

Kompas bez magnetu

Martin Svoboda, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Vyrobít kompas bez použití magnetu není samozřejmě žádný velký problém. Každého alespoň trochu fyzikálně vzdělaného člověka jistě napadne nahradit magnet cívkou. Jak to ale udělat, aby takový kompas skutečně fungoval? Možných konstrukcí je jistě mnoho – v tomto příspěvku jednu nabízím. Otáčení cívky je v tomto případě řešeno tím, že celý kompas plave na vodě.

Materiál: smaltovaný měděný drát o průměru asi 0,2 mm, kus polystyrénové desky tloušťky asi 2 cm, dvě tužkové baterie (mají-li chvíli vydržet, tak alkalické), kousek tlustšího izolovaného drátu na propojení (zvonkový), špejle, lepicí páska.

Konstrukce: Z polystyrenu vyřízneme kruh o průměru asi 10 cm (stačí i menší), do jeho středu uděláme otvor pro tužkovou baterii (např. horkým hřebíčkem). Baterie slepíme lepicí páskou za sebe a připájíme vývody z tlustšího drátu. Na baterii se poměrně špatně pájí, proto je dobře předem na její povrch kápnout trochu kyseliny solné. Ze smaltovaného drátu navineme, např. na kostru ze špejlí, cívku tvaru čtverce o straně asi 10 cm. (Více o velikosti cívky viz část Trocha teorie.) Je potřeba navinout tolik závitů, aby cívka měla odpor asi 10 až 30 ohmů.

Cívka, kterou jsem použil já, má stranu 6 cm, je navinuta z drátu o průměru 0,32 mm, takže i při 100 závitěch má odpor jen 6,5 ohmu, což je přece jen málo – baterie se příliš rychle vybíjí. Proto také doporučuji tenčí drát.

Jednotlivé díly sestavíme dle obrázku (umístění baterií má svůj význam – jednak mají v této poloze minimální moment setrvačnosti vůči svislé ose, jednak fungují jako kýl). Ostatní podrobnosti, jako například konstrukci spínače, přenechávám na fantazii čtenáře.

Nakonec zbývá už jen „vypustit“ kompas na klidnou vodní hladinu.

Trocha teorie: Pro fungování kompasu je důležité, aby moment setrvačnosti kompasu byl dostatečně malý vzhledem k momentu síly, kterým působí magnetické pole Země na cívku. Jinak bychom mohli na ustálení kompasu ve směru sever-jih čekat třeba 10 minut, anebo bychom se také nemuseli dočkat. Naskytá se tedy například otázka, jaký je optimální rozměr cívky kompasu. Lze odvodit, že tímto rozměrem je takový, při němž má cívka stejný moment setrvačnosti jako všechny ostatní části kompasu dohromady.

Nemusíte se však s optimalizací velikosti cívky příliš rozrušovat. Pokud byste totiž například navinuli cívku dvakrát větší či menší (čtverec s dvakrát delší, resp. kratší stranou), než je optimální rozměr, tak by se doba „kyvu“ kompasu kolem svislé osy prodloužila jen asi o 12 %. Naopak k tomu, aby se kompas otáčel dvakrát pomaleji, by bylo nutné změnit se v optimálním rozměru téměř osmkrát!

Využití: Model můžete využít samozřejmě opravdu jako kompas, ale navíc i pro demonstraci působení magnetu na cívku s proudem (natočení, přitahování). Z kompasu se tak stane dálkově ovládaná loďička.

