

1. 126 kW teljesítményű adótól 100 km-re mekkora az elektromágneses hullámok energiaáram-sűrűsége, ha veszteségmentes terjedést feltételezünk? (2008)

$$P = 126 \text{ kW} = 1,26 \cdot 10^5 \text{ W}$$

$$r = 100 \text{ km} = 10^5 \text{ m}$$

$$S = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1,26 \cdot 10^5 \text{ W}}{4\pi \cdot (10^5 \text{ m})^2} = \frac{1,26}{4\pi} \cdot 10^{-5} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx 1,0026 \cdot 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

2. 2 cm sugarú kör alakú vezetőt a síkjára merőleges $0,2 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$ indukciójú mágneses erőterbe helyezünk. A körvezető ellenállása 1Ω . Mekkora töltésmennyiség áramlik át a körvezetőn, ha azt 90° -kal elfordítjuk? (2008, 2009, 2011)

$$B = 0,2 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$$

$$r = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$\phi_2 = 0$, mivel akkor a vezető párhuzamos lesz az indukcióra.

$$Q = \int I dt = \int_{(1)}^{(2)} \frac{U_e}{R} dt = - \int_{(1)}^{(2)} \frac{d\phi}{dt} \cdot \frac{1}{R} dt = - \frac{1}{R} \cdot [\phi]_{(1)}^{(2)} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{R} = \frac{B \cdot A}{R} - 0 = \frac{0,2 \cdot 0,02^2 \pi}{1} = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

3. 9 cm sugarú homorú gömbtükör elé 1,8 cm távolságra 1 cm magas tárgyat helyezünk. Határozzuk meg számítással a kép adatait! (2008, 2009)

$$R = 9 \text{ cm}$$

$$t = 1,8 \text{ cm}$$

$$h = 1 \text{ cm}$$

$$f = \frac{R}{2} = \frac{9 \text{ cm}}{2} = 4,5 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t} \Rightarrow k = - \frac{f \cdot t}{f - t} = - \frac{4,5 \text{ cm} \cdot 1,8 \text{ cm}}{4,5 \text{ cm} - 1,8 \text{ cm}} = \frac{8,1 \text{ cm}^2}{2,7 \text{ cm}} = -3 \text{ cm}$$

$$N = - \frac{k}{t} = - \frac{-3}{1,8} = 1,66 \Rightarrow N \cdot h = 1,66 \text{ cm}$$

A tárgy képét a tükör felülete mögött 3 cm-re 1,68 cm magasan látjuk.

4. A fotoeffektus küszöbértéke kálium esetén 577nm hullámhossznak felel meg. Mekkora a fénykvantumnak az elektron kiszabadításához szükséges minimális energiája az adott fém esetén? (2009, 2011)

$$\lambda = 577 \text{ nm} = 5,77 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck-állandó)}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (fénysebesség)}$$

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5,77 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \approx 3,43 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{3,43 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \approx 2,14 \text{ eV}$$

5. A homorú gömb tükör 3x nagyítású fordított képet ad egy bizonyos tárgyról. A kép és tárgy közötti távolság 28 cm. Mekkora a tárgy-, és a fókusz távolság? (2008)

$$N = -3$$

$$x = 28 \text{ cm} = k - t$$

$$N = - \frac{k}{t} = - \frac{t + x}{t} \Rightarrow t = - \frac{x}{N + 1} = - \frac{28 \text{ cm}}{-3 + 1} = 14 \text{ cm}$$

$$k = t + x = 14 \text{ cm} + 28 \text{ cm} = 42 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t} \Rightarrow f = \frac{k \cdot t}{k + t} = \frac{42 \text{ cm} \cdot 14 \text{ cm}}{42 \text{ cm} + 14 \text{ cm}} = \frac{588 \text{ cm}^2}{56 \text{ cm}} = 10,5 \text{ cm}$$

6. Adja meg a hullámhosszúság változást, ha egy foton egy kezdetben álló elektron 45° szögben szóródik. Compton hullámhossz 0,00242 nm. (2011)

$$\lambda_c = 0,00242 \text{ nm} = \frac{h}{mc}$$

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta) = \lambda_c (1 - \cos \theta) = 0,00242 \text{ nm} \cdot (1 - \cos 45^\circ) \approx 0,00225 \text{ nm}$$

