

## 64. ročník Fyzikálnej olympiády

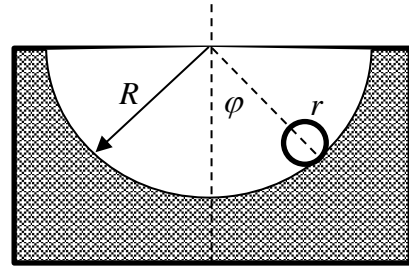
v školskom roku 2022/2023

### Kategória B

*Krajské kolo – text úloh v maďarskom jazyku*

#### 1. Henger a csatornában

Egy  $R = 10 \text{ cm}$  belső sugarú hengeres csatornában van egy kis homogén henger, amelynek sugara  $r = 10 \text{ mm}$  (B-1 ábra). Amikor a hengert kis  $\varphi$  szöggel kitérítjük az egyensúlyi helyzetéből, majd elengedjük, görgőmozgásba kezd az egyensúlyi helyzete körül.



B-1 ábra

- Határozzák meg a görgő lengéseinek  $T$  periódusát, elhanyagolható gördülési ellenállást feltételezve, és azt, hogy a görgő nem csúszik meg!
- Határozzák meg a teljes csillapításig tartó lengések számát, ha kezdetben  $\varphi_0 = 5,0^\circ$ -os szöggel térítjük ki a hengert egyensúlyi helyzetéből, és ha a gördülési súrlódás együtthatója  $\xi = 0,015 \text{ mm}$ !

Megjegyzés: Tegyük fel, hogy a henger súlypontja a csúszda tengelye körül kicsi  $\varphi \ll 1$  rad szöggel tér ki a kilengések során. Erre a szögre a  $\sin \varphi \approx \varphi$  és  $\cos \varphi \approx 1 - \frac{1}{2}\varphi^2$  közelítő összefüggések érvényesek; a henger és a csúszda közötti nyomóerő  $F_n \approx mg$ -nek tekinthető. A csúszási súrlódási tényező a görgő teljes mozgása alatt elég nagy ahhoz, hogy a görgő ne csússzon meg a csatornában.

Egy  $m$  tömegű és  $r$  sugarú henger forgási szimmetriatengelyére számított tehetetlenségi nyomatéka  $J = \frac{1}{2} mr^2$ .

#### 2. Kondenzátor

A kutatóintézet munkatársai egy új, nemlineáris szigetelőanyagot (nem lineáris dielektrikum) fejlesztettek ki, amely relatív permittivitása függ az elektromos tér intenzitásától:

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{r0} \left( 1 + \frac{E}{E_0} \right), \text{ ahol } \varepsilon_{r0} = 1,5 \text{ és } E_0 = 100 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1} \quad (*)$$

Párhuzamos fémlektrodákból két kondenzátort készítettek. Az elektródák (fegyverzetek) területe egyenként  $S = 100 \text{ cm}^2$  és az elektródák közötti távolság  $d = 0,10 \text{ mm}$ . Az első kondenzátor részében levegő volt, a második részét pedig az új dielektrikummal töltötték ki.

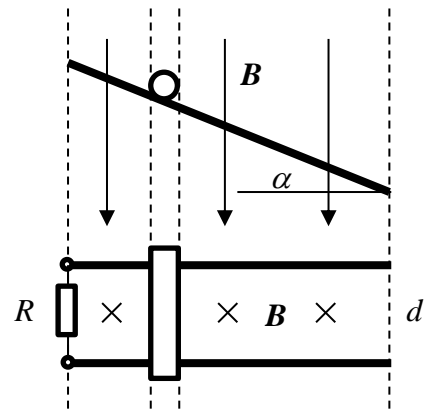
- A két kondenzátort sorba (sorosan) kapcsolták, és az  $U_0 = 12 \text{ V}$  feszültségű áramforráshoz csatlakoztatták. Határozzák meg az egyes kondenzátorokon állandósult  $U_1$  és  $U_2$  feszültségeket!
- Mekkora  $W$  munkát végzett az áramforrás a kondenzátorrendszer csatlakoztatása után?
- Határozzák meg a töltött kondenzátorok  $E$  energiáját, és magyarázzák meg a  $W$  és  $E$  értékek közötti különbséget!

