INFO Fizika2i 1. gyakorlat

Órai munkához ajánlott példák:

Hudson-Nelson könyvből:

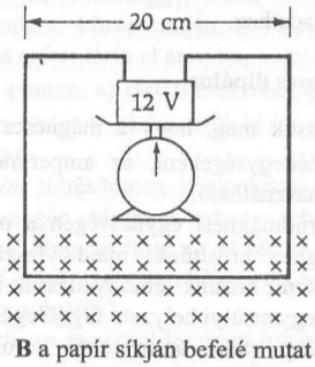
30A-5 Egy proton 0,5T fluxussűrűségű mágneses erőtérben 1,00 cm sugarú körpályán mozog. Mekkora a kinetikus energiája (eV egységekben kifejezve)?

30B-14 Az Egyenlítőnél, a földfelszín közelében a mágneses fluxussűrűség iránya északi, nagysága kb. 50 μT; az elektromos térerősség iránya lefelé mutat, nagysága kb. 100 N/C. Számítsuk ki, hogy ebben a pontban egy 100 eV-os, kelet felé egyenes vonalban haladó elektronra mekkora gravitációs, elektromos és mágneses erők hatnak.

30B-12 Egy 2 keV energiájú elektron a Föld 50 μT fluxussűrűségű mágneses terében körpályán mozog. a) Számítsuk ki a pályasugarat. b) Számítsuk ki, mennyi idő alatt tesz meg az elektron egy teljes kört. c) Mutassuk meg, hogy a b) kérdésre adott válasz a részecske ciklotron-frekvenciájának megfelelő periódusidő.

30B-15 Egy sebességszűrőben alkalmazott elektromos és mágneses erőteret az alábbi egyenletekkel adhatjuk meg: $\mathbf{E} = E\hat{\mathbf{z}}$, ill. $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{y}}$. Ha B = 0,015 T, számítsuk ki, mekkora E térerősséget kell alkalmazni, hogy az x tengely pozitív irányában haladó 750 eV energiájú elektron pályája egyenes maradjon.

30A-16 Egy 12 V-os telepet mérlegre helyezünk; a telep pólusaihoz téglalap alakú dróthurkot erősítünk úgy, hogy a téglalap alsó része B = 0,10 T fluxussűrűségű mágneses téren haladjon át (30-22 ábra). A telep és a hurok együttes tömege 100 g. Mekkora legyen a huzal ellenállása, hogy a mérleg éppen zérust mutasson? Melyik a telep pozitív pólusa?

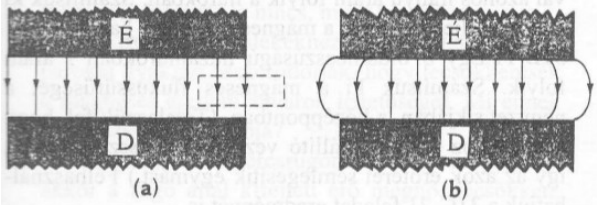


30-22 ábra
A 30A-16 feladathoz.

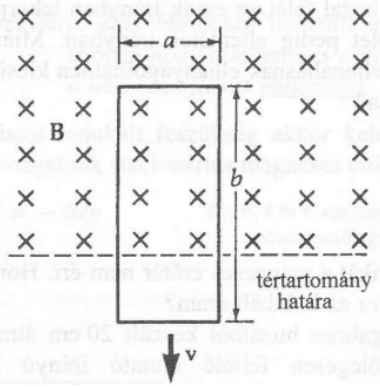
30A-24 Egy 4 cm széles, 0,1 mm vékony ezüstből készült szalagon 5 A erősségű áram halad át. A szalag síkjára merőlegesen 0,15 T fluxussűrűségű mágneses erőteret alkalmazunk. Számítsuk ki a szalag szélei között kialakuló Hall-feszültség nagyságát. Tételezzük fel, hogy minden egyes ezüstatom átlagosan egy elektronnal járul hozzá a vezetéshez. Az ezüst sűrűsége 10,5 g/cm^3, atomsúlya 107,87 g/mol.

31A-13 Egy 50 cm hosszú, 2 cm átmérőjű szolenoid belsejében B = 0,07 T mágneses indukcióvektort kívánunk előállítani. a) Mekkora a teljes mágneses fluxus a szolenoid belsejében, a tengelyre merőleges felületen? b) Számítsuk ki, hány menetű legyen a tekercs, ha 5 A erősségű áramot alkalmazunk.

31B-16 A mágnesek pólusai közötti homogén mágneses erőtér a széleken inhomogén, mint ahogy azt 31-17b ábrán vázoltuk. Az Ampère törvényt a 31-17a ábrán vázolt integrációs görbére alkalmazva mutassuk meg, hogy pólusok közötti erőtér szélén a mágneses erőtér nem ér véget hirtelen, hanem onnan kinyúlik.



32B-5 Egy m tömegű, R ellenállású és a 32-24 ábrán feltüntetett méretű téglalap alakú hurok a gravitációs térben szabadon esik és éppen kilép egy olyan tartományból, ahol a mágneses erőtér homogén és vízszintes irányú. A hurok síkja merőleges a **B** mágneses indukcióvektorra. a) A hurokban indukált áram iránya az óramutató járásával azonos vagy ellentétes irányú? b) Meghatározott **v** sebességgel kilépve a mágneses erőtérből, a hurok gyorsulás nélkül mozog. Mutassuk meg, hogy ennek feltétele: $v = mgR/B^2A^2$.



Feladatok A Gíber-Sólyom tankönyvből:

137.) Határozzuk meg a mágneses indukciót egy 16 cm-es és 30 cm-es oldalhosszúságú téglalap alakú vezető keret középpontjában, ha benne 6 A-es áram folyik!

$$|\mathbf{B}| = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \cdot 2 \int_0^{\alpha_0} \cos\alpha \, d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \sin\alpha$$

Ennek alapján a vezető keret 16 cm hosszúságú oldala a tőle 15 cm-re levő középpontban $3{,}8 \cdot 10^{-4}$ Vs/m^2 indukciót hoz létre. A 30 cm hosszúságú oldala a 8 cm-re lévő középpontban $1{,}32 \cdot 10^{-5}$ Vs/m^2 indukciót hoz létre. Az eredő mágneses indukció: $B = 3{,}4 \cdot 10^{-5}$ Vs/m^2 .

153.) Mekkora feszültség indukálódik a 68 A-es árammal átjárt 40 cm hosszú, 400 menetes tekercs belsejében elhelyezett 0.6 cm^2 felületü keretben, ha a tekercs áramát kikapcsolva a mágneses tér 0.07 s alatt zérussá válik egyenletesen?

153.) $U = N\frac{d\phi}{dt} = N\frac{AI\mu_0}{t\ell} = 73\,[\mu V]$

154.) Állandó 400 Vs/m^2 mágneses indukciójú homogén mágneses térben 15 cm oldalú négyzetes vezetőkeret forog 400 s^{-1} fordulatszámmal. A keret tengelye merőleges a térerősség vektorára és a szemközti oldalak felezőpontján megy át. Mekkora a feszültség a kivezetésben, ha a keret síkja 45°-os szöget zár be az erővonalakkal?

154.) $U=BA\omega\cos\alpha=1.58\cdot10^4$ [V]

Otthoni munkához:

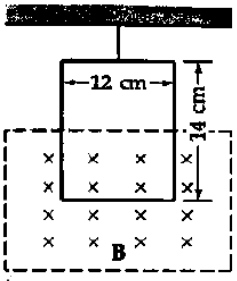
Hudson-Nelson könyvből:

30A-4 A ^{14}C atommag bomlásakor keletkező 0,15 MeV energiájú β-részecske (elektron) a mozgás irányára merőleges 0,04 T fluxussűrűségű mágneses erőtérbe lép be. Számítsuk ki a részecske pályájának görbületi sugarát.

30B-8 Egy 1,5 keV energiájú elektron **B** fluxussűrűségű homogén mágneses erőtérben 1 cm sugarú körpályán mozog. a) Számítsuk ki **B** nagyságát. b) Egy proton ugyanebben a mágneses térben ugyanúgy 1cm sugarú körpályán mozog. Számítsuk ki a proton energiáját (eV egységekben).

30B-27 Mágneses erőterek mérésére szolgáló Hall-szonda 120 mA áramerősséggel működik. Ha a szondát 0,08 T fluxussűrűségű mágneses erőtérbe helyezzük, akkor 0,7 μV Hall feszültség keletkezik. a) Ismeretlen nagyságú mágneses erőtérben 0,33 μV Hall feszültséget mérünk. Mekkora az ismeretlen fluxussűrűség? b) A szonda vastagsága **B** irányában 2 mm. Mekkora a szondában a töltéshordozók sűrűsége, ha mindegyik töltése egyenlő az elektronéval.

30B-17 Téglalap alakú, 0,200 N súlyú áramvezető hurok úgy van felfüggesztve, hogy a 30-23 ábrán vázolt módon félmagasságig vízszintes irányú, **B** indukcióvektorú homogén mágneses térbe merül. Ha 2 A erősségű áram folyik a hurkon keresztül, a felfüggesztő zsinórra 0,370 N erő hat. a) Milyen irányú a hurokban az áram? b) Számítsuk ki **B** nagyságát.



30-23 ábra

32B-4 Egy 70 m fesztávolságú repülőgép vízszintesen, 1000 km/h sebességgel az északi mágneses pólus irányában repül. A repülőgép adott helyzetében a Föld mágneses indukcióvektorának függőleges komponense 2×10^{-5} T. Számítsuk ki a repülőgépszárnyak vége közötti V potenciálkülönbséget. Melyik szárny (pozitív) potenciálja nagyobb? Miért nem lehet ezt a potenciálkülönbséget energiaforrásként felhasználni?

Feladatok A Gíber-Sólyom tankönyvből:

134.) Egyenesvonalú hengeres, homogén, 8 mm sugarú vezetőben tengely irányú, 8 A-es áram folyik. Határozzuk meg a mágneses indukció értékét a tengelytől 6 mm és 10 mm távolságban lévő pontban!

134.) A gerjesztési törvényből,

ha r<R (ahol R a vezető sugara): $B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} = 1.5 \cdot 10^{-4} [T]$

ha r>R: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 1.6 \cdot 10^{-5} [T]$

152.) Az előző feladathoz hasonlóan:

$$\phi = \int_d^{b+d} \frac{\mu_0 I a}{2\pi x} dx = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln \frac{b+d}{d}$$

$$\text{így } U_{eff} = \frac{\mu_0}{2\pi} I_{eff} a\omega \cdot \ln \frac{b+d}{d} = 7.65 \cdot 10^{-3} \text{ [V]}$$

155.) 0.8 Vs/m^2 indukciójú mágneses térben, rá merőleges síkban 6 cm sugarú köralakú vezetőt helyezünk el, melynek ellenállása 8 Ω. Mekkora töltésmennyiség áramlik át a vezető keresztmetszetén, ha 90°-kal elfordítjuk?

