

15. ročník, úloha III. P ... magnetky (4 body; průměr ?; řešilo 34 studentů)

Sežeňte si někde dva magnetky a železný plíšek. Umístěte magnetky proti sobě na opačné strany plíšku a vyzkoušejte, jakou silou se přitahují. Pak jeden z magnetků otočte a pokus opakujte. Konečně vyzkoušejte, jak se magnetky přitahují a odpuzují bez přítomnosti plíšku.

Při těchto experimentech zřejmě objevíte, že cosi (alespoň na první pohled) není v pořádku. Zamyslete se nad tím a vysvětlete, co se v jednotlivých případech děje.

Vyřešením této úlohy složili Honza a Pavel zkoušku z fyziky ve II. semestru MFF.

Na chování magnetků je zajímavé to, že se v případě, kdy mezi ně vložíme (dostatečně velký) železný plíšek, přitahují bez ohledu na jejich vzájemnou orientaci. Příčinou tohoto jevu je chování magnetického pole na rozhraní dvou prostředí s různými relativními permeabilitami. Na takovémto rozhraní se magnetické siločáry lámou podobně, jako se na rozhraní dvou prostředí láme světlo. Zákon lomu je v tomto případě

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \mu_r,$$

kde α a β jsou úhly ke kolmici a μ_r je relativní permeabilita plechu. Tento zákon plyne z podmínky zachování normálové složky B a tečné složky H na rozhraní dvou prostředí (tato podmínka je důsledkem Maxwellových rovnic). Na rozdíl od běžných hodnot indexu lomu je ale hodnota μ_r řádově 10^3 , takže se siločáry magnetického pole zalomí téměř rovnoběžně s rovinou rozhraní, a magnetické pole pronikne jen do velmi tenké vrstvy na povrchu plechu – uvnitř plechu je B téměř nulové. Magnet na jedné straně plechu tedy téměř neovlivní magnetické pole na straně druhé, takže se magnety na obou stranách plechu chovají nezávisle na sobě (magnetické pole je tedy plechem odstíněno). Dalo by se říct, že plech magnety zdánlivě oddaluje. Pokud umístíme magnet na jednu stranu plechu o tloušťce 1 mm a relativní permeabilitě $\mu_r = 10^3$, bude magnetická indukce na druhé straně plechu přibližně stejná jako magnetická indukce ve vzdálenosti 1 m (tj. $1 \text{ mm} \cdot \mu_r$) od magnetu ve vzduchu. Důležité je, aby byl plech v porovnání s velikostí magnetu dostatečně velký. V opačném případě totiž mohou magnetické siločáry vystupovat z okraje plechu, takže se mohou magnety částečně ovlivňovat.