7. Adjuk meg a teljes energia értékét egy 0,6c sebességű elektron esetén (c a vákuumbeli fénysebesség)! (2008)

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 0,6c$$

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = \frac{81,9 \cdot 10^{-15} \text{ J}}{0,8} = 1,02375 \cdot 10^{-13} \text{ J} = \frac{1,02375 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \approx \mathbf{0,64 \text{ MeV}}$$

8. Alfa-részecske nyalábot egymillió volt feszültséggel gyorsítunk fel, utána a részecskék 1,5T indukciójú mágneses erőterbe kerülnek. A részecskék sebessége merőleges a mágneses erőter irányára. Mekkora erő hat a részecskékre? (2009)

$$U = 10^6 \text{ V}$$

$$B = 1,5 \text{ T}$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v^2 = q_\alpha U \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q_\alpha U}{m_\alpha}} \approx 9,853 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F_{\text{Lorentz}} = qv \times B = q_\alpha v B \cdot \sin 90^\circ = \mathbf{4,73 \cdot 10^{-12} \text{ N}}$$

9. Az 1 g tömegű részecske $1 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ sebességgel mozog. Számítsuk ki a részecskéhez rendelt de Broglie-hullám hullámhosszát! (2008, 2009, 2011)

$$m = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$$

$$v = 1 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck-állandó)}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{10^{-6}} = \mathbf{6,6 \cdot 10^{-28} \text{ m}}$$

10. Az atmoszféra felső rétegében egy müon keletkezik, amely 0,9998c sebességgel mozog (c a vákuumbeli fénysebesség) és a bomlásig 60 km-t repül. Milyen vastagságúnak észleli a müon saját koordinátarendszerében az atmoszféra felső rétegét? (2008)

$$L_0 = 60 \text{ km}$$

$$v = 0,9998c$$

$$L = L_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 60 \text{ km} \cdot \sqrt{1 - \frac{0,9998^2 \cdot c^2}{c^2}} \approx \mathbf{1,2 \text{ km}}$$

11. Az I intenzitású polarizálatlan fény esik két ideális polárszűrőre, amelyeknek transzmissziós tengelyei 35°-os szöget zárnak be egymással. Adjuk meg a második szűrőt elhagyó fény intenzitását a beeső I intenzitás függvényében! (2008)

Miután a fény áthalad az első polárszűrőn, az intenzitása $\frac{I}{2}$ -re csökken. A második szűrő ezt az intenzitást tovább csökkenti $(\cos 35^\circ)^2$ tényezővel.

$$\Delta I = \frac{I}{2} \cdot (\cos 35^\circ)^2 \approx \mathbf{0,336I}$$

12. Egy 3cm sugarú, cm-ként 15 menetű, hosszú tekercsben 4A áram folyik. Ennek a tekercsnek a közepébe helyezünk egy 1000 menetű, 60Ω ellenállású másik tekercset. Mennyi töltés fog áthaladni a második tekercsen, ha az elsőben a 4A-es áram irányát ellenkezőjére változtatjuk? (2006, 2009)

$$r = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$\frac{N_1}{l} = 15 \frac{\text{menet}}{\text{cm}} = 1500 \frac{\text{menet}}{\text{m}}$$

$$N_2 = 1000 \text{ menet}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

$$R = 60 \Omega$$

$$Q = \int I(t) dt = \int \frac{U_e}{R} dt = - \int \frac{d\Phi}{dt} \cdot \frac{1}{R} dt = - \frac{1}{R} \cdot \int \frac{d\Phi}{dt} dt = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{R}$$

$$\Phi = B \cdot A = B \cdot r^2 \pi, \text{ ezért:}$$

$$\sum Q = \frac{2 \cdot B \cdot r^2 \pi \cdot N_2}{R} = \frac{2 \cdot \mu_0 \cdot \frac{N_1 \cdot I}{l} \cdot r^2 \pi \cdot N_2}{R} = \frac{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1500 \cdot 4 \cdot 0,032\pi \cdot 1000}{60} =$$

$$= \frac{8\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 3^2 \cdot (10^{-2})^2 \pi \cdot 10^3}{60} = \frac{432 \cdot \pi^2 \cdot 10^{-5}}{60} \approx 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

