

FELADATOK



A példák megoldásához szükséges állandók és adatok a [30. FÜGGELÉK](#) fejezetben található.

1. Mekkora lenne a normálállapotú levegő ($T = 0^\circ\text{C}$, $p = 101 \text{ kPa}$) oxigén és nitrogén molekuláinak sebessége, ha valamennyien ugyanakkora mozgási energiával rendelkeznének? (Oxigénre: $\approx 460 \text{ m/s}$; nitrogénre: $\approx 490 \text{ m/s}$)
2. Hány fokon duplázódik meg (testhőmérsékletéhez viszonyítva) a fehérjemolekula H-kötéseiben a termikus hibahelyek száma, ha a kötési energia $18,8 \text{ kJ/mol}$? ($342,9 \text{ K}$)
3. Hány termikus hibahely van közelítőleg egy 1400 hidrogén kötést tartalmazó fehérje molekulában 37°C -on, ha a kötési energia $18,8 \text{ kJ/mol}$? (≈ 1)
4. A kötések hány %-a van felszakított állapotban testhőmérsékleten, különböző kötési energiák (200 kJ/mol , ill. $0,5 \text{ kJ/mol}$) esetén? ($2 \cdot 10^{-32} \%$, ill. 45%)
5. Mekkora kötési energia esetén marad meg a kötések $99,9 \%$ -a testhőmérsékleten? ($17,8 \text{ kJ/mol}$, $2,97 \cdot 10^{-20} \text{ J/kötés}$)
6. Egy lángfotométerben a láng hőmérséklete 800°C . A lángba befecskendezett nátrium atomok hány százaléka gerjesztődik, ha az emittált sárga fény hullámhossza 590 nm ? ($1,5 \cdot 10^{-8} \%$)
7. Nyugodt, 5°C hőmérsékletű léggömb feltételezve mekkora magasságban csökkenne felére, ill. e -edrészére az oxigénkoncentráció? (5 km ; ill. $7,1 \text{ km}$)
8. A teljes elektromágneses spektrum optikai tartományában a látható sáv hullámhosszhatárai — kerekítve — $400\text{-}800 \text{ nm}$. Számítsuk ki a megfelelő fotonenergia-intervallum határait eV egységben. ($3,1$ — $1,55 \text{ eV}$)
9. Milyen hullámhosszúságú fény okoz fotokémiai hatást, ha az ehhez szükséges energia 240 kJ/mol ? (495 nm)
10. Szemünk a sárgászöld fényre a legérzékenyebb és kb. $2 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ intenzitás már fényérzetet kelt. Hány foton kell legalább másodpercenként a fényérzet kialakulásához? A pupilla átmérőjét vegyük 5 mm -nek. (109 foton/s)
11. Becsülje meg fizikai optikai ismeretei alapján azt, hogy mekkora legyen a szemüktől 1 m -re levő két pont távolsága ahhoz, hogy még megkülönböztethessük őket? Mekkora látószög tartozik e két ponthoz? ($0,3 \text{ mm}$, 1 ívperc)
12. A szem ideghártyájára jutó $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ hullámhosszúságú egyetlen foton látásérzetet kelt. A látóidegpálya két adott pontja közötti 100Ω ellenálláson az említett foton hatására 10^{-4} s ideig 10^{-5} V potenciálkülönbség lép fel.
 - a) Mekkora az említett foton energiája? ($3,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
 - b) Az idegpályán keletkező elektromos jel energiája hányszorosa a foton energiájának? (250)
13. Egy CO_2 lézer 20 W teljesítményű infravörös fényét $0,1 \text{ mm}$ átmérőjű körfelületre fókuszáljuk. Mekkora lesz a sugárzás teljesítménysűrűsége (intenzitása)? ($2,5 \cdot 10^9 \text{ W/m}^2$)
14. A CO_2 lézer fényének hullámhosszánál ($10,6 \mu\text{m}$) az izom gyengítési együtthatója 800 cm^{-1} , a Nd-YAG lézer hullámhosszánál ($1,06 \mu\text{m}$) $5,7 \text{ cm}^{-1}$. Milyen vastag izomrétegben nyelődik el a két lézer fényenergiájának 90% -a? ($0,03 \text{ mm}$, ill. 4 mm)
15. A szem optikai közegei az argonion-lézer 488 nm -es hullámhosszán a vízéhez hasonlóan kb. 10^{-4} cm^{-1} -es gyengítési együtthatóval jellemezhetők, a véré pedig ugyanezen hullámhossznál 330 cm^{-1} .
