

FYZIKÁLNÍ SEKCE

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

KORESPONDENČNÍ SEMINÁŘ Z FYZIKY

9. ročník — 2002/2003

Třetí série úloh

(25 bodů)

Pro tuto sérii Korespondenčního semináře z fyziky jsme vybrali úlohy z praktického života. Na své si přijdou i milovníci matematiky.

Úloha č. 1 (6 bodů)

Elektroinstalatérská úloha

Jednou z oblastí běžného života, kde se dobře uplatní vaše fyzikální vzdělání, je elektroinstalace v domácnosti. Zadání elektroinstalačních úloh je vždy podobné. Máte tři dráty – fázi, nulu a zem. Vaším úkolem je pak navrhnout co nejjednodušší elektrický obvod, který po připojení k těmto třem drátům splňuje stanovené požadavky.

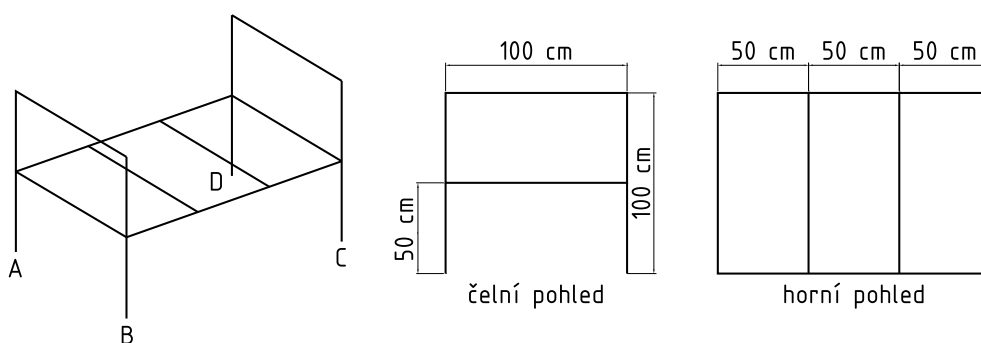
- (a) Vysvětlíte fyzikálně funkci zmíněných tří drátů a popíšete či navrhnete způsob, jak od sebe jednotlivé dráty rozpoznat. Jaká součástka se k tomuto účelu používá (vysvětlíte princip)?
- (b) Navrhnete zapojení osvětlení schodiště s jedním světlem a dvěma vypínači. Samozřejmě požadujeme, aby při přepnutí libovolného vypínače došlo k vypnutí světla, je-li zapnuto, a naopak.
- (c) Navrhnete zapojení osvětlení schodiště s jedním světlem a n vypínači, kde $n > 2$.

Úloha č. 2 (8 bodů)

Vyhřívání postel

Na obrázku 1 je náčrt kovové konstrukce vyhřívání postele. Konstrukce je dokonale izolovaná od země a je vyrobena ze stejných trubek. K dolní části každé z nohou lze připojit svorku zdroje stejnosměrného napětí. Jak musí být postel zapojena do obvodu s daným zdrojem napětí, aby se člověk odpočívající na elektricky nevodivé matraci co nejvíce zahřál?

Důležité upozornění: Návrh vyhřívání postele je čistě hypotetický a pokusy o jeho realizaci mohou být nebezpečné. Věnujte se proto pouze teoretickému řešení úlohy!



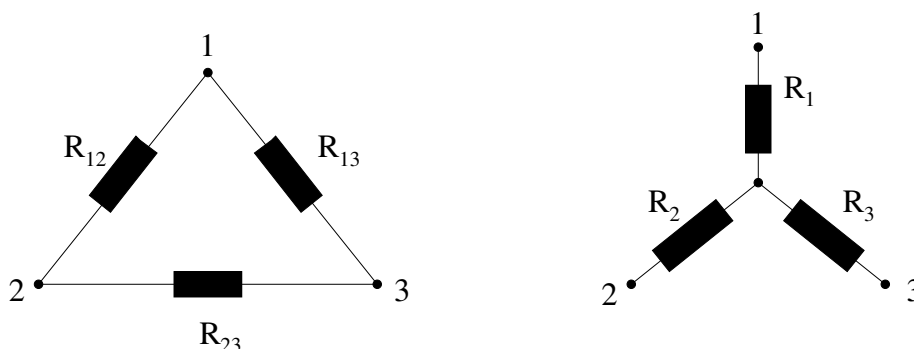
Obrázek 1

Návod: Při řešení úlohy je vhodné nahradit části obvodu ve tvaru „trojúhelníku“ částmi obvodu ve tvaru „hvězdy“ (obrázek 2). Platí přitom vztahy, které se můžete mimo soutěž pokusit odvodit:

$$R_1 = \frac{R_{12}R_{13}}{R_0}, \quad R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_0}, \quad R_3 = \frac{R_{13}R_{23}}{R_0},$$

kde

$$R_0 = R_{12} + R_{23} + R_{13}.$$



Obrázek 2

Úloha č. 3 (5 bodů)

Skleněná trubička

Trubička má vnitřní průměr d , vnější průměr D a je vyrobena ze skla o indexu lomu n . Díváme-li se na trubičku ze strany, jeví se nám vnitřní průměr větší, než je ve skutečnosti. Vaším úkolem je vypočítat, jak velký se nám vnitřní průměr jeví. Předpokládejte přitom, že na trubičku se díváme z velké vzdálenosti. Znamená váš výsledek, že by se vnitřní průměr mohl za jistých okolností jevit větší než vnější průměr?

Úloha č. 4 (6 bodů)

Porušený kabel

Podzemní kabel se skládá z dvou paralelních vodičů a je dlouhý 10 km. Došlo k mechanické poruše kabelu a vodiče se v porušeném místě částečně odizolovaly. V tomto místě jsou tedy vodiče spojeny neznámým odporem R . Navrhněte způsob, jak určit místo poruchy. Napište, které v zadání neuvedené veličiny potřebujete zjistit či změřit, a následně obecně vypočtete polohu poruchy (její vzdálenost od jednoho konce kabelu).

Úloha č. 5 – prémiová

Měření Eulerova čísla

Tvar, který zaujme řetízek zavěšený ve dvou bodech, je křivka, která se nazývá *řetězovka*. Je zajímavé, že křivka má vždy stejný tvar, nezávislý na místech zavěšení řetízku.

Řetězovka je v rovině Oxy matematicky popsána rovnicí

$$y = A \cosh \frac{x}{A} + B,$$

kde konstanty A a B závisejí na poloze bodů uchycení řetízku a na jeho materiálových konstantách. Funkce $\cosh t$ se nazývá *hyperbolický kosinus* a je definována prostřednictvím exponenciální funkce takto:

$$\cosh t = \frac{e^t + e^{-t}}{2}.$$

Nabízí se tedy úkol pro vás, hravé fyziky: změřte hodnotu Eulerova čísla e z geometrie zavěšeného řetízku. Těm, kteří jste matematicky zdatnější, udělíme další prémiové body za odvození vztahu popisujícího tvar řetězovky.

Opět připomínáme:

Každou úlohu vypracujte na samostatný list formátu A4. Nevejde-li se vám úloha na jeden list, spojte všechny listy týkající se jedné úlohy. Na každém listu uveďte v pravém horním rohu **hůlkovým písmem** svoje ID ČÍSLO, JMÉNO a PŘÍJMENÍ, v levém horním rohu pak číslo úlohy.