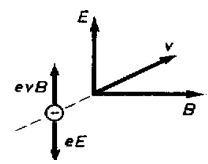
Az elektronsugárban repülő elektronokra mind a mágneses, mind az elektromos tér részéről az elektromos térerősség irányával párhuzamos erő hat. Az elektron akkor nem fog eltérülni, ha ezen erők eredője zérus.



Ennek feltétele egyrészt az, hogy az elektron az ábrán jelzett irányban haladjon (ezt az irányt a jobbkéz-szabály segítségével határozhatjuk meg); másrészt az, hogy a két erő abszolut értéke egyenlő legyen, vagyis $eE = evB$. Ebből

$$v = \frac{E}{B} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Mivel v értéke a fénysebesség 2/3-a, ezért az energia meghatározásánál már figyelembe kell venni a relativisztikus effektusokat. A relativitás elmélete szerint az elektron teljes energiája *mindig*

$$E_{\text{teljes}} = mc^2$$

alakba írható, ahol m a relativisztikus tömeg a következő módon fejezhető ki az m_0 nyugalmi tömeg és a sebesség segítségével:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Ebből látszik, hogy az álló elektronnak is van energiája:

$$E_0 = m_0c^2 \approx 5{,}1 \cdot 10^5 \text{ eV},$$

ennyi energiára van szükség az elektron létrehozásához, illetve ennyi energia szabadul fel megsemmisülésekor.

A $v = \frac{2}{3}c$ sebességgel mozgó elektron energiája:

$$E_{\text{teljes}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}c^2 \approx 0{,}68 \text{ MeV}.$$

Mivel az elektromos tér segítségével a már létező elektronokat szokták gyorsítani, ezért a gyorsításhoz szükséges energia, amely az elektron *relativisztikus mozgási* energiája:

$$E_{\text{mozgási}} = E_{\text{teljes}} - E_0 = m_0c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \approx 0{,}17 \text{ MeV}.$$

Az eV definíciója alapján ez számértékileg megegyezik a gyorsítófeszültséggel:

$$U = 0{,}17 \text{ MV} = 170 \text{ kV}.$$

Molnár Gyula (Hajdúszoboszló, Hőgyes E. g. III. o. t.)

Megjegyzés. Az $E = \frac{1}{2}mv^2$ klasszikus képlet alapján ($m = m_0$!) $U = 110$ kV adódik, amely a valódi értéknél jóval kisebb. Valamivel jobb közelítést jelent, ha a klasszikus képletbe a relativisztikus tömeget írjuk:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Ekkor $U = 150$ kV adódik. Ennek a megoldásnak azonban az a hibája, hogy a klasszikus és relativisztikus kép keverésével elfedi a lényeget.