

Jakub Šafin

FKS 1. séria A4

Prečo sa vlastne v škole učí že magnetická sila nekoná prácu?

Ajhľa, videl som náboj  $Q$ , v smere osi  $x$  (BÚNV) rýchlosťou  $v$  letiaci, v magnetickom poli  $B$  s nulovou  $z$ -ovou zložkou. Pôsobí naňho mag. (Lorentzova) sila

$$\vec{F} = Q(\vec{v} \times \vec{B}) = \pm QvB_y \hat{z}$$

(znamienko závisí na voľbe smerov osí súradnicovej sústavy a nie je podstatné) ktorá je kolmá na smer rýchlosti, a taká sila prácu nekoná.

A čo pri našej slučke?

Však aj v tej sú elektróny. A iba na tie pôsobí takáto Lorentzova sila. No ale elektróny vyletieť z vodiča len tak nemôžu. Môžeme povedať že na nich slučka pôsobí nejakou silou, a teda elektróny na slučku podľa 3. Newtonovho zákona tiež pôsobia silou. A tá sa naskladá na nenulový moment sily.

Podľa hore povedaného na to, aby vonkajšie mag. pole vyvíjalo moment sily, musí pôsobiť rovnobežne s rovinou slučky (uvažujme rovinnú), aby bol tento moment sily kolmo na túto rovinu. Zložka kolmá na rovinu slučky sa vyruší a nebude slučkou hýbať, maximálne v nej vytvorí mechanické napätie.

Ale ono tie elektróny iba jednoducho nezrýchli kolmo na slučku, ale zatočí - zrýchli ich kolmo na slučku a pritom zmenší prúd. Toto sa blbo popisuje týmto jednoduchým modelom (to, ako veľmi elektrón spomalí, totiž závisí od toho, ako je daná časť slučky natočená, ale prúd je v celej slučke rovnaký lebo 1. Kirchoffov zákon), prejdime teda do serióznejšej elektrodynamiky.

A zrazu EM indukcia!

Keď sa naša slučka otočí, zmení sa magnetický tok ňou - ten je daný ako

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} + \Phi_s$$

kde  $\vec{B}$  je vektor vonkajšieho mag. poľa,  $\vec{S}$  je "vektor plochy" ktorý má smer kolmo na slučku (ak je slučka v rovine papiera a prúd ide v kladnom smere,  $\vec{S}$  smeruje hore) a veľkosť rovnú ploche uzavretej slučkou;  $\Phi_s = LI$  je tok spôsobený mag. poľom slučky samotnej (s prúdom  $i$  a induktanciou  $L$ ).

Na začiatku je  $\vec{B}$  teda kolmé na  $\vec{S}$ ; moment sily pôsobí tak, aby na konci boli  $\vec{B}$  a  $\vec{S}$  rovnobežné (povedzme že slučka je v rovine papiera,  $\vec{S}$  kolmo nahor z nej,  $\vec{B}$  smeruje vpravo; potom na pravú polovicu slučky, kde prúd ide zhora dole, pôsobí Lorentzova sila nadol, a na ľavú polovicu, kde ide zdola hore, zasa Lorentzova sila nahor). Magnetický tok teda rastie.

Ujo Lenz povedal taký zákon, že sa v slučke indukuje prúd taký, že sa snaží udržať tok na rovnakej hodnote. Ak pri otáčaní slučky tok spôsobený vonkajším mag. poľom narastie, tak  $\Phi_s$  musí klesnúť, teda aj prúd musí klesnúť. Ak neuvažujeme straty energie spôsobené odporom slučky, tak to znamená, že  $\Phi$  ostane konštantné (a nezáleží na rýchlosti otočenia).

A energia stratená tým, že klesá prúd, sa premení na kinetickú. Aha, magnetická sila skutočne nekoná prácu - tá energia pochádza z inakade.

super



Nabuduce napis radšej, že to musí mat rovnobežnu zložku a nie to čo si napisal...