

64. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2022/2023

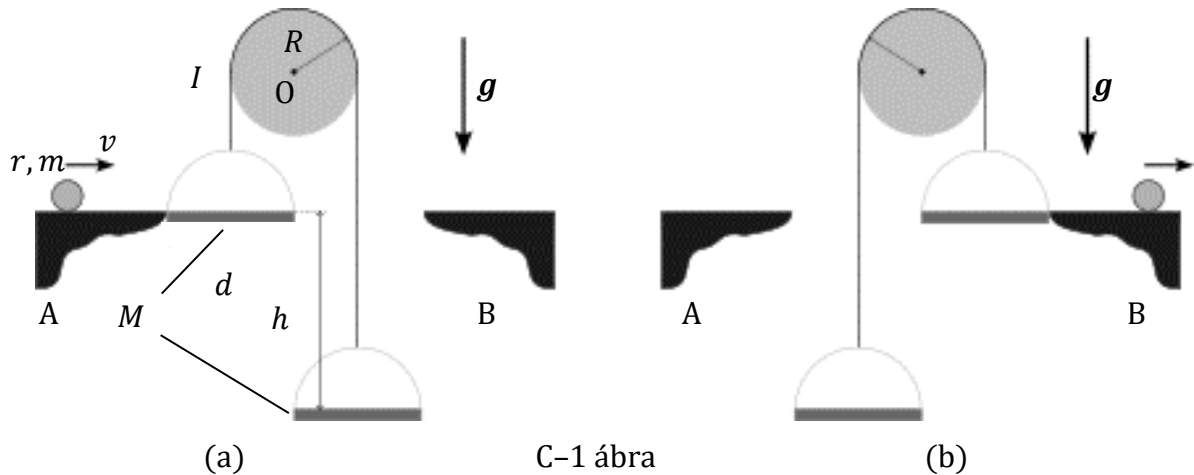
Kategória C

Domáce kolo – text úloh v maďarskom jazyku

1. Szerencsés út

Az r sugarú és m tömegű henger a sima felületű A asztallapon gurul merőlegesen a szélére (C–1 ábra). Az A asztallal azonos magasságban van a B asztal, a két asztal széle párhuzamos, és a köztük levő távolság $2d$.

Az R sugarú I tehetetlenségi nyomatékú állócsigán át vezetünk egy fonalat, amely két végén egy-egy M tömegű lap van. Mindegyik lap hossza, a henger haladási irányában, d . A lapok függőleges irányban mozoghatnak. Az elején a lapok nyugalomban vannak, a bal lap az A asztallap szintjén, a jobb lap h -val lejjebb (C–1(a) ábra). Amikor a henger rágördül a bal lapra, a rendszer mozogni kezd. A csiga súrlódás nélkül forog az O tengelye körül, a fonál a csigán nem csúszik.

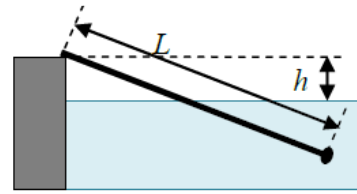


- Mekkora v sebességgel halad a henger, ha zökkenőmentesen jut át a másik asztalra (C–1(b) ábra)?
- Mekkora F_O erő hat a csiga tengelyére amíg a henger mozog?
- Milyen feltételt kell teljesítenie az r sugarú hengernek, hogy a vízszintes irányú mozgása folyamatos és állandó legyen (függőleges irányú mozgása közben ne érintse az asztalok szélét, ami megváltoztatná a sebességének vízszintes komponensét)? Döntsék el, hogy teljesül-e a feltétel az adott értékekre!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $m = 1,00$ kg, $M = 1,00$ kg, $I = 40$ g · m², $r = 10,0$ cm, $d = 2R = 40$ cm, $g = 9,81$ m · s⁻², $h = 1,00$ m. Az ábra csak illusztrációs ábra. A fonál és a csiga tengelyének tömege elhanyagolhatóan kicsi, a csigát homogén hengernek tekinthetjük. A kis henger egész idő alatt ellenállás nélkül gurul, a lapok egész idő alatt vízszintesek.

2. Deszka a vízben

Az L hosszúságú, vékony, homogén deszka egyik fele a medence szélére támaszkodik, másik vége a vízben van. Arra a végére, amely a vízben van, egy kis nehezéket rögzítettek (C-2 ábra). A medence széle $h = 40$ cm-vel van magasabban a medencében levő víz felszínétől. A deszka és a medence széle közti súrlódási tényező $\mu = 0,75$.



C-2 ábra

- Rajzolják át a C-2 ábrát a megoldásukba, rajzolják be a deszkára ható összes erőt, és nevezzék meg őket!
- Milyen maximális $x = m/M$ arány mellett lesz a deszka egyensúlyi helyzetben? Itt m a kis nehezék tömege, M pedig a homogén deszka tömege.

