadosát.

573(638). Mekkora erővel hat a szappanhártya a 3 cm hosszú *AB* drótra (63. ábra)? Mekkora munkaráfordítás szükséges a drót 2 cm-nyi elmozdításához?



63. ábra

574(639). Tegyünk a víz felszínére egy gyufaszálat, s érintsük meg a vizet szappandarabbal a gyufaszál egyik oldala közelében! Magyarázzuk meg az észlelt jelenséget! Számítsuk ki, mekkora erő hozza mozgásba a 4 cm hosszú gyufaszálat!

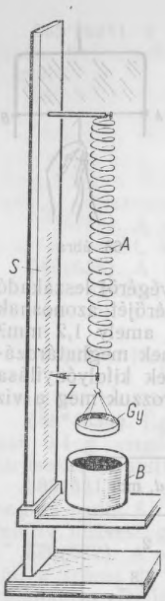
575(640). Mekkora a tömege a pipetta végéről leszakadó vízcseppnek, ha a csepp nyakrészének átmérőjét azonosnak vesszük a pipetta nyílásának átmérőjével, amely 1,2 mm?

576(PRG). A víz σ felületi feszültségének meghatározásához olyan pipettát használtunk, amelynek kifolyónyílása d átmérőjű. n csepp tömege m volt. Határozzuk meg a víz felületi feszültségét!

№	m, g	n	d, mm
1	1,9	40	2
2	2,1	51	1,8
3	1,64	37	1,9
4	1,26	26	2,1
5	2,2	42	2,3

577*(642). A csepegtetőüvegből azonos tömegű hideg, illetve forró vizet csepegtettünk. Hogyan és hányszorosan változott meg a víz fajlagos felületi feszültsége, ha az első esetben 40, a másodikban pedig 48 csepp képződött? A víz sűrűségét mindkét esetben ugyanannyinak vesszük.

578(643). A 34 mm átmérőjű vékony drótgyűrűt (*Gy*) a *Z* mutatóval ellátott *A* rugóra akasztjuk, és a *B* edénybe öntött vízbe (64. ábra) mártjuk. A mutató állását az *S* skálán megjelölve lassan lejjebb engedjük az edényt. Eközben a rugó megnyúlik. Abban a pillanatban, amikor a gyűrű elszakad a folyadéktól, ismét megjelöljük a mutató állását



64. ábra

a skálán. Mekkora értéket kapunk a víz fajlagos felületi feszültségére, ha a rugó 31 mm-rel nyúlott meg? A rugó merevsége 0,5 N/m.

579(644). Mivel magyarázható, hogy egyes növények levelein a harmatcseppek apró gömbök alakját veszik fel, míg más növények leveleit vékony hártyával vonja be a harmat?

580(645). Mi az alapja annak a mondásnak, hogy »lepereg róla, mint libáról a víz«?

581(646). Miért szükséges olajfestékkel való festés előtt a vakolatot lenolajjal alapozni?

582(647). A pszichrométer két hőmérője közül az egyik higanytartályát textildarabbal csavarják körül, amelynek a vége vízzel telt edénybe merül. A víz folytonos párolgása ellenére miért nedves mindig a textil?

583(653). Számítsuk ki, mekkora víztömeg emelkedik fel a 0,5 mm átmérőjű hajszálcsőben!

584(654). Milyen magasra emelkedik fel a víz az egymástól 0,2 mm távolságra levő párhuzamos üveglapok között?

585(új). Hol emelkedik magasabbra a víz az egyenlő sugarú hajszálcsövekben: a magas hegy lábánál vagy a csúcsán?

586(új). Hasonlítsuk össze a víz és a petróleum emelkedési magasságát az egyenlő sugarú hajszálcsövekben!

587(új). A szesz 1,2 cm magasra emelkedett a kapillárisban. Mennyi a cső sugara?

588(649). A 0,5 mm sugarú hajszálcsőben a folyadék 11 mm-re emelkedett fel. Számítsuk ki az adott folyadék sűrűségét, ha a fajlagos felületi feszültsége 22 mN/m!

589(650). A higanybarométer csövének átmérője 3 mm. Mekkora kiigazítással kell vennünk a barométer állását, ha tekintetbe akarjuk venni a higany kapilláris süllyedését?

590(651). A különböző átmérőjű közlekedő hajszálcsö-

vekben víz van. Hogyan változik a vízszintkülönbség a csövekben, ha melegítjük a vizet?

591(652). Két eltérő átmérőjű, vízbe mártott hajszálcsőben 2,6 cm-es szintkülönbség létesült. Ha ugyanezeket a csöveket szeszbe mártjuk, a szintkülönbség 1 cm lesz. Ismerve a víz fajlagos felületi feszültségét, számítsuk ki a szeszét!

28. A szilárd testek mechanikai tulajdonságai

592(656). Az egykristályból kivágott kocka melegítés hatására paralelepipedonná alakulhat át. Magyarázzuk meg e jelenség okát!

593(657). A növekvő kristály felszínének közelében az oldatban felfelé emelkedő, ún. koncentrációs áramlások figyelhetők meg. Magyarázzuk meg ezt a jelenséget!

594(658). Mi történik a kristállyal, ha telítetlen oldatba tesszük? Ha túltelített oldatba helyezzük?

595(659). Milyen fajtájú alakváltozást szenved: a) a pad lába; b) a pad ülése; c) a gitár kifeszített húrja; d) a húsdaráló csavarorsója; e) a fúró; f) a fűrészfogak?

596(660). Milyen fajtájú deformációk lépnek fel abban a tartórúdban, amelyre az ajtó sarokvasát erősítették?

597(661). Milyen fajtájú deformációk lépnek fel a nyújtóban, miközben a tornász óriáskörzést végez?

598(662). Miért gyártják a kerékpár vázát üreges csövekből, s nem tömör rudakból?

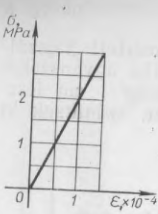
599(663). Az egyik végén rögzített, 2 mm átmérőjű huzalra 10 kg tömegű súlyt akasztottak. Mekkora mechanikai feszültség ébred a huzalban?

600(664). Két drótot, melyek átmérője 3-szorosan tér el egymástól, azonos erők nyújtanak. Vessük egybe a bennük létrejövő feszültséget!

601(665). Az 5 m hosszú és 100 cm^2 keresztmetszetű gerenda a két végén működő 10-10 kN erő hatására 1 cm-rel összenyomódott. Határozzuk meg a relatív összenyomódást és a mechanikai feszültséget!

602(666). A 2 m hosszú alumínium huzalban nyújtásnál 35 MPa mechanikai feszültség keletkezett. Számítsuk ki a relatív és az abszolút megnyúlást!

603(667). Határozzuk meg az acél drótkötélben keletkező feszültséget 0,001 relatív megnyúlás esetén!



65. ábra

604(668). Hányszor nagyobb a sárgarézdrót abszolút megnyúlása, mint az ugyanolyan hosszú és keresztmetszetű acéldróté, ha azonos nyújtóerők hatnak rájuk?

605(669). A 3 m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű acéldrót végein egyenként 210 N nyújtóerő hat. Számítsuk ki az abszolút és a relatív megnyúlást!

606(670). A 65. ábrabeli grafikon a betoncölöpben ébredő rugalmas feszültséget mint a cölöp relatív összenyomódásának függvényét mutatja. Számítsuk ki a beton rugalmassági modulusát!

607(671). Mekkora erővel kell hatni a 4 m hosszú és 0,5 mm² keresztmetszetű acéldrót végeire, hogy a drót 2 mm-rel megnyúljon?

608(672). Hányszor nagyobb a 0,2 mm átmérőjű horgászzsinór relatív megnyúlása, mint a 0,4 mm átmérőjűé, ha végeikre egyforma erők hatnak?

609(673). Egy huzalra terhet akasztottunk. Ezután a huzalt kétrét hajtottuk, és ugyanazt a terhet akasztottuk rá. Hasonlítsuk össze a huzal abszolút, illetve relatív megnyúlását mindkét esetben!

610(674). Hányszorosan változik meg a drót abszolút megnyúlása, ha változatlan megterhelés esetén egy ugyanolyan anyagú másik drótra cseréljük ki, amelynek kétszer nagyobb a hossza és az átmérője?

611(675). A kapron horgászzsinór átmérője 0,12 mm, szakító terhelése 7,5 N. Határozzuk meg az adott kapronféleség szakítószilárdságát!

612(676). Hány 2 mm átmérőjű acéldrótból kell állnia a drótkötélnek, amelyet 2 t teher felemelésére méretezték?

613(új). Milyen legkisebb h hossz esetén szakad el saját súlyától az egyik végénél felakasztott ólomdrót?

614(új). Ha a dróton m_1 tömegű teher lóg, hossza l_1-nek adódik. Ha viszont a teher tömegét m_2-re növeljük, a drót hossz l_2 lesz. Számítsuk ki a terheletlen drót l_0 hosszát!

A TERMODINAMIKA ALAPJAI

29. Az egyatomos gáz belső energiája. Munka és hőmennyiség. A termodinamika első törvénye. Adiabatikus folyamat

615(533). Mennyi a belső energiája 10 mól 27 °C-os gáznak?

616(534). Mennyivel változik meg 200 g hélium belső energiája, ha a hőmérséklet 20 °C-kal nő?

617(535). Vessük össze egyenlő tömegű és azonos hőmérsékletű argon és hélium belső energiáját!

618(536). Hogyan változik az egyatomos gáz belső energiája izobár melegítéskor? Izochor lehűtéskor? Izoterm összenyomáskor?

619(537). Mennyi a belső energiája annak a héliumnak, amely 60 m^3 térfogatú aerosztátot tölt meg 100 kPa nyomáson?

620(538). Az egyatomos gáz térfogatának 3,6-szeres csökkenésekor a nyomás 20%-kal nőtt. Hányszorosan változott meg a belső energia?

621(új). Hasonlítsuk össze a nyitott lombikban levő gáz belső energiáját melegítés előtt annak a gáznak a belső energiájával, amely a lombikban marad izobár melegítés után!

622(541). 1 dm^2 alapterületű, függőleges helyzetű hengerben levegő van 10 kg tömegű, súrlódásmentesen elmozdítható dugattyú alatt. Izobár melegítéskor a dugattyú 20 cm-rel feljebb emelkedett. Mekkora munkát végzett a levegő, ha a külső nyomás 100 kPa?

623(542). A 70 m^3 térfogatú szoba 280 K hőmérsékletű. Miután a kályhát kifűtötték, a hőmérséklet 296 K-re emelkedett. Mekkora munkát végzett kitágulásakor a levegő, ha a nyomás állandó, és egyenlő 100 kPa-lal?

624(543). Mekkora A munkát végez ν mól gáz a hőmérsékletnek ΔT-vel való izobár emelésekor? (A kapott eredményt felhasználhatjuk az alábbi feladatok megoldásánál.)

625(545). Mozgatható dugattyúval ellátott két henger-

ben a dugattyúk alatt hidrogén, ill. oxigén van. Hasonlítsuk össze e gázok munkavégzését izobár melegítéskor, ha tömegük, valamint kezdő- és véghőmérsékletük egyenlő!

626(PRG). Az m tömegű gáz hőmérsékletét izobár melegítéssel ΔT-vel növelték. Számítsuk ki: 1) a gáz A munkavégzését; 2) a gázzal közölt Q hőmennyiséget; 3) a belső energia ΔU változását!

Gáz	Paraméterek	
	m, kg	ΔT, K
Hélium	1,1	23
Hidrogén	0,066	238
Levegő	0,31	27
Nitrogén	0,51	81
Oxigén	0,007	810

627(547). 800 mol gáz izobár melegítését 9,4 MJ hőmennyiséggel végezték el, s eközben a hőmérséklete 500 K-nel emelkedett. Számítsuk ki a gáz munkáját és belső energiájának növekedését!

628(548). Ha a nitrogént állandó nyomáson melegítjük, fajhője 1,05 kJ/(kg·K), ha pedig állandó térfogaton, akkor 0,75 kJ/(kg·K). Miért különböznek egymástól ezek a mennyiségek? Milyen munkával jár 1 kg tömegű nitrogén 1 K-nel való izobár felmelegítése?

629(549). 160 g 27 °C-os oxigén térfogata izobár melegítéskor a kétszeresére nőtt. Határozzuk meg a gáz munkavégzését tágulása közben, az oxigén melegítésére fordított hőmennyiséget, a belső energia megváltozását!

630(550). A gáz állandó nyomáson végzett melegítésére fordított hőmennyiség hányszor nagyobb annál a munkánál, amelyet a gáz végez tágulása közben? A gáz állandó nyomáson mért fajhője c_p, móltömege M.

631*(551). Táblázatból keressük ki a levegő c_p fajhőjének és M moltömegének értékét, és számítsuk ki, hányszor

nagyobb hőmennyiség kell az izobár melegítésre, mint az izochorra! A levegő tömege és a hőmérséklet-különbség mindkét esetben egyező.

632(új). Mekkora Q hőmennyiséget kell közölni a ν anyagmennyiségű egyatomos gázzal, hogy izobár melegítéssel ΔT-vel növeljék a hőmérsékletét? A nyert eredményt felhasználhatjuk az alábbi feladatok megoldásánál.

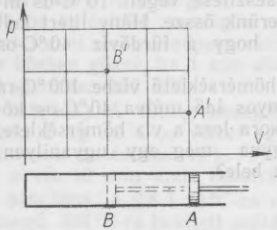
633(553). Az átadott hő hányad része gyarapítja a belső energiát, és hányad része fogy munkavégzésre, ha egyatomos gáz izobár folyamatáról van szó?

634(554). Mutassuk ki, hogy az M moltömegű egyatomos gáz állandó nyomáson mérhető fajhője a $c_p = \frac{5R}{2M}$ képlettel határozható meg! Számítsuk ki a hélium állandó nyomáson mérhető fajhőjét!

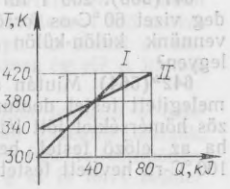
635(555). Szódavíz előállítása céljából a vízen sűrített széndioxidot bocsátanak át. Miért csökken eközben a víz hőmérséklete?

636(556). Egy edénybe, amelynek alján víz volt, levegőt szivattyúztak. Amikor megnyitották a csapot, és a sűrített levegő hirtelen kiáramlott, az edény megtelt ködděl. Miért történt ez?

637(557). A dugattyút elmozdították az A helyzetből a B helyzetbe (66. ábra): az első esetben igen lassan, a másodikban viszont igen gyorsan. Az A' és B' pont mindkét esetben mutatja a kezdeti, illetve a végső állapotot. Magyarázzuk meg a lejátszódó folyamatokat, és rajzoljuk meg a grafikonok menetét!



66. ábra



67. ábra

30. A testek belső energiájának megváltozása a hőátadás folyamatában

638(560). A 67. ábrabeli grafikonok két test hőmérséklet-változását a felvett hő függvényeként mutatják. Mennyi mindegyik test kezdő- és véghőmérséklete? Mekkora a fajhőjük, ha tömegük 2-2 kg?

639(PRG). Az m tömegű és t hőfokú vízbe m_1 tömegű és t_1 hőmérsékletű fémtestet tettek. Határozzuk meg a létrejött Θ véghőmérsékletet! Az edény hőkapacitása[1] és a vízpárolgás elhanyagolható.

Fém	Paraméterek			
	m, kg	t, °C	m_1, kg	t_1, °C
Réz	2	17	0,3	200
Ólom	0,63	17	0,25	208
Alumínium	3,68	22	0,48	240
Acél	0,47	4	0,32	100
Ón	0,86	48	0,37	14

640(561). A 63 J/K hőkapacitású kaloriméterbe 250 g 12 °C-os olajat öntöttünk. Miután egy 500 g tömegű 100 °C-os réztestet tettünk az olajba, 33 °C-os közös hőmérséklet jött létre. Mennyi az olaj fajhője a kísérlet adatai alapján?

641(563). 200 l fürdővíz elkészítése végett 10 °C-os hideg vizet 60 °C-os forróval keverünk össze. Hány litert kell vennünk külön-külön belőlük, hogy a fürdővíz 40 °C-os legyen?

642*(564). Miután a 10 °C hőmérsékletű vízbe 100 °C-ra melegített testet dobtunk, bizonyos idő múlva 40 °C-os közös hőmérséklet jött létre. Mekkora lesz a víz hőmérséklete, ha az előző testet benne hagyva még egy ugyanilyen, 100 °C-ra hevített testet teszünk bele?

---

[1] A test C hőkapacitása az a hőmennyiség, amelyet a testtel kell közölni, hogy hőmérséklete 1 °C-kal emelkedjen. A hőkapacitás egyenlő a test fajhőjének (c) és tömegének (m) a szorzatával: $C = cm$.

643(559). A bojler (gázzal működő vízmelegítő) hasznos teljesítménye 21 kW és hatásfoka 80%. Mennyi idő alatt telik meg a 200 literes fürdőkád vízzel, melynek a hőmérsékletét a melegítő 24 °C-kal növeli, s mennyi a gázfogyasztás (l-ben) eközben? A földgáz égéshője 36 MJ/m³.

644(új). Hasonlítsuk össze 2 kg 100 °C-os víz belső energiáját ugyanilyen tömegű és hőmérsékletű vízgőz belső energiájával!

645(PRG). Az η hatásfokú villamos melegítőt desztillált víz előállítására alkalmazzák. Számítsuk ki az m tömegű és t hőmérsékletű víz lepárlásának a k árát! A díjszabás: 4 kop. 1 kWh-ért.

№	t, °C	m, kg	η
1	10	1	0,75
2	14	6,4	0,91
3	18	17,6	0,81
4	7	120	0,86

646(566). Az 1,5 kg 15 °C-os vizet tartalmazó edénybe 200 g 100 °C-os vízgőzt vezetünk. Mekkora lesz a véghőmérséklet a gőz lecsapódása után?

647(567). A 600 g 10 °C-os vizet tartalmazó lombikot 35%-os hatásfokú szeszégőn melegítjük. Mennyi idő múlva kezd forrni, és másodpercenként mennyi víz alakul át forrás közben gőzzé, ha 1 min alatt 2 g szesz ég el? A lombik hőkapacitása 100 J/K.

648(568). A 400 g tömegű alumínium teafőzőt a beleöntött 2 kg 10 °C-os vízzel együtt olyan gázégőre tesszük, amelynek hatásfoka 40%. Mekkora az égő teljesítménye, ha a víz 10 min alatt felforrt, és 20 g ki is forrt belőle?

649(569). A 2,8 l 20 °C-os vizet tartalmazó edénybe 3 kg tömegű, 460 °C-ra hevített acéldarabot dobunk. A víz 60 °C-ra melegszik, s egy része gőzzé alakul át. Számítsuk ki, mennyi víz alakul át gőzzé! Az edény hőkapacitása elhanyagolható.

650*(571). 10 °C-os vízbe 100 °C-os vízgőzt vezetünk. Hány százalékát teszi ki a gőzből lecsapódott víz tömege annak a vízmennyiségnek, amely akkor van az edényben, amikor a víz hőfoka 50 °C?

651(új). Hasonlítsuk össze a 600 g tömegű ólom belső energiáját szilárd és folyékony halmazállapotban olvadási hőmérsékleten!

652(PRG). Mekkora Q hőmennyiséggel olvasztható meg m tömegű és t hőmérsékletű fém?

Fém	Paraméterek	
	t, °C	m, kg
Ón	17	0,022
Ólom	26	0,053
Acél	72	8220
Alumínium	11	580
Ezüst	48	0,004

653(572). Mennyi fát kell elégetni a 40%-os hatásfokú kályhában, hogy 200 kg —10 °C hőmérsékletű hóból 20 °C-os vizet kapjunk?

654(573). Mennyi 20 °C-os acél olvasztható meg az 50% hatásfokkal üzemelő kemencében 2 t szén elégetése által?

655(575). Az ón olvadáshőjének meghatározása céljából a 330 g 7 °C-os vizet tartalmazó kaloriméterbe 350 g szilárdulási pontján levő cseppfolyós ónt öntöttek. Ezután a 100 J/K hőkapacitású kaloriméterben 32 °C lett a végh őmérséklet. Határozzuk meg az ón olvadáshőjét a kísérleti adatok alapján!

656(új). Hogy lehűtsenek 200 g 25 °C-os vizet, hűtőszekrényből vett —5 °C-os, 6,4 cm^3 térfogatú jégkockákat dobnak bele. Hány jégkockával hűthető le a víz 5 °C-ra?

657(577). 300 g tömegű acéledénybe 1,5 l 17 °C-os vizet öntöttünk, s a vízbe 200 g vizes havat tettünk. Amikor a hó elolvadt, 7 °C hőmérséklet jött létre. Mennyi vizet tartalmazott a hócsomó?

658*(PRG). m_j tömegű 0 °C-os jeget tartalmazó edénybe m_v tömegű és t hőfokú vizet öntöttek. Meghatározandó: 1) a keveréknek az egész jég elolvadása után létrejövő hőmérséklete; 2) a jég milyen k-ad része marad meg szilárd állapotban, ha nem az egész jég olvad meg. Az edény hőkapacitása elhanyagolható.

№	m_v, kg	t_v, °C	m_j, kg
1	3,1	94	8,63
2	3,1	99	18,2
3	3,1	99	2,4
4	3,1	99	3,9
5	7,8	84	0,85
6	5,2	47	0

659*(578). A 300 g tömegű alumínium kaloriméterbe egy jégdarabot tettek. A kaloriméter és a jég —15 °C-os. Ezután 100 °C-os vízgőzt vezettek a kaloriméterbe. Miután a hőmérséklet 25 °C lett, megmérték a keverék tömegét: ez 500 g volt. Mennyi vízgőz kondenzálódott, illetve mennyi jég volt a kísérlet kezdetén a kaloriméterben?

660*(PRG). m_f tömegű, olvadáspontján vett megolvasztott fémet m_v tömegű és t_v hőmérsékletű vízbe öntöttek. Kiszámítandó: 1) a keverék Θ hőmérséklete, ha a víz nem melegszik fel forráspontjáig; 2) ha a víz forrásba jön, mennyi forr ki belőle?

№	Fém	Paraméterek		
		m_f, kg	t_v, °C	m_v, kg
1	Alumínium	6,3	16	1,2
2	Alumínium	3,2	16	1,2
3	Alumínium	2,8	16	1,2
4	Alumínium	2,1	16	1,2
5	Ólom	3	20	0,3
6	Ón	0,4	21	0,12

31. A belső energia megváltozása a munkavégzés folyamatában. Hőerőgépek

661(579). Az alkatrész megmunkálása során a lakatos 46 mozdulatot végzett az acélreszelővel, átlagosan 40 N erőt fejtve ki és 8 cm-rel mozdítva el a reszelőt minden egyes mozdulatnál. Hány fokkal melegedett fel a reszelő, ha a tömege 100 g, és a végzett munka 50%-a fordítódott belső energiájának növelésére? Vegyük úgy, hogy az erő iránya egybeesik a reszelő mozgásának irányával.

662(581). h magasságból szabadon esik a c fajhőjű fémdarab. Hány Δt fokkal növekszik a hőmérséklete a földhöz ütközéskor, ha úgy vesszük, hogy a fémdarab mechanikai energiájának k%-a alakul át belső energiává?

663(582). Két egyforma acélgolyó ugyanabból a magasságból esett le. Az egyik süppedékes talajra hullott, a másik pedig visszapattant egy kőről, és valamely magasságban elkaptuk. Melyik golyó melegedett fel erősebben?

664(583). A 200 m/s sebességgel repülő ólomgolyó földhányásba csapódik. Hány fokkal melegszik fel a golyó, ha kinetikus energiájának 78%-a alakul át belső energiává?

665(584). Az 500 m magasból eső acélszilánk sebessége a föld felszínénél 50 m/s. Hány fokkal melegedett fel a szilánk, ha úgy vesszük, hogy a légellenállás erejének egész munkája a melegítésére fogyott?

666*(585). Az l hosszúságú fonálra függesztett golyót (68. ábra) a B helyzetbe térítettük ki, és elengedtük. A falba ütközése után a golyó a C helyzetig α szögben tért ki. Hány fokkal melegedett fel a golyó, ha az elveszett mechanikai energia k%-a alakult át a golyó belső energiájává? A golyó anyagának c fajhőjét ismertnek tekintjük.



68. ábra

667(586). Két egyező tömegű ólomgolyó v, illetve $2v$ sebességgel mozog egymás felé. Határozzuk meg, hogy a rugalmatlan ütközésük eredményeként mennyi a Δt hőmérséklet-növekedésük!

668(587). Mekkora legkisebb sebességgel kell repülnie az ólomsörétnek, hogy az akadállyal való ütközéskor megolvadjon? Feltételezzük, hogy a mozgási energia 80%-a

alakul át a sörét belső energiájává, s a sörét ütközés előtti hőmérséklete 127 °C volt?

669(588). Lövéskor az m tömegű lövedék (golyó) v sebességgel repül ki a csőből. Az M tömegű lőportöltet elégésekor felszabaduló energiának hány százaléka a lövedék (golyó) mozgási energiája?

Végezzük el a számításokat az ágyúlövedék ($m=6{,}2$ kg, $v=680$ m/s, $M=1$ kg) és a géppisztolygolyó ($m=8$ g, $v=700$ m/s, $M=1{,}6$ g) esetében!

670(589). Minek van nagyobb belső energiája: a belső égésű motor hengerében levő üzemanyag-keveréknek a sűrítőütem végén (gyújtás előtt) vagy égéstermékeinek a munkaütem végén?

671(590). Az ideális (eszményi) hőerőgép melegítőberendezésének hőmérséklete 117 °C, a hűtőé 27 °C. A gép 1 s alatt 60 kJ-nyi hőt vesz fel a melegítő-berendezéstől. Számítsuk ki a gép hatásfokát, a hűtőnek 1 s alatt leadott hőmennyiségét és a gép teljesítményét!

672(591). Az eszményi hőerőgép a melegítőberendezéstől kapott minden egyes kJ energia árán 300 J munkát végez. Határozzuk meg a gép hatásfokát és a melegítőberendezés hőmérsékletét, ha a hűtő hőmérséklete 280 K!

673(PRG). Ismerve a teljesítményt és a bizonyos idő alatt elhasznált üzemanyag tömegét, állítsuk össze a programot és határozzuk meg a hatásfokot az alábbi esetekben: 1) traktormotor, amely 95 kW teljesítményt fejleszt és 2 h alatt 50 kg dízel-üzemanyagot fogyaszt; 2) az IL—62 sugárhajtású gép valamennyi hajtóműve, melyek 30 MW teljesítményt fejlesztenek, és a TSZ—1 üzemanyagból 82,5 t elegendő a gép 10 órás folyamatos repüléséhez; 3) az 500 MW teljesítményű gőzturbina, amely 0,5 h alatt 87 t dízel-üzemanyagot fogyaszt; 4) a ZIL—130 gépkocsi karburátoros motorja, ha ez utóbbi fajlagos üzemanyag-fogyasztása 326 g/kWh, és a KAMAZ—5320 gépkocsi dízelmotorja, melynek fajlagos üzemanyag-fogyasztása 224 g/kWh.

674(595). Mekkora átlagteljesítménnyel üzemel az IZS—Jupiter-3 márkájú motorkerékpár motorja, ha 108 km/h sebességnél 3,7 l benzint fogyaszt 100 km-en, s a hatásfoka 25%?

675*(596). A távolsági autóbusz 80 km utat 1 h alatt tett meg. Motorjának átlagteljesítménye eközben 70 kW, hatásfoka pedig 25% volt. Mennyi 800 kg/m³ sűrűségű dízelolajat takarított meg a buszvezető a járaton, ha a 100 km-es útra előirányzott üzemanyag-fogyasztás 40 l?

676*(597). A 4,6 tonnás gépkocsi, egyenletesen gyorsulva, felfelé indul a 0,025 lejtésű emelkedőn, és 40 s alatt 200 m-t tesz meg. Számítsuk ki, hány liter benzint fogyaszt ezen az útszakaszon, ha az ellenállástényező 0,02, a hatásfok pedig 20%!

VII. FEJEZET

ELEKTROMOS TÉR

32. Coulomb törvénye. Az erőtér térerőssége[1]

677(678). Mekkora erővel hat egymásra 3 cm távolságból két, egyenként 10 nC nagyságú töltés[2]?

678(679). Mekkora távolságra van egymástól 1 μC és 10 nC töltés, ha 9 mN erővel hatnak egymásra?

679(680). Hányszorosan kell megváltoztatni a töltések közötti távolságot, ha az egyik töltés nagyságát a négyszeresére növeljük, hogy kölcsönhatásuk ereje változatlan maradjon?

680(682). Két, egyenként 0,2 g tömegű golyót a 69. ábra szerinti elrendezésben fonálra akasztottak. A közöttük levő távolság $BC=3$ cm. Határozzuk meg, mekkora erő feszíti a fonalat az AB és a BC szakaszon, ha a golyóknak 10-10 nC töltést adtak! Vizsgáljuk meg az esetet, amikor: a) a töltések egyneműek; b) a töltések különneműek!

681(683). Két, azonos negatív töltésű golyó 10 cm távolságból 0,23 mN erővel hat egymásra. Számítsuk ki, hány »fölös« elektron van egy-egy golyón!



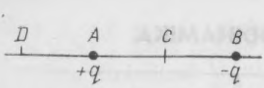
69. ábra

682(PRG). Két egyforma fémgolyót úgy töltöttek fel, hogy egyikük töltése n-szer nagyobb, mint a másiké. A golyókat egymáshoz érintették, majd az eredeti távolságra vitték egymástól. Hányszorosan változott meg (modulusát tekintve) kölcsönhatásuk ereje $\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$ ha töltésük: 1) egynemű; 2) különnemű volt? Vegyük úgy, hogy az n értéke: a) 1; b) 1,3; c) 2,4; d) 5,8; e) 15,6; f) 78; g) 500.

683*(685). Van két, különböző nagyságú egynemű töltéssel feltöltött egyforma fémgolyónk. Bizonyítsuk be, hogy ha egymáshoz

[1] E paragrafus feladataiban, ha nincs külön kikötés, a töltéseket pontszerűeknek és vákuumban (levegőben) levőknek tekintjük.

[2] Ha töltést írunk, töltött testekről vagy részecskékről van szó.



70. ábra

érintjük, majd az eredeti távolságra visszük őket, kölcsönhatásuk ereje feltétlenül növekszik, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél inkább különbözött a két töltés nagysága!

684(686). Két egynemű q, illetve $4q$ töltésű egyforma fémgolyó r távolságra van egymástól. A golyókat egymáshoz érintjük. Mekkora x távolságra kell eltávolítani őket egymástól, hogy kölcsönhatásuk ereje változatlan maradjon?

685(687). 10 és 16 nC töltés 7 mm-re van egymástól. Mekkora erő fog hatni 2 nC töltésre, amelyet a kisebb töltéstől 3 mm, a nagyobbtól pedig 4 mm távolságra levő pontban helyeztek el?

686(688). A $\frac{q}{2}$ töltést bevisszük a $+q$ és $-q$ töltések erőterébe (70. ábra): először a C pontba, majd a D-be. Hasonlítsuk össze a rá ható erők modulusát, ha $DA=AC=CB$!

687(689). 90 és 10 nC töltés 4 cm-re van egymástól. Hol kell elhelyezni egy harmadik töltést, hogy a két másik töltés részéről rá ható erők modulusukat tekintve egyenlők, irányuk szerint pedig ellentétesek legyenek?

688(690). Az a oldalú szabályos hatszög csúcsaiba rendre az alábbi töltéseket helyeztük el: $+q$, $+q$, $+q$, $-q$, $-q$, $-q$. Számítsuk ki azt az erőt, amely a hatszög középpontjába vitt $+q$ töltésre hat!

689(691). A 40 és -10 nC töltés 10 cm-re van egymástól. Milyen harmadik töltést kell venni, és hol kell elhelyezni, hogy a két másik töltés részéről rá ható erők eredője nulla legyen?

690(692). Két, egymástól 24 cm-re levő, egyenként 25 nC töltés elektrosztatikus teret képez. Mekkora erővel hat ez a tér arra a 2 nC töltésre, amely 15 cm-re helyezkedik el mindegyik töltéstől, ha a teret létrehozó töltések egyneműek? Ha különneműek?

691(693). Két, egy pontban rögzített azonos hosszúságú fonálra két golyó van felfüggesztve. Hasonlítsuk össze azt a szöget, amelyben a fonalak kitérnek a függőlegestől, ha: a) a golyók tömege egyező, töltésük egynemű, de az első golyóé nagyobb, mint a másodiké; b) a golyók töltése egyező, de az első golyó tömege nagyobb, mint a másodiké!

692(PRG). Két, egyenként m tömegű golyó egy-egy l hosszúságú, egy pontban felfüggesztett fonálon lóg. Miután egyező egynemű töltést közöltünk velük, eltávolodtak egymástól α szöget képezve. Meghatározandó: 1) a töltések kölcsönhatásának F ereje; 2) mindegyik golyó q töltése.

№	α, °	m, kg	l, m
1	66	10^{-4}	0,62
2	37	$2{,}7 \cdot 10^{-4}$	1,14
3	90	$4 \cdot 10^{-4}$	0,106
4	21	$8{,}9 \cdot 10^{-4}$	0,87
5	123	$9{,}1 \cdot 10^{-4}$	0,33

693(696). Az erőtér valamely pontjában 2 nC töltésre 0,4 μN erő hat. Mekkora a térerősség az adott pontban?

694(697). Mekkora erő hat 12 nC töltésre abban a pontban, amelyben az elektromos térerősség 2 kV/m?

695(698). Mekkora gyorsulással mozog az elektron a 10 kV/m térerősségű elektromos térben?

696(699). Mekkora az elektromos térerősség azokban a pontokban, amelyek 9, illetve 18 cm-re vannak a 36 nC töltéstől?

697(700). Az A pontban q_1 töltés (71. ábra), a B pontban pedig q_2 töltés található. Határozzuk meg a C és D pontbeli eredő térerősségvektornak az X tengelyre való vetületét, ha $AC=6$ cm, $CB=BD=3$ cm! Oldjuk meg a feladatot, ha a töltések: a) $q_1=40$ nC, $q_2=10$ nC; b) $q_1=-40$ nC, $q_2=-10$ nC; c) $q_1=-40$ nC, $q_2=10$ nC; d) $q_1=-40$ nC, $q_2=-10$ nC?

698(701). Két, egyenként 0,1 μC töltés között 6 cm a távolság. Határozzuk meg az elektromos térerősséget abban a pontban, amely 5 cm-re van mindegyik töltéstől! Oldjuk meg a feladatot a következő két esetben: a) mindkét töltés pozitív; b) az egyik töltés pozitív, a másik pedig negatív!

699(702). Két, egymástól a távolságra levő töltés egyikének a modulusa 4-szer nagyobb, mint a másiké. A tér



71. ábra

melyik pontjában lesz nulla a térerősség, ha a töltések egyneműek? Ha különneműek?

700(703). 40 kV/m térerősségű homogén elektromos térben 27 nC töltés található. Számítsuk ki az eredő térerősséget a töltéstől 9 cm-re levő pontokban, ha: a) e pontok a homogén erőtérnek a töltésen átmenő erővonalán feküsznek; b) e pontok a töltésen átmenő és az erővonalakra merőleges egyenesen feküsznek!

701(704). Ha a szigetelő fonálra akasztott feltöltött fémgolyót vízszintes irányú homogén erőtérbe visszük, a fonál 45°-os szöget alkot a függőlegessel. Mennyivel csökken a fonál kitérési szöge, ha a golyóról elfolyik töltésének tizedrésze?

702(705). Az a oldalú egyenlő oldalú háromszög csúcsaiban $+q$, $+q$ és $-q$ töltés helyezkedik el. Számítsuk ki a háromszög középpontjában mérhető E térerősséget!

703(706). Az m tömegű és q töltésű golyó szabadon esik homogén elektromos térben, melynek $\vec{E}$ térerőssége párhuzamos a föld felszínével. Milyen a golyó mozgása? Írjuk fel a pálya $y=y(x)$ egyenletét, vízszintesen, az erőtér irányában véve fel az X tengelyt, és függőlegesen lefelé az Y tengelyt! A golyó kezdősebessége nullával egyenlő.

33. Vezetők az elektromos térben. A töltött gömb és lemez erőtere. Dielektrikumok (szigetelők) az elektromos térben

704[1]**(707).** Selyemfonálon sztaniolhüvely függ. Megállapítandó, fel van-e töltve a hüvely, s ha igen, milyen előjelű a töltése. Ajánljunk többféle módot a töltés megállapítására!

705(708). A feltöltött elektrométerhez elég nagy távolságból negatív töltésű tárgyat közelítünk. A tárgy közeledtével az elektrométer állása először csökken, majd egy bizonyos pillanattól kezdve ismét növekszik. Milyen előjelű az elektrométer töltése?

706(709). Melyik esetben vonzza nagyobb távolságból

[1] A 704—712. feladatban a szükséges ábrákat elkészítve részletesen meg kell magyarázni a vizsgált jelenségeket az elektronelmélet szemszögéből. Ajánlatos e feladatok közül többet kísérletileg is ellenőriznünk az iskolában vagy otthon.

a feltöltött rúd a töltetlen fémfóliát: amikor ez földelt acéllapon fekszik, vagy ha száraz üvegen?

707(711). Hasonlítsuk össze két egyforma gömb kölcsönhatását, ha töltésük egynemű, illetve különnemű és modulusukat tekintve egyező! A gömbök közötti távolság egybevethető a gömbsugarakkal.

708(712). Hogyan adhatunk feltöltött pálca segítségével azonos modulusú és ellenkező előjelű töltést két olyan fémgömbnek, amely szigetelő állványra van rögzítve?

709(713). Homogén erőtérbe fémgömböt vittünk. Homogén marad-e az erőtér a gömbfelület közelében?

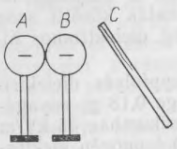
710(714). A feltöltött elektrométer közelében: a) feltöltetlen szigetelt vezetőt; b) földelt vezetőt helyeztünk el. Hogyan változik az elektrométer állása mindegyik esetben?

711(715). A feltöltetlen sztaniolhüvelyhez elektromozott testet közelítünk. Ilyenkor találhatunk egy olyan távolságot, amelyről a test még nem vozza a hüvelyt, ám ha ekkor ujjunkkal megérintjük a hüvelyt, a test magához vonzza. Magyarázzuk meg e jelenséget!

712(716). Szigetelő állványra erősített, egymással érintkező két fémgömbnek negatív töltést adtunk (72. ábra). Miután bizonyos távolságban negatív töltésű rudat helyeztünk el, az *A* gömböt eltoltuk, és a rudat eltávolítottuk. Bizonyítsuk be oknyomozással, hogy az *A* gömb mindig negatív töltésű, a *B* gömb viszont a *BC* távolságtól függően lehet negatív töltésű, töltetlen vagy pozitív töltésű!

