

57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Okresné kolo kategórie F
Text úloh v maďarskom jazyku

1. Kőlapok a medence alján

Márton úgy döntött, hogy kőlapokkal fedi le a medence alját. A négyzet alakú $a = 3,00$ m oldalhosszúságú medence vízszintes alját szabadon lefektetett kőlapokkal tervezte kirakni. A négyzet alapú kőlapok oldalhosszúsága $b = 30,0$ cm, vastagsága $d = 2,70$ cm, tömege pedig egyenként $m = 10,0$ kg. Hogy megkönnyítse a munkáját, a kőlapokat a medence aljára állított henger alakú hordóba rakta – a hordó kör alakú aljának átmérője $D = 1,50$ m, a hordó tömege pedig $M_0 = 50,0$ kg.

- A medencébe annyi vizet engedett, hogy a kőlapokkal megrakott hordó úszni kezdjen a vízben. A medence oldalán megjelölte a szabad vízfelszín (medence aljától mért) h_0 magasságát. Készíts vázlatot a leírt helyzetről, jelöld be a szükséges mennyiségeket, és számítsd ki a h_0 magasságot!
- Mekkora annak a vízmennyiségnek a V térfogata, amelynél a hordó alja (egyensúlyi helyzetben) $h_1 = 10,0$ cm magasságban lesz a medence aljától? Készíts vázlatot és jelöld be a szükséges mennyiségeket?
- Határozd meg a szabad vízfelszín magasságának Δh változását, miután az összes kőlapot kirakták a hordóból a medence aljára. A vízszintet ahhoz a vízszinthez viszonyítsátok, amikor a kőlapok a hordóban voltak! Készíts vázlatot, és jelöld be a b) részben készített vázlattal szembeni lényeges változásokat!
- Sorolj fel fizikai és más érveket, hogy a leírt eljárás miért könnyítette a medence aljának lefedését kőlapokkal!

A nehézségi gyorsulás $g = 10$ N/kg, a víz sűrűsége $\rho = 1\,000$ kg/m³. Márton mozgása és jelenléte elhanyagolhatóan kicsi vízszintváltozást okozott a medencében.

Tételezd fel, hogy a hordó alja az összes művelet alatt vízszintes helyzetben volt!

Megjegyzés: Egy D átmérőjű kör területe $S = \pi D^2/4$.

2. Frissítő a jégszállodában

Svédország északi részében található a világ legrégebbi jégszállodája – minden évben eredetien más az építészeti stílusa. A látogatók kedvenc üdítője egy meleg áfonya gyümölcsle. Különleges, jégből készült pohárban szolgálják fel egy, a pohárba fagyasztott vas ágacskaival.

- Az egész pohár tömege $m = 385,0$ g. Egy látogató megmérte mérőhengerrel a vaságacska térfogatát ($V = 3,00$ ml). Határozd meg a jégpoharat alkotó jég tömegének és a vaságacska tömegének p arányát!
- A poharakat fagyasztóban tárolják, ahol a hőmérséklet $t_1 = -18,0$ °C. Felszolgálat előtt a pincér átviszi a poharakat a jégbárba, ahol a levegő hőmérséklete $t_2 = -10,0$ °C. Néhány óra elteltével a poharak hőmérséklete kiegyenlítődik a jégbár levegőjének hőmérsékletével. Mekkora mennyiségű hőt (Q) vesz fel egy pohár a környezetéből a jégbárban?

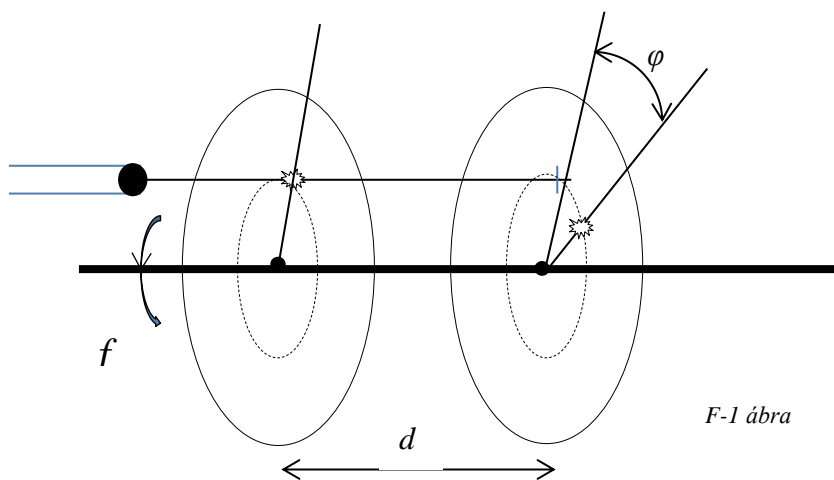
A vendég t_2 hőmérsékletű poharába meleg, $t_3 = 50,0$ °C hőmérsékletű áfonya italt öntenek. Az ital térfogata $V_d = 300$ ml. Az ital, a jégpohár falával érintkezve, fokozatosan hűl. Az ital akkor a legélvezetesebb, amikor a hőmérséklete $t_4 = 36,0$ °C. A következő feladat megoldásakor tételezd fel, hogy a pohárban található ital hőmérséklete teljes térfogatában azonos; a jégpohár anyaga lassan olvad, és a külső falán keresztül felvett hő elhanyagolhatóan kicsi!