 - a) Hány % - os energiavesztéssel éri el a 488 nm -es lézertény a szemfeneket, ha az úthossz a szemben $2,5 \text{ cm}$? (kb. $0,025 \%$)
 - b) E lézersugárral a szemfenéken egy kapillárist céloztunk meg fotokoaguláció céljából. Milyen vastag vérréteg csökkenti e fény intenzitását a felére? ($0,02 \text{ mm}$)
16. Egy konvex lencse elé, attól 12 cm -re egy tárgyat helyezünk el. A kép a lencse mögött 36 cm -re keletkezik. Mekkora a lencse fókusz-távolsága, a dioptriában kifejezett törőereje, és mekkora a nagyítás? (9 cm , $11,1 \text{ dpt}$, $N = 3$)
17. Mekkora a mikroszkóppal feloldható legkisebb távolság, ha az objektív nyílásszöge 140° , cédrusolaj immerziót ($n = 1,5$) használunk és a megvilágító fény sárgászöld ($\lambda = 520 \text{ nm}$)? ($2,25 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$)
18. Számítsuk ki, hogy ha a refraktométer prizmai (törésmutató: $1,739$) közé desztillált vizet (törésmutató: $1,333$) cseppentünk,
 - (a) mekkora lesz a határszög? (50°)
 - (b) Hogyan változik meg a határszög értéke (a határvonal helyzete), ha desztillált víz helyett egészséges ember vérplazmáját (70 g/l fehérje-koncentráció) használjuk? A vérplazma törésmutatóját az [4. REFRAKTOMETRIA](#) fejezet 14. ábráján látható kalibrációs görbéről olvassuk le! ($50,85^\circ$)
 - (c) Hány százalékkal csökken a fény terjedési sebessége a prizmban a desztillált vízhez képest? ($23,4 \%$) Számítsuk ki a csökkenést levegő/prizma összeállításra is! (A levegő törésmutatóját vegyük 1 -nek!) ($42,5 \%$)
19. Mennyi energiát veszít sugárzás révén 1 óra alatt az az ember, akinek testfelülete $0,8 \text{ m}^2$, ha a környezet hőmérséklete 20°C ? A bőrfelület hőmérséklete 27°C . (120 kJ)

20. Mekkora hőmérsékletű környezet sugározza vissza felét annak az energiának, amit $28\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet mellett kisugárzunk? ($-20\text{ }^\circ\text{C}$)
21. Röntgensőre adott 80 kV anódfeszültség és 6 mA erősségű anódáram mellett röntgensugárzás keletkezik.
- Mekkora a röntgenfotonok maximális energiája? ($80\text{ keV} = 1,28 \cdot 10^{-14}\text{ J}$)
 - Mekkora a minimális hullámhossz? (15 pm)
 - Mekkora a kisugárzott teljesítmény, ha az anód volfrám ($Z = 74$)? ($3,125\text{ W}$)
 - Mekkora a hatásfok? ($0,65\%$)
 - Mennyi hő keletkezik percenként? ($28,6\text{ kJ}$)
 - Mekkora sebességgel érik el az elektronok az anódot? (Tekintsünk el a relativisztikus tömegnövekedéstől!) ($1,68 \cdot 10^8\text{ m/s}$)
 - Hány elektron érkezik az anódra másodpercenként? ($3,75 \cdot 10^{16}$)
22. Mekkora a röntgensugarak intenzitása a röntgenső fókuszától 1 méter távolságban, ha 50 kV anódfeszültség és 5 mA anódáram mellett $0,37\%$ -os hatásfokkal keletkezik röntgensugárzás? Feltételezzük, hogy pontszerű fókuszról kiindulva 2π térszögben (félgömbben) egyenletesen oszlik el a sugárzás. ($0,147\text{ W/m}^2$)
23. Milyen vastag alumíniumlemez nyeli el a röntgensugárzás 90% -át, ha az alumínium tömeggyengítési együtthatója $0,171\text{ cm}^2/\text{g}$ erre a sugárzásra nézve? (5 cm)
24. Valamely gamma-sugárzás felezési rétegvastagsága ólomban 3 mm . Milyen vastag ólomlemezzel lehetne a sugárzás intenzitását tizedrészére csökkenteni? Mekkora az ólom gyengítési együtthatója az adott sugárzásra vonatkozólag? (1 cm ; $2,31\text{ cm}^{-1}$)
25. A felezési réteg hányszorosa gyengíti a sugárzás intenzitását 95% -kal? ($4,33$)
26. Hány százalékra gyengíti a sugárzás intenzitását a $3,33$ -szoros felező réteg? (10%)
