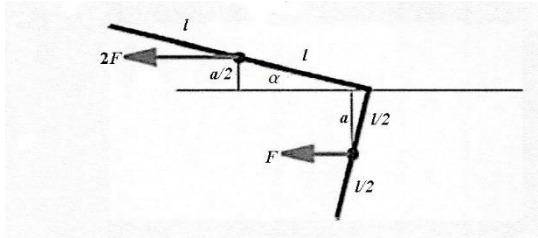


**33. Nagy László Fizikaverseny**  
**Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazinbarcika**  
**2018. február 22 – 23.**

**J a v í t ó k u l c s**

**11. 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  $/2F$  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 az alátámasztási felület bármely pontján átmenő, 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  $\alpha$ -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  $\sin \alpha = \frac{a/2}{l} \Rightarrow \frac{a}{2} = l \cdot \sin \alpha$

2 pont

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

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

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{4}$  egyenlettel.

2 pont

Ennek megoldása (mivel hegyesszögűről lehet csak szó):  $\alpha = 14,04^\circ \approx 14^\circ$

1 pont

Tehát az L betű hosszabbik szára 14 fokos szögét zár be a fonál meghosszabbításával.

**Összesen: 20 pont**