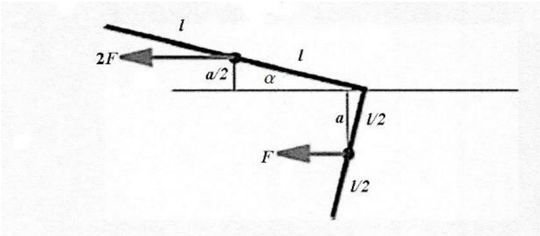
33. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2018. február 22 – 23.

J a v í t ó k u l c s

12. osztály

1. feladat



A huzal egyenletes tömegeloszlása miatt az L betű mindkét szárára ható nehézségi (mint térfogati) és alátámasztási (mint felületi) erő azok tömegközéppontjában, azaz felezési pontjában támadó erőknek kezelhetők. A vízszintes alátámasztás miatt ezek kiegyensúlyozzák egymást. 1 pont

Ugyanezekben a pontokban támadó erőknek tekinthetjük az L betű száraira ható csúszási súrlódási erőket is, mint egy szakasz mentén egyenletesen eloszló erőket. 1 pont

Tekintettel arra, hogy a betű szárainak tömege a szárak hosszával egyenesen arányos, ugyancsak ezzel arányos a rájuk ható alátámasztási kényszererő, és a csúszási súrlódási erő /2*F* és *F*/ is. (Valójában a huzal keresztmetszetére, anyagának sűrűségére nem lesz szükségünk.) 2 pont

Ha az L betűt formázó huzal egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, az egyensúly teljesülésének szükséges feltétele szerint a rá ható 3 erő egymással párhuzamos hatásvonalú, és eredőjük zérus. (Az L betű tömegközéppontja a fonál egyenesére illeszkedik.) 1 pont

Azonban ez az információ nem elegendő a feladat kérdésének megválaszolásához. 1 pont

Ugyanakkor **a fenti 3 erő forgatónyomatékainak összege is nulla <u>az alátámasztási felület bármely pontján átmenő</u>, a felületre merőleges egyenesre, mint tengelyre vonatkozóan.** 2 pont

Célszerű a betűnek a fonállal közös pontján (a derékszögű csúcson) átmenő tengelyt választanunk a forgatónyomatéki egyenlet felírásához, mert a fonálerő nyomatéka így automatikusan zérus, továbbá a *2F* és *F* súrlódási erők forgatónyomatéka is viszonylag egyszerűen felírható. 1 pont

Jelöljük az L betű hosszabbik szárának a fonál meghosszabbításával bezárt szögét α-val!

Az egyensúlyi feltétel szerint: $2F\cdot\frac{a}{2} = F\cdot a$ 2 pont

(ahol $\frac{a}{2}$ és a rendre a 2F és F súrlódási erők erőkarjai).

Az ábráról látszik, hogy $\sin\alpha = \frac{\frac{a}{2}}{l}$ $\Rightarrow$ $\frac{a}{2} = l\cdot\sin\alpha$ 2 pont

Másrészt $\frac{a}{\frac{l}{2}} = \cos\alpha$ $\Rightarrow$ $a = \frac{l}{2}\cdot\cos\alpha$ 2 pont

Ezeket behelyettesítve a forgatónyomatéki egyensúlyi egyenletbe: $2F\cdot l\cdot\sin\alpha = F\cdot\frac{l}{2}\cdot\cos\alpha$ 1 pont

Ebből (F-fel és l-lel való osztás után) $2\cdot\sin\alpha = \frac{1}{2}\cdot\cos\alpha$ adódik, ami egyenértékű a 1 pont

$\mathrm{tg}\alpha = \frac{1}{4}$ egyenlettel. 2 pont

Ennek megoldása (mivel hegyesszögről lehet csak szó): $\alpha = 14{,}04^\circ \approx 14^\circ$ 1 pont

<u>Tehát az L betű hosszabbik szára 14 fokos szöget zár be a fonál meghosszabbításával.</u>

Összesen: 20 pont