27. Valamely béta-sugárzás intenzitását egy alumínium-lemez $29,2\%$ - kal csökkenti. Hány-szoros rétegben alkalmazott lemez esetén nyerjük a felezési réteget? (kétszeres)
28. Egy $0,66\text{ MeV}$ energiájú γ -foton Compton-effektusban adja le energiáját egy anyaggal való kölcsönhatásában. A kilépési munka 50 eV . Mekkora a szórt foton energiája és hullámhossza, ha a kilépő elektron sebessége $6 \cdot 10^7\text{ m/s}$ és a relativisztikus tömegnövekedéstől eltekintünk? ($649,7\text{ keV} \approx 1,04 \cdot 10^{-13}\text{ J}$; $1,9\text{ pm}$)
29. Mekkora a nyugvó neutron bomlásakor keletkező β^- részecske lehetséges legnagyobb energiája? ($9,8 \cdot 10^{-14}\text{ J} \approx 0,61\text{ MeV}$)
30. Kedden és csütörtökön reggel 8^{oo} -kor 5 - 5 páciens vizsgálatához fejenként 2 MBq ^{24}Na izotópra van szükségünk. Mekkora aktivitású ^{24}Na -nak kell érkeznie, ha az izotópszállítmányt hétfőn 16^{oo} -kor vesszük át? ($0,213\text{ GBq}$)
31. Egy radioaktív készítményben kétfajta izotóp van jelen. Megfigyelésünk kezdetén a két izotóp azonos aktivitású volt. Az egyik felezési ideje 15 óra , a másiké $2,5\text{ nap}$. Mi lesz a két izotóp aktivitásának relatív eloszlása 3 nap , ill. 10 nap múlva? ($12,1:1$ ill. $4096:1$)
32. 2 MBq ^{32}P preparátum aktivitása mennyi idő alatt csökken $0,1\text{ kBq}$ -re? (kb. 205 nap)
33. 30 órával ezelőtt érkezett $0,5\text{ GBq}$ ^{24}Na -izotóp. Most kimérünk belőle 50 MBq mennyiséget. Az érkezéstől számított, mennyi idő múlva lesz a maradék aktivitása 50 MBq ? ($38,8\text{ óra}$)
34. Mekkora aktivitású az $1\text{ }\mu\text{g}$ tömegű hordozómentes ^{131}I ? ($4,636\text{ GBq}$)
35. Hány mól radioaktív jódegyület van a $0,5\text{ MBq}$ aktivitású ^{131}I készítményben? ($8,3 \cdot 10^{-13}\text{ mól}$)
36. Hány radioaktív jódatom van $2,4\text{ MBq}$ aktivitású ^{131}I készítményben? ($2,4 \cdot 10^{12}$)
37. Mekkora a kén biológiai felezési ideje a bőrben, ha a vizsgálat kezdetén a bőr 1 grammjában 6 kBq , 2 hét múlva pedig $3,45\text{ kBq}$ ^{35}S -t találtunk? ($T_{\text{eff}} = 17,4\text{ nap}$, $T_{\text{biol}} = 22\text{ nap}$)
38. Pajzsmirigy-rák radiojód-terápiája előtt meg kell határozni a pajzsmirigy jódfelvevő és tároló képességét. Az e célból ^{131}I izotóppal végzett vizsgálat során, a tárolási görbe leszálló szakaszán a pajzsmirigyben (fantomhoz képest) a beadás után 24 órával $85,5\%$ újabb 24 óra elteltével 65% aktivitást találtak. Hány óra a vizsgált pajzsmirigynek jódra vonatkozó biológiai felezési ideje? ($T_{\text{biol}} = 60,7\text{ óra}$)
39. 5 MBq aktivitású α -sugárzó izotópunk van. Az α -részecskék energiája $6,2\text{ MeV}$. A teljes energiát $0,1\text{ kg}$ vízben nyeljük el. Hány fokkal emelkedik a víz hőmérséklete $1/2\text{ óráig}$ tartó besugárzás alatt? (A fizikai bomláscsökkenéstől eltekintünk.) ($2,1 \cdot 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}$)
40. 80 g tömegű pajzsmirigyben $0,2\text{ GBq}$ aktivitású ^{131}I izotóp $7,5\text{ nap}$ effektív felezési idővel bomlik. Számítsuk ki a pajzsmirigy által az izotóp teljes lebomlásáig elnyelt dózist, ha a kibocsátott β^- -részecskék átlagenergiája $0,18\text{ MeV}$. ($67,5\text{ Gy}$)

41. Mekkora a kezekre kapott dózis, ha egy 680 MBq aktivitású ^{24}Na -oldatot tartalmazó kémcsövet 30 másodpercig tartunk a kezünkben? A folyadék és a kéz távolságát vegyük 1 cm-nek! (kb. 25 mGy_{lev}) Számítsuk ki, mennyi lesz a kapott dózis, ha egy kb. 20 cm-es fogóval fogjuk meg a kémcsövet! (kb. 62,5 μGy_{lev}) Tanulság?
