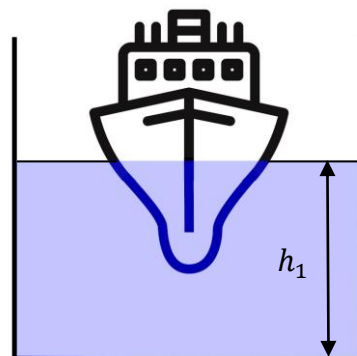


61. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2019/2020
kategória F – okresné kolo
Texty úloh

1. Teherhajó a dokkban

A dokkban kiserelték egy teherhajóból a régi motorokat, hogy nagyobb teljesítményűekkel helyettesítsék. A motor nélküli hajó a víz szabad felszínén úszik, a vízszint magassága a dokkban az új motorok beszerelése előtt $h_1 = 30$ m (F-1 ábra). A dokk hossza $a = 300$ m, szélessége $b = 100$ m. Az új hajómotor tömege $m = 5\,000$ t.



F-1 ábra

- a) Mekkora a víz p_1 nyomása a dokk alján az új hajómotor beszerelése előtt?
- b) Mekkora a víz p_2 nyomása a dokk alján az új hajómotor beszerelése után?
- c) Emelkedik vagy csökken a víz szintje a dokkban az új hajómotor beszerelése után? A választ indokold meg!
- d) Mekkora Δh értékkel változik meg a vízszint magassága a dokkban az új hajómotor beszerelése után? Függ ez az érték a hajótest alakjától? A választ indokold meg!

A víz sűrűsége $\rho = 1\,000$ kg/m³, a gravitációs állandó $g = 9,8$ N/kg, A dokkban levő víz szabad felszíne feletti légköri nyomás $p_a = 101$ kPa.

Megjegyzés: A hajótest nem ér a dokk aljához és oldalfalához sem.

2. Teahűtés a prérin

A Fizika Diákolimpia iskolai fordulójában találkoztatok azzal, hogyan forralták fel a vizet az indiánok (F-5 feladat Főzés indiánmódra). Forró köveket használtak, amelyeket egyenesen a vízbe raktak. A bazaltkövek azonban alkalmasak a víz (tea, vagy más folyadék) hűtésére is.

Az indiánok gömbölyű $m = 0,10$ kg tömegű bazaltköveket használtak italok hűtésére. Az italt $m_p = 125$ g tömegű, $V = 3,6$ dl űrtartalmú csészében hűtik. A településen saját áramfejlesztőjük volt, ezzel működtették a fagyasztót. A nyári forróságban hűtött italokkal oltották a szomszágukat a néhány kilométerrel odébb zajló építkezésen.

A következő eljárást alkalmazták. A köveket és a csészét a fagyasztóba tették, annak a hőmérsékletét beállították $t_1 = -30$ °C-ra. A köveket és a csészét a fagyasztóban hagyták másnapig. A t_1 hőmérsékletű csészét és köveket aztán az építkezésre vitték, ott hűtötték le az italokat.

- a) A hideg csészébe $V = 180$ ml forrásban levő teát öntöttek. Milyen t_2 hőmérsékleten állapodott meg a tea hőmérséklete a csészében. A csésze, és kövek szállítása alatt elhanyagolható volt a hőcsera a környezettel, akárcsak az ital és csésze hőmérsékletének gyors kiegyenlítődések.

Az indiánoknak volt egy egyszerű hőmérőjük, ezzel mérték a tea hőmérsékletét. Az elképzelésük egyszerű volt: Ha csésze és az ital hőmérsékletét $\Delta t = 10$ °C-kal csökkentik, mindig ugyanakkora hőt kell elvonni a tea-csésze rendszerből.

Az elején már tapasztalták, hogy ha a t_2 hőmérsékletű csészében levő forró teába beletesznek egy t_1 hőmérsékletű követ, akkor az ital hőmérséklete $\Delta t = 10$ °C-kal csökkent. Az elképzelésük szerint a tea hőmérsékletét összesen 5 hideg kő hozzáadásával 30 °C-ra csökkenthetik.

- b) Elképzeléseiknek mely részei voltak helytállóak és melyek nem? A választatot fizikai érvekkel támaszd alá!
- c) Számítsd ki a végső t_3 hőmérsékletet, ha összesen 5 követ tettek az italba, és közben nem veszed figyelembe a hővesztéseket!