155.) $Q=\Delta\phi/R=r^2\pi B/R=1.1\cdot 10^{-3}$ [C]

30A - 5

$B = 0,5\,T$
$r = 1\,cm$

$E = 1/2\, m v^2$

$v = \sqrt{\frac{2 E_{kin}}{m}}$

$m v = \sqrt{2 E_{kin} \cdot m}$ $\longrightarrow$

$m \frac{v^2}{r} = q v B$

$m v = q B r$

$\sqrt{2 E_{kin} m} = q B r$

$E_{kin} = \frac{(q B r)^2}{2m} = 1,91 \cdot 10^{-16}\,J$

$E = 1,2\,keV$

30B - 14

$E_{kin} = 100\,eV = 1,6 \cdot 10^{-17}\,J$

$E_{kin} = 1/2\, m v^2$

$v = \sqrt{\frac{2 E_{kin}}{m}} = 5,9 \cdot 10^{6}\,m/s$

$F_H = q v B = 4,72 \cdot 10^{-17}\,N$ $\quad F_e = q E = 1,6 \cdot 10^{-17}\,N$ $\quad F_g = m \cdot g = 9,1 \cdot 10^{-30}\,N$

30B - 12

$E_m = 2\,keV$
$B = 8\,\mu T$

a.) $R = ?$ (pálya sugara)

$q v B = m \frac{v^2}{R} \longrightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\,J}{9,1 \cdot 10^{-31}\,kg}} = 2,65 \cdot 10^{7}\,m/s$

$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \approx 3\,m$

b.) $v = \omega \cdot R = 2\pi \cdot f$

$R = 2\pi \cdot f \cdot \frac{m v}{q B} \longrightarrow f = \frac{B}{2\pi} \cdot \frac{q}{m} = 1,4 \cdot 10^{6}\,1/s \approx 16\,1/nap$

30B - 15

$B = 0,015\,T$
$E_m = 750\,eV$

$q \cdot E = q (v \times B) = q \cdot v \cdot B \Rightarrow v = \frac{E}{B}$

$v = \sqrt{\frac{2 E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 750 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\,J}{9,1 \cdot 10^{-31}\,kg}} = 1,6 \cdot 10^{7}\,m/s$

$E = 1,6 \cdot 10^{7}\,m/s \cdot 0,015\,T = 2,4 \cdot 10^{5}\,\frac{V}{m}$

30A - 16

$U = 12\,V$
$B = 0,1\,T$
$l = 20\,cm = 0,2\,m$
$m = 100\,g = 0,1\,kg$

$F = I \cdot l \cdot B$

$I = \frac{F}{l \cdot B}$

$|F| = |G|$

$I = \frac{1\,N}{0,2\,m \cdot 0,1\,T} = 50\,A$ $\qquad R = \frac{U}{I} = \frac{12\,V}{50\,A} = 0,24\,\Omega$

30A - 24

$a = 4\,cm$
$b = 0,1\,mm$
$I = 5\,A$
$B = 0,15\,T$

$\rho_{ezüst} = 10,5\,g/cm^3$
$m = 107,87\,g/mol$

$n = \frac{\rho \cdot N_A}{m} = \frac{10,5 \cdot 10^{6}\,g/m^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}\,\frac{elektron}{mol}}{107,87\,g/mol}$

$= 5,86 \cdot 10^{28}\,elektron/m^3$

$U_H = 8 \cdot 10^{-7}\,V$ $\qquad U_H = \frac{I \cdot B}{n \cdot l \cdot b}$

31A - 13

$B = 0,07$
$d = 2\,cm$
$L = 50\,cm$

$B \cdot L = \mu_0 \cdot \Sigma I = \mu_0 \cdot N \cdot I$ ($N \rightarrow$ menetszám)

$B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{L}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\frac{Tm}{A}$

a.) $\Phi = B \cdot A = B \cdot R^2 \cdot \pi = B \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = 2,2 \cdot 10^{-5}\,Tm^2$ (W

b.) $N = ?$

$N = \frac{B \cdot L}{I \cdot \mu_0} = 5570$ (tekercs/fél méter)

32 B-5

$$\oint B\,dl = \mu_0 \sum I \implies \oint B\,dl = 0$$

32 B-5

$$U = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t}(B\cdot A) = -B\frac{\partial A}{\partial t} = -B\cdot a\frac{dx}{\partial t} = -BaV$$

$$\left.\begin{array}{l} F_M = G \\ IaB = m\cdot g \end{array}\right\} \Rightarrow I = \frac{m\cdot g}{Ba} \cdot \quad R = \frac{U}{I} \qquad U = \frac{m\cdot g R}{B\cdot a^2}$$

30 A-4

$E_m = 0{,}15$ MeV

$B = 0{,}04$ T

$R = ?$

$1\,\text{MeV} = 10^6\,\text{eV} = 10^6 \cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,J = \underline{1{,}6\cdot 10^{-13}\,J}$

$m_e = 9{,}1\cdot 10^{-31}$ kg

$$E_m = mc^2\cdot\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) \Rightarrow \frac{E_m}{mc^2} = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1$$

$$\left(1+\frac{E_m}{mc^2}\right)^2 = \frac{1}{1-v^2/c^2}$$

$$\frac{1}{\left(1+\frac{E_m}{mc^2}\right)^2} = 1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \boxed{v = c\cdot\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{E_m}{mc^2}\right)^2}}}$$

$F_{Lorentz} = F_{centripet.}$

$|q\vec{v}\times\vec{B}| = m\cdot\frac{v^2}{R} \qquad (v\perp B)$

$qvB = m\frac{v^2}{R}$

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{m}{qB}\cdot c\sqrt{1-\frac{1}{\left(1+\frac{E_m}{mc^2}\right)^2}} \Rightarrow \underline{\underline{R = 0{,}027\,m}}$$

30 B-17

a.) $F_{Lorentz} = 0{,}37 - 0{,}2 = \underline{0{,}170\,N} \Rightarrow$ <u>jobbra fog folyni</u>

b.)

$F = I\cdot(l\times B) = IlB \rightarrow B = F/(l\cdot I) = \frac{0{,}17}{(0{,}12\cdot 2)} = \underline{\underline{0{,}70833\,T}}$

32 B-4

$l = 70\,m$

$v = 1000\,km/h = 277{,}7\,m/s$

$B = 2\cdot 10^{-5}\,T$

$U = Blv$

$\underline{\underline{U = 0{,}3887}}$

Fizika 2i 2. gyakorlat

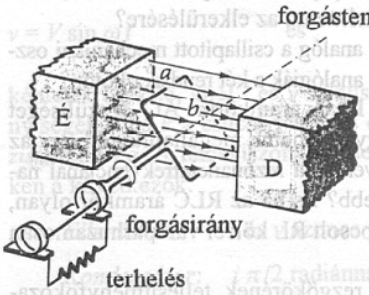
33A-1 Egy 20 cm hosszú, szorosan tekercselt 700 menetű szolenoid vasmagja 1,4 cm átmérőjű. Feltételezve, hogy a vasmag a mágneses telítettség állapotában van, milyen erősségű áram hatására lesz a tekercs közepén átmenő síkon 3×10^{-4} Tm^2 a mágneses fluxus?

33A-2 Számítsuk ki az $1{,}8\times10^{-5}$ szuszceptibilitású anyag mágneses permeábilitását!

33A-3 Amikor szupravezető anyagot mágneses térbe helyezünk, akkor a felületén olyan áramok alakulnak ki, hogy az anyag belsejében a mágneses erőtér zérus legyen. (Vagyis az anyag tökéletes diamágnesként viselkedik.) Tekintsünk egy 2 cm átmérőjű korongot, amelyet $B = 0{,}02$ T fluxussűrűségű mágneses erőtérbe helyezünk úgy, hogy a korong síklapjai az erővonalakra merőlegesek legyenek. Számítsuk ki, hogy mekkora a felületi áram nagysága a korong palástján.

34A-2 (a) Számítsuk ki a 8 μF-os kondenzátor reaktanciáját 50 Hz és 5 kHz frekvencián. (b) Oldjuk meg az (a) feladatot 8 mH induktivitású tekercs esetére is. (c) Milyen frekvencián egyenlő a kondenzátor és a tekercs reaktanciája?

34B-4 (a) Mutassuk meg, hogy a 34-22 ábrán vázolt váltakozó áramú generátor forgórészének forgatásához szükséges forgatónyomaték $M = [\omega(abB)^2/R]\sin^2\omega t$. (b) A hurok milyen helyzetében hat rá maximális forgatónyomaték? A téglalap alakú hurok oldalainak hosszúsága a és b.

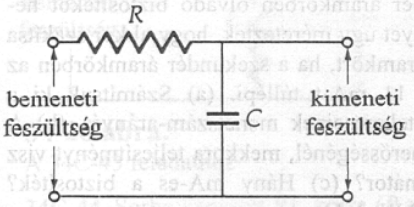


34-22 ábra
A 34B-4. és a 34B-5. feladatokhoz

34A-6 Sorba kapcsolt RC körre ($R = 30\ \Omega$, $C = 10\ \mu$F) $v = 100\cdot\sin 2500\,t$ feszültséget kapcsolunk (a számértékek SI egységben értendők.) (a) Készítsük el az áramkör impedancia- és fázisvektordiagramját. (b) Számítsuk ki a kondenzátor elektromos erőterében tárolt maximális energiát.

34A-8 Sorba kapcsolt RLC körre ($R = 30\ \Omega$, $L = 15$ mH, $C = 10\ \mu$F) $v = 100 \sin 2500\,t$ feszültséget kapcsolunk (a számértékek SI egységben értendők.) (a) Készítsük el az áramkör impedancia- és fázisvektordiagramját. (b) Számítsuk ki a tekercs mágneses erőterében tárolt maximális energiát.

34B-12 A 34-24 ábrán látható áramkört aluláteresztő szűrőnek nevezik. A kondenzátor impedanciája nagyobb frekvenciákon kisebb, így a kimenő feszültség is kisebb. A szűrő karakterisztikus vagy ún. levágási frekvenciájánál a kimenő feszültség a bemenő feszültség $1/\sqrt{2}$ -szerese. (a) Fejezzük ki a levágási frekvenciát R és C függvényeként. (b) Mekkora ezen a frekvencián a kimenő és bemenő feszültség közötti fáziskülönbség?



34-24 ábra.
A 34B-12 feladathoz

34A-18 Sorba kapcsolt RLC áramkör rezonanciafrekvenciája 1070 kHz. (a) Mekkora L, ha $C = 0{,}2\ \mu$F? (b) Mekkora R, ha $Q = 70$?

34A-25 Egy 100 Ω ellenállású elektromos fűtőtestre 156 V amplitúdójú váltakozó feszültséget kapcsolunk. Mekkora a fűtőtest teljesítménye?

34B-33 Egy $V_{\text{eff}} = 110$ V feszültségű, 60 Hz frekvenciájú feszültségforrás által leadott teljesítmény 480 W; a teljesítménytényező 0,7, és az áram késik a feszültséghez képest. (a) Mekkora C kondenzátort kell a fogyasztóval sorba kapcsolni, hogy a teljesítménytényező 1 legyen?(b) Számítsuk ki, hogy ekkor a feszültségforrás mekkora teljesítményt ad le.

Otthoni felkészüléshez:

33B-6 Tekintsünk egy mágnesezhető anyagú maggal ellátott toroidtekercset (néha ezt a tekercsfajtát *Rowland-gyűrűnek* nevezik), melynek közepes sugara 10 cm, 250 menetű, vasmaggal készült, és 150 mA-es áram halad át rajta. (a) Számítsuk ki a H mágneses térerősséget a tekercs belsejéen. (b) Számítsuk ki a B mágneses indukcióvektort a vasmagban, ha az 70%-ig telítődött.

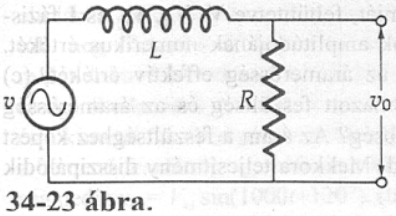
33B-7 Hosszú, 2000 menet/m menetsűrűségű vasmagos szolenoidon 10 mA erősségű áram halad át. (a) Számítsuk ki a B mágneses indukciót a vasmagban, ha az 20%-ig telítődött. (b) Mekkora áramerősséggel lehetne elérni ugyanekkora indukciót vasmag nélkül?

33B-8 Egy 50 cm kerületű toroidtekercs 1000 menetű és rajta 200 mA erősségű áram halad át. A vasmag olyan anyagból készült, amelynek telítési szuszceptibilitása 3000. (a) Számítsuk ki a B mágneses indukcióvektort a magban, ha anyaga 85%-ig telítődött. (b) Számítsuk ki a H mágneses térerősséget a tekercs belsejében. (c) Számítsuk ki B azon részét, amely csak tekercsben folyó áramtól ered.

34B-5 A 34-22. ábrán egyszerű AC generátor látható. A vezető hurok homogén mágneses erőtérben forog, és benne $v = V\sin \omega t$ feszültség indukálódik. A téglalap alakú, $a = 0{,}2$ m és $b = 0{,}4$ m oldalhosszúságú hurok a $\mathbf{B} = 0{,}8$ T mágneses indukciójú homogén mágneses erőtérben 3600 fordulat/perc sebességgel forog. (a) Határozzuk meg az indukált feszültséget. (b) Milyen a hurok helyzete a $t = 0$ időpontban?

34A-7 Sorba kapcsolt RL körre ($R = 30\ \Omega$, $L = 15$ mH) $v = 100 \cdot \sin 2500\ t$ feszültséget kapcsolunk (a számértékek SI egységben értendők.) (a) Készítsük el az áramkör impadancia- és fázisvektordiagramját. (b) Számítsuk ki a tekercs mágneses erőterében tárolt maximális energiát.

34B-11 Tekintsünk egy fázistoló áramkört (34-23 ábra). A bemenetre adott feszültség $v = 10\sin 200\ t$ (a számértékek SI egységben értendők). Ha $L = 500$ mH, (a) számítsuk ki R értékét, hogy a kimeneten megjelenő v_0 feszültség 30°-nyit késsen v-hez képest és (b) számítsuk ki a v_0 amplitúdóját.



34-23 ábra.
A 34B-11. feladathoz

34A-19 Középhullámú rádió hangoló (állomásválasztó) áramköre elhanyagolható ellenállású párhuzamosan kapcsolt LC áramkör. A tekercs induktivitása 0,2 mH. Vajon milyen tartományban lehet a kondenzátor kapacitását változtatni, ha az áramkör 550 kHz és 1650 kHz közötti frekvenciákon képes rezonanciára?