42. Mekkora dózist kap a direkt sugárzásból 1 perces röntgenátvilágítás alatt a páciens, ha 0,5 W/m² intenzitású röntgensugárral világítjuk meg. Az átvilágított test vastagsága 20 cm. A testszövet átlagos tömeggyengítési együtthatója 0,166 cm²/g. (kb. 0,14 Gy)
43. Egy 70 kg-os strandolónak 0,4 m² nagyságú bőrfelülete percenként, négyzetcentiméterenként átlagosan 4,2 J-nyi energiát nyel el a napsugárzásból. Mennyi idő alatt nyel el annyi energiát, amennyi gamma-sugárzás esetén halálos dózist (6 Gy-t) jelentene? (≈ 1,5 s)
44. Az ember számára az ún. halálos dózis értéke egész test besugárzás esetén 6 Gy. Hány fokkal "melegszik fel" a szervezet ekkora dózis közvetlen hatására? (A test fajlagos hőkapacitását vegyük 4 kJ/kg·K-nek). (1,5·10⁻³ °C)
45. Mekkora a 0,6 GBq ^{24}Na -izotóp környezetében 30 cm levegő távolságban várható dózisteljesítmény? (2,96 mGy_{lev}/h)
46. Két egyforma szcintillációs mérőfej azonos aktivitású ^{24}Na preparátum sugárzását méri, azonos méretű ólomtoronyban. Mindegyik preparátum 10 cm-re van a detektor alatt és a két detektor közötti távolság 30 cm. Milyen vastag ólomfal esetén nem több a másik preparátum okozta hiba, mint 1 %? (Készítsen vázlatos elhelyezési rajtot.) (4,07 cm)
47. 20 MBq aktivitású ^{24}Na izotóppal dolgozunk. 40 cm távolságra van tőlünk a preparátum. Milyen vastag ólomabszorbenst kell alkalmaznunk, hogy a dózisteljesítmény ne legyen több, mint 20 μGy_{lev}/h? (1,8 cm)
48. Mekkora távolságot kell tartanunk 0,56 GBq ^{131}I izotóp környezetében, hogy 20 μGy_{lev}/h dózisteljesítményt ne lépjük túl? (123 cm.)
49. 0,5 GBq ^{24}Na izotópot 2 cm vastag ólomfal mögé tettünk. Mekkora a dózisteljesítmény az ólomfal másik oldalán, az izotóptól mért 30 cm távolságban? (0,8 mGy_{lev}/h)
50. Mennyi ideig tartózkodhatunk 0,75 GBq ^{59}Fe preparátumtól 30 cm távolságban, hogy ne lépjük túl a maximálisan megengedett heti dózist, azaz 1 mSv - et? (45 perc)
51. 75 MBq ^{24}Na izotóptól 30 cm távolságban dolgozunk. Milyen vastag ólomfalat kell alkalmaznunk, hogy helyünkön 15 μGy_{lev}/h értékre csökkenjen a dózisteljesítmény? (≈ 5,6 cm)
52. 50 kBq aktivitású γ - sugárzó preparátumtól viszonylag nagy távolságban van a szcintillációs mérőfej 5 cm átmérőjű kristálya (A beeső sugarak párhuzamosnak tekinthetők.) A kristály 4 cm vastag, gyengítési állandója 9·10⁻² cm⁻¹ az adott sugárzásra. Hány százalékos a detektálás határfoka? (Detektálási határfok: a detektált és a beérkező fotonok aránya.) (30,3 %)
53. Egy beteg sugárkezelése során 300 g tömegű daganatára 1,5 Gy elnyelt dózist akarunk leadni. Mennyi ideig kell besugározunk, ha kobalt-60-as sugárforrásunk aktivitása 1 TBq? A sugárforrás és a daganat távolsága 20 cm. (A közbülső szövetek okozta sugárgyengítéstől tekintsünk el! ($\mu_{m, sz\ddot{o}v}/\mu_{m, lev} = 1,1$) (0,179 óra ≈ 10,7 perc)
54. Mekkora sebességű az 5 kV feszültséggel felgyorsított elektron? Milyen hullámhosszúságú anyaghullám tartozik hozzá? Hány százaléka a hullámhossz a hidrogénatom átmérőjének? (A számolásnál tekintsünk el a relativisztikus tömegnövekedéstől.) ($v = 4,2 \cdot 10^7$ m/s, $\lambda = 17,3$ pm, 16 %)
