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
10. osztály

1. feladat

a) Mivel a lövedék a pályája legmagasabb pontján robban szét, ott a sebessége zérus, így lendülete is zérus. 1 pont

A robbanás közben fellépő, a nehézségi erőhöz képest nagy erők, 1 pont
és a robbanás igen rövid időtartama miatt
a rendszer zárt rendszernek tekinthető. 1 pont

Ezért a rendszer impulzusa (lendülete) állandó marad a robbanás közben. 1 pont

A 40 grammos darab sebessége v_1=150 m/s, 1 pont
impulzusa I_1 = 0,04·150 kg·m/s = 6 kg·m/s 1 pont

A 80 grammosé sebessége v_2=100 m/s; 1 pont
impulzusa I_2 = 0,08·100 kg·m/s = 8 kg·m/s 1 pont

Mivel a két impulzus merőleges egymásra, ezért eredőjük nagysága a Püthagorasz tétellel számítható ki: 1 pont
$I^2 = 6^2 + 8^2 = 36 + 64 = 100$ ($kg^2·m^2/s^2$) 2 pont
I = 10 kg·m/s 1 pont
Ez a nyugat felé mutató iránnyal 36,87°-os szöget zár be 1 pont
(az észak-nyugati irány közelében).

A harmadik darab tömege: 50 gramm 1 pont

A lövedékdarabok impulzusának vektori összege ugyanakkora nagyságú, mint a szétrobbanás előtt volt (azaz zérus). 1 pont

Ezért a harmadik darab impulzusa ugyancsak I = 10 kg·m/s nagyságú, csak ellenkező irányú a másik két darab eredő impulzusával, 1 pont

Így a kelet felé mutató iránnyal zár be 36,87°-os szöget
(az észak-keleti irány közelében). 1 pont

A sebesség nagysága: v_3 = (10 kg·m/s) : 0,05 kg = 200 m/s. 1 pont

b) A három darab közös tömegközéppontja a szétrobbanás után szabadeséssel „esik". 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

10. osztály

2. feladat

a) Mindkét testre 3 erő hat: a nehézségi erő, a lejtőtől származó, a lejtőre merőleges alátámasztási kényszererő és a fonálerő. 1 pont

A fonálerő a fonál elhanyagolható tömege miatt mindkét testre ugyanakkora nagyságú. 1 pont

A fonál nyújthatatlan, ezért mindkét test gyorsulása ugyanakkora. 1 pont

A 60^o-os lejtőn lévő testnél a nehézségi erő és a támasztóerő eredője a lejtőn lefelé mutat, és $m \cdot g \cdot \sin 60^o$ nagyságú. 1 pont

A fonál által kifejtett K erő ezzel ellentétes irányú, 1 pont

ezért az erre a testre felírt mozgásegyenlet: $m \cdot g \cdot \sin 60^o - K = m \cdot a$ 2 pont

(ahol a a testek közös gyorsulása).

A másik testre nézve ugyanígy felírhatjuk a mozgásegyenletet,

csak vegyük figyelembe, hogy az a lejtőn felfelé csúszik, 1 pont

hiszen $m \cdot g \cdot \sin 60^o > m \cdot g \cdot \sin 30^o$ 1 pont

$K - m \cdot g \cdot \sin 30^o = m \cdot a$ 1 pont

A két mozgásegyenletet összeadva: $m \cdot g \cdot \sin 60^o - m \cdot g \cdot \sin 30^o = 2m \cdot a$ 1 pont

Ebből $\boldsymbol{a} = g(\sin 60^o - \sin 30^o) = 3{,}66/2\ \mathrm{m/s^2} = \mathbf{1{,}83\ m/s^2}$ 1 pont

b) A fonálerőt legegyszerűbben a 30^o-os lejtőn lévő testre felírt mozgásegyenletből határozhatjuk meg:

$\boldsymbol{K} = m \cdot (a + g \cdot \sin 30^o) = 5\ \mathrm{kg} \cdot (1{,}83 + 5)\ \mathrm{m/s^2} = \mathbf{34{,}15\ N}$ 1 pont

c) A 30^o-os lejtőn lévő test a fonálra 34,15 N erővel hat (erő-ellenerő pár miatt), amely a lejtővel párhuzamosan, a lejtőn lefelé mutat. 1 pont

d) A csigára mindkét fonálerő érintőleges. 1 pont

Ezért a fonálerők merőlegesek egymásra. 1 pont

Eredőjük nagyságát a Püthagorasz tétellel számíthatjuk ki:

$F_e = 34{,}15 \cdot \sqrt{2}\ \mathrm{N} \approx \mathbf{48{,}3\ N.}$ 2 pont

Mivel a két kötélerő hatása a csiga tengelyére szuperponálódik, így olyan, mintha a csiga tengelyét ez az „eredő erő” terhelné, 1 pont

amely **mindkét fonállal 45^o-os szöget zár be**. 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

10. osztály

3. feladat

a) A dugattyúra ható nehézségi erő $m\cdot g$ = 1500 N — 1 pont

Az ebből származó nyomás p_d = 1500 N : $4\cdot10^{-2}$ m^2 = $3{,}75\cdot10^4$ Pa. — 1 pont

A bezárt levegő nyomása: $p = (3{,}75\cdot10^4 + 10^5)$ Pa $=1{,}375\cdot10^5$ Pa — 1 pont

Az oxigéngáz anyagmennyisége 2 mól, — 1 pont

hőmérséklete 281 K. — 1 pont

A gázra felírt állapotegyenlet: $p\cdot V_1 = n\cdot R\cdot T_1$; — 1 pont

amiből a gáz térfogata kiszámítható:

$$V_1 = \frac{n\cdot R\cdot T_1}{p} = \frac{2mol\cdot 8{,}31\frac{J}{kgK}\cdot 281K}{1{,}375\cdot 10^5 Pa} = 3{,}4\cdot10^{-2}\ \mathrm{m}^3 = 3{,}4\ \mathrm{dm}^3$$

2 pont

Ezért a dugattyú $\boldsymbol{h} = \frac{V_1}{A} = \frac{3{,}4\ dm^3}{4\ dm} =$ **0,85 dm** magasan áll. — 1 pont

b) Ha a dugattyú kétszeres magasságra emelkedik, a gáz térfogata is kétszeres lesz. — 1 pont

A gáz nyomása a melegítés közben nem változik, mert a folyamat izobár. — 1 pont

Így a gáz térfogata és abszolút hőmérséklete egyenesen arányosak egymással. — 1 pont

Ezért a gáz hőmérséklete $\boldsymbol{T_2} = 2\cdot T_1$ = 562 K = **289 °C** — 1 pont

c) Az oxigéngáz belső energiájának változása:

$\Delta E = (5/2)\cdot n\cdot R\cdot \Delta T =$ — 1 pont

= 2,5·2 mol·8,31J/mol·K·281K =11 675,55 J — 2 pont

A gáz által végzett tágulási munka: $W = -\,p\cdot\Delta V =$ — 1 pont

$= -\,1{,}375\cdot10^5$ Pa$\cdot 3{,}4\cdot10^{-2}$ m^3 = – 4675 J — 1 pont

A hőtan I. főtétele szerint $Q = \Delta E - W =$ — 1 pont

= 11 675,55 J + 4675 J = 16 350,55 J ≈ **16,35 kJ hőmennyiség bevitele volt ehhez szükséges.** — 1 pont

Összesen: 20 pont

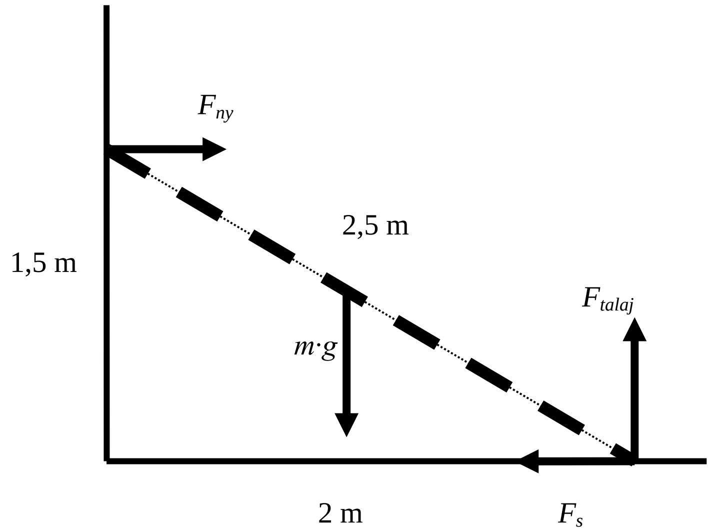
28. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2013. február 28. – március 1.
J a v í t ó k u l c s