13. Egy 10 cm sugarú réz korong másodpercenként 20 fordulatot tesz a síkjára merőleges homogén mágneses erőterben. Ha a középpontja és a széle között az indukált elektromotor erő 3,14 mV, mekkora a mágneses erőter erőssége? (2006, 2008, 2009)

$$r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\omega = 20 \cdot 2\pi = 40\pi \frac{1}{\text{s}}$$

$$U_e = 3,14 \text{ mV} = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$U_e = \int_0^R E dr = \int_0^R (\underline{v}_k \times \underline{B}) dr = \int_0^R r \cdot \omega \cdot B dr = B\omega \cdot \int_0^R r dr = \mu_0 H \omega \cdot \left[\frac{r^2}{2} \right]_0^R = \frac{\mu_0 H R^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{2U_e}{\mu_0 \omega R^2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 40\pi \cdot 0,1^2} = \frac{6,28 \cdot 10^{-3}}{160\pi^2 \cdot 10^{-9}} \approx 0,0039769 \cdot 10^6 = 3976,9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

14. Egy adótorony 100 km távolságra sugároz 126kW teljesítménnyel. Veszteségmentes terjedést feltételezve, mekkora lesz a teljesítménysűrűség? (2009)

Ugyanaz, mint az 1. feladat.

15. Egy átlagos atomerőmű hasznos teljesítménye 1000MW. Tegyük fel, hogy az össz-hatásfok 40%. Minden egyes hasadás 200MeV hőt termel. Számítsuk ki a napi 235_U-fogyasztást! (2008)

$$E = \frac{1000 \text{ MW}}{0,4} = 2500 \text{ MW} = 2,5 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 2,5 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot \frac{86400 \text{ s}}{\text{nap}} = 2,16 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{\text{nap}}$$

A hasadások száma naponta:

$$2,16 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{\text{nap}} \cdot \frac{1 \text{ maghasadás}}{200 \cdot 10^6 \text{ eV}} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 6,74 \cdot 10^{24} \frac{1}{\text{nap}}$$

$$m = 6,74 \cdot 10^{24} \frac{\text{mag}}{\text{nap}} \cdot \frac{235 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{mag}}{\text{mol}}} = 2631 \frac{\text{g}}{\text{nap}} = 2,631 \frac{\text{kg}}{\text{nap}}$$

16. Egy elektron 1000 V potenciálkülönbséggel felgyorsítunk és sebességére merőleges homogén mágneses térbe irányítunk. A mágneses tér erőssége 947,5 $\frac{\text{A}}{\text{m}}$. Határozzuk meg a pálya görbületi sugarát! (2008, 2009, 2011)

$$U = 1000 \text{ V}$$

$$H = 947,5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

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

$$q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$\frac{1}{2} m_e v_e^2 = q_e U \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2q_e U}{m_e}}$$

$$r = \frac{m_e v_e}{q_e B} = \frac{m_e \sqrt{\frac{2q_e U}{m_e}}}{q_e \mu_0 H} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{9,1 \cdot 10^{-31}}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 947,5} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot \sqrt{3,5 \cdot 10^7}}{6064\pi \cdot 10^{-26}} = \frac{9,1 \cdot \sqrt{3,5}}{60,64\pi} \approx 0,09 \text{ m} = 9 \text{ cm}$$

17. Egy elektron z-irányú impulzusa pontosan meghatározott. Milyen hibával tudjuk meghatározni a z koordinátáját? (2011)

18. Egy ferromágneses anyagot $2000 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ és $5000 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ erősségű mágneses térbe helyezve a mágneses indukció 0 T és 2 T. A hiszterézis a két érték között lineárisan változik. Határozzuk meg az anyag mágnesezettségi vektorát $3500 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ erősségű mágneses térben! (2008, 2011)

$$B(H = 2000) = 0$$

$$B(H = 5000) = 2$$

$$B(H = 3500) = \frac{2 - 0}{5000 - 2000} (H - 2000) = \frac{2}{3000} (3500 - 2000) = \frac{1}{1500} \cdot 1500 = 1 \text{ T}$$

1. megoldás:

$$B = \mu_0(H + M) \Rightarrow M = \frac{B(H)}{\mu_0} - H = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} - 3500 \approx 792275 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

2. megoldás:

$$B = \mu_0 H + M \Rightarrow M = B(H) - \mu_0 H = 1 - 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3500 \approx 0,9956 \text{ T}$$

Nem biztos a megoldás, valamelyik a kettő közül.