55. Egy elektronmikroszkóp 5 keV-es elektronokkal dolgozik. Mekkora a feloldóképessége, ha az elektronobjektív nyílásszöge 6°? (5 nm⁻¹)
56. A szív percenként 5,6 l vért pumpál az 1 cm sugarú aortába. Mekkora a vér átlagos áramlási sebessége az aortában? (30 cm/s)
57. Egy vértranszfúzió alkalmával a vért tartalmazó palackot 1,3 m-re a tű felett helyezik el. A tű belső átmérője 0,36 mm, hossza 3 cm. Egy perc alatt 4,5 cm³ vér folyik át a tűn. Számítsuk ki a vér viszkozitását! (2,5 mPas)
58. Számítsuk ki:
- Mekkora erő szükséges az aorta 20 cm-es szakaszán a vér 0,5 m/s áramlási sebességének fenntartásához, ha feltételezzük, hogy az erő csak a súrlódási ellenállás legyőzéséhez szükséges. (11,3 mN)
 - Ha ezen aortaszakasz átlagos keresztmetszetét 2 cm²-nek tekintjük, akkor az egész véráramlást fenntartó 1,6·10⁴ Pa nyomásnak hány százaléka emésztődik el a fenti szakaszon? (0,35 %)
 - Hány százalékos intenzitásnövekedésnél válna turbulenssé az áramlás? Számoljunk úgy, mintha az áramlás stacionárius lenne. (24 %)
59. 4 mm belső átmérőjű artériában a vér áramlási sebessége a kritikus sebesség fele. Az artéria egy szakaszán a belső átmérő felére csökken. Stacionárius áramlást tételezve fel, mekkorák az átlagos áramlási sebességek és a kritikus sebességek a különböző keresztmetszeteknél? ($v_1 = 1,243$ m/s; $v_{krit.1} = 2,486$ m/s; $v_2 = 4,972$ m/s; $v_{krit.2} = 4,972$ m/s, tehát turbulenssé válik)

60. Egy artéria öt egyforma belső átmérőjű szakaszra ágazik szét. E szakaszok mindegyikében az áramlási sebesség nyolctized része az elágazás előttinek és éppen harmada a kritikusnak. Melyik szakaszon válna először turbulenssé az áramlás, ha növelnénk az intenzitást, és hány %-os intenzitás növekedésre következne be ez? (Az egyszerűség kedvéért stacionáriusnak képzeljük az áramlást.) (20 %-os)
61. Egy 9 mm belső átmérőjű artériát vizsgálunk Doppler-ultrahang módszerrel. A kibocsátott ultrahang frekvenciája 8 MHz. A vizsgáló személy által hallott hang átlagos frekvenciája 1200 Hz. Mekkora a vér átlagos sebessége az artériában? Az ultrahang sebessége a testben 1500 m/s, és feltételezzük, hogy az az ér tengelyével párhuzamosan halad. (11,25 cm/s)
62. Mennyivel változik meg egy mól normál állapotú oxigéngáz belső energiája, ha
- hőmérséklete állandó térfogaton 25 °C-kal nő,
 - hőmérséklete állandó nyomáson 25 °C-kal nő. (a) és b) eredménye közel egyforma: 520 J)
63. Összeöntünk 1 kg 0 °C hőmérsékletű és 1 kg 100 °C hőmérsékletű vizet. Határozzuk meg, hogy az összeöntéssel mennyit változott (nőtt, vagy csökkent) a rendszer entrópiája? (növekedés: 100 J/K)
64. 0,5 kg 0 °C-os jeget teszünk 4 kg 55 °C-os vízbe. Mennyit változik a rendszer entrópiája az egyensúly beálltáig? (≈ 117 J/K)