10. osztály

4. feladat

a) Készítsünk rajzot, és tüntessük fel az erőket! 1 pont

Püthagorasz tétele alapján beláthatjuk, hogy amikor a 2,5 m hosszú létra alsó vége 2 méterre van a faltól, akkor **a létra felső vége éppen 1,5 m magasságban támaszkodik a falhoz.** 1 pont



Az erőegyensúly vízszintesen is, és függőlegesen is külön-külön teljesül, ezért nagyságukra nézve az $m·g$ nehézségi erő megegyezik a talaj által kifejtett F_{talaj} felfelé mutató nyomóerővel, 1 pont

illetve az F_s súrlódási erő is megegyezik a függőleges fal F_{ny} vízszintes irányú nyomóerejével. 1 pont

Ezek szerint a létrára két erőpár hat; az $m·g$ *és* F_{talaj} erők egymástól mért távolsága d_1 = 1 méter, forgatónyomatékuk: $M_1 = m·g·d_1$ = 150 N·m; 1 pont

míg az F_{ny} *és* F_s erők távolsága d_2 = 1,5 méter, és egyensúlyi állapotban ezek forgatónyomatéka is $M_2 = F_s \cdot d_2 = F_s \cdot 1{,}5$ m = 150 N·m, amiből a súrlódási erő nagysága F_s = 100 N. 1 pont 1 pont 2 pont

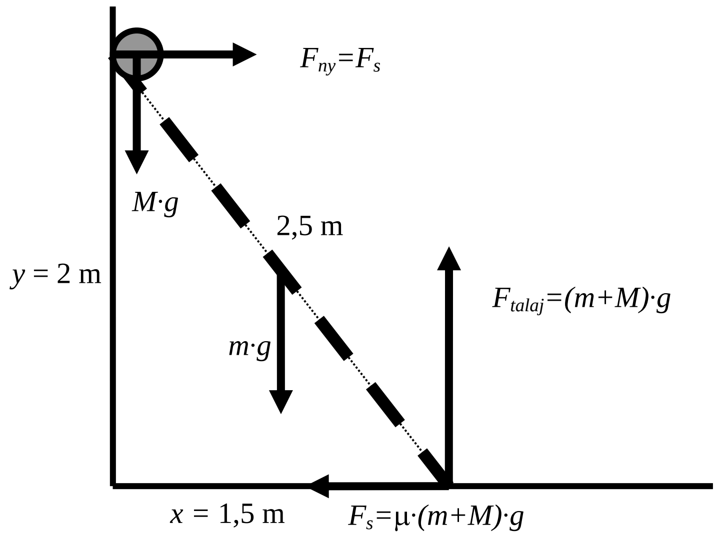
A kritikus helyzetben a súrlódási erő és a talaj által kifejtett nyomóerő hányadosa megadja a tapadási súrlódási együttható értékét: 2 pont

$$\mu = \frac{F_s}{F_{talaj}} = \frac{100\,N}{150\,N} = \frac{2}{3} = \mathbf{0{,}67}.$$

Megjegyzés: Ugyanezt az eredményt erőpárok használata nélkül is megkaphatjuk, hasonlóan a **b)** kérdés megoldásához, amikor forgatónyomatéki egyenletet használunk.

b) Ilyenkor a létra felső vége 2 méter magasan van a talaj fölött. 1 pont

Ha az M tömegű személy végig tud menni a létrán, azt az esetet kell vizsgálnunk, amikor az M tömeg a létra tetején van: 1 pont



1 pont (rajzért)

A forgatónyomatékok egyensúlyát írjuk fel a létra talajhoz támaszkodó pontjára: 1 pont

$$mg \cdot \frac{x}{2} + M \cdot g \cdot x = \mu \cdot (m + M) g \cdot y \qquad |:g$$ 2 pont

$$15 \cdot 0{,}75 + 1{,}5 \cdot M = (2/3) \cdot (15 + M) \cdot 2$$

$$11{,}25 + 1{,}5 \cdot M = 20 + (4/3) \cdot M$$

$$67{,}5 + 9 \cdot M = 120 + 8 \cdot M$$

$$M = 52{,}5$$ 1 pont

Tehát a személy tömege M =52,5 kg, 1 pont

a súlya pedig **525 N**. 1 pont

Összesen: 20 pont