

### 63. ročník Fyzikálnej olympiády

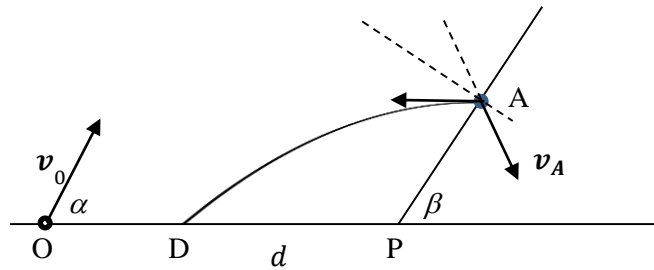
v školskom roku 2021/2022

#### Kategória A

*Krajské kolo – text úloh v maďarskom jazyku*

#### 1. A ferde falról visszapattanó labda

A vízszintes talajon álló fiú (O pont) egy rugalmas labdát hajított a ferde falra  $d$  távolságból a fal P alsó szélétől. A ferde fal dőlésszöge  $\beta < 90^\circ$  (A-1 ábra). A labdát mindig  $\alpha$  hajítási szöggel dobta el (a vízszintes talajhoz viszonyítva). Változtatta a hajítás  $v_0$  kezdeti sebességét, és megfigyelte a labda mozgását.



A-1 ábra

- Mekkora  $v_{01}$  sebességgel kellett elhajítania a labdát, hogy egyenesen a P pontba essen?
- Mekkora  $v_{02}$  sebességgel kell elhajítania a labdát, hogy a ferde falra esve vízszintes irányban pattanjon vissza (A-1 ábra)? Milyen feltételeket kell teljesíteniük az  $\alpha$  és  $\beta$  szögeknek, hogy ez lehetséges legyen?
- Az O ponttól mekkora  $x_D$  távolságban ér földet a falról visszapattanó labda? Mekkora  $\alpha_0$  szög alatt kéne a labdát elhajítani, hogy falról vízszintesen visszapattanva az O pontba essen?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre:  $\beta = 60^\circ$ ,  $d = 6,50$  m,  $g = 9,81$  m  $\cdot$  s $^{-2}$ , és két hajítási szögre:  $\alpha_1 = 45,0^\circ$  és  $\alpha_2 = 70,0^\circ$ !

A labda és a fal ütközése tökéletesen rugalmas, a légellenállás elhanyagolhatóan kicsi. A fiú magasságát ne vegyék figyelembe – a hajítás O pontja a vízszintes felületen van.

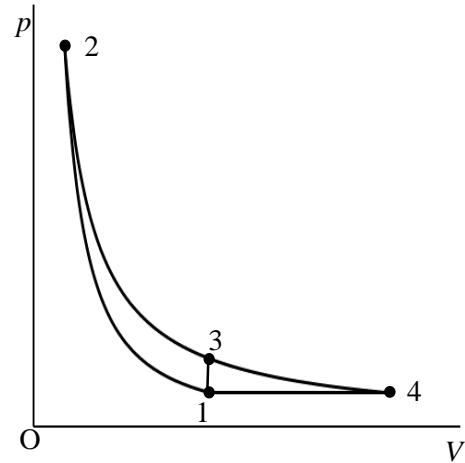
## 2. A legnagyobb hatásfok

A diákoknak két termodinamikai körfolyamat hatásfokát kell összehasonlítniuk. A körfolyamatokat ideális gázzal (oxigénnel) végzik,  $p$ - $V$  diagramjuk az A-2 ábrán látható. A gáz mennyisége  $n = 2,0$  mol. A kezdeti 1-es állapotban a gáz nyomása  $p_1 = 200$  kPa, hőmérséklete  $T_1 = 300$  K.

Az 1-2-3-1 *első folyamat* részei:

1-2 – adiabatikus kompresszió az 1-es állapotból,  
2-3 – izotermikus tágulás  $T_2 = 600$  K hőmérsékleten,  
3-1 – visszatérés izochor folyamatban a kezdeti 1-es állapotba.

Az 1-2-3-4 *második folyamat* abban különbözik az elsőtől, hogy az izotermikus tágulás egészen a 4-es állapotig tart, ahonnan izobár folyamatban tér vissza az 1-es állapotba.



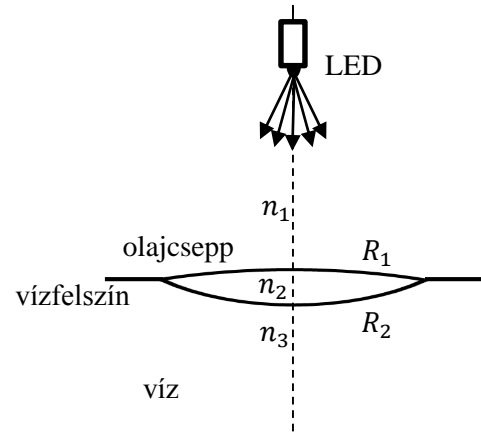
A-2 ábra

- Mekkora a gáz  $V_1$  térfogata az 1-es állapotban, a  $p_2$  nyomása és  $V_2$  térfogata a 2-es állapotban, és a  $V_4$  térfogata a 4-es állapotban?
- Határozzák meg az első ill. második körfolyamat  $\eta_1$  ill.  $\eta_2$  hatásfokát!