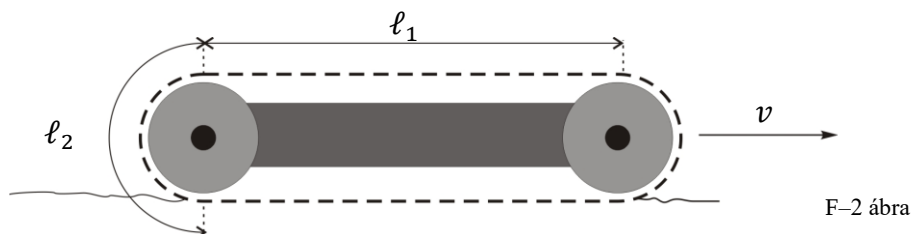
Az öt kő hozzáadása után az italt addig kevergették, amíg a hőmérséklete megállapodott. Ez a hőmérséklet azonban $t_4 = 35$ °C volt.

- d) Mivel magyarázod a kiszámított t_3 hőmérséklet és a valós t_4 hőmérséklet közti különbséget?

A víz sűrűsége $\rho = 1,00$ g/cm³, a víz fajlagos hőkapacitása $c = 4,18$ kJ/(kg · °C), a porcelán fajlagos hőkapacitása $c_p = 1,085$ kJ/(kg · °C), a bazalt fajlagos hőkapacitása $c_k = 860$ J/(kg · °C). A tea forráspontja $t_0 = 100$ °C.

3. Motoros szán

A motoros szán lánctalpa láncszemekből (lánc tagokból) áll. A lánctalp a futómű kerekei körül fut körbe, a kerekek közti hossza (lent és fent egyaránt) $\ell_1 = 2,0$ m, míg a lánc azon részének hossza, amelyek a kerekek ívein futnak elől és hátul (egyformán) $\ell_2 = 0,80$ m (F-2 ábra). A motoros szán vízszintes, havas felületen halad állandó $v = 0,50$ m/s sebességgel.



- Mennyi ideig (t_1) van egy láncszem mozdulatlanul a havon, miközben a motoros szán halad?
- Mekkora s_1 távolságot tesz meg a motoros szán a t_1 idő alatt?
- Mekkora s_2 távolságban van egymástól az a két pont, ahol a láncszem elemelkedik a hóról, majd újból a havas felületre érkezik?
- Mekkora v_2 átlagos vízszintes irányú sebességgel mozog egy láncszem attól a pillanattól, hogy elemelkedik a havas felülettől, addig a pillanatig, amíg újra érinti azt?

Megjegyzés: A motoros szán haladása közben a lánctalpak nem csúsznak meg a havon.

4. Egy test mozgása gravitációs erőterben

Vizsgáld meg, két különböző esetben, egy függőlegesen felfelé elhajított $m = 2,0$ kg tömegű test mozgását homogén gravitációs erőterben ($g = 9,8$ N/kg).

a) A mozgás vákuumban történik (a testre nem hat közegellenállási erő). A függőlegesen felfelé hajításnál a test kezdeti magassága $h = 0$ m (talajszint), pályájának legnagyobb magassága $h_a = 6,0$ m. Készíts vázlatos rajzot, és jelöld be rajta a testre ható erőket!

- Mekkora a test maximális E_{pa} potenciális energiája, ha talajszinten a potenciális energiája nulla? A pálya mely pontján a legnagyobb a test potenciális energiája (E_{pa})?
- Határozd meg a test E_{ka} kinetikus energiáját a pálya legalacsonyabb pontján!
- A test a pálya legalacsonyabb pontjáról a legmagasabb pontjába t_{1a} idő alatt jut el, és t_{2a} idő alatt zuhan onnan vissza. A két időtartamra érvényes a következő összefüggések egyike: $t_{1a} > t_{2a}$, $t_{1a} < t_{2a}$, $t_{1a} = t_{2a}$. Válaszd ki a helyes összefüggést és indokold fizikai érvekkel!

b) A test valamilyen közegben mozog, és F_o közegellenállási (fékező) erő hat rá. Készíts vázlatos rajzot, és jelöld be rajta a testre ható erőket!

- A test kezdeti $E_{kb}(0)$ kinetikus energiája nulla magasságban akkora, mint az a) részfeladatban.
Írd le, milyen összefüggés érvényes a test E_{pb} potenciális energiájára a pálya legmagasabb pontján!
- Az E_{pb} potenciális energiára érvényes a következő összefüggések egyike $E_{pb} > E_{pa}$, $E_{pb} < E_{pa}$, $E_{pb} = E_{pa}$. Válaszd ki a helyes választ és indokold meg!
- A test t_{1b} idő alatt emelkedik a pálya legalacsonyabb pontjáról a legmagasabb pontjába, és t_{2b} idő alatt esik onnan vissza. Ezekre az időtartamokra érvényes a következő relációk egyike: $t_{1b} > t_{2b}$, $t_{1b} < t_{2b}$, $t_{1b} = t_{2b}$. Válaszd ki a helyes lehetőséget, és indokold meg!