

A tükrözési elv alapján a vezetősíkon indukált töltések által létrehozott erőter a Q -t tartalmazó féltérben helyettesíthető egy Q és a „tükörképében” elhelyezett $-Q$ töltés együttes erőterével. (L. az 1748. feladat megoldását!)

1984-03-140-1.eps

Az ábra alapján a két töltés távolsága $2[l(1 - \cos \alpha) + d]$. A két töltés közt ható Coulomb-erő nagysága:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{4[d + l(1 - \cos \alpha)]^2},$$

amelynek iránya megegyezik a gravitációs tér irányával. Kis kitérések esetén a ($\alpha < 5^\circ$) $\cos \alpha \approx 1$ és így $F \approx \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{4d^2}$, amely független α -tól.

A Coulomb-erő hatása a töltésre olyan, mintha az egy g -től különböző g_{cb} gravitációs tértől származna, ahol

$$g_{cb} = F/m = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{4d^2m}.$$

Így az inga mozgása úgy tekinthető, mint egy matematikai inga homogén $g' = g + g_{cb}$ gravitációs térbeli mozgása. Kis kitérések esetén a lengéside $T = 2\pi\sqrt{l/g'}$. Beírva a fenti g' értéket, kapjuk:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 d^2 m}}}.$$

A megadott számadatokkal $T \approx 1,5$ s.

Megjegyzés. A számítások során feltételeztük, hogy a fémlapon levő indukált töltéeloszlás „követi” az inga Q töltésének mozgását, azaz a tükörtöltés mindig a $+Q$ töltés alatt helyezkedik el.