

Úlohy pro 56. ročník fyzikální olympiády, kategorie E, F

Z následujících úloh vyřešte ty, které vám doporučí váš vyučující fyziky. To samozřejmě neznamená, že se nemůžete pustit do řešení všech úloh. V organizačním řádu FO je určeno, že v 1. kole dostává soutěžící nabídku sedmi úloh, z toho jedna úloha je experimentální. Řešení alespoň pěti úloh musí odevzdat a měly by být hodnoceny aspoň 5 body z deseti možných.

FO56EF1: Stavební materiál

Stavebník si pro obklady objednal leštěné duralové plechy o tloušťce 2,0 mm a plošných rozměrech 150 cm x 120 cm.

- Je-li hustota duralu $2\,800\text{ kg/m}^3$, urči hmotnost jednoho listu plechu.
- Stavebník si plechy chce odvést na přívěsném vozíku, jehož nosnost nákladu je 480 kg. Kolik plechů může odvést při jedné jízdě?
- Jaký je obsah rovinné plochy, kterou může plech naložený na vozíku pokrýt?
- Vyleštěný plech může dobře odrážet sluneční záření; odhadni, k čemu si tento plech pravděpodobně stavebník asi objednal.

FO56EF2: Zemská atmosféra

Zemská atmosféra je složitý systém, v němž se udržují některé, poměrně stálé charakteristiky, a některé se v průběhu času mění. S rostoucí výškou nad povrchem se mění např. atmosférický tlak (tvrdí se, že s růstem výšky o každých 5 500 m se tlak snižuje na polovinu, změny teploty jsou však složitější).

- Odhadni hmotnost zemské atmosféry. Jeden z nejjednodušších modelů je takový, že kdyby se nám podařilo veškerý atmosférický vzduch shromáždit do vrstvy těsně nad povrchem Země, aby hustota i tlak vzduchu byly v celé vrstvě stejné jako těsně na zemském povrchu, měla by tato stejnorodá vrstva tloušťku 10 km.
- Ve vhodném měřítku zakresli závislost atmosférického tlaku na nadmořské výšce (do výšky asi 25 km).
- Zvolíme-li střední hodnotu teploty atmosférického vzduchu na $7\text{ }^\circ\text{C}$, kolik tepla by bylo potřeba pro zvýšení teploty celé zemské atmosféry o $1\text{ }^\circ\text{C}$?
Potřebné údaje najdi ve fyzikálních tabulkách.

FO56EF3: Jízdní řád na internetu

Ve škole jste se učili ve fyzice o pohybech; víš však, že kvůli tomu, aby bylo možno používat jednodušších vzorců pro řešení problémů, je třeba skutečné situace zjednodušovat. Pokus se vyřešit problémy, které jsou spojeny s tzv. jízdním řádem. K tomu použij webovské aplikace zvané <http://jizdnirady.idnes.cz/vlakyautobusy/spojeni/>.

- Z Prahy do Varšavy to není daleko a můžeš se tam vypravit vlakem. Najdi přímé spojení bez přesezení z Prahy do Varšavy a také zpátky, zjisti si vzdálenost obou míst po železnici, na mapě najdi všechny zastávky uvedené v jízdním řádu a do náčrtku zakresli trasu vlaků.
- Podobně fungují přímé vlaky z Bratislavy do Varšavy a zpátky. Najdi jen přímá spojení mezi oběma místy, zjisti vzdálenost obou míst po železnici, na mapě najdi všechny zastávky uvedené v jízdním řádu a do téhož náčrtku zakresli trasu vlaků, jedoucích oběma směry.

c) Jak dlouho trvá jízda z Prahy do Varšavy a zpět, z Bratislavy do Varšavy a zpět a jaké průměrné a cestovní rychlosti vlaky dosahují? Dohodneme se, že průměrná rychlost se určuje z doby jízdy, do cestovní se započítá i doba zastávek ve stanicích.

FO56EF4: Přehazovačka na bicyklu

Přehazovačka na starším kole pracuje tak, že talíř, spojený s pedály, na něž působí nohy cyklisty, má 54 zubů a pomocí řetězu se pohyb i síla přenáší na čtyřkolečko na ose zadního kola bicyklu, které mají počty zubů 18, 24, 27 a 30 (počty jsou vhodně zvoleny pro lepší výpočty).

a) Nakresli si podle skutečného bicyklu převod síly a pohybu od pedálu až po kontakt pneumatiky zadního kola s podložkou. Vysvětli princip, jak se tlaková síla nohy na pedál projeví pohybem bicyklu.

b) K čemu slouží přehazovačka na bicyklu a jak lze pomocí počtu sešlápnutí pedálu jednou nohou za minutu odhadnout rychlost pohybu bicyklu? Svou úvahu fyzikálně zdůvodni.

c) Při daném výkonu cyklisty spolu souvisí rychlost pohybu bicyklu a síla, jež udržuje bicykl v pohybu. Vysvětli fyzikální princip své úvahy.

