

Amikor az $R = d/2$ sugarú, Q_1 és Q_2 töltésű fémgömbök a méretüknél sokkal nagyobb távolságra vannak egymástól, akkor a rendszer elektrosztatikus energiája jó közelítéssel

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q_1^2 + Q_2^2}{8\pi\epsilon_0 R}$$

módon adható meg. (A közelítés annak felel meg, hogy elhanyagoljuk a fémgömbök egymásra kifejtett hatását, az elektromos megosztást.)

Kezdetben a szigetelőszálhoz erősített gömb töltése $Q_1 = 0$, a szigetelőállványhoz rögzített fémgömb töltése pedig $Q_2 = 8 \cdot 10^{-9}$ C. Az ütközés után mindkét gömb töltése $Q_{1;2} = 4 \cdot 10^{-9}$ C, hiszen az ütközés rövid ideje alatt a töltések kiegyenlítődnek, és a szimmetria miatt fele-fele arányban kerülnek a két fémgömbre. Mivel az ütközés során az elektromos mező energiája nem változik (és mechanikai energiavesztés sincsen), a kezdeti és a végső elektrosztatikus energia különbsége meg fog egyezni a helyzeti energia megváltozásával:

$$\Delta E_h = mg\Delta h = W_1 - W_2 = \frac{Q^2 - 2 \cdot \left(\frac{Q}{2}\right)^2}{8\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 R}.$$

Ebből már kiszámíthatjuk, hogy a kiindulási helyzeténél mennyivel kerül magasabbra a fonálon lengő gömb, amikor újra megáll:

$$\Delta h = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 R m g} = \frac{(8 \cdot 10^{-9} \text{ C})^2}{16\pi \cdot (8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}) \cdot (10^{-2} \text{ m}) \cdot (10^{-3} \text{ kg}) \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \approx 0,0015 \text{ m} = 1,5 \text{ mm}.$$

Varga Vázsony (Budapesti Fazekas M. Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 11. évf.)
dolgozata alapján

Megjegyzés. A két fémgömb közötti elektrosztatikus kölcsönhatás csak akkor hanyagolható el, amikor a gömbök eleghatóen távol vannak egymástól. Amikor közelednek egymáshoz, majd összeérnek, az erőteljes elektromos megosztás miatt csak bonyolult módon számolható erő lép fel közöttük. Ezen erő munkája miatt a fémgömb sebessége (mozgási energiája) bonyolult módon változik, és módosítja az ütközés sebességét. Szerencsére ezt a számítást nem kell elvégeznünk, ha nem az ütközés sebességét, hanem csak a kiindulási és az ismételt megálláshoz tartozó magasságot akarjuk összehasonlítani. Azt az állítást, hogy az ütközéskor bekövetkező hirtelen töltésátrendeződés nem vezet energiavesztéshez, a hivatkozott cikk alapján lehet belátni, de a feladatban feltett kérdés enélkül is megválaszolható.