713(717). 3 cm sugarú fémgömbnek 16 nC töltést adtak. Számítsuk ki a felületi töltéssűrűséget és az elektromos térerősséget azokban a pontokban, amelyek 2, illetve 4 cm távolságra vannak a gömb középpontjától!

714(718). Egy feltöltött gömb felületi töltéssűrűsége σ. Határozzuk meg az elektromos térerősséget abban a pontban, amelynek távolsága a gömb felületétől egyenlő a gömb átmérőjével!



72. ábra

715(719). Egy töltött fémlapot hengerré tekertünk össze. Hogyan változott meg a felületi töltéssűrűség?

716(720). Határozzuk meg a töltött végtelen síklap erőterének térerősségét, ha a felületi töltéssűrűség rajta 354 nC/m^2!

717(710). Kitér-e az elektrométer mutatója, ha a rúdja és egy feltöltött bot közé üveglapot helyezünk, amely sem a rudat, sem a botot nem érinti? Ha az üveglapot a helyén hagyva, eltávolítjuk a botot? Ha a botot a helyén hagyva, elvesszük az üveglapot?

718(új). Homogén erőtérben szorosan egymáshoz illeszkedő viniplaszt, teksztolit és csillámlemez található olyképpen elhelyezve, hogy az erővonalak merőlegesek a nagyobb oldallapokra. A teksztolitban mérhető térerősség 60 V/m. Határozzuk meg a térerősséget a viniplasztban, a csillámban, valamint a lemezeken kívül is!

719(új). Nagyméretű feltöltött lemezt, melyen a töltéssűrűség 40 nC/m², olajba merítettek. Számítsuk ki a térerősséget a lemez közepe közelében!

720(722). Határozzuk meg annak a két azonos töltésnek a nagyságát, amely olajban 6 cm távolságból 0,4 mN erővel hat egymásra!

721(723). Hányszorosan kell megváltoztatni két egyenlő töltés nagyságát, hogy vízbe helyezésük után ugyanolyan távolságból ugyanolyan erővel hassanak egymásra, mint a levegőben?

722(724). Hányszorosan kell megváltoztatni két egyező töltés távolságát, hogy petróleumba vitelük után kölcsönhatásuk ereje ugyanolyan legyen, mint a levegőben?

723(725). A folyékony dielektrikumban levő 4 nC töltéstől 3 cm-re az elektromos térerősség 20 kV/m. Mennyi a folyadék dielektromos állandója?

724(726). Parányi töltött golyót petróleumba merítettek. A golyótól mekkora távolságban lesz az elektromos térerősség ugyanannyi, mint a bemerítés előtt 29 cm-re?

725(728). Egyenlő hosszúságú és egyazon pontban rögzített fonalakra egyforma golyókat akasztottak, és egynemű töltést közöltek velük. A golyók eltaszították egymást, s a fonalak közötti szög $\alpha = 60°$ lett. Miután a golyókat folyékony dielektrikumba merítették, a fonalak közötti szög $\beta = 50°$-ra csökkent. Számítsuk ki a közeg dielektromos állandóját! A felhajtóerő elhanyagolható.

726(729). A 900 kg/m³ sűrűségű cseppfolyós dielektrikumban egy golyó lebeg, amelynek tömege 0,18 g, anyagának sűrűsége pedig 1800 kg/m³. A dielektrikumban 45 kV/m térerősségű, függőlegesen fölfelé irányuló homogén elektromos tér van. Számítsuk ki a golyó töltését!

34. Az elektromos térben levő töltött test energiája. Potenciálkülönbség. A térerősség és a feszültség közötti összefüggés

727(731). Mekkora munkát végez az erőtér, miközben 20 nC töltést elmozdít a 700 V potenciálú pontból a 200 V potenciálú pontba? A —100 V potenciálú pontból a 400 V potenciálú pontba?

728(732). Az 1 kV/m térerősségű homogén elektromos térben —25 nC töltést 2 cm-re mozdítottak el az erővonal irányában. Határozzuk meg az erőtér munkáját, a töltés és az erőtér kölcsönhatása potenciális energiájának a megváltozását, és az elmozdulás kezdő- és végpontja közötti potenciálkülönbséget!

729(új). Miközben egy töltés elmozdult két, 1 kV potenciálkülönbségű pont között, az erőtér 40 μJ munkát végzett. Mekkora a töltés?

730(733). A 60 kV/m térerősségű homogén térben 5 nCb töltést mozdítottak el. Az elmozdulásvektor, melynek modulusa 20 cm, 60°-os szöget képez az erővonal irányával. Számítsuk ki a tér munkáját, a töltés és az erőtér kölcsönhatása potenciális energiájának a megváltozását, valamint az elmozdulás kezdő- és végpontja közötti potenciálkülönbséget. Feleljünk ugyanezekre a kérdésekre negatív töltés elmozdulása esetén!

731(734). Egy elektron elmozdult a gyorsító erőtér 200 V potenciálú pontjából a 300 V potenciálú pontjába. Számítsuk ki az elektron mozgási energiáját, a helyzeti energiájának megváltozását és a nyert sebességét! Az elektron kezdősebességét vegyük nullának!

732(új). Mekkora potenciálkülönbséget kell befutnia az elektronnak ahhoz, hogy sebessége 10 Mm/s-ról 30 Mm/s-ra növekedjen?

733(736). Az alfa-részecske ($m=6{,}7\cdot10^{-27}$ kg, $q=3{,}2\times\times10^{-19}$ C) $v=20$ Mm/s sebességgel kirepül a rádium magjából és fékező homogén elektromos térbe jut, amelynek erővonalai a részecske mozgásával szemben irányulnak. Mekkora potenciálkülönbséget kell befutnia a részecskének, míg megáll?

734(új). Hasonlítsuk össze annak a protonnak és α-részecskének a kinetikus energiáját, amelyek egyenlő potenciálkülönbséget futottak be. Az α-részecske tömege 4-szer, töltése pedig 2-szer nagyobb, mint a protoné.

735(737). Két pont a homogén erőtér egyazon erővonalán fekszik, és 2 kV a feszültség közöttük. Egymástól való távolságuk 10 cm. Mekkora az elektromos térerősség?

736(738). Az A pont 60 kV/m térerősségű homogén tér erővonalán fekszik. Határozzuk meg e pont és a tőle 10 cm-re levő bizonyos B pont közötti potenciálkülönbséget! Vizsgáljuk meg azokat az eseteket, amikor az A és B pont: a) egyazon erővonalon fekszik; b) az erővonalra merőleges egyenesen van; c) az erővonallal 45°-os szöget bezáró egyenesen található!

737(739). Számítsuk ki az A és B pont (73. ábra) közötti feszültséget, ha $AB=8$ cm, $\alpha=30°$ s az elektromos térerősség 50 kV/m!

738(740). Egy 10 ng tömegű, negatív töltésű olajcsepp két olyan lemez között van egyensúlyban, amely a vákuumban egymástól 4,8 mm-re vízszintesen helyezkedik el. Hány »fölös« elektron található a cseppen, ha a lemezekre kapcsolt feszültség 1 kV?

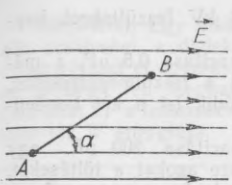
739(744). A feltöltött gömbhöz odatartjuk a kezünket. Azonos lesz-e a felületi töltéssűrűség a felület különböző részein? És a térerősség a különböző felületrészek szomszédságában? Azonos lesz-e a potenciál a gömbfelület más-más pontjában?

740(745). Hasonlítsuk össze az erőtérnek azt a munkáját, amelyet a töltésnek az A pontból a B, C, D pontokba (74. ábra) való elmozdításával végez!

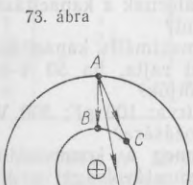
741(746). A 75. ábrán erővonalak és két ekvipotenciális felület (A és B) látható. Melyik pontban — a C-ben vagy a D-ben — nagyobb az elektromos térerősség, illetve a potenciál?

742(747). A 76. *a* ábrán három lemez elhelyezkedése és potenciálja van feltüntetve. Rajzoljuk meg a tér erővonalait! Szerkesszük meg a térerősség és a potenciál-eloszlás grafikonját a lemeztávolság függvényeként (76. *b* és *c* ábra)!

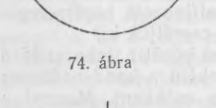
743(748). Két, egymástól 8 cm-re levő párhuzamos lemezen (A és B) $+60$ és -60 V potenciált tartunk fenn. E lemezek közé 2 cm-re az A-tól egy földelt lemezt (C) teszünk. Mennyivel változik a térerősség az AC és CB szakaszokon? Szerkesszük meg a $\varphi(x)$ és az $E_x(x)$ összefüggés grafikonját, ugyanúgy irányítva az X tengelyt, mint az előző feladatban!



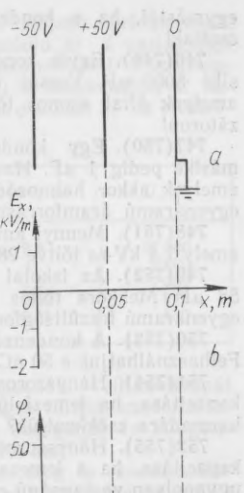
73. ábra



74. ábra



75. ábra



76. ábra

35. A kondenzátor elektromos kapacitása. A feltöltött kondenzátor energiája. Az elektromos tér energiája

744(új). Egy síkkondenzátor egy-egy lemezének területe 401 cm². A lemezek töltése egyenként 1,42 μC. Határozzuk meg a lemezek közötti erőtér térerősségét!

745(új). Számítsuk ki a töltéssűrűséget a síkkondenzátor lemezein, amelyeket 4 mm vastag üvegréteg választ el

egymástól, ha a kondenzátorra 3,8 kV feszültséget kapcsoltak!

746(749). Egyik kondenzátor kapacitása 0,5 μF, a másiké 5000 pF. Vessük össze azokat a feszültségértékeket, amelyek által azonos töltés halmozódik fel a két kondenzátoron!

747(750). Egy kondenzátor kapacitása 200 pF, egy másiké pedig 1 μF. Hasonlítsuk össze azokat a töltéseket, amelyek akkor halmozódnak fel rajtuk, ha ugyanannak az egyenáramú áramforrásnak a sarkaira kapcsoljuk őket!

748(751). Mennyi annak a kondenzátornak a kapacitása, amely 1,4 kV-ra töltve 28 nC töltéshez jut?

749(752). Az iskolai kondenzátor maximális kapacitása 58 μF. Mekkora töltés halmozódik fel rajta, ha 50 V-os egyenáramú feszültségforrás sarkaira kötjük?

750(753). A kondenzátorra ez van írva: 100 pF; 300 V. Felhasználhatjuk-e 50 nC töltés felhalmozására?

751(754). Hányszorosan változik meg a kondenzátor kapacitása, ha lemezfelületét felére, lemeztávolságát pedig harmadára csökkentjük?

752(755). Hányszorosan változik meg a kondenzátor kapacitása, ha a lemezei közötti paraffinozott papírréteget ugyanolyan vastagságú csillámrétegre cseréljük ki?

753(756). A légkondenzátor lemezei közötti térbe szilárd dielektrikumot vittek, minek eredményeként a kondenzátoron mérhető feszültség 400 V-ról 50 V-ra csökkent. Mennyi a dielektrikum dielektromos állandója?

754(757.) Az iskolai síkkondenzátor egyik lemezét az elektrométer rúdjához kötötték, a másikat pedig a földelt fémházhoz. Hogyan csökkenthető, illetve növelhető az elektrométer állása?

755(759). A síkkondenzátor egy-egy lemezének területe 520 cm^2. Mekkora távolságra kell elhelyezni egymástól a lemezeket a levegőben, hogy a kondenzátor kapacitása 46 pF legyen?

756(761). A síkkondenzátor üveggel elválasztott két, egyenként 50 cm^2 felületű lemezből áll. Mekkora maximális töltés halmozódhat fel rajta, ha 10 MV/m térerősségnél az üveglemezen átüt a kondenzátor?

757(762). A síkkondenzátor lemezei közötti távolságot háromszorosára növelték. Hányszorosan változott a töltés, a lemezek közötti feszültség és a térerősség, ha: a) lekapcsolták a feszültségforrásról; b) az egyenáramú feszültségforráshoz kapcsolva hagyták?

758(PRG). Egy síkkondenzátor r sugarú körlemezekből áll, amelyeket ε dielektromos állandójú és d vastagságú réteg választ el egymástól. Ezt a kondenzátort U feszültségre töltötték fel. Meghatározandó: 1) a kondenzátor C kapacitása; 2) a lemezeken felhalmozott q töltés; 3) az elektromos tér W energiája.

№	ε	$r \cdot 10^{-2}$, m	$d \cdot 10^{-3}$, m	U, V
1	1	11	9,8	27 000
2	2,1	10	1	2 400
3	6	8,9	1,3	1 600
4	7	12,4	0,92	940
5	7	13,6	0,81	430

759(764). A fényképészetben használt villanólámpát 800 μF kapacitású, 300 V feszültségre töltött kondenzátor táplálja. Számítsuk ki a felvillanás energiáját és átlagteljesítményét, ha a kisülés időtartama 2,4 ms!

760(765). Hányszorosan változik meg a kondenzátor energiája, ha a rajta levő feszültséget 4-szeresére növeljük?

761(766). Az egyik kondenzátor kapacitása 9-szerese a másikénak. Melyikükre kell nagyobb feszültséget kapcsolni, hogy energiájuk egyező legyen? Hányszor nagyobbat?

762(767). A 10 μF kapacitású kondenzátorral 4 μC töltést közöltek. Mekkora a feltöltött kondenzátor energiája?

763(768). Egy síkkondenzátor egy-egy lemezének területe 200 cm², a lemeztávolság pedig 1 cm. Mennyi az elektromos terének az energiája, ha a térerősség 500 kV/m?

764(769). A síkkondenzátor lemezeinek távolsága egymástól 2 mm, a lemezek közötti feszültség 200 V. Szigetelőül paraffinpapír szolgál. Számítsuk ki az erőtér energiasűrűségét!

765(770). Hányszorosan változik meg a feltöltött kondenzátor erőterének energiája, ha a lemezek közötti térrészt olajjal töltjük ki? Vizsgáljunk meg két esetet: a) a kondenzátort előzetesen lekapcsoltuk a feszültségforrásról; b) a kondenzátort az egyenáramú feszültségforráshoz kapcsolva hagytuk! Magyarázzuk meg feleletünket az energiamegmaradás törvénye alapján!

766(771). A feltöltött síkkondenzátorban a lemeztávolságot a felére csökkentettük. Hányszorosan változott meg

az erőtér energiája és energiasűrűsége? Vizsgáljunk meg két esetet: a) a kondenzátort lekapcsoltuk a feszültségforrásról; b) a kondenzátort az egyenáramú feszültségforráshoz kapcsolva hagytuk!

767(772). A 20 μF kapacitású kondenzátorra kapcsolt feszültség megkétszerezésével a tér energiája 0,3 J-lal nőtt meg. Számítsuk ki a kezdeti feszültség és térenergia értékét!

VIII. FEJEZET

AZ EGYENÁRAM TÖRVÉNYEI

36. Az Ohm-törvény az áramkörszakasz soros és párhuzamos vezetőkapcsolás esetén

768(777). A 84 Ω ellenállású tolóellenállás tekercse nikkelin drótból készült. Mennyi a drót hossza, ha keresztmetszete 1 mm²?

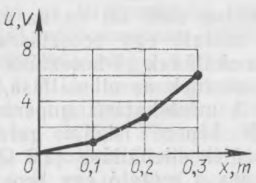
769(778). Hányszorosan változik meg a szigetelés nélküli vezető ellenállása, ha a vezetőt kétrét hajtjuk és összesodorjuk?

770(PRG). Az alábbi táblázatban jelzett anyagokból készült huzalgombolyag ellenállása R és tömege m. Határozzuk meg a huzal l hosszát és keresztmetszetének S területét!

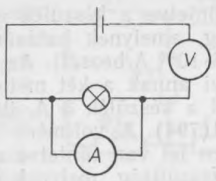
Anyag	Paraméterek	
	m, kg	R, Ω
Réz	0,21	0,83
Alumínium	3,24	16,1
Ezüst	0,014	0,39
Acél	14,1	23,2
Nikróm	0,11	39,6

771(781). Bekapcsolható-e a 220 V-os hálózatba az a tolóellenállás, amelyre ez van írva: a) 30 Ω, 5 A; b) 2000 Ω, 0,2 A?

772(783). Mekkora az elektromos térerősség az 1,4 mm² keresztmetszetű alumínium-vezetőben, ha az áramerősség 1 A?



77. ábra



78. ábra

773(új). Az áramkör szakaszát 2 m hosszú és 0,48 mm² keresztmetszetű acéldrót meg 1 m hosszú és 0,21 mm² keresztmetszetű nikkelindrót képezi. Mekkora feszültséget kell a szakaszra kapcsolni, hogy benne 0,6 A erősségű áram folyjon?

774(787). A 77. ábrán három egyenlő hosszúságú, sorba kapcsolt vezetőn mérhető feszültségesés grafikonja látható. Milyen összefüggés áll fenn a vezetők ellenállása között?

775(788). A 24 V-os feszültségforrásra kapcsolt áramkör három sorba kötött vezetőből áll. Az első vezető ellenállása 4 Ω, a másodiké 6 Ω, a harmadik végein pedig 4 V a feszültség. Számítsuk ki a körben folyó áram erősségét, a harmadik vezető ellenállását és az első, illetve a második vezető végein mérhető feszültséget!

776(789). A 240 Ω ellenállású, 120 V-ra méretezett villamos égőt 220 V-os hálózatról kell táplálni. Milyen hosszú, 0,55 mm² keresztmetszetű nikrómhuzalt kell sorba kötni az égővel?

777(790). A 20 Ω ellenállású, 30 V-ra méretezett fűtőtekercs táplálására 45 V-os feszültségforrásunk van. A rendelkezésünkre álló három reosztátra ez van írva: a) 6 Ω, 2 A; b) 30 Ω, 4 A; c) 800 Ω, 0,6 A. Melyik reosztátot kell vennünk?

778(791). A kábel két, egyenként 0,6 mm² keresztmetszetű acélhuzalból és négy, egyenként 0,85 mm² keresztmetszetű rézhuzalból áll. Mekkora a feszültségesés a kábel egy-egy kilométerén, ha az átfolyó áram erőssége 0,1 A?

779(792). A zseblámpaizzó ellenállásának meghatározásakor a tanuló figyelmetlenségből a 78. ábra szerint állította össze az áramkört. Írjuk le az áramkör működését, és nevezzük meg a műszerek hozzávetőleges állását, ha az áramforrás sarkain mérhető feszültség 2 V!

780(793). Az iskolai demonstrációs galvanométeren fel

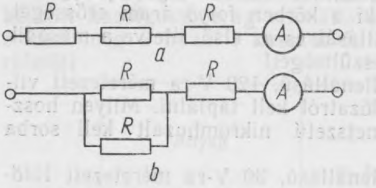
van tüntetve a készülék ellenállása (385 Ω) és az áramerősség, amelynek hatására a mutató egy beosztásra tér ki ($3{,}8 \cdot 10^{-5}$ A/beoszt). Az egész skálának 10 beosztása van. Mennyi annak a két mellékelt söntnek az ellenállása, melyekkel a készülék 3 A, ill. 10 A méréshatárú ampermérő?

781(794). A voltmérő részét képező iskolai galvanométeren fel van tüntetve a készülék ellenállása (2,3 Ω) és az a feszültség, melynek hatására a mutató egy beosztásnyira tér ki ($1{,}4 \cdot 10^{-3}$ V/beoszt). Az egész skálának 10 beosztása van. Mekkora előtétellenállások esetén lesz a készülék 5 V, illetve 15 V méréshatárú voltmérő?

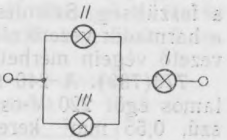
782(795). A 200 Ω ellenállású galvanométer végkitérése 100 μA erősségű áram esetén következik be. Milyen előtétellenállást kell bekötni, hogy a készüléket 2 V méréshatárú voltmérőként használhassuk? Milyen sönt esetén lesz a készülék 10 mA méréshatárú milliampermérő?

783(796). Mekkora ellenállásokat lehet kapni három, egyenként 6 kΩ-os rezisztor segítségével?

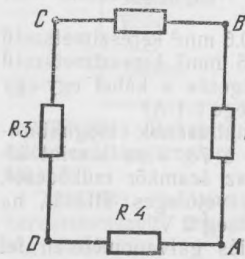
784(797). Sorba kapcsolt két vezető közül az egyik ellenállása n-szerese a másikénak. Hányszorosára változik



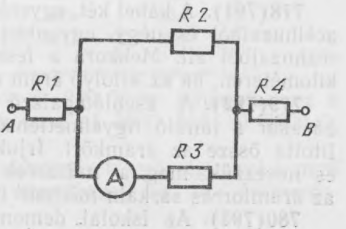
79. ábra



80. ábra

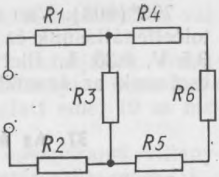


81. ábra



82. ábra

állandó feszültség mellett az áramkörben az áramerősség, ha a két vezetőt párhuzamosan kötjük be?



83. ábra

785(798). Négy, 3 V feszültségre és 0,3 A áramerősségre méretezett törpeizzót párhuzamosan kötünk egymáshoz, és 5,4 V-os feszültségforrásról táplálunk. Mekkora pótellenállást kell az izzókkal sorosan kapcsolnunk?

786(799). Miként változik meg az ampermérő állása, ha a 79. *a* ábra szerinti sémából a 79. *b* ábra szerinti sémára térünk át? Vegyük úgy, hogy a feszültség mindkét esetben ugyanaz!

787(800). Három egyforma zseblámpaizzót a 80. ábrán látható séma szerint kapcsolunk egymáshoz. Hogyan változik meg mindegyikük izzása, ha egymás után egyenként: a) kikapcsoljuk őket; b) rövidre zárjuk őket? Ha lehet, kísérletileg ellenőrizzük feleletünket!

788(801). A 80. ábrán látható vezetőkörre 90 V feszültséget kapcsoltak. A II. izzólámpa ellenállása ugyanannyi, mint az I. izzóé, a III-é pedig 4-szer akkora, mint az I-é. A kör áramfelvétele 0,5 A. Számítsuk ki mindegyik izzó ellenállását, az I. és III. égőn mérhető feszültséget és a bennük folyó áram erősségét!

789(új). Az $R_1=1\ \Omega$, $R_2=2\ \Omega$, $R_3=3\ \Omega$ és $R_4=4\ \Omega$ rezisztorokat (81. ábra) az alábbi pontokban kapcsolták az áramforráshoz: a) *AB*; b) *AC*; c) *AD*; d) *BC*; e) *BD*; f) *CD*. Számítsuk ki a vezetőkör eredő ellenállását mindegyik esetben!

790(új). Határozzuk meg a körben folyó áramok erősségét és az ellenállásokon mérhető feszültségeket, ha $R_1=2\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $R_3=15\ \Omega$, $R_4=4\ \Omega$!

791(PRG). A vezetőkörre (83. ábra) *U* feszültséget kapcsoltak. Valamennyi rezisztor ellenállása egyező és egyenlő *R*-rel. Számítsuk ki a kör R_{er} eredő ellenállását, valamint az áramerősség- és feszültségeloszlást!

№	R, Ω	U, V
1	2	55
2	14,2	87,4
3	21	100
4	0,16	0,28
5	282	39,7

792*(803). Van egy 6 V-os áramforrásunk, egy 30 ohmos tolóellenállásunk és két törpeizzónk, amelyekre ez van írva: 3,5 V, 0,35 A, illetve 2,5 V, 0,5 A. Miként kell összekapcsolnunk az áramkört, hogy az izzók normálisan égjenek?

37. Az áram munkája és teljesítménye

793(806). A zseblámpaizzó csőfején található felírás: 3,5 V, 0,28 A. Számítsuk ki az izzó üzemellenállását és a felvett teljesítményt! A hálózati izzólámpa üvegburáján a felírás: 220 V, 60 W. Számítsuk ki az égő üzemáramerősségét és ellenállását!

794(807). A 220 V feszültségre méretezett háztartási főzőlapnak két spirálisa van, amelyek ellenállása üzemelés közben egyenként 80,7 Ω. Kapcsoló segítségével egy spirális, ill. két spirális sorba vagy két spirális párhuzamosan kötthető a hálózatba. Számítsuk ki a teljesítményt mindegyik esetben!

795(PRG). Az áramkör részei: az R_1 ellenállású fogyasztó, amelynek teljesítményfelvétele P_1, valamint egy reosztát, amelyet sorba kötöttek a fogyasztóval. Kiszámítandó: 1) a körben folyó áram I erőssége; 2) a fogyasztóra eső U feszültség; 3) a reosztát R_2 ellenállása; 4) a reosztát P_2 teljesítményfelvétele.

№	Fogyasztó	P_1, W	R_1, Ω	U, V
1	Zseblámpaizzó	0,98	12,5	6
2	Villamos főzőlap	550	88	220
3	Villanykörte	40	403	220
4	Elektromágnes	7,9	2,18	16,4
5	Hősugárzó spirál	18,3	1,8	9,2

796(814). Tíz, egyenként 0,5 kΩ ellenállású és 120 V-ra méretezett izzólámpát párhuzamosan kapcsolnak, és tolóellenállás közbeiktatásával 220 V-os hálózatról táplálják őket. Mekkora teljesítmény szabadul fel a tolóellenálláson?

797(815). Mivel magyarázható, hogy a sorba kapcsolt 40 W-os és 120 W-os izzólámpa közül az első jóval fényesebben világít, mint a második? Ha van rá mód, győződjünk meg erről kísérleti úton is.

798(816). A villamos főzőlap javításakor spirálisát meg-

rövidítettük eredeti hosszának 0,1-ével. Hányszorosan változott meg a főzőlap teljesítménye?

799(819). Az emelődaru villamos motorjának üzemfeszültsége 380 V, áramfelvétele 20 A. Mennyi a berendezés hatásfoka, ha a daru 1 t terhet 50 s alatt emel 19 m magasra?

800(PRG). A fővonalon közlekedő egyenáramú villanymozdonyok műszaki adatai alapján határozzuk meg: 1) a hálózatról felvett P teljesítményt; 2) a hasznos N mechanikai teljesítményt; 3) az η hatásfokot!

Adatok	Típus		
	VL8 teher	VL10 teher	CSSZ3 személyszáll.
Felsővezeték-feszültség U, kV	3	3	3
Áramerősség egy hajtóműben I, A	190	232	247
Hajtóműszám n	8	8	4
Vonóerő (számláló) F, kN, ha a sebesség (nevező) v, km/h	343 42	382 47	141 70

801(809). A melegítőkészülékek fűtőtekercsét miért készítik olyan anyagból, amelynek nagy a fajlagos ellenállása?

802(PRG). Laboratóriumi munkát végezve az elektromos melegítőkészülék hatásfokának megállapítása céljából a tanuló az edényben levő m tömegű és t_1 kezdőhőmérsékletű vízbe merítette a spirálist (fűtőelemet), amely P teljesítményt fejleszt üzemelés közben. Bizonyos τ idő múlva a víz t_2 hőfokú lett. Határozzuk meg: 1) az áram A munkavégzését; 2) a víz által felvett Q hőmennyiséget; 3) a melegítő η hatásfokát!

№	P, kW	τ, s	t_2, °C	t_1 °C	m, kg
1	0,12	240	26	20	0,61
2	0,08	300	27	19	0,52
3	0,15	310	39	18	0,44
4	0,075	360	27,5	17	0,26
5	0,1	180	28,5	19	0,24

803(820). A 0,84 mm² keresztmetszetű nikkelindrótból milyen hosszú darabot szükséges vennünk egy 220 V-ra méretezett, 80%-os hatásfokú melegítő elkészítéséhez, ha segítségével 2 l vizet 10 min alatt akarunk felmelegíteni 20 °C-ról a forráspontig?

804*(PRG). Az R ellenállású spirálissal ellátott villamos forralót m tömegű és t_1 hőmérsékletű vizet tartalmazó edénybe tettük és U feszültségű hálózatra kapcsoltuk. τ idő elteltével kikapcsoltuk a forralót. Számítsuk ki a víz t_2 hőmérsékletét, ha az nem melegedett fel a forráspontig; határozzuk meg, mekkora tömegű víz forrt ki, ha a víz forrásba jött. Az edény hőkapacitása elhanyagolható, a hatásfokot 100%-osnak tekinthetjük.

№	U, V	τ, s	R, Ω	m, kg	t_1, °C
1	220	1200	160	0,5	20
2	220	1200	160	1,2	20
3	220	2100	95	1,13	6
4	220	2100	295	1,13	6
5	36	240	14	0,21	17
6	0	240	14	0,21	17

38. Elektromotoros erő. Az Ohm-törvény zárt áramkörre

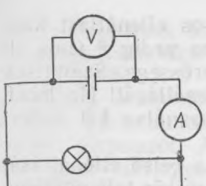
805(822). 1,5 V e. m. e.-jű elem 0,2 A-es árammal táplálja a törpeizzót. Számítsuk ki az elem belsejében fellépő szétválasztó erők 1 min alatti munkáját!

806(823). A 12 V e. m. e.-jű és 1 Ω belső ellenállású áramforrásra 5 Ω ellenállású reosztátot kapcsolunk. Határozzuk meg a körben folyó áram erősségét és az áramforrás kapcsain mérhető feszültséget!

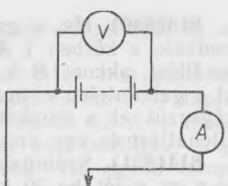
807(824). Az áramforrás elektromotoros ereje $\mathcal{E}$. Mekkora a sarkai közötti feszültség, ha a kör külső ellenállása egyenlő az áramforrás belső ellenállásával?

808(825). A 4,5 V e. m. e.-jű telepre kapcsolt izzólámpán voltmérővel 4 V feszültséget, ampermérővel pedig 0,25 A áramerősséget mértek. Mennyi a telep belső ellenállása?

809(826). Egy elektromágnesnek a 30 V e. m. e.-jű és 2 Ω belső ellenállású áramforráshoz való kapcsolása kö-



84. ábra



85. ábra

vetkeztében az áramforrás kapocsfeszültsége 28 V lett. Határozzuk meg a körben folyó áram erősségét! Mekkora munkát végeznek az áramforrás szétválasztó erői 5 min alatt? Mennyi a munkavégzés ugyanezen idő alatt a kör külső, illetőleg belső részében?

810[1]**(827).** Hogyan változik meg az ampermérő és a voltmérő állása (84. ábra), ha zárjuk a K kapcsolót?

811(828). Az 1,1 V elektromotoros erejű áramforrásra kapcsolt 2 Ω ellenállású vezetőben 0,5 A-es áram folyik. Mennyi lesz az áramerősség, ha rövidre zárjuk az áramforrást?

812(PRG). Az áramforrás (E) elektromotoros erejének és belső (r) ellenállásának meghatározása végett áramkört állítottak össze a 85. ábrán bemutatott séma szerint. A csúszóérintkező bizonyos állásánál az ampermérő I_1 áramerősséget, a voltmérő pedig U_1 feszültséget mutatott. Miután az érintkezőt eltolták balra, az ampermérő állása I_2 lett, a voltmérőé pedig U_2. Számítsuk ki az áramforrás belső ellenállását és e. m. e.-jét!

№	U_1, V	U_2, V	I_1, A	I_2, A
1	4	3,6	0,5	0,9
2	5,6	5,1	0,8	1,3
3	8,2	7,8	0,94	1,4
4	15,1	13,9	0,5	1,2
5	16,3	14,7	1,7	2,4

[1] Ebben és e paragrafus alábbi feladataiban nem hanyagolható el az áramforrás belső ellenállása. A voltmérő ellenállását, ha nincs külön kikötés, eléggé nagynak tekintjük, az ampermérőét pedig elenyészően kicsinek.

813(830). Ha a galvántelepre 16 Ω-os ellenállást kapcsolunk, a körben 1 A-es áram folyik, ha pedig 8 Ω-os ellenállást, akkor 1,8 A az átfolyó áram erőssége. Számítsuk ki e galvántelep e. m. e.-jét és belső ellenállását! Ha lehet, végezzük el a munkát kísérletileg, felhasználva két ismert ellenállást és egy ampermérőt!

814(831). Számítsuk ki az áramforrás belső ellenállását és e. m. e.-jét, ha 30 A-es árammal a külső kör teljesítmény felvétele 180 W, 10 A-es árammal pedig 100 W!

815(832). Az áramforrás szorítóira kapcsolt voltmérő 6 V-ot mutatott. Amikor ugyanezekre a szorítókra egy rezisztort is kapcsoltak, a voltmérő 3 V-ot jelzett. Mit mutat a voltmérő, ha egy rezisztor helyett két, sorosan, illetve párhuzamosan kapcsolt rezisztort kötünk be?

816(833). A 40 V e. m. e.-jű és 0,4 Ω belső ellenállású generátortól 170 mm² keresztmetszetű rézkábelen jut el az áram az 50 m-nyire levő hegesztőkészülékhez. Számítsuk ki a generátor kapocsfeszültségét és a hegesztőkészülék szorítóin mérhető feszültséget, ha a körben folyó áram erőssége 200 A! Mekkora a hegesztőív teljesítménye?

817*(PRG). Az r belső ellenállású áramforrás n db párhuzamosan kapcsolt fogyasztót táplál, melyek U feszültségre és P teljesítményre vannak méretezve. A fogyasztókat l hosszúságú kétvezetékes tápvonal köti össze az áramforrással. A vezeték keresztmetszetének területe S, anyagának fajlagos ellenállása ρ. Meghatározandó: 1) a vonalban folyó áram erőssége (I); 2) a tápvonal ellenállása (R_v); 3) a vonalban mérhető feszültségesés (U_v); 4) a vonalban fellépő teljesítményveszteség (P_v); 5) az áramforrás kapocsfeszültsége (U_k); 6) a belső ellenálláson fellépő feszültségesés (U_b); 7) az áramforrás e. m. e.-je ($\mathcal{E}$).

818(836). A 3 és 12 Ω ellenállású törpeizzók fogyasztása egyenlő, ha rendre valamely áramforráshoz kapcsoljuk

№	n	P, W	U, V	l, m	ρ, $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$	S, mm²	r, Ω
1	14	40	220	60	0,028	1,2	0,19
2	1	100	220	0	0,028	1,2	0
3	156	60	220	112	0,022	9,7	0,08
4	20	0,98	3,5	4	0,017	0,8	0,14
5	17	600	380	41	0,12	6,1	0,21

őket. Számítsuk ki az áramforrás belső ellenállását és az áramkör hatásfokát mindegyik esetben!

819(838). A 9 V elektromotoros erejű és 1 Ω belső ellenállású áramforrás tolóellenállás közbeiktatásával táplál három párhuzamosan kapcsolt, 6,3 V-ra és 0,3 A-re méretezett törpeizzót. A tolóellenállás úgy van beállítva, hogy az izzók névleges üzemmódban égnek. Az egyik lámpa kiégett. Hányszorosan változott meg a megmaradt két izzó teljesítménye a névlegeshez képest, feltéve, hogy ellenállásuk nem változott meg?

820(839). Az r belső ellenállású és $\mathcal{E}$ e. m. e.-jű galvántelepet három, egyenként 3 r ellenállású, sorba kötött rezisztorral zárjuk. Hányszorosan változik meg a körben folyó áram erőssége, a telep kapocsfeszültsége és a hasznos teljesítmény, ha a rezisztorokat párhuzamosan kapcsoljuk egymáshoz?

IX. FEJEZET

MÁGNESES TÉR

39. Az áram mágneses tere. Mágneses indukció. Mágneses fluxus. Ampère-törvény. Lorentz-féle erő. Az anyagok mágneses tulajdonságai

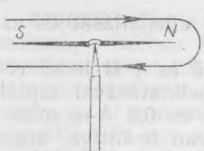
821(879). Merre fordul el a mágnestű olyan áramkör belsejében, amelyben az áram a 86. ábrán látható irányban folyik?

822(882). Tegyük ki a »+« és »—« jelet a szolenoidot tápláló áramforrás sarkaihoz, hogy a 87. ábrán látható kölcsönhatás álljon be!

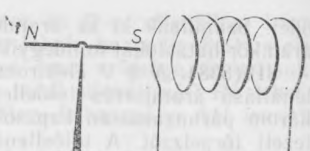
823(883). A mágneses térben levő 1 cm^2 területű keretre ható maximális forgatónyomaték 2 $\mu N \cdot m$. A kertben folyó áram erőssége 0,5 A. Határozzuk meg a mágneses tér indukcióját!

824(884). 400 cm^2-nyi területű keretet úgy helyeztek el a 0,1 T indukciójú homogén mágnestérben, hogy a keret normálisa merőleges az indukcióvonalakra. Mekkora áramerősség esetén hat a keretre 20 $mN \cdot m$ forgatónyomaték?

825(885). 10 és 5 cm oldalhosszúságú, 200 menetes téglalap alakú síktekercs 0,05 T indukciójú homogén mágnestérben van. Határozzuk meg a tekercsre ható maximális forgatónyomatékot, ha benne 2 A-es áram folyik!



86. ábra



87. ábra

826(új). 8 cm hosszú drótból: a) négyzetes, b) kör alakú keretet készítettek. Határozzuk meg azt a maximális forgatónyomatékot, amely mindegyik keretre hat a 0,2 T indukciójú mágneses térben, ha a keretben 4 A erősségű áram folyik!

827(886). A keret által határolt 60 cm^2-es felületdarabot 0,3 mWb mágnesfluxus metszi. Mennyi a tér indukciója a kereten belül? Az erőteret homogénnek vesszük.

828(887). Mekkora mágneses fluxus megy át az 50 cm^2-nyi síkfelületen 0,4 T indukciójú tér esetén, ha az adott felület: a) merőleges a tér indukcióvektorára; b) 45°-os szögben hajlik az indukcióvektorhoz; c) 30°-os szöget képez az indukcióvektorral?

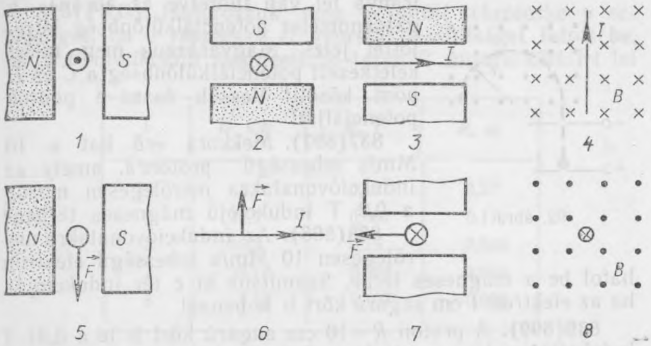
829(888). A 88. ábra mágnestér és áram kölcsönhatásait mutatja. Fogalmazzuk meg a feladatot mindegyik esetben, és adjuk meg a megoldását!

830(890). Mekkora annak a mágnestérnek az indukciója, amelyben a 25 A-es áramtól átfolyt vezetőre 50 mN erő hat? Az erőtér és az áram kölcsönösen merőlegesek. A vezető hatásos hossza 5 cm.

