

Úlohy 40. ročníku fyzikální olympiády pro kategorie E, F

Ve školním kole soutěže řešte úlohy dále uvedené. Písmenko v závorce (E,F) je doporučením, úlohy řešte podle instrukcí vašeho učitele fyziky. Podle organizačního řádu máte v I. kole vyřešit správně pět úloh, z toho jednu experimentální.

40-1 Tloušťka tapety (F)

Tapeta má délku 10 m a je namotána spirálovitě do trubičky tak, že vnitřní závit má průměr 3,0 cm, vnější závit má průměr 7,0 cm. Délka trubičky je 50 cm.

- Jak velkou část stěny lze tapetou polepit, musí-li překryv činit 7%?
- Jaká je tloušťka tapety?
- Je-li tapeta z papíru o hmotnosti 180 g/m^2 , jaká je hmotnost této tapety?
- Navrhni některý další způsob, jak zjistit tloušťku tapety.

40-2 Vlak metra jede mezi stanicemi (F)

Elektrický vlak metra se pohybuje z klidu rovnoměrně zrychleně tak, že po době 10 s získal rychlost 5 m/s a touto rychlostí se pohyboval dalších 5 s. Pak změnil zrychlování tak, že za následujících 15 s se jeho rychlost změnila o 12 m/s, a získanou rychlostí pokračoval po dobu 40 s. Následujících 50 s pomalu brzdil, až zastavil v následující stanici.

- Nakresli graf rychlosti v závislosti na čase.
- Vypočti, jakou dráhu urazí vlak metra při úsecích se stálou rychlostí a znázorni je v grafu.
- Vypočti, jak daleko je následující stanice, jak dlouho trvá jízda a jaká je průměrná rychlost pohybu mezi těmito stanicemi.
- Jestliže se doba jízdy největší rychlostí prodlouží/zkrátí o 20 s, změní se některé veličiny popisující pohyb vlaku metra. Urči, o které veličiny se jedná. Své výsledky sestav do přehledné tabulky pro všech pět vyjmenovaných úseků.

40-3 Automobil jede na chatu (E,F)

Automobilista projel první třetinu své dráhy na chatu po asfaltové silnici stálou rychlostí 90 km/h, další dvě třetiny jel po velmi špatné vozovce menší rychlostí v_2 , neboť vezl na chatu dvě okna. Po dojezdu na chatu však tvrdil, že jeho průměrná rychlost na celé trase byla 36 km/h. Druhý automobilista vyjel o dvacet minut dříve, po asfaltové silnici jel rychlostí 72 km/h a po špatné vozovce jel rychlostí 18 km/h. Přitom obě vozidla dorazila k chatě ve stejném okamžiku.

- Jakou rychlostí jel první automobil po špatné vozovce?
- Jakou průměrnou rychlostí jel druhý automobil?
- Jak dlouhá byla trasa obou automobilů na chatu a jak dlouho byly na cestě?

40-4 Nebezpečné předjíždění (E,F)

Kloubový trolejbus „harmonika“ je převážen z výrobního závodu pomocí spojovací tyče nákladním automobilem tak, že vznikla souprava o celkové délce 24 m, která se může po silnici pohybovat rychlostí 40 km/h. Vozidlo dálkové nákladní přepravy TIR s vlekem o celkové délce 14 m, jedoucí povolenou rychlostí 50 km/h uzavřenou obcí, dojede do vzdálenosti 12 m za soupravu, vybočí do levé poloviny vozovky, a protože není vidět protijedoucí vozidlo, začne předjíždět. Předjíždění je ukončeno, až vozidlo TIR se zařadí zase zpět do pravého jízdního pruhu ve vzdálenosti 8 m před tažený automobil soupravy.

- Jak dlouho je vozovka neprůjezdná pro další vozidla?
- Jak dlouhý je úsek, po který nemohou další vozidla předjíždět?

- c) Jak daleko musí být protijedoucí vozidlo, jedoucí nejvyšší povolenou rychlostí 50 km/h, aby bylo předjíždění bezpečné, tj. aby se setkalo s vozidlem TIR nejméně 5 s po dokončení předjíždění?
- d) Do grafu $s(t)$ nakresli celou situaci. Zvol měřítko: 1 mm \leftrightarrow 1 m.
- e) Nakresli, jak předjíždění vidí policie z vrtulníku, a to v několika po sobě jdoucích okamžicích: zahájení předjíždění, oba řidiči jsou na stejné úrovni, ukončení předjíždění.

