Tolna Megyei Szilárd Leó Fizikaverseny 11. osztályos feladatsorának megoldása

2016. március 10. Szekszárd.

1. feladat megoldása

a) *D* rugóállandó meghatározása:

$$mg(h+\Delta y)=\frac{1}{2}D(\Delta y)^2 \rightarrow D=\frac{2mg(h+\Delta y)}{(\Delta y)^2}=\frac{4N\cdot 0{,}5m}{(0{,}2m)^2}=50\frac{N}{m} \qquad (2\ pont)$$

b) A rezgés *A* amplitúdójának és *T* rezgésidejének meghatározása:

Egyensúlyi helyzet kiszámítása: $y_0=\frac{mg}{D}=\frac{2N}{50\frac{N}{m}}=0{,}04\,m=4cm.$

Így az amplitúdó : $\boxed{A=\Delta y-y_0=20\,cm-4\,cm=16\,cm=0{,}16\,m}$ (2 pont)

Rezgésidő: $\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}=2\pi\sqrt{\frac{0{,}2\,kg}{50\frac{N}{m}}}=0{,}3971\ s}$ (2 pont)

c) h_2 magasság meghatározása:

Írjuk fel a munkatételt a keresett h_2 magasság és az y_0 = -0,04m egyensúlyi helyzet között, ahol a sebesség v_{max} = 4 m/s .

$$\boxed{\begin{aligned}&mgh=\frac{1}{2}D(y_0)^2+\frac{1}{2}m\cdot v_{max}^2+-mg\cdot y_0\rightarrow\\&h=\frac{D\cdot y_0^2+mv_{max}^2}{2mg}-y_0=\frac{50\frac{N}{m}\cdot(0{,}04m)^2+0{,}2kg\cdot\left(4\frac{m}{s}\right)^2}{2\cdot 0{,}2kg\cdot 10\frac{m}{s^2}}-0{,}04m=0{,}78m\end{aligned}}$$

(2 pont)

Második megoldás h_2 meghatározására:

A kívánt maximális sebességhez tartozó A_2 amplitúdó kiszámítása:

$$v_{max\,2}=A_2\cdot\omega\rightarrow A_2=\frac{v_{max\,2}}{\omega}=\frac{v_{max\,2}}{\sqrt{\frac{D}{m}}}=\frac{4\frac{m}{s}}{\sqrt{\frac{50\,N/m}{0{,}2\,kg}}}=0{,}2530\ m\approx 25{,}3\,cm\rightarrow (2\ pont)$$

$\Delta y_2=A+y_0=29{,}3\,cm$

Az ebből adódott Δy_2 ismeretében energiamegmaradás alkalmazásával h_2 kiszámítása:

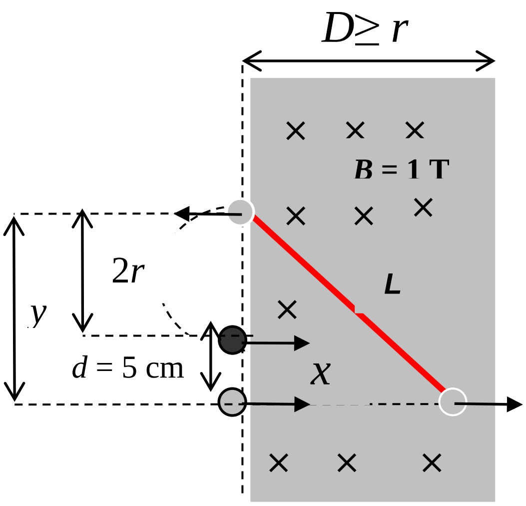
$$\boxed{mg(h_2+\Delta y_2)=\frac{1}{2}D(\Delta y_2^2)\rightarrow h=\frac{1/2D(\Delta y_2^2)}{mg}-\Delta y_2=0{,}7794\,m\approx 78cm}$$

Összesen: 10 pont

2. feladat megoldása

Lásd 12. o. feladatsorának megoldásánál

3. feladat megoldása



a) Részecskék sebességének kiszámítása:

$$\boxed{v=\sqrt{\frac{2E_m}{m}}=\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-16}J}{1{,}6\cdot 10^{-27}kg}}=2\sqrt{5}\cdot 10^{5}\frac{m}{s}\approx 4{,}47\cdot 10^{5}\frac{m}{s}}$$

