

Uvažujte dva osově souměrné permanentní magnety vzdálené od sebe 5mm (viz obrázek). První těleso je polokoule o průměru podstavy 1cm. Druhé těleso je kužel o průměru podstavy 1cm a výšce 1cm. Oba jsou rovnoměrně “zmagnetované”, vektor magnetizace má uvnitř obou magnetů stejnou velikost a je rovnoběžný s osou z . Ačkoli zdroj magnetického pole má objemový charakter, ukazuje se, že tenká válcová vrstva takto zmagnetovaného dokonale tvrdého magnetického materiálu budí stejné pole, jako kdyby po jejím **obvodu** protékal proud rovný součinu tloušťky vrstvy a magnetizace materiálu, což souvisí s představou, že se uvnitř jednotlivé smyčky “molekulových proudů” vyruší.

Rozdělte proto objem vašich těles na N válcových vrstev a spočítejte magnetické pole souboru odpovídajících kruhových proudových smyček. Bouhužel vzoreček pro magnetické pole kruhové smyčky je docela komplikovaný a proto aproximujeme kruhovou smyčku N -úhelníkem. Příspěvek od jeho jedné jeho strany, jenž začíná v bodě \vec{a} a končí v bodě \vec{b} lze zapsat vztahem

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\vec{r}_a \times \vec{n}}{|\vec{r}_a \times \vec{n}|^2} \left[\frac{\vec{r}_b \cdot \vec{n}}{|\vec{r}_b|} - \frac{\vec{r}_a \cdot \vec{n}}{|\vec{r}_a|} \right],$$

kde $\vec{r}_a = \vec{r} - \vec{a}$ a $\vec{r}_b = \vec{r} - \vec{b}$ jsou vzdálenosti bodu, v němž počítáme magnetické pole od obou konců úsečky, $\vec{n} = (\vec{b} - \vec{a})/|\vec{b} - \vec{a}|$ je jednotkový vektor ve směru úsečky a I je proud, který smyčkou a proto i každou stranou N -úhelníka protéká. Vzorečku lze lépe rozumět, pokud si povšimnete, že $|\vec{r}_a \times \vec{n}|$ představuje kolmou vzdálenost bodu \vec{r} od úsečky a výraz v závorce je součet kosinů úhlů přilehlých k úsečce $|\vec{a}\vec{b}|$ v trojúhelníku $|\vec{r}\vec{a}\vec{b}|$.

Sečtením polí všech úseček (musejí tvořit uzavřený obvod!) dostáváme pole smyčky. Sečtením polí všech smyček dostáváme pole tělesa. Sečtením polí obou těles pak dostáváme výsledné magnetické pole. Vypište hodnoty vektorů magnetického pole v rovině xz . Pro kontrolu můžete vypsát i hodnoty ϵ -složky magnetického pole, která musí být nulová (až na zaokrouhlovací chyby) – indukční čáry leží díky symetrii v této rovině.

Napíšete-li do souboru sloupce čísel s následujícím významem

```
x      z      Bx      By      Bz
```

pak gnuplot umí pomoci příkazem

```
>plot "data.txt" using 1:2:3:5 with vectors
```

vykreslit vektorové pole. Z praktických důvodů je lepší kreslit délku šipek úměrnou nikoli síle pole, ale jen jeho odmocnině. Navíc je třeba šipky vektorů vhodně natáhnout či zkrátit, aby obrázek pěkně vypadal. Toho lze dosáhnout následujícími příkazy

```
a=10 #tato hodnota se lisi podle hodnoty magnetizace, jiz zvolite
plot "data" using 1:2:(($3/sqrt(sqrt($3*$3+$5*$5)))/a):($5/sqrt(sqrt($3*$3+$5*$5)))/a with vectors
```

Váš program (v Pascalu) a obrázek (v Postscriptu) mi pošlete jako přílohu na email ledvinka@utf.troja.mff.cuni.cz. Soubory přijímám pouze nekomprimované nebo balené pomocí programů tar, zip, gzip a nebo bzip2.