34A-26 Egy sorba kapcsolt RL körre ($R = 700\ \Omega$, $L = 100$ mH) a $v = 100 \sin 5000\ t$ feszültséget kapcsoljuk (a számértékek SI egységben értendők.) (a) Készítsük el az áramkör impedancia- és fázisvektordiagramját. (b) Számítsuk ki az áramkörben folyó I_{eff} effektív áramerősséget. (c) Számítsuk ki az ellenálláson disszipált teljesítményt. (d) Számítsuk ki a feszültségforrás által leadott teljesítményt.

34B-35 Sorba kapcsolt RLC áramkörre 50 V amplitúdójú szinuszosan váltakozó feszültséget kapcsolunk ($R = 10\ \Omega$, $L = 10$ mH, $C = 100\ \mu$F). Számítsuk ki az áramerősség effektív értékét (a) a rezonanciafrekvencián, (b) a rezonanciafrekvencia felénél és (c) a rezonanciafrekvencia kétszeresénél.

2. Gymnázium

33A - 1

$l = 0{,}2\ m$
$N = 700$
$d = 1{,}4\ cm$

$\Phi = 3 \cdot 10^{-6}\ Tm^2$

$A = \frac{d^2}{4}\pi = 1{,}54 \cdot 10^{-4}\ m^2$

$\Phi = B \cdot A \rightarrow B = \frac{\Phi}{A} = 1{,}95\ T$

$B = \mu_0 \cdot H \cdot \mu_r \Rightarrow B = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{IN}{l} \rightarrow Bl = I = 88{,}7\ mA$

33A - 2

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r = \mu_0 (1 + \chi)$ $\qquad \chi = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$

$\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} (1 + 1{,}8 \cdot 10^{-5})$

$\mu = 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{Tm}{A}$

34 A - 2

$C = 8 \cdot 10^{-6}\ \mu F$

$X_C = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot 2\pi \cdot f}$

$X_L = L \cdot \omega = L \cdot 2\pi \cdot f$

	C 8 μF	L 8 mH
50 Hz	397,9 Ω	2,5 Ω
5 kHz	3,97 Ω	250 Ω

34 B - 4

$\Phi(t) = B \cdot A \cdot \cos(\omega t)$

$u = \frac{\partial \Phi(t)}{\partial t}$

$u(t) = A \cdot B \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$

$I(t) = \frac{u(t)}{R} = \frac{B}{R} \cdot A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$

$M = F\left(\frac{b}{2}\right)\sin\theta + F\left(\frac{b}{2}\right)\sin\theta$

$F = I \cdot a \cdot B$

$M = F \cdot b \cdot \sin(\omega t) = I \cdot a \cdot b \cdot \sin(\omega t) = \frac{B}{R} \cdot a \cdot b \cdot \cos(\omega t) \cdot a \cdot b \cdot \sin(\omega t) =$

$= \frac{\omega \cdot (Bab)^2}{R} \cdot \sin^2(\omega t)$

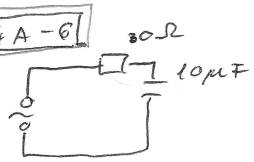
33A - 3

$\oint H\,dl = \sum I$

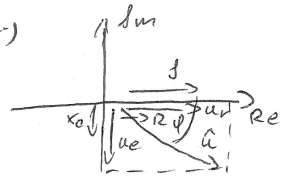
$d = 2\ cm$
$B = 0{,}02\ T$

$\frac{B}{\mu \cdot d} = I \rightarrow I = \frac{B \cdot d}{\mu} = \frac{0{,}02 \cdot 0{,}02}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 318\ A$

34 A - 6



a.)



b.) $u = \underbrace{100}_{\hat{u}} \cdot \sin(\underbrace{2500}_{2\pi f} t)$

$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{X_C}{R}\right) = 53°$

$R = 30\ \Omega$
$X_C = 1/C \cdot \omega = 1/10^{-5} \cdot 2{,}5 \cdot 10^3 = 1/2{,}5 \cdot 10^{-3} = 40\ \Omega$
$E = 1/2\ C \hat{u}_C^2$
$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = 50\ \Omega$
$\hat{I} = \frac{\hat{u}}{Z} = 2\ A$

$E = 1/2$

$u_R = I \cdot R = 60\ V$
$\frac{u_C}{u_R} = tg(53) = 79{,}6 \approx 80\ V$

34 A - 8

$R = 30\ \Omega$
$L = 15\ mH$
$C = 10\ \mu F$
$u = \underbrace{100}_{u_0} \cdot \sin(\underbrace{2500}_{\omega} t)$

$W = \frac{1}{2} L I^2$

$I(t) = \frac{u(t)}{Z} = \frac{u_0}{Z}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = 30{,}1\ \Omega$ ($X_L = L\omega$, $X_C = \frac{1}{\omega C}$)

$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{u_0}{Z}\right)^2 = 0{,}08\ J$

$W = \frac{1}{2} C u^2$

34 B - 12

$u_{be} = I(t) \cdot R + I(t) \cdot X_C$
$u_{ki} = I(t) \cdot X_C$

$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{I(t) X_C}{I(t)(R + X_C)} = \frac{\frac{1}{\omega C}}{R + \frac{1}{\omega C}} = \frac{1}{R\omega C + 1}$

34 A - 18

$f_0 = 1070\ kHz$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$

a.) $L = ?$
$C = 0{,}2\ \mu F$

$L = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot C} = 1{,}1 \cdot 10^{-2}\ H$

b.) $R = ?$
$Q = 70$

$Q = \frac{L \cdot \omega_0}{R} \Rightarrow R = \frac{L \cdot \omega_0}{Q}$

$R = 0{,}01\ \Omega$

$P = I \cdot U$

33 B - 8

$N = 2000$
$I = 250\ mA$
$\chi = 300$

$B = ?$

$\mu_r^{tel} = \chi + 1 = 301 \Rightarrow 85\% \Rightarrow \mu_r = 0{,}85\,\mu_r^{tel} = 255{,}85$

$B = \frac{\mu_0 \mu_r N I}{2r\pi} = 0{,}32\ T$

34A-26

$R = 100\,\Omega$

$u_m = 156\ V$

$u_{eff} = \frac{u_m}{\sqrt{2}} = 110{,}3\ V$

$P = \frac{u^2}{R} = \underline{\underline{122\ W}}$

33B-7

$N = 2000$ menet/m

$I = 10\ mA$

a.) $B = \mu_0 \mu_r N I / l = \underline{\underline{0{,}025\ T}}$

b.) $I = B l / \mu_0 N = \underline{\underline{10\ A}}$

34B-11

$L = 500\ mH$ $\quad u = 10 \cdot \sin(200t)$

$X_L = L \cdot \omega = 500 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = \underline{100}$

z-Rel vali fázis = 30°

$tg\,30° = 100 / R \Rightarrow R = 100 / tg\,30° = \underline{\underline{173{,}2\ \Omega}}$

b.) $u_{max} = 10V$

$u = u_{max} \cdot \cos 30° = \underline{\underline{8{,}66\ V}}$

34B-23

$u_{eff} = 110V$ $\quad f = 60\ Hz$ $\quad P = 480\ W$ $\quad \cos\varphi = 0{,}7$

$P_h = u_{eff} \cdot I_{eff} \cos\varphi$

$I_{eff} = \underline{6{,}23\ A}$

$Z = \frac{u_{eff}}{I_{eff}} = \underline{17{,}646\ \Omega}$

1-nek nell lennie

$\cos\varphi = 0{,}7 = \frac{R}{Z}$

$Z \cdot \sin\varphi = X_C = 12{,}6$

$X_C = 1/(2\pi \cdot f \cdot C)$ $\quad C = \underline{\underline{210\ \mu F}}$

34A-7

$R = 30\,\Omega$ $\quad L = 15\ mH$ $\quad u = 100 \sin(2500t)$

b.) $W = \frac{1}{2} L \cdot I^2$ $\quad I = \frac{u}{Z}$

$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \Rightarrow Z = \underline{48{,}02\ \Omega}$ $\quad I = 2{,}082\ A$

$W = \underline{\underline{3{,}2 \cdot 10^{-2}\ J}}$

34A-19

$L = 0{,}2\ mH$ $\quad f_1 = 550\ kHz$, $f_2 = 1650\ Hz$

Rezonancia $\rightarrow X_C = X_L$

$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L}$ (f_1, f_2)

$C_1 = \underline{\underline{46{,}5\ pF}}$

$C_2 = \underline{\underline{419\ pF}}$

34B-35

$u = 50\ V$ $\quad R = 10\,\Omega$ $\quad L = 10\ mH$

$C = 100\ \mu F$

Rezonancia $\rightarrow X_C = X_L$ $\quad R = Z$

$I = \frac{u}{Z} \rightarrow I = \frac{u}{R} = \underline{\underline{5\ A}}$

$f = \omega / 2\pi$

$\frac{1}{\omega C} = \omega L \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\rightarrow f = \underline{159{,}15\ Hz}$

$X_L = \omega L = \underline{5{,}02\ \Omega}$ $\quad X_C = \frac{1}{\omega C} = \underline{19{,}89\ \Omega}$

b.) $f_2 = f/2$

$I = u/Z \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \underline{17{,}97\ \Omega}$

$\underline{\underline{I = 2{,}79\ A}}$

c.) $f_3 = 2f$ $\quad I = \frac{u}{Z} = \underline{\underline{2{,}75\ A}}$

$X_L = 20{,}1\ \Omega$

$X_C = 4{,}97\ \Omega$

$Z = 18{,}13\ \Omega$

Fizika 2i 3. gyakorlat

34B-38 Neonreklámhoz szükséges 20 kV-os feszültséget transzformátor állít elő a 220 V-os hálózati feszültségből. A primér áramkörben olvadó biztosítékot helyeztek el, amelyet úgy méreteztek, hogy akkor szakítsa meg a primér áramkört, ha a szekundér áramkörben az áramerősség a 11 mA-t túllépi. (a) Számítsuk ki a transzformátor tekercseinek menetszám-arányát. (b) A maximális áramerősségénél, mekkora teljesítményt visz át a transzformátor? (c) Hány mA-es a biztosíték?

34B-40 Egy transzformátor a hálózat 220 V feszültségét kert megvilágításához 12 V feszültségűre transzformálja le. A kertben 8 db 40 W-os izzólámpa működik. (a) Számítsuk ki a teljes világító rendszer eredő ellenállását. (b) Mekkora az áramerősség a szekunder körben? (c) Mekkora az az ellenállás, mely a 220 V-os hálózathoz kapcsolva ugyanakkora teljesítményt fogyaszt, mint a transzformátor a lámpákkal? Mutassuk meg, hogy ez egyenlő az (a) kérdésre adott válaszban szereplő eredő ellenállás és a menetszám-arány négyzetgyökének szorzatával.

35B-2 Síkkondenzátor lemezei 10 cm átmérőjűek és 1 mm-es távolságban vannak egymástól. mekkora a mágneses indukcióvektor nagysága a kondenzátor szélénél, ha a kondenzátor lemezei közötti potenciálkülönbség 1000 V/s sebességgel nő? (Az elektromos erőtér inhomogenitását a lemezek szélénél el lehet hanyagolni.)

35B-4 Egy 0,5 μF-os síkkondenzátort 100 Ω-os ellenálláson keresztül 9 V-os telepről töltünk. Számítsuk ki a kondenzátoron átfolyó eltolódási áramot a töltés megkezdése után 50 μs eltelte után.

35B-6 Párhuzamos körlemezekből álló kondenzátort töltünk. Vázoljuk fel a mágneses indukcióvektor nagyságának a változását a kondenzátor tengelyétől vett távolság függvényében (a lemezek szélén túl is; e tartományban az elektromos erőtér inhomogenitásának hatását hanyagoljuk el).

35B-7 Az R sugarú párhuzamos körlemezekből álló kondenzátor kapacitása C. A lemezek közötti potenciálkülönbség állandó dV/dt sebességgel változik. Feltételezve, hogy a lemezek széleinél az elektromos tér inhomogenitása elhanyagolható, mutassuk meg, hogy a mágneses indukcióvektor nagysága a kondenzátor tengelyétől vett távolság függvényében az alábbi függvények szerint változik: ha $r < R$: $(2rC/R^2)dV/dt\times10^{-7}$; ha $r > R$: $(2C/r)dV/dt\times10^{-7}$ (ahol az egyes mennyiségek SI egységekben adottak).

35A-10 Elektromágneses síkhullám elektromos térerősségének az amplitúdója 25 V/m. (a) Számítsuk ki a mágneses indukcióvektor amplitúdóját. (b) Mekkora a frekvencia, ha a hullámhossz 2,80 m? (c) Írjuk fel a hullám elektromos komponensét leíró, $E = E_m \sin(kx - \omega t)$ alakú összefüggést konkrét SI mértékegységű számértékekkel.