40-5 Stavíme žebřík (E,F)

Žebřík délky 8 m a o hmotnosti 32 kg má tenké příčky umístěny tak, že jejich osy postupují po 30 cm, osa první a osa poslední příčky jsou od konce žebříkových tyčí vzdáleny o 25 cm. Jeden konec žebříku zůstane stále na zemi a podle potřeby ti kamarád žebřík „zašlápne“. Vchytneš žebřík na opačném konci za první příčku, zvedneš ji nad hlavu. Pak „půjdeš“ rukama po příčkách a postupně žebřík stavíš do svislé polohy.

- a) Nakresli situaci, kdy držíš žebřík za třetí příčku, a vyznač na obrázku všechny síly, které na žebřík v této poloze působí.
- b) Jak se mění velikost síly, kterou působíš na žebřík při zvedání? Sestav tabulku hodnot a načrtni graf $F(x)$.
- c) Abys mohl provést úlohu b), musíš určit, kolik příček žebřík má. Proved'.
d) Jak velkou práci vykonáš, jestliže žebřík, ležící na zemi, se ti podaří postavit do svislé polohy? Proč ti musí kamarád žebřík „zašlápnout“?

40-6 Určujeme rozměry atomů železa (E)

Železo krystaluje v krychlové soustavě, tzn. že v jeho mikrostruktuře nacházíme atomy uspořádané tak, jakoby jejich středy byly umístěny ve vrcholech na sebe nastavených krychliček. Molární hmotnost železa je 0,056 kg/mol, hustota železa je 7870 kg/m³ a v 1 molu se nachází $6 \cdot 10^{23}$ atomů.

- a) Stanov hmotnost atomu železa.
- b) Stanov přibližné rozměry atomu železa, předpokládáme-li, že atomy jsou uspořádány do prosté krychlové krystalové mřížky.
Ve skutečnosti železo krystaluje při teplotách 910-1300 °C v krychlové plošně centrované mřížce, tj. kromě atomů umístěných ve vrcholech krychliček je uprostřed každé stěny další atom. Při ostatních teplotách krystaluje železo v prostorově centrované mřížce, tj. kromě atomů umístěných ve vrcholech krychliček leží ještě uprostřed každé krychličky další atom.
- c) Stanov, kolik atomů připadá na každou elementární buňku = krychličku ve všech třech případech (prostá mřížka, plošně centrovaná, prostorově centrovaná) a jak se to projeví na rozměrech krystalové mřížky, je-li hustota železa přibližně stálá.
- d) Urči rozměry krystalové mřížky.
Výpočty proved' na kalkulačce, výsledky uveď v nanometrech (nm). Platí: $1/10^k = 10^{-k}$ (tento poznatek si ověř pomocí dělení mocnin 10, tj. $10^3 : 10^7 = 10^{-4}$).

40-7 Elektrický průtokový ohřivač (E,F)

Elektrický průtokový ohřivač vody v koupelně má příkon 15 kW a účinnost 85%. Do ohřivače přitéká voda o teplotě 15 °C a odtéká z něj ohřátá voda o teplotě 65 °C.

- a) Urči objemový tok teplé vody (v litrech za minutu), který ohřivač poskytuje.
- b) Ve směšovací ventilu se míchá teplá voda se studenou tak, že lze dosáhnout, aby vytékala do vany voda o teplotě $38 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$. Stanov objemový tok studené vody.
- c) Jakou rychlostí vytéká voda výtokovou trubicí o průměru 12,7 mm (tzv. půlcoulkou)? Za jak dlouho nateče do vany 120 litrů vody?

40-8 Kosmické lodě s kosmonauty (E,F)

První kosmické lodě s kosmonauty na palubě se pohybovaly ve výškách 180 až 280 km nad povrchem Země a jejich doba oběhu byla 1 h 28 min. Mírně eliptickou dráhu lze při výpočtech nahradit kružnicí. Poloměr kulového modelu Země zvolíme 6 370 km.

- V měřítku 1 : 100 000 000 nakresli řez naší Zemí a znázorni nejmenší a největší výšku kosmické lodě nad povrchem Země. Načrtni trajektorii kosmické lodě.
- Urči průměrnou výšku kosmické lodě nad povrchem Země, znázorni její trajektorii a urči poloměr této kružnice.
- Urči, jakou rychlostí se kosmická loď pohybuje.
- Odhadni vzdálenost dvou míst na povrchu Země, z nichž je kosmickou loď ještě vidět.
- Kdyby kosmická loď obíhala přesně v rovině, obsahující zemskou osu a procházela by nad rovníkem v místě o zeměpisné délce λ , jaká bude zeměpisná délka následujícího místa na rovníku, nad nímž proletí kosmická loď ?

