

Fyzikálna olympiáda - Fizikai olimpiász

54. ročník, 2012/2013

školské kolo

kategória B

zadanie úloh – 1.časť, maďarská verzia

1. A Nap szatellitje

A Nap körül, körpályán kering egy R sugarú gömb alakú szatellit. Tételezzék fel, hogy a Naptól, valamint a szatellitről kisugárzott energia is eleget tesz a Stefan-Boltzmann törvénynek, amely szerint a kisugárzott energia egyenesen arányos a sugárzó felület T hőmérsékletének negyedik hatványával. A szatellit fényes felülete visszaveri a Naptól ráeső sugárzás $r = 10\%$ -át. A szatellit pozíciójából a Nap korongjának szögátmérője $\alpha = 0,500$ szög fok. A Nap felületének hőmérséklete $T_S = 5\,780$ K.

- Határozzák meg a szoláris állandót a szatellit pályáján! (A szoláris állandó a Nap sugárzására merőleges 1 m^2 nagyságú felületre eső sugárzás teljesítménye.)
- Határozzák meg a szatellit T hőmérsékletét a termodinamikai egyensúlyi állapotában!
- Határozzák meg az a) és b) részfeladatok megoldásából a szatellit és a Föld pályája közötti összefüggést!

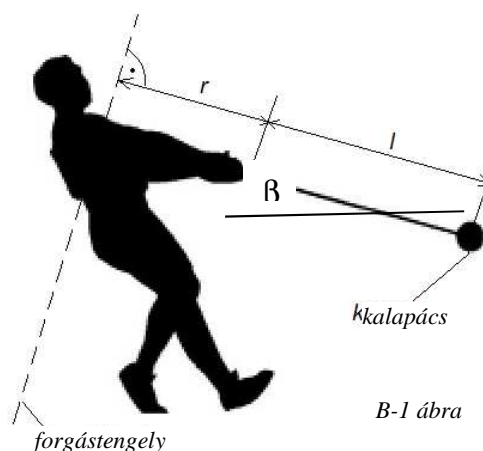
Tételezzék fel, hogy a Nap abszolút fekete test, valamint, hogy a szatellit felszínének hőmérséklete a termodinamikai egyensúly állapotában mindenütt ugyanaz! A szükséges állandókat keressék ki a Matematikai-fizikai táblázatokban!

2. A kalapácsvetés

Az atlétika egyik versenyszáma a kalapácsvetés.

A kalapács egy $m = 7,265$ kg tömegű és $d = 13,0$ cm átmérőjű homogén gömb, amely egy $l = 1,20$ m hosszú huzal végére van erősítve. A kalapácsvetés világcsúcstartója az orosz *Jurij Szedich* $s = 86,78$ m-es világcsúccsal. Végezzük el a világcsúcs dobásának fizikai elemzését! A sportoló forogni kezd a kalapáccsal, egyenletesen gyorsuló $\alpha = 3,4$ rad. s⁻² szöggyorsulással, miközben a golyó a vízszintes síkkal $\beta = 35^\circ$ szöget bezáró síkban körpályán mozog (lásd a B-1 ábrát). A sportoló karjának hossza $r = 89$ cm.

- Hol kell lennie a körpályán a golyónak az utolsó fordulónál, hogy amikor a sportoló elengedi a kalapácsot, a kalapács maximális távolságba repüljön? Határozzák meg erre az esetre a golyó kezdeti v_0 sebességét, ha a kalapács a világcsúcsnak megfelelő távolságba repül!
- Hányszor (N) fordul meg a kalapács a tengelye körül, mialatt a levegőben repül?
- Határozzák meg mekkora nagyságú F_0 erővel van megfeszítve kalapács huzalja, mielőtt a sportoló elengedné! Mekkora lenne annak a testnek az m' tömege, amely súlya ugyanakkora, mint az F_0 erő?
- Hányszor (N_1) fordul meg a sportoló világcsúcsot elérő dobásnál?
- Határozzák meg a sportoló közepes P mechanikai teljesítményét, amelyet a kalapácsnak adott le a forgatása alatt a világcsúcs elérésekor! Ennek a teljesítménynek mekkora p része jutott a golyó saját tengelye körüli forgására?



Megjegyzés: A huzal hatását a golyó mozgására repülés közben, valamint a dobás pontjának és a földet érés pontjának magasságkülönbségét ne vegyék figyelembe! A légellenállásról tételezzék fel, hogy elhanyagolhatóan kicsi! A gyorsulási állandó $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Útmutató: Egy m tömegű és d átmérőjű homogén gömb a tömegközéppontján áthaladó tengelyre számított tehetetlenségi nyomatéka $I_0 = (1/10)md^2$.

