63. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2021/2022

Kategória C

Domáce kolo – text úloh v maďarskom jazyku

1. A gyorskorcsolyázó

A gyorskorcsolyázó számára hosszú egyenes pályát alakítottak ki a tavon, amin edzett. A pálya első szakasza $s_1 = 450\ \mathrm{m}$ hosszú volt. Ezen a szakaszon állandó v_1 sebességgel haladt. Ezután a szakasz után egyenletesen, $a = 0{,}50\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ nagyságú gyorsulással lassult a teljes megállásig. Ezt többször is megismételte, más és más v_1 sebességgel az első szakaszon. A mozgása t_c ideig tartott (az első szakasz elejétől míg megállt), és ez az idő függött a v_1 állandó sebességtől, amellyel a pálya első szakaszán haladt.

Kiderült, hogy a v_1 sebesség egy bizonyos $v_{1\mathrm{m}}$ értékénél a mozgásának teljes t_c tartama minimális ideig tartott (t_cm).

a) Szerkesszék meg a t_c idő grafikonját a v_1 sebesség függvényeként!

b) Határozzák meg a grafikonból, hogy mekkora $v_{1\mathrm{m}}$ értéknél veszi fel a t_c idő a minimális értékét, és mekkora t_cm értéke! Határozzák meg a $v_{1\mathrm{m}}$ és t_cm értékeket számítással is, és hasonlítsák össze a grafikus eljárással kapott eredményekkel!

c) Határozzák meg a megtett út teljes hosszát (s_cm), amit a gyorskorcsolyázó akkor tett meg, amikor t_cm ideig mozgott!

Megjegyzés: ügyeljenek a grafikon szerkesztési szabályainak betartására!

2. A Plútó és Charon

A Plútó egykor a Naprendszer utolsó bolygója volt (ma az úgynevezett törpebolygók második legnagyobb képviselője az Eris után). Csillagászati megfigyelése az elmúlt években érdekes tényekre vetett fényt:

- a Plútó a Földről egy $\beta = 0{,}084''$ (szögmásodperc) szögátmérőjű korongként figyelhető meg;
- a holdját, Charont, 1978-ban fedezték fel, a Földről nézve szögátmérője $\gamma = 0{,}043''$;
- a két égitest szerkezete és sűrűsége azonos;
- a Földről megfigyelve a Plútó és Charon közti legnagyobb szögtávolság, $\alpha = 0{,}70''$;
- a Charon a Plútót $T = 6{,}4$ nap alatt kerüli meg, és ennyi idő alatt fordul meg a saját tengelye körül is, ahogy a Plútó is ennyi idő alatt fordul meg a saját tengelye körül, és mindig egyik oldalukat fordítják egymás felé – ezt nevezzük kötött tengelyforgásnak;
- a Plútó-Charon kettős a közös tömegközéppontjuk körül kering;
- a Plútó közepes távolsága a Naptól $R = 5{,}8 \times 10^9 \mathrm{km}$.

Oldják meg a következő feladatokat a felsorolt megfigyelési adatokat használva!

a) Határozzák meg a $p = M_\mathrm{PC}/M_\mathrm{Z}$ arányt, ahol M_PC a Plútó-Charon rendszer tömege, M_Z pedig a Föld tömege. A Föld tömegét az $R_\mathrm{Z} = 6400\ \mathrm{km}$-es sugarából és a felszínén mért szabadesés gyorsulásából ($g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$) számítsák ki!

b) Határozzák meg a Plútó és a Charon átlagos sűrűségét!

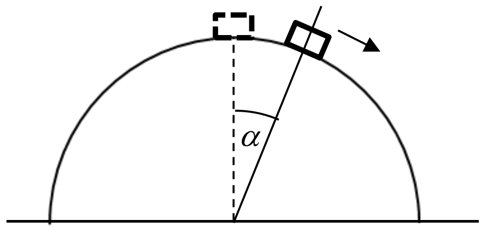
c) Határozzák meg, mennyi idő alatt (T_P) kerüli meg a Plútó a Napot, ha tudják, hogy a Nap Föld távolság $R_\mathrm{ZS} = 1{,}5 \times 10^8\ \mathrm{km}$!

A feladatot oldják meg általánosan, majd az adott értékekre! Az univerzális gravitációs állandó $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot kg^{-2} \cdot m^2}$. Tételezzék fel, hogy mindegyik égitest homogén gömb, és körpályákon mozognak! Használják fel, hogy a Plútó és Föld közti R_{ZP} távolság közelítőleg a Nap és Plútó közti távolságnak felel meg!

Megjegyzés: érdekesség, hogy a Plútó-Charon kettős egymás körüli mozgásának pályasíkja majdnem merőleges a Naprendszer ekliptikájára.

3. Súrlódással kísért mozgás

A vízszintes alátéten egy szilárd, műanyag félgömb nyugszik. A félgömb csúszhat az alátéten, a köztük ható súrlódási tényező f. A félgömb tetején egy kis test van, amelyet egy kis impulzus mozgásba hoz, és csúszni kezd a félgömb felületén. A kis test és a félgömb közt ható súrlódási erő elhanyagolhatóan kicsi. A kis test mozgását a félgömb felületén az α szöggel írjuk le (C–1 ábra) – ezt a szöget zárja a félgömb középpontját és a kis testet pillanatnyi helyzetét összekötő félegyenes a függőleges iránnyal.



C–1 ábra

a) Tételezzék fel, hogy a félgömb még nem mozdult el az alátéten, és készítsék el, ezen feltétel mellett, a félgömb és a felületén mozgó kis test rajzát! Tüntessék fel az ábrán a kis testre ható erők vektorjait, és más színnel (ill. szaggatott vonalakkal) a félgömbre ható erők vektorjait! Írják le tömören a feltüntetett erőket, valamint a kis test és a félgömb mozgását!

b) Mekkora α_{m} szögnél szűnik meg a kis test és félgömb közti érintkezés, ha a félgömb nem mozdul el az alátéten?

Bizonyos esetekben a félgömb az alátéten megcsúszik, miközben a kis test csúszik a felületén.

c) A félgömb akkor kezd el mozogni, amikor az α szög elér egy α_{p} értéket. Határozzák meg az f súrlódási tényezőt, mint az α_{p} szög függvényét, ha a félgömb és a a kis test tömegeinek aránya $p = M/m$.

d) Készítsék el az f súrlódási tényező grafikonját, mint az α_{p} szög függvényét, ha $p = 5$! Határozzák meg a grafikonból a súrlódási tényező f_{m} maximális értékét, amelynél a gömb még megcsúszik, valamint az ennek megfelelő α_{m} szöget!

e) Határozzák mega grafikonból, a két test tömegeinek adott arányánál, α_{p} értékét (amikor a félgömb megcsúszik), ha a súrlódási tényező értéke $f_1 = 0{,}04$, ill $f_2 = 0{,}06$!

4. Gáz két összekötött edényben

Két azonos, egyenként $V = 5{,}0$ l térfogatú edényt egy szeleppel ellátott cső köt össze. A szelep el van zárva. Az egyik edényben $p_1 = 50$ kPa nyomáson $n_1 = 0{,}10$ mol mennyiségű héliumgáz (He), a másikban $p_2 = 0{,}10$ MPa nyomáson $n_2 = 0{,}15$ mol mennyiségű nitrogéngáz (N_2) van. Amint a szelepet megnyitjuk, a két gáz lassan keveredni kezd. Miután beáll az egyensúly, mindkét edény a két gáz t_3 hőmérsékletű homogén gázkeverékét tartalmazza.

a) Határozzák meg, mekkora volt a két gáz t_1 és t_2 hőmérséklete a szelep megnyitása előtt! Fejezzék ki °C-ban!

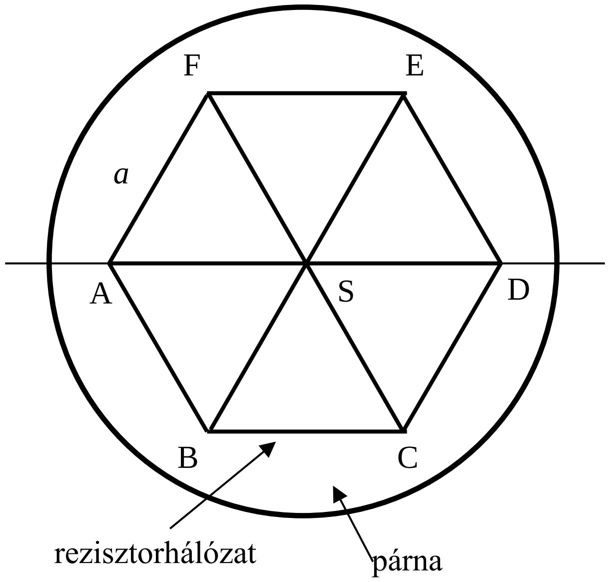
b) Határozzák meg, mekkora lesz a gázkeverék p_3 nyomása és t_3 hőmérséklete, miután állandósult az állapotuk?

Tételezzék fel, hogy az edény fala, az őket összekötő cső és a szelep sem vezeti a hőt! Az összekötőcső térfogata elhanyagolhatóan kicsi.

5. Elektromos melegítő

Ezermester nagyapa egy elektromos melegítőpárnát akart készíteni nagymamának. Úgy tervezte, hogy egy hatszög alakú hálót készít ellenállásdrótból (C–1 ábra), és ezt helyezi a párna puha szövettestébe. A hatszög oldalának hossza $a = 20$ cm. A rendelkezésére álló ellenállásdrót egységnyi hosszra eső ellenállása $r = 20\ \Omega \cdot \mathrm{m}^{-1}$, és az áramforrás feszültsége $U = 12$ V. Az áramforrást az A és D pontokhoz tervezte csatlakoztatni. A gimnazista unokáját kérte meg, adjon választ néhány kérdésre.

Oldják meg a következő feladatokat az unokával:



C–1 ábra

a) Határozzák meg a teljes elektromos háló P teljesítményét!

b) Határozzák meg a leadott teljesítményt az AS, AF, FS és FE ágakban, majd írják le, a kapott eredmények alapján, hogyan fog melegíteni a párna egésze és annak egyes részei is!

Megjegyzés: A feladat megoldása előtt rajzolják át az elektromos hálót megfelelő módon, és fontolják meg, milyen következményekkel jár, hogy a háló szimmetrikus az AD tengelyre!

6. Az acéllemez hűtése

Az acéllemezt hengerléssel állítják elő, amikoris az izzó acélhasábot hengerállványokon vezetik át, egyre vékonyabbra nyújtva azt, míg el nem éri a kívánt vastagságát. A folyamat megtekinthető a https://www.youtube.com/watch?v=7IfwNGlGuQk honlapon. Hengerlés közben a lemez hőmérséklete bár csökken, a kész lemezt még tovább kell hűteni, hogy rá lehessen tekerni a szállító dobra.

A hengerállványt elhagyó kész lemez szélessége $d = 2{,}0$ m, vastagsága $h = 4{,}0$ mm, hőmérséklete $t_0 = 500$ °C. A lemez a hengerállványt $v = 0{,}50\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ sebességgel hagyja el. A lemezt $t_1 = 20$ °C hőmérsékletű vízzel zuhanyozzák. A zuhanyozó berendezés egymással párhuzamos csövekből áll, amelyeken apró nyílásokból folyik a víz, így keletkezik a vízpermet. Ahogy halad a lemez a permetező berendezésben, folyamatosan hűl, a végére érve eléri végső $t_2 = 150$ °C hőmérsékletét. A lemezre eső vízpermet teljes egészében párává alakul.

Határozzák meg mekkora a víz q térfogati árama a hűtőberendezésben!

A szükséges állandókat keressék ki a megfelelő táblázatokban!

C–3 ábra

7. A fizikai inga vizsgálata – *kísérleti feladat*

A környezetünkben megfigyelhetünk tárgyakat, amelyek, mint fizikai inga lengenek a felfüggesztési pontjuk körül.

Feladat:

a) Készítsenek fizikai ingát egy vékony rúdból (pl. farúdból)! Fúrjanak a rúdba kis nyílásokat merőlegesen a rúd tengelyére (vagy szúrják át tűvel), ezekbe helyezhetik az inga forgástengelyét. Jelöljék meg a rúd a súlypontját, és mérjék meg a nyílások r_n távolságát a súlyponttól!

b) Vezessék le a fizikai inga lengésidejét, és módosítsák a vékony rúdból álló inga esetére, ha egy tetszőleges, a rúd hossztengelyére merőleges tengely körül leng!

c) Szerkesszék meg az L hosszúságú rúdjuk T lengésidejének grafikonját a súlypont és forgástengely r távolságának függvényeként!

d) Mérjék meg az inga lengésidejét a különböző forgástengelyekre (végezzék el legalább 10, a súlyponttól eltérő távolságban levő tengelyre)! Az eredményeket jelöljék be az elméleti görbét ábrázoló grafikonba! Ítéljék meg, milyen mértékben egyeznek a mérési eredmények az elméleti értékekkel! Határozzák meg az elméleti görbéből a lengésidő T_m minimális értékét, valamint a megfelelő d_m tengely-súlypont távolságot!

e) Határozzák meg, a mérési eredmények alapján, mekkora a rúd tehetetlenségi nyomatéka a súlypontján áthaladó (rúdra merőleges) forgástengelyre számítva! A kapott eredményt hasonlítsák össze az elméleti $I_0 = \frac{1}{12} mL^2$ értékkel!

Megjegyzés: a lehető legkisebb nyílásokat fúrjanak a rúdon, hogy ne befolyásolják lényegesen a rúd homogenitását! A pontosabb mérési eredmények érdekében a lengésidőt több periódus ideig tartó mérésből állapítsák meg!

63. ročník Fyzikálnej olympiády – ***Úlohy domáceho kola kategórie C***

Autori návrhov úloh:	Ľubomír Konrád (1 až 6), Ivo Čáp (7)
Recenzia:	Aba Teleki, Ľubomír Mucha
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021