FO56EF5: Převoz součástí mostní konstrukce

Při převážení části mostní konstrukce o délce 32 m a šířce 3,5 m postupoval dopravce tak, že zvolil tahač, na němž byla umístěna přední část, vzadu byla další část tahače, na které ležel druhý konec konstrukce; těžiště konstrukce umístíme v polovině její délky. Hmotnost této konstrukce byla 15 t, hmotnost přední (motorové) části tahače byla 5,0 t, zadní části 2,0 t. Při převozu po vodorovné rovné silnici se tahač dostal k mostu o délce 24 m.

a) Stanov zatížení vozovky přední i zadní částí tahače.

b) Nakresli si schematický náčrtek a vypočítej, jak se změní zatížení na uložení mostu na jednotlivých březích poté, co přední část tahače bude právě uprostřed. Pro zjednodušení nahraď obě části tahače těžištěm.

c) Může se stát, že most při jízdě soupravy nebude zatížen?

d) Prémie: Pokus se načrtnout změny zatížení základů mostu v závislosti na ujeté vzdálenosti těžiště přední části tahače od začátku mostu.

FO56EF6: Artisté nad zemí

Při venkovní produkci použili artisté lehký neohebný duralový žebřík o délce 18 m, který je umístěn vodorovně ve výšce 8,0 m nad povrchem tak, že je svými konci zaháknut ve dvou oporách. Hmotnost žebříku je 36 kg. Artista o hmotnosti 64 kg kráčí po jednotlivých příčkách žebříku, jejichž osy jsou vzdáleny od sebe 30 cm.

a) Jak se mění zatížení úložných háků na upevnění? Popiš nejprve slovy, potom urči hodnoty pro případ, že artista je na začátku, ve čtvrtině, polovině a třech čtvrtinách délky žebříku.

b) Jak by se změnila údaje o zatížení pro případ, kdyby nebyly oba konce žebříku ve stejné výšce?

c) Jak by vypadal graf zatížení jednotlivých konců žebříku při spojitě změně polohy artisty?

FO56EF7: Vzduch v místnosti

Dva bratři – dvojčata Pavel a Petr - sdílejí společný pokoj v rodinném domku. Pokoj má rozměry podlahy 3,6 m x 4,4 m a výšku 2,5 m.

- Odhadni, kolik vzduchu je v místnosti, počítáme-li, že asi 10 % prostoru pokoje nemůže být vzduchem zaplněno.
- Víš-li, že v běžném atmosférickém vzduchu je asi 21 % objemu (23 % hmotnosti) kyslíku, který je nutný pro život, stanov hmotnost kyslíku v místnosti,
- V zimě se stalo, že teplota v místnosti poté, co bylo vypnuto elektrické topení, se snížila za 1 hodinu o 6 °C. Jak velký musí být tepelný výkon radiátoru, aby se teplota udržovala na stálé hodnotě? Pro vzduch $c = 1000 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$.

FO56EF8: Odměrný válec s vodou

Ve skleněném odměrném válci o vnitřním průměru 5,0 cm a o výšce 27,0 cm stojí na dně bukový hranolek o výšce 20,0 cm a hraně 3,0 cm (hustota bukového dřeva je $0,60 \text{ kg}/\text{dm}^3$).

- Kolik nejvýše vody se vejde do prázdného odměrného válce? Jaká bude hmotnost vody ve válci? Jak velkou tlakovou silou bude voda v odměrném válci působit na dno?
- Hranolek vložíme do odměrného válce a začneme přilévat vodu. Popiš děje, které přitom nastanou.
- V jednom okamžiku začne hranolek stoupat vzhůru; vypočti, jaká část výšky hranolku bude pod hladinou vody.
- Jestliže doplníme do odměrného válce vodu až po okraj, urči, jak velkou tlakovou silou bude nyní voda s hranolkem působit na dno.

FO56EF9: Plechový kanystr

Plechový kanystr od jedlého oleje je vyroben z tenkého plechu, takže jeho vnitřní i vnější rozměry nejsou příliš rozdílné. Příčné rozměry stojícího kanystru jsou 250 mm x 120 mm, jeho výška je 350 mm.

- Kolik oleje se do kanystru vešlo?
- Hmotnost prázdného, vymytého kanystru je 400 g, hustota olivového oleje $920 \text{ kg}/\text{m}^3$. Jakou hmotnost má kanystr plný oleje?
- Prázdný kanystr uzavřeme uzávěrem a položíme na hladinu vody ve vaně v koupelně nebo v bazénu na zahradě. Popiš chování kanystru při různých polohách jeho umístění. Pokus opakuj poté, co do kanystru naliješ asi polovinu vody. Nemáš-li kanystr, můžeš experiment provést modelově v kuchyňském dřezu či ve vědru s papírovou krabicí od džusu.

FO56EF10: Po přivalovém dešti

Po přivalovém dešti, který zasáhl město a okolí, zjistili meteorologové, že za hodinu dopadlo na povrch celkem 72 milimetrů srážek.

