

60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019
kategória C – krajské kolo
Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Vízbe lógó gerenda

A vékony, homogén, $L = 12$ m hosszú, $S = 120$ cm² keresztmetszetű $m = 86$ kg tömegű gerenda egy daru kötelén lóg. A kezdeti állapotban a gerenda alsó vége a víztároló mély vizének szabad felszínével érintkezik. A daru lassan ereszti alá a gerendát a vízbe. A gerendát tartó kötel lecsévélődik a daru csörlőjéről, és a leeresztett kötel l hosszát a kezdeti állapottól mérjük. A gerenda a vízbe merülése elején függőlegesen lóg. Egy bizonyos mélység elérésekor a gerenda megdől, végül vízszintes helyzetben úszik a tároló vizének szabad felszínén.

a) Jelölje l_{\max} a kötel legnagyobb hosszát, amelynél a gerenda még függőleges helyzetben van. Miért kezd megdőlni a gerenda, ha a kötel hossza $l > l_{\max}$? Készítsenek ábrát a megdőlt gerendáról, és rajzolják be a gerendára ható erőket! Írják le a gerenda egyensúlyi állapotát meghatározó egyenleteket ebben a helyzetben – határozzák meg segítségével a kötel l_{\max} hosszát! Indokolják meg, hogy miért marad a gerenda függőleges helyzetben, ha kötel hossza $l < l_{\max}$!

(Megjegyzés: mutassák meg, hogy a gerenda függőleges helyzetben ($l < l_{\max}$) stabil, de dőlt helyzetben ($l > l_{\max}$) nem stabil, labilis!)

b) Határozzák meg a kötelet feszítő F erőt, mint a csörlőről leengedett kötel l hosszának függvényét! Készítsék el az $F(l)$ függvény grafikonját a $0 \leq l \leq L$ tartományban!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: a víz sűrűsége $\rho_v = 1,00$ g · cm⁻³, a nehézségi gyorsulás $g = 9,81$ m · s⁻²!

2. Szuperhold

2019 március 19-én volt megfigyelhető az ún. szuperhold-jelenség (C-1 ábra). A Hold szokatlanul nagy és fényes volt az éjszakai égbolton. A szuperhold-jelenség általában szokatlanul magas (alacsony) dagálllyal (apálllyal), néha hurrikánnal jár.

Ha a Holdat teliholdkor figyeljük a pályájának ugyanazon szakaszán, pl. amikor legmagasabban áll az égbolton, alkalmanként más és más a nagysága (szögátmérője) és a fényessége is. (Néha részleges vagy teljes holdfogyatkozást is megfigyelhetünk ilyenkor.) A Hold nagyságának változása azzal függ össze, hogy a Hold elliptikus pályán kering a Föld körül. A Hold keringési síkja $\alpha \approx 5,15^\circ$ szöget zár be az ekliptikával (az ekliptika a Föld keringési síkja a Naprendszerben).



C-1 ábra

a) Határozzák meg a Föld felszíne felett $h = 200$ km magasságban körpályán keringő műhold T_D keringési idejét!

A Hold szinodikus keringési ideje (a Hold, földi megfigyelője által észlelt, Föld körüli keringésének ideje – ez a teliholdtól teliholdig eltelt idő) $T_{\text{syn}} = 29,5$ d.

- b) Határozzák meg a Hold T_M sziderikus keringési idejét (a csillagokhoz viszonyított keringési időt)! Miért tér el egymástól a két keringési idő, T_{syn} és T_M ?
- c) Vázolják fel a Földet és Holdat a Hold pályájával! Jelöljék be rajta a P perigeumot (a pálya Földhöz legközelebb eső pontját) és az A apogeumot (a pálya Földtől legtávolabb eső pontját)! Határozzák meg a Hold pályájának fél nagytengelyét (a) Kepler harmadik törvénye segítségével!

Földi megfigyelésekből tudjuk, hogy a Hold megfigyelt legnagyobb és legkisebb szögátmérőjének aránya $p = p_{\text{max}}/p_{\text{min}} = 1,12$.

- d) Határozzák meg a perigeum a_p és az apogeum a_A távolságokat a Földtől, valamint az elliptikus pálya e excentricitását (a két fókusz távolságának a fele osztva a fél nagytengellyel)!