19. Egy fémet 300 nm hullámhosszú fényel gerjesztve a leggyorsabb elektron kinetikus energiája 1.125 eV. Határozzuk meg a fém kilépési munkáját! (2008, 2011)

$$\lambda = 300 \text{ nm} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$K = 1,125 \text{ eV}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck-állandó)}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (fénysebesség)}$$

$$hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 6,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{6,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 4,125 \text{ eV}$$

$$W_{ki} = hf - K = 4,125 \text{ eV} - 1,125 \text{ eV} = 3 \text{ eV}$$

20. Egy homogén mágneses térbe belőtt részecske körpályán mozog. Hányszorosára kell növelni a mágneses indukciót, hogy a keringési idő 4x-es legyen? (2008, 2011)

$$F_{\text{Lorentz}} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} = qvB \cdot \sin 90^\circ = qvB \text{ (Mivel körpályán mozog, ezért merőleges } \mathbf{v} \text{ és } \mathbf{B} \text{ egymásra.)}$$

$$F_L = ma = ma_{cp} = m \frac{v^2}{r} = qvB \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$$

Keringési idő:

$$T = \frac{2r\pi}{v} = \frac{2\pi mv}{qvB} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Mivel T fordítottan arányos B -vel, ezért B -t $\frac{1}{4}$ -ére kell venni, hogy T négyszeresére nőjön.

21. Egy résen 560 nm hullámhosszú fény elsőrendű minimumai $\pm 12^\circ$ -nál vannak. Határozzuk meg a rácsállandót! (2008)

$$\lambda = 560 \text{ nm} = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\theta = 12^\circ$$

$$m\lambda = a \cdot \sin \theta \Rightarrow a = \frac{m\lambda}{\sin \theta} = \frac{1 \cdot 5,6 \cdot 10^{-7}}{\sin 12^\circ} \approx 26,9 \cdot 10^{-7} = 2,69 \mu\text{m}$$

22. Egyedülálló rézgömböt 0,2 mikrométer ($2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) hullámhosszú monokromatikus fényel világítjuk meg. Mekkora maximális potenciálra töltődik fel a rézgömb a fotoelektronok kilépése révén? A réz kilépési munkája 4,47 eV. (2006, 2011)

$$\lambda = 0,2 \mu\text{m} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$W_{ki} = 4,47 \text{ eV}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck-állandó)}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (fénysebesség)}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = qU$$

$$hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 9,9 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{9,9 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 6,185 \text{ eV}$$

$$hf = W_{ki} + qU \Rightarrow qU = hf - W_{ki} = 6,185 \text{ eV} - 4,47 \text{ eV} = 1,7175 \text{ eV} \approx 1,7 \text{ eV} \Rightarrow U = 1,7 \text{ V}$$

23. Egymástól 40 cm távolságban lévő végtelen kiterjedésű párhuzamos síkok felületi töltés-sűrűsége $3 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$ és $7 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$. Mekkora a síkok közötti potenciálkülönbség (abszolút) értéke? (2011)