40-9 Atomová elektrárna: ano či ne? (E,F)

Plánovaná atomová elektrárna má mít výkon 1000 MW. Možnost úniku radioaktivního záření však vyvolává obavy obyvatelstva. Proto byly navrženy dvě jiné varianty:

- vybudovat dvě vodní elektrárny o výkonu 500 MW s přehradní hrází nebo
 - vybudovat jednu tepelnou elektrárnu,
- jež by navrhovanou atomovou elektrárnu nahradily.

- Vypočítej výšku přehradní hráze vodní elektrárny s výkonem 500 MW, je-li průtočný objem řekou 50 m³/s a účinnost (tedy využitelnost) toku 92%.
- Urči denní spotřebu méněkvalitního uhlí (lepší uhlí využijeme jako surovinu pro chemický průmysl) o výhřevnosti 13 MJ/kg, tj. dokonalým spálením 1 kg uhlí získáme 13 MJ tepla, je-li účinnost zařízení tepelné elektrárny 36 %.
- Odhadni ekologické důsledky stavby a činnosti těchto elektráren a popiš je.

40-10 Rozložení domů na sídlišti a sluneční svit (E)

Architekt navrhoval rozložení domů na sídlišti. Výška domů je 30 m, podélnou osu mají domy ve směru východ-západ. Šířka domů je 12 m. Slunce v zeměpisné šířce 50° s.š. vystupuje v poledne nejvýše 40° v den rovnodennosti, 63,5° v den letního slunovratu a 16,5° v den zimního slunovratu.

- Odhadni, jak mají být domy rozmístěny, a znázorni v severojižním řezu, aby si domy nestínily v létě, v den rovnodennosti, v zimě.
- Jestliže se domy nestíní právě v poledne v den rovnodennosti, jak dopadá stín ve dnech letního a zimního slunovratu.

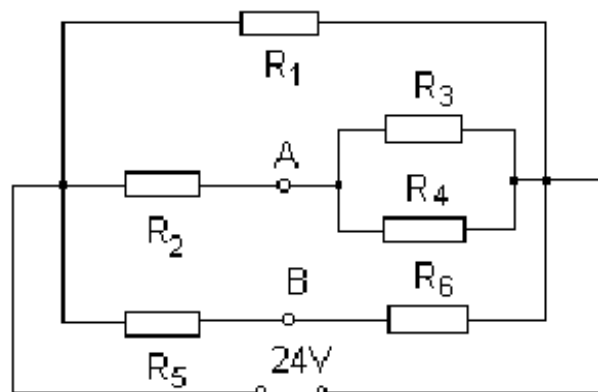
Úlohu řeš pomocí náčrtků, odměřením příslušných hodnot i použitím goniometrických funkcí.

40-11 Při laboratorní práci (E)

Při laboratorní práci měl Pavel za úkol vytvořit elektrickou síť podle obrázku. Jednotlivé rezistory měly tyto odpory:

$R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$, $R_3 = R_4 = 80 \Omega$, $R_5 = 30 \Omega$,
 $R_6 = 70 \Omega$.

- Urči výsledný odpor elektrické sítě.



- b) Jaké proudy procházejí jednotlivými rezistory?
- c) Jaké napětí je na jednotlivých rezistorech?
- d) Jaké napětí ukáže voltmetr, připojíme-li ho k bodům A,B?
- e) Jaké změny nastanou, když místo zdroje o napětí 24 V užijeme ploché baterie o napětí 4,5 V?

40-12 Experimentální úloha (E,F)

Proveď doma nebo ve škole následující laboratorní práci. Navrhni si postup, zvol vhodné pomůcky pro experiment. Pokus opakuj alespoň pětkrát, abys mohl výsledky porovnat a získat tak hodnověrné hodnoty. Zatímco teoretické úlohy řešíš zpravidla samostatně, experimentální úlohu je vhodné provést alespoň ve dvojici.

- a) Urči hustotu kostkového cukru. K dispozici máš cukr v krabici. Porovnej výsledek, jestliže určuješ vnější nebo vnitřní rozměry krabice.
- b) Urči hustotu písku nebo krupicového cukru, popř. jiné sypké látky. K dispozici máš váhy a několik krabiček, jejichž vnitřní objem dokážeš poměrně spolehlivě stanovit. Které veličiny při měření s různými krabičkami jsou stejné a které se mění?