831(891). Mekkora erővel hat a 10 mT indukciójú mágnestér az 50 A-es áramtól átfolyt vezetőre, ha a hatásos vezetőhossz 0,1 m? Az erőtér és az áram kölcsönösen merőlegesek.

832(892). Vízszintesen elhelyezett, 20 cm hosszú és 4 g tömegű vezetőben 10 A-es áram folyik. Számítsuk ki annak a mágneses térnek az indukcióját (az indukcióvektor modulusát és irányát), amelyben a vezetőre ható Ampère-féle erő ellensúlyozza a nehézségi erőt!

833(893). Az l hosszúságú és m tömegű ab vezeték vékony drótokon függ. Ha I áram folyik át rajta, olyképpen tér ki a homogén mágneses térben (89. ábra), hogy a függesztődrótok α szöget képeznek a függőlegessel. Mekkora a mágneses tér indukciója?

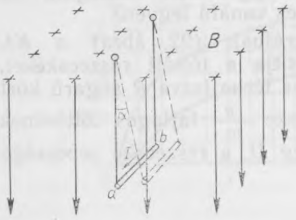


88. ábra

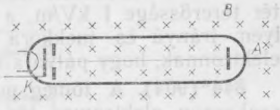
834(894). A 8 cm hatásos hosszúságú vezetőben 50 A-es áram folyik. A vezető 20 mT indukciójú, homogén mágneses térben van. Számítsuk ki a munkát, amelynek árán a vezető 10 cm-re elmozdul az indukcióvonalakra merőlegesen!

835(895). Melyik irányban tér ki a mágneses erőtér hatására az elektronnyaláb a 90. ábrán látható vákuumcsőben?

836(896). Ha az áramjárta vékony fémlemez *C* és *D* pontjához (91. ábra) érzékeny galvanométert kötünk, akkor mágneses tér jelenlétében (a mágneses indukcióvonalak



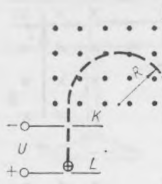
89. ábra



90. ábra



91. ábra



92. ábra

iránya fel van tüntetve az ábrán) a galvanométer potenciálkülönbség létrejöttét jelzi. Magyarázzuk meg, miért keletkezett potenciálkülönbség a C és D pont között! Vessük össze e pontok potenciálját!

837(897). Mekkora erő hat a 10 Mm/s sebességű protonra, amely az indukcióvonalakra merőlegesen mozog a 0,2 T indukciójú mágneses térben?

838(898). Az indukcióvonalakra merőlegesen 10 Mm/s sebességű elektron hatol be a mágneses térbe. Számítsuk ki e tér indukcióját, ha az elektron 1 cm sugarú kört ír le benne!

839(899). A proton $R=10$ cm sugarú kört ír le a 0,01 T indukciójú mágneses térben. Számítsuk ki a sebességét!

840(900). A $B=10$ mT indukciójú homogén mágnestérbe az indukcióvonalakra merőlegesen egy $W_k=30$ keV mozgási energiával rendelkező elektron repül be. Mekkora az elektron mozgáspályájának görbületi sugara e térben?

841(901). A proton és az α-részecske[1] az erővonalakra merőlegesen hatol be a homogén mágnestérbe. Hasonlítsuk össze a részecskék által leírt körvonalak sugarát, ha e részecskéknek egyenlő: a) a sebessége; b) az energiája!

842(902). Az elektron a $B=4$ mT indukciójú homogén mágnestérben mozog. Számítsuk ki keringésének T periódusidejét!

843(903). A homogén elektromos tér és a homogén mágneses tér kölcsönösen merőleges egymásra. Az elektromos tér térerőssége 1 kV/m, a mágnestér indukciója 1 mT. Milyen irányú és mekkora sebességgel kell mozognia az elektronnak, hogy pályája egyenes vonalú legyen?

844*(904). A tömegspektrográfban (92. ábra) a KL szakaszon elektromos tér gyorsítja a töltött részecskéket, és ezek a B indukciójú mágneses térbe jutva R sugarú kört írnak le. Vezessük le a részecske $\frac{q}{m}$ fajlagos töltésének képletét, ha a gyorsító feszültség U, a részecske sebessége pedig nulla.

[1] Az α-részecske töltése 2-szerese a protonénak, tömege pedig 4-szer nagyobb.

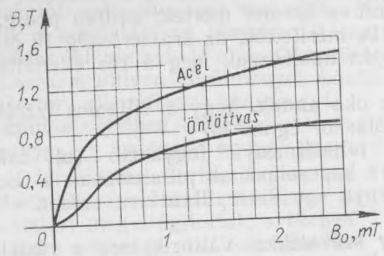
845(PRG). Határozzuk meg a töltött részecske v sebességét, ha e részecske U gyorsító feszültséget futott be, majd B indukciójú mágnestérbe jutva R sugarú kört írt le!

1	U, kW	B, T	R, m
№	8,7	0,12	0,27
2	12,1	0,087	0,17
3	15,3	0,16	0,042
4	2,17	0,028	0,084
5	4,19	0,107	0,032

846(905). A 93. ábrabeli grafikon alapján határozzuk meg az acél mágneses permeabilitását, ha a mágnesező tér B_0 indukciója 0,4 mT, illetve 1,2 mT!

847(906). Hányszorosan változik meg a mágneses fluxus, ha a szolenoid öntöttvas magját ugyanolyan méretű acélmagra cseréljük ki? A mágnesező tér indukciója $B_0=2{,}2$ mT. Használjuk fel a 93. ábrát!

848(907). Az erőtér indukciója a vasmag nélküli szolenoidban $B_0=2$ mT. Mekkora lesz a mágneses fluxus, ha a szolenoid belsejébe 100 cm² keresztmetszetű öntöttvas magot teszünk? Használjuk fel a 93. ábrát!



93. ábra

X. FEJEZET

ELEKTROMOS ÁRAM KÜLÖNBÖZŐ KÖZEGEKBEN

40. Elektromos áram a fémekben, félvezetőkben és a vákuumban

849(új). A zseblámpaizzóban folyó áram erőssége 0,32 A. Hány elektron halad át az izzószál keresztmetszetén 0,1 s alatt?

850(775). Számítsuk ki a rendezett elektronmozgás sebességét az 5 mm^2 keresztmetszetű vezetőben 10 A-es áram esetén, ha a vezetési elektronok koncentrációja $5 \cdot 10^{-28}$ m^{-3}.

851(új). Két, sorba kapcsolt rézvezetőben áram folyik. Hasonlítsuk össze a rendezett elektronmozgások sebességét, ha a második vezető átmérője feleannyi, mint az elsőé!

852(új). Határozzuk meg a rendezett elektronmozgás v sebességét abban az acélvezetékben, amelyben a vezetési elektronok koncentrációja $n = 10^{28}$ m^{-3}, ha a térerősség $E = 96$ mV/m!

853(776). Mennyi a rendezett elektronmozgás sebessége a 25 mm^2 keresztmetszetű rézvezetékben 50 A-es áramerősség esetén, ha feltesszük, hogy mindegyik atomra egy-egy vezetési elektron jut?

854(új). Milyen hőmérsékleten válik kétszer nagyobbá az ezüstvezeték ellenállása a 0 °C-on mért ellenállásánál?

855(új). A réz ellenállása hőmérsékleti tényezőjének (hőfoktényezőjének) meghatározása végett a réztekercsre állandó feszültséget kapcsoltak. Miután e tekercset olvadó jégbe tették, 14 mA-es áramot mértek; azután pedig, hogy forrásban levő vízbe merítették, az áramerősség 10 mA lett. Ezen adatok alapján határozzuk meg a réz ellenállásának hőfoktényezőjét!

856(új). Mi az oka annak, hogy a villamos izzólámpák többnyire bekapcsoláskor égnek ki?

857(új). Nagy teljesítményű fogyasztó (pl. villamos kandalló) hálózatra kapcsolásának pillanatában a lakásban égő izzólámpák fénye egy szempillantásra erősen elhomályosulhat. Miért?

858(810). Hány százalékkal változik meg a réztekercsű elektromágneses teljesítmény fogyasztása, ha a hőmérséklet 0 °C-ról 30 °C-ra növekszik?

859(811). Az izzólámpa buráján látható felírás: 220 V, 100 W. Az izzószál hideg állapotban mérhető ellenállásának

meghatározása céljából 2 V feszültséget kapcsoltak rá, miközben 54 mA áramerősséget regisztráltak. Számítsuk ki hozzávetőleg a volfrámszál izzási hőmérsékletét!

860(új). Számítsuk ki az acél fajlagos ellenállását 50 °C-on! Vegyük tekintetbe, hogy a Melléklet 9. táblázatában a 20 °C-on mérhető fajlagos ellenállások szerepelnek.

861(873). A vezetési elektronok koncentrációja a germániumban szobahőmérsékleten $n = 3 \cdot 10^{19}$ m^{-3}. Az összes atomok számának hányad részét teszi ki a vezetési elektronok száma?

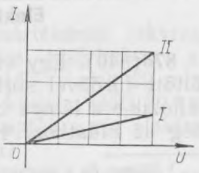
862(874). Következtetéssel mutassuk ki, hogy az InAs (indium-arzenid) vegyületnek, amelyben az indium és az arzén molokban mért anyagmennyisége egyező, ugyanolyan típusú a vezetése, mint a negyedik csoport elemeinek (Ge, Si) saját vezetése. Milyen típusú lesz a vezetés, ha növeljük az indium koncentrációját? Az arzénét?

863(875). A szükséges típusú szennyezési vezetés előállítása végett a félvezetőtechnikában gyakran alkalmazzák a foszfort, a galliumot, az arzént, az indiumot, az antimont. Ezen elemek közül melyikkel kell szennyezni a germániumot, hogy elektronvezetést kapjunk?

864(876). A sorosan kapcsolt termisztorokból és 1 kΩ-os rezisztorból álló áramkör végeire 20 V feszültséget adtunk. Ekkor az áramkörben szobahőmérsékleten 5 mA-es áram folyt. Amikor a termisztort forró vízbe tettük, az átfolyó áram erőssége 10 mA lett. Hányszorosan változott meg a termisztor ellenállása a melegítés következtében?

865(877). A 94. ábrabeli grafikonok a fényellenálláson (fotorezisztoron) átfolyó áram erősségének a bekapcsolt feszültségtől való függését mutatják. Melyik grafikon vonatkozik a megvilágított fényellenállásra, s melyik a sötétben levőre? Alkalmazható-e az Ohm-törvény az adott fényellenállásra, s milyen körülmények között? A megvilágított fotorezisztor ellenállása hányszor kisebb, mint a sötétben levőé?

866(878). A sötétben 25 kΩ ellenállású fotorezisztort sorba kapcsolták egy 5 kΩ-os rezisztorral. Amikor a fotorezisztort megvilágították, a körben folyó áram erőssége (változatlan feszültség mellett) 4-szeresen megnőtt. Mennyi lett a fotorezisztor ellenállása?



94. ábra

867(új). Számítsuk ki a félvezető dióda ellenállását záró- és nyitóirány-

ban, ha a diódára eső 0,5 V-os feszültségnél az áramerősség 5 mA, —10 V feszültség esetén pedig 0,1 mA!

868(új). A közös bázis sémája szerint összeállított tranzisztoros erősítőben az emitterkörben folyó áram erőssége 12 mA, a báziskörben folyó áramé pedig 600 μA. Határozzuk meg a kollektorkörben mérhető áramerősséget!

869(866). Mekkora legkisebb sebességgel kell rendelkeznie az elektronnak ahhoz, hogy kirepüljön az ezüstből?

870(867). A bárium-oxiddal bevont katód felületéről kilépő elektron sebessége a felére csökkent. Mekkora az elektron sebessége a fémből való kilépése előtt, illetve után?

871[1]**(868).** A diódában az elektronok 8 Mm/s sebességgel érnek az anódhoz. Mekkora az anódfeszültség?

872(869). A televízió képcsövében a gyorsító anódfeszültség 16 kV, az anód és az ernyő közötti távolság 30 cm. Mennyi idő alatt futják be ezt a távolságot az elektronok?

873(870). A dióda katódja és anódja közötti távolság 1 cm. Mennyi ideig mozog az elektron a katódtól az anódig, ha az anódfeszültség 440 V? A mozgást egyenletesen gyorsulónak vesszük.

874(871). Az elektronsugárcsőben (katódsugárcsőben) a $W_k = 8$ keV kinetikus energiával rendelkező elektronok nyalábja áthalad az $x = 4$ cm hosszúságú síkkondenzátor lemezei között. A lemezek távolsága $d = 2$ cm. Mekkora feszültséget kell juttatni a kondenzátor lemezeire, hogy az elektronnyaláb elhajlása a kondenzátorból való kilépésekor $y = 0{,}8$ cm legyen?

875(872). Az elektronsugárcsőben az $U = 5$ kV potenciálkülönbséggel gyorsított elektronnyaláb az $x = 5$ cm hosszúságú, függőlegesen eltérítő lemezek közötti térbe jut. A lemezek közötti erőtér térerőssége $E = 40$ kV/m. Számítsuk ki a lemezek közötti térből kilépő nyaláb függőleges kitérését (y-t)!

41. Elektromos áram elektrolitok oldataiban és olvadékaiban. Elektromos áram a gázokban

876(840). Egy villamos izzólámpát híg konyhasóoldattal töltött fürdővel sorba kötve kapcsoltak a hálózatba. Megváltozik-e a lámpa izzása, ha bizonyos sómennyiséget adunk még az oldathoz? Ha lehet, ellenőrizzük ezt kísérletileg!

[1] Ebben és e paragrafus alábbi feladataiban, ha nincs külön kikötés, az elektron kezdősebességét zérusnak vesszük.

877(841). Rézgálicoldatot tartalmazó fürdőn két szénelektród segítségével áramot bocsátunk keresztül. A szénelektródok kb. félig merülnek az oldatba. Hogyan változik meg az egyazon rövid időköz alatt a katódon kivált réz mennyisége, ha végrehajtjuk az alábbi változtatások egyikét: a) a szénanódot ugyanolyan alakú és térfogatú rézanódra cseréljük; b) a szénkatódot rézkatódra cseréljük; c) növeljük a feszültséget; d) az oldathoz ugyanolyan koncentrációjú elektrolitot öntünk; e) növeljük az oldat koncentrációját; f) közelítjük egymáshoz az elektródokat; g) csökkentjük a katód folyadékba merülő részét; h) melegítjük az elektrolitot? Ha lehet, kísérletileg ellenőrizzük a következtetéseket (a kivált réz mennyiségéről az ampermérő állása alapján ítélhetünk)!

878(842). Két egyforma elektrolitikus fürdő (*A* és *B*) rézgálicoldattal van feltöltve. Az *A* fürdőben az oldat koncentrációja nagyobb, mint a *B*-ben. Melyik fürdőben válik ki több réz, ha a fürdőket sorosan, illetve párhuzamosan kapcsolják egymáshoz?

879(PRG). Hány t perc alatt vonható be egy készítmény m tömegű fémréteggel I áramerősség esetén?

Fém	Paraméterek	
	m, mg	I, A
Cink (Zn)	2120	2,86
Ezüst (Ag)	210	0,86
Króm (Cr)	870	1,42
Nikkel (Ni)	1800	2
Ón (Sn)	650	1,8

880(844). A réz elektrokémiai egyenértékének (ekvivalensének) meghatározásával kapcsolatos kísérletben az alábbi adatokat kapták: az áramfolyás időtartama 20 min, az áramerősség 0,5 A, a katód tömege a kísérlet előtt 70,4 g, a kísérlet után 70,58 g. Milyen értéket kaptak a réz elektrokémiai ekvivalensére ezen adatok alapján?

881(845). Nikkelsó tartalmú elektrolitikus fürdővel sorosan króm sójával töltött fürdőt kapcsoltak. Az áramkör

megszakítása után úgy találták, hogy az első fürdőben 10 g nikkel vált ki. Mennyi króm vált ki a másikban?

882(új). Számítsuk ki a két és három vegyértékű kobalt elektrokémiai ekvivalensét!

883(848). Ismerve az ezüst elektrokémiai ekvivalensét, számítsuk ki az aranyét!

884(849). Vessük össze a sorba kapcsolt elektrolitikus fürdők katódjain kiválasztott három vegyértékű vas és két vegyértékű magnézium tömegét!

885(új). Mekkora anyagmennyiség válik ki a katódon bármely két vegyértékű fém sójából 40 perc alatt 4 A áramerősség esetén? Feleletünket ellenőrizzük a réz példáján, melynek elektrokémiai ekvivalense a 10. táblázatban található!

886(850). Az alumínium elektrolitikus előállításához 5 V feszültséggel és 40 kA áramerősséggel üzemelő fürdőt használnak. Mennyi idő és elektromos energia szükséges 1 t alumínium előállításához?

887(851). Előírás szerint az alumínium előállításánál a kádfeszültség 14-szer nagyobb, mint a réz finomításakor. Hasonlítsuk össze a villamosenergia-fogyasztást azonos tömegű alumínium és réz elektrolitikus úton történő előállításakor!

888(852). Mennyi az energiafogyasztás 1 t réz finomításakor, ha a műszaki előírások szerint a kádfeszültség 0,4 V?

889(853). Mennyi villamosenergia-fogyasztás árán állítható elő 2,5 l 25 °C-os és 100 kPa nyomású hidrogén, ha az elektrolízist 5 V feszültségen bonyolítják le, és a berendezés hatásfoka 75%?

890(854). Az alkatrészt 50 μm vastagságú krómréteggel kell bevonni. Mennyi időre van ehhez szükség, ha krómozáskor az előírt áramsűrűség[1] 2 kA/m²?

891(855). A galvanosztégia alkalmazásával kapcsolatos műszaki tájékoztatók tartalmazzák a $\frac{h}{jt}$ mennyiséget, amely jellemzi a fedőréteg h vastagságának növekedési sebességét a j áramsűrűség egységnyi értéke mellett. Bizonyítsuk be, hogy ez a mennyiség arányos az adott fém k elektrokémiai ekvivalensének és ρ sűrűségének hányadosával!

---

[1] A j áramsűrűség egyenlő az I áramerősség és a vezető keresztmetszete S területének a hányadosával: $j = \frac{I}{S}$.

892(856). Az előző feladat megoldása alapján számítsuk ki a gyártmányon 1 h alatt lerakódott réteg vastagságát ónozás, illetve ezüstözés során, ha az elsőnél az áramsűrűség 1 A/dm², a másodiknál 0,5 A/dm²!

893(857). Mennyi a telítési áram gerjesztett gázkisülés esetén, ha az ionizátor másodpercenként 10^9 ionpárt kelt egy köbcentiméterben, a két síkpárhuzamos elektród egyenként 100 cm² területű, s 5 cm-re van egymástól!

894(új). Mekkora térerősségnél kezdődik az önálló kisülés a hidrogénben, ha molekuláinak ionizációs energiája $2{,}5 \cdot 10^{-18}$ J, az átlagos szabad úthossz pedig 5 μm? Mekkora az elektronok sebessége a molekulákkal való ütközésük során?

895(860). A higanygőzzel töltött csőben az elektródok 10 cm-re vannak egymástól. Mekkora az elektronok átlagos szabadúthossza, ha az önálló kisülés 600 V feszültségen következik be? A higanygőzök ionizációs energiája $1{,}7 \cdot 10^{-18}$ J. Az erőteret homogénnek vesszük.

896(862). A síkkondenzátort 6 kV feszültségű áramforrásra kapcsolták. Mekkora lemeztávolságnál üt át a kondenzátor, ha a levegő ütközéses ionizációja 3 MV/m térerősségnél kezdődik?

897(863). Nem változtatva az elektromozó (influencia-) gép szikraközét, s hozzávetőleg állandó fordulatszámot tartva fenn, kapcsoljuk le összekötő rúd segítségével a kondenzátorokat (leydeni palackokat)! A kisülés jellege lényegesen megváltozik: érzékelhető időközönként átütő erős szikrák helyett gyenge szikrák nagyon szapora átütéseit tapasztaljuk. Magyarázzuk meg a jelenséget! Ha van rá mód, ellenőrizzük kísérletileg is!

898(864). A villámlás olyan kisülés, amelyben rövid megszakításokkal közelítően 1 ms időtartamú elkülönült impulzusok követik egymást. Egy impulzus alkalmával a kisülési csatornán 20 C-nyi töltés halad át, a csatorna végpontjai között 2 GV átlagfeszültség lép fel. Mekkora az áramerősség egy impulzusban, ill. az impulzus teljesítménye? Mennyi energia szabadul fel egy 5 kisülésből álló villámban?

899(865). Túlfeszültség esetén a túlfeszültséglevezető szarvas szikraközében (95. ábra) plazmaív keletkezik. Mi az oka, hogy az ív alul keletkezik, majd fölfelé emelkedik és kialszik?



95. ábra

900(új). A levegő ionizált molekuláinak koncentrációja normálkörülmények között $2{,}7 \cdot 10^{22}$ m^{-3}. A molekulák hány százaléka van ionizálva? Milyen a plazma ionizációs foka?

901(új). Mekkora T hőmérsékleten lesz teljesen ionizálva a plazma? A nitrogénmolekulák ionizációs energiája $W = 2{,}5 \cdot 10^{-18}$ J. Az oxigén ionizációs energiája kisebb.

XI. FEJEZET

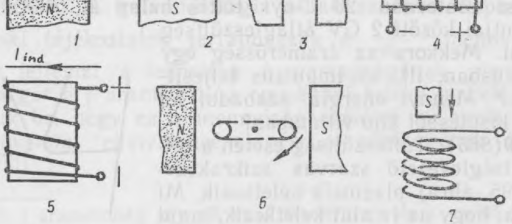
ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ

42. Elektromágneses indukció. Indukciós e. m. e. Önindukció. Induktivitás. A mágneses tér energiája

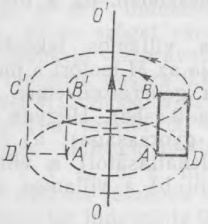
902(908). A 96. ábra az elektromágneses indukció különböző eseteit mutatja. Fogalmazzuk meg és oldjuk meg a feladatot mindegyik esetre!

903(909). Keletkezik-e indukciós áram az $ABCD$ keretben (97. ábra), ha e keretet: a) az ábrán látható módon forgatjuk az áramjárta mozdulatlan OO' vezetőhöz képest; b) az AB oldal körül forgatjuk; c) a BC oldal körül forgatjuk; d) függőleges irányú haladó mozgásba hozzuk; e) vízszintes irányú haladó mozgást végeztetünk vele?

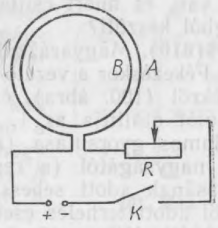
904(911). Három függőleges helyzetű egyforma mágnesrúd egyidejűleg esik egyazon magasságból. Az első szabadon esik, a második esése közben áthalad egy nyitott



96. ábra



97. ábra



98. ábra

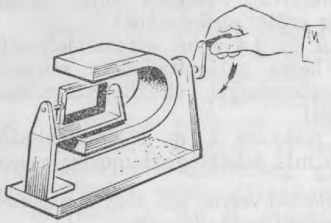
szolenoidon, a harmadik pedig egy zárt szolenoidon. Hasonlítsuk össze esésük idejét! Feleletünket indokoljuk meg a Lenz-szabály és az energiamegmaradás törvénye alapján!

905(912). Határozzuk meg a *B* körvezetőben (98. ábra) keletkező indukciós áram irányát, ha az *A* körvezető áramkörét zárjuk, illetve nyitjuk a *K* kapcsolóval! Határozzuk meg az indukciós áram irányát akkor is, ha zárt kapcsolóállásban az *R* tolóellenállás csúszkáját jobbra toljuk, illetve balra!

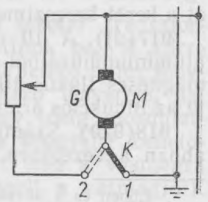
906(913). Ha forgatjuk a mágnest (99. ábra), akkor a tengelyre rögzített zárt drótkeret szintén forgásba jön. Magyarázzuk meg ezt a jelenséget, és határozzuk meg a keret forgásának irányát!

907(914). Ha két demonstrációs galvanométer szorítóit huzalokkal összekötjük, majd az egyik készülék himbálásával lengésbe hozzuk a mutatóját, akkor a másik készülék mutatója is lengésbe jön. Magyarázzuk meg a kísérletet, és ha lehet, ellenőrizzük!

908(915). Miért csillapodnak le gyorsabban az iránytű mágnestűjének lengései, amikor a készüléknek sárgaréz



99. ábra



100. ábra

tokja van, és miért csillapodnak lassabban, ha a tok műanyagból készült?

909(916). Magyarázzuk meg a villamos fékezésének elvét! Fékezéskor a vezető lekapcsolja az *M* motort a munkavezetékről (100. ábra), és átállítja generátorüzemre (a *K* kapcsolót átállítja az 1. állásból a 2-esbe). Hogyan függ a villamos gyorsulása (a fékezés gyorsasága): a) a terhelés nagyságától (a rezisztor ellenállásától) a villamos mozgásának adott sebessége esetén; b) a villamos sebességétől adott terhelés esetén?

910(új). Milyen törvény szerint kell változnia a mágneses fluxusnak az idő függvényében, hogy a körben létrejövő indukciós e. m. e. állandó maradjon az időben?

911(új)[1]. 5 ms alatt a keret által behatárolt síkot átszelő mágneses fluxus 9-ről 4 mWb-re csökkent. Mennyi a körben keletkező indukciós e. m. e.?

912(918). Számítsuk ki a mágnesfluxus változási sebességét egy olyan 2000 menetes szolenoid belsejében, amelyben 120 V-os indukciós e. m. e.-t gerjesztenek!

913(új). Hány menetből kell állnia az 50 cm^2-es keresztmetszetű tekercsnek, hogy a mágneses indukciónak 0,2 T-tól 0,3 T-ig történő változásakor benne 4 ms alatt 10 V e. m. e. indukálódjon?

914(új). Az 5 cm-es sugarú menet által határolt felületen átmenő mágneses fluxus 5 ms alatt 18,6 mWb-rel változott meg. Mennyi az elektromos örvénytér térerőssége a menet belsejében?

915(új). Mekkora q töltés halad át az $R=0{,}03\ \Omega$ ellenállású keret keresztmetszetén, ha e keret által határolt felületen átmenő mágneses fluxus $\Delta\varphi=12$ mWb-rel csökkent?

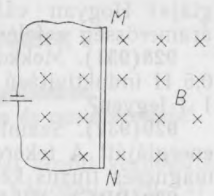
916(új). A $B=0{,}1$ T indukciójú mágneses térbe $R=3{,}4$ cm sugarú kör alakú keretet vittek be, amely $S=1\ mm^2$ keresztmetszetű rézdrótból készült. A keret síkjának normálisa egybeesik a tér indukcióvonalaival. Mekkora töltés halad át a keret keresztmetszetén az erőtér eltűnésekor?

917(új). A 10 cm hosszú és 1,4 mm^2 keresztmetszetű alumíniumhuzalból készült keret határolta síkon átmenő mágneses fluxus 10 mWb/s sebességgel változik. Számítsuk ki az indukciós áram erősségét!

918(920). Számítsuk ki, mekkora e. m. e. indukálódik abban a vezetőben, amely 5 m/s sebességgel mozog a ho-

[1] Ebben és a következő feladatokban vegyük úgy, hogy a mágneses fluxus változásának időfüggését lineáris törvény fejezi ki.

mogén, 8 mT indukciójú mágneses térben, 30°-os szöget zárva be a mágneses indukció vektorával! A vezető hatásos részének hossza 0,25 m.



101. ábra

919(921). Mekkora sebességgel kell mozgatni a vezetőt 60°-os szögben a mágneses indukcióvonalakhoz, hogy benne 1 V e. m. e. indukálódjék? A vezető hatásos részének hossza 1 m, a mágneses tér indukciója 0,2 T.

920(922). Az *MN* vezető (101. ábra), amelynek hatásos hossza 1 m, s ellenállása 2 Ω, 0,1 T indukciójú homogén mágnestérben van. A vezetőt olyan áramforrásra kapcsoljuk, amelynek elektromotoros ereje 1 V (az áramforrás belső ellenállásától és az összekötő huzalok ellenállásától eltekintünk). Mekkora erősségű áram folyik a vezetőben, ha e vezető: a) nyugalomban van; b) jobb felé mozog 4 m/s sebességgel; c) bal felé mozog ugyanakkora sebességgel? Milyen irányban és mekkora sebességgel kell mozgatni a vezetőt, hogy benne ne folyjon áram?

921(új). Mennyi a vezetőkör induktivitása, ha 5 A áramerősség esetén benne 0,5 mWb mágneses fluxus keletkezik?

922(új). Mekkora mágneses fluxus jön létre a 0,2 mH induktivitású vezetőkörben 10 A áramerősség esetén?

923(925). Számítsuk ki annak a vezetőnek az induktivitását, amelyben 0,25 s alatt végbemenő 2 A egyenletes áramerősség-változás 20 mV önindukciós elektromotoros erőt gerjeszt!

924(926). Mekkora önindukciós e. m. e. gerjed az elektromágnes 0,4 H induktivitású tekercsében, ha a benne folyó áram erőssége 0,02 s alatt egyenletesen 5 A-rel változik?

925(929). A nagy teljesítményű villanymotorokat reosztát segítségével folyamatosan és lassan kapcsolják le a táphálózatról. Miért?

926(új). A nyitott vasmagra húzott iskolai transzformátorral sorosan zseblámpaizzót kötöttünk be. A körre olyan feszültséget kapcsoltunk, hogy a törpeizzó teljes fényerővel világít. Hogyan változik a zsebizzó fényereje, ha: a) a vasmagot kengyellel zárjuk; b) egy ideig mozdulatlanul tartjuk a kengyelt; c) levesszük a kengyelt? Lehetőleg ellenőrizzük kísérletileg, gyufaszálat téve a vasmagra (máskülönben nehéz elszakítani a kengyelt a vasmagtól).

927(930). A 0,6 H induktivitású tekercsben 20 A-es áram folyik. Mennyi a tekercs mágneses terének az ener-

giája? Hogyan változik meg az erőtér energiája, ha az áramerősség a felére csökken?

928(931). Mekkora erősségű áramnak kell átfolynia a 0,5 H induktivitású fojtótekercsen, hogy az erőtér energiája 1 J legyen?

929(932). Számítsuk ki a szolenoid mágneses terének energiáját! A tekercsben 10 A áramerősség esetén 0,5 Wb mágneses fluxus keletkezik!

930(PRG). Miközben az elektromágnesen átfolyó áram erőssége I_1-ről I_2-re változott, a mágneses tér energiájának változása ΔW-t tett ki. Határozzuk meg az elektromágnes induktivitását!

№	I_2, A	I_1, A	ΔW, J
1	6	4	1
2	9,2	2,9	12,1
3	2,8	0	0,27
4	2,8	14,3	—1,7
5	0	4,7	—3,2

931(PRG). Az L induktivitású tekercsen átfolyó áram erősségének n-szeres változásakor a mágneses tér ΔW-vel változott meg. Számítsuk ki az energia W_1 és az áramerősség I_1 kezdeti értékeit!

№	n	ΔW, J	L, H
1	2	3	0,5
2	1,72	4,13	0,62
3	5,13	16,2	0,11
4	21,6	8,71	0,036
5	0,81	—2,2	0,68

ELEKTROMÁGNESES REZGÉSEK

43. Energiaátalakulás a rezgőkörben. Harmonikus rezgések sajátfrekvenciája és periódusideje[1]

932(új). A rezgőkör kondenzátorával közölt kezdőtöltést a felére csökkentették. Hányszorosan változott meg: a) a feszültségamplitúdó; b) az áramerősség amplitúdója; c) a kondenzátor elektromos terének és a tekercs mágneses terének összesített energiája?

933(új). A rezgőkör kondenzátorára kapcsolt feszültség 20 V-os növelése esetén az áramerősség amplitúdója 2-szeresére nőtt. Mennyi a kezdőfeszültség?

934(983). A rezgőkör tekercsének induktivitása 0,2 H, az áramerősség csúcsértéke pedig 40 mA. Határozzuk meg a kondenzátor elektromos terének, illetve a tekercs mágneses terének energiáját abban az időpontban, amikor az áramerősség pillanatnyi értéke fele a csúcsértéknek!

935(984). A rezgőkör $C=400$ pF kapacitású kondenzátorból és $L=10$ mH induktivitású tekercsből áll. Számítsuk ki az áramerősség I_m amplitúdóját, ha a feszültség amplitúdója $U_m=500$ V!

936(új). Az áramerősség csúcsértéke a körben 1,4 mA, a feszültségé 280 V. Határozzuk meg az áramerősséget és a feszültséget abban a pillanatban, amikor a tekercs mágneses terének energiája egyenlő a kondenzátor elektromos terének energiájával!

937(új). A 31 mH induktivitású tekercset olyan síkkondenzátorhoz kapcsolták, amelyben egy-egy lemez 20 cm² területű, s a lemezek közötti távolság 1 cm. Mennyi a dielektromos állandója annak a közegnek, amely kitölti a lemezek közötti térrészt, ha az áramerősség amplitúdója a körben 0,2 mA, a feszültségé pedig 10 V?

938(PRG). A rezgőkör kondenzátorának kapacitása C, tekercsének induktivitása pedig L. A kondenzátoron mérhető feszültség amplitúdója U. A vizsgált időpontban a kondenzátorra eső feszültség u. Meghatározandó: 1) az áramerős-

[1] Az adott paragrafus feladataiban vegyük úgy, hogy: a) a körben fellépő rezgések csillapítatlanok; b) a kondenzátoron levő töltés időfüggését a $q=q_m\cos\omega_0 t$ képlet írja le; c) valamennyi mennyiség SI-egységekben van megadva.

ség amplitúdója (I); 2) a teljes energia (W); 3) az elektromos tér energiája (W_{el}); 4) a mágneses tér energiája (W_m); 5) az áramerősség pillanatnyi értéke (i).

№	C, F	L, H	U, V	u, V
1	10^{-6}	0,04	100	80
2	$3{,}2\cdot10^{-5}$	0,52	210	110
3	$1{,}8\cdot10^{-11}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	508	420
4	$1{,}8\cdot10^{-11}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	508	503
5	$1{,}8\cdot10^{-11}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	508	0

939(985). A rezgőkör kondenzátorán levő q töltés a $q=10^{-6}\cos 10^4\pi t$ törvény szerint változik a t időben. Írjuk fel az áramerősség időfüggésének $i=i(t)$ képletét! Határozzuk meg a körben fellépő rezgések periódusidejét és frekvenciáját, valamint a töltés- és áramerősség-rezgések csúcsértékét!

940(986). A rezgőkör 1 μF kapacitású kondenzátorból és 4 H induktivitású tekercsből áll. A kondenzátoron végbemenő töltésrezgések amplitúdója 100 μC. Írjuk fel a $q=q(t)$, $i=i(t)$, $u=u(t)$ egyenleteket! Határozzuk meg az áramerősség- és feszültségrezgések amplitúdóját!

941(új). A rezgőkör kondenzátorának kapacitása 0,4 μF, a sajátrezgések frekvenciája 5 kHz, a töltés csúcsértéke 8 μC. Írjuk fel a $q=q(t)$, $u=u(t)$, $i=i(t)$ egyenleteket! Határozzuk meg a feszültség és az áramerősség csúcsértékét, valamint a tekercs induktivitását!

942(új). Mennyi (a periódus $\frac{t}{T}$ részeiben kifejezett) idő múlva lesz a kondenzátoron annyi töltés, mint a csúcsérték fele?

943(új). A feszültségamplitúdó a körben 100 V, a rezgések frekvenciája 5 MHz. Mennyi idő múlva lesz a feszültség 71 V?

944(PRG). A rezgőkör kondenzátorán mérhető feszültség mekkora (a csúcsérték $\frac{u}{U_{max}}$ részeiben kifejezett) értékével és mennyi (a periódus $\frac{t}{T}$ részeiben kifejezett) idő múlva fog n-szer különbözni az elektromos tér energiája a mágneses tér energiájától? Oldjuk meg a feladatot az n kö-

vetkező értékeire: 1) 1; 2) 3; 3) 1000; 4) 10^8; 5) 0,001; 6) 0!

945(PRG). Számítsuk ki a rezgések T periódusát és ν frekvenciáját abban a rezgőkörben, amelyben a kondenzátor kapacitása C, a tekercs induktivitása pedig L.

№	C, F	L, H
1	$5{,}81 \cdot 10^{-7}$	0,161
2	$4{,}19 \cdot 10^{-8}$	$2{,}32 \cdot 10^{-2}$
3	$8{,}39 \cdot 10^{-9}$	$1{,}42 \cdot 10^{-3}$
4	$7{,}47 \cdot 10^{-10}$	$9{,}41 \cdot 10^{-4}$
5	$9{,}11 \cdot 10^{-11}$	$3{,}11 \cdot 10^{-5}$

946(979). Mekkora a sajátrezgések frekvenciasávja abban a rezgőkörben, amelynek induktivitása 0,1 μH és 10 μH között változtatható, kapacitása pedig 50 pF-tól 5000 pF-ig?

947(980). Mekkora induktivitást kell kapcsolni a rezgőkörbe, hogy 50 pF kapacitású kondenzátorral a sajátrezgések frekvenciája 10 MHz legyen?

948(981). Hányszorosan változik meg a rezgőköri sajátrezgések frekvenciája, ha a kondenzátor kapacitását 25-szörösére növeljük, a tekercs induktivitását pedig 16-odára csökkentjük?

949(új). A rezgőkör kondenzátora kapacitásának 0,08 μF-dal való csökkentésekor a rezgések frekvenciája a harmadára csökkent. Számítsuk ki a kondenzátor kezdeti kapacitását! A tekercs induktivitása változatlan maradt.

950(PRG). A rezgőkör kondenzátora kapacitásának ΔC-vel ($\Delta C = C_2 - C_1$) történő megváltoztatása a periódusidő n-szeres megváltozását ($T_2 = nT_1$) eredményezi. Határozzuk meg a C_1 kezdőkapacitást. A tekercs induktivitása az eredeti maradt.

№	ΔC, μF	n
1	0,08	3
2	4,1	2,06
3	0,72	14,1
4	—0,21	0,5
5	—0,63	0

44. Váltakozó áram

951(új). A homogén mágnestérben forgó drótkeret fordulatszáma 3-szorosára nőtt. Hogyan változott a keretben a váltakozó áram frekvenciája és az indukciós e. m. e.?

952(új). A 200 cm^2-es területű keret 8 s^{-1} fordulatszámmal forog a 0,4 T induktivitású mágneses térben. Írjuk fel a $\Phi=\Phi(t)$ és $e=e(t)$ egyenletet, ha $t=0$ esetén a keret síkjának normálisa merőleges az indukcióvonalakra! Határozzuk meg az indukciós e. m. e. amplitúdóját!