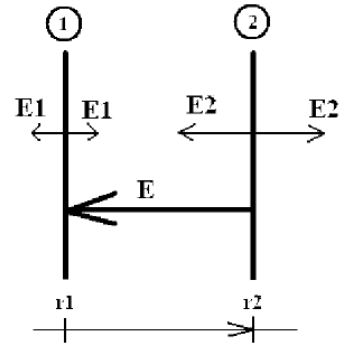
$$\omega_1 = 3 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$$

$$\omega_2 = 7 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$$

$$d = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$U = U_2 - U_1 = \int_{r_1}^{r_2} E \, dr = E \cdot \int_{r_1}^{r_2} 1 \, dr = (E_2 - E_1) \cdot [r]_{r_1}^{r_2} = \left(\frac{\omega_2}{2\epsilon_0} - \frac{\omega_1}{2\epsilon_0} \right) \cdot (r_2 - r_1) =$$

$$= \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\epsilon_0} \cdot d = \frac{7 \cdot 10^{-9} - 3 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot 0,4 = \frac{4 \cdot 10^{-9}}{17,7 \cdot 10^{-12}} \cdot 4 \cdot 10^{-1} \approx 0,904 \cdot 10^2 = 90,4 \text{ V}$$



24. Három egy síkban levő párhuzamos vezető egymástól 3cm-re van. A baloldali és a középső vezetőkben I, a harmadikban -2I áram folyik. Határozza meg azon egyenes helyzetét, amely mentén a mágneses térerősség zérus! (2006, 2011ZH)

A gerjesztési törvény alapján:

$$H(r) = \frac{I}{2r\pi}$$

Jelen esetben:

$$H_1 + H_2 - H_3 = 0$$

Azaz:

$$\frac{I}{2\pi \cdot x} + \frac{I}{2\pi \cdot (x+3)} - \frac{2I}{2\pi \cdot (x+6)} = 0$$

$$\frac{I}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x+3} - \frac{2}{x+6} \right) = 0$$

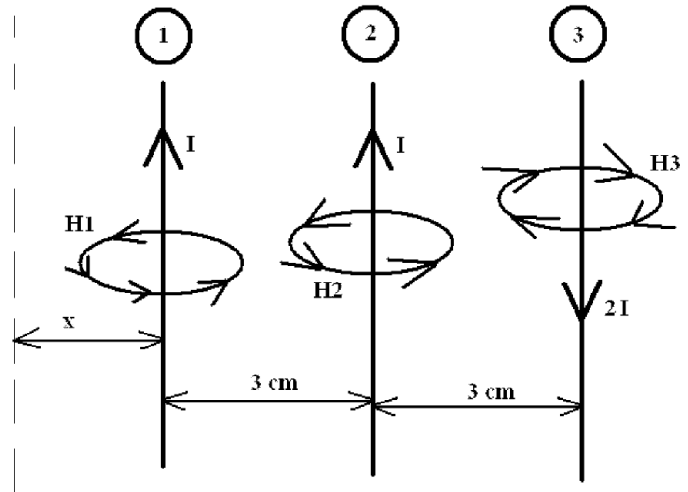
$$(x+3)(x+6) + x(x+6) - 2x(x+3) = 0$$

$$x^2 + 9x + 18 + x^2 + 6x - 2x^2 - 6x = 0$$

$$9x + 18 = 0$$

$$9x = -18$$

$$x = -2$$



Mivel x azt mondja meg, hogy a baloldali vezetőtől mennyit kell balra mennünk cm-ben, és -2 lett az értéke, ezért a baloldali vezetőtől **2 cm-rel jobbra** lesz 0 a mágneses térerősség.

25. Határozzuk meg 1g tiszta rádium egy nap alatt elbomlott mennyiségét. A rádium felezési ideje 1620év. (2009)

$$T_f = 1620 \text{ év} = 591300 \text{ nap}$$

$$m_0 = 1 \text{ g}$$

$$t = 1 \text{ nap}$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_f}$$

$$\Delta m = m_0 - m_0 \cdot e^{-\lambda t} = m_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_f} t} = 1 - e^{-\frac{\ln 2}{591300}} \approx 1,172 \cdot 10^{-6} \text{ g}$$