A medencében a víz nem mozog, a víz sűrűsége $\rho_0 = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, a deszka anyagának sűrűsége $\rho = 0,50 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, a kis nehezék sűrűsége jóval nagyobb, mint a víz sűrűsége, és a reá ható felhajtóerő elhanyagolhatóan kicsi.

3. A nitrogéngáz

Egy hengerbe a dugattyúval $V_1 = 150$ l térfogatú $t_1 = 20$ °C hőmérsékletű nitrogéngázt zárunk $p_1 = 200$ kPa nyomáson (1 állapot). A gázt hűteni kezdjük és ugyanakkor $V_2 = 0,6V_1$ térfogatra nyomjuk össze (2 állapot), miközben a gáz nyomása egyenesen arányosan változik a térfogatával. Az összenyomott gázt, a dugattyú változatlan helyzeténél, az eredeti t_1 hőmérsékletre melegítjük (3 állapot).

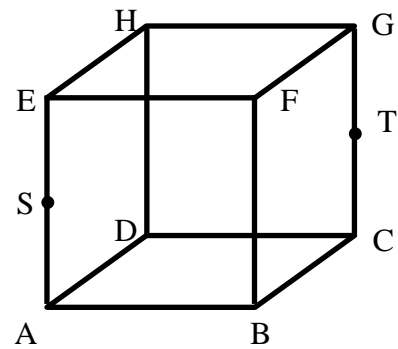
- Ábrázolják a folyamat $p - V$ diaggrammját, határozzák meg a gáz m tömegét és a hengerben levő nitrogénmolekulák számát!
- Mekkora W munkát végzett a gázon a dugattyúra ható külső erő a gáz összenyomásakor? Mekkora a gáz t_2 hőmérséklete, V_2 térfogata az összenyomás végén, és mennyi hőt (Q_1) kellett elvonni a gáztól az összenyomása alatt? Hasonlítsák össze a gáz t_2 hőmérsékletét azzal a hőmérséklettel, amelyen a nitrogéngáz normális nyomáson cseppfolyósodik!
- Mekkora a gáz p_3 nyomása a 3 állapotban, és mennyi hőt (Q_2) kellett a gázzal közölni, hogy elérje a kezdeti hőmérsékletét, valamint mekkora a $q = Q_2/Q_1$ arány? Hasonlítsák össze a $Q_1 - Q_2$ különbséget a W munkával!

Tételezzék fel, hogy ideális gázzal van szó, a szükséges állandókat táblázatokban keressék ki!

4. A rezisztorháló

Az ABCDEFGH kocka ellenállásdrótból készült. A kocka minden éllének ellenállása $R = 10 \Omega$ (C–3 ábra).

- Az $U = 12 \text{ V}$ feszültségű állandó áramforrást az A és G csúcspontokhoz csatlakoztatjuk. Mekkora áram folyik ekkor az áramkör egyes ágaiban, és mekkora I_{Z1} áram folyik az áramforráson keresztül?
- Az áramforrást a szemben elhelyezkedő élek S és T középsőjéhez csatlakoztatjuk. Mekkora áram folyik ekkor az áramkör egyes ágaiban, és mekkora I_{Z2} áram folyik az áramforráson keresztül?



C–3 ábra

A feladat megoldásakor rajzolják át a kockát a megfelelő módon, kihasználva a kocka szimmetriáját!

5. Héliummal töltött ballon

A kutatóballon rugalmas anyagból készült, nem ereszi át a héliumot. A ballon anyagának tömege $m_1 = 400 \text{ kg}$. A ballont héliummal töltötték fel, és felszerelték mérőműszerekkel, ezeknek tömege $m_2 = 225 \text{ kg}$. A ballon felbocsajtásakor a légköri nyomás $p_0 = 103 \text{ kPa}$, hőmérséklete $t_0 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$.

A ballon emelkedni kezdett, és továbbította a pillanatnyi magasságának adatait. Az emelkedése $h_1 = 3\,500 \text{ m}$ magasságban megállt.

- Határozzák meg a p_1 légköri nyomást a végső magasságban, feltételezve, hogy a légkör hőmérséklete állandó, t_0 -val egyenlő!
- Határozzák meg a ballon d_1 átmérőjét a h_1 magasságban, és a hélium, m_{He} tömegét a ballonban!
- Mekkora az $\eta = V_1/V_0$ arány, ahol V_1 a ballon térfogata h_1 magasságban, V_0 pedig a kezdeti térfogata?

Tételezzék fel, hogy a ballon alakja mindvégig gömb, az anyagának rugalmassága nincs hatással a ballonban uralkodó nyomásra. A műszerek térfogata elhanyagolhatóan kicsi a ballon térfogatához viszonyítva.

