

11. ročník, úloha VI. 4 ... alternátor (4 body; průměr ?; řešilo 21 studentů)

Představte si rotující kovový disk (disk rotuje kolem pevné osy identické s osou rotační symetrie disku) v časově neměnném magnetickém poli tak, že vektor \mathbf{B} magnetické indukce pole směřuje kolmo na plochu disku. Určete napětí (měřené naprázdno) mezi kterýmkoli dvěma body disku, případně i proud, který by tekł měřícím obvodem, kdyby měřící přístroj neměl ideálně nekonečný odpor.

Uvědomme si nejprve toto. Ze symetrie je zcela jasné, že body disku, které jsou stejně daleko od středu, mají stejný potenciál. Nenulové napětí bude tedy pouze mezi body, jejichž vzdálenost od středu je různá.

Na nabitě částice v disku působí magnetická síla

$$F_m = qvB,$$

kteřá má směr buď od nebo do středu (podle znaménka náboje). Na začátku se budou náboje (hlavně elektrony) v důsledku této síly pohybovat. Náboje se v disku uspořádají tak, aby elektrická síla ($F_e = qE$) byla v rovnováze se silou magnetickou. Mohli bychom ještě uvážit sílu odstředivou, avšak my tak neučiníme, neboť tato je v porovnání s výše uvedenými velmi malá.

Pro rychlost pohybu máme $v = \omega r$. Intenzita tedy splňuje vztah

$$E = \omega r B.$$

Číže napětí mezi body o vzdálenosti od středu r_1, r_2 je

$$U = \int_{r_1}^{r_2} E \, dl = \frac{1}{2} \omega B (r_2^2 - r_1^2).$$

Proud který poteče měřákem je možné rozumně vypočítat za předpokladu, že moc neovlivní magnetické pole a že měrný odpor disku je takřka nulový (jinak je to velmi složité). Pokud přijmeme ony osudné předpoklady a označíme R odpor měřáku, je kýžený výsledek

$$I = \frac{U}{R} = \frac{\omega B (r_2^2 - r_1^2)}{2R}.$$

Václav Porod & Rudolf Sýkora