

A feladat megoldása során néhány közelítést kell tennünk, hogy a problémát kezelni tudjuk.

A golyók sugara a kondenzátorlemezek távolságához képest igen kicsi ($r \ll d$), a golyók által szállított töltések kicsinyek, így elektromos terük elhanyagolható a lemezek közötti homogén térhez képest.

A golyók közötti kölcsönhatások figyelmen kívül hagyhatók.

Nézzük meg, hogyan működik modellünk! Egy golyó kondenzátorlemezek közötti mozgása a következőképpen magyarázható: nekiütődve pl. a pozitív lemeznek, leadja a másik lemezről szállított negatív töltését, kapacitásának és a lemez potenciáljának megfelelően feltöltődik, majd az azonos előjelű töltések közötti taszítás hatására gyorsulni kezd a másik lemez felé. Ott mindez fordítva játszódik le.

1985-12-472-2.eps

Stacionárius (időben állandó) állapotban a golyó éppen akkora energiát veszít ütközéskor, mint amekkorát az elektromos tér végez rajta. Így a v_0 maximális sebességre

$$(1) \quad QU = (1 - k)(1/2)mv_0^2.$$

A lemezek közötti tér erőssége $E = U/d$, így a golyók gyorsulása

$$(2) \quad a = QE/m = QU/md.$$

A visszapattnás sebességére, v_1 -re az ütközésből következtethetünk:

$$(3) \quad k(1/2)mv_0^2 = (1/2)mv_1^2, \quad \text{azaz} \quad v_1 = \sqrt{kv_0}.$$

A lemezek közötti út befutása alatt a golyó sebessége v_1 -ről v_0 -ra nő. Az ehhez szükséges idő a fentiek alapján

$$(4) \quad t = \frac{v_0 - v_1}{a} = \frac{v_0(1 - \sqrt{k})md}{QU}.$$

Az eredő áramerősség létrehozásában n golyó vesz részt, így

$$(5) \quad I = n \frac{Q}{t} = \frac{nQ^2U}{v_0(1 - \sqrt{k})md}.$$

Az (1) egyenletet felhasználva

$$I = \frac{n}{d\sqrt{2m}} \cdot \frac{\sqrt{1-k}}{(1-\sqrt{k})} \cdot Q^{(3/2)}U^{(1/2)}.$$

Az egy golyó által szállított töltés (Q) a feszültséggel arányos, így az átlagos áramerősség $\frac{\sqrt{1-k}}{1-\sqrt{k}}U^2$ -tel arányos.