

**I. megoldás.** A pozitív ponttöltés elektromos megosztást hoz létre a fémgömbön. A negatív töltések közelebb vannak a ponttöltéshez, mint a pozitívak, és mivel a Coulomb erő a távolság négyzetével fordítottan arányos, a megosztott gömb és a ponttöltés vonzza egymást. Ezért a gömbre pozitív töltést kell felvinni, ha azt akarjuk, hogy a fonalak függőleges helyzetűek legyenek.

Ha ezután a felfüggesztési pontokat közelítjük, a vonzóerő nagyobb mértékben nő, mint a taszítóerő, két okból is:

a) ha a gömb töltéseloszlása változatlan maradna, akkor az erők  $1/r^2$ -es távolságfüggése miatt a vonzóerő növekedése nagyobb, mint a taszítóerőé. (Az  $1/r^2$  függvény kisebb  $r$ -ek esetén gyorsabban változik.)

b) közelítéskor a megosztás növekszik.

Ezért a felfüggesztési pontok közelítésekor a két felfüggesztő fonál egymás felé fog kitérni. Ugyanilyen meg gondolás alapján távolításakor a taszítóerő csökkenése kisebb, mint a vonzóerőé, az eredő taszítóerő a fonalak széttartásában nyilvánul meg.

*Dőry István* (Budapest, Piarista Gimn., IV. o. t.)

**II. megoldás.** Legyen a ponttöltés távolsága a gömb középpontjától  $r$ . A gömbön létrejövő megosztás hatása helyettesíthető egy  $m$  dipólus hatásával. A dipólus és a  $q$  ponttöltés közti vonzóerő:

$$(1) \quad F_v = kq \cdot 2m/r^3.$$

Hogy a fonalak függőlegesek legyenek, a gömbre  $q'$  pozitív töltést kell felvinni, ami

$$(2) \quad F_t = k \cdot qq'/r^2$$

taszítóerőt eredményez. A  $q'$  töltés alkalmas megválasztásával az eredő erő nulla:

$$F = F_v - F_t = kq \cdot 2m/r^3 - k \cdot qq'/r^2 = 0,$$

így

$$(3) \quad q' = 2m/r.$$

Ha megváltoztatjuk a gömb és a ponttöltés távolságát az egyensúlyi  $r$  értékről valamilyen  $x$  értékre, a köztük ható erő (pozitív előjellel vonzerő)

$$(4) \quad F(x) = kq \cdot 2m^*/x^3 - k \cdot qq'/x^2,$$

ahol az  $m^*$  dipól értéké különbözik  $m$ -től, hiszen a megosztás mértéke függ a távolságtól.

(3) segítségével

$$(5) \quad F(x) = \frac{2kq}{x^2} \left( \frac{m^*}{x} - \frac{m}{r} \right).$$

Ha a testeket az egyensúlyi helyzetnél közelebb hozzuk egymáshoz,  $m^*/x \gg m/r$ , mivel  $x < r$ , és mert közelítéskor a megosztás mértéke is nő, azaz  $m^* > m$ . Ekkor tehát  $F > 0$ , a testek vonzzák egymást, a fonalak összetartóak.

Amennyiben  $x > r$ , a megosztás mértéke is kisebb ( $m^* < m$ ), és így  $m^*/x < m/r$ : az eredő erő negatív. Távolításakor taszítóerő lép fel, a fonalak széttartóak.

*Kriza György* (Budapest, Fazekas M. Gyak. Gimn., III. o. t.)