35B-14 Egy 2 mm átmérőjű rézhuzal ellenállása méterenként 5,2 mΩ. Számítsuk ki a huzal felületén (a) E_0, (b) B_0, (c) $\mathbf{S}_{átl}$ értékét, ha a huzalon 20 A amplitúdójú váltakozó áram halad át. (Az áramsűrűséget a huzalban egyenletesnek tekinthetjük.)

35B-17 Impulzuslézer 4 ns hosszúságú, 2 J energiájú fényimpulzusokat ad le. A fénynyaláb átmérője 3 mm. (a) Számítsuk ki a kibocsátott fénynyaláb hosszát. (b) Számítsuk ki a fénynyaláb energiasűrűségét (J/m^3 egységben). (c) Mekkora a hullám E_0 elektromos térerősség komponensének az amplitúdója?

35A-21 Egy 50 m átmérőjű műanyag (mylar) „léggömb"-műhold a földfelszín feletti 1000 km-es magasságú pályán kering. Mekkora, a napfény sugárnyomásából származó erő hat a műholdra? Tételezzük fel, hogy a teljes sugárzás elnyelődik.

35A-23 Tiszta időben a Föld felszínén a napfény intenzitása 840 mW/m^2. Ha egy, a napsugarakra merőleges felület tökéletesen reflektál, mekkora rajta a sugárnyomás?

35B-25 Egy 15 mW teljesítményű hélium-neon lézer kör keresztmetszetű fénynyalábot bocsát ki. A nyaláb átmérője 2 mm, a fény hullámhossza 632,8 nm. (a) Mekkora a nyalábban az elektromos térerősség maximális értéke? (b) Mekkora energia van a nyaláb 1 méteres szakaszában? (c) Mekkora impulzusa van a nyaláb 1 méteres szakaszának?

Otthoni gyakorlásra

34B-39 Egy 400 MW-os erőmű 22 kV-os váltakozó feszültséget állít elő. Ezt, a gazdaságos energiaátvitel végett, 440 kV-ra feltranszformálják. (a) Számítsuk ki a generátoroldali áramerősség effektív értékét. (b) Számítsuk ki a távvezetékben folyó áramerősség effektív értékét.

35A-8 Elektromágneses hullám mágneses indukcióvektorának az amplitúdója vákuumban 3×10^{-8} T. (a) Számítsuk ki a megfelelő elektromos térerősség amplitúdóját. (b) Ha az elektromos térerősség $-y$ irányú és a hullám a $-x$ irányban terjed, milyen irányú vajon a mágneses indukcióvektor?

35B-12 A Föld mágneses terének tipikus fluxussűrűsége 50 μT. Számítsuk ki, milyen intenzitású elektromágneses hullámban ekkora a mágneses indukcióvektor amplitúdója.

35A-13 Az URH rádió által vett elektromágneses hullám elektromos térerősség-komponensének amplitúdója 5×10^{-5} V/m. (a) Mekkora az ehhez tartozó mágneses indukcióvektor amplitúdója? (b) Számítsuk ki a hullám intenzitását.

35B-15 Egy $+x$ irányban terjedő elektromágneses síkhullám elektromos térerősség-komponensét SI egységekben az $\mathbf{E} = 6\ \sin(kx - 10^{16}t)\ \hat{y}$ függvény írja le. (a) Írjuk fel a mágneses indukcióvektor jellemző képletét is. (b) Számítsuk ki a sugárzás hullámhosszát. (c) Számítsuk ki a sugárzás átlagos energiasűrűségét.

35B-18 Fényforrás 100 W elektromágneses teljesítménynyel monokromatikus fényt bocsát ki egyenletesen a tér minden irányában. (a) Számítsuk ki az elektromos erőtér átlagos energiasűrűségét a fényforrástól 1 m távolságban. (b) Számítsuk ki a mágneses erőtér átlagos energiasűrűségét a fényforrástól ugyanekkora távolságban (c) Számítsuk ki a hullám intenzitását ezen a helyen.

35A-22 Egy 100 mW-os lézernyaláb egy tükörről merőlegesen visszaverődik. Mekkora erő hat a tükörre?

35B-24 (a) Vajon mekkora erővel hat a napfény sugárnyomása a Földre? (Tételezzük fel, hogy a Föld az összes beeső napsugárzást elnyeli.) (b) Hasonlítsuk össze ezt az erőt a Nap gravitációs vonzóerejével.

35B-26 Felületre merőlegesen 50 W/m^2 intenzitású sugárzás esik. A sugárzás 10%-a elnyelődik, a többi visszaverődik. Számítsuk ki a sugárnyomást.

3. Gyakorlat

34 B – 38

$U_p = 20\,kV$

$U_{S2} = 220\,V$

dvaádás => 11 mA

a.)

$\frac{U_p}{U_{S2}} = \frac{N_p}{N_{S2}} = \underline{\underline{90{,}91}}$

b.)

$P_p = P_{S2} = U_p \cdot I_p = 20\,kV \cdot 0{,}011\,A = \underline{\underline{220\,W}}$

c.)

$\underline{\underline{1A}} = \frac{U_2}{U_1} \cdot I_2$

34 B – 40

$U_p = 220\,V$

$U_{S2} = 12\,V$

8 db 40 W = 320 W

a.)

$R_{ev} = ?$

$P = U \cdot I = \frac{U_{S2}^2}{R_e}$

$R_{ev} = \frac{U^2}{P} = \underline{\underline{0{,}45\,\Omega}}$

b.)

$I_{S2} = \frac{U_{S2}}{R_{ev}} = \underline{\underline{26{,}6\,A}}$

c.)

$R' = \frac{U_p^2}{P} = \underline{\underline{151{,}25\,\Omega}}$

35 B – 6 – 7

$\oint B\,dl = \mu_0 \left(I + \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}\right)$

$\oint B\,dl = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$ $\boxed{1}$ $(r < R)$

$\frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{d(EA)}{dt} = \frac{d\left(\frac{U}{l}A\right)}{dt} = \frac{dU\,A}{dt\,l} = \frac{dU\,r^2\pi}{dt\,l}$

$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dU}{dt}\frac{r^2\pi}{l} = \mu_0 \frac{dU}{dt} \varepsilon_0 \frac{r^2\pi}{l}\frac{R^2}{R^2} = \mu_0 \frac{dU}{dt} \varepsilon_0 \frac{R^2\pi}{l}\frac{r^2}{R^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{dU}{dt} \cdot C \frac{r^2}{R^2}$

$B = \mu_0 \frac{dU}{dt}\frac{Cr}{2\pi R^2}$

$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{dU}{dt} \cdot \frac{Cr}{2\pi R^2} = \underline{\underline{\frac{2Cr}{R^2} \cdot \frac{dU}{dt} \cdot 10^{-7}}}$

$\boxed{2}$ $(r > R)$

$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dU}{dt}\frac{R^2\pi}{l} = \mu_0 \frac{dU}{dt} \varepsilon_0 \frac{R^2\pi}{l} = \mu_0 \frac{dU}{dt} \cdot C$

$B = \mu_0 \frac{dU}{dt} C \cdot \frac{1}{2\pi r} = \frac{dU}{dt} C \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi r} = \underline{\underline{2 \cdot 10^{-7} \frac{C}{r}\frac{dU}{dt}}}$

35 A – 10

$E_0 = 25\,V/m$

a.)

$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{25\,V/m}{3 \cdot 10^8\,m/s} = \underline{\underline{8{,}3 \cdot 10^{-8}\,\frac{Vs}{m^2}}}$

b.)

$\lambda = 2{,}8\,m \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8\,m/s}{2{,}8\,m} = 1{,}07 \cdot 10^8\,Hz = \underline{\underline{107\,MHz}}$

c.)

$E = E_m \cdot \sin(kx - \omega t)$

$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 107\,MHz = 6{,}72 \cdot 10^8\,1/s$

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2{,}8\,m} = 2{,}24\,1/m$

$\Big\}\ \underline{\underline{E = 25\,V/m \cdot \sin(2{,}24\,1/m - 6{,}72 \cdot 10^8\,t/s)}}$

35 B – 2

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,H/m \quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,F/m$

$\oint \vec{B}\,dl = \mu_0 \left(\cancel{I} + \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}\right)$

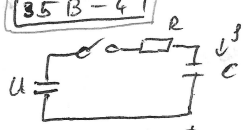
$B 2r\pi = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{dE}{dt} \cdot A = \mu_0 \varepsilon_0 A \cdot \frac{dU}{dt} \cdot \frac{1}{l}$ ($A \to r^2\pi$)

$B = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 \cdot A}{2r\pi \cdot l}\frac{dU}{dt} = \underline{\underline{8{,}73 \cdot 10^{-12}}}$

l ↕ $\quad U = E \cdot l \to E = \frac{U}{l}$

$d\Phi = d(EA)$

35 B – 4



$R = 100\,\Omega$

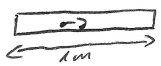
$C = 0{,}5\,\mu F$

$U = 9\,V$

$t = 50\,\mu s$

$I(t) = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = \underline{\underline{4 \cdot 10^{-6}\,A}}$

35 B – 14



$I(t) = 20A \cdot \sin(\omega$

$l = 1m$; $I_0 = 20A$

$R = 5{,}2\,m\Omega$

a.) $E_0 = ?$

$U_0 = I_0 \cdot R = 20\,A \cdot 5{,}2\,m\Omega = 0{,}104\,V$

$\Rightarrow E = \frac{U_0}{l} = \underline{\underline{0{,}104\,V/m}}$

b.)

$\oint \vec{B}\,d\vec{l} = \mu_0 I_0$

$B_0 \cdot d\pi = \mu_0 I_0$

$B_0 = \mu_0 \frac{I_0}{d\pi} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{20}{2 \cdot 10^{-3}\pi} = \underline{\underline{0{,}0012\,T}}$

c.)

$S_{átl} = \frac{1}{\mu_0 \cdot 2} E_0 \cdot B_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2} \cdot 0{,}104 \cdot 0{,}0012 = \underline{\underline{52{,}55\,\frac{W}{m^2}}}$

35 B – 17

$l = c \cdot t \qquad l = 20 \cdot 10^{-9}\,s \cdot 3 \cdot 10^8\,m/s = \underline{\underline{6\,m}}$

$t = 20\,ns$

(E) W = 2 J

$d = 4\,mm$

$V = \cancel{c^2} \cdot t \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = \underline{\underline{7{,}53 \cdot 10^{-5}\,m^3}}$

$u = \frac{E}{V} = \underline{\underline{26525\,J/m^3}}$

$u = \frac{1}{2} E_0^2 \varepsilon_0 \Rightarrow E_0 = \underline{\underline{7{,}7 \cdot 10^7}}$

35A-21

$c = 3\cdot 10^{8}\ m/s$
$d = 50\ m$
$S_{átl} = 840\ mW/m^2$

$p = \frac{S_{átl}}{c}$

$A = \frac{d^2\pi}{4}$

$F = pA = \frac{S_{átl}}{c}\cdot\frac{d^2\pi}{4}$

$F = 5{,}497\cdot 10^{-6}\ N$

35A-23

$P = \frac{\langle S\rangle}{c}\cdot 2$

$p = 5{,}6\cdot 10^{-6}\ Pa$

34B-39

$P = 400\ MW\ (\approx u\cdot 8)$

$u_1 = 22\ kV \rightarrow u_2 = 440\ kV$

a.) $I_1 = \frac{P}{u_1} = 18{,}18\ kA$

b.) $\frac{u_1}{u_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_2 = \frac{u_1}{u_2}\cdot I_1 = \frac{P}{u_2} = 909\ A$

35A-13

$E_0 = 5\cdot 10^{-5}\ V/m$

a.) $B_0 = ?$

$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{5\cdot 10^{-5}\ V/m}{3\cdot 10^{8}\ m/s} = 1{,}6\cdot 10^{-13}\ Vs/m^2$

b.) $S_{átl} = \frac{1}{2\mu_0}\cdot E_0 B_0 = 3{,}18\cdot 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$

35A-22

$P = 100\ mW$

$p = \frac{2\,S_{átl}}{c}$

$S_{átl} = \frac{\Delta E}{\Delta t\cdot A} = \underbrace{\frac{\Delta E}{\Delta t}}_{P}\cdot\frac{1}{A} = \frac{P}{A}$

$p = \frac{2\cdot\frac{P}{A}}{c} \Rightarrow F = pA = \frac{2P}{c} = \frac{2\cdot 100\ mW}{3\cdot 10^{8}\ m/s} = 6{,}6\cdot 10^{-10}\ N$

35B-26

$S_{átl} = 50\ \frac{W}{m^2}$

elnyelődés: $p = \frac{S_{átl}}{c}$ 10%

visszaverődés: $p = \frac{2\,S_{átl}}{c}$ 90%

teljes: $p = \frac{S_{átl}\cdot 0{,}1}{c} + \frac{2\,S_{átl}\cdot 0{,}9}{c} = \frac{S_{átl}}{c}(0{,}1 + 1{,}8) = \frac{50\ \frac{W}{m^2}}{3\cdot 10^{8}\ m/s}(0{,}1 + 1{,}8) = 3{,}16\cdot 10^{-7}\ Pa$

[illegible]

$d = 2\ mm$

$P = 15\ mW$

b.) $t = \frac{1\ m}{c} = 3{,}33\cdot 10^{-9}\ s$

$E_{nyaláb} = Pt = 4{,}995\cdot 10^{-8}\ J$

a.) $E_0 = \sqrt{\frac{P\,2\mu_0\cdot c}{A}} = 1897\ V/m$

c.) $E_{nyaláb} = pc$

$p = 1{,}665\cdot 10^{-16}\ Ns$

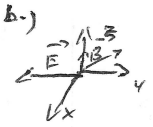
35A-8

$B_0 = 3\cdot 10^{-8}\ T$

a.) $E_0 = ?$

$B_0 = \frac{E_0}{c} \Rightarrow E_0 = B_0\cdot c = 9\ V/m$

b.)



