

## 64. ročník Fyzikálnej olympiády

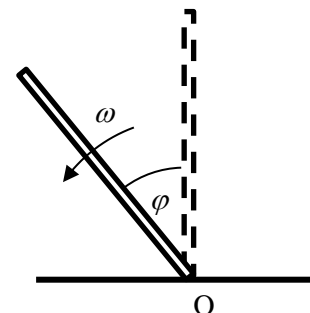
v školskom roku 2022/2023

### Kategória A

*Celoštátne kolo – text teoretických úloh v maďarskom jazyku*

#### 1. Eldőlő rúd

Egy vízszintes alátétén függőlegesen áll az  $m = 200$  g tömegű  $l = 30$  cm hosszú homogén rúd. Ha a rudat egy kicsit kitérítjük a függőleges helyzetéből (elfordítva az alsó O pontja körül), dőlni kezd.



A–1 ábra

- Rajzolják a megdőlt rudat ábrázoló rajzba a rúdra ható összes erővektorját!
- Határozzák meg a rúd  $\omega$  szögsebességét és  $\varepsilon$  szöggyorsulását, mint a függőlegessel zárt  $\varphi$  dőlésszögének függvényét, ha a támasztási pontjában nem csúszik meg! Határozzák meg  $\omega_0$  és  $\varepsilon_0$  értékeit a  $\varphi_0 = 30^\circ$ -os dőlésszögre!
- Határozzák meg, mekkora vízszintes  $F_t$  és mekkora függőleges  $F_n$  erőkkel hat az alátét a rúdra, míg meg nem csúszik! Határozzák meg az  $F_{t0}$  és  $F_{n0}$  értékeket a  $\varphi_0 = 30^\circ$ -os dőlésszögre!
- Két alátétet próbálunk ki. Az elsőt akkor csúszik meg a rúd, amikor a dőlésszöge  $\varphi_1 = 40^\circ$ , a másikat akkor, amikor a dőlésszöge  $\varphi_2 = 52^\circ$ . Határozzák meg a rúd és alátétek közötti súrlódási tényezőket mindkét alátétre, valamint, hogy milyen irányban mozdul el a rúd megtámasztott vége az alátéteken?

A rúd tehetetlenségi nyomatéka  $J_0 = \frac{1}{12}ml^2$  (a súlypontján áthaladó és a rúdra merőleges tengelyre számítva), ahol  $m$  a rúd tömege,  $l$  a rúd hossza, és  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

## 2. Nyomás a Föld középpontjában

Tudjuk, hogy a Föld középpontja felé haladva nő a hőmérséklet és a nyomás is. Becsüljük meg, mekkora nyomás uralkodik a Föld középpontjában! Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy a bolygónk egy homogén gömb, tömege  $M = 6,0 \times 10^{24}$  kg, sugara  $R = 6,4 \times 10^6$  m!

- a) Mekkora a bolygónk gravitációs terének  $E_1$  intenzitása  $r_1 = R/2$  távolságban a középpontjától?
- b) Mekkora  $p_1$  nyomás uralkodik  $r_1$  távolságban a középpontjától, és mekkora  $p_s$  nyomás a középpontjában?

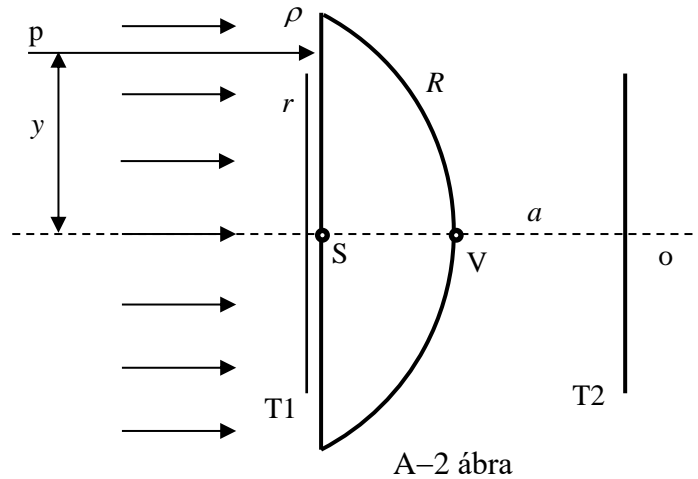
Az univerzális gravitációs állandó  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>  $\cdot$  kg<sup>-2</sup>, a légköri nyomás  $p_0 \approx 100$  kPa.

*Megjegyzés: a Föld forgását ne vegyék számításba!*

### 3. Optika

Az  $o$  optikai tengelyen helyezkedik el egy üveglencse – egy  $R$  sugarú gömbből kivágott gömbszelet (gömbfüveg). A gömbszelet alapjának sugara  $\rho < R$ , anyagának törésmutatója  $n$ . Az optikai tengelyen van a kör alakú,  $r$  sugarú T1 kitakarás (blende), valamint T2 ernyő is (A-2 ábra).

A fénynyalábok merőlegesen érkeznek a lencse nem leárnyékolt körgyűrű részére, majd a lencsén áthaladva a T2 ernyőre esnek.



