

Adatok és megadott információk:

A cinkék tömege $M = 18 \text{ g} = 0,018 \text{ kg}$.

A faggyúgolyó tömege $m = 90 \text{ g} = 0,090 \text{ kg}$.

A cinkék a vízszinteshez képest $\alpha = 35^\circ$ -os szögben szállnak fel.

A fonál $\beta = 10^\circ$ -os szögben lendül ki.

A faggyúgolyó-inga lengésideje $T = 1,4 \text{ s}$.

A faggyúgolyó-inga (ismeretlen) hossza ℓ .

A faggyúgolyó (ismeretlen) kezdősebessége közvetlenül a cinkék felszállása után v_0 .

A cinkék (ismeretlen) sebessége közvetlenül a felröppenésük után V_0 .

A cinkék sebességvektorai a felröppenéskor 90° -os szöget zár be egymással.

A cinkék kezdősebességének vízszintes vetülete (ismeretlen) γ szöget zár be egymással.

A fonál hosszát a lengésidőből határozhatjuk meg:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}, \quad \text{ebből} \quad \ell = \frac{gT^2}{4\pi^2} \approx 0,49 \text{ m}.$$

A faggyúgolyó emelkedési magassága: $\Delta h = \ell - \ell \cos \beta = 0,0074 \text{ m}$. A faggyúgolyó kezdősebessége (az energiamegmaradás törvényét alkalmazva):

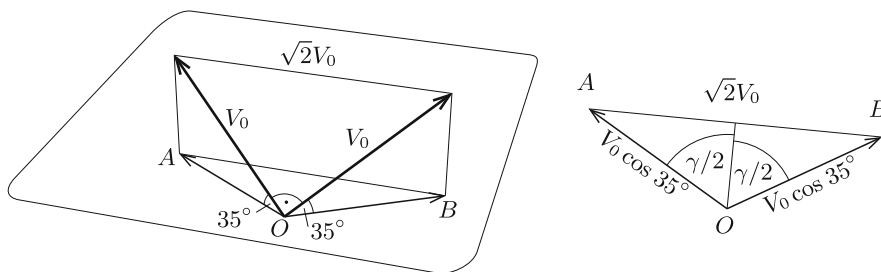
$$v_0 = \sqrt{2g\Delta h} = 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

A cinkék felröppenésekor a fonál egy rövid ideig még függőlegesnek tekinthető, emiatt nem fejthet ki vízszintes irányú erőt a golyóra, és így a cinkék és a faggyúgolyó összes lendületének vízszintes komponense hirtelen nem változhat meg.

Megjegyzés. A felröppenés folyamata olyan, mint egy időben visszafelé lejátszódó rugalmatlan ütközés; a vízszintes irányú lendületek összege állandó marad, a mozgási energiák összege viszont – a madarak izmai által végzett munka következtében – megnő.

A felröppenő cinkék V_0 nagyságú sebességvektorai merőlegesek egymásra, végpontjaik tehát $\sqrt{2}V_0$ távolságra vannak egymástól. A sebességvektorok vízszintes vetületei (amelyek $V_0 \cos 35^\circ$ hosszúságúak) *nem* merőlegesek egymásra, hanem valamekkora γ szöget zárnak be egymással. Az ábráról leolvasható, hogy

$$\sin \frac{\gamma}{2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}V_0}{V_0 \cos 35^\circ} = 0,863, \quad \text{vagyis} \quad \frac{\gamma}{2} = 59,7^\circ.$$



Alkalmazzuk a lendületmegmaradás törvényét:

$$2MV_0 \cos 35^\circ \cos \frac{\gamma}{2} - mv_0 = 0,$$

ahonnan a cinkék kérdéselt kezdősebessége

$$V_0 = \frac{m}{2M} \cdot \frac{1}{\cos 59,7^\circ \cos 35^\circ} v_0 = 2,5 \cdot \frac{1}{0,505 \cdot 0,819} \cdot 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Vaszary Tamás (Győr, Kazinczy Ferenc Gimn., 10. évf.)
dolgozata alapján