

A golyóra ható elektrosztatikus teret egyrészt a lemez eredetileg meglévő homogén töltéeloszlása hozza létre, másrészt a golyó pozitív töltése a lemezen megosztással negatív töltéseket kelt, melyek szintén elektromos teret létesítenek. A szuperpozíció elv alapján a két tér által a golyóra gyakorolt erő egymástól függetlenül számítható.

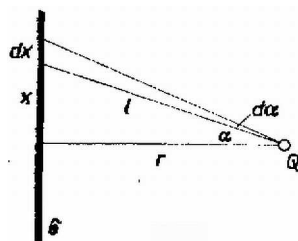
a) Ha a töltéssűrűség állandó, akkor egy x sugarú, dx szélességű körgyűrű töltése

$$\sigma \cdot 2\pi x dx.$$

Ez a Q töltésre a lemezre merőleges

$$dF_1 = k \frac{\sigma \cdot 2\pi x dx \cdot Q}{l^2} \cos \alpha$$

taszító erővel hat. (A körgyűrű két szemben levő azonos nagyságú eleme által a golyóra gyakorolt erőknek a lemezzel párhuzamos komponense egymás ellentettje, így a lemezzel párhuzamosan nem hat erő.)



1. ábra

Az 1. ábrából

$$l \frac{r}{\cos \alpha}, \quad x = r \operatorname{tg} \alpha \quad \text{és} \quad dx = \frac{l d\alpha}{\cos \alpha} = \frac{r d\alpha}{\cos^2 \alpha},$$

így

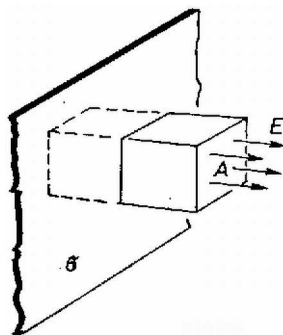
$$dF_1 = k\sigma \cdot 2\pi Q \sin \alpha d\alpha,$$

az egész lemez által a töltésre gyakorolt erő

$$F_1 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} k\sigma \cdot 2\pi Q \sin \alpha d\alpha = k\sigma \cdot 2\pi Q = \frac{\sigma Q}{2\varepsilon_0}.$$

a') F_1 meghatározható a Gauss-tétel alapján is (Feynmann V. (56.6.). Tetszőleges zárt felületre vonatkozó *elektromos fluxus = körülzárt töltések összege* / ε_0).

Legyen a felület egy a lemezre merőleges, azt metsző hasáb (2. ábra).



2. ábra

Ekkor a térerősségnek a felületre merőleges komponense szimmetriaokokból csak a két alapon nem 0, a tér homogén a lemez mindkét oldalán, így fluxusa $E \cdot 2A$. A körülzárt töltés nagysága σA , így

$$E \cdot 2A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}, \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad \text{vagyis} \quad F_1 = \frac{\sigma Q}{2\varepsilon_0}.$$

b) A megosztással keletkezett töltések hatása ekvivalens egy – a golyó lemezre vett tükörképének helyén levő $(-Q)$ töltés hatásával (Feynmann V. 85. o.).



3. ábra

Így a golyóra $F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{(2r)^2}$ vonzóerő hat.

A golyóra ható eredő vonzóerő

$$F = F_2 - F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{(2r)^2} - \frac{\sigma Q}{2\epsilon_0},$$

a golyó gyorsulása

$$a = \frac{F}{m} = 4860 \text{ m/s}^2.$$

(A nehézségi gyorsulás emellett jó közelítéssel elhanyagolható.)

Ábrahám Tibor (Eger, Gárdonyi G. Gimn., III. o. t.)

Végh János (Cegléd, Kossuth L. Gimn., IV. o. t.)

Megjegyzés. Az $F = 0$ feltételből meghatározható, hogy a lemeztől $r_0 = 12,6$ cm távolságban a golyó labilis egyensúlyi helyzetben van. A lemezhez közelebbi helyekről a lemez magához szippantja, r_0 -nál messzebből pedig a végtelenbe taszítja a golyót.

Kawka László (Bp., Radnóti M. Gimn., IV. o. t.)