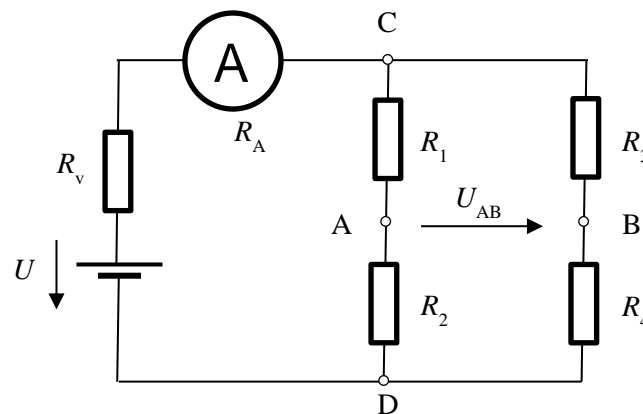
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre:

a Föld tömege $M_Z = 5,97 \times 10^{24}$ kg, a Föld sugara $R_Z = 6,38 \times 10^6$ m, gravitációs állandó $G = 6,67 \times 10^{-11}$ m³ · kg⁻¹ · s⁻², $T_Z = 1$ év ≈ 365 nap..

A hold ugyanabban az irányban kering a Föld körül, mint amilyen irányban a Föld kering a Nap körül. Tételezzék fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a Föld körpályán kering a Nap körül! A Nap és más égitestek hatását a Hold mozgására ne vegyék figyelembe!

3. Hőmérsékletmérés Wheatstone-híddal

A C-1 ábrán látható áramkörben egy U állandó feszültségű R_v belső ellenállású áramforrás, egy R_A belső ellenállású amperméter és négy rezisztor (R_1, R_2, R_3, R_4) található.



C-2 ábra

- a) Fejezzék ki az áramkör A és B pontjai közti U_{AB} feszültséget, valamint a B és D pontjai közti U_{BD} feszültséget!
- b) Milyen feltétel érvényes az áramkör ellenállásaira, amikor az A és B pontok közti U_{AB} feszültség nulla (*kiegyenlített híd* állapot)?

Tételezzék fel, hogy az R_1, R_2 és R_3 rezisztorok ellenállása állandó. Az R_4 rezisztor ellenállása t hőmérsékleten $R_4 = R_0(1 + \alpha t)$, ahol R_0 a rezisztor ellenállása $t_0 = 0$ °C-on, és α a rezisztor ellenállásának hőmérsékleti együtthatója

c) Tételezzék fel, hogy t_0 hőmérsékleten $U_{AB} = 0$ V! Fejazzék ki az U_{AB} feszültséget, mint a t hőmérséklet függvényét a $0 < t \ll 1/\alpha$ tartományban!

Mekkora az U_{AB} feszültség értéke $t_1 = 40$ °C hőmérsékleten (U_{AB1})?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a c) részfeladatot a megadott értékekre:

$R_V = 20,0 \Omega$, $R_A = 10,0 \Omega$, $U = 12,0$ V, $R_1 = 2,00$ k Ω , $R_2 = 500 \Omega$, $R_0 = 550 \Omega$,
 $\alpha = 2,50 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

4. A jég elektromos olvasztása

Télvíz idején, amikor a hőmérséklet fagypont (0 °C) alá csökken, megesik, hogy az ereszcsonna lefolyócsöve befagy. Ez a gond megoldható a jég elektromos olvasztásával.

Képzeljük el a következő leegyszerűsített helyzetet! A függőleges $D = 10$ cm átmérőjű és $L = 14$ m hosszú lefolyócső tengelyében $d = 0,50$ mm átmérőjű, $\rho_R = 1,5 \mu\Omega \cdot \text{m}$ rezisztivitású (fajlagos ellenállású) ellenálláshuzal van. Az alacsony hőmérséklet következtében a lefolyócső alja befagy. A hó olvadásakor a cső megtelik vízzel, majd ez a víz is megfagy. Tételezzék fel, hogy az egész csövet $t_0 = 0,0$ °C hőmérsékletű jég tölti ki! A jég kiolvasztásához az ellenálláshuzalt egy $U = 230$ V feszültségű áramforráshoz csatlakoztatják.

a) Határozzák meg az ellenálláshuzal R ellenállását!

b) Határozzák meg az ellenálláshuzal P bemeneti teljesítményét, miután az áramforráshoz csatlakoztatják!

c) Mennyi időbe (τ) telik, amíg a csőben levő jég teljesen elolvad, ha feltételezzük, hogy az ellenálláshuzalban leadott elektromos energia teljes egészében hővé alakul?

A jég sűrűsége $\rho = 900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, a jég fajlagos olvadáshője $l_t = 330 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. A lefolyócső és a környezet közti hőcsere elhanyagolhatóan kicsi. A jég és a víz konduktivitása (fajlagos vezetőképessége) az ellenálláshuzal konduktivitásával szemben elhanyagolhatóan kicsi.