$\Rightarrow \vec{T}_E \times \vec{T}_B$

35B-15

$E = \underbrace{6}_{E_0}\cdot\sin(\underbrace{kx}_{} - \underbrace{10^{16}}_{\omega}t)\,\hat{y} \Rightarrow \hat{x}$ irányba terjed

$\vec{B} = B\cdot\hat{z}$

$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{6\ \frac{V}{m}}{3\cdot 10^{8}\ \frac{m}{s}} = 2\cdot 10^{-8}\ T$

$c = f\cdot\lambda = 2\pi f\cdot\frac{1}{2\pi}\lambda = \frac{\omega}{k} \Rightarrow k = \frac{\omega}{c} = \frac{10^{16}}{3\cdot 10^{8}} = 3{,}3\cdot 10^{7}\ \frac{1}{m}$

a.) $\vec{B} = 2\cdot 10^{-8}\ T\cdot\sin(3{,}3\cdot 10^{7}\ \frac{1}{m} - 10^{16}t)\,\hat{z}$

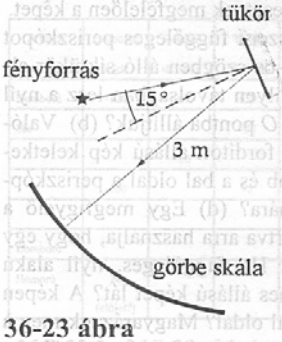
b.) $k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{3{,}3\cdot 10^{7}} = 1{,}9\cdot 10^{-7}\ m$

c.) $w_{átl} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{2}\,8{,}85\cdot 10^{-12}\ \frac{C^2}{Nm^2}\cdot\left(6\ \frac{V}{m}\right)^2 = 1{,}533\cdot 10^{-10}\ \frac{J}{m^3}$

Fizika 2i 4. gyakorlat

Órai munkához

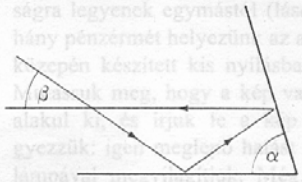
36A-2 Ahogyan a 36-23 ábrán látható, egy fénysugár 15° beesési szöggel esik síktükörre és a 3 m távolságban lévő skálára verődik vissza. Milyen messzire mozdul el a fényfolt, ha a tükröt 2°-kal elforgatjuk? A skála görbült, úgy, hogy a visszavert sugár mindig merőlegesen érje.



36-23 ábra
A 36A-2 feladathoz

36B-4 Egy hölgy, akinek szemei a padlótól 1,59 m-re vannak, tükör előtt áll. (a) Ha a kalapjának teteje 14 cm-rel magasabban van mint a szeme, határozzuk meg, legalább mekkora legyen a falitükör függőleges mérete, hogy (a kalapot is beleértve) magát tetőtől talpig láthassa. Milyen magasan legyen a padlótól a tükör alsó széle?

36B-6 Fénysugár két tükrön szenved visszaverődést, ahogyan a 36-24 ábra mutatja. Mindkét fénysugár és a két tükör normálisa is ugyanabban a síkban fekszik. Adjuk meg a β szöget az α függvényeként! Igazoljuk, hogy ha $\alpha = 90°$, akkor $\beta = 0$.



36-24 ábra
A 36B-6 feladathoz

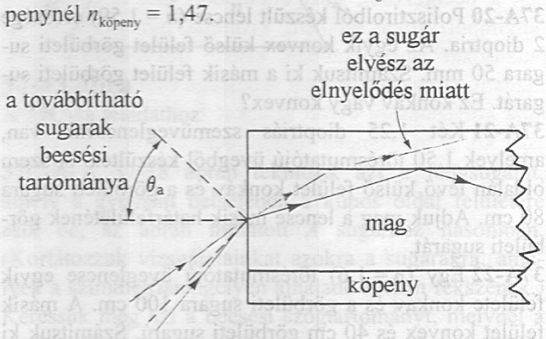
36B-13 Homorú tükörtől 5 cm-re elhelyezett tárgyról a tükör valódi és négyszeresre nagyított képet alkot. Adjuk meg a tükör görbületi sugarát. Szerkesszük meg a képet.

37 B-2 Ha keskeny lézernyaláb vastag üveglemezről verődik vissza, akkor két párhuzamos nyaláb keletkezik. Az egyik a lemez előlapjáról, a másik a lemez hátlapjáról verődik vissza. Tegyük fel, hogy a beesési szög θ, a lemez vastagsága D, a lemez üvegének törésmutatója n. Adjuk meg a két visszavert sugár merőleges d távolságát θ, D és n függvényében.

37 B-5 Fénynyaláb sík üveglapra 40°-os szöget bezáró irányból érkezik. Az üveg 1,5 cm vastag és törésmutatója $n = 1{,}60$. Az üveglap másik oldalán megjelenő fénynyaláb párhuzamos a beeső fénynyalábbal, de oldalirányban kissé eltolódott. Számítsuk ki, mekkora távolságra tolódott el a kijövő nyaláb a beeső nyaláb irányától!

37B-11 Nyugodt vízű tó fenekén lévő hal a vízfelszín felett a tájnak, a haltól induló, függőleges tengelyű körkúpba eső részét láthatja. Számítsuk ki azt a térszöget (szteradiánokban), amelyet a hal szeme befog. (Lásd az E függeléket a szteradiánra vonatkozóan!)

37B-14 Tekintsük meg a 37-39 (és a 37-12) ábrát. Vizsgáljuk azt a fénysugarat, amely egy optikai szál egyik végén lép be. Ha a beesési szög a θ_a kritikus „továbbítási" szögnél kisebb, a fénysugár a szál magjában a teljes visszaverődés mechanizmusával terjed tova. A kritikus szögnél nagyobb beesési szög esetén a fénysugár a köpenyig verődhet vissza, ahol esetleg hamarosan elnyelődik. Határozzuk meg a szál végére érkező fénysugárra a teljes visszaverődés határszögét, ha az üvegszál törésmutatója a magnál $n_{mag} = 1{,}54$ és a köpenynél $n_{köpeny} = 1{,}47$.



37-39 ábra
A 37B-14 és 37C-43 feladathoz

37A-21 Két 1,25 dioptriás szemüveglencsénk van, amelyek 1,50 törésmutatójú üvegből készültek. A szem oldalán lévő külső felület konkáv és a görbületi sugara 80 cm. Adjuk meg a lencse másik határfelületének görbületi sugarát.

37B-28 Diavetítő az 5,8 m távol lévő ernyőn olyan képet alkot, amelynek méretei 80-szor akkorák, mint a diafilmé. Adjuk meg (a) a diafilm és a vetítőlencse közti távolságot, (b) a lencse fókusztávolságát.

37B-33 Távollátó személy kényelmesen szemléli azokat a tárgyakat, amelyek 2 m-nél távolabbra vannak tőle és a nagyon távoli dolgokat is élesen látja. (a) Számítsuk ki, milyen erős lencsére van szüksége ahhoz, hogy a tőle 25 cm távol tartott könyvet olvashassa. (b) Határozzuk meg, milyen távol vannak azok a tárgyak, amelyeket ez a személy ezzel a szemüveggel még kényelmesen láthat, feltéve, hogy a szem akkomodációs képessége szemüveggel és anélkül ugyanakkora.

Otthoni gyakorlásra

36A-9 Homorú tükör görbületi sugara 30 cm. (a) Hová tegyük a tükör elé a tárgyat, hogy képe a tükör mögött 15 cm-re keletkezzék? (b) Ha a tükör domború, görbületi sugara ugyanakkora, akkor hová tegyük a tárgyat? Szerkesszük meg a képet.

36B-11 Gömbtükör elé 30 cm távolságra helyezett tárgyról a tükörtől 40 cm-re valódi kép keletkezik. Határozzuk meg, hogy hová kell a tárgyat elhelyezni ahhoz, hogy a kép a tükör mögött 20 cm-re legyen. Szerkesszük meg a képet.

37 B-6 Lapos fenekű tartályban 8 cm magasan víz van ($n = 1{,}33$), rajta 4 cm vastag olaj úszik ($n = 1{,}47$). Az olajhoz $\theta = 55°$ szögben fénysugár érkezik. Adjuk meg a 37-36 ábrán látható x vízszintes távolság nagyságát!

37A-8 Egy fénysugár érkezik a 45°-os prizmára (37-11a ábráin látható módon). (a) Adjuk meg azt a minimális törésmutatót a prizma anyagára, amely mellett az ábrán mutatott teljes visszaverődés létrejön. (b) A prizmát vízbe tesszük. Határozzuk meg erre az esetre vonatkozóan a prizma minimális törésmutatóját, mellyel ugyanezt az erdeményt érhetjük el.

37A-19 Fényképezőgép (vékonynak tekinthető) lencséjének fókusztávolsága 50 mm. Határozzuk meg, hogy milyen messzire és mely irányba kell a lencsét elmozdítani a filmtől, hogy a végtelen tárgytávolságot 75 cm-re változtassuk.

37A-20 Polisztirolból készült lencse ($n = 1{,}59$) erőssége 2 dioptria. Az egyik konvex külső felület görbületi sugara 50 mm. Számítsuk ki a másik felület görbületi sugarát. Ez konkáv vagy konvex?

37A-26 Egy 6 dioptriás nagyítóüveget nyomtatott oldal felett 10 cm-re tartunk. Mekkora egy 4 mm-es betű képének mérete? Szerkesszük meg a képet.

37B-29 Gyűjtőlencse fókusztávolsága 28 cm. (a) Adjuk meg azt a tárgytávolságot, amelyben álló tárgyról a lencse kétszer akkora valódi képet alkot, mint a tárgy. (b) Ismételjük meg a számítást kétszer akkora virtuális képre. Mindkét esetre szerkesszük meg a képet.

37B-35 Rövidlátó személy, aki –1,5 dioptriás szemüveget visel, tisztán látja a tőle 25 cm-re lévő és az igen távoli tárgyakat is. Határozzuk meg ennek a személynek az éleslátási tartományát szemüveg nélkül, feltéve, hogy az illető ennél jobban már nem tud akkomodálni a távollátásra.