26. Határozzuk meg a $0,12 \frac{Vs}{m^2}$ indukciójú homogén mágneses erőteret előállító elektromágnes 400 cm^3 térfogatú belsejében tárolt energiát! (2008, 2009, 2011ZH)

$$B = 0,12 \frac{Vs}{m^2}$$

$$V = 400 \text{ cm}^3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

A mágneses tér energiasűrűsége (a 6. és a 8. Maxwell-egyenlet alapján):

$$w = \frac{1}{2} \cdot \underline{B} \cdot \underline{H} = \frac{1}{2} \cdot \underline{B} \cdot \frac{B}{\mu_0} = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$W = \int_V w \, dV = \frac{B^2}{2\mu_0} \cdot V = \frac{0,12^2}{8\pi \cdot 10^{-7}} \cdot 4 \cdot 10^{-4} = \frac{0,0144}{8\pi \cdot 10^{-7}} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \approx 0,00229 \cdot 10^3 = 2,29 \text{ J}$$

27. Határozza meg a mágneses indukció vektorát a 6 cm sugarú és 0,5 cm légréssel rendelkező toroidban, ha annak menetszáma 50 és 2 A áram folyik benne. A toroid légrésein kívüli részét kitöltő anyag relatív mágneses permeabilitása 500. (2008)

$$r = 6 \text{ cm} \Rightarrow l = 0,12\pi$$

$$d = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$$

$$N = 50$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$\mu_r = 500 \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$B = \frac{NI\mu_r\mu_0}{\mu_r l + d(\mu_r - 1)} = \frac{50 \cdot 2 \cdot 500 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{500 \cdot 0,12\pi + 0,005 \cdot (500 - 1)} = \frac{0,02\pi}{60\pi + 2,495} \approx 3,29 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

28. Hidrogén atom esetén mekkora a pálya_ és az x tengely (a mágneses _ irány) által bezárt minimális szög, ha a mellékkvantumszám 3? (2009)

$$l = 3$$

$$L = \sqrt{l(l+1)}$$

$$\cos \theta = \frac{L_z}{L} = \frac{l}{\sqrt{l(l+1)}} = \frac{3}{\sqrt{12}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

29. Homogén mágneses térbe a B indukció irányához képest α szög alatt belövünk egy elektront. A kialakuló csavarpálya menetemelkedése megegyezik a kör átmérőjével. Mekkora $\tan \alpha$? (2008, 2011)

$$\underline{v} = (v_x, v_y)$$

$$F_{\text{Lorentz}} = Qv_x B = \frac{mv_x^2}{r} \Rightarrow v_x = \frac{QBr}{m}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_x} = \frac{2\pi r}{\frac{QBr}{m}} = \frac{2\pi m}{QB}$$

A feladat szövege alapján:

$$2r = v_y T \Rightarrow \frac{2mv_x}{QB} = v_y \frac{2\pi m}{QB}$$

Egyszerűsítve az egyenletet:

$$\tan \alpha = \frac{v_x}{v_y} = \frac{1}{\pi} \approx 0,3183$$

30. Gömbtükrőben a virtuális kép a tárgy nagyságának a fele. Ha tárgyat 10 cm-rel közelebb visszük, a virtuális kép a tárgynagyság $\frac{2}{3}$ -a lesz. Mekkora a tükör gyújtótávolsága? (2008)

$$t_1 = 10 + t_2$$

$$\frac{1}{2} = -\frac{k_1}{t_1} \Rightarrow k_1 = -\frac{10 + t_2}{2}$$

$$\frac{2}{3} = -\frac{k_2}{t_2} \Rightarrow k_2 = -\frac{2t_2}{3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{t_1} = \frac{1}{k_2} + \frac{1}{t_2}$$

$$-\frac{2}{10 + t_2} + \frac{1}{10 + t_2} = -\frac{3}{2t_2} + \frac{1}{t_2} \Rightarrow t_2 = 10 \text{ cm}$$

$$k_2 = -\frac{2t_2}{3} = -\frac{20}{3} \text{ cm}$$

$$f = \frac{k_2 t_2}{k_2 + t_2} = \frac{-\frac{20}{3} \cdot 10}{-\frac{20}{3} + 10} = \frac{-\frac{200}{3}}{\frac{10}{3}} = -20 \text{ cm}$$

31. Legalább hány osztás van azon a rácson, amelyikkel a harmadrendű elhajlási képben külön látjuk a 600nm és a 601nm hullámhosszúságú vonalakat? (2009, 2011)

$$m = 3$$

$$\lambda_1 = 600 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = 601 \text{ nm}$$

$$F = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = m \cdot N \Rightarrow N = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot m} = \frac{600 + 601}{6(601 - 600)} = \frac{1201}{6} \approx 400,3$$