(2 pont)

b) Proton *r* pályasugarának és *T* keringési idejének kiszámítása:

$$\frac{mv^2}{r}=B\cdot e\cdot v\rightarrow v=\frac{B\cdot e\cdot r}{m}\rightarrow T=\frac{2\pi\cdot r}{v}=2\pi\frac{m}{B\cdot e}\rightarrow$$

$$t=\frac{T}{2}=\pi\frac{m}{B\cdot e}=\pi\frac{1{,}6\cdot 10^{-27}kg}{0{,}1\frac{Vs}{m^2}1{,}6\cdot 10^{-19}C}=\pi\cdot 10^{-7}\ s$$

$$r=\frac{m\cdot v}{B\cdot e}=\frac{1{,}6\cdot 10^{-27}kg\cdot 2\sqrt{5}\cdot 10^{5}\frac{m}{s}}{0{,}1\frac{Vs}{m^2}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}C}=2\sqrt{5}\cdot 10^{-2}m\approx 4{,}47\,cm$$

Belépések helyétől való *y* és *x* elmozdulások, és az L távolság kiszámítása:

y= 2r = 8,94 cm

$$x=v\cdot t=2\sqrt{5}\cdot 10^{5}\frac{m}{s}\cdot\pi\cdot 10^{-7}s=14{,}04\cdot 10^{-2}m\approx 14cm$$

$$\boxed{L=\sqrt{(5cm+8{,}94cm)^2+(14{,}04cm)^2}=19{,}786cm\approx 19{,}8cm}$$

(5 pont)

d) A rendszer összimpulzusának megváltozása:

$$\boxed{\Delta I=2m\cdot v=2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-27}kg\cdot 2\sqrt{5}\cdot 10^{5}\frac{m}{s}=6{,}4\sqrt{5}\cdot 10^{-22}kg\frac{m}{s}\approx 1{,}43\cdot 10^{-21}\frac{m}{s}}$$

A rendszer **összmozgási energiája változatlan** mivel a részecskék sebességének nagysága nem változott.

(2 pont)

A mágneses mező *D* szélessége legalább *r* nagyságú **D ≥ r= 4,47 cm kell legyen, hogy az elektron visszafordulhasson.**

(Megjegyzés: D-nek nem kell 14,04 cm-nél nagyobbnak lenni, mert a neutron a mágneses mezőn kívül is haladhat az egyenes pályán, mivel nem hat rá mágneses Lorentz-erő.)

(1 pont)

Összesen: 10 pont

4. **feladat megoldása**

a) Az éves teljes energia felszabadulás kiszámítása:

$$Q = \frac{W}{\eta} = \frac{15834 GWh}{0{,}336} = 1{,}5834 \cdot 10^{13} J/s \cdot 3{,}6 \cdot 10^{3} s / 0{,}336 = 16{,}965 \cdot 10^{16} = 1{,}6965 \cdot 10^{17} J$$

(*2 pont*)

Elhasadt U-235 tömegének kiszámítása:

Hasadások száma: $H = \frac{Q}{\varepsilon} = \frac{1{,}6965 \cdot 10^{17}}{1{,}6 \cdot 1{,}98 \cdot 10^{-11} J} = 5{,}355 \cdot 10^{27}$

$$m_{U235} = \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{N_A} \cdot 0{,}235\, kg = \frac{1{,}6965 \cdot 10^{17} J}{1{,}6 \cdot 1{,}98 \cdot 10^{-11} J} \frac{1}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 0{,}235 kg = 2{,}0974 \cdot 10^{3} kg = 2097{,}37\, kg$$

(2 pont)

b) Felhasznált fűtőanyag tömegének kiszámítása:

$$\boxed{M = \frac{m}{0{,}03} = \frac{2097{,}4 kg}{0{,}03} = 69913 kg \approx 69{,}9 t \rightarrow V = M/\rho = 3{,}67 m^3}$$

(2 pont)

c) Szabad neutronok össztömegének kiszámítása:

$$m_n = \frac{Q}{\varepsilon} 2{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-27} kg = \frac{1{,}6965 \cdot 10^{17} J}{1{,}6 \cdot 1{,}98 \cdot 10^{-11} J} 2{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-27} kg = 2{,}056 \cdot 10^{1} kg \approx 20{,}56 kg$$

(2 pont)

Mivel az átlagosan felszabaduló 2,4 neutronok közül 1 hasít újabb uránatommagot 1,4 pedig elnyelődik a szabályzó rudakban. Ezért m_1 = 20,56. 1,4/2,4 = 11,99 kg ≈ 12 kg a szabályzó rudak tömegét növeli, a maradék 8,57 kg pedig a keletkező hasadványokban oszlik el. (Esetleg az aktív zónából néhány kiszabadult neutron a reaktor tartályt körülvevő vastag védőfalban nyelődik el.)

(2 pont)

Összesen: 10 pont