Amikor a fonál függőlegessé válik, a B golyó sebessége, az energiamegmaradás törvénye alapján

$$v = \sqrt{2gL},$$

a gyorsulása pedig függőlegesen felfelé mutató vektor, nagysága

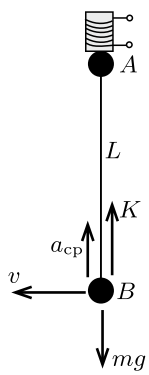
$$a_{\mathrm{cp}} = \frac{v^2}{L} = 2g.$$

A mozgásegyenlet szerint *(1.ábra)*

$$K - mg = ma,$$

ahol K a fonalat feszítő erő:

$$K = 3\ mg = 29{,}4\ \mathrm{N}.$$



1. ábra

$$\omega = \frac{v/2}{L/2} = \frac{v}{L}$$

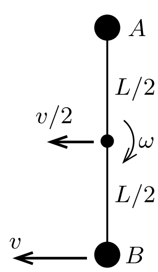
szögsebességgel forog *(2. ábra)*.

Az m tömegű A test akkor nem szakad el az elektromágnestől, ha a mágnes legalább

$$F = mg + K = 4\ mg = 39{,}2\ \mathrm{N}$$

erőt képes kifejteni. (Könnyen belátható, hogy a fonál ferde helyzeténél a fonalat feszítő erő kisebb, mint a fenti K, tehát egy F „teherbírású" mágnesről a függőleges helyzet elérése előtt nem szakadhat le az A golyó.)

Közvetlenül a mágnes kikapcsolása után az A test áll, a B test pedig v vízszintes sebességgel mozog, a két testből álló rendszer tehát a $v/2$ sebességgel haladó tömegközéppontja körül



2. ábra

Ha a rendszer mozgását a tömegközéppontjával együtt szabadon eső, tehát függőlegesen lefelé g gyorsulással mozgó koordinátarendszerből szemléljük, a „súlytalanság" állapotát észleljük. A fonalat feszítő erő – amelynek nagysága nyilván független attól, hogy egy inerciarendszerből, vagy pedig egy gyorsuló koordinátarendszerből figyeljük a testek mozgását, – az ω szögsebességű mozgáshoz tartozó centripetális erő:

$$K_1 = m\frac{L}{2}\omega^2 = \frac{mv^2}{2L} = mg = 9{,}8\ \mathrm{N}.$$

Ekkora erő feszíti a fonalat közvetlenül az elektromágnes kikapcsolása után és a továbbiakban mindaddig, amíg valamelyik test a padlóhoz nem ütődik. Ezzel az *a)* és a *b)* kérdésekre választ adtunk.

c) A B test akkor érkezhet függőleges fonálhelyzetben a padlóra, ha a szabadon eső és közben egyenletes forgómozgást végző rendszer a mágnes kikapcsolása után egész számú fordulatot tesz meg. Ennek feltétele az, hogy az esés ideje

$$T = n\frac{2\pi L}{v}, \quad \text{n=1, 2, } \dots$$

vagyis a szobamagasság

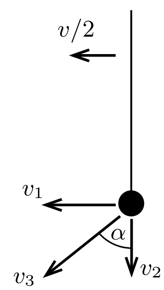
$$h = \frac{g}{2}T^2 + L$$

legyen. Szokásos lakószobák esetén csak az $n = 1$ körülfordulás jöhet számításba, ekkor a fenti összefüggésből numerikusan $h = 4{,}3$ m adódik. (Az $n = 2$ eset kb. 16 m-es magasságnál valósulhatna meg!)

d) A két golyóból álló rendszer tömegközéppontja vízszintes irányban egyenletesen, $v/2$ sebességgel mozog, így T idő alatt

$$s = \frac{v}{2}T = L\pi = 1{,}26 \text{ m}$$

utat tesz meg. Mivel a földetérés pillanatában a fonál éppen függőleges, a B golyó vízszintes elmozdulása ugyancsak 1,26 m.



3. ábra

A padlóra érkezés pillanatában *(3. ábra)* a B golyó vízszintes sebessége a tömegközéppont $v/2$ és a forgómozgásból adódó $v/2$ sebesség összege, tehát

$$v_1 = v = \sqrt{2gL} = 2{,}8 \text{ m/s}.$$

A függőleges sebesség a tömegközéppont függőleges sebességével egyezik meg:

$$v_2 = g \cdot T = g \cdot \frac{2\pi L}{\sqrt{2gL}} = 8,8 \text{ m/s}.$$

A teljes sebesség nagysága

$$v_3 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 9,2 \text{ m/s},$$

a függőlegessel bezárt szöge pedig

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg}\frac{v_1}{v_2} = \operatorname{arc\,tg}\frac{1}{\pi} = 17,7^\circ.$$

Ugyanebben a pillanatban az A golyó vízszintes sebessége $v/2 - v/2 = 0$, függőleges sebessége pedig a B testével megegyező.

Koch György (PAV Műszaki Szki., II. o. t.) és
Környei László (Győr, Czuczor G. Gimn., II. o. t.)
dolgozata alapján.