4. Gyakorlat

36A-2

$\alpha = 15°$ $R = 3m$ $d = ?$

Tükröt elfordatjuk! $\rightarrow \alpha' = 2°$

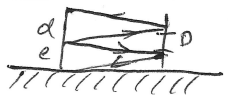
$\varepsilon = \beta - \delta$

$\delta = \alpha - \alpha'$

$\frac{d}{2r\pi} = \frac{\varepsilon}{360°} \rightarrow d = \frac{\beta - (\alpha - \alpha')}{180°} \cdot R\pi =$

$= \frac{17° - (15° - 2°)}{180°} R\pi = \underline{\underline{0{,}209 m}}$

36B-4



$y_2 = \frac{d}{2}$

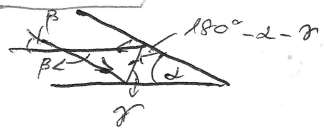
$y_1 = e/2$

$e = 1{,}59 m$

$d = 0{,}14 m$

$h = y_1 + y_2 = \frac{e}{2} + \frac{d}{2} = \underline{\underline{0{,}865 m}}$

36B-6



$\beta = 180° - 2 \cdot \cancel{\alpha} - 2\cancel{\alpha} =$

$= \cancel{180°} - \cancel{180°} + 2\gamma - 2\alpha - \cancel{2\gamma} +$

$+ 180° = \underline{\underline{180 - 2\alpha}}$

36B-13

$k = 4t$

$t = 5cm$

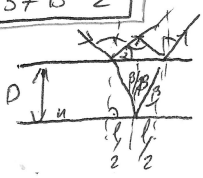
$N = \frac{k}{T} = \frac{k}{t} = 4$

$R = 2 \cdot f \Rightarrow R = 8cm$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{4t} =$

$= \frac{1}{0{,}05} + \frac{1}{0{,}2} \Rightarrow \underline{\underline{f = 0{,}04 m}}$

37B-2



$d = l \cdot \cos\theta$

$\sin\theta = \frac{n}{n_0} \cdot \sin\beta$

$tg\beta = \frac{l}{2D}$

$\Rightarrow$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

$\cos\theta = \sqrt{1 - \sin^2\theta}$

$d = l \cdot \sqrt{1 - \frac{n^2}{n_0^2}\sin^2\beta}$

$\frac{d^2}{l^2} = 1 - \frac{n^2}{n_0}\sin^2\beta$

$\sin^2\beta = \frac{1 - \frac{d^2}{l^2}}{n^2/n_0^2}$

$tg\beta = \frac{\sin\beta}{\sqrt{1 - \sin^2\beta}}$

$tg^2\beta = \frac{\sin^2\beta}{1 - \sin^2\beta} \Rightarrow \frac{\sin^2\beta}{1 - \sin^2\beta} = \frac{l^2}{4D^2}$

37B-5

$D = 1{,}5cm$

$\alpha = 40°$

$n = 1{,}60$

$n_1 \cdot \sin\alpha = n_2 \sin\beta$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n_2} \Rightarrow \underline{\beta = 23{,}7°}$

$l = \frac{D}{\cos\beta} = \underline{1{,}6cm}$

$d = l \cdot \sin(\alpha - \beta) = \underline{\underline{4{,}5mm}}$

37B-11

$n_1 = 1$

$n_2 = 1{,}33$

$\beta = 90°$

$\Omega = \frac{A}{r^2}$

$\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos\alpha)$

$\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos\alpha_H) = \underline{\underline{2{,}14 \text{ szteradián}}}$

$1 \cdot \sin 90 = n \cdot \sin\alpha_H$

$1 = n \sin\alpha_H$

$\sin\alpha_H = \frac{1}{n}$

$\alpha_H = 48{,}75°$

37B-14

$n_{mag} = 1{,}54$

$n_{üveg} = 1{,}44$

$90° - \alpha_H = \underline{17{,}34°}$

$n_l \cdot \sin\theta = n_m \sin(90° - \alpha_H)$

$\underline{\underline{\theta = 27{,}3°}}$

$n_k \sin\beta = n_m \sin\alpha$

$\sin\alpha_H = \frac{n_k}{n_m}$

$\underline{\alpha_H = 72{,}6°}$

37B-28

$k = 5{,}8m$

$N = 80$

$t = ?$

$f = ?$

$k = N \cdot t \rightarrow t = \frac{k}{N} = \frac{5{,}8}{80} \rightarrow t = 0{,}0725m$

$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{7{,}25} + \frac{1}{580} = \frac{1}{f}$ $\underline{\underline{f = 7{,}16 cm}}$

37B-33

$t_1 = 2m - \infty = t_2$

$D_2 = ?$

$t_\beta = 25cm$

$f = 1m$

$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = D$

$\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} = D_1$ $\frac{1}{t_2} + \frac{1}{k_2} = D_1$

$\ominus \frac{1}{t_3} + \frac{1}{k_1} = D_1 + D_2$ $\frac{1}{t_4} + \frac{1}{k_2} = D_1 + D_2$

$\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_3} = D_2 = -3{,}5$ $\frac{1}{t_4} = D_2 = 3{,}5$

$t_4 = 0{,}286 = \underline{\underline{28{,}6 cm}}$

37B-6

$n_l \cdot \sin\theta = n_a \cdot \sin\alpha$

$n_e \cdot \sin\alpha = n_r \cdot \sin\beta$

$x_1 = L_1 \cdot tg\alpha$

$x_2 = L_2 \cdot tg\beta$

$\sin\alpha = \frac{n_e}{n_0} \cdot \sin\theta = \frac{1}{1{,}47} \cdot \sin 55°$

$\underline{\alpha = 33{,}87°}$

$\sin\beta = \frac{n_e}{n_r} \cdot \sin\alpha = \frac{1{,}47}{1{,}33} \cdot \frac{1}{1{,}47} \cdot \sin 55° = 0{,}616$

$\beta = 38°$

$x_1 = L_1 \cdot tg\alpha = 4cm \cdot tg\, 33{,}87° = \underline{2{,}68cm}$

$x_2 = L_2 \cdot tg\beta = 8cm \cdot tg\, 38° = \underline{6{,}25cm}$

$x = x_1 + x_2$

$x = 8{,}93$

Fizika 2i 5. gyakorlat

1. A neutrínó nevű elemi részecske fénysebességgel halad. Egy megfigyelő 200000km/s sebességgel mozog a részecskével szemben ugyanabban a vonatkoztatási rendszerben. Mekkora a neutrínó sebessége a mozgó megfigyelőhöz képest?

41A-3 Egy űrhajósnak a karórája szerint 2 percre van szüksége, hogy egy csokoládérudat elfogyasszon. a) Ha az űrhajós 0,5c sebességgel utazik a Földhöz képest, határozzuk meg, mekkora időtartam telik el ezalatt a Föld vonatkoztatási rendszerében. b) Adjuk a Föld vonatkoztatási rendszerében, hogy ez alatt az idő alatt mekkora távolságot tesz meg az űrhajó.

41B-6 Két űrhajó A és a B egymáshoz közel halad el, miközben ellenkező irányba tartanak. Mindkettő sajáthossza 300 m. Az A űrhajó vonatkoztatási rendszerében 2×10^{-6} s-ig tart, míg a B orra A űrhajó mentén elhalad. Az A űrhajó orrában elhelyezett óra pontosan zérust mutat, amikor ott a B orra elhalad. Adjuk meg, mit mutat ez az óra, amikor a B fara előtte elhalad!

41B-7 A radioaktív részecskeminták felezési ideje az az idő, mely alatt az anyagmintában lévő részecskék fele elbomlik. Egy bizonyos mennyiségű radioaktív részecske a laboratóriumban 0,8c sebességgel 30 m utat tesz meg. Ezalatt a részecskék fele elbomlik. Adjuk meg a részecskék felezési idejét a saját vonatkoztatási rendszerükben!

41B-9 Ha egy sugárhajtású repülőgépen New Yorkból Los Angelesbe utazunk (4000 km légvonalban a távolság) 1000 km/óra átlag sebességgel, mennyivel fiatalabbak vagyunk megérkezéskor, mintha New Yorkban maradtunk volna a repülés ideje alatt? (Útmutatás: Vegyük észre, hogy a T idő, amit New Yorkban töltöttünk volna, igen közel áll T_0-hoz, a repülőgépen töltött időhöz!)

41A-15 Egy csillagász megfigyeli, hogy két távoli galaxis a Földtől ellenkező irányban távolodik; mindegyik 0,9c sebességgel. Mekkora volna a másik galaxis távolodási sebessége az egyiken lévő megfigyelő számára?

41B-17 Egy M tömegű részecske $v_1 = 0{,}6c$ sebességgel frontálisan összeütközik egy másik m tömegű és $v_2 = 0{,}8c$ sebességű, ellenkező irányban mozgó részecskével. Az ütközés után a két részecske egy összetett rendszert képez, amely a laboratóriumhoz viszonyítva nyugalomban van. Adjuk meg a tömegek M/m arányát!

41A-21 Becslések szerint az Egyesült Államok gazdaságában az összes forrásból származó energia 1987-ben kb. 8×10^{19} J volt. Feltéve, hogy mindezt az energiát magreakciókból akarnánk fedezni, melyek során a tömegdefektus energiája szabadul fel az $E = mc^2$ képlet szerint, határozzuk meg, mekkora tömeg nyugalmi energiájáról van szó!

41B-26 a) Határozzuk meg mekkora munka szükséges egy elektronnak a nyugalomból a $v = 0{,}8c$ sebességre való felgyorsításához a newtoni mechanika szerint. b) Mekkora ez a munka a relativitáselmélet szerint? A választ az mc^2 egységeiben fejezzük ki. (Útmutatás: emlékeztetünk arra, hogy egy testen végzett munka egyenlő a test mozgási energiájának megváltozásával).

41C-39 Képzeljük el, hogy egy futó egy tükröt visz, 1 m-re maga előtt (a futó vonatkoztatási rendszerében) és visszavert képét tanulmányozza, ahogy a 41-22 ábra mutatja. A futó pislog egyet. a) A futó vonatkoztatási rendszerében mennyi idő telik el a pislogás után, míg meglátja annak tükörképét? b) Mekkora ez az időtartam a földi vonatkoztatási rendszerben (c függvényében)?

Otthoni gyakorlásra:

2. Mekkora a Föld átmérőjének hosszúság kontrakciója abban az irányban, amerre a Föld a Nap körüli pályán halad? (A Föld távolsága a Naptól 150 millió km, keringési ideje 1 év és átmérője 12 756 km.)

41A-4 Bár a Shinkansen „expressvonat" (Japánban) biztonságosan tud haladni 260 km/óra sebességgel, utazósebességét mégis 210 km/óra értékre korlátozták, hogy a zajszintet 75 fon értéken lehessen tartani. Ezen a kisebb sebességen mennyivel rövidebb a vonat a földi megfigyelő számára, mint a nyugalmi hossza, ami 230 m?

41B-8 Pozitív pionokból álló részecskenyaláb sebessége 0,7c. Az együttmozgó rendszerben a pionok átlagos élettartama elbomlásukig $2{,}6\times10^{-8}$ s. a) Milyen hosszú ideig élnek a pionok a laboratórium vonatkoztatási rendszerében átlagosan? b) A laboratóriumban ez alatt az idő alatt milyen távolságra jutnak el?

41B-11 Egy űrhajó nyugalmi hossza 100 m. A földfelszínhez közel halad 0,8 c állandó sebességgel. A földi megfigyelők elhatározzák, hogy megmérik az űrhajó hosszát úgy, hogy két tornyot építenek, A-t és B-t, melyek éppen egybeesnek az űrhajó elejével, ill. végével, amikor az elhalad mellettük. Az A torony az űrhajó orránál, a B űrhajó a végénél van. a) A földi megfigyelők milyen messzire építik a tornyokat egymástól? b) Mit mondanak a földi megfigyelők, mennyi idő telik el, míg az űrhajó orra az A-tól a B-ig elmegy? c) Milyen hosszú Az űrhajó vonatkoztatási rendszerében végzett mérések szerint, mennyi ideig tart, míg az űrhajó orra az A toronytól a B-ig elmegy? d) Az űrhajósok szerint milyen messzire vannak egymástól a tornyok? e) Adjuk meg azt a sajátidő-intervallumot, mely az 1 eseménytől (az űrhajó orra az A toronnyal esik egybe), a 2 eseményig tart (az űrhajó orra a B toronnyal esik egybe)!

41A-16 Egy bizonyos kvazár a Földtől $v = 0{,}87c$ sebességgel távolodik. Egy anyagot lövell ki a Föld felé a kvazárhoz képest $0{,}55c$ sebességgel. Adjuk meg a kilövelt anyag sebességét a Földhöz viszonyítva!

41A-19 Határozzuk meg mekkora annak a tárgynak a sebessége, amelynek a mozgási energiája egyenlő a nyugalmi energiájával.

41B-30 Elektron mozgási energiája háromszor akkora, mint a nyugalmi energiája. Adjuk meg a) az elektron teljes energiáját eV-egységekben, b) a sebességét c-egységekben.

41B-33 Egy-egy óra van egy űrhajó orrában és végénél, az űrhajó nyugalmi hossza 300 m. Az órákat helyesen szinkronizálták az űrhajó vonatkoztatási rendszerében. Ha az űrhajó elhalad a Föld mellett $V = 0{,}90c$ sebességgel, a) adjuk meg, mekkora a két óra által mutatott idő közti különbség a Földön b) Melyik óra mutat korábbi időt?

3. Egy részecske a K inerciarendszerhez képest v_1=0.8c abszolút értékű sebességgel mozog a pozitív x tengely irányában. Ugyanebben az irányban halad a részecske mögött a K inerciarendszerhez képest v_2=0.7c abszolút értékű sebességgel egy rakéta, amelyet a benne ülő megfigyelő 100 m hosszúságúnak mér.

a.) Mekkora hosszúságúnak méri a rakétát a K rendszerbeli megfigyelő?
b.) Mekkora sebességgel mozog a részecske a rakétában ülő megfigyelő szerint?