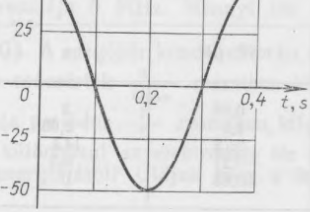
953(987). Drótkeretnek homogén mágnestérben való forgatásakor a kereten átmenő mágneses indukciófluxus változásának időfüggését a $\Phi=0{,}01 \sin 10\,\pi t$ törvény fejezi ki. Számítsuk ki a Φ' deriváltat, és írjuk fel az e. m. e. időfüggésének $e=e(t)$ képletét! Milyen helyzetben volt a keret az időmérés kezdetén? Mennyi a fordulatszáma? Mekkora a mágnesfluxus és az e. m. e. maximális értéke?

954(989). Hány menetből áll az 500 cm^2 területű keret, ha a 0,1 T indukciójú homogén erőtérben végbemenő, 20 s^{-1} fordulatszámú forgásakor az e. m. e. csúcsértéke 63 V?

955(991). Milyen pályát ír le az elektron, ha olyan síkkondenzátor lemezei között repül át, amelynek lemezeire: a) egyenfeszültséget, b) elég nagy rezgésszámú váltakozó feszültséget adtunk?

956(992). Rézgálicoldattal töltött elektrolitikus fürdőre váltakozó áramot kapcsoltak. Folyik-e áram a fürdőn át? Kiválik-e a réz az elektródokon?

957(993). A grafikon (102. ábra) szerint határozzuk meg a váltakozó e. m. e. csúcsértékét, periódusát és frekvenciáját! Írjuk fel az e. m. e. időbeli változásának képletét!



102. ábra

958[1]**(995).** Mekkora a feszültség 10, 15 és 30 ms elteltével, ha a feszültségamplitudó 200 V, és a periódus 60 ms?

959(PRG). A periódusidő k-adik része elteltével a feszültség u_1 pillanatnyi értéket vett fel. Határozzuk meg a feszültség u_2 értékét φ fázis esetén!

№	φ, rad	u_1, V	k
1	$\pi/4$	50	0,16
2	0,11	131	0,13
3	π	210	0,9
4	$\pi/2$	233	0,7
5	π	—14	0,5

960(996). Milyen feszültségre kell méretezni a távvezetékek szigetelőit, ha az effektív feszültség 430 kV?

961(997). Írjuk fel az $u=u(t)$ és $i=i(t)$ egyenleteket az 50 Ω ellenállású villamos főzőlap áramkörére, ha a főzőlapot 50 Hz rezgésszámú 220 V-os hálózatra kapcsoltuk!

962(új). A feszültség pillanatnyi értékének modulusa egyazon perióduson belül milyen fázisértékek mellett egyenlő a csúcsérték felével?

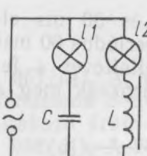
963*(998). A neonlámpa akkor kezd világítani, amikor az elektródjaira kapcsolt feszültség szigorúan meghatározott értéket ér el. A periódusidő hányad részén fog világítani a lámpa, ha olyan hálózatra kapcsoljuk, amelynek effektív feszültsége ezzel a feszültséggel egyenlő? A lámpa gyújtó-, illetve oltófeszültségét azonosnak tekintjük.

964(új). Változtatható kapacitású kondenzátort sorosan kötöttek be a körbe egy zseblámpaizzóval. A kört hangfrekvenciás generátor (HG[2]) táplálja. Hogyan változik az izzólámpa fénye, ha: a) változatlanul hagyva a kondenzátor kapacitását növeljük a váltakozó áram frekvenciáját; b) nem változtatva a frekvenciát növeljük a kondenzátor kapacitását?

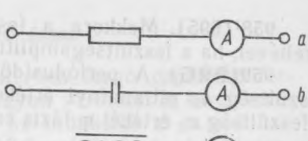
965(1000). Mennyi a 4μF kapacitású kondenzátor ellen-

[1] Ebben és a következő feladatokban, ha nincs külön kikötés, úgy vesszük, hogy a vizsgált mennyiségek időfüggését cosinus-törvény írja le, és a kezdőfázis nullával egyenlő.

[2] HG — »hangfrekvenciás generátor« — váltóáram-forrás, melynek frekvenciája folyamatosan változtatható 20 és 20 000 Hz között.



103. ábra



104. ábra

állása az olyan hálózatban, amelyben 50, illetve 400 Hz rezgésszámú váltakozó áram folyik?

966(1001). A kondenzátor 220 V-os váltakozó áramú, normálfrekvenciájú hálózatba van kapcsolva, s áramkörében 2,5 A-es áram folyik. Mennyi a kapacitása?

967(új). A zseblámpaizzóval sorosan bekötött tekercset HG-ra kapcsolták. Hogyan változik a törpeizzó fénye, ha: a) nem változtatva a frekvenciát vasmagot teszünk a tekercsbe; b) csökkentjük a frekvenciát?

968(1003). Mennyi annak a vezetőnek az induktív ellenállása, melynek induktivitása (önindukciós tényezője) 0,2 H, ha az áram rezgésszáma 50 Hz? 400 Hz?

969(1004). Az elhanyagolhatóan kicsiny ohmos ellenállású tekercset 50 Hz frekvenciájú váltakozó áramú hálózatba kapcsoltuk. 125 V feszültségnél az átfolyó áram erőssége 2,5 A. Mennyi a tekercs induktivitása?

970(1005). Az izzólámpákat (103. ábra) HG táplálja. Egy bizonyos rezgésszámnál az izzólámpák egyformán égnek. Hogyan változik az izzásuk, ha növeljük a rezgésszámot? És ha csökkentjük?

971(1006). A 104. *a*, *b*, *c* ábrán látható vezetőköröket először egyenáramú, majd váltakozó áramú áramforrás táplálja, mikor is a váltakozó áram effektív értéke ugyanannyi, mint az egyenáramú áramforrás sarkain mérhető feszültség. Hogyan változik az ampermérő állása mindegyik esetben?

972(1009). 400 Hz frekvenciájú váltakozó áramú körbe 0,1 H induktivitású tekercset iktattak. Mekkora kapacitású kondenzátort kell bekötni ebbe a körbe, hogy rezonancia jöjjön létre?

973(PRG). A *C* kapacitású kondenzátort, az *L* induktivitású tekercset és a zseblámpaizzót sorosan egymáshoz kötötték és HG-ra kapcsolták. Milyen frekvencia esetén ég legfényesebben a törpeizzó?

№	L, H	$C \cdot 10^{-6}$, F
1	0,05	2
2	0,042	4,3
3	0,011	0,51
4	0,0077	0,97
5	0,063	7,2

974(új). Mi az oka annak, hogy a szabványos (50 Hz) frekvenciájú áramot termelő turbogenerátoroknak rendszerint egy-egy póluspárjuk van, míg a hidrogenerátoroknak ennek a sokszorosa?

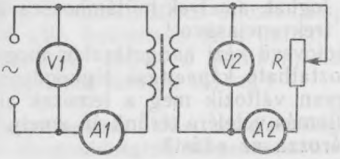
975(1013). Megengedhető-e, hogy az iskolai transzformátor vasmagjáról levegyük a tekercset és a feltüntetett váltakozó feszültséget kapcsoljuk rá?

976(1014). Egy transzformátor 220 V-ról 660 V-ra növeli a feszültséget, és primer tekercse 840 menetből áll. Mennyi a menetszám-áttétel (transzformálási tényező)? Hány menetű a szekunder tekercs? Melyik tekercsben nagyobb a huzal keresztmetszete?

977(új). Hogy megtudjuk, hány menetes a transzformátor primer, ill. szekunder tekercse, a szekunder tekercsre huzalból 11 menetet csévéltek. Miután a primer tekercset 220 V-os hálózatra kapcsolták, a voltmérő azt mutatta, hogy a 11 menetes tekercsen 4,4 V a feszültség, míg a szekunder tekercsen 12 V. Hány menetes a primer és a szekunder tekercs?

978(1015). Egy feszültségcsökkentő transzformátort, amelynek menetszám-áttétele 10, 220 V-os hálózatra kapcsoltunk. Mekkora a feszültség a transzformátor kimenő kapcsain, ha a szekunder tekercs ellenállása 0,2 Ω, a terhelő ellenállásé pedig 2 Ω?

979*(1016). Egy transzformátort kapcsolunk a hálózatra (105. ábra). Hogyan változik meg a műszerek állása, amikor növeljük a hasznos terhelést (csökkentjük az R ellenállást)?



105. ábra

980(1017). Egy transzformátor 100 menetű szekunder tekercsén olyan mágneses fluxus halad át, amely $\Phi = 0{,}01 \sin 100\,\pi t$ törvény szerint változik az időben. Írjuk fel a szekunder tekercs elektromotoros erejének időfüggését kifejező képletet, és számítsuk ki ezen e. m. e. effektív értékét!

XIII. FEJEZET

ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK

45. Az elektromágneses hullámok és terjedési sebességük. Az elektromágneses hullám energiája. A sugáráram sűrűsége. Rádiólokáció

981(új). Található-e olyan vonatkoztatási rendszer, amelyben egy elektronnyaláb mágneses terének indukciója nullával lenne egyenlő?

982(új). Egy vonatkoztatási rendszer (1. az előbbi feladat feltételét) nagyobb sebességgel mozog, mint a nyalábot alkotó elektronok. Mit mondhatunk az erőtér indukcióvonalainak irányáról?

983(új). Található-e olyan vonatkoztatási rendszer, amelyben az áramjárta egyenes vezeték mágneses terének indukciója nulla lenne? Mit állíthatunk az indukcióvonalak irányáról, ha a vonatkoztatási rendszer nagyobb sebességgel mozog, mint a vezetékbeli elektronok rendezett mozgásának a sebessége?

984(új). Mivel magyarázható, hogy a közép- vagy hosszúhullámú sávban történő rádióvételben zivatar közeledtekor zavarok jelentkeznek?

985(új). Mennyi a rezgések periódusideje abban a nyílt rezgőkörben, amely 300 m-es hullámhosszú rádióhullámokat sugároz?

986(új). Egy rádióállomás 75 MHz frekvencián (URH-sávban) működik. Mennyi a hullámhossz?

987(1043). A rádiókészülékben az egyik rövidhullámú sáv olyan adásokat foghat, amelyek hullámhossza 24—26 m. Határozzuk meg a frekvenciasávot!

988(1044). A rádióvevő kézi hangolásakor megváltoztatjuk a vevőkör változtatható kapacitású légkondenzátorának lemezfelületét. Hogyan változik meg a lemezek aktív felülete, ha olyan adóállomás vételére térünk át, amely hosszabb hullámhosszon sugározza az adást?

989(új). A rádiókészülék vevőkörének tekercsinduktivitása 1 μH. Mennyi a kondenzátor kapacitása, ha a készülék 1000 m-es hullámhosszon működő adóállomást vesz?

990(új). Milyen hullámhossz-sávban működik a vevőkészülék, ha rezgőköri kondenzátorának kapacitása folyamatosan változtatható 200 pF-tól 1800 pF-ig, tekercsének induktivitása pedig állandó és 60 μH-vel egyenlő?

991(új). A nyílt rezgőkörben folyó áram erősségének időfüggését az $i = 0{,}1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$ törvény írja le. Határozzuk meg a kisugárzott hullám hosszát!

992(új). Hány rezgés történik a 300 m-es hullámhosszú elektromágneses hullámban annyi idő alatt, mint a 2000 Hz frekvenciájú hangrezgések periódusideje?

993(1047). A Föld és Szaturnusz közötti legkisebb távolság 1,2 Tm. Milyen minimális idő elteltével érkezhet válasz a Szaturnusz körzetében levő űrhajóról a Földről küldött rádiójelre?

994(1048). Az Orbita televíziós műsorátjátszó berendezés Raduga tipusú műholdra van telepítve, amely 36 000 km-nyire a földfelszín fölött körpályán kering, s a Földhöz képest mozdulatlan helyzetű. Mennyi idő alatt jut el a televíziós jel az adóállomástól az Orbita-rendszer tv-készülékeihez?

995(1049). Milyen messze van a rádiólokátor (radar) antennájától a tárgy, ha az általa visszavert rádiójel 200 μs alatt tért vissza?

996(új). Az osztankinói tv-toronytól 300 m távolságra a legnagyobb a sugáráram sűrűsége, ahol az 40 W/m^2-rel egyenlő. Mekkora a sugáráram sűrűsége a legkedvezőbb vételi távolságon, amely 120 km-rel egyenlő?

997(új). Az elektromágneses hullám energiasűrűsége $4 \cdot 10^{-11}$ J/m^3. Mennyi a sugáráram sűrűsége?

998(új). A sugáráram sűrűsége 6 mW/m^2. Határozzuk meg az elektromágneses hullám energiasűrűségét!

999[1]**(új).** Az egészségügyi előírások szerint az elektromágneses hullám elektromos térerőssége nem haladhatja meg az 5 V/m-t. Határozzuk meg az elektromágneses sugárzás áramának megengedett sűrűségét!

1000(új). A rádiólokációs állomás impulzusának teljesítménye 100 kW. Számítsuk ki a hullám maximális elektromos térerősségét abban a pontban, ahol a sugárzáskúp keresztmetszetének területe 2,3 km^2!

[1] Az elektromágneses hullám energiasűrűsége egyenlő az elektrosztatikus tér energiasűrűségének kétszeresével: $\omega = \varepsilon_0 \varepsilon E^2$.

1001(1050). Maximálisan hány impulzust bocsáthat ki 1 s alatt a radar, hogy felderítse a tőle 30 km-re levő célt?

1002(új). A rádiólokátor 15 cm-es hullámon működik és 1 s alatt 400 impulzust bocsát ki. Egy-egy impulzus időtartama 2 μs. Hány rezgést tartalmaz mindegyik impulzus, és mekkora a radar felderítési mélysége?

1003(új). A radar elektronsugárcsövében a vízszintes eltérítés időtartama 2 μs. Határozzuk meg a felderítés maximális mélységét!

1004(PRG). A radarállomás n számú λ hulámhosszú impulzust sugároz 1 s alatt. Egy impulzus teljesítménye P_1, időtartama pedig τ. Meghatározandó: 1) egy impulzus W_1 energiája; 2) az állomás P hasznos átlagteljesítménye; 3) egy impulzus által elfoglalt y (sugár menti) távolság a térben; 4) a hullámhosszok k száma egyetlen impulzusban; 5) a sugárzás áramának I sűrűsége olyan távolságban, amelyen a sugárzáskúp keresztmetszetének területe S; 6) az elektromágneses energia ω sűrűsége ebben a tartományban.

№	$P_1 \cdot 10^4$, W	$\tau \cdot 10^{-7}$, s	n, s^{-1}	λ, m	$S \cdot 10^5$, m^2
1	7	3	1000	0,03	1,4
2	3,6	2,7	990	0,037	1.76
3	13	4,1	870	0,044	2,2
4	6,1	9,2	1050	0,062	3,7
5	27	1,3	1200	0,027	4,18

XIV. FEJEZET

FÉNYHULLÁMOK

46. Fénysebesség. A fényvisszaverődés és -törés törvényei. Teljes visszaverődés

1005(1147). Mennyi idő alatt jut el a fény a Napról a Földre?

1006(új). A legközelebbi csillagról (az α-Centaurustól) a fény 4,3 év alatt jut el a Földre. Milyen távol van a csillag?

1007(1148). Fizeau-nak (fizónak) a fénysebesség meghatározásával kapcsolatos nevezetes kísérletében az $N=720$ fogú fogaskerék és a tükör közötti távolság $l=8633$ m volt.

A fény első eltűnése a fogaskerék $\nu = 12{,}67\ s^{-1}$ fordulatszámánál volt észlelhető. Milyen értéket kapott Fizeau a fénysebességre?

1008(1149). 1875-ben Fizeau módszerét Cornu (kornü) francia fizikus alkalmazta. Jelentősen fokozva a kerék fordulatszámát, Cornu 28 egymást követő fényeltűnést és -megjelenést regisztrált. Mennyinek találta a fénysebességet, ha a kerék és a tükör közötti távolság 23 000 m, a fogak száma pedig 200 volt, s a fény 28. megjelenését a kerék $914{,}3\ s^{-1}$ fordulatszámánál észlelte?

1009(1073). Milyen szögben esik a fénysugár a síktükörre, ha a beeső és a visszavert sugarak közötti szög 70°?

1010(1076). Rajzoljunk két, egymásra merőleges *AO* és *OB* tükröt, tüntessük fel rajta az *OB* tükörre eső *CD* sugarat és e sugár további menetét ábrázoló *DE* és *EF* irányokat! Bizonyítsuk be, hogy az *EF* sugár párhuzamos a *CD* sugárral, bármilyen legyen is a *CD* sugár beesési szöge!

1011(1077). Hogyan láthatunk ki a fedezékből két síktükör segítségével? Alkalomadtán készítsünk egy ilyen készüléket (tükrös periszkópot)!

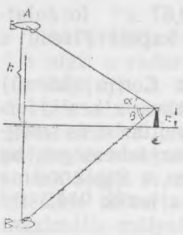
1012(új). A Nap szögmagassága a látóhatár síkja fölött $\alpha = 20°$. Hogyan kell elhelyezni a síktükröt, hogy a visszavert sugarakat: a) függőlegesen felfelé; b) függőlegesen lefelé irányítsuk?

1013(1079). A tó partján álló ember a sima víztükörben látja a Nap képét. Hogyan mozdul el ez a kép, ha az ember távolodik a tótól? A napsugarakat tekintsük párhuzamosaknak!

1014(1080). Felhasználva az előbbi feladat adatait, határozzuk meg, mennyire kell meghajolnia (alacsonyabbra helyeznie szemének szintjét) az embernek, hogy a Nap képe 80 cm-rel közelebb kerüljön a parthoz, ha a Nap magassága a látóhatár felett 25°!

1015(1081). Az ember a függőlegesen felfüggesztett tükörben nézi magát. Megváltozik-e a tükörben látható test-

№	β, °	α, °	*H*, m
1	27,7	25,4	50
2	21,4	19,3	72
3	17,1	15,6	34
4	51,2	47,7	28
5	38,2	34,8	62



106. ábra

résznek a mérete, ha távolodik a tükörtől? Feleletünket magyarázzuk meg szerkesztéssel, és ellenőrizzük kísérletileg!

1016(PRG). Milyen h magasságban van az A aerosztát, ha a H magasságú toronyból α szögben látszik a látóhatár fölött, a tóban keletkező képe pedig β szögben a látóhatár síkja alatt? Mennyi a $BC=s$ távolság (106. ábra)?

1017(új). A vákuumbeli fénysebesség ismeretében határozzuk meg a gyémántban mérhető fénysebességet!

1018(új). Hasonlítsuk össze a fénysebességet az etilalkoholban és a szénkénegben!

1019(1084). Tábortűz mellett ülve úgy látjuk, hogy a tűzön túl levő tárgyak remegnek. Miért?

1020(1085). Mivel magyarázható, hogy az égitest szög magasságának mérésekor a valódinál nagyobb értéket kapunk?

1021[1] **(új).** A sugár 60°-os szögben esik a napraforgóolaj felületére, törési szöge pedig 36°. Számítsuk ki az olaj törésmutatóját!

1022(1086). Milyen szögben tér el az eredeti iránytól az a sugár, amely 45°-os szögben esik az üveg felületére? A gyémántéra?

1023(1087). A víz alatt tartózkodó búvár úgy látja, hogy a napsugarak 60°-os szögben esnek a víz felszínére. Mekkora a nap szögmagassága a látóhatár fölött?

1024(1088). Egy sugár 40°-os szögben esik a víz felszínére. Mekkora szögben kell esnie a sugárnak az üveg felületére, hogy a törési szög ugyanakkora legyen?

1025(1089). A beesési szög mely esetekben egyenlő a törési szöggel?

1026(1090). A sugár vízből üvegbe megy át. A beesési szög 35°. Számítsuk ki a törési szöget!

1027(új). Téglatest alakú akváriumba vizet öntöttek. A fénysugár 78,1°-os szögben esik az üvegfalra. Határozzuk meg a vízből kilépő sugár törésszögét! Függ-e a feladatra adott felelet: a) az üvegfal vastagságától; b) az adott üvegfajta törésmutatójától?

[1] Ebben és e paragrafus további feladataiban, ha nincs külön kikötés, második közegnek a levegőt tekintjük, amelynek a törésmutatója 1.

1028(1091). Mekkora szögben kell az üveg felületére esnie a sugárnak, hogy a törési szög feleannyi legyen, mint a beesési szög?

1029(1092). Mekkora szögben kell a sugárnak az üvegre esnie, hogy a megtört sugár merőleges legyen a visszavert sugárra?

1030(PRG). Határozzuk meg az átlátszó közeg felületére eső sugár α beesési szögét, ha ismeretes, hogy ez a szög φ-vel nagyobb a törési szögnél!

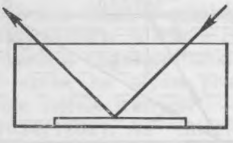
Közeg	Víz	Üveg	Gyémánt	Szénkéneg	Alkohol
φ, °	10	17,2	26	41	36,7

1031(1094). Tegyünk az asztalra egy teáscsészét, és helyezzünk az aljára egy pénzérmét! Ezután annyira távolodjunk el az asztaltól, hogy a csésze pereme éppen elfedje az érmét! Most, nem változtatva meg fejünk helyzetét, kérjük meg társunkat arra, hogy öntsön vizet a csészébe! A pénzérme megint láthatóvá válik. Készítsünk rajzot, és magyarázzuk meg a jelenséget!

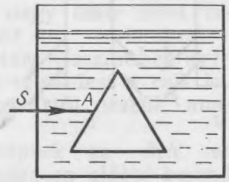
1032(1095). Egy üres edény fenekén (107. ábra) tükör fekszik. Hogyan változik a visszavert sugár menete, miközben az edény megtelik vízzel?

1033(1096). Egy fiú el szeretné találni bottal a 40 cm mély patak fenekén levő tárgyat. A tárgytól mekkora távolságban ér a fenékre a bot, ha a pontosan célzó fiú 45°-os szögben mozgatja a botot a víz felszínéhez képest?

1034(1097). A 2 m mély víztároló medence aljába vert cölöp 0,5 m-re áll ki a vízből. Számítsuk ki, milyen hosszú árnyékot vet a cölöp a medence fenekére, ha a sugarak beesési szöge 30°!



107. ábra



108. ábra

1035(1098). Vizet tartalmazó edényben üvegből összeragasztott üreges (levegővel telt) hasáb található (108. ábra). Rajzoljuk meg az *SA* sugár további menetét (a sugármenetnek csupán az általános jellegét tüntessük fel számítások végzése nélkül)!

1036(1100). A 2 cm vastag, párhuzamos lapú (planparalel) üveglemezre 60°-os szögben esik a sugár. Határozzuk meg a lemezből kilépő sugár eltolódásának nagyságát!

1037(1101). Számítsuk ki annak a sugárnak az *a* eltolódását, amely átmegy a párhuzamos lapú átlátszó üveglemezen, ha a beesési szög α, a törési szög γ, a lemez vastagsága pedig *d*! Eltolódhat-e a párhuzamos lapú lemezen átmenő sugár annyira, hogy eltolódása a beeső sugárhoz képest nagyobb legyen a lemez vastagságánál?

1038(1102). Az utcai világítótest fénysugara este bizonyos szögben esik a tócsa felszínére. Fagyos éjszaka lévén a tócsát fokozatosan vastagodó átlátszó jégréteg vonta be. Hogyan változott meg a sugár útja a vízben? A jég törésmutatója valamivel kisebb, mint a vízé.

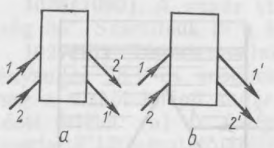
1039(1103). A két spanyolfal közül (109. *a*, *b* ábra) melyik mögött van síktükör, illetve háromoldalú üveghasáb? Készítsünk magyarázó ábrákat, s tüntessük fel rajtuk a sugár menetét a spanyolfal mögött!

1040(1104). Rajzoljuk meg ama sugarak további menetét, amelyek a vízzel telt edény fenekén levő fényforrásból (110. ábra) érkeznek az *A* és *B* pontba!

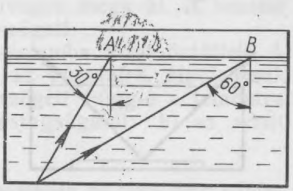
1041(1105). A hőmérséklet emelkedésével a víz törésmutatója valamelyest csökken. Hogyan változik eközben a teljes fényvisszaverődés határszöge a víz esetében?

1042(1106). Határozzuk meg a rubin törésmutatóját, tekintetbe véve, hogy a teljes fényvisszaverődés határszöge a rubinnál 34°!

1043(1108). A *BAC* üveghasáb *A* törőszögének milyen



109. ábra

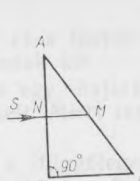


110. ábra

legkisebb értéke mellett (111. ábra) verődik vissza teljesen az *SM* sugár?

1044(1109). A sugár 50°-os szögben esik a 60°-os törőszögű háromoldalú üveghasáb oldallapjára. Számítsuk ki a hasábból kilépő sugár törési szögét!

1045*(1110). A sugár merőlegesen esik az egyenes üveghasáb oldallapjára. A hasáb alapja olyan egyenlő szárú háromszög, amelyben a szárszög 20°-os. Hány fokkal tér el a hasábból kilépő sugár az eredeti terjedési iránytól, ha a sugár a hasáb belsejében: a) a másik oldallapra, b) az alaplapra esik?



111. ábra

47. Fénydiszperzió (színszóródás). A fény interferenciája, diffrakciója (elhajlása) és polarizációja

1046(1151). Mekkora rezgésszám felel meg a látható színkép szélső vörös ($\lambda = 0{,}76$ μm) és szélső ibolyaszínű ($\lambda = 0{,}4$ μm) sugarainak?

1047(1152). A 600 THz frekvenciájú monokromatikus sugárzás hány hullámhossza fér el egy 1 m-es szakaszon?

1048(1155). Vizet vörös fénnyel világítottunk meg, amelynek hullámhossza a levegőben 0,7 μm. Mennyi lesz a hullámhossz a vízben? Milyen színt lát ekkor az ember, ha kinyitja szemét a víz alatt?

1049(1156). Az adott fény hullámhossza a vízben 0,46 μm. Mennyi a hullámhossza a levegőben?

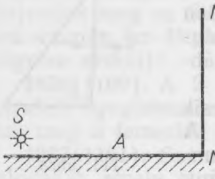
1050(1157). A vörös fény törésmutatója a nehéz flintüvegben 1,6444, az ibolyaszínűé 1,6852. Határozzuk meg a két fénysugár törési szögeinek különbségét az adott üvegfajtában, ha beesési szögük 80°!

1051(1158). Milyeneknek látjuk a piros betűket, ha zöld üvegen keresztül nézzük őket?

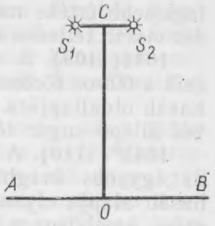
1052(1159). Üveghasábon át nagy fehér falat nézünk. Látjuk-e a falon a színkép színeit?

1053(1160). A fekete iskolatáblára vízszintesen egy fehér papírcsíkot ragasztottunk. Milyen színű lesz a csík felső és alsó széle, ha olyan prizmán keresztül nézzük, amelynek törőéle felfelé irányul?

1054(1162). Az interferenciaképnek az *MN* ernyőn (112. ábra) való előállításához néha az alábbi berendezést alkalmazzák. Az *S* fényforrást az *A* síktükör fölött, a tükör-



112. ábra



113. ábra

felület közelében helyezik el. Magyarázzuk meg, miért keletkezik koherens fényhullámok rendszere!

1055(új). Két koherens fényhullám 2,25 μm menetkülönbséggel érkezik a tér egy bizonyos pontjába. Mi az interferencia eredménye ebben a pontban, ha a fény: a) vörös ($\lambda = 750$ nm); b) zöld ($\lambda = 500$ nm)?

1056(1161). Két koherens fényforrás, S_1 és S_2 megvilágítja az AB ernyőt, amelynek síkja párhuzamos az S_1S_2 iránnyal (113. ábra). Bizonyítsuk be, hogy a megvilágítás maximuma az ernyő O pontjában lesz, amely az S_1S_2 szakasz felező merőlegesén fekszik!

1057(új). Az AB ernyőt az S_1 és S_2 két monokromatikus fényforrás világítja meg (113. ábra). A megvilágítás erősödése vagy gyengülése lesz-e az ernyő C pontjában, ha: a) az S_2 fényforrástól 2,5 periódusidővel később érkezik a fény; b) az S_2 fényforrástól 3π fáziskéséssel érkezik a fény; c) az S_2C távolság 1,5 hullámhosszal múlja felül az S_1C távolságot?

1058(új). *Az* S_2C távolság (113. ábra) 900 nm-rel nagyobb az S_1C távolságnál. Mi lesz a C pontban, ha a fényforrások egyező intenzitásúak, és $5 \cdot 10^{14}$ Hz frekvenciájú fényt sugároznak?

1059(1163). Két koherens fényforrás, S_1 és S_2 (113. ábra) 600 nm hullámhosszúságú monokromatikus fényt bocsát ki. Határozzuk meg, hogy az O ponttól mekkora távolságban lesz az ernyőn a megvilágítás első maximuma, ha $OC = 4$m és $S_1S_2 = 1$ mm!

1060(1165). Hogyan változik meg az AB ernyőn (113. ábra) létrejövő interferenciakép, ha: a) nem változtatva a közöttük levő távolságot, a fényforrásokat távolítjuk az ernyőtől; b) a fényforrásokat közelítjük egymáshoz, változat-

lanul hagyva az ernyőtől való távolságukat; c) a fényforrások kisebb hullámhosszúságú fényt bocsátanak ki?

1061(1166). Két csiszolt üveglemez közé egy hajszál került, minek folytán ék alakú légrés keletkezett. Miért látható a visszavert fényben interferenciakép?

1062(1167). Mivel magyarázható, hogy a függőleges drótkereten előállított vékony szappanhártyától visszavert monokromatikus fényben az ernyőn keletkező interferenciakép felső részén kisebb az interferenciasávok közötti távolság, mint az alsón?

1063(1168). Az optikai rács fehér fénnyel való megvilágításakor az ernyőn kapott színkép középponti részén mindig fehér sáv látható. Miért?

1064(1169). Az iskolában olyan optikai rácsok vannak, amelyekben az 1 mm-re eső vonalak száma 50, illetve 100. Azonos egyéb feltételek esetén melyikükkel állítható elő szélesebb színkép az ernyőn?

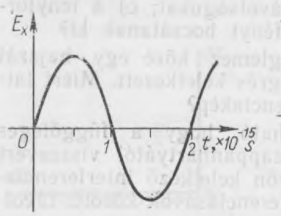
1065(1170). Hogyan változik a diffrakciós színkép, ha a rácsot távolabb visszük az ernyőtől?

1066(1171). A fénytani rácson 1 mm-en 120 vonal van. Számítsuk ki a rácsra eső monokromatikus fény hullámhosszát, ha a két elsőrendű színkép közötti szög 8°!

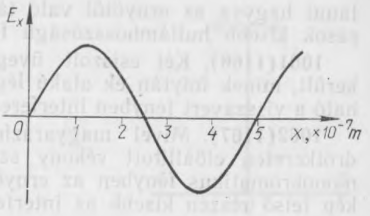
1067(1172). Határozzuk meg a zöld fény sugarainak ($\lambda = 0{,}55$ μm) elhajlási szögét a 0,02 mm rácsállandójú optikai ráccsal előállított elsőrendű színképben!

1068(PRG). Az optikai rács segítségével előállított k_1-rendű színképben a λ_1 hullámhossznak megfelelő vonal φ_1 szögben látható. Határozzuk meg, milyen φ_2 szögben látható a λ_2 hullámhossznak megfelelő vonal a k_2-rendű színképben!

№	λ_1, nm	k_1	φ_1, °	k_2	λ_2, nm
1	589	1	17	2	519
2	589	1	17	3	449
3	481	1	3,9	1	530
4	426	2	4,9	1	713
5	682	2	3,4	3	548



114. ábra



115. ábra

1069[1]**(1173).** A rácsállandó meghatározása végett az optikai rácsot 0,76 μm hullámhosszú piros sugarakat átengedő fényszűrőn keresztül világították meg. Mennyi a rácsállandó, ha a rácstól 1 m-re levő ernyőn az elsőrendű színképek közötti távolság 15,2 cm?

1070(1174). Milyen széles az egész elsőrendű színkép (a hullámhosszak határértéke 0,38 μm, illetve 0,76 μm), amelyet a 0,01 mm rácsállandójú rácstól 3 m-re levő ernyőn kapunk?

1071(1175). A víz felszínéről visszavert fény részben polarizálva van. Hogyan győződhetünk meg erről polaroid lemez segítségével?

1072(1176). Ha a sekély vízmedence nyugvó felszínét polaroid lemezen át nézzük, s közben a lemezt fokozatosan elfordítjuk, akkor a lemez egy bizonyos helyzetében a medencefenék jobban látható. Magyarázzuk meg e jelenséget!

1073(1177). A 114. ábrán látható grafikon az idő függvényében ábrázolja az elektromágneses hullám elektromos térerősségének a tér (sugár) adott pontjában mérhető változásait. Számítsuk ki a hullám frekvenciáját és hullámhosszát!

1074(1178). A 115. ábrabeli grafikon az elektromágneses hullám elektromos térerősségének az adott irány (sugár) szerinti eloszlását mutatja az adott időpontban. Számítsuk ki a rezgésszámot!

---

[1] Az 1069. és 1070. feladatban a szögek sinusát tangensükkel helyettesíthetjük, mivel e szögek kicsik.

XV. FEJEZET

A RELATIVITÁSELMÉLET ELEMEI

48. A sebességösszetevés relativisztikus törvénye. A tömeg sebességfüggése. A tömeg és az energia összefüggésének törvénye

1075(új). Vessük egybe a rakétáról kibocsátott fényjelzés vételének időpontját, ha: a) a rakéta távolodik a megfigyelőtől; b) a rakéta közeledik a megfigyelőhöz!

1076(új). A neutrino nevű elemi részecske c fénysebességgel mozog. A megfigyelő v sebességgel mozog a neutrinoval szemben. Mennyi a neutrino sebessége a megfigyelőhöz képest?

1077(új). Két részecske, melyek között $l=10$ m a távolság, $v=0{,}6\ c$ sebességgel mozog egymás felé. Mennyi idő múlva következik be az ütközésük?

1078(új). Két részecske a földi megfigyelőhöz viszonyítva 0,8 c sebességgel távolodik egymástól. Mekkora e részecskék relatív sebessége?

1079(PRG). A jövő rakétáján, amely nc sebességgel mozog a »Csillagok« vonatkoztatási rendszerben, gyorsító van felállítva, amely a rakétához viszonyítva mc sebességet közöl a részecskékkel a rakétamozgás irányában ($m>0$) vagy ellenkező irányban ($m<0$). Határozzuk meg a részecskék v sebességét a »Csillagok« vonatkoztatási rendszerben!

№	n	m	№	n	m
1	0,1	0,1	4	0,9	—0,8
2	0,522	0,478	5	0,9	0
3	0,9	0,8	6	0,921	—0,911

1080(új). A Föld felé 0,4 c sebességgel haladó űrhajóból két jelzést küldenek, melyek közül az egyik fényjelzés, a másik pedig gyors, az űrhajóhoz képest 0,8 c sebességgel mozgó részecskék nyalábja. A jelzések kibocsátásának pil-

[1] A sebesség a vákuumbeli fénysebesség részeiben van megadva.

lanatában az űrhajó 126 Gm távolságra volt a Földtől. Melyik jelzést veszik hamarabb a Földön és mennyivel?

1081(1179). Mekkora a tömege a $2{,}4 \cdot 10^8$ m/s sebességgel repülő protonnak? A proton nyugalmi tömegét vegyük 1 a. t. e.-nek[1]!

1082(új). Hányszorosára növekszik a 0,99 c sebességgel mozgó részecske tömege?

1083(1180). Mennyivel növekszik az α-részecske tömege, ha a sebessége 0-ról 0,99 c-re nő? Az α-részecske nyugalmi tömegét vegyük 4 a. t. e.-nek!

1084(1181). Mekkora sebességgel kell repülnie a protonnak ($m_0 = 1$ a. t. e.), hogy a tömege egyenlő legyen az α-részecske nyugalmi tömegével ($m_0 = 4$ a. t. e.)?

1085(új). Az űrhajó mozgásának mekkora sebességénél növekszik 2-szeresére a tápanyagok tömege? Megnő-e a tápanyagok felhasználásának az időtartama?

1086(új). Határozzuk meg az olyan elektron töltésének és tömegének arányát (hányadosát), amely 0,8 c sebességgel mozog! Az elektron töltésének és nyugalmi tömegének aránya az elülső előzéken van feltüntetve.

1087(1182). A Nap általános kisugárzásának a teljesítménye $3{,}83 \cdot 10^{26}$ W. Mennyivel csökken ezzel kapcsolatban másodpercenként a Nap tömege?

1088(1183). A 18 t tömegű terhet az emelődaru 5 m magasra emelte. Mennyivel változott meg a teher tömege?

1089(1184). Mennyivel nő meg a 10 kN/m merevségű rugó tömege, ha a rugót 3 cm-rel megnyújtják?

1090(új). Az űrhajó nyugalmi tömege 9 t. Mennyivel nő meg ezen űrhajó tömege 8 km/s sebességű mozgás esetén?

1091(1186). Két, 1-1 kg tömegű test aránylag nagy távolságra van egymástól. 2 kg lesz-e az együttes tömegük, ha érintkezésig közelítjük őket egymáshoz?

1092(1187). A teafőzőben levő 2 kg vizet 10 °C-ról forráspontig melegítették. Mennyivel változott meg a tömege?

1093(1188). Mennyivel változik meg olvadáskor 1 kg jég tömege?

1094(1189). Mennyivel különbözik 1 kg szén égés-

---

[1] Az atom- és magfizikában a tömeg kifejezésére speciális, rendszeren kívüli egységet — atomi tömegegységet (a. t. e.) — alkalmaznak, amely egyenlő a szénatom ($^{12}_{6}C$) tömegének 1/12-ével. 1 a. t. e. $= 1{,}66057 \times 10^{-27}$ kg (l. az elülső előzéket).

termékeinek nyugalmi tömege a reakcióba lépő anyagok nyugalmi tömegétől?

1095(1192). Számítsuk ki (MeV-ban)[1] a 0,6 c sebességgel mozgó elektron kinetikus energiáját!

1096(1191). A Jereváni Fizikai Kutatóintézet gyorsítójában 6 GeV energiájú elektronokat lehet előállítani. Hányszor nagyobb ezen elektronok tömege a nyugalmi tömegüknél? Mennyi a tömegük (a. t. e.-ben)?

1097(PRG). A gyorsító E kinetikus energiát közöl a részecskékkel. Határozzuk meg: 1) hányszorosára növekszik a részecske tömege ($\frac{m}{m_0}$); 2) mekkora v sebességhez jut a részecske! ($E_\alpha = 3727{,}4$ MeV.)

