



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
**Úlohy krajského kola 49. ročníku FO**  
**kategorie E**

Vážení soutěžící,

patříte k těm nejlepším mladým fyzikům ve vašem kraji. Máte před sebou čtyři úlohy, na jejichž řešení je stanovena jednotně ve všech krajích stejná doba – 4 h čistého času. Úspěšným řešitelem se stává ten řešitel, který vyřeší alespoň dvě úlohy na 5 a více bodů a současně získá nejméně 14 bodů. Úloha 5 je prémie navíc pro rychlejší řešitele. Nezapomeňte na to, že je třeba umět úlohy nejen vyřešit, ale také zapsat vaše řešení tak, aby si čtenář (nejen opravující) mohl udělat představu o tom, jak jste na řešení přišli. Číselné výsledky zaokrouhlete na vhodný počet platných cifer podle hodnot v zadání.

**1. Předjíždění nákladních vozidel (10 bodů)**

Nákladní automobil s vlekem o celkové délce 18 m se podle hodin na palubní desce přesně v 16:00:00 začal rozjíždět z klidu z parkoviště u silnice a po době 100 s dosáhl rychlosti 72 km/h. Touto rychlostí jel dalších 50 s. V tomto okamžiku se dostal do vzdálenosti 50 m za další nákladní automobil s vlekem o téže délce, který jel po téže silnici stálou rychlostí 54 km/h. Proto první automobil vybočil ze svého jízdního pruhu, začal předjíždět a do původního jízdního pruhu se vrátil až poté, co se zadní část jeho vleku dostala do vzdálenosti 24 m před přední část předjížděného automobilu.

- Určete, jak dlouho trvalo předjíždění a jakou dráhu za tu dobu urazil rychlejší i pomalejší automobil.
- Jak daleko od místa výjezdu jsou místa, kde automobil zahájil a kde ukončil předjíždění? Jaký čas ukazují hodiny v okamžiku ukončení předjíždění?
- Nakreslete graf  $v(t)$  závislosti rychlosti na čase pro první (předjíždějící) automobil.

K výpočtům si načrtněte vhodné obrázky nebo grafy.

**2. Elektrárny (10 bodů)**

Jaderná elektrárna Temelín (JETE) patří mezi soudobé české jaderné elektrárny. Elektrická zařízení představují dva bloky, každý po 1000 MW, které podle volně přístupných statistik dodaly v roce 2007 do elektrické sítě celkem 12,264 TWh energie ( $T = \text{terra} = 10^{12}$ ).

- Odhadněte, kolik dní v roce 2007 by byly oba bloky v činnosti, kdyby pracovaly na plný výkon. Kolik hodin denně by byly průměrně oba bloky v činnosti v případě plného výkonu?
- Kolik hnědého uhlí o výhřevnosti 15 MJ/kg by se ušetřilo denně (ročně) při nepřetržitém provozu jaderné elektrárny pracující na plný výkon v porovnání s tepelnou elektrárnou téhož výkonu jako JETE, je-li účinnost tepelné elektrárny 36 %.
- Kolik hnědého uhlí se ušetřilo ve skutečnosti v roce 2007 při uvedené hodnotě energie dodané do sítě?
- Niagarské vodopády mají dostatek vody i dostatečný spád – každou sekundou jimi protéká průměrně 6000 m<sup>3</sup>, která padá do hloubky 50 m. Kdyby bylo možno využít energie jen jedné desetiny průtoku vody v těchto vodopádech pro pohon turbin hydroelektrárny, odhadněte elektrický výkon této elektrárny při využití energie vody s účinností 80 %.

