

A Faraday-kalitkáról általában azt szokták elmondani, hogy benne az elektromos térerősség nulla. Megmutatjuk, hogy ez nem teljesen pontosan igaz, a gravitáció miatt a kalitkában ki kell alakulnia egy függőlegesen lefelé mutató, nagyon gyenge homogén elektromos mezőnek.

A Faraday-kalitka fémről készül, melynek falában sok „szabadon” mozgó elektron található. Ezekre az elektronokra hat a gravitációs erő, s csak azért nem esnek függőlegesen lefelé, mert egy megfelelő nagyságú elektromos erő kiegyensúlyozza a gravitációs erőt. (Az elektromos erőteret a gravitáció miatt kezdetben kialakuló elektromos megosztás hozza létre. Az elektronok bizonyos hányada a kalitka alsó lapján összegyűlik, negatív töltésűvé teszi azt, ugyanakkor a fedőlapon elektronhiány, vagyis eredő pozitív töltés alakul ki.)

A falban levő elektronok egyensúlyának feltétele

$$m\mathbf{g} + e\mathbf{E} = 0,$$

vagyis

$$\mathbf{E} = -\frac{m}{e}\mathbf{g}.$$

(Itt e az elektron töltését jelenti, s mivel $e < 0$, $\mathbf{E}$ és $\mathbf{g}$ azonos irányúak.) Ez az elektromos térerősség számszerűen nagyon kicsi: $E = 6 \cdot 10^{-11} \text{ V/m}$. (Összehasonlításként: egy 1000 V feszültségre feltöltött 2 cm átmérőjű gömb közelében a térerősség 10^5 V/m .)

A kalitka fém falában tehát homogén elektromos mező alakul ki, s ez a mező a kalitka belsejében is jelen kell legyen. Ezt például úgy láthatjuk be, hogy gondolatban tömör fémdarabból indulunk ki, melyben a fentiek szerint az elektromos mező homogén. A fémdarab közepét (elektromosan semleges részét) eltávolítva az elektromos mező nem változhat meg, tehát $\mathbf{E} = -(m/e)\mathbf{g}$ nagyságú marad.

A kalitka belsejében lévő elektronokra ható eredő erő

$$e\mathbf{E} + m\mathbf{g} = 0,$$

így csak lebegnek, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek (mintha a Faraday-kalitka a gravitációs mezőt is leárnyékolta volna), a pozitronokra viszont

$$m\mathbf{g} + |e| \cdot \mathbf{E} = 2m\mathbf{g}$$

erő hat, így $2g$ gyorsulással esnek függőlegesen lefelé.

Csáki Csaba (Bp., Apáczai Cs. J. Gimn., IV. o. t.)
dolgozata alapján

Megjegyzések: 1. A p -típusú félvezetőkben az elektromos vezetést pozitív töltésű elektronhiányok (lyukak) mozgásával írhatjuk le. Az áramvezetés azonban ezekben az anyagokban is a negatív elektronok elmozdulásával valósul meg (ugyanúgy, mint a fémekben), csak mivel egyetlen lyuk elmozdulása nagyon sok elektron mozgásával egyenértékű, kényelmesebb a lyukak helyzetét nyomon követni. (A helyzet hasonló a vízben felszálló buborék mozgásához: itt is a víz mozog lefelé, de a bonyolult áramlási kép helyett egyszerűbb a víz hiányának helyét megfigyelni.)

A félvezető elektronjai csak úgy lehetnek egyensúlyban, ha a kalitka falában (és a belsejében is) $\mathbf{E} = -(m/e)\mathbf{g}$ elektromos mező alakul ki, ahol $e < 0$ az elektron töltése. A félvezető kalitkában tehát szintén az elektronok „súlytalanok”, és a pozitronok esnek $2g$ gyorsulással lefelé.

Gnädig Péter

2. A kalitka falának közelében úgy az elektronok, mint a pozitronok az ellentétes előjelű „tükörtöltés” vonzóerejét érzik, tehát a fal felé gyorsulnak.

Derényi Imre (Győr, Révai M. Gimn., IV. o. t.)