

65. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2023/2024

1. kolo kategória D

Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Ütközés félúton

A folyó partján van két tábor: az egyikben tehetséges fizikusok, a másikban, a folyó áramlásával megegyező irányban, $L = 3,2$ km-re, a tehetséges matematikusok töltik az idejüket. A fizikusok táborából egy Fizikusz nevű fiú tutajon úszott a folyó áramlásával (a folyó vizével szemben mozdulatlanul). A matematikusok tábora melletti M kikötőt $t_1 = 60$ perc alatt érte el. Rájött azonban, hogy amikor az F kikötőben tutajra szállt, a parton felejtette a hátizsákját. Szerencsére, az M kikötőben volt a barátja, Matematikusz, akinek volt egy motorcsónakja. Beszálltak a motorcsónakba, és elindultak vissza az F kikötőbe, az ottfelejtett hátizsákért. Onnan azonnal visszafordultak az M kikötőbe. Az egész út során, amely oda-vissza $t_2 = 32$ percig tartott, a csónak maximális motorteljesítménnyel üzemelt.

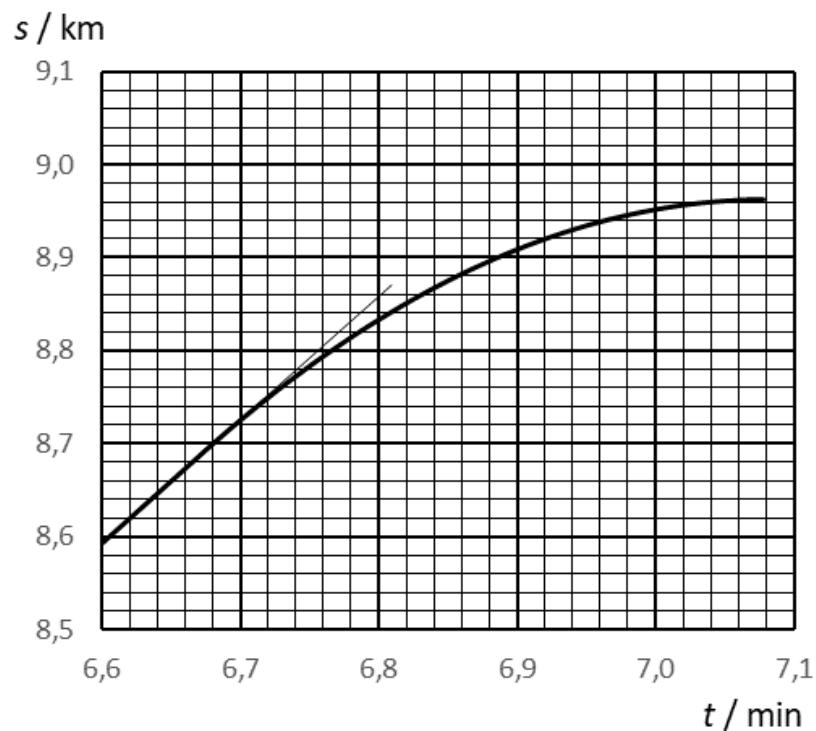
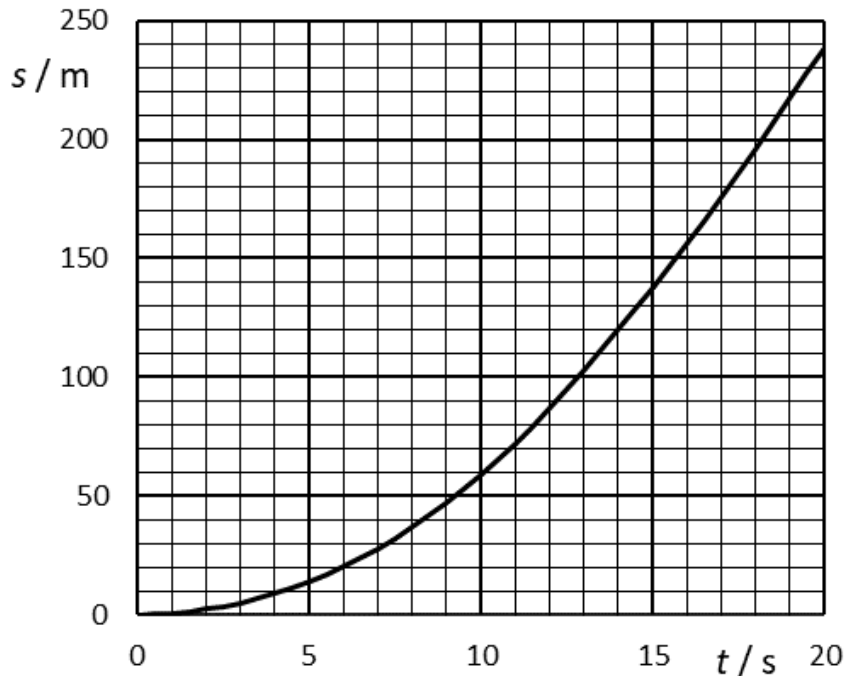
a) Mennyi ideig (t_{21}) haladt a csónak a folyó áramlásával szemben?

b) Mekkora a csónak v sebessége a folyó vizével szemben?