### 3. Lití olova

(10 bodů)

O Vánocích se v některých rodinách dodržují staré zvyky; jedním z nich je i „lití olova“. V našem případě se nejprve musí  $5 \text{ cm}^3$  olova uložit do vhodné nádoby, ohřát na teplotu tání  $327^\circ\text{C}$  a následně roztavit, takže získáme tekuté olovo při teplotě, která je nepatrně vyšší, než je jeho teplota tání. Potom nalijeme olovo ve dvou dávkách (nejprve  $3 \text{ cm}^3$ , následně  $2 \text{ cm}^3$ ) do misky s  $300 \text{ ml}$  vody o teplotě místnosti  $20^\circ\text{C}$ .

- Jaké teplo je nutno dodat tuhému olovu o teplotě  $20^\circ\text{C}$ , aby se zahřálo na teplotu tání?
- Jaké teplo je nutno dodat olovu, zahřátému na teplotu tání, aby roztálo?
- Jak se změní teplota vody, když do ní vlijeme první dávku?
- Jak se změní teplota vody, když do ní vlijeme druhou dávku?

Hustota olova je  $11\,340 \text{ kg/m}^3$ , měrná tepelná kapacita  $129 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ , měrné skupenské teplo tání olova  $23 \text{ kJ/kg}$  měrná tepelná kapacita vody  $4\,200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ , hustotu vody znáte.

### 4. Několik úloh z elektřiny

(10 bodů)

- Neizolovaný vodivý pásek o délce  $L$ , obsahu příčného řezu  $S$  a měrném odporu (rezistivitě)  $\rho$  má odpor  $R = \rho L/S$ . Z tohoto pásku o délce  $L$  odstříháme od konce část  $x$  a přiložíme těsně vedle zbytku; jak dlouhý je odstřižený kus, aby výsledný odpor soustavy byl poloviční, než byl odpor celého pásku?
- V elektrickém obvodu, který tvoří zdroj, spínač a mezi body  $A$ ,  $B$  natažený izolovaný drát o odporu  $R$ , prochází elektrický proud  $I_0$ . Potom soustavu doplníme tak, že k bodům  $A$ ,  $B$  připojíme vodivě další drát odstřižený ze stejné cívky tak, že se vytvoří čtverec  $ABCD$ . Určete, jak se změní proud, procházející nedělenou částí obvodu.
- Dále k tomuto čtverci vodivě připojíme mezi body  $AC$  nebo  $BD$  další drát o odporu  $R$ . Jak se změní proud, procházející nedělenou částí obvodu? Porovnejte hodnoty proudu v původním obvodu a) a v obou popsáních změněných obvodech b) a c). Napětí na zdroji považujte za stálé, přívodní dráty mají velmi malý (zanedbatelný) odpor.

### 5. Prémie pro rychlejší řešitele: ovládání žárovky ze dvou míst

(5 bodů)

*Řešte pouze tehdy, pokud Vám zbude čas, můžete získat body navíc.*

Na schodišti rodinného domku (nebo uprostřed „průchozího“ pokoje) je žárovka, která je ovládána ze dvou míst – jestliže na jednom místě rozsvítíme, můžeme žárovku zhasnout buď tímž vypínačem nebo vypínačem na jiném místě, a opět žárovku rozsvítit z některého z těchto dvou míst. Navrhněte elektrické schéma, které tyto podmínky splňuje. Vysvětlete jeho činnost.

#### **Přejeme vám hodně úspěchů při řešení úloh fyzikální olympiády!**

*Úspěšným řešitelem krajského kola fyzikální olympiády se stává ten řešitel, který získal celkem alespoň 14 bodů a ve dvou úlohách nejméně 5 bodů. Za každou dobře vyřešenou úlohu lze získat nejvýše 10 bodů, celkem tedy 40 bodů.*

Těšíme se, že příští rok si najdete úlohy fyzikální olympiády v kategorii D, které budou zveřejněny jednak na stránkách <http://fo.cuni.cz> nebo <http://www.uhk.cz/fo>, dále je otiskneme v časopise *Rozhledy matematicko-fyzikální* a *Matematika-fyzika-informatika*.

Letáky fyzikální olympiády také dojdou v září na každou střední školu.