

II/1. Adatok:  $h$ : emelkedési magasság,  $v_{\text{átl}}$ : átlagsebesség;

$$a) h = \frac{6}{2} (\text{m/s}) \cdot 5 \text{ s} + 6 (\text{m/s}) \cdot 5 \text{ s} + \frac{6}{2} (\text{m/s}) \cdot 5 \text{ s} = 60 \text{ m.}$$

(6 pont)

$$b) v_{\text{átl}} = \frac{60 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 4 \text{ m/s.}$$

(4 pont)

II/2. Adatok:  $Q$ : a melegítéshez szükséges hő;

$$V = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3; \quad \rho = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3; \quad c = 2,39 \cdot 10^3 \text{ J/kgK}; \quad \Delta t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

a hőmérsékletnövekedés

$$a) Q = V \rho c \Delta t = 2,7 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

(7 pont)

b) A  $P = 300 \text{ W}$  teljesítményű melegítő által  $t = 120 \text{ s}$  alatt leadott energia:

$$W = Pt = 3,6 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

A hatásfok:  $\eta = \frac{Q}{W} = \frac{2,7 \cdot 10^4}{3,6 \cdot 10^4} = 75\%.$

(1 pont)

c) Az ellenállás értéke a  $P = U^2/R$  képletből:

$$R = U^2/P = 220^2/300 = 161 \text{ } \Omega$$

(4 pont)

II/3. a) A foton energiája:  $W_f = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ ,  $h$  értéke a táblázatból (kerekítve):  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $c$  értéke táblázatból (kerekítve):  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ;  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .

$$W_f = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

(8 pont)

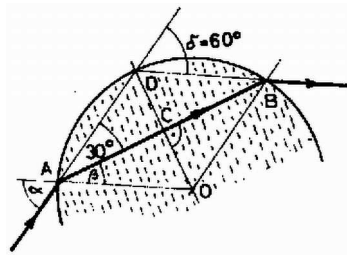
b) A jel energiája:

$$W_j = t\frac{U^2}{R} = 10^{-4} \frac{(10^{-5})^2}{100} = 10^{-16} \text{ J;}$$

$$W_j/W_f = 10^{-16}/(4 \cdot 10^{-19}) = 250.$$

(7 pont)

II/4. a) Adatok:  $OA = 5 \text{ cm}$ ;  $AB = 8 \text{ cm}$ ;  $\delta = 60^\circ$ ..



Ha a fénysugár az üveggömb felületéhez az  $A$  pontban érkezik, a megtört sugár benne van az  $OA$  irányú egyenes és a beeső sugár síkjában, tehát egy, az  $O$  középponton átmenő síkban. A teljes sugármenet szimmetrikus az  $OD$  egyenesre ( $OD \perp AB$ ), ezért  $AC = 4 \text{ cm}$ .

A törésmutató:  $n = \sin \alpha / \sin \beta$ .

A geometriából:

$$\sin \beta = \frac{OC}{OA} = \frac{\sqrt{OA^2 - AC^2}}{OA} = \frac{\sqrt{25 - 16}}{5} = \frac{3}{5}; \quad \beta = 36^\circ 52'.$$

(7 pont)

Az  $ABD$  háromszögben a  $\delta = 60^\circ$ -hoz, mint külső szöghöz tartozó két nem mellette fekvő belső szög mindegyike  $30^\circ$ , így

$$\alpha = \beta + 30^\circ = 66^\circ 52'; \quad \sin \alpha = 0,9196.$$

(5 pont)

$$\text{Így tehát } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0,9196}{3/5} = 1,533.$$

(3 pont)

$$b) c_{\text{üveg}} = \frac{c_{\text{levegő}}}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,533} = 1,9657 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

(5 pont)

**II/5. a)** 5 g normál állapotú hélium térfogata:  $V_1 = (5/4) \cdot 22,4 = 28 \text{ l}$ ;  $p_1 = 1 \text{ atm}$ ;  $T_1 = 273 \text{ K}$ ;  $p_2 = 1,75 \text{ atm}$ ;  $T_2 = ?$ ;  $V_2 = 20 \text{ l}$ .

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad T_2 = 341,2 \text{ K.}$$

A hőmérséklet növekedése:  $T_2 - T_1 = 68,2 \text{ K} = 68,2 \text{ }^\circ\text{C}$

(5 pont)

$$b) Q = mc_v \Delta T = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 3,14 \cdot 10^3 \text{ (J/kg}^\circ\text{C)} \cdot 68,2 \text{ }^\circ\text{C} = 1071 \text{ J}$$

(5 pont)

c) A belső energia megváltozása ideális gáz esetén csak a hőmérséklet megváltozásától függ, a folyamattól független. Ha például állandó térfogaton történik a folyamat, akkor munkavégzés nincs, így

$$\Delta U = Q.$$

Ezt a hőfelvételt határoztuk meg a b) kérdésben. Így  $\Delta U = 1071 \text{ J}$ .

(5 pont)

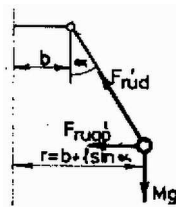
d) A feladatban tekintett folyamatban hőközlés nélkül növeltük a gáz belső energiáját, tehát ezt a belső energia-növekedést teljes egészében a gázon végzett munka okozta, így  $W = \Delta U = 1071 \text{ J}$ .

(5 pont)

**II.6.** Adatok:  $M = 0,1 \text{ kg}$ ;  $b = 0,1 \text{ m}$ ;  $l = 0,2 \text{ m}$ ;  $\alpha = 60^\circ$ ;  $k = 1 \text{ N/0,1 m} = 10 \text{ N/m}$ .

a) Elegendő az egyik golyó mozgását vizsgálni. A golyó függőleges irányban nem gyorsul, ezért

$$F_{\text{rd}} \cos \alpha = Mg.$$



A golyó vízszintes síkban egyenletes körmozgást végez, tehát a gyorsulása:

$$a = \omega^2 r = \omega^2 (b + l \sin \alpha) = \omega^2 \cdot 0,273.$$

Az eredő erő vízszintes:

$$F_{\text{rug}} = k \Delta x = kl \sin \alpha = 1,73 \text{ N.}$$

$$F_{\text{rd}} \sin \alpha = \frac{Mg}{\cos \alpha} \sin \alpha = 1,70 \text{ N.}$$

$$\Sigma F = Ma; \quad 1,73 + 1,70 = 0,1 \cdot \omega^2 \cdot 0,273 \quad \omega = 11,2 \text{ s}^{-1},$$

$$n = 1,78 \text{ s}^{-1}.$$

(10 pont)

b) Egy golyóra:

$$W_1 = (1/2)Mv^2 + Mgh + (1/2)k(\Delta x)^2,$$

$$(1/2)Mv^2 = (1/2)M(r\omega)^2 = 0,47 \text{ J.}$$

(3 pont)

$$Mgh = 0,01 \text{ J (mivel } h = l \cos 60^\circ = 0,1 \text{ m)},$$

(3 pont)

$$(1/2)k(\Delta x)^2 = 0,15 \text{ J.}$$

(3 pont)

Tehát  $W_1 = 0,72 \text{ J}$ , mindkét golyóra külön-külön. Az összesen szükséges munka:  $W = 2W_1 = 1,44 \text{ J}$ .

(1 pont)