Tételezze fel, hogy a víz áramlási sebessége a teljes útvonalon egyforma!

2. Az autóbusz

A busz menetrendjének készítésekor a buszra olyan eszközt telepítettek, amely rögzítette a megtett út hosszát az idő függvényében. Egy próbaút során két megálló közötti adatokat rögzítették. Az autóbusz először állt, majd elindult és $v_1 = 20$ km/h sebességre gyorsult. Ekkor magasabb sebességi fokozatra kapcsolva tovább gyorsult *amíg elérte a* $v_2 = 60$ km/h sebességet. A következő sebességi fokozatra bekapcsolva is gyorsult, amíg el nem érte az utazási sebességét – ezzel a sebességgel haladt a következő megállóig. Az összes gyorsulás állandó, de egymástól különböző volt. Amikor közeledett a megállóhoz, lassítani kezdett, amíg teljesen meg nem állt. A grafikonokon csak az busz kezdeti és végső mozgásának szakaszai vannak ábrázolva, D-1 ábra.



D-1 ábra

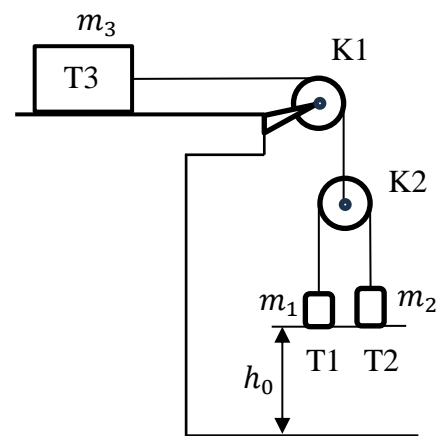
- Határozd meg a két megálló közti v_p átlagsebességet – a grafikonon rögzített megtett út alapján!
- Szerkeszd meg, az adott időintervallumokra, az autobusz v sebességének grafikonját, mint a t idő függvényét – a D–1 ábrán látható grafikonok alapján.
- Írd le a mozgást az egyes időintervallumokban (3 gyorsulás, 1 haladás, 1 lassulás) a (b) részfeladatban kapott $v = f(t)$ grafikon alapján! Mutasd meg, hogy a változó sebességű szakaszokon a gyorsulás egyenletes, és határozd meg mind a négy változó sebességű szakasz gyorsulását!

3. Testek rendszere

A D–2 ábrán egy testekből álló rendszer látható, ahol a T1, T2, T3 testek tömegei rendre m_1 , m_2 és m_3 . A testek vékony huzalokkal vannak összekötve. Kezdetben a T1 és T2 testek h_0 magasságban vannak a vízszintes talaj felett.

Tételezd fel, hogy a rendszerben nem lép fel súrlódás, a csigák tömege, valamint tehetetlenségi nyomatéka elhanyagolhatóan kicsi. A rendszert kezdetben nyugalomban tartottuk.

- Határozd meg a testek gyorsulását és azt a t_a időt, amely alatt a T1 és T2 testek talajt érnek, ha $m_1 = m_2 = m_3$. A t_a időt a rendszer felszabadításának pillanatától számítjuk.
- Határozd meg az egyes testek gyorsulásait (a_1, a_2, a_3) a rendszer felszabadítása után, ha $m_3 = 3m_1 = 2m_2$! Határozd meg a t_b időt, amely alatt a T2 test talajt ér!



D–2 ábra

4. Palack a vízben

Egy függőleges henger alakú tartályban, melynek belső keresztmetszete $S = 250 \text{ cm}^2$, vizet töltöttünk h_0 magasságig. Ebbe a vízbe egy üres, nyitott üvegpalackot helyeztünk, melynek belső térfogata $V_{\text{vn}} = 800 \text{ ml}$. A palack úszott a vízben anélkül, hogy a tartály aljához ért volna. Amikor a palackot a vízbe helyeztük, a vízszint az edényben $h_1 = 20 \text{ mm}$ -rel emelkedett az eredeti h_0 szint felé.

