Atomfizika pótZH megoldások

1. $m = I \cdot t \cdot K_{cu} \approx 23.76$ g

2. $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad \longrightarrow \quad \lambda = h\frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{mv} \approx 6.86 \cdot 10^{-12}$ m, $\quad E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \approx 8.69 \cdot 10^{-14} J$

3. Az 5. gerjesztett állapotban $n = 6$: $N = n\hbar \approx 6.33 \cdot 10^{-34} Js$, $\quad E = -\frac{Ry}{n^2} \approx -0.38 eV$

4. $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2e^2}{r_0} \quad \longrightarrow \quad r_0 \approx 10^{-5}$ m

5. Határeset: $W_{ki} = h\frac{c}{\lambda} \quad \longrightarrow \quad \lambda < \frac{hc}{W_{ki}} \approx 1.4 \cdot 10^{-7}$ m

6. Ha minden fényt elnyelne, a nyomás $p = I/c$ lenne. Esetünkben viszont $p = \frac{1}{3}\frac{I}{c} + 2 \cdot \frac{2}{3}\frac{I}{c} \approx 8.3 \cdot 10^{-6} Pa$.

7. A folyamat a Compton szórás inverze. A szögeltérés azonos az inverz folyamatban lévővel. Alkalmazva a

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = 2\pi\lambda_0(1 - \cos\theta)$$

Compton formulát $\Delta\lambda = \lambda_0/2 - re$:

$$\cos\theta = 1 - \frac{1}{4\pi} \qquad \longrightarrow \qquad \theta \approx 23°.$$

8. A rendszer tömegközéppontja egy tengely mentén képes haladni (1 sz. fok a kinetikus energiából), és egyetlen rezgési módusa van (2 sz. fok a kinetikus és potenciális energiából), vagyis összesen 3 szabadsági foka van. Ezért az átlagos energia T hőmérsékleten $\epsilon = 3/2 \cdot k_B T$.

9. Az állapotok megvalósulási valószínűsége arányos e^{-E/k_BT} -vel, ahol E az állapot energiája. Eszerint:

$$P(1) = N \cdot e^{-0/k_BT}, \qquad P(2) = N \cdot e^{-\epsilon/k_BT}.$$

Mivel $P(1) + P(2) = 1$ kell legyen, ezért kapjuk:

$$P(1) = \frac{1}{1 + e^{-\epsilon/k_BT}}, \qquad P(2) = \frac{e^{-\epsilon/k_BT}}{1 + e^{-\epsilon/k_BT}}.$$

10. A teljes mágnesezettség

$$M_0 = \sum_i \mu_i = \sum_i g_i \frac{q_i}{2m_i}|\underline{N}_i|.$$

Mivel a feladat szerint ezt csak elektronok adják, ezért

$$M_0 = g_e \frac{q_e}{2m_e} N_{\text{total}},$$

ahol N_{total} a rendszer teljes perdülete. A mágnesezettség időbeli változása ezzel:

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{2M_0}{t} = g_e \frac{q_e}{2m_e} \frac{\Delta N}{\Delta t}.$$

Mivel a forgatónyomaték a rendszer időegység alatti perdületváltozásával azonos (ami $\frac{\Delta N}{\Delta t}$), ezért kapjuk:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{2m_e}{g_e q_e} \frac{2M_0}{t} \approx 1.14 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{Nm}\,.$$

11. A 40 nA áramerősség azt jelenti, hogy másodpercenként $\Delta N_A/\Delta t \approx 2.5 \cdot 10^{11}$ db/s hidrogénion érkezik. Eszerint 2 óra alatt $N_A \approx 1.8 \cdot 10^{15}$ db ütközik a fóliával. A fólia vastagságának és az ott lévő részecskék száma sűrűségének ismeretében a hatáskeresztmetszet (a megfelelő térszögre vonatkozóan) meghatározható:

$$\sigma_\Omega = \frac{\text{események száma}}{N_A \cdot \rho \cdot \Delta x} \approx 3.33 \cdot 10^{-35}\,\mathrm{cm}^2.$$

A detektor $\Omega = A/r^2 \approx 1.2 \cdot 10^{-5}$ térszög alatt látszik, vagyis a differenciális hatáskeresztmetszet abban az irányban

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \approx \frac{\sigma_\Omega}{\Omega} \approx 2.8 \cdot 10^{-30}\,\mathrm{cm}^2.$$

12. A mágnes hossza a következő módon fejezhető ki a paraméterekkel:

$$L = \operatorname{tg}\beta \frac{8\pi m E}{q h \alpha}.$$

Behelyettesítés után $L \approx 12.5$ m adódik.