### 3. A LED leképezése

A víz felszínén egy lencse alakú olajcsepp van (A-3 ábra). Egy vékony fonálon állandó  $v = 10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  sebességgel engednek le egy széles térszögben világító pontforrást (LED) pontosan az olajcsepp közepe felett. Amikor  $h = 20 \text{ cm}$  távolságban van a víz felszínétől, a LED fénysugarai egy pontba gyűlnek össze  $H = 30 \text{ mm}$  mélyen a víz felszíne alatt.

Tételezzék fel, hogy az olajcsepp felső és alsó határfelülete gömbfelületek, a felső görbülete  $R_1$ , az alsóé  $R_2$  (A-3 ábra)! A csepp átmérője  $d = 8,5 \text{ mm}$ , és legmagasabb pontja  $\delta_1 = 0,75 \text{ mm}$ -rel van a víz szabad felszíne felett!



A-3 ábra

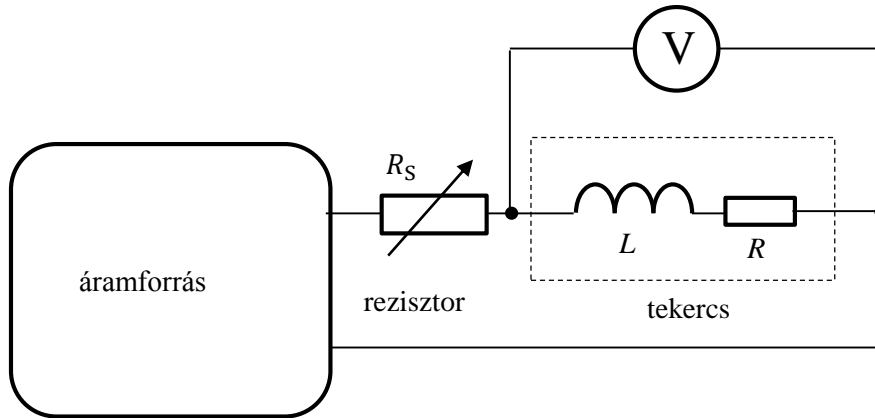
- Az a fénysugár, amely az optikai tengellyel párhuzamosan esik a lencse felső felületére, a képoldali  $F_2$  fókuszponton halad át. A tárgyoldali  $F_1$  fókuszpontból induló fénysugár, miután áthaladt a lencsén, az optikai tengellyel párhuzamos. Határozzák meg, az elmondottak alapján, a tárgyoldali  $f_1$  valamint a képoldali  $f_2$  fókusz távolságokat! A fókusz távolságokat az  $R_1, R_2$  görbületi sugarakkal, valamint az A-3 ábrán feltüntetett  $n_1, n_2, n_3$  törésmutatókkal fejezzék ki!
- Rajzolják le sematikusan az A pont leképezését nevezetes fénysugarakkal, ha az A pont  $a$  távolságban van a lencsétől ( $f_1 < a < 2f_1$ ), távolsága az optikai tengelytől  $y_A$ ! Az A pont a B pontba képződik le, amely  $b$  távolságban van a lencsétől. Vezessék le a leképezési törvényt erre az esetre!
- Határozzák meg az olajcsepp felső és alsó gömbfelületének  $R_1$  és  $R_2$  görbületi sugarait a megadott értékekre, valamint, ha a levegő törésmutatója  $n_1 = 1,00$ , az olajé  $n_2 = 1,45$  és a vízé  $n_3 = 1,33$ !

A feladatot oldják meg általánosan, ha  $n_1 < n_2 < n_3$ , majd határozzák meg  $f_1, f_2, R_1$  és  $R_2$ -t a megadott értékekre! Az olajcseppről tételezzék fel, hogy vékony optikai lencse! Tételezzék fel, hogy az összes sugár és az optikai tengely által zárt szög nagyon kicsi, és érvényesek a következő közelítőleges egyenlőségek:  $\sin \alpha \approx \alpha \approx \tan \alpha$ .

#### 4. Az indukciós tekercs

Az indukciós tekercsben folyó áram mágneses mezőt hoz létre, és ebben energia tárolódik. A tekercsben azonban hő is felszabadul. A jelenséget egy  $L$  indukciójú ideális tekercs (induktor) és egy vele sorosan kapcsolt  $R$  ellenállású rezisztor segítségével írjuk le (A–4 ábra).

A tekercset egy  $f$  frekvenciájú, állítható kimeneti feszültségű áramforráshoz csatlakoztatjuk, amely méri a kimeneti áramot. A tekercshez sorosan csatlakozik egy  $R_S$  változtatható ellenállású szabályozó rezisztor – segítségével beállítjuk (az áramforrás  $U_Z$  kimeneti feszültségénél) a tekercsben folyó  $I_C$  áramerősséget. A  $V$  voltméterrel a tekercsen fellépő  $U_C$  feszültséget mérjük.



A–4 ábra

- Határozzák meg a tekercs  $L$  indukcióját és  $R$  ellenállását az említett adatokból!
- Mekkora a tekercsben felszabaduló hő  $P_C$  teljesítménye?
- Határozzák meg az áramforrás pólusain és a tekercsen levő feszültség közti  $\varphi$  fáziseltolódást!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre:  $R_S = 60 \Omega$ ,  $U_Z = 12,0 \text{ V}$ ,  $I_C = 100 \text{ mA}$ ,  $U_C = 10,1 \text{ V}$ ,  $f = 1,00 \text{ kHz}$ . A megadott feszültségek és áramerősségek effektív értékek.