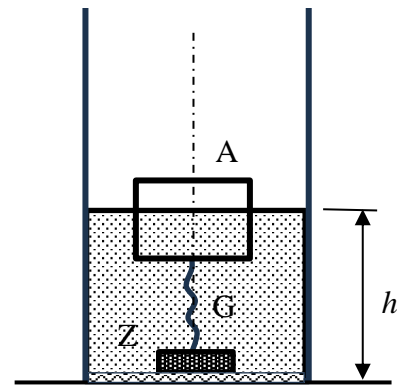
Ezután elkezdjük óvatosan vízzel feltölteni a palackot. Amikor a palackban lévő víz tömege elérte egy m értéket, a palack elsüllyedt (közvetlenül a süllyedés előtt a palack nyitott része már nem emelkedett ki a víz felszíne fölé). Amikor a palack már az elsüllyedés határán volt az edényben levő víz szintje a $h_0 + h_1$ értéktől h_2 értékkel volt magasabban (a palack nem ért az edény aljához).

- a) Mekkora az üres palack m_0 tömege?
- b) Határozza meg a palackban lévő víz m tömegét, amikor a palack nyitott része a tartályban levő víz szintjére merül!
- c) Mekkora h_2 értékkel emelkedett meg a víz szintje a tartályban, a víz palackba töltése során?
- d) Határozza meg a vízszint végleges h_3 szintváltozását, a $h_0 + h_1 + h_2$ szinthez viszonyítva, miután a palack a tartály aljára süllyedt!

A víz sűrűsége $\rho_0 = 1,00 \text{ g/cm}^3$, a palack üvegének sűrűsége $\rho_s = 2,50 \text{ g/cm}^3$.

5. Henger a vízben

Adva van az A henger alakú test. Átmérője $d = 40$ mm, magassága $v = 30$ mm. Az alapja közepéhez egy vékony gumifonál (G) van kötve, hossza $L_0 = 80$ mm. A gumifonál másik végéhez egy $m_Z = 14$ g tömegű nehezéket erősítünk – ha szabadon lóg a G gumifonálon, a gumifonál $\Delta L = 15$ mm-rel megnyúlik. Az A testet és a G gumifonállal hozzákötött Z nehezéket egy $D = 10$ cm belsőátmérőjű edénybe helyezzük, amelybe lassan vizet öntünk. A test elkezd úszni – ekkor a térfogatának $p_0 = 2/3$ része merül el a vízben (D–3 ábra). Amikor a gumifonál kiegyenesedik, az edényben levő vízszint magassága h_0 , és további víz hozzáöntésével a gumifonál elkezd megnyúlni.



D–3 ábra

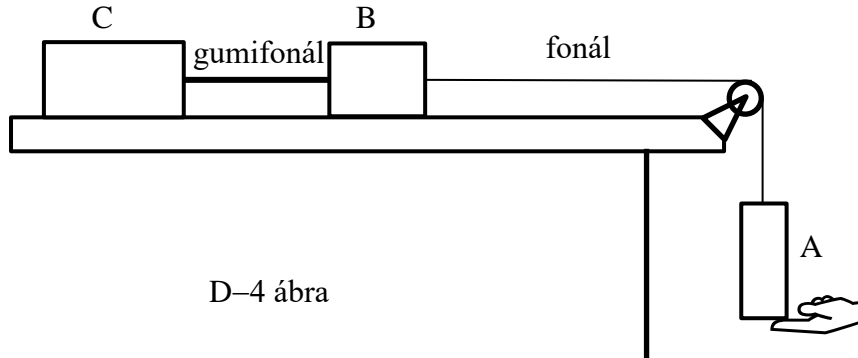
- Mekkora az A test ρ_A sűrűsége?
- Határozzák meg, az A test legnagyobb merülését (térfogatának elmerült p részét), ha a Z nehezék alumíniumból, ill. ólomból van! Mindkét esetet ábrázolják megfelelő ábrával!
- Határozzák meg az edényben levő víz szintjének $\Delta h = h_m - h_0$ változását, ahol h_m a víz szintjének magassága, amikor az A test elmerült térfogatának aránya már eléri a p értéket, ha a nehezék alumíniumból, illetve ólomból van!

A feladatot oldják meg általánosan majd a megadott értékekre! A víz sűrűsége $\rho_v = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, az ólomé $\rho_o = 11,34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, az alumíniumé $\rho_h = 2,70 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, a nehézségi gyorsulás $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Tételezzék fel, hogy a gumifonál megnyúlása egyenesen arányos a nyújtó erő nagyságával! A gumifonál tömege és térfogata elhanyagolhatóan kicsik. Az A hengeres test tengelye függőleges mindvégig, és azonos az edény tengelyével. Az edény alján vékony homokréteg van, hogy a víz a nehezék alá is bejusson.

6. Mechanikai rendszer

A vízszintes asztallapon helyezkednek el az m_B és m_C tömegű B és C testek. A B test egy állócsigán keresztül vezetett fonállal kapcsolódik az m_A tömegű A testhez (a B és C testek egy k merevségű rugalmas gumifonállal szintén össze vannak kötve).



