28. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2013. február 28. – március 1.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

1. feladat

a) A test rezgőmozgásának ott van az egyensúlyi helyzete, ahol a testre ható erők eredője zérus. 2 pont 1 pont

Ez ott van, ahol a rugónak se összenyomódása, se megnyúlása sincs. 2 pont

Azaz a kialakuló rezgés amplitúdója A = 0,1 m.

(Ha az egyensúlyi helyzeten átlendül, akkor a rugó már megnyúlik, és a rezgés másik szélső helyzete az egyensúlyi helyzettől ismét 0,1 méterre van.)

A rezgés körfrekvenciája $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = 20\ 1/\mathrm{s}$; 3+1 pont

ennek négyzete: $\omega^2 = 400\ 1/\mathrm{s}^2$ 1 pont

A legnagyobb gyorsulás: $\boldsymbol{a_{max}} = A\cdot\omega^2 = 0{,}1\ \mathrm{m}\cdot 400\ 1/\mathrm{s}^2$ **= 40 m/s²** 2 +1 pont

b) A rezgésidő képlete: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ 2 pont

Ebből a rezgő test tömege**:** $m = \frac{D\cdot T^2}{4\cdot\pi^2}$ 3 pont

Így $\boldsymbol{m} = \frac{30\cdot 0{,}314^2}{4\cdot 3{,}14^2}$ **= 0,075 kg** 2 pont

Összesen: 20 pont

28. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2013. február 28. – március 1.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

2. feladat

a) Mivel mind a két esetben taszítás lép fel, ezért a gömbök töltéseinek előjele biztosan megegyező! — 1 pont

Írjuk fel Coulomb törvényét mind a két esetre!

1. eset : $F_1 = k\cdot\frac{Q_1\cdot Q_2}{r^2}$; ahol $F_1 = 8{,}4375\cdot 10^{-7}$ N és $r = 0{,}4$ m — 1 pont

Ebből $Q_1\cdot Q_2 = (8{,}4375\cdot 10^{-7}\ \text{N}\cdot 0{,}16\ \text{m}^2) : 9\cdot 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ — 1 pont

$\boldsymbol{Q_1\cdot Q_2 = 1{,}5\cdot 10^{-17}\ \text{C}^2}$

Az azonos méret miatt összeérintés után mind a két fémgömbnek ugyanakkora nagyságú töltése lesz: $\frac{Q_1+Q_2}{2}$ — 2 pont

2. eset : $F_2 = k\cdot {\frac{Q_1+Q_2}{2\cdot r}}^{2}$; $F_1 = 9\cdot 10^{-7}$ N és $r = 0{,}4$ m — 1 pont

Ebből $Q_1 + Q_2\ ^2 = (4\cdot 0{,}16\ \text{m}^2\cdot 9\cdot 10^{-7}\ \text{N}) : 9\cdot 10^9\ \text{C}^2$

Azaz $Q_1 + Q_2\ ^2 = 6{,}4\cdot 10^{-17}\ \text{C}^2$; és $\boldsymbol{Q_1 + Q_2 = 8\cdot 10^{-9}\ \text{C}}$ — 1 pont

Meg kell oldani ezt a kétismeretlenes egyenletrendszert, ami egy másodfokú egyenletre vezet:

Például az utóbbi félkövér betűkkel írt eredményből $\boldsymbol{Q_2 = 8\cdot 10^{-9}\ \text{C} - Q_1}$ — 1 pont

Ezt az első félkövér formulába helyettesítve

$Q_1\cdot (8\cdot 10^{-9}\ \text{C} - Q_1) = 1{,}5\cdot 10^{-17}\ \text{C}^2$

A műveleteket elvégezve, az egyenletet nullára rendezve a — 2 pont

$\boldsymbol{Q_1^2 - 8\cdot 10^{-9}\ \text{C}\cdot Q_1 + 1{,}5\cdot 10^{-17}\ \text{C}^2 = 0}$ másodfokú egyenlethez jutunk.

Ennek két valós gyöke van: $Q_1' = 5\cdot 10^{-9}$ C és $Q_1'' = 3\cdot 10^{-9}$ C

Ha visszahelyettesítjük valamelyik egyenletbe, $Q_2' = 3\cdot 10^{-9}$ C és $Q_2'' = 5\cdot 10^{-9}$ C adódik. — 2 pont

Tehát a két pontszerűnek tekinthető fémgömbök eredeti töltései
$Q_1 = 5\cdot 10^{-9}$ C és $Q_2 = 3\cdot 10^{-9}$ C voltak. — 1 pont

b) A Q_1 töltéstől 0,2 m távolságban a téresősség $E_1 = k\cdot\frac{Q_1}{r^2} = 1{,}125\cdot 10^3$ N/C, és a Q_2 töltés felé mutat. — 2 pont

A Q_2 töltéstől 0,2 m távolságban a téresősség $E_2 = k\cdot\frac{Q_2}{r^2} = 6{,}75\cdot 10^2$ N/C, és a Q_1 töltés felé mutat. — 2 pont

E két térerősség szuperpozíciója lesz az adott pontban a térerősség, s mivel $E_1 > E_2$, és ellentétes irányba mutatnak, a térerősség nagysága — 1 pont

$\boldsymbol{E} = E_1 - E_2 =$ **$4{,}5\cdot 10^2$ N/C = 450 N/C, és a Q_2 töltés felé mutat.** — 2 pont

Összesen: 20 pont

28. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2013. február 28. – március 1.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

3. feladat

a) A szánkóra ható csúszási súrlódási erő

$\boldsymbol{F_s} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha = 0{,}05 \cdot 80 \cdot 10 \cdot \cos 15^{\circ} =$ **38,64 N** — 2+1 pont

b) A szánkó addig gyorsul, amíg a rá ható erők eredője zérus nem lesz.