- c) Írd le, milyen fizikai folyamat zajlik le a *pohár–ital* rendszerben attól a pillanattól számítva, hogy az italt a pohárba öntik!
- d) Határozd meg az ital t_5 hőmérsékletét abban a pillanatban, amikor a pohár hőmérséklete eléri a jég olvadásának $t_0 = 0,0$ °C hőmérsékletét!
- e) Határozd meg az elolvadt jég tömegének és a jég kezdeti tömegének $r = m_{L1}/m_L$ arányát abban a pillanatban, amikor az ital eléri a t_4 hőmérsékletet! A jégpohár addig törésbiztos, amíg a jég eredeti tömegének $r_{\max} = 50$ %-a el nem olvad! Elreped a pohár, ha hagyjuk az italt teljesen lehűlni – t_0 hőmérsékletre?

A feladat megoldásához használd a következő értékeket: a jég sűrűsége $\rho_L = 917$ kg/m³, az áfonya ital és a víz sűrűsége $\rho_d = 1\,000$ kg/m³, a vas sűrűsége $\rho_{Fe} = 7\,870$ kg/m³, a jég fajhője $c_L = 2,09$ kJ/(kg · °C), az áfonya ital és a víz fajhője $c_d = 4,18$ kJ/(kg · °C), a vas fajhője $c_{Fe} = 0,450$ kJ/(kg · °C), a jég olvadáshője $l_t = 334$ kJ/kg.

3. A légpuska

Lövéskor a légpuska csövében levő sörétre ható átlagos nyomóerő $F = 37$ N volt. A puskacső hossza $l = 40$ cm. A levegő nyomásának hatására a puskacsőben a sörét akár néhány száz m/s-os torkolatsebességre is szert tehet. A lövedékek sebességének egyik egyszerű mérési módszerét az F–1 ábra mutatja. Két, kör alakú, vékony papírtárcsát rögzítenek egy tengelyre, amely a papírtárcsák közepén halad át, merőlegesen a papírtárcsák felületére. A papírtárcsák egyenletes $f = 100$ Hz frekvenciával forognak a tengely forgástengelye körül. A tárcsák közti távolság $d = 0,20$ m. A puskacsövet a tengellyel párhuzamos irányba irányítjuk úgy, hogy a tengely és puskacső közti távolság valamivel kisebb legyen, mint a papírtárcsák sugara. A lövés után a sörét átütötte mindkét papírtárcsát.



- a) A sörét lyukat ütött mindkét papírtárcsába. A két lyuk $\varphi = 32^\circ$ szögben hajlik el egymástól (lásd az F–1 ábrát). Határozd meg a sörét v sebességét a két papírtárcsa közti térrészben!
- b) Mekkora W munkát végzett a söréten a levegő a puskacsőben egy lövés folyamán? Határozd meg a sörét E energiáját a cső torkolatában!

4. A Három-szurdok-gát

A Három-szurdok-gát Kína Hupej tartományában, a Jangce folyón épített vízerőmű. Névleges valamint beépített teljesítményét, a tároló nagyságát és más paramétereit tekintve a világ legnagyobb erőműve. A gát magassága $h = 181$ m, a tárolóban tárolt víz térfogata $V_0 = 39,3$ km³, és ekkor a tároló vízfelületének területe $S_0 = 1\,080$ km². A tárolóba folyó víz vízhozamának legnagyobb értéke $Q_m = 116\,000$ m³/s.

- a) Mekkora teljes p nyomással hat a víz a gát falára $h_1 = 175$ m mélyen a szabad vízfelszín alatt?
- b) Határozd meg annak a vízmennyiségnek a V térfogatát, amely egy nap alatt folyik át a tárolón, ha a beérkező vízmennyiség hozama a maximális Q_m vízhozam fele!
- c) Határozd meg a gát által kialakított tó vizének átlagos h_p mélységét!
- d) Írd le tömören az elektromos erőmű működési elvét, hogyan alakítja át a folyam energiáját elektromos energiává! A leírást egészítsd ki ábrával!
- e) A tározóban levő víz szabad felülete és a turbina bemenete közti magasságkülönbség $h_1 = 175$ m. Határozd meg a folyam P teljesítményét a megadott h_1 magasságkülönbség esetére, ha a folyam térfogati vízhozama $Q_{\text{tur}} \approx 24\,000$ m³/s!

A nehézségi gyorsulás $g \approx 10$ N/kg, a normális légköri nyomás $p_n = 0,101$ MPa, a víz sűrűsége $\rho = 1\,000$ kg/m³.