A vákuum permittivitása  $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### 3. Sínen gördülő henger mágneses térben

Két párhuzamos elektromosan vezető sín van egy mágneses térben. A mágneses tér indukciója  $B = 2,0 \text{ T}$  és függőlegesen lefelé irányul. A sín pár síkja  $\alpha = 10^\circ$ -os szöget zár a vízszintes síkkal, a sínek közti távolság  $d = 15 \text{ cm}$ . A síneket egy  $R = 1,2 \Omega$  ellenállású rezisztor köti össze a felső végükön (B–2 ábra).

Egy  $m = 26 \text{ g}$  tömegű és  $r = 2,5 \text{ mm}$  sugarú hengert helyeztek a sínek felső végére, majd elengedték. A henger, a síneken, gördülő mozgással (csúszás nélkül) kezdett gurulni, merőlegesen a sínek irányára. Az elrendezés oldal- és felülnézetből is látható a B–2 ábrán.



B–2 ábra

- Rajzolják át megfelelően az ábrát, jelöljék meg benne a hengerre ható összes erőt, és nevezzék meg az egyes erőket!
- Bizonyítsák be, hogy egy bizonyos idő elteltével a henger mozgása egyenletes mozgássá válik – határozzák meg ennek az egyenletes mozgásnak a  $v_0$  sebességét!
- Határozzák meg a görgő haladó mozgásának kezdeti  $a_0$  gyorsulását! Mennyi idő elteltével ( $\tau$ ) érné el a henger az állandó  $v_0$  sebességet, ha egész idő alatt  $a_0$  gyorsulással mozogna, és mekkora  $s_0$  hosszúságú utat tenne meg ez alatt!

A sínek és a henger elektromos ellenállása nagyon kicsi az  $R$  ellenálláshoz képest.

A gravitációs gyorsulás  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Egy  $m$  tömegű és  $r$  sugarú henger forgási szimmetriatengelyére számított tehetetlenségi nyomatéka  $J = \frac{1}{2}mr^2$ .

### 4. Az inga és optikai lencse

Egy kis izzó az  $L = 2,5 \text{ m}$  hosszúságú vékony vezetőekre van felfüggesztve. Az izzó  $H = 70 \text{ cm}$  magasságban van az asztal vízszintes felülete felett.

- Két objektív áll a rendelkezésünkre, az első fókusz távolsága  $f_1 = 15 \text{ cm}$  a másodiké  $f_2 = 20 \text{ cm}$ . Határozzák meg mekkora  $h$  magasságban kell az asztal felett lennie az első ill. a második lencsének, hogy éles képet képezzen le az izzóról az asztallapra, miközben az optikai tengelye függőlegesen és áthalad az izzó felfüggesztési pontján.
- Rajzolja le, az egyensúlyi helyzetéből kissé kitérített izzó esetében, a sugarak útját az izzótól az asztalra leképezett éles képig – az a) részfeladatban kiszámított adatokra!

A villanykörtének vízszintes irányban enyhe lendületet adunk, így az  $x_m = 20 \text{ mm}$  amplitúdóval lengeni kezd az egyensúlyi helyzete körül.

- Határozzák meg az izzó lengésének  $T$  periódusát!
- Határozzák meg az asztalra leképezett izzó képének maximális  $v_{0m}$  sebességét, valamint a kép mozgásirányát az izzó mozgásirányához viszonyítva, az egyes esetekre!

Tételezzék fel, hogy az izzó, mint matematikai inga leng! A lencséről tételezzék fel, hogy vékonyak. A gravitációs gyorsulás  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