Ez azt jelenti, hogy lejtőirányban a nehézségi erő és a lejtőre merőleges támasztóerő eredője ($m \cdot g \cdot \sin\alpha$) és a csúszási súrlódási erő, valamint a légellenállási erő előjeles összege ($\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha + k \cdot \mathrm{v}_{max}^2$) nullát ad. — 1 pont, 2 pont

$m \cdot g \cdot \sin\alpha = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha + k \cdot v_{max}^2$ — 2 pont

$207{,}06\ \mathrm{N} = 38{,}64\ \mathrm{N} + k \cdot v_{max}^2$ — 1 pont

Azonban k értékét ki tudjuk számítani a feladat szövegében megadott adatokból: $0{,}8\ \mathrm{N} = k \cdot 4\ \mathrm{m^2/s^2}$ — 2 pont

Ezért $k = 0{,}2\ \mathrm{N \cdot s^2/m^2}$ — 1 pont

Ezt behelyettesítve az utolsó egyenletbe:

$207{,}06\ \mathrm{N} = 38{,}64\ \mathrm{N} + 0{,}2\ \mathrm{N \cdot s^2/m^2} \cdot v_{max}^2$ — 2 pont

$168{,}42\ \mathrm{N} = 0{,}2\ \mathrm{N \cdot s^2/m^2} \cdot v_{max}^2$ — 1 pont

$842{,}1\mathrm{m^2/s^2} = v_{max}^2$

Így $v_{max} = 29\ \mathrm{m/s}$

Tehát a szánkó 29 m/s sebességre gyorsul fel. — 1 pont

c) A szánkó most már állandó sebességgel csúszik, így a súrlódási és a légellenállási erők együttes teljesítménye:

$P = F \cdot v = (38{,}64\ \mathrm{N} + 0{,}2 \cdot 29^2 \mathrm{N}) \cdot 29\ \mathrm{m/s} = 5998{,}36\ \mathrm{W} \approx 6\ \mathrm{kW}$ — 2+1 pont

Így **a mechanikai energiaveszteség 2 másodperc alatt 12 kJ**. — 1 pont

Összesen: 20 pont

28. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2013. február 28. – március 1.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

4. feladat

a) Mivel az eredő ellenállásnak 60 Ω-nál kisebbnek kell lennie, ezért mindkét kapcsolásban szerepelnie kell párhuzamosan kapcsolt ellenállásoknak. — 1 pont

Az egyik esetben mindhárom ellenállást párhuzamosan kapcsoljuk egymással. — 1 pont (rajzért)
Ekkor eredőjük $R/3$ = **20 Ω.** — 2 pont

A másik esetben kettőt sorba kötünk egymással, s velük párhuzamosan a harmadikat. — 1 pont (rajzért)
Ekkor az eredő ellenállás $\frac{2R\cdot R}{3R}$ = **40 Ω,** ami szintén kisebb 60 Ω-nál. — 3 pont

b) Ha **az első esetben** kapcsoljuk 24 V-ra a párhuzamosan kötött ellenállásokat, akkor a főágban I' = 24 V : 20 Ω = 1,2 A erősségű áram folyik. — 1 pont
Ez egyenlő arányban oszlik el az egyes mellékágakban, tehát **minden ellenálláson 0,4 A erősségű áramot mérhetünk**. — 1 pont

A második esetben a főág áramerőssége I'' = 24 V : 40 Ω = 0,6 A. — 1 pont
Az egyik mellékág eredő ellenállása 120 Ω, a másik ág ellenállása pedig 60 Ω. — 1 pont
Az ellenállások aránya 2 : 1. — 1 pont
Ezért a főág áramerőssége 1 : 2 arányban oszlik meg a mellékágakban. — 1 pont
Tehát **a 60 Ω-os ellenálláson 0,4 A, a két sorba kötött ellenálláson pedig 0,2 A erősségű áram folyik.** — 2 pont

c) Az ellenállások által felvett teljesítmények rendre:
- az 1. esetben mindegyiken: P_1 = 0,16 A^2 ·60 Ω = 9,6 W — 1 pont
- a 2. esetben az egyedülálló ellenálláson P_2'= P_1 = 9,6 W, míg a sorba kötötteken P_2''= 0,04 A^2·60 Ω = 2,4 W — 1 pont, 1 pont

Ahhoz, hogy egyik esetben se melegedjenek túl az ellenállások, ezek közül a nagyobbik teljesítményűt kell választani.
Tehát az egyes ellenállásoknak legalább 9,6 wattosaknak kell lennie. — 1 pont

Összesen: ***20 pont***