

Fizika II gyakorlat

*mérnökinformatikus BSc és villamosmérnök BSc
szakos hallgatók számára*

**FEJLESZTÉS ALATT ÁLLÓ ÓRAVÁZLAT!
FELHASZNÁLÁS CSAK SAJÁT FELELŐSSÉGRE!**

BI-BV-76.

800C°-os hőmérsékletű kemence ajtajának a mérete $0.2 \times 0.25m^2$. A környezet hőmérséklete 30C°. Nyitott kemenceajtó esetén mekkora teljesítmény szükséges a hőmérséklet fenntartásához?

Megoldás vázlat.

Adatok: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4}$ (Stefan–Boltzmann állandó);

$T_1 = 800C^\circ = 1073K$; $T_2 = 30C^\circ = 303K$; $A = 0.05m^2$; $P_{kemence} = ?$

$$P_{ki} = \sigma AT_1^4 = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4} \times 0.05m^2 \times (1073K)^4$$

$$P_{be} = \sigma AT_2^4 = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4} \times 0.05m^2 \times (303K)^4$$

$$P_{kemence} = P_{ki} - P_{be} = \sigma A(T_1^4 - T_2^4) = \underline{\underline{3734W}}$$

BI-BV-76.

A Föld minden, napsugárzásra merőleges négyzetméterét másodpercenként $1390J$ energiájú elektromágneses sugárzás éri el. ($S = 1390 \frac{W}{m^2}$; szoláris állandó). Mennyi lenne a Föld hőmérséklete, ha az minden pontján azonos hőmérsékletű abszolút fekete test lenne?

Megoldás vázlat.

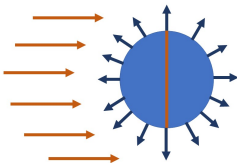


Figure: A 78. feladathoz.

BI-BV-78.

A Föld minden, napsugárzásra merőleges négyzetméterét másodpercenként $1390J$ energiájú elektromágneses sugárzás éri el. ($S = 1390 \frac{W}{m^2}$; szoláris állandó). Mennyi lenne a Föld hőmérséklete, ha az minden pontján azonos hőmérsékletű abszolút fekete test lenne?

Megoldás vázlat.

Adatok: $S = 1390 \frac{W}{m^2}$; $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$; $T = ?$

P_{be} : a Napfénytől származó elektromágneses sugárzás. P_{ki} : a Föld által kibocsájtott hőmérsékleti sugárzás.

$$P_{be} = P_{ki}; \quad P_{be} = SA_{mer} = S(R_F^2 \pi); \quad P_{ki} = \sigma T^4 (4R_F^2 \pi);$$

$$\sigma T^4 = \frac{S}{4} \implies T = \sqrt[4]{\frac{S}{4 \times \sigma}} = \underline{\underline{280K}}$$

BI-BV-83.

Egy vákuumban terjedő lézernyaláb átmérője 1.2mm , az átlagos teljesítménye pedig 5mW . Mekkora a nyaláb intenzitása, az elektromos és a mágneses tér csúcstértéke és a fény által okozott nyomás?

Megoldás vázlat.

Adatok: $P = 5\text{mW}$; $d = 1.2\text{mm}$; $I = ?$; $E_{\max} = ?$; $B_{\max} = ?$; $p = ?$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{W}}{\left(\frac{1.2 \cdot 10^{-3} \text{m}}{2}\right)^2 \times \pi} = \underline{\underline{4421 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$$

a lézernyaláb intenzitása.

BI-BV-83.

Egy vákuumban terjedő lézernyaláb átmérője 1.2mm , az átlagos teljesítménye pedig 5mW . Mekkora a nyaláb intenzitása, az elektromos és a mágneses tér csúcsértéke és a fény által okozott nyomás?

Megoldás vázlat.

$$w_{em} = \frac{I}{c} = \frac{4421 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 1.474 \cdot 10^{-5} \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \quad (w_{em} = w_e^{max} = w_m^{max})$$

az elektromágneses tér energia-sűrűsége.

$$w_e^{max} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_{max}^2 \quad \left(\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \right)$$

$$\Rightarrow E_{max} = \sqrt{\frac{2w_{em}}{\epsilon_0}} = \underline{\underline{1825 \frac{\text{V}}{\text{m}}}}$$

az elektromos tér csúcsértéke.

BI-BV-83.

Egy vákuumban terjedő lézernyaláb átmérője 1.2mm , az átlagos teljesítménye pedig 5mW . Mekkora a nyaláb intenzitása, az elektromos és a mágneses tér csúcsértéke és a fény által okozott nyomás?

Megoldás vázlat.

$$w_m^{max} = \frac{1}{2\mu_0} B_{max}^2 \quad \left(\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \right)$$

$$\implies B_{max} = \sqrt{(2w_{em}\mu_0)} = \underline{\underline{6.084\mu\text{T}}}$$

a mágneses tér csúcsértéke.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{\Delta N I_1}{\Delta t A} = \frac{\Delta N (h/\lambda)}{(\Delta x/c) A} = \frac{\Delta N}{\Delta V} hf = \underline{\underline{w_{em}}}$$

az egyetlen foton által okozott nyomás értéke.

Háttér ismeretek.

- 1 **A fénysebesség (c) kapcsolata a fény hullámhosszal (λ) és a frekvenciával (f): $c = \lambda f$**
- 2 **Fotoelektromos egyenlet:**

$$hf = W_{kilepesi} + E_{kin}^{max} \quad \left(E_{kin}^{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2; \quad h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \right)$$

Ahol h jelöli a Planck-állandót, amely egy konstans érték!