Részecske	Elektron	Proton	α-részecske
E, MeV	4,82 1700	9310 23 700	23 700 28 200

1098(új). Határozzuk meg annak az elektronnak a mozgási energiáját, amely olyan sebességgel mozog, hogy tömege 2-szeresére nő!

1099(új). Számítsuk ki a 0,8 c sebességgel mozgó proton impulzusát!

[1] Ebben és egy sor alábbi feladatban célszerű felhasználni a részecskék nyugalmi energiájának (m_0c^2) MeV-okban kifejezett értékét (l. az elülső előzéket).

XVI. FEJEZET

FÉNYKVANTUMOK. A FÉNY HATÁSAI

49. Fotoeffektus. Foton. Compton-effektus. A fény nyomása

1100(1219). A fényelektromos hatás kimutatását célzó kísérletben az elektrométer rúdjához erősített cinklemezt előzetesen negatívan feltöltjük, s úgy világítjuk meg a villamos ív fényével, hogy a sugarak merőlegesen essenek a lemez síkjára. Hogyan változik meg az elektrométer kisülésének időtartama, ha: a) a lemezt úgy fordítjuk el, hogy a sugarak bizonyos szögben essenek rá; b) az elektrométert közelebb visszük a fényforráshoz; c) a lemez egy részét átlátszatlan ernyővel fedjük el; d) növeljük a megvilágítást; e) olyan fényszűrőt használunk, amely visszatartja a színkép infravörös részét; f) olyan fényszűrőt helyezünk el, amely visszatartja a színkép ibolyántúli részét?

1101(1220). Hogyan közölhetünk pozitív töltést az elektrométer rúdjára erősített cinklemezzel, ha van villamos ívünk, üvegrúdunk és egy papírlapunk? A lemezt nem érinthetjük meg az üvegrúddal.

1102(új). A kvantumok mekkora minimális energiája esetében jön létre fotoeffektus cinklemezen?

1103[1](új). Alumíniumlemez besugárzásakor a fotoeffektus 1,03 PHz legkisebb frekvenciánál kezdődik. Számítsuk ki az elektronok kilépési munkáját az alumíniumból (eV-ban)!

1104(új). Réz esetén a fotoeffektus hosszúhullámú (vörös) határa 282 nm. Mennyi az elektronok kilépési munkája a réz esetében?

1105(1222). Határozzuk meg a fényelektromos hatás vörös határát a kálium esetében!

1106(1223). Létrejön-e fotoeffektus a cinkben 450 nm hullámhosszúságú sugárzás hatására?

1107(új). Mekkora a maximális mozgási energiájuk azoknak az elektronoknak, amelyeket 1 PHz frekvenciájú fény szakít ki a bárium-oxidból?

[1] Ebben és több alábbi feladatban a Planck-állandó értékét célszerű elektronvolt-szekundumokban venni (l. az elülső előzéket).

1108(új). Mekkora maximális kinetikus energiájuk lesz azoknak a fotoelektronoknak, amelyek a 200 nm hullámhosszú fénnyel besugárzott vasból lépnek ki? A fotoeffektus vörös határa a vas esetében 288 nm.

1109(új). Mekkora hullámhosszú fényt kell irányítani a cézium felületére, hogy a fotoelektronok maximális sebessége 2 Mm/s legyen?

1110(PRG). Az elektromágneses sugárzás λ hullámhosszának ismeretében határozzuk meg: 1) a frekvenciát ν; 2) a foton E energiáját (J-ban és eV-ban); 3) a foton m tömegét (a. t. e.-ben és kg-ban); 4) a foton p impulzusát!

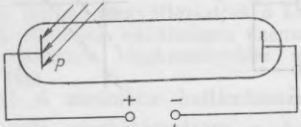
№	Sugárzásfajta	λ, m
1	Infravörös	10^{-5}
2	Látható	$5{,}5 \cdot 10^{-7}$
3	Ultraibolya	$1{,}1 \cdot 10^{-7}$
4	Röntgen	$3{,}1 \cdot 10^{-10}$
5	Gamma	$1{,}2 \cdot 10^{-13}$

1111(új). Határozzuk meg a K katódból (116. ábra) kiszakított fotoelektronok maximális kinetikus energiáját, ha a zárófeszültség 1,5 V!

1112(új). Mekkora a fotoelektronok maximális sebessége, ha a fotoáram 0,8 V zárófeszültségnél szűnik meg?

1113(új). A vákuumos fényelemre, melynek katódja céziumból készült, 2 V zárófeszültséget kapcsoltak. A katódra eső fény mekkora hullámhosszánál jelenik meg a fényelektromos áram?

1114(új). Mekkora zárófeszültséget kell alkalmazni, hogy azok az elektronok, amelyeket a 100 nm hullámhosszú ultraibolya fény szakít ki a volfrámkatódból, ne hozhassanak létre áramot a körben?



116. ábra

1115(1228). A Planck-féle állandó meghatározására összeállították a 117. ábrán vázolt áramkört. Amikor a potenciométer (feszültségosztó) csúszó érintkezője bal szélső helyzetben van, az érzékeny galvanométer gyenge áramot jelez a fényelem megvilágításakor. Jobbra tolva a csúszó érintkezőt, folyamatosan addig növelik a zárófeszültséget, amíg meg nem szűnik a fotoáram. Ha $\nu_2 = 750$ THz frekvenciájú ibolyaszínű fénnyel világítják meg a fényelemet, a zárófeszültség $U_{z2} = 2$ V, ha pedig $\nu_1 = 390$ THz frekvenciájú vörös fénnyel világítják meg, akkor a zárófeszültség $U_{z1} = 0{,}5$ V. Milyen értéket kaptak a Planck-féle állandóra ebben a kísérletben?

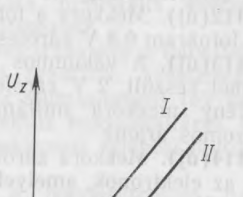
1116(1229). A 117. ábrán vázolt berendezésben a fotocella katódja különböző anyagokból készülhet. A 118. ábrán látható grafikonok az U_z zárófeszültségnek a besugárzásra használt fény ν rezgésszámától való függését mutatják különböző anyagú katódok esetében. Mutassuk ki e függés lineáris voltát! Melyik anyag esetében nagyobb a kilépési munka? A grafikon A és B pontjának mi a fizikai értelmezése?

1117(1207). Számítsuk ki azoknak a fotonoknak az energiáját, amelyek a színkép látható része leghosszabb ($\lambda = 760$ nm), és legrövidebb ($\lambda = 380$ nm) hullámhosszainak felelnek meg!

1118(új). Milyen sugárzásfajtához sorolhatók azok a sugarak, amelyek egy-egy fotonjának energiája: a) 4140 eV; b) 2,07 eV?



117. ábra



118. ábra

1119(1209). Határozzuk meg ama sugarak hullámhosszát, amelyek kvantumjainak ugyanannyi az energiája, mint a 4 V potenciálkülönbséget befutott elektroné!

1120(1210). Számítsuk ki a sugárzás hullámhosszát és frekvenciáját, ha fotonjainak tömege egyenlő az elektron nyugalmi tömegével!

1121(új). Mennyi az impulzusa a 100 nm hullámhosszú ibolyántúli sugárzás fotonjának?

1122(új). Mennyi az impulzusa annak a fotonnak, amelynek energiája 3 eV?

1123(új). Mekkora sebességnél lesz az elektronok energiája ugyanannyi, mint a 200 nm hullámhosszú ultraibolya sugárzás fotonjaié?

1124(PRG). Számítsuk ki a fotoelektron E kinetikus energiáját és v sebességét, ha a fémet λ hullámhosszú fénnyel világítják meg! Határozzuk meg a fotoeffektus λ_{max} vörös határát az adott fém esetében!

Fém	Lítium	Platina	Cézium	Cink	Volfrám
$\lambda \cdot 10^{-9}$, m	100	54	580	260	310

1125(1213). A 100 W teljesítményű fényforrás $5 \cdot 10^{20}$ fotont bocsát ki 1 s alatt. Számítsuk ki a sugárzás átlagos hullámhosszát!

1126(1214). A huzamosabb ideig sötétben levő gyakorlott szem érzékeli a 0,5 μm hullámhosszúságú fényt, ha annak teljesítménye nem kisebb $2{,}1 \cdot 10^{-17}$ W-nál. A fájdalom nélkül elviselhető fényhatás teljesítményének felső határa $2 \cdot 10^{-5}$ W. Hány foton éri ezekben az esetekben a recehártyát 1 s alatt?

1127(1215). Minél nagyobb a röntgencsőre kapcsolt feszültség, annál »keményebb« (vagyis rövidebb hullámhosszú) sugarakat bocsát ki a cső. Miért? Megváltozik-e a röntgencső sugárzásának »keménysége«, ha változatlan anódfeszültség mellett megváltoztatjuk a katódszál izzását?

1128(1216). Mekkora feszültségen üzemel a röntgencső, ha a röntgenspektrum »legkeményebb« sugarainak frekvenciája 10^{19} Hz?

1129*(1217). A minimális hullámhossznak a röntgenspektrumban való meghatározására a $\lambda = \frac{1{,}24}{U}$ képletet

használják (itt λ a nanométerekben kifejezett minimális hullámhossz, U a cső üzemi feszültsége kilovoltokban). Vezessük le ezt a képletet! Mennyi a röntgensugárzás minimális hullámhossza, ha a cső anódfeszültsége 20 kV?

1130*(1218). Az 50 kV feszültségen 2 mA-es áramfelvétellel működő röntgencső $5 \cdot 10^{13}$ fotont sugároz ki másodpercenként. 0,1 nm-nek véve a sugárzás átlagos hullámhosszát, számítsuk ki a cső hatásfokát, vagyis azt, hogy a röntgensugárzás teljesítménye hány százaléka az átfolyó áram teljesítményének!

1131(új). Mennyivel változik meg a röntgensugarak hullámhossza 60°-os szögben történő Compton-szóráskor? ($\lambda_c = 2{,}4263 \cdot 10^{-12}$ m).

1132(új). Határozzuk meg a röntgensugarak ($\lambda = 20$ pm) hullámhosszát 90°-os szögben történő Compton-szórás után!

1133(új). A grafit röntgensugarakkal való besugárzása után a 45°-os szögben szórt sugárzás hullámhossza 10,7 pm lett. Mekkora a beeső sugarak hullámhossza?

1134(új). A Compton-szórás után a röntgensugarak hullámhossza 0,3 pm-rel nőtt meg. Határozzuk meg a szóródási szöget!

1135(új). A Compton-szórás után a röntgensugarak hullámhossza 2 nm-ről 2,4 nm-re nőtt. Számítsuk ki a meglökött elektronok energiáját!

1136(új). Az 5 pm hullámhosszú röntgensugarak szórási szöge 30°-kal egyenlő, a meglökött elektronok 60°-os szögben mozognak a beeső sugarak irányához viszonyítva. Határozzuk meg: a) a meglökött elektronok impulzusát; b) a szórt sugarak fotonjainak impulzusát!

1137(új). A 20 pm hullámhosszú röntgensugarak 90°-os szögben szóródnak. Számítsuk ki a meglökött elektronok impulzusát!

1138(1232). Hasonlítsuk össze az abszolút fehér és az abszolút fekete felületekre kifejtett fénynyomást, ha a többi feltétel egyező!

1139(új). A tudományos-fantasztikus irodalomban napvitorlás jachtokról írnak, amelyek a napsugarak nyomásának hatására mozognak. Mennyi idő múlva jutna 50 m/s sebességhez az 1 t tömegű jacht, ha vitorlájának területe 1000 m², a napsugarak átlagos nyomása pedig 10 μPa lenne? Mekkora utat tenne meg ezen idő alatt? A jacht kezdősebességét a Naphoz viszonyítva vegyük nullának.

AZ ATOM ÉS ATOMMAG

50. Az atom magmodellje. Az atom fénykibocsátása és -elnyelése. Lézer

1140(1235). Besugárzáskor a hidrogénatom átment az első energiaszintről a harmadikra. Kezdeti állapotába való visszatérésekor a harmadik szintről a másodikra ment át, majd a másodikról az elsőre. Hasonlítsuk össze az atom által elnyelt és kisugárzott fotonok energiáját!

1141(új). A hidrogénatomoknak a negyedik energiaszintről a másodikra történő visszatérésekor a kisugárzott fotonok energiája 2,55 eV (a hidrogénszínkép zöld vonala). Határozzuk meg e színképvonal hullámhosszát!

1142(1237). A higanygőzöknek elektronokkal való besugárzásakor a higanyatom energiája 4,9 eV-tal növekszik. Mennyi a hullámhossza annak a sugárzásnak, amelyet az alapállapotba történő átmenetkor bocsátanak ki az atomok?

1143(új). A nitrogénatom ionizálásához 14,53 eV energia kell. Számítsuk ki annak a sugárzásnak a hullámhosszát, amely előidézi az ionizációt!

1144(1239). A neonatom egyszeres ionizációja 21,6 eV, kétszeres ionizációja 41 eV, a háromszoros pedig 64 eV energiát igényel. Az ionizáció melyik foka érhető el, ha a neont 25 nm minimális hullámhosszú röntgensugarakkal sugározzuk be?

1145(1240). Hányszorosan változik meg a hidrogénatom energiája, ha az atom átmegy első energiaszintjéről a harmadikra? A negyedik energiaszintjéről átmegy a másodikra?

1146(1241). Hányszor nagyobb hullámhosszú a hidrogénatom sugárzása, ha az atom a harmadik energiaszintről a másodikra megy át, mint amikor a második szintről az elsőre tér vissza?

1147(1243). 1814-ben Fraunhofer a Nap látható színképében a hidrogén négy elnyelési vonalát fedezte fel. Az elnyelési színképben 656 nm volt a legnagyobb hullámhosszúságú vonal. Határozzuk meg az elnyelési színkép többi vonalának megfelelő hullámhosszakat!

1148(új). Balmer képletét rendszerint $\frac{1}{\lambda} = R_n \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}\right)$ alakban írják. Az R_n együtthatót a hidrogénre vonatkozó Rydberg-állandónak nevezzük. Számítsuk ki R_n értékét (négy

értékes jegyre terjedő pontossággal), ha ismeretes, hogy a hidrogénatomnak a negyedik energiaszintről a másodikra történő átmenetekor olyan foton sugárzódik ki, amely a színkép 486,13 nm hullámhosszú zöld vonalának felel meg. A kapott eredményt fel kell majd használnunk az alábbi feladatok megoldásánál.

1149(új). Határozzuk meg a legnagyobb hullámhosszt a hidrogén ibolyántúli színképében!

1150(új). Milyen hullámhosszú fényt kell a hidrogénre irányítani, hogy ionizáljuk az atomokat?

1151(új). Mekkora legkisebb sebességgel kell rendelkeznie az elektronnak, hogy ütközéssel átvigye a hidrogénatomot első energiaszintjéről az ötödikre?

1152(új). A napfénylámpák üvegburáját belülről luminoforral vonják be. A luminofor olyan anyag, amely ibolyaszínű vagy ultraibolya fénnyel való besugárzásakor a napsugárzás színképéhez közeli spektrumot ad. Magyarázzuk meg a jelenség okát!

1153(1196). Készítmények felületi hibáinak (mikroszkopikus repedések, karcolások stb.) kimutatására a lumineszcenciás hibakeresést (defektoszkópiát) alkalmazzák. A készítményre vékony rétegben lumineszcens anyag, petróleum—olaj-oldatát viszik fel, majd eltávolítják a fölösleget. Ekkor a készítményt ibolyántúli sugarakkal világítják meg. Magyarázzuk meg ezt a módszert!

1154(1244). Az impulzus üzemű lézer 1 kW teljesítményt fogyaszt. Egy impulzus időtartama 5 μs, az impulzusok száma 1 s alatt 200. Számítsuk ki az egy impulzus által kisugárzott energiát, a teljesítményt, ha a sugárzásra az elfogyasztott energia 0,1%-a jut.

1155(1245). A folyamatos üzemű hélium-neon (He+Ne) gázlézer 630 nm hullámhosszon 40 mW teljesítményű monokromatikus fényt sugároz. Hány fotont bocsát ki a lézer 1 s alatt?

1156*(új). Az impulzus üzemű folyadéklézer az 1 μs tartamú egy impulzus alatt 0,1 J sugárzási energiát bocsát ki. A sugárzás széttartása[1] 2 mrad. Számítsuk ki a sugáráram sűrűségét 6 m-re a lézertől, és hasonlítsuk ezt össze a Nap Földre eső sugáráramának a sűrűségével, amely (ha eltekintünk a légkör általi elnyeléstől) 1,36 kW/m²!

[1] A sugárzás széttartása — a sugárzási kúp metszetének tengelymenti síkszöge.

51. A töltött részecskék regisztrálásának módszerei. Radioaktivitás. Az atommagok összetétele. Az atommagok kötési energiája

1157(1248). A 119. ábrán egy elektron nyomvonala látható a mágnestérbe helyezett Wilson-kamrában. Milyen irányban mozgott az elektron, ha az erőtér indukcióvonalai tőlünk elfelé irányulnak?

1158(1249). Mekkora sebességgel repül a Wilson-féle kamrába az elektron (l. a 119. ábrát), ha pályájának sugara 4 cm, s a mágneses indukció 8,5 mT?

1159(1250). Mivel magyarázható, hogy a Geiger-féle részecskeszámláló akkor is regisztrálja ionizált részecskék keletkezését, amikor nincs a közelében radioaktív preparátum?

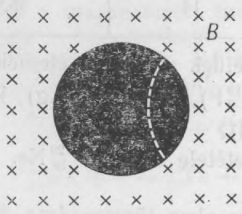
1160(1247). Hogyan kell irányulnia a mágneses tér indukciójának, hogy a részecskék a 120. ábrán jelzett irányokban térjenek el?

1161(1251). Miért tárolják a radioaktív készítményeket vastag falú ólomkonténerekben?

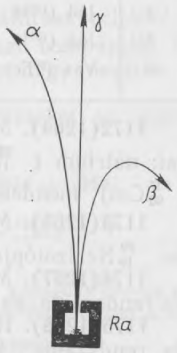
1162(1252). Mik a kobaltágyú előnyei a röntgenberendezéssel szemben a készítmények belső hibáinak felderítésében?

1163(1253). Hol nagyobb az α-részecske szabad úthossza: a földfelszín közelében vagy a légkör felső rétegeiben?

1164(1254). A rádium magjából 15 Mm/s sebességgel kilépő α-részecske a levegőben 3,3 cm-nyi út lefutása után



119. ábra



120. ábra

megállt. Számítsuk ki az α-részecske mozgási energiáját, a fékezés idejét és a gyorsulást!

1165(1255). Milyen radioaktív bomlás következtében alakul át a plutónium ($^{239}_{94}$Pu) uránná ($^{235}_{92}$U)?

1166(1256). Milyen radioaktív bomlás eredményezi a nátrium ($^{22}_{11}$Na) átalakulását magnéziummá ($^{22}_{12}$ Mg)?

1167(1257). Írjuk fel az urán ($^{238}_{92}$U) α-bomlásának és az ólom ($^{}_{82}$Pb) β-bomlásának reakcióját!

1168*(1258). Írjuk fel a rádium ($^{226}_{88}$Ra) α-bomlásának egyenletét! Hasonlítsuk össze a keletkezett magok impulzusát és kinetikus energiáját, ha a bomlást megelőzően a rádiummagot nyugalomban levőnek vesszük!

1169(1259). Valamely elem radioaktív magjainak hányad része esik szét a felezési idő felével egyenlő idő alatt?

1170(1261). Egy radioaktív elem aktivitása 8 nap alatt a negyedére csökkent. Mennyi a felezési ideje?

1171(PRG). A radioaktív elem magjainak hány százaléka marad meg t idő eltelte után, ha a felezési idő T?

№	Elem	t, nap	T, nap
1	Ón (^{113}Sn)	115	115
2	Ón (^{113}Sn)	365	115
3	Jód (^{131}I)	7	8
4	Jód (^{131}I)	30	8
5	Jód (^{131}I)	100	8
6	Vas (^{59}Fe)	14	45,6

1172(1264). Milyen összetételűek az alábbi elemek magjai: nátrium ($^{23}_{11}$Na), fluor ($^{19}_{9}$F), ezüst ($^{107}_{47}$Ag), kűrium ($^{247}_{96}$Cm), mendelévium ($^{257}_{101}$Md)?

1173(1265). Milyen az összetétele a neon $^{20}_{10}$Ne, $^{21}_{10}$ Ne és $^{22}_{10}$Ne izotópjainak?

1174(1267). Megváltozik-e az elem tömegszáma, tömege és rendszáma, ha a mag γ-kvantumot bocsát ki?

1175(1268). Hogyan változik meg az elem tömegszáma és rendszáma, ha a magból kilökődő részecske proton? Neutron?

1176[1]**(PRG).** Határozzuk meg a mag E_k kötési energiáját és az $\frac{E_k}{A}$ fajlagos kötési energiáját az alábbi atommagok esetében: 1) ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$; 2) ${}^{6}_{3}\mathrm{Li}$; 3) ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$; 4) ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$; 5) ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$; 6) ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}$!

1177(1282). Mekkora minimális energia szükséges a ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$ nitrogénmagnak protonokra és neutronokra való szét-hasítására?

52. Magreakciók. A magreakciók energiahozama. A radioaktív sugárzás biológiai hatása. Elemi részecskék. Elemi részecskék és az elektromágneses sugárzás kvantumjainak kölcsönös átalakulásai

1178(1269). Írjuk fel annak a magreakciónak az egyenletét, amely az alumíniumnak (${}^{27}_{13}\mathrm{Al}$) α-részecskékkel való bombázásakor megy végbe, s amelyet protonemisszió kísér!

1179(1270). Írjuk fel annak a magreakciónak az egyenletét, amely a bórnak (${}^{11}_{5}\mathrm{B}$) α-részecskékkel történő bombázásakor játszódik le, és amelyet neutronemisszió kísér!

1180(1271). A ${}^{10}_{5}\mathrm{B}$ bórizotóp magjainak neutronokkal való bombázásakor a keletkezett magból α-részecske lökődik ki. Írjuk fel a reakció egyenletét!

1181(1272). A mendelévium elemet az einsteinium (${}^{253}_{99}\mathrm{Es}$) α-részecskékkel való besugárzásával állították elő, miközben neutron is felszabadult. Írjuk fel a magreakció egyenletét!

1182(1273). A kurcsatovium elem előállítása céljából a plutóniumot (${}^{242}_{94}\mathrm{Pu}$) ${}^{22}_{10}\mathrm{Ne}$ neonmagokkal bombázták. Írjuk fel a magreakciót, tudván azt, hogy négy neutron is képződik a folyamatban!

1183(1274). Írjuk fel a hiányzó jelöléseket az alábbi magreakciók sémájában!

$$ {}^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{1}_{0}n \rightarrow ? + {}^{4}_{2}\mathrm{He}, \quad ? + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{22}_{11}\mathrm{Na} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}, $$

$$ {}^{55}_{25}\mathrm{Mn} + ? \rightarrow {}^{56}_{27}\mathrm{Fe} + {}^{1}_{0}n, \quad {}^{27}_{13}\mathrm{Al} + \gamma \rightarrow {}^{26}_{12}\mathrm{Mg} + ? $$

[1] Mivel a 13. táblázatban az atomok (és nem a magok) tömege van feltüntetve, ezért a számításoknál a proton tömege (m_p) helyett a hidrogénatom tömegét, ${}^{1}_{1}\mathrm{H} = 1{,}00783$ a. t. e.-et kell vennünk.

1184(1275). A réz $^{63}_{29}$Cu izotópjának protonokkal való bombázása során a magreakció több irányban is mehet: egy neutron kilépésével; két neutron kilépésével; proton és neutron kilépésével. Mely elemek magjai képződnek az egyes esetekben?

1185(1276). Az $^{54}_{25}$Mn radioaktív mangánt két eljárással lehet előállítani. Az elsőben a vas $^{56}_{26}$Fe izotópját deuteronokkal bombázzák, a másodikban a vas $^{54}_{26}$Fe izotópját neutronokkal. Írjuk fel a magreakciókat!

1186(1277). A nitrogén ($^{14}_{7}$N) neutronokkal való bombázásakor a keletkezett magból proton lökődik ki. Írjuk fel a reakció egyenletét! A keletkezett szénizotóp magja β-radioaktív. Írjuk fel a végbemenő magreakció egyenletét!

1187(1278). A vas ($^{56}_{26}$Fe) neutronokkal való bombázásakor β-radioaktív mangánizotóp keletkezik, amelynek atomtömege 56. Írjuk fel a mesterséges radioaktív mangán előállításának reakcióegyenletét, valamint β-bomlásának egyenletét!

1188(1283). Felszabadul-e vagy elnyelődik az energia az alábbi magreakciókban?

$$^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H},$$

$$^{6}_{3}\mathrm{Li} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{3}_{2}\mathrm{He},$$

$$^{7}_{3}\mathrm{Li} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}n?$$

1189(1284). Mekkora energia szabadul fel a

$$^{7}_{3}\mathrm{Li} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{8}_{4}\mathrm{Be} + {}^{1}_{0}n?$$

magreakcióban?

1190(1285). A protont befogó $^{3}_{7}$Li mag két α-részecskére bomlik. Határozzuk meg e részecskék mozgási energiájának összegét! A proton mozgási energiája elhanyagolható.

1191(1286). Mekkora minimális energiával kell rendelkeznie annak az α-részecskének, amellyel megvalósítható a

$$^{7}_{3}\mathrm{Li} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n?$$

magreakció?

1192(1287). A $^{15}_{7}$N nitrogénizotóp protonokkal való besugárzásakor szén és α-részecske keletkezik. Számítsuk ki a magreakció hasznos energiahozamát, ha megvalósításához 1,2 MeV energiájú protonra van szükség!

1193(1288). Minthogy a héliummag nukleonjaira jutó kötési energia igen nagy, léteznek a könnyű magoknak exoenergetikus hasadási reakciói. Határozzuk meg, mennyi energia szabadul fel a bór ($^{11}_{5}$ B) protonnal történő bombázásakor, miközben három α-részecske keletkezik!

1194(1295). A $^{235}_{92}$ U uránizotóp hasadásakor 200 MeV energia szabadul fel, s ennek 84%-át a hasadási szilánkok viszik el. Számítsuk ki a szilánkok energiáját, feltételezve, hogy a szilánkokat a bárium ($^{137}_{56}$ Ba) és a kripton ($^{84}_{36}$ Kr) magjai képezik, s hogy impulzusaik modulusai azonosak!

1195(1296). A gyors neutronok lassítására (moderálására) nehézvíz vagy szén használható. Melyik lassítóban kell többször ütköznie a neutronnak ahhoz, hogy sebessége a termikus sebesség értékére csökkenjen?

1196(1297). Egy $^{235}_{92}$U magnak két szilánkra történő hasadásakor 200 MeV energia szabadul fel. Mekkora energia szabadul fel az említett izotóp 1 g-jának magreaktorban történő »elégetésekor«? Mennyi kőszén elégetésével kaphatunk ugyanennyi energiát?

1197(1298). Mekkora annak az atomerőműnek a villamos teljesítménye, amely naponként 220 g $^{235}_{92}$ U izotópot fogyaszt, és 25%-os hatásfokkal üzemel?

1198(1289). Mennyi energia szabadul fel a

$$^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}n?$$

termonukleáris reakcióban?

1199(új). A fedőrétegeknek azt a h vastagságát, amely az adott ionizáló sugárzást felére csökkenti, a felezési csökkentés rétegvastagságának nevezzük. Bizonyítsuk be, hogy a $H=nh$ vastagságú réteg 2^n-szer csökkenti a sugárzást!

1200(új). A neutronsugárzást legjobban a víz csökkenti (4-szer jobban, mint a beton, és 3-szor jobban az ólomnál). A neutronsugárzás felezési csökkentésének rétegvastagsága a víz esetében 3 cm-rel egyenlő. Hányszorosan csökkenti a neutronsugárzást a 30 cm vastagságú vízréteg?

1201(új). A gammasugárzást legjobban az ólom nyeli el (1,5-szer jobban az acélpáncélzatnál, és 22-szer erősebben a víznél). A gammasugárzás felezési csökkentésének rétegvastagsága az ólom esetében 2 cm-rel egyenlő. Mekkora vastagságú ólomrétegre van szükség, hogy 128-szorosan gyengítsék a γ-sugárzást?

1202(új). A röntgenberendezéssel dolgozó személyt 1 óra alatt átlagosan 7 μGr sugárdózis éri. Veszélyes-e az illető

személy munkája, ha évenként 200 napot dolgozik napi 6 órás munkaidőben, és a sugárzás megengedett határdózisa évenként 50 μGr?

1203(1299). A szén ($^{12}_{6}C$) besugárzása protonokkal $^{13}_{6}C$ szénizotópot eredményez. Milyen részecske képződik még eközben?

1204(1300). Két proton fúziójának termonukleáris reakciója során deutron és neutrino keletkezik. Azonkívül milyen részecske lép még ki?

1205(1302). A $^{10}_{5}B$ bórizotópnak α-részecskékkel történő bombázásakor $^{13}_{7}N$ nitrogénizotóp keletkezik. Milyen részecske lökődik ki eközben? A $^{13}_{7}N$ nitrogénizotóp radioaktív, s bomlása pozitron és neutrino emissziójával jár. Írjuk fel a reakcióegyenletet!

1206(1291). A mezőgazdaságban használatos γ-besugárzó berendezésekben a cézium β-radioaktív $^{137}_{55}Cs$ izotópját alkalmazzák. Írjuk fel a β-bomlás reakcióját! Számítsuk ki a γ-sugárzás maximális frekvenciáját, ha a γ-kvantumok maximális energiája 0,66 MeV! Számítsuk ki a β-részecskék relativisztikus sebességét, ha energiájuk 1,18 MeV!

1207(1292). Határozzuk meg az

$$^{1}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + \gamma,$$

termonukleáris reakció γ-sugárzásának frekvenciáját, ha az α-részecske 19,7 MeV energiát vesz fel!

1208(1293). Határozzuk meg a minimális energiáját annak a γ-kvantumnak, amellyel megvalósítható a

$$^{2}_{1}H + \gamma \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n.$$

magreakció!

1209(1294). A γ-kvantumot ($\lambda = 4{,}7 \cdot 10^{-13}$ m) elnyelő deutron protonra és neutronra esik szét. Számítsuk ki a keletkezett részecskék együttes mozgási energiáját!

1210(1304). Az elektron és pozitron annihilációjakor két egyforma γ-kvantum képződött. Számítsuk ki a hullámhosszt, elhanyagolva a részecskék reakció előtti energiáját!

1211(1305). A π-nulla-mezon (π^0) elemi részecske két γ-kvantumra esik szét. Számítsuk ki a γ-sugárzás frekvenciáját, ha a részecske nyugalmi tömege 264,3 elektrontömeggel egyenlő!

1. Az anyagok sűrűsége

Szilárd anyagok			
	10^3 kg/m^3		10^3 kg/m^3
Acél	7,8	Nikróm	8,4
Alumínium	2,7	Ólom	11,3
Ezüst	10,5	Ón	7,3
Germánium	5,4	Réz	8,9
Jég	0,9	Szilícium	2,4
Króm	7,2		

Folyadékok			
	10^3 kg/m^3		10^3 kg/m^3
Alkohol	0,79	Kőolaj	0,80
Benzin	0,70	Petróleum	0,80
Higany	13,5	Víz	1,0

Gázok (normálkörülmények között)			
	kg/m^3		kg/m^3
Hidrogén	0,09	Nitrogén	1,25
Levegő	1,29	Oxigén	1,43

2. Az anyagok hőtulajdonságai

Szilárd anyagok

Anyag	Fajhő, kJ/(kg·K)	Olvadáspont, °C	Olvadáshő, kJ/kg
Acél	0,46	1400	82
Alumínium	0,88	660	380
Ezüst	0,23	960	87
Jég	2,1	0	330
Ólom	0,13	327	25
Ón	0,23	232	59
Réz	0,38	1083	180

Folyadékok

Anyag	Fajhő, kJ/(kg·K)	Forráspont[1], °C	Párolgáshő (forráshő)[1], MJ/kg
Alkohol	2,4	78	0,85
Higany	0,12	357	0,29
Víz	4,2	100	2,3

Gázok

Anyag	Fajhő[2], kJ/(kg·K)	Kondenzációs hőmérséklet[1], °C
Hélium	5,29	—269
Hidrogén	14	—253
Levegő	1,0	—
Nitrogén	1,0	—196
Oxigén	0,92	—183

3. Folyadékok fajlagos felületi feszültsége, mN/m (20 °C-on)

Alkohol	22	Petróleum	24
Benzin	21	Szappanoldat	40
Higany	510	Tej	46
Kőolaj	30	Víz	73

4. Tüzelőanyagok (üzemanyagok) égéshője, MJ/kg

Alkohol	29	Kőolaj	43
Benzin	46	Kőszén	29
Dizelolaj	42	Lőpor	3,8
Egyezményes tüzelőanyag	29	Petróleum	46
Fa	10	Repülőgép-(reaktív) üzemanyag (TSZ-1)	43

[1] Normálnyomáson
[2] Állandó nyomáson

5. A telített vízgőz p nyomásának és ρ sűrűségének függése a t hőmérséklettől

t, °C	p, kPa	ρ, g/m³	t, °C	p, kPa	ρ, g/m³
—5	0,40	3,2	11	1,33	10,0
0	0,61	4,8	12	1,40	10,7
1	0,65	5,2	13	1,49	11,4
2	0,71	5,6	14	1,60	12,1
3	0,76	6,0	15	1,71	12,8
4	0,81	6,4	16	1,81	13,6
5	0,88	6,8	17	1,93	14,5
6	0,93	7,3	18	2,07	15,4
7	1,0	7,8	19	2,20	16,3
8	1,06	8,3	20	2,33	17,3
9	1,14	8,8	25	3,17	23,0
10	1,23	9,4	50	12,3	83,0

6. Pszichrometrikus táblázat

A száraz hőmérő állása, °C	A száraz és nedves hőmérő állásának különbsége										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Relatív nedvesség, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

7. Szakítószilárdság σ_{sz} és Young-modulus E

Anyag	σ_{sz} MPa	E, GPa
Acél	500	200
Alumínium	100	70
Ezüst	140	80
Ólom	15	15
Sárgaréz	50	100

8. Néhány anyag dielektromos állandója

Csillám	6	Petróleum	2,1
Olaj	2,5	Teksztolit	7
Paraffin	2	Üveg	7
Paraffinozott papír	2,2	Víz	81

9. Fémek és ötvözetek ρ fajlagos ellenállása (20 °C-on) és ellenállásának α hőfokténye zője

Anyag	ρ, $\times 10^{-3}\Omega \cdot m$ vagy $\times 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$	α, K^{-1}	Anyag	ρ, $\times 10^{-3}\Omega \cdot m$ vagy $\times 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$	α, K^{-1}
Acél	12	0,006	Ólom	21	0,0037
Alumínium	2,8	0,0042	Réz	1,7	0,0043
Ezüst	1,6	0,004	Sárgaréz	7,1	0,001
Nikkelin	42	0,0001	Volfrám	5,5	0,0048
Nikróm	110	0,0001			

10. Elektrokémiai egyenértékek (ekvivalensek), mg/C vagy $\times 10^{-6}$ kg/C

Alumínium (Al^{3+})	0,093	Nikkel (Ni^{2+})	0,30
Cink (Zn^{2+})	0,34	Ón (Sn^{2+})	0,62
Ezüst (Ag^{+})	1,12	Oxigén (O^{2-})	0,083
Hidrogén (H^{+})	0,0104	Réz (Cu^{2+})	0,33
Króm (Cr^{3+})	0,18		

11. Elektronok kilépési munkája, eV

Anyag	eV	aJ	Anyag	eV	aJ
Bárium-oxid	1,0	0,16	Kálium	2,2	0,35
Cink	4,2	0,67	Lítium	2,4	0,38
Cézium	1,8	0,29	Platina	5,3	0,85
Ezüst	4,3	0,69	Volfrám	4,5	0,72

12. Törésmutatók

(átlagok a látható sugarakra)

Etilalkohol . . .	1,36	Szénkéneg	1,63
Gyémánt . . .	2,42	Üveg	1,60
Levegő	0,00029	Víz	1,33

13. Néhány izotóp relatív atomtömege, a. t. e:

Izotóp	A semleges atom tömege	Izotóp	A semleges atom tömege
$^{1}_{1}$H (hidrogén)	1,00783	$^{10}_{5}$B (bór)	10,01294
$^{2}_{1}$H (deutérium)	2,01410	$^{11}_{5}$B (bór)	11,00931
$^{3}_{1}$H (trícium)	3,01605	$^{12}_{6}$C (szén)	12,00000
$^{3}_{2}$He (hélium)	3,01602	$^{14}_{7}$N (nitrogén)	14,00307
$^{4}_{2}$He (hélium)	4,00260	$^{16}_{8}$O (oxigén)	15,99491
$^{6}_{3}$Li (lítium)	6,01513	$^{17}_{8}$O (oxigén)	16,99913
$^{7}_{3}$Li (lítium)	7,01601	$^{27}_{13}$Al (alumínium)	26,98146
$^{8}_{4}$Be (berillium)	8,00531		

14. A Napra, Földre és Holdra vonatkozó adatok

A Nap sugara, m	$6{,}96 \cdot 10^8$
A Nap tömege, kg	$1{,}99 \cdot 10^{30}$
A Föld sugarának átlagértéke, m	$6{,}371 \cdot 10^6$
A Föld tömege, kg	$5{,}976 \cdot 10^{24}$
A Föld teljes tengelykörüli fordulatának időtartama	23 h 56 min 4,09 s
A szabadesés gyorsulás (Párizs szélességén, a tengerszinten), m/s²	9,80665
Normális légköri nyomás, Pa	101325
A levegő móltömege, kg/mol	0,029
A Föld és a Nap közötti átlagtávolság, m	$1{,}496 \cdot 10^{11}$
A Hold sugara, m	$1{,}737 \cdot 10^6$
A Hold tömege, kg	$7{,}35 \cdot 10^{22}$
A Hold földkörüli keringésének periódusa	27 nap 7 h 43 min
A szabadesés gyorsulása a Hold felszínén, m/s²	1,623
A Hold és a Föld közötti átlagtávolság, m	$3{,}844 \cdot 10^8$

15. A mértékegységek többszöröseinek és törtrészeinek képzésére szolgáló előtagok

Többszörös			Törtrész		
előtag	jelölés	szorzó	előtag	jelölés	szorzó
exa	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
tera	T	10^{12}	piko	p	10^{-12}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
mega	M	10^6	mikro	μ	10^{-6}
kilo	k	10^3	milli	m	10^{-3}
hekto	h	10^2	centi	c	10^{-2}
deka	da	10^1	deci	d	10^{-1}

FELELETEK

3. a), b), e) Igen; c), d) nem.
4. b) és c) esetben.
5. a) Igen; b) nem.
6. Igen, mivel a vonat egészének a mozgását vizsgáljuk.
7. O (0,0); B (0,60 m); C (80 m, 60 m); D (80 m, 0); E (20 m, 40 m); K (—5 m, 20 m); L (—10 m, —10 m); M (30 m, —5 m).
9. A helikopter útja és elmozdulása számszerűen egyenlő; a gépkocsi útja nagyobb, mint az elmozdulása. A gépkocsi nagyobb utat tett meg, mint a helikopter; a gépkocsi és a helikopter elmozdulása egyenlő.
10. Az útért; az elmozdulásért.
11. 4 m, 2 m.
12. $\frac{\pi}{2}$-szer; $\frac{\pi}{3}$-szor.
13. $s_{1x}=4$ m, $s_{1y}=0$; $s_{2x}=4$ m, $s_{2y}=2$ m; $s_{3x}=-4$ m, $s_{3y}=0$; $s_{4x}=3$ m, $s_{4y}=-4$ m; $s_{5x}=0$, $s_{5y}=3$ m.
14. A (20 m, 20 m); B (60 m, —10 m); 40 m, —30 m; 50 m.
15. A(2 m, 2 m); D (6 m, 2 m); 20 m; 4 m; 4 m, 0.
16. 5 m; 4 m, —3 m.
17. 70 km; 50 km.
18. 2,8 km; 30°-os szögben az északi irányhoz.
19. 620 m; 20°-os szögben az északi irányhoz.
20. $x_1=500+20t$; $x_2=200-15t$; $x_3=-300-10t$; a) 600 m; b) 50 m, 150 m; c) 30 s; d) —25 s; e) az $x=500$ m koordinátájú pontban.
21. 12 m/s, jobb felé; 1,5 m/s, bal felé; 20 s, —30 m.
22. $x_{01}=5$ m, $x_{01I}=5$ m, $x_{01II}=-10$ m; $v_{1x}=0$, $v_{1Ix}=-1$ m/s, $v_{1II}x=0{,}5$ m/s; $x_I=5$, $x_{II}=5-t$, $x_{III}=-10+0{,}5t$; 10 s; —5 m.
23. 10 s; 50 m.
24. $x_I=20+2t$; $x_{II}=-20+4t$.
25. $x_1=200+10t$; $x_2=20t$; 20 s, 400 m.
26.