- Zjisti si, jak se dešť'oměrem (srážkoměrem) měří a co získané výsledky vlastně znamenají.
- Obdélníkové náměstí v tomto městě má rozměry 48 m x 75 m a je lemováno chodníky širokými 2,5 m, mírně skloněnými k vozovce. Odhadni, kolik vody v rámci přivalového deště dopadlo na toto náměstí?
- Kanalizační systém má dvě odtoková potrubí o průměrech 450 mm a vodu odvedl během deště a následující půlhodinky. Odhadni, jakou rychlostí musela voda potrubím odtékat, byly-li skoro vodorovné trubky zaplněny do poloviny své výšky? Proč to nelze určit přesně?

FO56EF11: Městský trolejbus

Městský trolejbus se mezi stanicemi pohybuje podle jízdního řádu tak, že se po dobu prvních 20 s rozjíždí, takže jeho rychlost roste z klidu přímo úměrně s časem, až dosáhne rychlosti 45 km/h. Touto rychlostí se dále pohybuje 40 s a poté začne brzdit, až zastaví za dobu 25 s přímo v následující stanici. Při zkušební jízdě projížděl stejný řidič tuto trasu mezi stejnými dvěma stanicemi, ale rozjížděl se po dobu 25 s až na rychlost 54 km/h, touto rychlostí jel 35 s, než začal brzdit.

- Pro pohyb obou trolejbusů sestroj graf závislosti rychlosti na čase a vypočti pomocí grafu prvního řidiče vzdálenost uvedených dvou nástupních stanic.
- Jaká dráha zbývala řidiči při druhé jízdě do následující stanice?
- Jak musí druhý řidič brzdit, aby zastavil v následující stanici? Jaká doba mu pro brzdění zbývá, aby zastavil dle jízdního řádu? Popiš, jaké důsledky bude mít tato jízda pro cestující.

FO56EF12: Afrika jedním pohledem?

Je možné, aby vědecké pracovník v kosmické stanici viděl najednou celou Afriku? Ověř jeho tvrzení.

- Doplň si své poznatky ze zeměpisu – najdi podle mapy nejvzdálenější body Afriky a zjisti jejich vzdálenost a stanov polohu kosmické stanice nad středem největší vzdálenosti míst.
- Pracuj při výpočtech s kulovým modelem Země, kolem nějž se po vhodné trase pohybuje po trajektorii tvaru kružnice ve výšce h nad povrchem Země kosmická stanice; stanovte její výšku nad povrchem Země, pracujte s kulovým modelem Země o poloměru 6 370 km.

FO56EF13: Měření v elektrickém obvodu

V jednoduchém elektrickém obvodu, určeném k měření odporu rezistorů, je zařazen zdroj o stálém napětí 6,0 V, dále ampérmetr, který se chová jako rezistor s velmi malým odporem, voltmetr, který se chová naopak jako rezistor s velkým odporem, a rezistor, jehož odpor měříme.

- Nakresli tento elektrický obvod a vysvětli, jak odpor zjistíme. Připomeňme, že existují dvě taková zapojení.
- Vysvětli a výpočtem ukaž, v jakém připojení voltmetru k rezistoru získáme přesnější hodnotu odporu, měříme-li rezistor o malé či velké hodnotě odporu?
- Najdeš v odborné literatuře nebo na internetu některou další metodu pro stanovení odporu, rezistoru, aniž bychom museli zvažovat voltmetr?

FO56EF14: Česká mincovní soustava

Experimentální úloha: Urči hmotnost mincí české mincovní soustavy, kterou tvoří: 1 Kč, 2 Kč, 5 Kč, 10 Kč, 20 Kč, 50 Kč; změř rozměry mincí a výpočtem zjisti přibližně objem každé z mincí a následně jejich hustotu. Jsou opravdu mince z toho kovu, na který vzhledem vypadají? Proveď ještě kontrolu pomocí magnetu ve školním kabinetu.

FO53EF15: Měření s rychlovarnou konvicí

Experimentální úloha: Máte-li doma rychlovarnou konvici, odměř 300 mililitrů čisté vody a uveď ji do varu; zapiš údaj času od zapojení do okamžiku vypnutí konvice; potom odměř 600 mililitrů a 900 mililitrů a pokus opakuj. Vodu nech před pokusem odstát v místnosti, aby získala přibližně teplotu, kterou ukazuje teploměr v kuchyni.

a) Zjisti, zda platí přímá úměrnost mezi objemem ohřívání vody a dobou ohřívání; nevyjde-li to, vysvětli. K vysvětlení sestroj vhodný graf. Před pokusem ohřej vodu, abys zahřál konvici na stejnou počáteční teplotu jako při dalších měřeních.

b) Své výsledky podpoř výpočtem tepla, potřebného k ohřátí objemu vody, a elektrické práce, konané během zahřívání (najdi si výkon konvice, uváděný na štítku).

Úlohu můžeš vykonat také ve fyzikální laboratoři, vyučující ti zajisté poradí s pomůckami i provedením měření.