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre: a levegő moláris tömege $M_{\text{vz}} = 29,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, a héliumé $M_{\text{He}} = 4,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, a gázállandó $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, a nehézségi gyorsulás $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

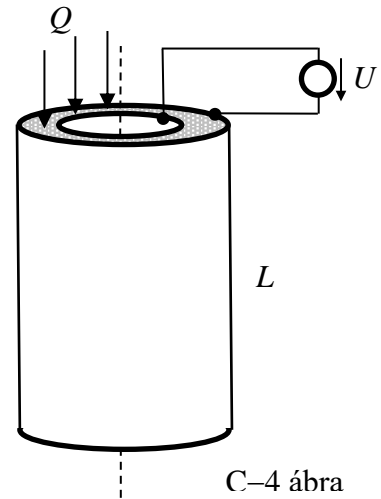
Ajánlás: látogassák meg a következő honlapot: https://sk.wikipedia.org/wiki/Atmosférický_tlak.

6. Az átfolyós vízmelegítő

A C-4 ábrán egy átfolyós vízmelegítő egyszerűsített vázlatát látható. A víz két koaxiális cső között (vezetők) között folyik, amelyek sugarai $r_1 = 20$ mm, ill. $r_2 = 22$ mm, hosszuk $L = 50$ cm.

A csövekhez egy $U_1 = 120$ V feszültségű áramforrás csatlakozik.

- Mekkora I erősségű áram folyik az áramforrásban?
- Az átfolyós vízmelegítőbe $t_1 = 20$ °C hőmérsékletű víz folyik. Mekkora a víz q_1 térfogatárama, ha a mosogatóhoz használt kifolyó víz hőmérséklete $t_2 = 40$ °C?
- Határozzák meg az áramforrás U_2 feszültségét, ha ugyanakkora q_1 térfogatáramnál a kifolyó víz hőmérséklete elegendő kávé- és teafőzéshez ($t_3 = 90$ °C)!



A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre! A víz elektromos vezetőképessége (konduktivitása) $50 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$, a többi szükséges mennyiség értékét keressék ki megfelelő fizikai táblázatokban! A vízmelegítő és környezet közti hőcsere elhanyagolhatóan kicsi.

7. Gördülő ellenállás

Egy guruló testről általában feltételezzük, hogy mozgása közben nem veszít a mechanikai energiájából, tehát, egy vízszintes lapon egyenletes sebességgel halad. Valójában némi mechanikai energia elvész – általában a guruló test, ill. alátét belső energiájává (leggyakrabban hővé) alakul át. A kerékre ható gördülő ellenállás a mozgásiránnyal ellentétes irányban ható

$$F_V = \frac{\xi}{R} F_N$$

nagyságú erő. Itt ξ a gördülő ellenállás karja, R a kerék külső sugara, F_N az alátétre merőleges nyomóerő. A ξ/R hányados a *gördülő súrlódás tényezője*.

Feladat:

Határozzák meg a hengerre ható gördülő ellenállás karját különböző alátéteken!

Eljárás:

Állandó erőforrásként lejtőt használjanak! Rögzítsék, a nagyjából $L \approx 1$ m hosszú lejtőt $\alpha = 30^\circ$ dőlésszögben! Használjanak a mérésekhez nagyjából 10 cm átmérőjű fa-, üveg-, fémhengert!

1. Mérjék meg a henger m tömegét, R sugarát, a lejtő L hosszát és α dőlésszögét!
2. Számítsák ki mennyi idő alatt (t_0) gurulna le a henger a lejtőn (elméletileg), valamint mekkora lenne a sebessége (v_0) a lejtő alján, ha a gördülő ellenállás elhanyagolhatóan kicsi lenne!
3. Mérjék meg, mennyi idő (t_1) alatt gurul le a lejtőn a henger valójában, és számítsák ki a henger v_1 sebességét a lejtő alján! Számítsák ki a hengerre ható F_{V1} gördülő ellenállást a v_0 és v_1 sebességek különbségéből! A gördülő ellenállás ξ_1 karját a t_0 és t_1 időkkel fejezzék ki!
4. Fedjék le a lejtő felületét vékony szövettel úgy, hogy az ne csúszkáljon, majd ismételjék meg a 2. pont méréseit! Határozzák meg a gördülő ellenállás ξ_2 karját ebben az esetben!
5. Ismételjék meg a mérést más anyaggal lefedve a lejtőt (pl. gumival, papírral, műanyaggal, stb.)!

Hasonlítsák össze a kapott gördülő súrlódási karokat a különböző felületekre!

Ismételjék meg többször is a méréseket minden felülettípusra! Értékeljék ki az eredményeket statisztikailag! Tételezzék fel, hogy a henger a lejtőn egyenletesen gyorsuló mozgással halad! Ügyeljenek arra, hogy a henger ne csússzon meg a felületeken!

Megjegyzés: egy tömör henger tehetetlenségi nyomatéka $J = (1/2)mR^2$, egy vékonyfalú üreges hengeré $J = mR^2$, egy vastag falúé (r belső sugárnál) $J = (1/2)(R^2 + r^2)$. A tehetetlenségi nyomatékokat minden esetben a hengerek tengelyére fejeztük ki.

64. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie C

Autori návrhov úloh:	Lubomír Konrád (2, 3, 5, 6), Aba Teleki (1), Kamil Bystrický (4), Ivo Čáp (7)
Recenzia:	Aba Teleki, Lubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022