A kísérlet kezdetén az A testet nyugalomban tartjuk, ekkor a gumifonál egyenes, de nem feszül meg (D-4 ábra). Egy adott pillanatban az A testet elengedjük és a rendszer mozgásnak indul.

- a) Határozzák meg az A test a_0 gyorsulását közvetlenül az elengedése után, valamint, hogy mekkora F_0 erő feszíti meg a fonalat ebben a pillanatban!

A mozgás közben a gumifonál megnyúlik, és egészen addig nyúlik, amíg a relatív meghosszabbodása el nem éri az $\varepsilon = 40\%$ értéket (az eredeti hosszúságát alapul véve).

- b) Mekkora lesz az A test a_1 gyorsulása miután a rendszer mozgása állandósult, és mekkora F_1 erő feszíti a fonalat ekkor?

- c) Mekkora volt a gumifonál eredeti nem megfeszített ℓ_0 hossza (az A test elengedése előtt)?

Tételezzék fel, hogy a B ill. C testek, valamint az asztallap között nem lép fel súrlódási erő, a gumifonál tömege elhanyagolhatóan kicsi, és fokozatosan nyúlik meg a végső ℓ_1 hosszára (ez után nem kezd el rövidülni)! Tételezzék fel, hogy a gumifonál meghosszabbodása egyenesen arányos az őt nyújtó erő nagyságával!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $m_A = 20\text{ g}$, $m_B = 30\text{ g}$, $m_C = 50\text{ g}$, $k = 7,5\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $g = 9,8\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

7. Sűrűségmérés

A sűrűség mérésére különböző módszereket használnak. Ha a test alakja szabályos, megmérjük a méreteit, az adatokból kiszámítjuk a térfogatát, majd megmérjük a tömegét, és kiszámítjuk a sűrűségét. Ha nagyobb és nem szabályos alakú testről van szó, a térfogatát úgy mérjük meg, hogy egy mérőhengerben levő folyadékba merítjük (olyan folyadékba, amelyben a test anyaga nem oldódik fel). Ha azonban a test kicsi, ez a módszer pontatlan, és összetettebb módszerrel mérjük meg a test térfogatát (*piknometria*). Kis testekhez külön erre a célra kialakított edényt, *piknométert*, használunk. Nagyobb testek esetében olyan üvegedényt használunk, amelynek a pereme vízszintes és egyenes, magának az edénynek a térfogata nem sokkal nagyobb, mint a mért test térfogata.

Az egyes módszerek összehasonlításához egy ismert sűrűségű testet használunk, amely sűrűségét a leírt módszerekkel megmérjük.

Eljárás

1. Válasszanak egy szabályos alakú ismert anyagból készült testet (golyót, hengert, hasábot stb.), az anyaga legyen acél, réz vagy alumínium! Az anyag sűrűségét keressék ki megfelelő táblázatban!
2. A test tömegét mérjék meg pontos elektronikus mérlegen, majd a lehető legpontosabban mérjék meg a test méreteit is (nóniusszal, mikrométerrel)! Számítsák ki a test térfogatát, majd az anyag sűrűségét!
3. Helyezzék a testet mérőhengerbe, mérjék meg a térfogatát, és számítsák ki a sűrűségét!
4. Mérjék meg a test térfogatát piknometriával. Használjanak megfelelő, vízszintes peremű üvegedényt (pl. kompotosüveget), és egy üveglapot, amely elfedi az edény nyílását!
 - Mérjék meg a test m_1 tömegét!
 - Töltsék meg az edényt színültig vízzel, majd helyezzenek rá az üveglapot, hogy ne maradjon alatta légbuborék! A vizet az edény külső falain szárítsák fel papírtörülkövel. Mérjék meg a vízzel teli, üveglappal lefedett edény m_2 tömegét!
 - Helyezzék a mért testet az edényben levő vízbe, újból fedjék le az üveglappal, hogy ne maradjon alatta légbuborék! Az edény falait szárítsák meg papírtörülkövel! Mérjék meg a vízzel teli, üveglappal lefedett edény m_3 tömegét, amikor benne van a mért test is!

Vezessék le azt a képletet, amely megadja a tárgy térfogatát az m_1 , m_2 és m_3 tömegek adataiból, majd határozzák meg a tárgy sűrűségét!

A méréseket ismételjék meg többször is, és határozzák meg az adott mérések átlagértékét!

Hasonlítsák össze a leírt módszerekkel szerzett eredményeket a táblázati értékkel, majd értékeljék ki az egyes módszerek pontosságát! Indokolják meg az esetleges eltéréseket!