4. Egy a méterrúd hosszával párhuzamosan mozgó megfigyelő a méterrúd hosszát 95 cm-nek méri. (A méterrúd nyugalmi hossza pontosan 1 m.) Hány százalékkal kell megváltoznia a megfigyelő sebességének, hogy a méterrúdat hosszát 90cm-nek mérje?

5. Két sugárhajtásos repülőgép sebessége a talajhoz képest u=600m/s és v=300m/s. Egy egyenes mentén
a.) egy irányban
b.) egymással szemben
haladnak. Mekkorának méri az első gép sebességét a második gép pilótája?

5. gyakorlat

41A-3

$t_0' = 2\ min$

a.) $v = 0{,}5c$

$$t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$x' = 0 \Rightarrow$

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2\ min}{\sqrt{1-\frac{(0{,}5c)^2}{c^2}}} = \underline{\underline{2{,}31\ min}}$$

b.) $x = ?$

$$x = \frac{x' - vt'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad x' = 0 \Rightarrow \underline{\underline{x = 1{,}15c}}$$

41B-6

$l_0 = 300\ m$

$\Delta t = 2 \cdot 10^{-6} s$

$$l = \sqrt{1 - v^2/c^2}\ l_0 = 300\sqrt{0{,}75} = \underline{\underline{259{,}8\ m}}$$

$$u = \frac{300\ m}{2 \cdot 10^{-6} s} = 0{,}5c \qquad t = \frac{l}{u} = \underline{\underline{1{,}73 \cdot 10^{-6} s}}$$

41B-7

$v = 0{,}8c$

$x = 30\ m$

$$t = \frac{x}{v} = 37{,}5\ \frac{1}{c}$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{13{,}5\ \frac{1}{c}}{0{,}6} = \underline{\underline{22{,}5\ \frac{1}{c}}}$$

41B-9

$d = 4000\ km$

$v = 1000\ km/s$

$d = v \cdot T_0 = d_0\sqrt{1-\beta^2}$

$d = d_0\sqrt{1-\beta^2}$

$d_0 = vT$

$$\Delta T = \frac{d_0}{v} - d_0\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{v} = \frac{d_0}{v}\left(1 - \sqrt{1-\beta^2}\right)$$

$$\underline{\underline{\Delta T = 6{,}17\ ns}}$$

41A-15

$$v = \frac{0{,}9c + 0{,}5c}{1 + \frac{0{,}9c \cdot 0{,}5c}{c^2}} = \frac{1{,}8c}{1{,}81} = \underline{\underline{0{,}995c}}$$

41B-17

$v_1 = 0{,}6c$

$v_2 = 0{,}8c$

$$\frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad \frac{m \cdot 0{,}6c}{0{,}8} = \frac{m\ 0{,}8c}{0{,}6} \Rightarrow \frac{M_6}{8} = \frac{M_8}{6}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{8^2}{6^2} = \frac{64}{36} = \underline{\underline{1{,}778}}$$

41A-21

$E = 8 \cdot 10^{19} J$

$$M = \frac{E}{c^2} = \frac{8 \cdot 10^{19}}{9 \cdot 10^{16}}\ kg = 888\ kg \approx \underline{\underline{1\ tonna}}$$

41B-26

$\bar{e}$ $\quad v = 0{,}8c$

$$W_{kin} = \frac{1}{2}Mev^2 = \frac{1}{2}m \cdot 0{,}8^2c^2 = \underline{\underline{0{,}32mc^2}}$$

$$W_E = \frac{m \cdot c^2}{\sqrt{1-\beta^2}} - mc^2 = mc^2\left(\frac{1}{0{,}6} - 1\right) = \underline{\underline{0{,}66mc^2}}$$

6. gyakorlat

42A-6

$\underline{\underline{T = 2{,}7\ K}}$

a.) $\lambda_{max} \cdot T = áll$

$$\lambda_{max} = \frac{C_W}{T} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{2{,}7\ K} = \underline{\underline{1{,}07\ mm}}$$

b.) $$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{max}} = \frac{3 \cdot 10^8\ m/s}{1{,}07 \cdot 10^{-3} m} = 2{,}7 \cdot 10^{11}\ Hz = \underline{\underline{270\ GHz}}$$

42B-8

$R = 6{,}96 \cdot 10^8\ m$

$P = 3{,}86 \cdot 10^{26} W$

a.) $A = 4R^2\pi$

$$\frac{P}{A} = R_S = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{P/4R^2\pi\sigma} = \underline{\underline{6000\ K}}$$

42A-10

$P = 80\ kW$

$f = 92{,}4\ MHz$

1 sec $\quad 80\ kJ = n \cdot h \cdot f$

$$n = 80 \cdot 10^3\ J / 6{,}626 \cdot 10^{-34} Js \cdot 92{,}4 \cdot 10^6 \frac{1}{s} = \underline{\underline{1{,}3 \cdot 10^{30}\ foton/sec}}$$

42B-13

$P = 2\ W \qquad \lambda = 555\ nm \qquad ((P/A) \cdot a) = h \cdot f$

$$f = \frac{c}{\lambda} = 5{,}4 \cdot 10^{14}\ Hz$$

$$\frac{P \cdot 1}{4r^2\pi} \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} m^2 = hf$$

$$a = \frac{d^2}{4} \cdot \pi = 2{,}8 \cdot 10^{-5} m^2$$

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 1}{4\pi \cdot 6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 5{,}4 \cdot 10^{14}}} = \underline{\underline{3{,}54 \cdot 10^6\ m}}$$

42A-16

$\lambda_{max} = 294\ nm$

$W = ?$

$1\ eV = 1{,}6 \cdot 10^{-19} J$

$$h \cdot f = W + \frac{1}{2}mv^2$$

Planc állandó.

$$\frac{h \cdot c}{\lambda_{max}} = W = 6{,}765 \cdot 10^{-18} J = \underline{\underline{4{,}23\ eV}}$$

42B-18

$\lambda = 410\ nm$

$U = 0{,}83\ V$

$E_{kinmax} = ?$

$W = ?$

$\lambda_{max} = ?$

$$eU = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = 0{,}83\ eV = 1{,}328 \cdot 10^{-19} J$$

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = W + E_{kin}$$

$$W = \frac{h \cdot c}{\lambda} - eU = 3{,}52 \cdot 10^{-19} J \qquad \frac{h \cdot c}{W} = \lambda_{max} = \underline{\underline{565\ nm}}$$

42A-19

$\Delta\lambda = \lambda_c (1-\cos\theta)$; $E=pc$; $h\cdot f = mc^2$; $p=mc$

$p = h/\lambda$; $\lambda_c = 0{,}00243\,nm$

$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\theta)$

$\theta = 180°$

$\Delta\lambda = \lambda_c \cdot 2$

$\Delta\lambda = 0{,}00243\,nm \cdot 2$

$\Delta\lambda = 4{,}86\cdot 10^{-3}\,nm$

42B-22

$h\cdot f = E_0$

$E_0 = m_e c = 512\,keV$

$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c}(1-\cos\theta)$

$hf = E_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$ $\quad \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}$ $\quad \lambda' = \lambda_0 + \frac{h}{m_e c}(1-\cos 30°)$

$\frac{hc}{\lambda_0} = m_e c^2$ $\quad \lambda_0 = \frac{hc}{m_e c^2} = \frac{h}{m_e c}$ $\quad \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda'} + E_m$

$\lambda' = \frac{h}{m_0 c}(2-\cos 30°)$ $\quad E_0 = E' + E_m$

$E_m = E_0 - E' = m_e c^2\left(1-\frac{1}{\cos\theta}\right) =$ $\quad E' = \frac{h\cdot c\, m_e c}{h} = \frac{1}{2-\cos 30°} = \frac{m_e\cdot c^2}{2-\cos 30°}$

$= 60{,}37\,keV$

43A-12

$\lambda = 0{,}2\,nm$

$p = \frac{h}{\lambda} = m_e v$

$v = \frac{h}{\lambda m} = 1985\,m/s$

$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{h^2}{\lambda^2 2m} = 3{,}3\cdot 10^{-21}\,J = 21\,MeV$

43B-21

$P = |\psi|^2$

$\psi \sim \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$ $\quad D_x(m.) = \frac{D}{n}$

$\sin\frac{n\pi x_2}{b} = 0$ $\quad \sin\frac{n\pi x_1}{b} = 0$

$x_2 - x_1 = D_x$ $\quad \frac{n\pi x_2}{b} - \frac{n\pi x_1}{b} = \pi$

$\frac{\Delta x_n}{b} = 1$

43B-27

$n = \frac{h}{2\pi} < \Delta p \Delta x$ $\quad m = 9\,g$ $\quad v = 2\,m/s$

a) imp: 0,1%

$\Delta x \Delta p > \frac{h}{2\pi}$

$p = mv = 9\cdot 10^{-3}\,kg\cdot 2\,m/s = 1{,}8\cdot 10^{-3}\,\frac{kg\,m}{s}$

$\Delta p = 18\cdot 10^{-6}$

$\Delta x > \frac{h}{2\pi\,\Delta p} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}}{2\pi\cdot 18\cdot 10^{-6}} = 5{,}8\cdot 10^{-30}\,m$

b) $m = 9{,}1\cdot 10^{-31}\,kg$

$p = 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot 2 = 18\cdot 10^{-31}$

$\Delta p = 18\cdot 10^{-34}$

$\Delta x > \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}}{2\pi\cdot 18\cdot 10^{-34}} = 0{,}05\,m$

Fizika 2i 6. gyakorlat

Órai munkához

42A-6 Az ősrobbanás és az Univerzum tágulása következtében a csillagközi térben kb. 2,7 *K* hőmérsékletnek megfelelő spektrumú háttérsugárzás van. Adjuk meg (a) a hullámhosszát és (b) a rezgésszámát annak a rezgésnek, ahol ez a sugárzás maximális energiájú!

42B-8 A Nap sugara $6{,}96 \times 10^8$ m és teljes kisugárzott teljesítménye $3{,}86 \times 10^{26}$ W. (a) Feltéve, hogy a Nap felszíne ideális feketetestként sugároz, számítsuk ki felszíni hőmérsékletét! (b) Felhasználva az (a) rész eredményét, adjuk meg a Napból érkező sugárzás spektrális eloszlásában a maximumhoz tartozó hullámhosszat!

42A-10 URH adó 80 kW teljesítménnyel sugároz a 92,4 MHz frekvencián. Hány fotont bocsát ki másodpercenként?

42B-13 A kísérletek azt mutatják, hogy a sötétre adaptált emberi szem már a látható fény egyetlen fotonját is érzékeli. Tekintsünk egy pontforrást, amely 2 W fényteljesítményt sugároz az 555 nm hullámhosszon minden irányban. Mekkora távolságban kellene lennie ennek a fényforrásnak, hogy átlagosan egy foton érkezzen másodpercenként az emberi szembe, amelynek a pupillája 6 mm átmérőjű?

42A-16 A bizmutban a fotoelektromos hatás csak 294 nm-nél rövidebb ultraibolya hullámhosszak esetén jelenik meg. Adjuk meg a kilépési munkát (elektronvoltokban) a bizmutra!

42B-18 410 nm hullámhosszúságú fény esik egy fémfelületre. A fotoelektromos hatásnál a küszöbfeszültség 0,83 V. (a) Mekkora a kilépő fotoelektronok maximális kinetikus energiája? (b) Mekkora a fém kilépési munkája? (c) Mekkora a küszöbhullámhossz?

42A-19 Adjuk meg a hullámhossszváltozást, ha egy fotont egy kezdetben álló elektron „visszaszór" (vagyis a szórási szög 180°). Függ-e a hullámhosszváltozás a beeső foton hullámhosszától?

42B-22 Egy gamma-foton, melynek energiája az elektron nyugalmi energiájával (511 keV) egyenlő, összeütközik egy elektronnal, ami kezdetben nyugalomban volt. Számítsuk ki, mekkora mozgási energiát nyer az elektron az ütközésben, ha a foton az eredeti pályaegyeneséhez képest 30°-os szögben szóródik?

42B-24 A klór egyik radioaktív izotópja ($^{38\,m}$Cl) egy 600 keV energiájú foton kibocsátásával bomlik. (Az m jel a mag metastabilis állapotára utal. A mag azonban ahelyett, hogy azonnal elbomlana, viszonylag hosszú ideig gerjesztett állapotban van.) Ha a mag kezdetben nyugalomban volt, határozzuk meg a nyert kinetikus energiájának és a kibocsátott foton energiájának a hányadosát. A ^{38m}Cl mag összenergiájának értéke 35,4 GeV. (Ez ekvivalens a tömegével.)