3. Kondenzátorok

Három egyforma $C = 100 \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátor (1,2,3), és két rezisztor, amelyek ellenállása $R_1 = 10 \Omega$ és $R_2 = 5,0 \Omega$, az S kapcsoló segítségével csatlakoztatható az $U_0 = 12 \text{ V}$ állandó feszültségű és $r = 2,0 \Omega$ belső ellenállású áramforráshoz (lásd a B-2 ábrát). Az elején a kapcsoló ki van kapcsolva, és a kondenzátorokon nincs feszültség.

Az S kapcsoló bekapcsolásával zárjuk az áramforrás áramkörét.

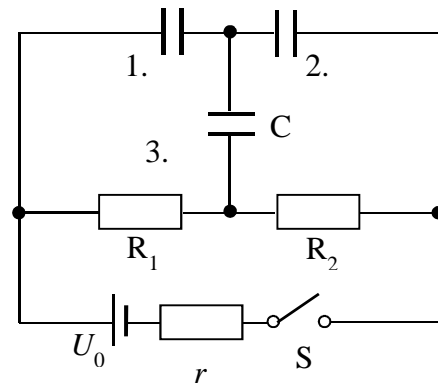
a) Magyarózzák meg tömören, milyen folyamatok fognak lejátszódni az áramkörben, és hogyan fognak változni az egyes elektromos feszültségek valamint áramok a kapcsoló bekapcsolásának pillanatától egészen addig a pillanatig, míg az áramkörben fellépő elektromos feszültségek és a benne folyó áramok szinte teljesen állandósulnak! Rajzolják le az elektromos áramkör sémáját, és jelöljék be rajta a leírt mennyiségeket!

b) Határozzák meg a kondenzátorokon fellépő állandósult U_1, U_2 és U_3 feszültséget!

Az S kapcsoló kikapcsolásával megszakítjuk az áramkört.

c) Magyarózzák meg tömören, az a) részfeladathoz hasonlóan, milyen folyamatok játszódnak le az áramkörben a kapcsoló kikapcsolása pillanatától!

d) Mekkora W munkát végeznek a kondenzátorok, mint feszültségforrások, az R_1 és R_2 ellenállású rezisztorokon a kikapcsolás pillanatától az állandósult állapotig?



B-2 ábra

4. Rövidzárlat a magasfeszültségű vezetéken

Az elektromos energiát nagy távolságra a magasfeszültségű (22 kV) és nagyon magasfeszültségű (110 kV, 220 kV, 400 kV) vezetékeken szállítják! Tételezzük fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a vezeték két vezetéből áll (a valóságban három- és négyvezetős háromfázisú vezetékeket használnak)!

a) Mekkora I nagyságú áram folyik a vezetékekben, ha a vezetékekhez csatlakoztatott fogyasztók bemeneti összteljesítménye $U = 110 \text{ kV}$ feszültségnél $P = 50 \text{ MW}$?

b) Határozzák meg az $l = 1,0 \text{ m}$ hosszúságú alumínium m_0 tömegét, amelyet használhatunk az a) pontban kiszámított nagyságú áram átviteléhez, ha az alumíniumvezető normalizált áramsűrűsége $J_{\text{max}} = 1,0 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2}$. Az alumínium sűrűsége $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

A vezeték vezetői között mágneses erő hat. Tételezzék fel, hogy a vezetők közötti távolság $d = 50 \text{ cm}$! A vezetők $L = 1,0 \text{ m}$ hosszúságú szigetelési függőkre vannak erősítve, amelyek tömege kicsi a rájuk erősített vezetékek tömegéhez viszonyítva. A vákuum mágneses állandója $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.

c) Határozzák meg a vezetők között fellépő erő nagyságát és irányát az a) pontban leírt elektromos energia átvitelekor! Határozzák meg mekkora α szöggel térnek ki az izolációs függők függőleges helyzetükből a vezetők kölcsönhatása következtében!

Rövidzárlat esetén a vezetékben, rövid időre, nagyon nagy áram folyhat. Egyes állítások szerint, az ilyen rövidzárlati áramok kiválthatják a vezeték összeérését, és így állandósult rövidzárlat is keletkezhet. Ennél a jelenségnél a vezeték úgy viselkedik, mint egy inga, amelynek T lengésideje sokkal kisebb, mint a pillanatnyi rövidzárlat τ időtartama.

d) Határozzák meg a rövidzárlati áram I_{skr} nagyságát a $\tau = 10$ ms ideig tartó rövidzárlat esetében, ha a vezetők a kölcsönhatásuk következtében összeérnek! Igazolják a $\tau \ll T$ feltétel indokoltságát!

Megjegyzés: A magas feszültségű vezetékeken fellépő rövidzárlati áramok nagysága akár több tíz kA is lehet.

Fizikálna olimpiáda, 54. ročník– Úlohy školského kola kategórie B

Autori úloh: Daniel Kluvanec (B1-B3), Dušan Nemeč (B2), Ľubomír Konrád (B3),
Ivo Čáp (B4)
Recenzia: Daniel Kluvanec, Ivo Čáp
Preklad: Aba Teleki
Redakčná úprava: Ivo Čáp
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012