A-2 ábra

- a) A  $p$  fénysugár párhuzamos az optikai tengellyel, távolsága a tengelytől  $y$ . Vázolják az ábrán, hogyan halad át a lencsén! A gömbszelet csúcsától mekkora  $a_0$  távolságban metszi az optikai tengelyt – fejezzék ki, mint  $y$  függvényét!

Határozzák meg az  $R = 25,0$  mm,  $\rho = 20,0$  mm,  $r = 16,0$  mm és  $n = 1,53$  értékekre:

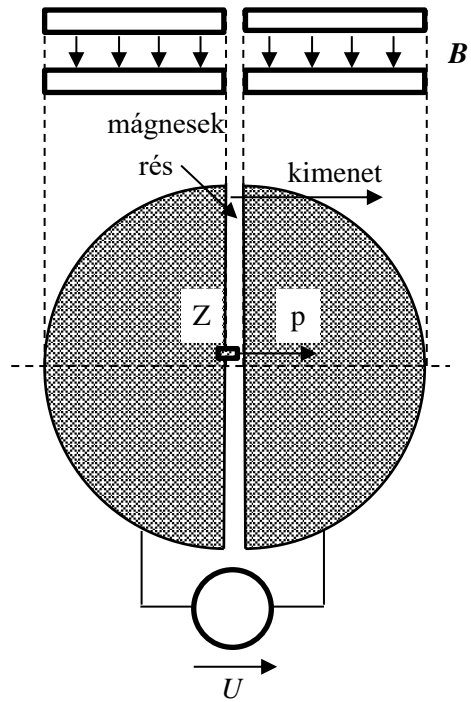
- b) a lencsén áthaladó fény  $a_0$  tartományának  $d = a_{0\max} - a_{0\min}$  szélességét;  
c) a T2 ernyőn keletkező fényfolt alakját és méreteit, ha T2 a gömbszelet csúcsától  $a = 5,0$  mm távolságban van!

#### 4. Radioaktivitás

A gyógyászatban gyakran diagnosztizálnak radioaktív gamma-sugárzó izotópok segítségével. Ezeket, pl. a test véráramába juttatják, majd gamma sugarakra érzékeny kamerákkal leképezik az elterjedésüket. Az egyik ilyen izotóp az indium  $^{111}_{49}\text{In}$  izotópja. Úgy állítják elő, hogy a  $^{112}_{48}\text{Cd}$  izotópját ciklotronban felgyorsított protonokkal bombázzák.

- a) Írják le a magreakciót, amelyben a  $^{112}_{48}\text{Cd}$  magja befog egy protont, és  $^{111}\text{In}$  keletkezik – adják meg a melléktermékeket is!

Az A–3 ábra a ciklotron sematikus rajzát mutatja. Egy-egy félkör alakú elektromosan vezető mágnespár alkotja. A párt alkotó mágnesek között  $B = 0,30\text{ T}$  indukciójú homogén mágneses tér van (az ábra felső része). Az egymás felett levő félkör alakú mágnes-párost egy rés választja el a másik párostól (a réssel elválasztott gyorsítórészek alkotják a duánsokat). A duánsok közti résben elektromos tér van, amit egy váltakozó  $U$  feszültségű áramforrás hoz létre. A ciklotron közepén van a lassú protonok forrása (Z). A protonok a mágneses térre és rése is merőlegesen lépnek a ciklotronba. A protonok a mágneses térben egyenletesen, görbe pályán repülnek, és minden alkalommal, amikor átlépnek a résen, gyorsítja őket az elektromos tér. Amint a protonok elérik a ciklotron szélét, kilépnek belőle.



A–3 ábra

- b) Határozzák meg az áramforrás  $f$  frekvenciáját, amelynél a ciklotron gyorsítja a protonokat! Határozzák meg a mágnesek  $R$  sugarát, hogy a kilépő protonok kinetikus energiája  $E_p = 1,0\text{ MeV}$  legyen!

Az  $^{111}\text{In}$  magja befog egy elektront a K-elektronrétegéből és ezzel stabil Cd maggá alakul – a folyamat felezési ideje  $T = 2,805\text{ d}$ , és alacsonyabb  $E_f = 245,4\text{ keV}$  energiájú fotonok is keletkeznek a folyamatban. A kivizsgáláshoz  $^{111}\text{InCl}$  oldatot használnak.

- c) Írják le a magreakciót, amelyben az  $^{111}\text{In}$  befogja az egyik K-elektronját! A vizsgálat kezdetekor az oldatban csak  $^{111}\text{InCl}$  található, tömege  $m_v = 10\text{ mg}$ . Határozzák meg az oldat kezdeti  $A_0$  aktivitását, valamint a Cd atomok tömegét az oldatban,  $t_r = 12\text{ h}$  elteltével!

A proton tömege  $m_p = 1,67 \times 10^{-27}\text{ kg}$ , az elemi töltés  $e = 1,602 \times 10^{-19}\text{ C}$ , a klór moláris tömege  $M_{\text{Cl}} = 35,5\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , az Avogadro-szám  $N_A = 6,022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ .