57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Kategória C – krajské kolo
Text úloh v maďarskom jazyku

1. Visszapattanás a ferde deszkáról

Egy keskeny, téglalap alakú és L hosszúságú deszka támaszkodik a függőleges falhoz, alsó vége a vízszintes padlóhoz van erősítve. A deszka α szöget zár a padlóval. H magasságban a padló felett elengedünk egy golyót, amely a deszka közepére esik, és onnan elpattan – az ütközés tökéletesen rugalmas. A feladat, meghatározni, mekkora H magasságból kell elengedni a golyót, hogy elpattanása után a deszka alsó végére essen.

a) Készítsenek rajzot, vázolják fel rajta a golyó mozgását, valamint a feladat megoldásához szükséges mennyiségeket! Írják le, részletesebben, a golyó mozgását miután elpattan a deszkától az α beesési szög függvényében!

b) Határozzák meg a golyó mozgásánakτ idejét az elpattanás pillanatától addig a pillanatig, amikor eléri a deszka alsó alját!

c) Határozzák meg, mekkora v_0 sebességgel érkezik a golyó a deszka közepére, ahonnan a deszka alsó végére pattan!

d) Határozzák meg a golyó kezdeti helyzetének H magasságát (a padlótól mérve)!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekkel:$L = 180\ \text{cm}$, $\alpha = 20{,}0°$, $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Tételezzék fel, hogy a golyó elpattanási szöge megegyezik a beesési szöggel (szögeket a deszka felületére merőleges egyenestől mérjük)!

Megjegyzés: a szögfüggvényekre érvényesek a következő összefüggések :

$\sin\alpha = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$, $\cos\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$, $\sin(2\alpha) = 2\sin\alpha\cos\alpha$,
$\cos(2\alpha) = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha$, $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$.

2. A műhold

A Föld egyik műholdja körpályán kering a Föld körül, h magasságban a Föld felszíne felett.

a) Határozzák meg a körpályán keringő műhold v_1 sebességét!

b) Határozzák meg az említett körpályán mozgó műhold T keringési idejét!

A motorok rövid működtetése után a műhold sebessége $v_2 > v_1$ értékre nő a pálya irányában, emiatt távolodni kezd a Földtől!

c) Határozzák meg a v_2 sebesség legkisebb $v_{2\text{m}}$ értékét, amelynél a műhold már nem tér vissza a Földre!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekkel: a Föld sugara $R_\text{Z} = 6{,}38 \times 10^6\ \text{m}$, a nehézségi gyorsulás a Föld felszínén $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, $h = 500\ \text{km}$. A Földhöz közeli kis h magasságú ($h \ll R_\text{Z}$) körpálya $v_0 \approx 7{,}92\ \text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ keringési sebességét első kozmikus sebességnek nevezzük.

A Naprendszer többi égitestének gravitációs hatását ne vegyék figyelembe!

3. A hőlégballon

1783 június 4-én emelkedett a levegőbe a Montgolfier-fivérek hőlégballonja, a C–1 (a) ábra az 1783 szeptember 18-én Versailles-ban végrehajtott kísérlet korabeli rajzát mutatja. Ekkor utasokat is a levegőbe emelt – egy birkát, egy kacsát és egy kakast. A hőlégballonokat ma leginkább kedvtelésből, sportból vagy kalandvágyból használnak, esetleg meteorológiai vagy felderítő küldetéssel.

(a) (b) (c)

C–1 ábra

A ballon nyújthatatlan anyagból készült. A ballon anyagának és terhének össztömege m. A ballon alsó felében egy nyílás van (C–1 (b) ábra), ezen keresztül fújják az égőfejek a ballonba a meleg levegőt. A levegő felmelegítése után a hőlégballon felveszi jellegzetes gömb alakját, amelynek belső térfogata V (C–1(c) ábra).

A hőlégballon töltése közben a környező t_0 hőmérsékletű levegő atmoszferikus nyomása p_0.

a) Határozzák meg milyen hőmérsékletre (t_1) kell felmelegíteni a ballon levegőjét, hogy felemelkedjen!

A ballon levegőjének hőmérsékletével szabályozni lehet a repülési magasságot. Normális körülmények között, kis magasságokig (1 km-ig), a levegő hőmérséklete 100 méterenként 0,70 °C-val, a nyomása pedig közelítőleg 1,2 kPa-val csökken.

b) Határozzák meg a ballon levegőjének t_2 hőmérsékletét, amellyel $h = 800$ m magasságba emelkedhet!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekkel: a levegő moláris tömege $M_\mathrm{m} = 29 \times 10^{-3}\ \mathrm{kg \cdot mol^{-1}}$, az egyetemes gázállandó $R = 8{,}31\ \mathrm{J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}}$, $t_0 = 23\ °\mathrm{C}$, $p_0 = 101$ kPa, $m = 300$ kg, $V = 1\,200\ \mathrm{m}^3$!

A ballon anyagának és a teher térfogata elhanyagolhatóan kicsi a ballon belső térfogatához képest!

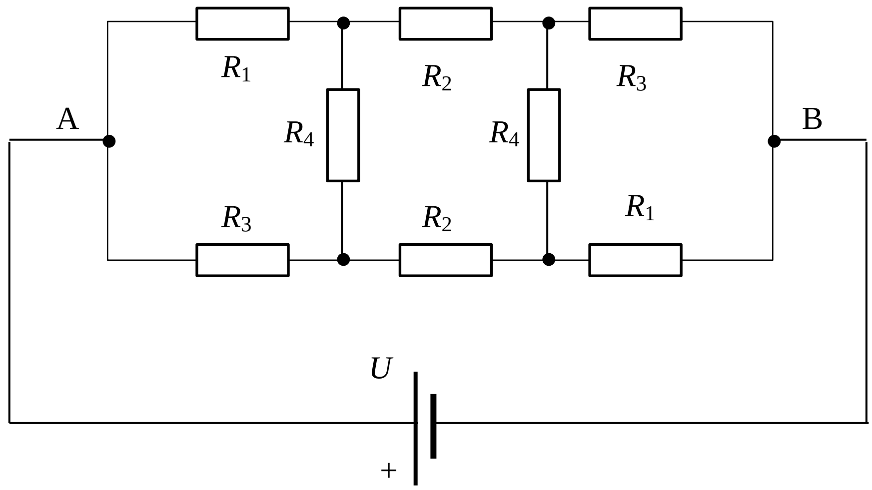
4. Rezisztorok rendszere

A C–3 ábrán látható áramkör 4 rezisztor párosból (ellenállásaik értéke R_1, R_2, R_3, R_4) és egy U feszültségű áramforrásból áll.

a) Rajzolják a kapcsolási rajzot a megoldásukba! Jelöljék be nyilakkal és szimbólumokkal a rezisztorokban folyó áramot és a rajtuk levő feszültséget! Használják ki az áramkör szimmetriáját, és az azonos mennyiségeket jelöljék azonos szimbólumokkal!

b) Határozzák meg az áramforráshoz csatlakoztatott AB kétpólus R elektromos ellenállását!

c) Határozzák meg a rajzukon megjelölt összes áramerősséget!



C– 2 ábra

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekkel: $U = 12{,}0\ \mathrm{V}$, $R_1 = 20{,}0\ \Omega$, $R_2 = 40{,}0\ \Omega$, $R_3 = 60{,}0\ \Omega$, $R_4 = 50{,}0\ \Omega$! Az áramforrás belső ellenállása elhanyagolhatóan kicsi.

Segítség: ha az A és B pontok közti rezisztorrendszert 180°-kal elforgatjuk, az eredeti rendszert kapjuk, amelyből a rendszerben folyó áramok és fellépő feszültségek szimmetriája következik, pl. mindkét R_2 ellenállású rezisztorban ugyanakkora I_2 áram folyik!