32. Mekkora a rés szélessége, ha a 633 nm hullámhosszúságú lézerezőre az első diffrakciós minimum $\pm 12^\circ$? (2011)

Ugyanaz, mint a 21. feladat, csak λ értéke más:

$$\lambda = 633 \text{ nm} = 6,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\theta = 12^\circ$$

$$m\lambda = a \cdot \sin \theta \Rightarrow a = \frac{m\lambda}{\sin \theta} = \frac{1 \cdot 6,33 \cdot 10^{-7}}{\sin 12^\circ} \approx 30,4 \cdot 10^{-7} = 3,04 \mu\text{m}$$

33. Mekkora a teljes energiája a 0,6c-vel mozgó elektronnak? (2009)

Ugyanaz, mint a 7. feladat.

34. Mekkora az L és a z tengely által bezárt minimális szög az l = 3 esetben? (2008)

Ugyanaz, mint a 28. feladat.

35. Mekkora legyen legalább az optikai rács rácsállandója, hogy a 600 nm hullámhosszú fény ötödrendű főmaximuma megfigyelhető lehessen? (2008, 2011)

$$m = 5$$

$$\lambda = 600 \text{ nm} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\sin \theta = 1$$

$$m\lambda = d \cdot \sin \theta \Rightarrow d = \frac{m\lambda}{\sin \theta} = \frac{5 \cdot 6 \cdot 10^{-7}}{1} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 3 \mu\text{m}$$

36. Radioaktív izotóp kezdeti aktivitása (bomlási sebessége) 5 mCi, 48 óra múlva az észlelt aktivitás 4 mCi. Határozzuk meg az izotóp felezési idejét! (2008, 2009)

$$\text{Tudjuk, hogy } N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_f} t} \text{ és hogy } \frac{dN}{dt} = \left(\frac{dN}{dt}\right)_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_f} t}$$

Vezessük be az aktivitásra az $A = \frac{dN}{dt}$ jelölést:

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_f} t} \Rightarrow T_f = \frac{(\ln 2)t}{\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)} = \frac{\ln 2 \cdot 48 \text{ h}}{\ln\left(\frac{5 \text{ mCi}}{4 \text{ mCi}}\right)} \approx 149 \text{ h}$$

37. Rádium felezési ideje 1620 év. 1 g-ból 1 nap alatt mennyi bomlik el? (2008)

Ugyanaz, mint a 25. feladat.

38. Térbeli potenciálgödörben az elektron legkisebb energiája x. Milyen hullámhosszú fényvel lehet első gerjesztett állapotba hozni? (2009)

$$E = x^*$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck-állandó)}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (fénysebesség)}$$

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{x} = \frac{1,98 \cdot 10^{-27}}{x} = \dots$$

**Megjegyzés: A feladatban konkrét szám volt megadva, viszont ez az adat elveszett. Viszont csak szimplán be kell helyettesíteni és kiszámolni.*

39. Vegyünk egy küllős fémtárcsát és forgassuk homogén mágneses térben az erővonalakkal párhuzamos tengely körül. Mekkora feszültség mérhető a tárcsa tengelye és pereme között? A tárcsa sugara 30 cm, a mágneses indukció 0,5 T, a fordulatszám 3000/perc. (2008, 2011)

$$R = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$B = 0,5 \text{ T}$$

$$f = 3000 \frac{\text{fordulat}}{\text{min}} = 50 \frac{\text{fordulat}}{\text{s}}$$

$$U_e = \int_0^R E \, d\underline{r} = \int_0^R (\underline{v}_k \times \underline{B}) \, d\underline{r} = \int_0^R r \cdot \omega \cdot B \, dr = B\omega \cdot \int_0^R r \, dr = \frac{B\omega R^2}{2} = \frac{B \cdot 2\pi \cdot f \cdot R^2}{2} = 0,5 \cdot 0,3^2 \cdot \pi \cdot 50 \approx 7,07 \text{ V}$$