№	t, s	x, m	x'_2, m
1	20	200	100
2	37,6	700	0
3	0	0	810
4	47,2	—849	—526
5	—37	—629	825

1) $t=\frac{S}{v_{1x}-v_{2x}}$;

2) $x=\frac{v_{1x}s}{v_{1x}-v_{2x}}$;

3) $x'_2=s+\frac{v_{2x}x'_1}{v_{1x}}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	П→x3	—	÷	С/П	П→x2	×	С/П	П→x4
1	П→x3	×	П→x2	÷	П→x1	+	С/П			

F ABT; s — x→П1; v_{1x} — x→П2; v_{2x} — x →П3; x'_1 — x→ →П4; В/О; С/П — t felelet; С/П — x felelet; С/П — x'_2 felelet.

27.

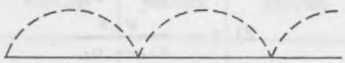
№	t, s	x, m
1	42	200
2	7,3	17,8
3	11,3	12,5
4	53,7	263
5	—5,7	0

$$t = \frac{x_{02} - x_{01}}{v_{1x} - v_{2x}};$$

$$x = \frac{x_{02}v_{1x} - x_{01}v_{2x}}{v_{1x} - v_{2x}}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	П→x2	П→x1	—	П→x3	П→x4	—	x→Па (v_{1x}—v_{2x})	÷	С/П	П→x3
2	П→x2	×	П→x1	П→x4	×	—	П→xa	÷	С/П	

F ABT; x_{01} — x→П1; x_{02} — x→П2; v_{1x} — x→П3; v_{2x} — x→ →П4; В/О; С/П — t felelet; С/П — x felelet.



121. ábra

28. a) Pont; b) körvonal; c) cikloisz (121. ábra).

29. Igen, ha a mozgólépcsőhöz képest olyan sebességgel mozog„ melynek modulusa egyenlő a mozgólépcső sebességének a modulusával, iránya pedig ellentétes.

30. A tündérrózsa folyásirányban úszik, ezért sebessége egyenlő a víz áramlási sebességével. A béka sebessége viszont egyenlő állóvízi sebességének és a vízáramlás sebességének összegével. Ezért a béka ugyananyi idő alatt éri utol a tün-

dérrózsát, mint ha állóvízben úszna feléje.

31. Igen, ha szélirányban 108 km/h sebességgel mozog.
32. a) 14 m/s; b) 6 m/s.
33. 10 m/s, 0; 5 m/s, —5 m/s.
34. 20 s.
35. 490 m.
36. $\frac{n+1}{n-1}$-szer; 3; 1,2.
37. 45 s.
38. 450 m.
39. 2 perc; 240 m-re.
40. 1) 4; 2) 2,01; 3) 2,15; 4) 675; 5) 634 s.

$$\Delta t = \frac{2v^2{}_1 s}{v_2(v_2{}^2 - v_1{}^2)}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x2	Fx²	П→x1	Fx²	—	П→x2	×	П→x3	÷	П→x1
1	Fx²	÷	2	÷	F1/x	С/П				

F ABT; v_1 — x→П1; v_2 — x→П2; s — x→П3; В/О; С/П — — Δt felelet.

41. 13 cm/min.
42. 22 m/s; 27°-kal a délkörtől keletre.
43. 200 m.
44. 0,5 cm/min.

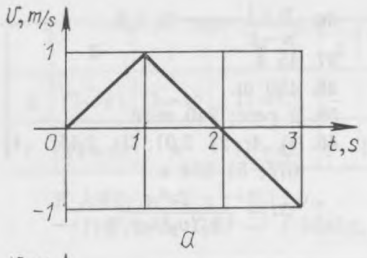
45.

№	α, °	v, m/s	t, s
1	19,5	5,66	38,9
2	72,6	0,656	131
3	27	3,72	6,98
4	7,72	12,1	39,3
5	0	4,7	8

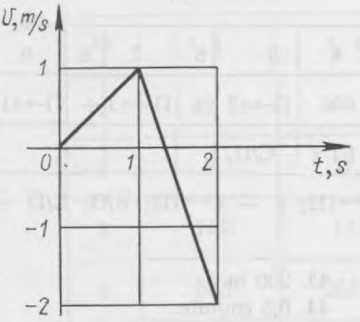
1. $\alpha = \arcsin \frac{v_2}{v_1}$;
2. $v = v_1 \cos \alpha$;
3. $t = \frac{s}{v}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x2	П→x1	÷	Fsin⁻¹	С/П	Fcos	П→x1	×	С/П	П→x3
1	÷	F 1/x	С/П							

F ABT; v_1 — x→П1; v_2 — x→П2; s — x→П3; В/О; С/П — — α felelet; С/П — v felelet; С/П — t felelet.



a



122. ábra

46. 19,3 m/s; 21,5°-kal a délkörtől keletre.

47. a) 1,4 m/s; 3,4 m/s; 2,6 m/s;
b) 1. (—1,4 m/s, 0);
2. (—3,4 m/s, 0);
3) (—2,4 m/s, 1 m/s).

48. $v_{at1}=\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}=12$ m/s.

49. 1 m/s; 2,3 m/s.

50. 0,05 s.

51. 50 s.

52. 10 m/s.

53. 20 s.

54. 4 m/s.

55. $v_x=20-0{,}25t$.

56. 1 m/s; 2,5 m/s; 4 m/s; 0,5 m/s^2; $v_x=1+0{,}5t$.

57. $v_{1x}=1{,}25t$; $v_{11x}=5+5t$; $v_{111x}=20-4t$.

58. $v_y=30-10t$; 10 m/s; 0, —10 m/s.

59. L. a 122. ábrát!

60. 2 : 1; 2 : 1.

61. 90 cm.

62. $s_1 : s_2 : s_3 : s_4=1 : 4 : 9 : 16$; 5 m/s^2; 1 m/s; 2 m/s; 3 m/s; 4 m/s.

63. 10 s.

64. 9 s.

65.

№	v, m/s	s, m
1	2,29	4,24
2	7,61	35,8
3	8,35	36,3
4	715	0,414
5	23,7	226
6	85,8	2230

$v=at$; $s=\frac{vt}{2}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	С/П	П→x2	×	2	÷	С/П	

F ABT; a — x→П1; С/П — v felelet; t — x→П2; В/О; С/П — — s felelet.

66. 100 m/s²; 1 km/s.
67. 715 m/s.
68. 1,41-szor.
69. 50 m.
70. Felszálláskor a gyorsulás 1,24-szor kisebb, az időtartam pedig 1,46-szor nagyobb.
71. $s_2 = s_1 \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = 54$ m.
72.

№	a, m/s²	v_0, m/s
1	170	8,85
2	0,5	7
3	0,418	16,3
4	18,8	16
5	4,97	21,4

$a = \frac{2s}{t^2}$; $v_0 = at$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	2	×	П→x2	Fx²	÷	С/П	П→x2	×	С/П

F ABT; s — x→П1; t — x→П2; В/О; С/П — a felelet; С/П — — v_0 felelet.

73. a) 3-szor; b) $\sqrt{3}$-szor.
74. $x = 3t^2$; 300 m.
75. $v_x = 0{,}8t$; 6,4 m.
76. Gyorsuló; —5 m; 5 m.
77.

№	v, m/s	a, m/s²
1	14	0,4
2	10	0
3	3,33	—0,37
4	0	—0,42
5	8,3	0,29

$v = \frac{2s}{t} - v_0$; $a = \frac{v - v_0}{t}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	2	×	П→x2	÷	П→x3	—	С/П	П→x3	—
1	П→x2	÷	С/П							

F ABT; s — x→П1; t — x→П2; v_0 — x→П3; В/О; С/П — — v felelet; С/П — a felelet.

78. 2 m/s; 8 m/s.

79. 0,2 m/s²; 15 m/s.

80. 1. 0, 0, —0,8 m/s², bal felé, egyenletesen gyorsuló; 2. 400 m, —0,6 m/s, 0, bal felé, egyenletes; 3. —300 m, 0, 0, nyugalom.

81. 1. $v_{1x}=10+0{,}8t$, gyorsuló; 2. $v_{2x}=2-2t$, lassuló, 1 s múlva gyorsuló; 3. $v_{3x}=-4+4t$, lassuló, 1 s múlva gyorsuló; 4. $v_{4x}=-1-12t$, gyorsuló.

82. $x_1=0{,}625t^2$, $x_{11}=5t+2{,}5t^2$, $x_{111}=20t-2t^2$.

83.

№	t_1, s	t_2, s	v, m/s	a_1, m/s²	a_2, m/s²
1	5	10	8	1,6	0,8
2	2,8	6,2	10	3,57	1,61
3	5,41	15,6	12,6	2,32	0,806
4	24,4	14,6	9,02	0,37	0,62

1) $t_1=\dfrac{s_1t}{s_1+s_2}$; 2) $t_2=\dfrac{s_2t}{s_1+s_2}$; 3) $v=\dfrac{2(s_1+s_2)}{t}$;

4) $a_1=\dfrac{v(s_1+s_2)}{s_1t}$; 5) $a_2=\dfrac{v(s_1+s_2)}{s_2t}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	+	П→x3	÷	x→Пa $\left(\frac{s_1+s_2}{t}\right)$	П→x1	÷	F1/x	С/П
1	П→x2	П→xa	÷	С/П	П→xa	2	×	С/П	П→xa	×
2	П→x1	÷	С/П	П→x1	×	П→x2	÷	С/П		

F ABT; s_1 — x→П1; s_2 — x→П2; t — x→П3; В/О; С/П — — t_1 felelet; С/П — t_2 felelet; С/П — v felelet; С/П — a_1 felelet; С/П — a_2 felelet.

84. 2,6 m/s.

85. $v = \frac{2v_{at1} \cdot t}{2t - t_1} = 80$ km/h.

86. a) 10 s; 40 m; b) 45 m; c) 120 m.

87. $x_1 = 6{,}9 + 0{,}1t^2$; $x_2 = 2t + 0{,}2t^2$; 3 s; 7,8 m.

88. 3 s; 5 s; 24 m, 40 m.

89. 2 s; 0,04 s; 7,1 ms; 625 μs.

90. $4{,}2 \cdot 10^{-7}$ s^{-1}.

91. Igen; nem.

92. 45 000.

93. 3,14 m/s.

94. Az elülső kerekek fordulatszáma 2-szer nagyobb.

95. 0,61 s^{-1}, 1,65 s; 0,22 s^{-1}, 4,68 s.

96. 834 km/h-nál nagyobb sebességgel; keletről nyugat felé; megvalósítható.

97. 7,8 km/s.

98. Felére csökken.

99. 1 : 20.

100. 60 ford/min.

101. 15 m/s.

102. $v = \frac{\pi d n z_1}{z_2} = 5{,}9$ m/s; 5 m/s.

103. 0,5 m/s^2.

104. 25,3 nap; 5,7 mm/s^2.

105. 41 m/s; 5,6 km/s^2.

106. 20 m/s.

107. 360 m/s^2.

108. 1 km/s^2.

109. a) 1 : 2; b) 2 : 1.

110. 1 : 5, 1 : 200.

111. $\frac{s}{\pi dt}$; $\frac{2s^2}{dt^2}$.

112. a) A Föld vonzása és a víz felhajtó hatása; b) a Föld vonzását kiegyenlíti a talaj rugalmassága és a víz felhajtó hatása.

113. A Föld vonzását kompenzálja a levegő felhajtó hatása és a légellenállás.

114. A Föld vonzását és a fonal feszítőerejét kiegyensúlyozza a levegő felhajtó hatása. A Föld vonzása nem egyenlíti ki a levegő felhajtó hatását.

115. Nem, mivel a műúton fellépő súrlódást és a légellenállást semmi sem kompenzálja.

116. Ütközéskor gyorsulva, ugyanis a mozdony hatása felülmúlja a súrlódást. Szabad gördüléskor lassulva.

117. b), e).

118. Igen az a), d), e) esetben.

119. a) Egyenletesen; b) lassulva; c) lassulva; d) kanyarodik.

120. 2 : 1.

121. 20 t.

122. A második golyó gyorsulása 8-szor nagyobb; független.

123. Az acélgolyó gyorsulása 1,4-szer nagyobb.

124. Egyenlő a tömegük.

125. 2 m/s.

126. 15 t.

131. a) Egyenletesen, egyenes vonalúan; b) egyenes vonalúan, gyorsulva; c) és d) görbe vonalúan.

132. Amikor a nehézségi és közegellenállási erő összegének modulusa egyenlővé válik a felhajtóerő modulusával.

133. 2 N és 30 N nem lehet.

134. Igen, ha a szomszédos erők közötti szög 120°-os.

135. 400 N.

136. 500 N.

137. 13 kN; 23°-os szög alatt a vízszinteshez.

138. 20 N.

139. 2 m/s².
140. 150 N.
141. 0,8 m/s².
142. 2 t.
143.

a	0,25 m/s²	2 m/s²				
m					200 kg	20 t
F			80 N	20 N		

144. 1,5 m/s².
145. A személyautó 2-szer nagyobb.
146. 250 N.
147. 68 m/s.
148. $\frac{a_1 a_2}{a_1+a_2} = 0{,}08$ m/s².
149. 200 g.
150. 4 N; 0; —2 N.
151. Igen; nyolccal, ha a második félgömböt mozdulatlan tárgyhoz rögzítik.
152. Egyenlők.
153. Ha kiengedi, akkor az űrhajós helyzete nem változik az űrhajóhoz képest; ha eldobja, akkor mozgásba jön.
154. Az első esetben a csónak falára és fenekére egyenlő modulusú és ellenkező irányú erők hatnak. A második esetben csupán egyetlen erő, mivel a második erő a partra hat.
155. Minthogy a fejre fölfelé ható erő egyenlő a vállban lefelé ható erővel.
156. Egyik esetben sem bomlik meg.
157. A felső 2 N-t; az alsó 10 N-t.
158. 40 g.
159. 1 kN/m; 60 N.
160. 100 N.
161. 4 mm.
162. 33,5 kN/m; 26 kN/m.
163. 0,5 kN/m.
164. Az acéldrót merevsége 2-szer nagyobb.
165. 10 N/m.
166. 2 k.
167. $k = \frac{k_1 k_2}{k_1+k_2}$.
168. 1 cm.
169. 1 μN.
170. 1 N nagyságrendű.
171. $2 \cdot 10^{20}$ N.
172. 4-szeresen; 36-szorosan.
173. 9 földsugárnyi távolságban.
174. Abban a pontban, amely 6 földsugárnyi távolságra van a Hold középpontjától.
175. $F_2 = 0{,}75 F_1$.
176. 4,4 m/s².
177. $3{,}27 \cdot 10^{23}$ kg.
178. 3,8 m/s².
179. 13 cm/s²; 330 km/s².
180. 8,8 m/s².
181. 7,35 kN; 1,22 kN.
182. 80 mN-nal.
183. 3,6 kN-nal.
184. 2,4 kN.
185. ±37 N.
186. $a_1 = g$; $a = \frac{g}{2}$.
187. 700 N.
188. 600 N; 300 N.

189. 1,7.

190. 5.

191. 6.

192. Túlterhelést, miközben eltaszítja magát a Földtől vagy érinti azt; súlytalanság repüléskor.

193. d).

194. 9,5%-kal.

195. A testeket a mérleg serpenyőire kell tenni, és gyorsulást kell közölni velük. A testeket rendre dinamométerre kell függeszteni, s azonos gyorsulást kell közölni velük.

196. Igen.

197. Mivel a Holdnak nincs légköre.

198. 20 m/s.

200. 10 m/s².

201. $v_1 : v_2 = 2$; $h_1 : h_2 = 4$.

202. 3,4 s; 33,6 m/s.

203. 0,4 s; 25 m/s².

204. 35 m.

205. 4 s.

206. Számszerűen $\frac{g}{2}(2n-1)$.

207. 15 m/s; 1 s-mal.

208. $v_0 = \frac{h_2 - h_1}{2h_1}\sqrt{2gh_1}$.

209. 30 m/s; 45 m.

211. 2-szeresére.

212. 4 m; 20 m; $2v_0t$.

213. 2,25-szor.

214. 4620 m; 740 m/s; jelentősen csökkennek a légellenállás következtében.

215. 40 m; 2 s; 4 s.

216. 1) 3,44; 2) 4,92; 3) 5,89; 4) 6,61; 5) 9,34 m.
$h = \frac{2(\pi r\nu)^2}{g}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	×	Fπ	×	Fx²	2	×	9	·	8	1
1	÷	C/Π								

F ABT; r; B↑; ν; B/O; C/Π — h felelet.

217. $y = 20t - 5t^2$; a) 1 s és 3 s; b) 2 s; c) nem éri el.

218. a) $y = 20t - 5t^2$; b) $y = 25 + 20t - 5t^2$; 5 s.

219. $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$; $v_0 = s\sqrt{\frac{g}{2h}}$.

220. 0,7 m.

221. 2 s; 3 m/s.

222. Az idő nem változik meg; a röptávolság a kétszeresére nő.

223. $\sqrt{2}$-szeresére kell növelni.

224. $s = 2\sqrt{H/h} = 1{,}6$ m.

225. 11,7 m/s; 59°-os szögben a vízszinteshez.

226. $h = \frac{2v^2}{g} = 20$ m.

227. $x = 10t$; $y = 20 - 5t^2$; $y = 20 - 0{,}05x^2$; a) 2 s; b) 20 m.

228. 180 m.

229. 3,1 s; 12 m; 40 m.

230.

№	1	2	3	4	5	6
H, m	31,8	35,2	28,5	12,7	19,1	51,0
t, s	4,52	4,82	4,21	1,61	3,95	6,02
s, m	87,6	84,8	88,3	44,1	76,5	0
v, m/s	31,6	31,6	31,6	31,6	27,4	31,6

1) $H=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}+h$; 2) $t=\frac{v_0\sin\alpha}{g}+\sqrt{\frac{2H}{g}}$;

3) $s=v_0t\cos\alpha$; 4) $v=\sqrt{v_0^2+2gh}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	Fsin	×	x→Па (v_0 sin α)	Fx²	2	÷	П→x4	÷
1	П→x3	+	С/П	2	×	П→x4	÷	F√‾	П→xa	П→x4
2	÷	+	С/П	П→x1	×	П→x2	Fcos	×	С/П	П→x1
3	Fx²	П→x3	П→x4	×	2	×	+	F√‾	С/П	

F АВТ; v_0 — x⟶П1; a — x⟶П2; h — x⟶П3; g — x⟶П4; В/О; С/П — H felelet; С/П — t felelet; С/П — s felelet; С/П — v felelet.

231. 4h.

232. 91 m 5 cm.

233. Olyan négyzet csúcspontjait, amelynek átlóhosszai az időben $2v_0t$ törvény szerint nőnek, középpontja pedig a szabadesés gyorsulásával esik függőlegesen lefelé.

234. $x=8{,}7t$, $y=20+5t-4{,}9t^2$, $y=20+0{,}58x-0{,}065x^2$;
a) $x=17{,}4$ m, $y=10$ m;
b) 2,6 s; c) 22 m.

235. a) 0,7 s; b) 0,07 s; c) 3,8 m/s.

236.

g, m/s²	v, km/s
3,71	3,00
8,75	7,30
3,75	3,56
24,9	42,2
10,4	25,1
10,2	15,6
14,1	17,6

$g=\frac{GM}{R^2}$; $v=\sqrt{gR}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6	·	6	7	ВП	1	1	/—/	П→x1	×
1	П→x2	Fx^2	÷	С/П	П→x2	×	$F\sqrt{}$	1	0	0
2	0	÷	С/П							

F АВТ; M — x→П1; R — x→П2; В/О; С/П — g felelet; С/П — v, km/h felelet.

237. 1 km/s.
238. 7,57 km/s; 96,5 min.
239. $6{,}45 \cdot 10^{23}$ kg.
240. 2-szeresen.
241. A Föld műholdjának 1,11-szorosan nagyobb a sebessége.
242. 7,73 km/s; 90,4 min.
243. Megnőtt; kisebbedett.
244. Amikor a vonzóerő nagyobbá válik a maximális nyugalmi súrlódási erőnél, akkor a tárgy mozgásba jön.
245. A nyugalmi súrlódási erő mindegyik esetben egyenlő a konténer tömegének és a gépkocsi »Föld« vonatkoztatási rendszerben mért gyorsulásának a szorzatával.
a) Nulla; b) a sebességgel egy irányú; c) nulla; d) a sugár hosszában a kanyar ívének középpontja felé; e) a sebességgel ellenkező irányú.
246. Mindkét tárgy gyorsulást kap a Földhöz képest a súrlódási erőtől. Ha $F_{surl \cdot max} > ma$, akkor a tárgy a vonatéval egyenlő gyorsuláshoz jut, vagyis nyugalomban marad a kocsihoz képest.
247. 3 m/s².
248. 6000 t.
249. 0,3.
250. 500 kg.
251. 0,01.
252. 10 N; 2,5 N.
253. 9 N.
254. 6 cm.
257. Mivel a Holdon nincs légkör.
258. Mivel a víz közegellenállása függ a frontális (homlok-) keresztmetszet területétől.
260. $\left(\frac{v_1+v_2}{v_1-v_2}\right)^2 = 49$-szer.
261. 20 N; 0,04.
262. 3 s.
263. Megsértette.
264. Rántásnál a nyugalmi súrlódási erő nem érkezik olyan gyorsulást közölni, amely egyenlő lenne a papír gyorsulásával; $a > 3$ m/s²; nem változik.
265. $0{,}16 < \mu < 0{,}2$.
266. Csökkenteni kell a sebességet.
267. 8 m/s; felére csökken.
268. 40 m.
269. 0,48.
270. 2,5 m/s².
271. 15 kN.

272. 15 cm/s².
273. 2 kN.
274. 2000 t.
275. $a=(k-\mu)g=0{,}5$ m/s².
276. 2,5 kN; 0,5 kN.
277. 20 m/s².
278. 35 k/N.
279. 100 N.
280. 0,2.
281. $x=\frac{m}{k\rho_1}(\rho_1 g+\rho_1 a-\rho_2 g)$.
282. 220 N; 20 N.
283. 2,3 kN.
284. 0,31.
285. 8 N.
286. $\mu=\frac{F_2-F_1}{F_2+F_1}\operatorname{tg}\alpha$.
287. $\mu>\frac{1-\sin\alpha}{\cos\alpha}=0{,}58$.
288. 220 N; 380 N; 430 N.
289. 3,2 kN.
290. a) 5 cm/s²; b) 0; c) 2 cm/s² (lassuló mozgás).
291. 3 m/s.

292.

№	a, m/s²	v, m/s	t, s
1	0,21	3,33	16,2
2	—4,02	18,9	1,26
3	0,17	12,0	6,00
4	0	11,0	6,29
5	—0,15	10,0	6,57
6	0,46	13,5	9,79
7	1,06	17,7	8,20
8	—0,71	21,6	4,72

1) $a=\frac{F-mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{m}$;

2) $v=\sqrt{2al+v^2_0}$;

3) $t=\frac{2l}{v+v_0}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	Fcos	П→x2	×	П→x1	Fsin	+	П→x3	×	9
1	·	8	×	П→x4	—	/—/	П→x3	÷	С/П	П→x5
2	×	2	×	П→x6	Fx^2	+	$F\sqrt{}$	С/П	П→x6	+
3	П→x5	2	×	÷	F1/x	С/П				

F АВТ; α — x→П1; μ — x→П2; m —x→П3; F — x→П4; l — x→П5; v_0 — x→П6; В/О; С/П — a felelet; С/П — v felelet; С/П — t felelet.

293. $\mu = \operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{b}$.

294. $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 3{,}3\ \mathrm{m/s^2}$.

295. A testek sebessége egyező; a második test mozgásideje n-szer nagyobb.

296. 6 kN; 4-szeresére nő.

297. 15 kN.

298. 950. N.

299. A csúcspontban: a) 1,4 N, lefelé; b) 0; c) 12 N, fölfelé. A mélypontban: a) 6,6 N; b) 8 N; c) 20 N.

300. 18 m/s.

301. 20 m/s; 22°.

302. $v = \sqrt{gl\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha} = 1{,}3$ m/s.

303. $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g\operatorname{tg}\alpha}{d + l\sin\alpha}} = 1{,}4\ \mathrm{s^{-1}}$.

304. $F = m\left(\frac{v^2}{l} + g\cos\alpha\right) = 1{,}5$ N.

305. 2 m/s²; 2,4 N.

306. a) mg; b) 2 mg; c) $\frac{4}{3}mg$.

307. 9,6 m/s².

308. 442 kN; 160 kN.

309. 32 kN; 16 kN; 8 kN.

310. 0,2.

311. $F = m(n-k)(a+\mu g)$.

312. $a = \frac{g}{4}(1-\mu) = 2\ \mathrm{m/s^2}$; $F_{t1} = \frac{mg}{4}(5-\mu) = 12$ N;

$F_{t2} = \frac{mg}{2}(3+\mu) = 16$ N.

313.

№	1	2	3	4	5	6	7	8
a_y m/s²	0,64	—0,64	4,05	—1,71	2,95	3,01	0	0
F_t, N	0,82	0,82	1,09	2,19	1,3	0,81	1,39	1,86

$a = \frac{g(m_2\sin\beta - m_1\sin\alpha)}{m_1 + m_2}$; $F_t = m_1(a + g\sin\alpha)$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	Fsin	×	П→x3	П→x4	Fsin	×	—	П→x5
1	×	П→x1	П→x3	+	÷	C/П	П→x4	Fsin	П→x5	×
2	+	П→x3	×	C/П						

F ABT; m_2 — x→П1; β — x→П2; m_1 — x→П3; α — x→П4; g — x→П5; B/O; C/П — a felelet; C/П — F_t felelet.

314. 10^5 kg·m/s; $2{,}5 \cdot 10^4$ kg·m/s.

315. 30 m/s.

316. Az ólomnál 1,5-szer nagyobb.

317. $2 \cdot 10^7$ kg·m/s.

318. 1 kg·m/s; 2 kg·m/s; 20 N; 200 N.

319. 800 N; 250 N.

320. 16 kg·m/s; 48 kg·m/s; 16 N.

321. 2 kg·m/s.

322. 14 kg·m/s; 20 kg·m/s; 0.

323. 1) 2; 2) 0; 3) —3,46; 4) —15,8; 8,26 m/s.

$$v_x = \frac{m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}}{m_1 + m_2}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	П→x3	П→x4	×	+	П→x1	П→x3	+
1	÷	С/П								

F АВТ; m_1 — x→П1; v_{1x} — x→П2; m_2 — x→П3; v_{2x} — x→→П4; В/О; С/П — v_x felelet.

324. 0,1 m/s.

325. a) 2,25 m/s; b) 0,75 m/s; c) —0,25 m/s (ellenkező irányban).

326. 0,02 m/s-mal.

327. 7,1 m/s; 7,1 m/s.

328. 0,75 m/s.

329. 0,4 J.

330. 47 kJ.

331. 26 J.

332. 45 kJ.

333. 1,4 kJ.

334. 700 kJ.

335. 1 : 3.

336. a) —5 J; b) 5 J; c) 0.

337. 1 kJ.

338. 180 J; 320 J; 500 J.

339. A jégkorong mozgási energiája 3-szor nagyobb.

340. 200 GJ.

341. 120 J.

342. A billenőkocsi impulzusa 3-szor nagyobb, energiája viszont feleannyi.

343. 2 kg; 4 m/s.

344. $E_k = \frac{mgl \sin\alpha \operatorname{tg}\alpha}{2}$ $E_k = 0{,}3$ J.

345. 5 m.

346. 4,5 kJ.

347. —16 J; 4 J; —12 J; 12 J.

348. 1 kJ.

349. 32 J; a rugó merevségét jellemzi; a potenciális energia.

350. 0,3 J.

351. 0,5 J.

352. 2 J.

353. 1 : 3 : 5.

354. 1,2 J.

355. —4 J; 4 J; —4 J.

356. 8 J.

357. 5 J.

358. 60 J; 90 J.

359. $h = \frac{v_0^2}{4g} = 2{,}5$ m.

360. 20 J; 2,5 J.

361. $v_0 = \sqrt{2gh}$.

362. $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$.

363. 60°.

364. 1,5 m.

365. $F_t = mg(3 - 2\cos\alpha)$.

366. 7 *mg*; *mg*.

367. 6 *mg*-vel.

368. 1) 4,47; 2) 8,60; 3) 11,1; 4) 14,6; 5) 12,3 m/s.

$$v = \Delta l \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	$F\sqrt{}$	П→x3	×	C/П			

F ABT; k — x→П1; m — x→П2; Δl — x→П3; B/O; C/П — — v felelet.

369. a) Kétszeresen növekszik;
b) $\sqrt{2}$-szeresen növekszik;
c) $\sqrt{2}$-szeresen csökken.

370. $v=\sqrt{\frac{x(kx-2mg)}{m}}$.
Függőlegesen fölfelé irányuló lövéskor a sebesség kisebb.

371. 6 kN.

372. Elszakad, mivel 50 N nagyságú rugalmassági erő keletkezik.

373. $\frac{A_1}{A_2}=\frac{2kl}{\mu mg}=10$.

374. 240 kJ; —30 kJ; 210 kJ.

375. 6 MJ; 3 MJ.

376. —400 kJ; —400 kJ.

377.

μ	v, km/h				
	20	40	60	80	100
0,6	2,6	10	24	42	65
0,2	7,9	31	71	126	197
0,08	20	79	177	315	492
0,04	39	157	354	629	983

$$s=\frac{v^2,\ \text{m/s}}{2\mu g}=\frac{\left(\frac{5}{18}\ v,\ \text{km/h}\right)}{2\mu g}$$

(v, m/s$=v$, km/h $\frac{1000}{3600}=\frac{5}{18}\ v$, km/h).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	5	×	1	8	÷	Fx^2	2	÷	П→x2
1	÷	9	·	8	1	÷	C/П			

F ABT; v, km/h — x⟶П1; μ — x⟶П2; B/O; C/П — s, m felelet.

378. 10 m/s.

379. 0,05; 36%.

380. Egyező..

381. $v=\sqrt{2gl(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)}$.

382. $\mu=\dfrac{h}{b+s}=0{,}05$.

383. $\mu=\dfrac{Mh}{ml}$.

384. 1 kJ.

385. $\mu=\dfrac{Fx}{2mgl}$.

386. 200 kJ; —500 kJ; —900 kJ; 600 kJ; 3 kN.

387. —60 kJ.

388. —0,6 kJ; —0,48 kJ.

389. —10 MJ.

390. 30 N.

391. 143 MW.

392. 30 kN.

393. 0,6 kW.

394.

№	v, m/s	E_k, kJ	A_{surl}, kJ	N, kW
1	15	157	51,5	20,9
2	13,3	123	61,7	16,4
3	19,2	259	61,7	41,1
4	15,4	841	264	135
5	13,7	664	406	75,4

1) $v=\dfrac{2s}{t}$; **2)** $E_k=\dfrac{mv^2}{2}$; **3)** $A_{тр}=\mu mgs$; **4)** $N=\dfrac{E_k+A_{тр}}{t}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	2	×	П→x2	÷	C/П	Fx^2	П→x3	×	2
1	÷	x↔ П$a(E_k)$	C/П	П→x4	П→x3	×	П→x1	×	9	
2	8	×	C/П	П→xa	+	П→x2	÷	C/П		

F ABT; s — x⟶П1; t — x⟶П2; m, t — x⟶П3; μ — x⟶П4; B/O; C/П — v, m/s felelet; C/П — E_k, kJ felelet; C/П — A_{surl}, kJ felelet; C/П — N, kW felelet.

395. 2,4 m/s.

396. 27 kW.

397.

a_n, m/s²	2,15	2,31	1,74
t, s	22,6	32,4	48,0
E_k, MJ	16,2	253	555
A, MJ	24,2	340	824
N, MW	1,07	10,5	17,2

1) $a = \frac{v^2}{s}$; 2) $t = \frac{v}{a}$;

3) $E_k = \frac{mv^2}{2}$

4) $A = nFs$; 5) $N = \frac{nFv}{2}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	5	×	1	8	÷	x→Пa (v, м/с)	Fx²	2	÷
1	x→ПB $\frac{v^2}{2}$	П→x2	÷	С/П	П→xa	÷	F 1/x	С/П	П→xB	П→x3
2	×	С/П	П→x4	П→x5	×	x→ПС (nF)	П→x2	×	С/П	П→xC
3	П→xa	×	2	÷	С/П					

F ABT; v, km/h — x⟶П1; s, m — x⟶П2; m, t — x⟶П3; n — — x⟶П4; F, kN — x⟶П5; B/O; С/П — a, m/s² felelet; С/П — — t, s felelet; С/П — E_k, kJ felelet; С/П — A, kJ felelet; С/П — — N, kW felelet.

398. 12 kJ; 66%.

399. 88%.

400. 100 MWh.

401. 40%.

402. 1,6 m/s.

403. 4,9 m/s.

404. A labdácska a légáram tengelyén lesz, vagyis ott, ahol legnagyobb a sebesség és legkisebb a nyomás. A tömlő elmozdításakor a labdácska széle a nagyobb nyomás zónájába kerül, és a labda követi az áramlatot.

405. A lefolyócsőben a víz nagy sebességgel áramlik, s ezért a nyomás csökken és kisebbé válhat a légnyomásnál.

406. 1380 l.

408. Az óramutató járásával szemben.

409. 0,25 s; 4 Hz.

410. A szúnyog 24 000 lengéssel többet.

411. 80 cm.

412. Nagyobb a nektárért való repüléskor:

$\Delta n = s\left(\frac{\nu_1}{v_1} - \frac{\nu_2}{v_2}\right)$;
$\Delta n = 5000$.

413. a) Kitérítéssel; b) lökéssel.

414. 4 cm.

415. 200 g.

416. A másodikat 2-szer nagyobbra.

417.

№	E, J	E_p, J	E_k, J	v, m/s
1	0,049	**0**	0,049	0,60
2	0,049	0,049	0	0
3	0,049	0,027	0,022	0,41
4	0,049	0,012	0,037	0,40
5	0,075	0,049	0,026	0,33

1) $E = \frac{kA^2}{2}$; **2)** $E_p = \frac{kx^2}{2}$; **3)** $E_k = E - E_p$; **4)** $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	Fx²	×	2	÷	x→Па(*E*)	С/П	П→x1	П→x3
1	Fx²	×	2	÷	С/П	П→xа	—	/—/	С/П	П→x4
2	÷	2	×	F√	С/П					

F ABT; k — x⟶П1; A — x⟶П2; x — x⟶П3; m — x⟶П4; В/О; С/П — E felelet; С/П — E_p felelet; С/П — E_k felelet; С/П — v felelet.

418

№	T, s	ν, Hz
1	0,782	1,28
2	0,823	1,22
3	0,453	2,21
4	0,585	1,71
5	0,913	1,09

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$;
$\nu = \frac{1}{T}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	÷	F√	Fп	×	2	×	С/П	F 1/x	С/П	

F ABT; m; B↑; k; B/O; C/П — T felelet; C/П — ν felelet.

419. 4 kg.
420. 100 g.
421. Felére csökken.
422. 1) 0,753 s, 1,33 Hz;
2) 2,01 s, 0,498 Hz;
3) 1,72 s, 0,582 Hz;
4) 2,93 s, 0,341 Hz;
5) 19,9 s, 0,0503 Hz.

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\ ;\quad \nu=\frac{1}{T}.$$

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	9	·	8	1	÷	F√	Fπ	×	2	×
1	С/П	F1/x	С/П							

F ABT; l; B↑; B/O; C/П — T felelet; C/П — ν felelet.

423. $\sqrt{3}$-szorosan csökken.
424. 9 : 1.
425. 10,1 m/s².
426. Mindegyik esetben késni fog.
427. 18 cm; 50 cm.
428. $A_2=\frac{A_1}{2}\qquad T_2=\frac{T_1}{2}$

$\nu_2=2\nu_1$.
429. 10 cm; 0,2 s; 5 Hz.
430. c), d), e), g).
431. A rezonancia jelenségének felhasználásával.
432. Nem. A vezényszónak olyan időközök után kell elhangzania, amelyek egyenlők az autó sajátrezgéseinek periódusidejével.
433. A háló feszítésétől és a sportoló tömegétől.
434. A megrakott gépkocsi sajátrezgéseinek periódusideje nagyobb, és ezért az a sebesség, amelynél beáll a rezonancia, kisebb.
435. 0,5 s; 2 Hz.
436. 2,4 m/s.
437. 100 m.
438. 79 Hz; 1360 Hz.
439. 3,8 m; 3,8 cm.
440. Kb. 5 km-re.
441. 100 m/s.
442. 20 m/s.
443. 20 km.
444. 1,57; 5,12; 5,12; 6,97; 7,31 min.

$$t=\frac{2v_0\sin\alpha}{g}\left(1+\frac{v_0\cos\alpha}{v_h}\right).$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	Fcos	×	3	4	0	÷	1	+
1	П→x1	×	П→x2	Fsin	×	2	×	9	·	8
2	1	÷	6	0	÷	С/П				

F ABT; v_0 — x $\rightarrow$ П1; α — x $\rightarrow$ П2; B/O; C/П — t felelet.