43A-12 Egy mozgó neutron de Broglie-hullámhossza 0,2 nm. Adjuk meg (a) a sebességét, és (b) a mozgási energiáját eV egységekben!

43B-21 Egy részecske egydimenziós mozgást végez egymástól *D* távolságra lévő két merev fal között. A valószínűségi-sűrűségfüggvény $P = |\psi|^2$, amit a (43-29) képlet ad meg. Mutassuk meg, hogy az eloszlás minimumai közti Δx távolság D/n!

43B-27 Egy 9 g tömegű golyó 2 m/s sebességgel gurul az asztalon. (a) Ha impulzusát 0,1% pontossággal mérjük, akkor helyének egyidejű mérésében mekkora a határozatlanság? (b) Ismételjük meg a számítást egy ugyanilyen sebességgel haladó elektron esetére! Kommentáljuk az eredményeket!

Otthoni gyakorlásra

42A-5 Határozzuk meg a szobahőmérsékletű 27°C feketetest sugárzási görbéjének maximumához tartozó hullámhosszat!

42A-7 Az emberi szem kb. 555 nm hullámhossznál a legnagyobb érzékenységű. Adjuk meg annak a feketetestnek a hőmérsékletét, amely sugárzásának a spektrális teljesítménye ezen a hullámhosszon a maximális!

42A-9 Adjuk meg annak a fotonnak a hullámhosszát, amelynek energiája az elektron nyugalmi energiájával egyenlő (0,511 MeV)!

42A-12 A He-Ne-lézer a 632,8 nm hullámhosszon fényt bocsát ki. (a) Az elektromágneses színkép melyik szakaszára esik ez a fény? (b) Másodpercenként hány fotont bocsát ki a He-Ne-lézer, ha teljesítménye 2 mW?

42B-14 Kis amplitúdók esetén a fonalinga egyszerű harmonikus oszcillátorként viselkedik. Legyen az inga tömege 50 g-os, fonalhossza 40 cm. (a) Planck elméletét alkalmazva mekkora ennek az ingának a legkisebb, nullától különböző lehetséges energiája? Mekkora az ezzel a minimális energiával lengő inga amplitúdója? (A válasz megmutatja, hogy miért nem lehet a kvantáltságot a makroszkópikus mozgásoknál észlelni.)

42A-15 A nátrium kilépési munkája 2,75 eV. Adjuk meg a fotoelektromos hatás küszöbhullámhosszát Na esetére.

42B-17 Tiszta kalcium-felületet ultraibolya fénnyel világítunk meg. A kilépési munka 2,87 eV. Számítsuk ki, mekkora (a) a kilépő fotoelektronok maximális sebessége és (b) mekkora a küszöbhullámhossz?

42A-20 A Compton-szórás folyamatában egy foton hullámhosszában 0,41% növekedést tapasztalunk. Milyen szögben szórta a fotont az elektron?

42B-25 Egy 2 W-os He-Ne-lézer fényét (632 nm) a céltárgy teljesen elnyeli. Adjuk meg; (a) A céltárgyba másodpercenként becsapódó fotonok számát, (b) az egyes fotonok impulzusának nagyságát. (c) Ezeknek az adatoknak a felhasználásával számítsuk ki, mekkora erőt gyakorol a lézernyaláb a céltárgyra.

43A-9 Egy elektronmikroszkóp 50 keV-es elektronokat használ. Hányszor kisebb ezeknek az elektronoknak a de Broglie-hullámhossza, mint az 500 nm hullámhosszú látható fényé?

43A-11 Számítsuk ki a de Broglie-hullámhosszat olyan elektron esetére, melyet nyugalomból 50 V-os potenciálkülönbség gyorsított fel!

43B-28 Egy atomot az 1,8 eV energiával az alapállapot fölé gerjesztve, az atom átlagosan 2×10^{-6} s időt tölt el, mielőtt alapállapotba kerülne vissza. (a) Adjuk meg a kibocsátott foton frekvenciáját! (b) Adjuk meg a foton hullámhosszát! (c) Adjuk meg a foton energiájának bizonytalanságát!

5. gyakorlat

41A-3

$t_0' = 2\ min$

a.) $v = 0{,}5c$

$$t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$x' = 0 \Rightarrow$

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2\ min}{\sqrt{1-\frac{(0{,}5c)^2}{c^2}}} = \underline{\underline{2{,}31\ min}}$$

b.) $x = ?$

$$x = \frac{x' - vt'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad x' = 0 \Rightarrow \underline{\underline{x = 1{,}15c}}$$

41B-6

$l_0 = 300\ m$

$\Delta t = 2 \cdot 10^{-6} s$

$$l = \sqrt{1 - v^2/c^2}\ l_0 = 300\sqrt{0{,}75} = \underline{\underline{259{,}8\ m}}$$

$$u = \frac{300\ m}{2 \cdot 10^{-6} s} = 0{,}5c \qquad t = \frac{l}{u} = \underline{\underline{1{,}73 \cdot 10^{-6} s}}$$

41B-7

$v = 0{,}8c$

$x = 30\ m$

$$t = \frac{x}{v} = 37{,}5\ \frac{1}{c}$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{13{,}5\ \frac{1}{c}}{0{,}6} = \underline{\underline{22{,}5\ \frac{1}{c}}}$$

41B-9

$d = 4000\ km$

$v = 1000\ km/s$

$d = v \cdot T_0 = d_0\sqrt{1-\beta^2}$

$d = d_0\sqrt{1-\beta^2}$

$d_0 = vT$

$$\Delta T = \frac{d_0}{v} - d_0\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{v} = \frac{d_0}{v}\left(1 - \sqrt{1-\beta^2}\right)$$

$$\underline{\underline{\Delta T = 6{,}17\ ns}}$$

41A-15

$$v = \frac{0{,}9c + 0{,}5c}{1 + \frac{0{,}9c \cdot 0{,}5c}{c^2}} = \frac{1{,}8c}{1{,}81} = \underline{\underline{0{,}995c}}$$

41B-17

$v_1 = 0{,}6c$

$v_2 = 0{,}8c$

$$\frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad \frac{m \cdot 0{,}6c}{0{,}8} = \frac{m\ 0{,}8c}{0{,}6} \Rightarrow \frac{M_6}{8} = \frac{M_8}{6}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{8^2}{6^2} = \frac{64}{36} = \underline{\underline{1{,}778}}$$

41A-21

$E = 8 \cdot 10^{19} J$

$$M = \frac{E}{c^2} = \frac{8 \cdot 10^{19}}{9 \cdot 10^{16}}\ kg = 888\ kg \approx \underline{\underline{1\ tonna}}$$

41B-26

$\bar{e}$ $\quad v = 0{,}8c$

$$W_{kin} = \frac{1}{2}Mev^2 = \frac{1}{2}m \cdot 0{,}8^2c^2 = \underline{\underline{0{,}32mc^2}}$$

$$W_E = \frac{m \cdot c^2}{\sqrt{1-\beta^2}} - mc^2 = mc^2\left(\frac{1}{0{,}6} - 1\right) = \underline{\underline{0{,}66mc^2}}$$

6. gyakorlat

42A-6

$\underline{\underline{T = 2{,}7\ K}}$

a.) $\lambda_{max} \cdot T = áll$

$$\lambda_{max} = \frac{C_W}{T} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{2{,}7\ K} = \underline{\underline{1{,}07\ mm}}$$

b.) $$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{max}} = \frac{3 \cdot 10^8\ m/s}{1{,}07 \cdot 10^{-3} m} = 2{,}7 \cdot 10^{11}\ Hz = \underline{\underline{270\ GHz}}$$

42B-8

$R = 6{,}96 \cdot 10^8\ m$

$P = 3{,}86 \cdot 10^{26} W$

a.) $A = 4R^2\pi$

$$\frac{P}{A} = R_S = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{P/4R^2\pi\sigma} = \underline{\underline{6000\ K}}$$

42A-10

$P = 80\ kW$

$f = 92{,}4\ MHz$

1 sec $\quad 80\ kJ = n \cdot h \cdot f$

$$n = 80 \cdot 10^3\ J / 6{,}626 \cdot 10^{-34} Js \cdot 92{,}4 \cdot 10^6 \frac{1}{s} = \underline{\underline{1{,}3 \cdot 10^{30}\ foton/sec}}$$

42B-13

$P = 2\ W \qquad \lambda = 555\ nm \qquad ((P/A) \cdot a) = h \cdot f$

$$f = \frac{c}{\lambda} = 5{,}4 \cdot 10^{14}\ Hz$$

$$\frac{P \cdot 1}{4r^2\pi} \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} m^2 = hf$$

$$a = \frac{d^2}{4} \cdot \pi = 2{,}8 \cdot 10^{-5} m^2$$

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 1}{4\pi \cdot 6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 5{,}4 \cdot 10^{14}}} = \underline{\underline{3{,}54 \cdot 10^6\ m}}$$

42A-16

$\lambda_{max} = 294\ nm$

$W = ?$

$1\ eV = 1{,}6 \cdot 10^{-19} J$

$$h \cdot f = W + \frac{1}{2}mv^2$$

Planc állandó.

$$\frac{h \cdot c}{\lambda_{max}} = W = 6{,}765 \cdot 10^{-18} J = \underline{\underline{4{,}23\ eV}}$$

42B-18

$\lambda = 410\ nm$

$U = 0{,}83\ V$

$E_{kinmax} = ?$

$W = ?$

$\lambda_{max} = ?$

$$eU = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = 0{,}83\ eV = 1{,}328 \cdot 10^{-19} J$$

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = W + E_{kin}$$

$$W = \frac{h \cdot c}{\lambda} - eU = 3{,}52 \cdot 10^{-19} J \qquad \frac{h \cdot c}{W} = \lambda_{max} = \underline{\underline{565\ nm}}$$

42A-19

$\Delta\lambda = \lambda_c (1-\cos\theta)$; $E=pc$; $h\cdot f = mc^2$; $p=mc$

$p = h/\lambda$; $\lambda_c = 0{,}00243\,nm$

$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\theta)$

$\theta = 180°$

$\Delta\lambda = \lambda_c \cdot 2$

$\Delta\lambda = 0{,}00243\,nm \cdot 2$

$\Delta\lambda = 4{,}86\cdot 10^{-3}\,nm$

42B-22

$h\cdot f = E_0$

$E_0 = m_e c = 512\,keV$

$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c}(1-\cos\theta)$

$hf = E_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$ $\quad \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}$ $\quad \lambda' = \lambda_0 + \frac{h}{m_e c}(1-\cos 30°)$

$\frac{hc}{\lambda_0} = m_e c^2$ $\quad \lambda_0 = \frac{hc}{m_e c^2} = \frac{h}{m_e c}$ $\quad \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda'} + E_m$

$\lambda' = \frac{h}{m_0 c}(2-\cos 30°)$ $\quad E_0 = E' + E_m$

$E_m = E_0 - E' = m_e c^2\left(1-\frac{1}{\cos\theta}\right) =$ $\quad E' = \frac{h\cdot c\, m_e c}{h} = \frac{1}{2-\cos 30°} = \frac{m_e\cdot c^2}{2-\cos 30°}$

$= 60{,}37\,keV$

43A-12

$\lambda = 0{,}2\,nm$

$p = \frac{h}{\lambda} = m_e v$

$v = \frac{h}{\lambda m} = 1985\,m/s$

$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{h^2}{\lambda^2 2m} = 3{,}3\cdot 10^{-21}\,J = 21\,MeV$

43B-21

$P = |\psi|^2$

$\psi \sim \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$ $\quad D_x(m.) = \frac{D}{n}$

$\sin\frac{n\pi x_2}{b} = 0$ $\quad \sin\frac{n\pi x_1}{b} = 0$

$x_2 - x_1 = D_x$ $\quad \frac{n\pi x_2}{b} - \frac{n\pi x_1}{b} = \pi$

$\frac{\Delta x_n}{b} = 1$

43B-27

$n = \frac{h}{2\pi} < \Delta p \Delta x$ $\quad m = 9\,g$ $\quad v = 2\,m/s$

a) imp: 0,1%

$\Delta x \Delta p > \frac{h}{2\pi}$

$p = mv = 9\cdot 10^{-3}\,kg\cdot 2\,m/s = 1{,}8\cdot 10^{-3}\,\frac{kg\,m}{s}$

$\Delta p = 18\cdot 10^{-6}$

$\Delta x > \frac{h}{2\pi\,\Delta p} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}}{2\pi\cdot 18\cdot 10^{-6}} = 5{,}8\cdot 10^{-30}\,m$

b) $m = 9{,}1\cdot 10^{-31}\,kg$

$p = 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot 2 = 18\cdot 10^{-31}$

$\Delta p = 18\cdot 10^{-34}$

$\Delta x > \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}}{2\pi\cdot 18\cdot 10^{-34}} = 0{,}05\,m$