65. Intravénásan a keringő vérbe injekcióval bejuttatott 1 ml térfogatú víz néhány perc alatt egyenletesen eloszlik az 5 l térfogatban. Hányszor nagyobb az egyenletes eloszlásnak a termodinamikai valószínűsége, mint az injektált térfogat együttmaradásának? (Tekintse a folyamatot — a számolhatóság érdekében — izotermnek és reverzibilisnek. A végeredményt célszerű tíz hatványaként kifejezni.) ($W_2/W_1 = 10^{1,24 \cdot 10^{23}}$)
66. Egy 350 K hőmérsékletű termodinamikai rendszerrel energiát közlünk. Mennyi a kapott energia, ha az állapotváltozás előtti, ill. utáni makroállapothoz tartozó mikroállapotok számának aránya 10^{60} ? A rendszer hőmérséklete változatlan. (483 mJ)
67. 100 g víz 100 °C-on és 101 kPa nyomás mellett (normális forróján) elpárolog. Számítsuk ki az entrópia, az entalpia és a belső energia megváltozását. (A víz térfogatától tekintsünk el.) ($\Delta S = 0,61$ kJ/K; $\Delta H = 225,7$ kJ; $\Delta U = 209$ kJ)
68. Egy dugattyúval elzárt hengerben 100 °C hőmérsékletű 0,5 mólnyi ideális gáz van. A gáz izoterm reverzibilis kiterjedése közben 1554 J munkát végez. Eközben mekkora utat tesz meg a dugattyú, ha távolsága a henger végétől eredetileg 40 cm volt (68,4 cm)
69. Negyed mólnyi levegőt szájjal kell befújni egy ballonba 30 % térfogatcsökkenéssel járó nyomás mellett. Mennyi térfogati munkát végzünk ebben az izoterm folyamatban? (Számoljunk úgy, mintha a folyamat reverzibilis, a levegő pedig ideális gáz lenne.) (236,8 J)
70. a) Mennyi a szabad entalpiája egy 200 ml térfogatú, 0,02 mol/l koncentrációjú glukóz oldatnak 25 °C-on? (-3,65 kJ)
b) Mekkora ebből a keveredési tag? (1,06 %)
71. Mekkora koncentrációs munkát végeznek az emberi testben (37 °C) a vese tubulus-sejtjei akkor, amikor 1 mólnyi glukóz 100-szoros bekoncentrációját végzik (a filtrált vizelet felől a vér felé)? ($12 \cdot 10^3$ joule) A vesetubulus ezt a mennyiséget 2000 perc alatt reabszorbeálja. Milyen teljesítménnyel dolgoznak a sejtek? (0,1 W)
72. $\text{Cu}^{++} + \text{Zn} \Rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{++}$ folyamat reakcióhője 231 kJ/mol. Ugyanez a kémiai reakció megy végbe a Daniell-elemben is, amelynek elektromotoros ereje 1,09 V. Mennyi az az energia, ami mindenképpen hő formájában szabadul fel a Daniell-elemben 1 mól réz kiválása folyamán? ($W_{\text{max(rev)}} = 210$ kJ, $Q_{\text{min}} = 21$ kJ).
73. A békaizom nyugalmi potenciáljának értéke a mérés szerint 92 mV. Hány %-kal tér el ettől a nyugalmi potenciálnak Hodgkin-Huxley-Katz szerint számolt értéke, ha a számolásban (25 °C-on) csak a két legmobilisabb ionfajtát vesszük figyelembe. (Számoljunk a tankönyv III. 7. táblázat koncentráció adataival. A K^+ permeabilitását egységnyinek tekintjük. A Cl^- ehhez viszonyított relatív permeabilitása békaizom esetében 2, a Na^+ -é 0,01.) (1,1 %)
74. Izotópvizsgálatok alapján megállapították, hogy a sejtmembrán a K^+ -ionra nézve permeábilis. Emlősizom intracelluláris ill. extracelluláris folyadékában (az intracelluláris térben jelenlevő immobilis negatív fehérje ionok miatt) a K^+ -ion koncentráció 155 ill. 4 mmól/l víz. Mekkora elektromotoros erő származik ebből a koncentrációkülönbségből testhőmérsékleten (37 °C)? (98 mV)