445. A szúnyog, mivel ez a rovar bocsát ki magasabb hangot.
446. A lyukat fúró villanyfúrónak kisebb a frekvenciája, és alacsonyabb az általa kibocsátott hang magassága.
447. 0,4 s.
448. 420 m.
449. A falakról és a mennyezetről történő többszörös visszaverődés következtében az alaphangra rátevődik a visszavert hang.
450. 200 mol.
451. 2,2 kg.
452. 1,5 l.
453. Az ólomtest tömege 1,7-szeresen, térfogata pedig 1,1-szeresen nagyobb.
454. 2 m^3; 2 m^3.
455. $3{,}3 \cdot 10^{-27}$ kg; $1{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg.
456. $1{,}4 \cdot 10^{22}$.
457. $3 \cdot 10^{24}$.
458. $1{,}2 \cdot 10^{20}$.
459. $\frac{N_A}{M}$; $\frac{N_A \rho}{M}$; $\frac{N_A m}{M}$; $\frac{N_A \rho V}{M}$
460. 0,01 mg; 1 mg.
461. $6{,}9 \cdot 10^{10}$ m; 180-szor nagyobb.
462. $3{,}9 \cdot 10^{18}$.
463. Kb. 10^6.
464. $d = \sqrt{\frac{M}{2N_A \rho}}$
$d = 2{,}8 \cdot 10^{-10}$ m.
465. 2-szeresére nőtt.
466. Az oxigén nyomása 16-szor nagyobb.
467. 3-szorosan növekszik.
468. 0,11 MPa.
469. 710 m/s.
470. $2{,}3 \cdot 10^{25}$ m^{-3}.
471. 493 m/s; 461 m/s.
472. 10^{-21} J.
473. 6-szorosan növekszik.
474. 27 °C.
475. 127 °C
476. 10%-kal.
477. $6 \cdot 10^{-21}$ J; $2 \cdot 10^{26}$ m^{-3}.
478. 725 K.
479. 3,9-szer.
480. 1,9 km/s.
481. 4-szer.
482. 774 K.
483. 1,12-szor.
484. $\frac{\overline{(v)^2}}{3kT}$
485. $6 \cdot 10^6$-szor.

486.

h, km	$E \cdot 10^{-21}$, J	$n \cdot 10^{25}$, m^{-3}	ρ, kg/m^3	v, m/s
0	5,96	2,54	1,22	498
0,5	5,90	2,43	1,17	495
1	5,84	2,31	1,11	492
2	5,69	2,09	1,01	486
5	5,30	1,53	0,736	469
10	4,62	0,861	0,415	438

1) $E = 1{,}5\ kT$; 2) $n = \frac{p}{kT}$; 3) $\rho = \frac{nM}{N_A}$; ; 4) $\overline{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x3	1	·	5	×	×	С/П	П→x2	П→x3
1	÷	П→x1	÷	С/П	П→x4	×	П→x5	÷	С/П	F1/x
2	3	П→x2	×	×	F√	С/П				

F ABT; T — x→П1; p — x→П2; k — x→П3; M — x→П4; N_A — x→П5; B/O; С/П — E felelet; С/П — n felelet; С/П — — ρ felelet; С/П — v felelet.

487. $v = 600$ m/s; $v_{elm.} = 590$ m/s.
488. 4 mol.
489. 8,2 MPa.
490. 100 kPa.
491. 45,7 kg.
492. 2 l.
493. A hidrogén 22-szer nagyobbat.
494. Mindegyik pont ordinátáját: a) 1,5-szeresen, b) 2-szeresen kell növelni.
495. 1,7-szeresen.
496. A metán sűrűsége feleannyi.
497. 1,16; 2,34; 0,041; 0,257; 1,29 kg/m³.

$$\rho = \frac{pM}{RT},$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	÷	×	8	·	3	1	÷	С/П		

F ABT; p; B↑; M; B↑; T; B/O; С/П — ρ felelet.

498. 64,4 kg/m³.
499. 1,56 kg/m³.
500. $\Delta m = \frac{pShM}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$; $\Delta m = 2$ kg.
501. $m < \frac{M\rho V}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$; $m < 17{,}7$ g.
502. 9,5 l.
503. 810 kPa.
504. 380 MJ.
505. 677 °C.
506. 1,6-szeresen nőtt.
507. Igen; a levegő egy részét ki kell engedni.
508. 100 kPa.
509. A levegő nyomása csökken, miközben térfogata növekszik. Ki kell húzni a dugót.
510. 1,5-szeresen növekszik; 1,33-szeresen csökken.
511. 100 kPa.
512. 90 ml.
513. 50 cm³.
514. 16 mm³.
515. 210.
516. 60 N; 40 N.

517.

№	p, kPa	n_1
1	180	(100)
2	—	100
3	257	(286)
4	—	58
5	225	(75)

1) $p = \frac{p_0(V+nV_0)}{v}$;

2) $n_1 = \frac{(p_{max}-p_0)V}{p_0V_0}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	П→x3	+	П→x4	×	П→x3	÷	x→Ча(p)
1	П→x5	—	Fx<0	18	П→xa	С/П	0	С/П	П→x5	П→x4
2	—	П→x3	×	П→x4	÷	П→x1	÷	С/П	1	С/П

F ABT; v_0 — x→П1; n — x→П2; V — x→П3; p_0 — x→П4; p_{max} — x→П5; B/O; C/П — p felelet, ha a következő C/П 0 lesz, n_1 felelet, ha a következő C/П 1 lesz.

518. $\frac{(n-1)h}{2(n+1)}$.

519. 12,3 cm.

520. 1) 77; 2) 73; 3) 75; 4) 74,2; 5) 74 Hg/cm.

$p = \frac{l(p_0+x)-x(x+h)}{l-x}$.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	П→x1	П→x2	+	П→x3	×	П→x2	П→x4	+	П→x2	×
1	—	П→x3	П→x2	—	÷	С/П				

F ABT; p_0 — x→П1; x — x→П2; l — x→П3; h — x→П4; B/O; C/П — p felelet.

521. 3,5 kg/m³.

522. 7 l.

523. 93 °C.

524. 100 cm³.

525. 1 cm-re.

526. 27 °C.

527. Fordított arányosság.

528. 39 °C.

531. 65 kPa.
532. 77 °C.
533. 210 kPa (túlnyomás).
534. 7 °C.
535. 127 °C.
536. a) Nagyobb térfogat esetén a grafikon hajlásszöge kisebb; b) nagyobb tömeg esetén a grafikon hajlásszöge nagyobb.
537. $\frac{V_2}{V_1} = \frac{\mathrm{tg}\alpha_1}{\mathrm{tg}\alpha_2}$
538. Növekszik.
540. *1—2* — állandó maradt; *2—3* — *T*-vel arányosan növekedett; *3—4* — növekedett; *4—1* — *T*-vel arányosan csökkent.
543. Nem.
544. Telített.
545. $t \leqslant 11$ °C-kal esetén.
546. 2,6 mg.
547. 21 mg.
548. 0,24 Pa.
549. 40 °C-on 4,34-szor nagyobb.
550. 12-szer.
551. A víz szintje a csőben az edényben levő víz szintjéig süllyed.
552. Nem.
553. 2,2 kPa.
554. A víz forráspontja növekszik, mivel a felszíne fölött kb. kétszeres a nyomás.
555. Nem, mivel ez a köd — parányi vízcseppek sokasága.
561. 50%.
562. 74%.
563. 59%.
564. 19%-kal nő.
565. Nem lesz.
566. 75%.
567. 2,1 g.
568. Izochor hűtéssel 11 °C-ra; izoterm összenyomással 27,6 l-ig; a térfogat kisebbítésével a hőmérséket megfelelő mértékű csökkentésével.
569. Igen.
570. 60%; 0,96 kPa; 7,3 g/m³.
571. 7 °C; 10 °C.
573. 2,4 mN; 48 μJ.
574. 1,3 mN.
575. 28 mg.
576. 1) 74,2; 2) 71,4; 3) 72,8; 4) 72,1; 5) 71,1 mN/m.
$\sigma = \frac{mg}{\pi nd}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	×	÷	Π→x1	×	Fπ	÷	C/Π			

F ABT; 9810 — x→Π1; (1-szeri betáplálás); *m*, *g*; B↑; *n*; B↑; *d*, mm; B/O; C/Π — σ, mN/m felelet.

577. 1,2-szer csökkent.
578. 73 mN/m.
579. Az első esetben a víz nem nedvesíti a levél felületét, a második esetben nedvesíti.
580. A liba tollait vékony zsírréteg vonja be, s emiatt a víz nem nedvesíti azokat.
581. Hogy elzárják a vakolat kapillárisait, ellenkező esetben ugyanis az olaj felszívódik bennük, a festékpor viszont a

felszínen marad és könnyen lehullik.

582. A víz kapilláris emelkedése következtében.

583. 11,7 mg.

584. 7,3 cm.

585. A hegy csúcsán, ugyanis itt kisebb a szabadesés gyorsulása.

586. A víz 2,4-szer magasabbra.

587. 0,47 mm.

588. 820 kg/m^3.

589. 5,1 mm.

590. Csökken.

591. 22 mN/m.

592. Az anizotrópia következtében a hőtágulás eltérő lehet különböző irányokban.

593. A növekedő kristály felületének közelében csökken az oldat sűrűsége, mivel az oldott anyag kiválik a kristályon. A sűrűség csökkenésével az oldat eme részei felemelkednek.

594. Az első esetben a kristály oldódik, a másodikban növekszik.

595. a) Összenyomás; b) hajlítás; c) nyújtás; d) csavarás; e) csavarás és összenyomás; f) nyírás.

596. Nyírás és csavarás.

597. Hajlítás és csavarás.

599. 32 MPa.

600. A nagyobb átmérőjű drótban 9-szer kisebb.

601. 0,002; 1 MPa.

602. 0,0005; 1 mm.

603. 210 MPa.

604. 2,1-szer.

605. 3 mm; 10^{-3}.

606. 20 GPa.

607. 52,5 N.

608. 4-szer.

609. Az abszolút megnyúlás a negyedére csökkent, a relatív pedig a felére.

610. Felére csökken.

611. 0,66 GPa.

612. Több mint 13-ból.

613. $h = \frac{\sigma_{sz}}{\rho g}$; $h = 135$ m.

614. $l_0 = \frac{m_2 l_1 - m_1 l_2}{m_2 - m_1}$.

615. 37,4 kJ.

616. 12,5 kJ-lal.

617. A héliumé 10-szer nagyobb.

618. Növekszik; csökken; változatlan marad.

619. $U = \frac{3pV}{2}$; $U = 9$ MJ.

620. Harmadára csökkent.

621. $U_1 = U_2$.

622. 220 J.

623. 400 kJ.

624. $A = \nu R \Delta T$

625. A hidrogén munkavégzése 16-szor nagyobb.

626.

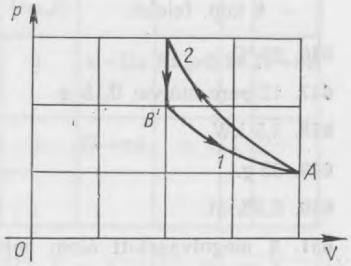
Gáz	Paraméterek		
	A, kJ	Q, kJ	ΔU, kJ
Hélium	52,6	134	81,3
Hidrogén	65,3	225	159
Levegő	2,40	8,45	6,06
Nitrogén	12,3	43,4	31,1
Oxigén	1,47	5,18	3,71

1) $A = \frac{m}{M} R\Delta T$; 2) $Q = c_p m \Delta T$; 3) $\Delta U = Q - A$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	8	·	3	⊥	ВП	3	/—/
1	×	П→x3	×	x→Па(A)	С/П	П→x4	П→x1	П→x3	×	×
2	С/П	П→xa	—	С/П						

F ABT; m — x→П1; M — x→П2; ΔT — x→П3; c_p — x→П4; B/O; С/П — A, kJ felelet; С/П — Q, kJ felelet; С/П — ΔU, kJ felelet.

627. 3,3 MJ; 6,1 MJ.
628. 0,3 kJ.
629. 12,5 kJ; 43,8 kJ; 31,3 kJ.
630. $\frac{c_p M}{R}$-szer.
631. $\frac{c_p M}{c_p M - R} = 1{,}4$-szer.
632. $Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$.
633. 0,6; 0,4.
634. 5,2 kJ/(kg·K).
637. L. a 123. ábrát!
638. 300 K, 420 K, 250 J/(kg·K).
340 K, 420 K, 500 J/(kg·K).
639. 19,4; 19,3; 27,8; 10,7; 47,2 °C.



123. ábra

$$\Theta = \frac{c_1 m_1 t_1 + cmt}{c_1 m_1 + cm}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	x→Па (cm)	П→x3	×	П→x4	П→x5	×	x→Пв ($c_1 m_1$)
1	П→x6	×	+	П→xa	П→xb	+	÷	С/П		

R ABT; c — x→П1; m — x→П2; t — x→П3; c_1 — x→П4; m_1 — x→П5; t_1 — x→П6; B/O; С/П — Θ felelet.

640. 2,2 kJ/(kg·K).

641. 80 l és 120 l.

642. 55 °C.

643. 160 perc; 700 l.

644. A gőz belső energiája 4,6 MJ-lal több.

645. 1) 4; 2) 21; 3) 64; 4) 417 kop.

$$k = \frac{m(c(100-t)+r)\cdot 4}{\eta \cdot 3600}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0	0	П→x1	—	4	·	1	9	×
1	2	3	0	0	+	П→x2	×	П→x3	÷	9
2	0	0	÷	С/П						

F ABT; t — x→П1; m — x→П2; η — x→П3; В/О; С/П — — k kop. felelet.

646. 89 °C.

647. 12 perc múlva; 0,15 g.

648. 3,5 kW.

649. 33 g.

650. 6,3%-át.

651. A megolvasztott ólom belső energiája 15 kJ-lal több.

652.

Fém	Q, kJ
Ón	2,39
Ólom	3,40
Acél	$5{,}70\cdot 10^6$
Alumínium	$5{,}52\cdot 10^5$
Ezüst	1,19

$$Q = m[c(t_{\text{olv.}} - t) + \lambda].$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	—	П→x3	×	П→x4	+	П→x5	×	С/П

F ABT; $t_{\text{olv.}}$ — x→П1; t — x→П2; c — x→П3; λ — x→П4; m — x→П5; В/О; С/П — Q felelet.

653. 22 kg.

654. 40 t.

655. 60 kJ/kg.

656. 9.

657. 23 g.

658.

№	Θ, °C	k
1	—	0,57
2	—	0,79
3	21	—
4	≈ 0	≈ 0
5	68	—
6	47	—

1) $\Theta = \dfrac{cm_v t - \lambda m_j}{c(m_v + m_j)}$;

2) $k = 1 - \dfrac{cm_v t}{\lambda m_j}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	П→x3	×	×	x→Пa ($cm_a t$)	П→x4	П→x5	×	—
1	П→x2	П→x4	+	П→x1	×	÷	x→Пв Θ	Fx≥0	23	П→xв
2	С/П	0	С/П	П→xa	П→x5	÷	П→x4	÷	1	—
3	/—/	С/П	1	С/П						

F ABT; c_v — x⟶П1; m_v — x⟶П2; t — x⟶П3; m_j — x⟶П4; λ — x⟶П5; B/O; С/П — Θ felelet, ha a következő С/П 0 lesz; k felelet, ha a következő С/П 1 lesz.

659. 420 g; 80 g.

660.

№	Θ, °C	m, kg
1	57,4	—
2	94,5	—
3	—	0,0269
4	—	0,134
5	21,5	—
6	28,6	—

1) $\Theta = \dfrac{m_f\lambda + c_f m_f t_{olv.} + c_v m_v t_v}{c_f m_f + c_v m_v}$;

2) $m_1 = \dfrac{m_f\lambda + c_f m_f t_{olv.} + c_v m_v t_v - 100(c_f m_f + c_v m_v)}{r}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	x→Пa ($s_в m_в$)	П→x3	×	П→x4	П→x5	×	x→Пв ($c_м m_м$)
1	П→x6	×	+	П→x7	П→x5	×	+	x→Пc (чисе-льник)	П→xa	П→xb
2	+	x→Пd (зна-мен-ник)	÷	x→ПО (Θ)	1	0	0	—	Fx<0	34
3	П→x0	С/П	0	С/П	П→xd	1	0	0	×	П→xc
4	—	/—/	П→x8	÷	С/П	1	С/П			

F ABT; c_v — x⟶П1; m_v — x⟶П2; t_v — x⟶П3; c_f — x⟶П4; m_f — x⟶П5; $t_{olv.}$ — x⟶П6; λ — x⟶П7; r — x⟶П8; B/O; С/П — Θ felelet, ha a következő С/П 0 lesz; С/П — m_1 felelet, ha a következő С/П 1 lesz.

661. 1,6 °C-kal.

662. $\Delta t = \dfrac{kgh}{100\,c}$.

663. Az első.

664. 120 K-nel.

665. 8 K-nel.

666. $\Delta t = \dfrac{kg\,l\cos\alpha}{100\,c}$.

667. $\Delta t = \dfrac{9v^2}{8c}$.

668. 357 m/s.

669. 38%-a; 32%-a.

670. Az üzemanyag-keveréknek.

671. 23%; 46 kJ; 14 kW.

672. 30%; 400 K.

673. 1) 32,6; 2) 30,4; 3) 24,6; 4) 24,0; 38,3%.

$\eta = \dfrac{Nt}{gm}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	÷	×	÷	3	6	ВП	4	×	С/П	

F ABT; N kW; B↑; q, kJ/kg; B↑; m, kg; B↑; $t°$, h; B/O; С/П — — η% felelet.

674. 8,9 kW.
675. 2 l.
676. 0,1 l.
677. 1 mN.
678. 10 cm.
679. 2-szeresére kell növelni.
680. a) 4 mN, 3 mN; b) 5 mN, 1 mN.
681. 10^{11}.
682. 1) $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n+1)^2}{4n}$;
2) $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n}$.
683. 1) Egynemű töltések esetén:
a) 1; b) 1,02; c) 1,20; d) 1,99; e) 4,42; f) 20; g) 125,5.
2) Különnemű töltések esetén:
a) 0; b) 0,017; c) 0,204; d) 0,99; e) 3,4; f) 19; h) 124,5.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	1	+	Fx^2	П→x1	÷	4	÷	С/П	П→x1
1	1	—	БП	03						

F ABT; n — x→П1; В/О; С/П — 1) felelet; С/П—2) felelet.

684. $x = 1{,}25\ r$.
685. 2 mN.
686. A C pontban 2,25-szor nagyobb.
687. 1 cm-re a kisebb töltéstől és 3 cm-re a nagyobbtól.
688. $F = \frac{q^2}{\pi\varepsilon_0 a^2}$
689. 40 nC, 10 cm-re a — 10 nC töltéstől és 20 cm-re a 40 nC töltéstől.
690. 24 μN; 32 μN.
691. a) Egyenlők; b) a másodiknak nagyobb a kitérési szöge.
692.

№	F,N	q, C
1	$6{,}37 \cdot 10^{-4}$	$1{,}80 \cdot 10^{-7}$
2	$8{,}86 \cdot 10^{-4}$	$2{,}27 \cdot 10^{-7}$
3	$3{,}92 \cdot 10^{-3}$	$9{,}90 \cdot 10^{-8}$
4	$1{,}62 \cdot 10^{-3}$	$1{,}34 \cdot 10^{-7}$
5	$1{,}64 \cdot 10^{-2}$	$7{,}84 \cdot 10^{-7}$

1) $F = mg\,\mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}$;
2) $q = 2\,l \sin\frac{\alpha}{2}\sqrt{\frac{F}{k}}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	2	÷	F tg	9	·	8	1		П→x2
1	×	С/П	9	ВП	9	÷	F$\sqrt{}$	П→x1	2	÷
2	F sin	П→x3	2	×			С/П			

F АВТ; α — x→П1; m — x→П2; l — x→П3; В/О; С/П — — F felelet; С/П — q felelet.

693. 200 V/m.
694. 24 μN.
695. $1{,}76 \cdot 10^{15}$ m/s^2.
696. 40 kV/m; 10 kV/m.
697. a) 0,125 kV/m; b) 200 kV/m, —75 kV/m; c) —200 kV/m, 75 kV/m; d) 0, —125 kV/m.
698. a) 576 kV/m; b) 432 kV/m.
699. A töltéseket összekötő egyenesen $1/3a$ távolságra a kisebbiktől és $2/3a$ távolságra a nagyobbiktól; ugyanazon az egyenesen a távolságra a kisebbiktől és $2a$-ra a nagyobbiktól.
700. 70 kV/m, 10 kV/m; 50 kV/m, 50 kV/m.
701. 3°-kal.
702. $E = \dfrac{3q}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$.
703. Egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló;
$y = \dfrac{mg}{qE} x$.
705. Pozitív.
706. Az első esetben.
707. Nagyobb a különnemű töltések esetében.
709. Nem.
710. Kisebbedik a köztük levő szög, mégpedig a második esetben nagyobb mértékben.
711. Földeléskor az egyező előjelű töltés elfolyik a hüvelyről, és a vonzóerő növekszik.
713. 1,4 μC/m^2; 0; 90 kV/m.
714. $E = \dfrac{\sigma}{9\varepsilon_0}$.
715. Növekedett.
716. 20 kV/m.
717. Kitér; nem tér ki; kitér.
718. 120 V/m; 70 V/m; 420 V/m.
719. 900 V/m.
720. 20 nC.
721. 9-szeresen kell növelni.
722. 1,45-szorosan kell csökkenteni.
723. 2.
724. 20 cm..
725. $\varepsilon = \dfrac{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}\sin^2\frac{\beta}{2}} = 1{,}7.$
726. 20 nC.
727. 10 μJ; —10 μJ.
728. —0,5 μJ; 0,5 μJ; 20 V.
729. 40 nC.
730. 30 μJ; —30 μJ; 6 kV; —30 μJ; 30 μJ; 6 kV.
731. $1{,}6 \cdot 10^{-17}$ J; $-1{,}6 \cdot 10^{-17}$ J; 5,9 Mm/s.
732. —2,27 kV.

733. $\Delta\varphi = \frac{mv^2}{2q}$; $\Delta\varphi = 4{,}2$ MV.

734. Az α-részecske kinetikus energiája 2-szer nagyobb, sebessége pedig $\sqrt{2}$-szer kisebb.

735. 20 kV/m.

736. a) ±6 kV; b) 0; c) ±4,2 kV.

737. 3,5 kV.

738. 3000.

739. Nem; nem; igen.

740. Egyenlők.

741. A *C* pontban.

742. L. a 124. ábrát!

743. 1,5 kV/m-rel növekedett; 0,5 kV/m-rel csökkent.

744. 4000 kV/m.

745. 59 μC/m².

746. A másodikon 100-szor nagyobb.

747. A másodikon 5000-szer nagyobb.

748. 20 pF.

749. 2,9 mC.

750 Nem.

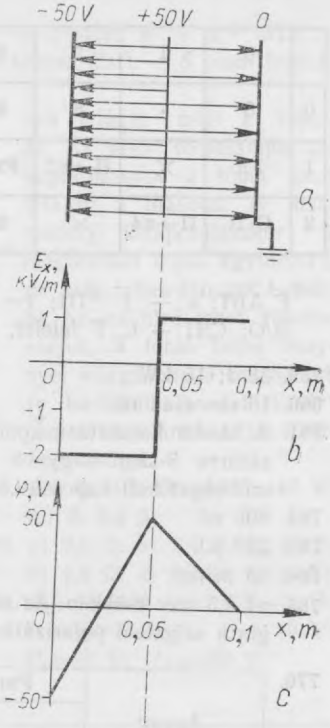
751. 1,5-szeresen növekszik.

752. 2,86-szorosan növekszik.

753. 8.

754. A lemezek közelítésével, dielektrikum bevitelével; a lemezek távolításával, a lemezek aktív felületének csökkentésével.

755. 1 cm.



124. ábra

756. 3,1 μC.

757. a) Nem változott, háromszorosára növekedett, nem változott; b) harmadára csökkent; nem változott, harmadára csökkent.

758.

№	*C*, pF	*q*, μC	*W*, mJ
1	34	0,93	12,5
2	580	1,4	1,7
3	1000	1,6	1,3
4	3300	3,1	1,4
5	4400	1,9	0,41

1) $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \pi r^2}{d}$;

2) $q = CU$;

3) $W = \frac{qU}{2}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	8	·	8	5	ВП	1	2	/—/	П→x1	×
1	$F\pi$	×	П→x2	Fx^2	×	П→x3	÷	С/П	П→x4	×
2	С/П	П→x4	×	2	÷	С/П				

F ABT; ε — x→П1; r— x =П2; d — x→П3; U — x→П4; В/О; С/П — C, F felelet; С/П — q, С felelet; С/П — W, J felelet.

759. 36 J; 15 kW.

660. 16-szorosan nő.

761. A kisebb kapacitású kondenzátorra 3-szor nagyobb feszültséget kell kapcsolni.

762. 800 nJ.

763. 220 μJ.

764. 93 mJ/m².

765. a) 2,5-szer csökken. Az energia a szigetelő polarizálására használódik el; b) 2,5-szeresére növekszik. Az energia pótlása az áramforrás rovására történik.

766. a) a felére csökken, nem változik; b) kétszeresére nő, négyszeresére nő.

767. 100 V; 0,1 J.

768. 200 m.

769. Negyedére csökken.

770.

Anyag	Paraméterek	
	l, m	S, mm²
Réz	33,9	0,695
Alumínium	831	1,44
Ezüst	5,70	0,234
Acél	591	3,06
Nikróm	21,7	0,603

$$l = \sqrt{\frac{mR}{D\rho}}\ ;$$

$$S = \frac{\rho l}{R}\ .$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	П→x3	×	П→x4	÷	F√	С/П	П→x4
1	×	П→x3	÷	1	ВП	6	×	С/П		

F ABT; m — x→П1; D, kg/m³ — x→П2; R — x→ П3; ρ, Ω·m — x→П4; B/O; C/П — l, m felelet; C/П — S, mm² felelet.

771. a) Nem; b) igen.
772. 20 mV/m.
773. 1,5 N.
774. 1 : 2 : 3.
775. 2 A; 2 Ω; 8 V; 12 V.
776. 100 m.
777. A másodikat.
778. 0,48 V.
779. Az izzó nem ég, a voltmérő kb. 2 V-ot mutat, az ampermérő nullát.
780. 0,049 Ω; 0,015 Ω.
781. 820 Ω; 2460 Ω.
782. 19,8 kΩ; 2,2 Ω.
783. 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18 kΩ.
784. $\frac{(n+1)^2}{n}$ -szeresére nő.
785. 2 Ω.
786. Kétszeresére nő.
787. Az első izzó sokkal fényesebben világít, mint a többi. a) Az első törpelámpa kikapcsolásakor a többi nem világít; a második (v. harmadik) kikapcsolásakor a megmaradt izzók egyformán, de nem teljes fénnyel égnek; b) ha az első izzót rövidre zárjuk, a többi teljes fénnyel világít; ha a másodikat (v. harmadikat) rövidre zárjuk, az első lámpa teljes fénnyel világít.
788. 400 Ω, 100 Ω, 100 Ω; 40 V; 0,1 A, 0,4 A.
789. a) 0,9 Ω; b) 2,1 Ω; c) 2,4 Ω; d) 1,6 Ω; e) 2,5 Ω; f) 2,1 Ω.
790. $U_2=U_3=30$ V; $I_2=3$ A; $I_1=I_2=5$ A; $U_1=10$ V; $U_4=20$ V; $U_{AB}=60$ V.
791.

№	$R_{er.}$, Ω	$I_1=I_2$, A	$U_1=U_2$,	U_3, V	I_3, A	$I_4=I_5=I_6$, A	$U_4=U_5=U_6$, V
1	5,5	10	20	15	7,5	2,5	5
2	39,1	2,24	31,8	23,8	1,68	0,56	7,94
3	57,7	1,73	36,4	27,3	1,30	0,433	9,09
4	0,44	0,636	1,02	0,0764	0,477	0,159	0,0255
5	775	0,0512	14,4	10,8	0,0384	0,0128	3,61

$R_{er.}=2R+\frac{1}{\frac{1}{R}+\frac{1}{3R}}$; $I_1=I_2=\frac{U}{R_{er.}}$; $U_1=U_2=I_1R$;

$U_3=U-2U_1$; $I_3=\frac{U_3}{R}$; $I_4=I_5=I_6=I_1-I_3$;

$U_4=U_5=U_6=\frac{U_3}{3}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	F 1/x	П→x1	F 1/x	3	÷	÷	F 1/x	П→x1	2
1	×	+	С/П	П→x2	÷	F 1/x	С/П	x→Пa ($I_1=I_2$)	П→x1	×
2	С/П	2	×	П→x2	—	/—/	С/П	x→Пв (U_3)	П→x1	÷
3	С/П	П→xa	—	/—/	С/П	П→xв	3	÷	С/П	

F АВТ; R — x⟶П1; U — x⟶П2; В/О; С/П — R_{er} felelet; С/П — $I_1=I_2$ felelet; С/П — $U_1=U_2$ felelet; С/П — U_3 felelet; С/П — I_3 felelet; C_2П — $I_4=I_5=I_6$ felelet; С/П — $U_4=U_5=U_6$ felelet.

792. A két törpeizzót sorosan kapcsoljuk, és az elsővel párhuzamosan bekötjük a kb. 23 Ω ellenállásra beállított tolóellenállást.

793. 12,5 Ω, 0,98 W; 0,27 A. 810 Ω.

794. 600 W; 300 W; 1200 W.

795.

№	I, A	U_1, V	U_2, V	R_2, Ω	P_2, W
1	0,28	3,5	2,5	8,93	0,7
2	2,5	220	0	0	0
3	0,315	127	93	295	29,3
4	1,9	4,15	12,3	6,43	23,3
5	3,19	5,74	3,46	1,08	11

1) $I=\sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$; 2) $U_1=IR_1$; 3) $U_2=U-U_1$;

4) $R_2=\frac{U_2}{I}$; 5) $P_2=I^2R_2$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	F√	x→Пa (*I*)	C/П	П→x2	×	C/П	П→x3
1	—	/—/	C/П	П→xa	÷	C/П	П→xa	Fx^2	×	C/П

F ABT; P_1 — x→П1; R — x→П2; U — x→П3; B/O; C/П — — I felelet; C/П — U_1 felelet; C/П — U_2 felelet; C/П — R_2 felelet; C/П — P_2 felelet.

796. 240 W.

797. A 40 W-os izzó ellenállása nagyobb, soros kapcsoláskor pedig a felvett teljesítmény egyenesen arányos a szakasz ellenállásával.

798. 1,1-szeresére nőtt.

799. 50%.

800.

№	VL8	VL10	CSSZ3
P, kW	4560	5570	2970
N, kW	4000	4990	2740
η, %	87,8	89,6	92,5

1) $P=IUn$; 2) $N=\frac{5}{18}\times$ $\times Fv\,(v,\ \text{m/s}=v,\ \text{km/h}\times$ $\times\frac{1000}{3600}=\frac{5}{18}v$, km/h); 3) $\eta=\frac{N}{P}\,100\%$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	П→x3	×	×	П→Пa (*P*)	C/П	П→x4	5	×
1	1	8	÷	П→x5	×	C/П	П→xa	÷	1	0
2	0	×	C/П							

F ABT; U, kV — x→П1; I, A — x→П2; n — x→П3; v, km/h — — x→П4; F, kN — x→П5; B/O; C/П — P, kW felelet; C/П — — N, kW felelet; C/П — η% felelet.

801. Hogy korlátozzák a teljesítményt a készülék méreteinek növelése nélkül.

802.

№	A, kJ	Q, kJ	η, %
1	28,8	15,3	53,2
2	24	17,4	72,6
3	46,5	38,7	83,3
4	27	11,4	42,4
5	18	9,55	53,1

1) $A = P\tau$;
2) $Q = cm(t_2 - t_1)$;
3) $\eta = \frac{Q}{A} 100\%$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	x→Пa (*A*)	С/П	П→x3	П→x4	—	П→x5	×
1	4	.	1	9	×	С/П	П→xa	÷	1	0
2	0	×	С/П							

F ABT; P — x⟶П1; τ — x⟶П2, t_2 — x⟶П3; t_1 — x⟶П4; m — x⟶П5; B/O; С/П — A felelet; С/П — Q felelet; С/П — — η felelet.

803. 69 m.

804.

№	t_2, °C	m, kg
1	—	$8{,}49 \cdot 10^{-2}$
2	92,2	—
3	—	0,272
4	78,8	—
5	42,2	—
6	17	—

1) $t_2 = \frac{U^2\tau}{Rcm} + t_1$;
2) $m_1 = \frac{\frac{U^2\tau}{R} - cm(100 - t_1)}{r}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	Fx^2	П→x2	×	П→x3	÷	x→Пa $\left(\frac{U\tau}{R}\right)$	П→x4	÷	П→x5
1	÷	П→x6	+	x→Пв (t_2)	1	0	0	—	Fx< <0	24
2	П→xв	С/П	0	С/П	1	0	0	П→x6	—	П→x5
3	П→x4	×	×	П→xa	—	/—/	П→x7	÷	С/П	1
4	С/П									

F ABT; U — x⟶П1; τ — x⟶П2; R — x⟶П3; c — x⟶П5; t_1 — x⟶П6; r — x⟶П7; m — x⟶П4; В/О; С/П — t_2 felelet, ha a következő С/П 0 lesz; m_1 felelet, ha a következő С/П 1 lesz.

805. 18 J.

806. 2 A; 10 V.

807. $\frac{\mathcal{E}}{2}$.

808. 2 Ω.

809. 1 A; 9 kJ; 8,4 kJ; 0,6 kJ.

810. Az ampermérőé növekszik, a voltmérőé csökken.

811. 5,5 A.

812.

№	r, Ω	$\mathcal{E}$, V
1	1	4,5
2	1	6,4
3	0,87	9
4	1,7	16
5	2,3	20

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1};$$

$$\mathcal{E} = U_1 + I_1 r.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	—	П→x4	П→x3	—	÷	С/П	П→x3	×
1	П→x1	+	С/П							
2										

F АВТ; U_1 — x⟶П1; U_2 — x⟶П2; I_1 — x⟶П3; I_2 — x⟶П4; В/О; С/П — r felelet; С/П — $\mathcal{E}$ felelet.

813. 18 V; 2 Ω.

814. 0,2 Ω; 12 V.

815. 4 V; 2 V.

816. 32 V; 30 V; 6 kW.

817.

№	I, A	R_v, Ω	U_v, V	P_v, W	U_k, V	U_b, V	$\mathcal{E}$
1	2,55	2,80	7,13	18,1	227,1	0,484	227,6
2	0,45	0	0	0	220	0	220
3	42,5	0,508	21,6	920	242	3,40	245
4	5,6	0,17	0,95	5,33	4,45	0,78	5,24
5	26,8	1,61	43,3	1160	423	5,64	429

1) $I=\frac{nP}{U}$; 2) $R_v=\frac{2\rho l}{S}$; 3) $U_v=IR_v$;

4) $P_v=U_vI$; 5) $U_k=U+U_v$;

6) $U_b=Ir$; 7) $\mathcal{E}=U_b+U_k$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	П→x3	÷	x→Пa (I)	С/П	П→x4	2	×
1	П→x5	×	П→x6	÷	С/П	П→xa	×	x→П1 ($U_л$)	С/П	П→ xa
2	×	С/П	П→xв	П→x3	+	x→ПС ($U_{зат}$)	С/П	П→xa	П→ x7	×
3	С/П	П→xС	+	С/П						

F АВТ; n — x⟶П1; P — x⟶П2; U — x⟶П3; l — x⟶П4; ρ, Ω·mm²/m — x⟶П5; S, mm² — x⟶П6; r — x⟶П7; В/О; С/П — I felelet; С/П — R_v felelet; С/П — U_v felelet; С/П — P_v felelet; С/П — U_k felelet; С/П — U_b felelet; С/П — $\mathcal{E}$ felelet.

818. 6 Ω, 33%, 67%.
819. 1,23-szor lett nagyobb.
820. 5-szörösen növekszik, 1,8-szeresen csökken, 2,8-szeresen növekszik.
821. N az ábra síkja mögé.
822. Jobbról »+«.
823. 0,04 T.
824. 5 A.
825. 0,1 N·m.
826. 0,32 mN·m; 0,41 mN·m.
827. 50 mT.
828. 2 mWb; 1,4 mWb; 1 mWb.
830. 40 T.
831. 50 mN.
832. 20 mT.
833. $B = \frac{mg\ \mathrm{tg}\alpha}{Il}$.
834. 8 mJ.
835. Lefelé.
836. A C pontban a potenciál kisebb, mint a D-ben.
837. 0,32 pN.
838. 5,6 mT.
839. 96 km/s.
840. $R = \frac{\sqrt{2mW_k}}{eB}$;
$R = 5{,}8$ cm.
841. a) Az α-részecskéé 2-szer nagyobb; b) egyenlők.
842. $T = \frac{2\pi m}{eB}$;
$T = 8{,}9$ ns.
843. 1000 km/s.
844. $\frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2B^2}$.
845. 1) 537; 2) 1640; 3) 4550; 4) 1850; 5) 2450 km/h.
$v = \frac{2U}{BR}$.

	0	1	2	3	4
0	×	÷	2	×	C/Π

F ABT; U, kV; B↑; B, T; B↑; R, m; B/O; C/Π — v, km/s felelet.

846. 2000; 1000.
847. 1,75-szor növekszik.
848. 8 mWb.
849. $2 \cdot 10^{17}$.
850. 0,25 mm/s.
851. A másodikban 4-szer nagyobb.
852. $v = \frac{E}{en\rho} = 0{,}5$ mm/s.
853. 0,15 mm/s.
854. 250 °C.
855. 0,004 K^{-1}.
856. A bekapcsolás pillanatában az áramerősség sokszorta nagyobb a névlegesnél, mivelhogy a hideg szál ellenállása kicsi.
857. Hirtelen megnő az áramerősség, s következésképpen a feszültségesés is a vezetékekben.
858. 11%-kal csökken.
859. 2500 °C.
860. $1{,}4 \cdot 10^{-7}$ Ω·m.
861. $\frac{nM}{\rho N_A} = 6{,}7 \cdot 10^{-10}$.
862. Lyukvezetés, elektronvezetés.
863. Foszforral, arzénnel, antimonnal.
864. Harmadára csökkent.

865. A II. grafikon a megvilágítottra; csak állandó megvilágítás esetén alkalmazható; 3-szor.

866. 2,5 kΩ.

867. 100 Ω; 100 kΩ.

868. 11,4 mA.

869. 1,2 Mm/s.

870. 680 km/s; 340 km/s.

871. 180 V.

872. 4 ns.

873. 1,6 ns.

874. $U = \frac{4ydW_k}{ex^2}$;
$U = 3{,}2$ kV.

875. $y = \frac{Ex^2}{4U}$.
$y = 0{,}5$ cm.