- 3 **Határesetben:** $hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = W_{kilepesi} + 0;$
- 4 **A foton lendülete:** $p = \frac{h}{\lambda}.$

BI-BV-87.

A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájtunk. Az elektronok mozgási energiáját $1.8V$ ellenfeszültséggel tudjuk kompenzálni. A fotocella anyagára vonatkozó határhullámhossz $635nm$.

- a) Számítsuk ki a kilépési munkát!
- b) Számítsuk ki a fénysugár frekvenciáját és hullámhosszát!
- c) Számítsuk ki a beeső fénysugár egyetlen fotonjának az impulzusát.

Megoldás vázlat.

Adatok: $\lambda_0 = 635nm$; $U_e = 1.8V$; a) $W_{kilépesi} = ?$; b) $f, \lambda = ?$; c) $p = ?$

BI-BV-87.

A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájtunk. Az elektronok mozgási energiáját $1.8V$ ellenfeszültséggel tudjuk kompenzálni. A fotocella anyagára vonatkozó határhullámhossz $635nm$.

- a) Számítsuk ki a kilépési munkát!
- b) Számítsuk ki a fénysugár frekvenciáját és hullámhosszát!
- c) Számítsuk ki a beeső fénysugár egyetlen fotonjának az impulzusát.

Megoldás vázlat.

$$W_{kilépesi} = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = \underline{\underline{3.132 \cdot 10^{-19} J}}$$

a keresett kilépési munka.

BI-BV-87.

A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájtnak. Az elektronok mozgási energiáját $1.8V$ ellenfeszültséggel tudjuk kompenzálni. A fotocella anyagára vonatkozó határhullámhossz $635nm$.

- a) Számítsuk ki a kilépési munkát!
- b) Számítsuk ki a fénysugár frekvenciáját és hullámhosszát!
- c) Számítsuk ki a beeső fénysugár egyetlen fotonjának az impulzusát.

Megoldás vázlat.

$E_{kin}^{max} = U_e e = 2.88 \cdot 10^{-19} J$ ahol e az elemi töltés nagysága.

$$hf = W_{kilepesi} + E_{kin}^{max} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{W_{kilepesi} + E_{kin}^{max}}{h} = \underline{\underline{9.06 \cdot 10^{14} Hz}}$$

$\lambda = \frac{c}{f} = \underline{\underline{3.31 \cdot 10^{-7} m}}$ a monokromatikus fénysugár frekvenciája és hullámhossza.

BI-BV-87.

A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájtunk. Az elektronok mozgási energiáját $1.8V$ ellenfeszültséggel tudjuk kompenzálni. A fotocella anyagára vonatkozó határhullámhossz $635nm$.

- a) Számítsuk ki a kilépési munkát!
- b) Számítsuk ki a fénysugár frekvenciáját és hullámhosszát!
- c) Számítsuk ki a beeső fénysugár egyetlen fotonjának az impulzusát.

Megoldás vázlat.

$$p = \frac{h}{\lambda} = \underline{\underline{2.004 \cdot 10^{-27} \frac{kgm}{s}}}$$

egyetlen foton által hordozott impulzus nagysága.

BI-BV-89.

A küszöbhullámhossz az ezüst esetében 262nm .

- a) Mekkora az ezüstre jellemző kilépési munka joule és eV mértékegységekben?
- b) Mekkora a kilépő elektronok mozgási energiája, ha megvilágító fény hullámhossza 175nm ?

Megoldás vázlat.

$\lambda_0 = 262\text{nm}$; $\lambda = 175\text{nm}$; a) $W_{\text{kilépesi}} = ?$ b) $E_{\text{kin}}^{\text{max}} = ?$

BI-BV-87.

A küszöbhullámhossz az ezüst esetében 262nm .

- a) Mekkora az ezüstre jellemző kilépési munka joule és eV mértékegységekben?
- b) Mekkora a kilépő elektronok mozgási energiája, ha megvilágító fény hullámhossza 175nm ?

Megoldás vázlat.

$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J} \quad (W = Ue)$$

”Egy elektronvoltnak nevezzük azt az energiát, amelyet az elektron 1V (megfelelő irányú) potenciálkülönbség hatására nyer.”

$$W_{\text{kilépési}} = \frac{hc}{\lambda_0} = \underline{\underline{7.59 \cdot 10^{-19}\text{J}}} = \underline{\underline{4.74\text{eV}}}$$

az ezüstre jellemző kilépési munka.

BI-BV-87.

A küszöbhullámhossz az ezüst esetében 262nm .

- a) Mekkora az ezüstre jellemző kilépési munka joule és eV mértékegységekben?
- b) Mekkora a kilépő elektronok mozgási energiája, ha megvilágító fény hullámhossza 175nm ?

Megoldás vázlat.

$$hf = W_{\text{kilépési}} + E_{\text{kin}}^{\text{max}} \quad \implies \quad E_{\text{kin}}^{\text{max}} = hf - W_{\text{kilépési}}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = 1.714 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad \implies \quad hf = 11.36 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{kin}}^{\text{max}} = hf - W_{\text{kilépési}} = 3.77 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \underline{\underline{2.36\text{eV}}}$$

a kilépő elektronok mozgási energiája.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!