75. Hány dB változást jelent, ha a jelfeszültség a felére csökken? (-6 dB)
76. Valakinek a hallásvesztése adott frekvencián 40 dB.
- Mekkora intenzitású hangot vesz észre, ha az alkalmazott frekvencián a hallásküszöb $5 \cdot 10^{-12}$ W/m²? ($5 \cdot 10^{-8}$ W/m²)
 - Ha ekkora intenzitású hangból egy fal $5 \cdot 10^{-12}$ W/m²-t enged át, akkor azt mondjuk, hogy a fal hangszigetelő képessége 40 dB. Hányszoros felezési rétegvastagságú ez a fal? (13,3-szeres)
 - Ha a fal 12 cm vastag, mekkora a fal anyagának felezési rétegvastagsága és gyengítési együtthatója erre a hangra? (0,9 cm; $0,78 \text{ cm}^{-1}$)

77. Mr. Süketet, akinek 30 dB hallásromlása van 15-szörös felezőrétegni fal ellenére is zavarja a szomszéd házibuli. Csak akkor nem hallja, ha 45 dB csillapítást okozó fül dugót használ. Mekkora hangintenzitás éri a falat a másik oldalon? (Egyszerűség kedvéért számoljunk úgy, mintha 1 kHz-es lenne a hang.) ($\approx 1 \text{ W/m}^2$)
78. Mekkora intenzitású 300 Hz-es hangot hall meg az ember, akinek a hallásvesztése ezen a frekvencián (ahol az átlagos hallásküszöb $3 \cdot 10^{-11} \text{ W/m}^2$) 25 dB? ($9,5 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$)
79. Egy ember 45 dB-es halláskárosodását olyan hallásjavító készülékkel kompenzáltuk, amelyben a mikrofon 5 %, a hangszóró pedig 8 % hatásfokkal végzi az átalakítást. Hány dB az elektromos erősítés? (69 dB)
80. Laci 2 méterre ül egy pontszerűnek tekinthető 40 W elektromos teljesítményt fölvevő hangszórótól, melynek átalakítási hatásfoka 8 %. A hangszóró 1000 Hz-es hangot ad. Hány phon-os hangot hall Laci? (108 phon)
81. Egy erősítő teljesítményerősítése 13 dB. Negatív visszacsatolással ezt az értéket 10 dB-re csökkentettük. A kimenő teljesítmény hányadrészt csatoltuk vissza? (20-ad részét, vagy 0,05-szörösét)
82. Mekkora kapacitás alkot 10 Mohm ellenállással 1 s-os időállandójú RC kört? (0,1 μF) Ezen RC kör kisülésekor az eredeti feszültségnek hány %-a van még meg 2 sec múlva? (13,5 %)
83. RC kör időállandója 0,6 másodperc. Mekkora feszültségre töltődik 1 másodperc alatt a kondenzátor, ha a töltőfeszültség 100 V. Mennyi idő alatt sül ki a kondenzátor a számított feszültségről a felére? (81,2 V; 0,415 s)
84. Bőr impedancia mérésénél a bőr fajlagos ellenállása $2 \Omega \cdot \text{m}^2$, a fajlagos kapacitásra pedig $0,3 \mu\text{F/cm}^2$ értéket kaptunk.
- a) Mekkora a bőr, mint RC-kör időállandója? (6 ms)
- b) Milyen frekvenciánál lesz a bőr ohmos és kapacitív ellenállása egyező nagyságú? (26,5 Hz)
85. Az ultrahang echogramot oszcilloszkópon vettük fel. 5 kHz-es fűrészfrequencia és 8 cm-es képszélesség esetén a testfelületről és egy belső felületről érkező echójelek 3 cm-re vannak egymástól. Milyen mélyen van a reflektáló réteg, ha az ultrahang testszövetbeli sebessége 1500 m/s? (5,62 cm)
86. Mekkora hullámhossz felel meg a hőterápiás generátorok 27 MHz ill 2,37 GHz működési frekvenciáinak? (11 m ill. 12,6 cm)
87. Mekkora a rövidhullámú-terápiás generátor működési frekvenciája, ha a hullámhossz levegőben 11 m? (27,3 MHz)
88. Mekkora az ultrahang hullámhossza vízben, ha a frekvencia 800 kHz, és a vízbéli hangsebesség 1500 m/s? (1,87 mm)
89. Mekkora a reflexiós hányad izom és csont határán az alábbi táblázat adatai alapján? (33%)

	izomban	csontban
hangsebesség (m/s)	1600	3600
sűrűség (kg/m^3)	1040	1700

90. Izom hőkezelését végezzük kondenzátorterés eljárással. (Frekvencia 30 MHz, az izom fajlagos vezetőképessége 30 MHz frekvenciánál $0,8 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, kezelési idő 3 perc, az izom térfogata 600 cm^3 , a térerősség az izomban 100 V/m.) Mekkora hőmérsékletnövekedést eredményez a kezelés, ha a vér a keletkezett hő 70%-át elszállítja? ($0,11 \text{ }^\circ\text{C}$)