876. Fokozódik.

877. a), b) Nem változik; c), d), e), f), i) növekszik, g), h) csökken.

878. Azonos; az *A* fürdőben több.

879. Ni — 50; Sn — 9,7; Ag — 3,6; Cr — 56,7; Zn — 36,3 min.
$t = \frac{m}{kI}$.

	0	1	2	3	4	5
0	×	÷	6	0	÷	C/П

F ABT; *m*, mg; B↑; *k*, mg/C; B↑; *I*, A; B/O; C/П — *t*, min felelet.

880. 0,3 mg/C.

881. 6 g.

882. 0,306 mg/C; 0,204 mg/C.

883. 2,04 mg/C.

884. A vas tömege 1,53-szor nagyobb.

885. 0,05 mol.

886. 3,1 nap; 15 MWh.

887. Az alumínium esetében 50-szer nagyobb.

888. 330 kWh.

889. 0,13 MJ.

890. 16,7 perc.

892. 31 μm; 19 μm.

893. 80 nA.

894. 3,1 MV/m; 2300 km/s.

895. 1,8 mm.

896. 2 mm.

898. 29 kA; 40 TW; 200 GJ.

899. Alul nagyobb a térerősség; a hőáramlás révén.

900. 0,1%-ka; gyenge.

901. $T = \frac{2W}{3k}$; $T = 1{,}2 \cdot 10^5$ K.

903. a), d) Nem; b), c), e) igen.

904. Az első és a második azonos ideig; a harmadik hosszabb ideig.

905. Az óramutató járásával szemben; az óramutató járásával egy irányban. Az óramutató járásával azonos irányban; az óramutató járásával ellentétes irányban.

906. Egybeesik a mágnes forgási irányával.

909. A gyorsulás nagyobb kisebb ellenállás és nagyobb sebesség esetén.

910. Lineáris.

911. 1 V.

912. 60 mWb/s.

913. 80.

914. 10 V/m.

915. $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$; $q = 400$ mC.

916. $q = \frac{BrS}{2\rho}$; $q = 0{,}1$ C.

917. 5 A.

918. 5 mV.

919. 5,8 m/s.

920. a) 0,5 A; b) 0,7 A; c) 0,3 A. Balfelé 10 m/s sebességgel.

921. 0,1 mH.

922. 2 mWb.

923. 2,5 mH.

924. 100 V.

925. A villanymotor tekercseinek nagy az induktivitása, s ezért növelni kell az áramkör megszakításának időtartamát, hogy csökkenjen az önindukciós e. m. e.

926. a) A zseblámpaizzó fényereje egy pillanatra gyengül; b) a fényerő megint teljessé válik; c) egy pillanatra a törpeizzó fényesen felvillan.

927. 120 J; negyedére csökken.

928. 2 A.

929. 2,5 J.

930. 1) 0,1; 2) 0,32; 3) 0,069; 4) 0,017; 5) 0,29 H.

$$L = \frac{2\Delta W}{I_2^2 - I_1^2} ;$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	Fx²	П→x2	Fx²	—	F 1/x	П→x3	×	2	×
1	С/П									

F АВТ; I_2 — x→П1; I_1 — x→П2; ΔW — x→П3; В/О; С/П — L felelet.

931.

№	W_1, J	I_1, A
1	1	2
2	2,11	2,61
3	0,640	3,41
4	0,0187	1,02
5	6,40	4,34

$$W_1 = \frac{\Delta W}{n^2 - 1} ;$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{2W_1}{L}} .$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	Fx²	1	—	П→x2	÷	F 1/x	С/П	2	×
1	П→x3	÷	F√	С/П						

F АВТ; n — x→П1; ΔW — x→П2; L — x→П3; С/П — W_1 felelet; С/П — I_1 felelet.

932. a) Felére csökkent;
b) felére csökkent;
c) negyedére csökkent.

933. 20 V.

934. 120 μJ; 40 μJ.

935. $I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}}$;
$I_m = 0{,}1$ A.

936. 1 mA; 200 V.

937. 7.

938.

№	I, A	W, J	W_{el}, J	W_m, J	i, A
1	0,5	$5 \cdot 10^{-3}$	$3{,}2 \cdot 10^{-3}$	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$	0,3
2	1,65	0,706	0,194	0,512	1,40
3	0,460	$2{,}32 \cdot 10^{-6}$	$1{,}59 \cdot 10^{-6}$	$7{,}35 \cdot 10^{-7}$	0,258
4	0,460	$2{,}32 \cdot 10^{-6}$	$2{,}32 \cdot 10^{-6}$	0	0
5	0,460	$2{,}32 \cdot 10^{-6}$	0	$2{,}32 \cdot 10^{-6}$	0,460

1) $I = U \sqrt{\frac{C}{L}}$; 2) $W = \frac{LI^2}{2}$; 3) $W_{el} = \frac{Cu^2}{2}$;

4) $W_m = W - W_{el}$; 5) $i = \sqrt{\frac{2W_m}{L}}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	$F\sqrt{}$	П→x3	×	С/П	Fx^2	П→x2	×
1	2	÷	x→Пa (W)	С/П	П→x4	Fx^2	П→x1	×	2	÷
2	С/П	П→xa	—	К|x|	С/П	2	×	П→x2	÷	$F\sqrt{}$
3	С/П									

F АВТ; C — x⟶П1; L — x⟶П2; U — x⟶П3; u — x⟶П4; В/О; С/П — T felelet; С/П — W felelet; С/П — W_{el} felelet; С/П — W_m felelet; С/П — i felelet.

939. $i = -0{,}01\pi \sin 10^4 \pi t$; 0,2 ms; 5 kHz; 1 μC; 31,4 mA.

940. $q = 10^{-4} \cos 500t$;
$i = -0{,}05 \sin 500t$;
$u = 100 \cos 500t$;
50 mA; 100 V.

941. $q = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5 \pi t$;
$u = 20 \cos 10^5 \pi t$;
$i = -2{,}5 \sin 10^5 \pi t$; 20 V; 2,5 A.
26 mH.

942. $t = \frac{T}{6}$;

943. 25 ns.

944.

№	$\frac{u}{U_{max}}$	$\frac{t}{T}$
1	0,707	0,125
2	0,866	0,0833
3	0,999	0,005
4	1	0
5	0,0316	0,245
6	0	0,25

$$\frac{n}{U_{max}} = \sqrt{\frac{n}{n+1}};$$

$$\frac{t}{T} = \frac{\arccos\sqrt{\frac{n}{n+1}}}{2}$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x1	1	+	÷	F√	C/П	Fcos^{-1}	$F\pi$	÷
1	2	÷	C/П							

F ABT; n— x→П1; B/O; C/П — $\frac{u}{U_{max}}$ felelet; C/П — $\frac{t}{T}$ felelet.

945.

№	T, s	ν, Hz
1	$1{,}92\cdot10^{-3}$	520
2	$1{,}96\cdot10^{-4}$	$5{,}10\cdot10^{3}$
3	$2{,}17\cdot10^{-5}$	$4{,}61\cdot10^{4}$
4	$5{,}27\cdot10^{-6}$	$1{,}90\cdot10^{5}$
5	$3{,}34\cdot10^{-7}$	$2{,}99\cdot10^{6}$

$$T = 2\pi\sqrt{LC};\ \nu = \frac{1}{T}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	×	F√	Fπ	×	2	×	C/П	F 1/x	C/П

F ABT; C; B↑; L; B/O; C/П — T felelet; C/П — ν felelet.

946. 710 kHz-től 71 MHz-ig.

947. 5,1 μH.

948. 1,25-szorosan csökkent.

949. 0,01 μF.

950. 1) 0,01; 2) 1,26; 3) $3{,}64\times$ $\times 10^{-3}$; 4) 0,28; 5) 0,63 μF.

$$C_1 = \frac{C}{n^2-1}.$$

	0	1	2	3	4
0	Fx^2	1	—	÷	C/П

F ABT; ΔC; B↑; n; B/O; C/П — C_1 felelet.

951. 3-szorosára nőtt; 3-szorosára nőtt.

952. $\Phi = 0{,}008 \sin 16\pi t$;
$e = 0{,}4 \cos 16\pi t$; 0,4 V.

953. $e = 0{,}1\pi \cos 10\pi t$; a keret síkjának normálisa párhuzamos az indukcióvonalakkal; 5 s^{-1}; 0,01 Wb; 0,314 V.

954. 100.

955. a) Parabolát; b) szinuszgörbét.

956. Igen; nem.

957. 50 V; 0,4 s; 2,5 Hz;
$e = 50 \cos 5\pi t$.

958. 100 V; 0; —200 V.

959. 1) 66; 2) 190; 3) —260; 4) 0; 5) —14 V.

$$u_2 = \frac{u_1 \cos \varphi}{\cos 2\pi k}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	F cos	П→x2	×	П→x3	Fπ	×	2	×	F cos
1	÷	C/П								

F ABT; φ, rad — x⟶П1; u_1 — x⟶П2; k — x⟶П3; B/O; C/П — u_2 felelet.

960. 610 kV.

961. $u = 310 \cos 100\pi t$;
$i = 6{,}2 \cos 100\pi t$.

962. $\frac{\pi}{3}$; $\frac{2\pi}{3}$; $\frac{4\pi}{3}$; $\frac{5\pi}{3}$.

963. A felét.

964. a) Fokozódik; b) fokozódik.

965. 0,8 kΩ; 0,1 kΩ.

966. 36 μF.

967. a) gyengül; b) erősödik.

968. 63 Ω; 0,5kΩ.

969. 0,16 H.

970. a) Az elsőé növekszik, a másodiké csökken; b) az elsőé csökken, a másodiké növekszik.

971. a) Nem változik; b) 0-ról bizonyos értékig nő; c) csökken.

972. 1,6 μF.

973. 1) 503; 2) 375; 3) 2120; 4) 1840; 5) 236 Hz.

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	×	F$\sqrt{}$	Fπ	×	2	×	F 1/x	С/П

F АВТ; *L*; В↑; *C*; В/О; С/П — v felelet.

974. A hidroturbina fordulatszáma sokkal kisebb, mint a gőzturbináé.
975. Nem, mert a tekercs kiéghet.
976. 1/3; 2520; a primerben.
977. 550; 30.
978. 20 V.
979. I_2 növekszik; U_2 csökken; I_1 növekszik; U_1 gyakorlatilag nem változik.
980. $e=311\cos 100\pi t$; 220 V.
981. Igen, a vonatkoztatási rendszernek ugyanolyan sebességgel kell mozognia, mint az elektronoknak.
982. Az indukcióvonalak iránya ellenkezőjére változik.
983. Nem. Ha a vonatkoztatási rendszer a rendezett elektronmozgás sebességével fog mozogni, akkor a kristályrács pozitív ionjai a vonatkoztatási rendszer sebességével ellenkező irányban fognak elmozdulni. Az indukcióvonalak iránya az előző marad, ugyanis az elektronok és a rácsionok eredő sebessége nem változik.
984. A zivatarok alkalmával fellépő kisüléseknél túlnyomórészt közép- és hosszúhullámok gerjesztődnek.
985. 1 μs.
986. 4 m.
987. 11,5—12,5 MHz.
988. Növekszik.
989. 0,28 μF.
990. 206—619 m.
991. 1000 m.
992. 500.
993. 2 h 13 min 20 s.
994. 0,24 s.
995. 30 km.
996. 0,25 μW/m².
997. 12 mW/m².
998. $2\cdot10^{-11}$ J/m³.
999. 66 mW/m².
1000. 4 V/m.
1001. 5000.
1002. 4000; 37,5 km.
1003. 300 km.

1004.

№	$W_1\cdot10^{-2}$, J	P, W	y, m	k	I, W/m²	$\omega\cdot10^{-9}$ J/m³
1	2,1	21	90	3000	0,5	1,67
2	0,972	9,62	81	2190	0,205	0,682
3	5,33	46,4	123	2790	0,591	1,97
4	5,61	58,9	276	4450	0,165	0,549
5	3,51	42,1	39	1440	0,646	2,15

1) $W_1 = P_1\tau$; 2) $P = W_1 n$; 3) $y = c\tau$; 4) $k = \frac{y}{\lambda}$;

5) $I = \frac{P_1}{S}$; 6) $\omega = \frac{I}{c}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	С/П	П→x3	×	С/П	П→x4	П→x2	×
1	С/П	П→x5	÷	С/П	П→x1	П→x6	÷	С/П	П→x4	÷
2	С/П									

F–ABT; P_1 — x⟶П1; τ — x⟶П2; n — x⟶П3; c — x⟶П4; λ — x⟶П5; S — x⟶П6; B/O; С/П — W_1 felelet; С/П — P felelet; С/П y felelet; С/П — k felelet; С/П — I felelet; С/П — ω felelet.

1005. 8 min 20 s.

1006. $4{,}07 \cdot 10^{16}$ m.

1007. $c = 4lNv$; $c = 315\,000$ km/s.

1008. 300 400 km/s.

1009. 35°.

1012. A tükörfelület normálisának az alábbi szöget kell bezárnia a függőlegessel:

a) $45° - \frac{\alpha}{2} = 35°$;

b) $45° + \frac{\alpha}{2} = 55°$.

1013. A parthoz közeledik.

1014. 37 cm-re.

1015. Nem.

1016.

№	h, m	s, m
1	996	1990
2	1280	3450
3	702	2390
4	453	387
5	1000	1350

$h = \frac{H \sin(\beta + \alpha)}{\sin(\beta - \alpha)}$;

$s = \frac{h - H}{\operatorname{tg} \alpha}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	+	F sin	П→x3	×	П→x1	П→x2	—	F sin
1	÷	С/П	П→x3	—	П→x2	Ftg	÷	С/П		

F ABT; β — x⟶П1; α — x⟶П2; H — x⟶П3; B/O; C/П — — h felelet; C/П — s felelet.

1017. $1{,}24 \cdot 10^8$ m/s.
1018. Az alkoholban 1,2-szer nagyobb.
1021. 1,47.
1022. 19°, 28°.
1023. 48,3°.
1024. 50,6°.
1025. Ha $n=1$ vagy $\alpha=0$.
1026. 28,5°.
1027. 47,4°; a), b) nem függ.
1028. 74°.
1029. 58°.
1030. 36,7°; 41,8°; 42,1°; 77,8°; 83,6°.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \frac{1}{n}}.$$

—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	F sin	П→x1	F cos	П→x2	F 1/x	—	÷	F tg	C/П

F ABT; φ — x→П1; n — x→П2; B/O; C/П — α felelet.

1032. Jobb felé mozdul el párhuzamosan az eredeti helyzetével.
1033. 15 cm-re.
1034. 3,4 m.
1036. 1,2 cm.
1037. $a = d \dfrac{\sin(\alpha-\gamma)}{\cos}$;

$a = d \dfrac{\sin(\alpha-\gamma)}{\sin(90°-\gamma)}$;
mivel $\alpha < 90°$, ezért $\alpha < d$.
1038. A világítótesttől távolodva eredeti irányával párhuzamosan elmozdult.
1039. a) Tükör; b) hasáb.
1041. Növekszik.
1042. 1,8.
1043. 39°.
1044. 56°.
1045. a) 13°-kal lefelé; b) 20°-kal fölfelé.
1046. 390 THz; 750 THz.
1047. $2 \cdot 10^6$.
1048. 0,53 μm; vöröset, ugyanis a szem által észlelt szín nem a hullámhossztól, hanem a frekvenciától függ.
1049. 0,6 μm.
1050. 1°.
1051. Feketének.
1052. Nem.
1053. A felső ibolyaszínű, az alsó vörös.
1054. Az S pont és a látszólagos képe lesz a fényforrás.
1055. a) Erősödés; b) gyengülés.
1056. $\delta = S_1O - S_2O = 0$.
1057. a), b), c) gyengülés.
1058. Teljes kioltás.
1059. 2,4 mm.
1060. A megvilágítás maximumai közötti távolság: a), b) — növekszik; c) — csökken.
1062. Mivel a hártya lefelé vastagodik saját súlya folytán.
1063. Mindegyik hullámhosszra teljesül a megvilágítás maximumának a feltétele.
1064. A másodikkal.
1065. A maximumok közötti távolság növekszik.
1066. 580 nm.
1067. 1,5°.
1068. 31°; 42°; 4,3°; 4,1°; 4,1°.

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{k_2 \lambda_2 \sin \varphi_1}{k_1 \lambda_1} .$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	×	F 1/x	П→x3	F sin	×	П→x4	×	П→x5
1	×	F $\sin^{-1}$	C/П							

F ABT; λ_1 nm — x→П1; k_1 — x→П2; φ_1 — x→П3; k_2 — x→П4; λ_2, nm — x→П5; B/O; C/П — φ_2 felelet.

1069. 10 μm.

1070. 11 cm.

1072. A részben polarizált visszavert fény nem megy át a polaroid lemezen, és nem fogja »vakítani« a szemünket.

1073. 500 THz; 600 nm.

1074. 600 THz.

1075. Egyező.

1076. c.

1077. $t = \frac{l}{2c} = 27{,}8$ ns.

1078. 0,976 c.

1079. 0,198 c; 0,800 c; 0,988 c; 0,357 c; 0,900 c; 0,0621 c.

$$v = \frac{n+m}{1+nm} c.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	+	П→x1	П→x2	×	1	+	÷	C/П

F ABT; n — x→П1; m — x→П2; B/O; C/П — v felelet.

1080. A fényjelzést 4 s-mal hamarabb.

1081. 1,67 a. t. e.

1082. 7,09-szorosára.

1083. 5,18 a. t. e.-gel.

1084. 0,968 c.

1085. 0,866 c; nem nő meg, mivel a tápanyagok nyugalomban vannak az űrhajóhoz kötött vonatkoztatási rendszerben, és tömegük e rendszerben változatlan marad.

1086. $1{,}055 \cdot 10^{11}$ C/kg.

1087. 4,3 Mt-val.

1088. 10^{-11} kg-mal megnőtt.

1089. $5 \cdot 10^{-17}$ kg-mal.

1090. 3,2 mg-mal.

1091. Az összesített tömeg elenyészően kevéssel kisebb lesz 2 kg-nál, ugyanis csökken a gravitációs kölcsönhatás potenciális energiája.

1092. $8{,}4 \cdot 10^{-12}$ kg-mal lett nagyobb.

1093. $3{,}7 \cdot 10^{-12}$ kg-mal megnő.

1094. Az égéstermékek nyugalmi tömege $3{,}2 \cdot 10^{-10}$ kg-mal kisebb.

1095. 0,128 MeV.

1096. 11 700-szor; 6,44 a. t. e.

1097. 1) 10,4; 3330; 10,9; 26,3; 7,36; 8,57; 2) 0,995 c; $\approx c$; 0,996 c; 0,999 c; 0,991 c; 0,993 c.

$$\frac{m}{m_0} = \frac{E}{m_0 c^2} + 1;$$

$$v = \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}\, c.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	÷	1	+	C/П	F 1/x	Fx²	1	—
1	/—/	F√	C/П							

F ABT; E — x→П1; m_0c^2, MeV — x→П2; B/O; C/П — m/m_0 felelet; C/П — v felelet.

1098. 0,511 MeV.

1099. $6{,}69 \cdot 10^{-19}$ kg·m/s.

1100. a) Növekszik; b) csökken; c) növekszik; d) csökken; e) nem változik; f) növekszik.

1101. Megvilágítjuk a lemezt és pozitív töltésű rudat közelítünk hozzá.

1102. 4,2 eV.

1103. 4,26 eV.

1104. 4,4 eV.

1105. 564 nm.

1106. Nem jön létre, mivel a fotoeffektus hosszúhullámú határa a cink esetében 295 nm.

1107. 3,14 eV.

1108. 1,9 eV.

1109. 94,3 nm.

1110.

№	ν, Hz	E		m		p
		J	eV	a. t. e.	kg	kg·m/s
1	$3{,}00 \cdot 10^{13}$	$1{,}99 \cdot 10^{-20}$	0,124	$1{,}33 \cdot 10^{-10}$	$2{,}22 \cdot 10^{-37}$	$6{,}64 \cdot 10^{-29}$
2	$5{,}45 \cdot 10^{14}$	$3{,}62 \cdot 10^{-19}$	2,26	$2{,}43 \cdot 10^{-9}$	$4{,}03 \cdot 10^{-36}$	$1{,}21 \cdot 10^{-27}$
3	$2{,}73 \cdot 10^{15}$	$1{,}81 \cdot 10^{-18}$	11,3	$1{,}21 \cdot 10^{-8}$	$2{,}01 \cdot 10^{-35}$	$6{,}04 \cdot 10^{-27}$
4	$9{,}68 \cdot 10^{17}$	$6{,}42 \cdot 10^{-16}$	4010	$4{,}30 \cdot 10^{-6}$	$7{,}15 \cdot 10^{-33}$	$2{,}14 \cdot 10^{-24}$
5	$2{,}50 \cdot 10^{21}$	$1{,}66 \cdot 10^{-12}$	$1{,}04 \cdot 10^{7}$	$1{,}11 \cdot 10^{-2}$	$1{,}85 \cdot 10^{-29}$	$5{,}54 \cdot 10^{-21}$

1) $\nu = \frac{c}{\lambda}$; 2) $E = h\nu$ (h, J·s); E, eV $= \frac{E,\ \text{J}}{1{,}60 \cdot 10^{-19},\ \text{J/eV}}$;

3) $m = \frac{E}{c^2}$ (c^2, eV/a. t. e.); m, kg $= m$, a. t. e.·1,66×

×10^{-27} kg/a. t. e.; 4) $p = mc$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	3	ВП	8	П→x1	÷	С/П	6	·	6	3
1	ВП	3	4	/—/	×	С/П	1	·	6	ВП
2	1	9	/—/	÷	С/П	9	3	1	·	5
3	ВП	6	÷	С/П	1	·	6	6	ВП	2
4	7	/—/	×	С/П	3	ВП	8	×	С/П	

F.ABT; λ — x→П1; В/О; С/П — ν, Hz felelet; С/П — E, J felelet; С/П — E, eV felelet; С/П — m, a. t. e. felelet; С/П — m, kg felelet; С/П — p, kg·m/s felelet.

1111. 1,5 eV.

1112. 530 km/s.

1113. 330 nm.

1114. 7,9 V.

1115. $h=\frac{e(U_2-U_1)}{\nu_2-\nu_1}$; $h=4{,}17\times10^{-15}$ eV·s$=6{,}7\times10^{-34}$ J·s.

1116. $U_z=-\frac{A_k}{e}+\frac{h}{e}\nu$.

Annak az anyagnak az esetében, amelynél az $U_z(\nu)$ függvényt a II. grafikon fejezi ki. Az adott anyag kilépési munkájának és az elemi töltésnek a hányadosát adják meg.

1117. $2{,}62\cdot10^{-19}$ J$=1{,}63$ eV; $5{,}23\cdot10^{-19}$ J$=3{,}26$ eV.

1118. a) A röntgensugarakhoz; b) a látható sugarakhoz.

1119. 310 nm.

1120. $1{,}23\cdot10^{20}$ Hz; 2,43 pm.

1121. $6{,}63\cdot10^{-27}$ kg·m/s.

1122. $1{,}6\cdot10^{-27}$ kg·m/s.

1123. 1480 km/s.

1124.

Fém	Lítium	Platina	Cézium	Cink	Volfrám
$E\cdot10^{-19}$, J	16	28	0,53	0,95	—
v, km/s	1900	2500	340	460	—
λ_{max}, nm	520	230	690	300	280

$$E=\frac{hc}{\lambda}-A;\quad v=\sqrt{\frac{2E}{m_e}};\quad \lambda_{max}=\frac{hc}{A}.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6	·	6	3	ВП	3	4	/—/	В↑	3
1	ВП	8	×	x→Па (*hc*)	П→x1	÷	П→x2	—	С/П	2
2	×	9	·	1	1	ВП	3	1	/—/	÷
3	F$\sqrt{}$	С/П	П→xa	П→x2	÷	С/П				

F ABT; λ, m — x⟶П1; *A*, J — x⟶П2; В/О; С/П — *E*, J felelet; С/П — *v*, m/s felelet; С/П — λ_{max}, m felelet.

1125. 0,99 μm.
1126. 53; $5 \cdot 10^{13}$.
1127. Nem változik meg.
1128. 41 kV.
1129. 62 pm.
1130. 0,1 %.
1131. 1,21 pm-rel.
1132. 22,43 pm.
1133. 10 pm.
1134. 28,8°.
1135. 0,1 MeV.
1136. a) $6{,}63 \cdot 10^{-23}$ kg·m/s;
b) $1{,}14 \cdot 10^{-22}$ kg·m/s.
1137. $4{,}44 \cdot 10^{-23}$ kg·m/s.
1138. A fehérre 2-szer nagyobb.
1139. 58 nap; 125 000 km.
1140. A kisugárzott fotonok energiája kisebb.
1141. 486 nm.
1142. 253 nm.
1143. 85,3 nm.
1144. Az egyszeres és a kétszeres, mivel a foton energiája 49,5 eV.
1145. 9-szeresen megnő; a negyedére csökken.
1146. 5,4-szer.
1147. 486 nm; 434 nm; 410 nm.
1148. $1{,}097 \cdot 10^{7}$ m^{-1}.
1149. 121,5 nm.
1150. 91,2 nm-est vagy rövidebbet.
1151. 2,14 Mm/s.
1152. A rövid hullámhosszú fotonok gerjesztik a luminofor atomjait, amelyek, miközben visszatérnek az alapszintre, közbülső energiaszinteken mennek át.
1153. Az oldat gerjesztett atomjai közbülső energiaszinteken mennek át, s eközben látható fényt sugároznak ki.
1154. 5 mJ; 1 kW.
1155. $1{,}3 \cdot 10^{17}$.
1156. 8,84 MW/m^2; a lézer sugáráramának sűrűsége $6{,}5 \cdot 10^{5}$-szer nagyobb.
1157. Alulról fölfelé.
1158. $6 \cdot 10^{7}$ m/s.
1159. A részecskeszámláló a kozmikus sugarakra reagál.
1160. A megfigyelőtől az ábra síkja mögé.
1161. Hogy megakadályozzák a veszélyes kisugárzást (az ólom elnyeli a töltött részecskéket).

1162. A kobaltágyú áramforrás nélkül működik, kisebb méretű, a γ-sugarak áthatolóképessége nagyobb, mint a röntgensugaraké.

1163. A légkör felső rétegeiben.

1164. 4,7 MeV; 4,4 ns; $3{,}4 \cdot 10^{15}$ m/s^2.

1165. α-bomlás következtében.

1166. β-bomlás következtében.

1167. $^{238}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$;

$^{209}_{82}\mathrm{Pb} \longrightarrow {}^{209}_{83}\mathrm{Bi} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$.

1168. $^{226}_{88}\mathrm{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

modulusukat tekintve az impulzusok egyenlők, a ^{4}He energiája 55,5-szer nagyobb a ^{222}Rn energiájánál.

1169. 0,29.

1170. 4 nap.

1171. 1) 50; 2) 11,1; 3) 54,5; 4) 7,43; 5) 0,0173; 6) 80,8%.

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}} 100\%.$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	÷	/—/	2	Fx^y	1	0	0	×	C/П	

F ABT; t; B↑; T; B/O; C/П — $\frac{N}{N_0} \cdot 100\%$ felelet.

1174. Z és M nem változik, a tömeg a γ-kvantum tömegével csökken.

1175. Z és M 1-gyel csökken; Z nem változik; M 1-gyel csökken.

1176. 1) 2,23; 1,11; 2) 32,0; 5,33; 3) 39,2, 5,60; 4) 92,2, 7,68; 5) 128; 7,98; 6) 225 MeV; 8,33 MeV/nukleon.

$E_k = [Zm_p + (A-Z)m_n - M_{at}]c^2$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	П→x1	П→x2	—	П→x3	×	П→x2	П→x4	×	+	П→x5
1	—	П→x6	×	С/П	П→x1	÷	С/П			

F ABT; A — x→П1; Z — x→П2; m_n — x→П3; $^1_1$H — x→ →П4; M_{at} — x→П5; c^2, MeV (a. t. e.) — x→П6; B/O; C/П — — E_k, MeV felelet; C/П — $\frac{Ek}{A}$, MeV/nukleon felelet.

1177. 105 MeV.

1178. $^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{30}_{14}\mathrm{Si} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$.

1179. $^{14}_{5}\mathrm{B} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{1}_{0}n$.

1180. $^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}_{2}\mathrm{He} + {}_{3}\mathrm{Li}$.

1181. $^{253}_{99}\mathrm{Es} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{256}_{101}\mathrm{Md} + {}^{1}_{0}n$.

1182. $^{242}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{22}_{10}\mathrm{Ne} \longrightarrow$

$\longrightarrow {}^{260}_{104}\mathrm{Ku} + 4\,{}^{1}_{0}n$.

1183. $^{24}_{11}\mathrm{Na}$; $^{25}_{12}\mathrm{Mg}$; $^{1}_{1}\mathrm{H}$; $^{1}_{1}\mathrm{H}$.

1184. $^{63}_{30}\mathrm{Zn}$; $^{62}_{36}\mathrm{Zn}$; $^{62}_{29}\mathrm{Cu}$.

1185. $^{56}_{26}\mathrm{Fe} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{54}_{25}\mathrm{Mn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$;

$^{54}_{26}\mathrm{Fe} + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{54}_{25}\mathrm{Mn} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$.

1186. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$;
$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{14}_{7}N$.

1187. $^{56}_{26}Fe + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{56}_{25}Mn + {}^{1}_{1}H$;
$^{56}_{25}Mn \longrightarrow {}^{56}_{26}Fe + {}^{0}_{-1}e$.

1188. Elnyelődik; felszabadul; elnyelődik.

1189. 15 MeV.

1190. 17 MeV.

1191. 2,8 MeV.

1193. 8,7 MeV.

1194. A báriumé 64 MeV, a kriptoné 104 MeV.

1195. A szénben.

1196. 23 MWH; 2,8 t.

1197. 53 MW.

1198. 17,6 MeV.

1200. $2^{10} = 1024$-szer.

1201. 14 cm.

1202. Nem, ugyanis az egy év alatt elnyelt dózis 8,4 mGr.

1203. Pozitron.

1204. Pozitron.

1205. Neutron; $^{13}_{7}N \longrightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$.

1206. $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + \gamma$; $1{,}6 \cdot 10^{20}$ Hz; 0,95.

1207. $3 \cdot 10^{19}$ Hz.

1208. 2,2 MeV.

1209. 0,42 MeV.

1210. 2,4 pm.

1211. $1{,}63 \cdot 10^{22}$ Hz.

TARTALOM

Előszó 3

MECHANIKA

I. fejezet. A kinematika alapjai 5
II. fejezet. A dinamika alapjai 23
III. fejezet. Megmaradási törvény 49
IV. fejezet. Mechanikai rezgések és hullámok 62

MOLEKULÁRIS FIZIKA ÉS TERMODINAMIKA

V. fejezet. A molekuláris kinetikus elmélet alapjai . . . 67
VI. fejezet. A termodinamika alapjai 85

ELEKTRODINAMIKA

VII. fejezet. Elektromos tér 95
VIII. fejezet. Az egyenáram törvényei 106
IX. fejezet. Mágneses tér 115
X. fejezet. Az elektromos áram különböző közegekben . . 120
XI. fejezet. Elektromágneses indukció 126
XII. fejezet. Elektromágneses rezgések 131
XIII. fejezet. Elektromágneses hullámok 138
XIV. fejezet. Fényhullámok 140
XV. fejezet. A relativitáselmélet elemei 149

KVANTUMFIZIKA

XVI. fejezet. Fénykvantumok. A fény hatásai 152
XVII. fejezet. Az atom és atommag 157
Melléklet 165
Feleletek 171

E

tomeg

28
58,71

46
106,4
UM

78
195,09

ntetve
gszáma

96
n [247]
UM

103
r) [256]
RENCIUM)

Az elektron töltése:
$e = -1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C

Az elektron nyugalmi tömege:
$m_e = 9{,}1095 \cdot 10^{-31}$ kg =
$= 5{,}486 \cdot 10^{-4}$ a. t. e.

A proton nyugalmi tömege:
$m_p = 1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ kg =
$= 1{,}00728$ a. t. e.

A neutron nyugalmi tömege:
$m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ kg =
$= 1{,}00866$ a. t. e.

A vákuumbeli fénysebesség:
$c = 2{,}9979 \cdot 10^{8}$ m/s

2. Az alapállandók származékai

Az elektron töltésének és tömegének hányadosa: $\frac{|e|}{m_e} = 1{,}759 \cdot 10^{11}$ C/kg

Faraday-állandó: $F = eN_A =$
$= 9{,}648 \cdot 10^{4}$ C/mol

3. Mennyiségek normálértéke

Légnyomás: $p_0 = 101\,325$ Pa

A szabadesés gyorsulása: $g_h = 9{,}80665$ m/s^2

állandók

Gravitációs állandó:
$G = 6{,}672 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$

Elektromos állandó:
$\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F/m}$

Mágneses állandó:
$\mu_0 = 1{,}257 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{H/m}$

Planck-állandó:
$h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s} =$
$= 4{,}136 \cdot 10^{-15}\ \mathrm{eV \cdot s}$
$h = 1{,}0546 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s} =$
$= 6{,}586 \cdot 10^{-16}\ \mathrm{eV \cdot s}$

4. Gázállandók

Univerzális (egyetemes) gázállandó (mólos):	$R = 8{,}314\ \mathrm{J/(mol \cdot K)}$
Avogadro-állandó:	$N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$
Boltzmann-állandó:	$k = 1{,}3807 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{J/K}$

5. Normálállapotú gázra vonatkoztatott mennyiségek értéke

Az ideális gáz moltérfogata:	$V_m = 22{,}414 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/mol}$
A hang sebessége a levegőben:	$v_h = 331{,}46\ \mathrm{m/s}$

KÉMIAI ELEMEK MENGYELEJEV-

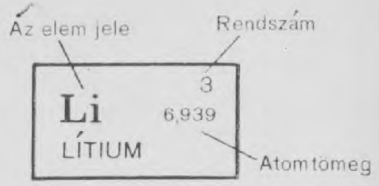
I	II	III	IV	V
{H}				
3 **Li** 6,939 LÍTIUM	4 **Be** 9,0122 BERILLIUM	5 10,811 **B** BÓR	6 12,01115 **C** SZÉN	7 14,0067 **N** NITROGÉN
11 **Na** 22,9898 NÁTRIUM	12 **Mg** 24,305 MAGNÉZIUM	13 26,9815 **Al** ALUMÍNIUM	14 26,086 **Si** SZILÍCIUM	15 30,9738 **P** FOSZFOR
19 **K** 39,102 KÁLIUM	20 **Ca** 40,08 KÁLCIUM	21 **Sc** 44,956 SZKANDIUM	22 **Ti** 47,90 TITÁN	23 **V** 50,942 VANÁDIUM
29 63,546 **Cu** RÉZ	30 65,37 **Zn** CINK	31 69,72 **Ga** GALLIUM	32 72,59 **Ge** GERMÁNIUM	33 74,9216 **As** ARZÉN
37 **Rb** 85,47 RUBÍDIUM	38 **Sr** 87,62 STRONCIUM	39 **Y** 88,905 ITTRIUM	40 **Zr** 91,22 CIRKÓNIUM	41 **Nb** 92,906 NIÓBIUM
47 107,868 **Ag** EZÜST	48 112,40 **Cd** KADMIUM	49 114,82 **In** INDIUM	50 118,69 **Sn** ÓN	51 121,75 **Sb** ANTIMON
55 **Cs** 132,905 CÉZIUM	56 **Ba** 137,34 BÁRIUM	57 **La*** 138,91 LANTÁN	72 **Hf** 178,49 HAFNIUM	73 **Ta** 180,946 TANTÁL
79 196,967 **Au** ARANY	80 200,59 **Hg** HIGANY	81 204,37 **Tl** TALLIUM	82 207,19 **Pb** ÓLOM	83 208,980 **Bi** BIZMUT
87 **Fr** [223] FRANCIUM	88 **Ra** [226] RÁDIUM	89 **Ac**** [227] AKTÍNIUM	104 **Ku** [260] KURCSATOVIUM	105

*LANTANOIDÁK

58 40,12	59 **Pr** 140,907 PRAZEODÍMIUM	60 **Nd** 144,24 NEODÍMIUM	61 **Pm** [147]* PROMÉTIUM	62 **Sm** 150,35 SZAMÁRIUM	63 **Eu** 151,96 EURÓPIUM	64 **Gd** 157,25 GADOLÍNIUM
65 8,924	66 **Dy** 162,50 DISZPRÓZIUM	67 **Ho** 164,930 HOLMIUM	68 **Er** 167,26 ERBIUM	69 **Tm** 168,934 TÚLIUM	70 **Yb** 173,04 ITTERBIUM	71 **Lu** 174,97 LUTÉCIUM

FÉLE PERIÓDUSOS RENDSZERE

VI	VII	VIII		
	1 1,00797 **H** HIDROGÉN	2 4,0026 **He** HÉLIUM		
8 15,9994 **O** OXIGÉN	9 18,9984 **F** FLUOR	10 20,179 **Ne** NEON		
16 32,064 **S** KÉN	17 35,453 **Cl** KLÓR	18 39,948 **Ar** ARGON		
24 **Cr** 51,996 KRÓM	25 **Mn** 54,9380 MANGÁN	26 **Fe** 55,847 VAS	27 **Co** 58,9332 KOBALT	28 **Ni** 58,71 NIKKEL
34 78,06 **Se** SZELÉN	35 79,904 **Br** BRÓM	36 83,80 **Kr** KRIPTON		
42 **Mo** 95,94 MOLIBDÉN	43 **Tc** [99] TECHNÉCIUM	44 **Ru** 101,07 RUTÉNIUM	45 **Rh** 102,905 RÓDIUM	46 **Pd** 106,4 PALLÁDIUM
52 127,60 **Te** TELLÚR	53 126,9044 **I** JÓD	54 131,30 **Xe** XENON		
74 **W** 183,85 VOLFRÁM	75 **Re** 186,2 RÉNIUM	76 **Os** 190,2 OZMIUM	77 **Ir** 192,2 IRÍDIUM	78 **Pt** 195,09 PLATINA
84 [210]* **Po** POLÓNIUM	85 [210] **At** ASZTÁCIUM	86 [222] **Rn** RADON		



Szögletes zárójelben fel van tüntetve a legstabilabb (vagy a leginkább tanulmányozott*) izotópok tömegszáma

**AKTINOIDÁK

90 **Th** 232,038 TÓRIUM	91 **Pa** [231] PROTAKTÍNIUM	92 **U** 238,03 URÁN	93 **Np** [237] NEPTÚNIUM	94 **Pu** [244] PLUTÓNIUM	95 **Am** [243] AMERÍCIUM	96 **Cm** [247] KŰRIUM
97 **Bk** [247] BERKÉLIUM	98 **Cf** [252]* KALIFORNIUM	99 **Es** [254] EINSTEINIUM	100 **Fm** [257] FERMIUM	101 **Md** [257] MENDELÉVIUM	102 **(No)** [255] (NOBÉLIUM)	103 **(Lr)** [256] (LAURENCIUM)