91. Hány fokot melegedne 10 perces kezelés alatt az izomszövet, ha benne 100 V/m nagyságú térerősséget hozunk létre, és feltételezzük, hogy a véráram a termelt hő 30 %-át elszállítja? (Az izom fajhője $3,76 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, vezetőképessége $0,8 \text{ ohm}^{-1} \text{ m}^{-1}$, sűrűsége $1,04 \text{ g/cm}^3$.) ($\Delta T \approx 0,86 \text{ K}$)
92. Mekkora feszültségre kell feltölteni egy defibrillátor 20 μF kapacitású kondenzátorát, hogy a defibrilláló impulzus energiája 160 J legyen? (4 kV)
93. Szívritmusszabályozó (pészméker) 1 ms időtartamú négyszögimpulzusainak feszültségamplitúdója 4 V. Mekkora egy impulzus energiája, ha az ingerelt területnek az elektródok közötti ellenállása 800 Ω ? ($W_{\text{imp}} = 20 \mu\text{J}$)
94. Hány mól egyértékű ion transzportja jelenti a küszöbtöltést, ha a reobázis 4 mA és a kronaxia 0,4 ms? ($1,66 \cdot 10^{-11} \text{ mól}$)
95. Hányféleképpen építhető fel 20 féle aminosavból inzulinhoz (51 AS) hasonló méretű polipeptidlánc? ($2,25 \cdot 10^{66}$)
96. Hányféleképpen építhető fel 4-féle nukleotid-bázisból akkora nukleinsav, mint az MS2 bakteriofágé (3600 bázis)? ($2,6 \cdot 10^{2167}$)
97. Egy vizsgálatban az összeszorított fogak között 700 N nyomóerőt mértek, az alsó és felső fogsor érintkezési felülete $0,8 \text{ cm}^2$. Mekkora az átlagos nyomás? (8,75 MPa)
98. A fogzománc nyomási szilárdsága 400 MPa. Mekkora erő hathat legfeljebb a zománc 1 mm^2 -ére, hogy ne törjön el? (400 N)
99. Egy 2 cm^2 keresztmetszetű Achilles-ín maximális terhelhetősége 20 000 N. Mekkora a szakítási szilárdsága? (100 MPa)

- 100.** Kollagénrostot nyújtunk 12 N erővel. A rost keresztmetszete 3 mm^2 , a kollagén rugalmassági együtthatója 500 MPa. Hány százalékos a rost relatív megnyúlása? (0,8 %)
- 101.** Mekkora erővel lehet egy $0,2 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű elasztikus rostot 100 %-kal megnyújtani? (Az elasztikus rost rugalmassági együtthatója 200 kPa.) (0,04 N)
- 102.** Egy csontból kivágott, eredetileg 9 cm hosszúságú, 2 cm átmérőjű henger alakú próbadarab véglapjaira 700–700 N nyomóerő hat merőlegesen. A csont rugalmassági együtthatója 10 GPa. Hány milliméter a darab összenyomódása? Ez hány százalékos rövidülést jelent? (0,02 mm, 0,022 %)
- 103.** Mekkora a fekvő emberben 30 cm hosszúságú sípcsont rövidülése álló helyzetben? Az ember tömegét vegyük 80 kg-nak, a csontot pedig tekintsük egy belül üreges egyszerű csőnek 2,5 cm belső, ill. 3,5 cm külső átmérővel. A csont rugalmassági együtthatója 20 GPa. Mekkora a rövidülés abszolút értékben és százalékosan a törés előtt közvetlenül, ha a sípcsont nyomási szilárdsága 140 MPa? (0,013 mm; 2,1 mm, azaz 0,7 %)
- 104.** Egy fogszabályozásban használt rugalmas szál hossza 6 cm, keresztmetszete 1 mm^2 , rugalmassági együtthatója 5 MPa. A szál 40 %-kal megnyújtjuk. Mekkora a visszatérítő erő és mennyi a szálban tárolt rugalmas energia? (2 N, 24 mJ)
- 105.** Egy téglalap keresztmetszetű ($1 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$), 7,5 cm hosszúságú fogszabályozó ívet a keresztmetszet hosszabbik oldalára merőlegesen enyhén meghajlítunk. Az ív anyagának rugalmassági együtthatója 148 GPa. Mekkora erő és munka szükséges az ív 2 cm-es meghajlításához? (3,5 N, 35 mJ)
- 106.** Azonos hosszúságú, tömegű, és anyagú csövet, ill. kör keresztmetszetű rudat hajlítunk meg ugyanakkora erővel. A cső külső és belső sugara 24 mm, ill. 12 mm. Hány százalékkal nagyobb a rúd lehajlása, mint a csőé? (66,7%)