

Úlohy pro 50. ročník fyzikální olympiády, kategorie E, F

Soubor úloh je určen pro soutěžící, kteří navštěvují 8. nebo 9. ročník škol, poskytujících základní vzdělání, a jim odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Budete povinně řešit úlohy, které vám stanoví váš učitel fyziky. Mezi problémy k řešení jsme zařadili také projekty, které můžete řešit.

FO50EF1 Trambusy jedou, jeden předjíždí

Po přímé dvoupruhové silnici jede kolona tří trambusů, každý má délku 18 m, které udržují od sebe stálou vzdálenost 24 m a jedou stálou rychlostí 54 km/h. Dohoní je další trambus o stejné délce 18 m, jedoucí stálou rychlostí 72 km/h. Když se dostane do vzdálenosti 30 m za kolonu, začne předjíždět; operaci předjíždění ukončí poté, až jeho zadní část bude ve vzdálenosti 20 m před čelem kolony.

- Urči, jak dlouho trvá operace předjíždění.
- Jakou dráhu při předjíždění ujede kolona a jakou předjíždějící trambus?
- Ve vzdálenosti asi 1200 m před čelem kolony v protisměru jede osobní automobil stálou rychlostí 90 km/h. Nedojde ke střetu s předjíždějícím trambusem? Jaká nejmenší může být vzdálenost protijedoucího vozidla, aby ho předjíždějící trambus neohrozil?

FO50EF2 Děti kapitána Granta

V knížce Děti kapitána Granta, kterou asi před sto čtyřiceti lety napsal a vydal francouzský spisovatel Jules Verne, je nalezena zpráva v lahvi; ve zprávě je udána zeměpisná šířka $37^{\circ}11'$ j.š., ale údaj o zeměpisné délce chybí. Proto se vydala záchranná výprava z Velké Británie nejprve do Chile, přešla přes Andy, argentinskou Patagonii a nalodila se zpět na doprovodnou loď Duncan. Podle atlasu nebo map Google Earth popište další trasu záchranné výpravy do doby, než dorazila na Nový Zéland.

- Urči souřadnice místa, kde vstoupila výprava na pevninu a po přechodu území se pak zase nalodila na loď Duncan. Urči úhlovou vzdálenost obou míst na povrchu Země.
- Urči délku rovnoběžky označené $37^{\circ}11'$ (nejprve musíš určit v polárním příčném řezu délku poloměru kružnice na povrchu Země, která tuto rovnoběžku znázorňuje).
- Jak velkou část cesty musela expedice projít po pevnině? Jaká část připadá na trasu po oceánech?
- Odhadni, jaká by byla doba trvání cesty kolem světa po uvedené rovnoběžce, jestliže se po oceánech loď pohybovala střední rychlostí 20 uzlů a expedice po pevnině urazila vzhledem k obtížnému terénu v horách průměrně jen 3 km/h?

Poznámka: 1 uzel = 1 námořní míle/h

FO50EF3 Uneseš vzduch z obýváku?

Dva osmáci – Lenka a Petr – se ve škole dozvěděli, že teplý vzduch je lehčí, a proto stoupá vzhůru, studený vzduch je těžší, a proto klesá dolů. Doma se pak dohadovali, zda by každý z nich byl schopen unést vzduch z jejich obýváku. Rozměry obýváku: 4,5 m . 4,0 m . 2,6 m. Lenka tvrdila, že by vzduch určitě unesla, kdyby ho bylo možno načerpat do igelitového pytle, ale musel by to být vzduch lehký (navrhněme teplotu 22°C), Petr zase tvrdil, že on by unesl i vzduch studený o teplotě 10°C . Předpokládejte, že tlak vzduchu v obýváku byl normální.

- Najdi si ve fyzikálních tabulkách hustotu teplého i chladného vzduchu při teplotách uvedených v textu či vyhledej na internetu (můžeš napsat do vyhledávače www.Seznam.cz: hustota suchého vzduchu).
- Urči hmotnost vzduchu v obýváku.
- Urči tíhu vzduchu v obýváku, načerpáme-li ho do igelitového pytle, a posuď, zda se Lenka s Petrem jen nevytahovali.

FO50EF4 Jízda automobilem

Markéta jezdí s maminkou za tetou do městečka, vzdáleného po silnici 65 km; z této trasy jede 25 km v uzavřených obcích střední rychlostí 50 km/h, zbylá část trasy vede mimo obce. Přitom celou cestu zvládnou přesně za hodinu.

- Jakou rychlostí musí jet automobil po trase mimo obce, aby to Markéta s maminkou stihly?
- Jednou však se dostaly mezi sousedními obcemi do kolony vozidel a musely jet rychlostí 50 km/h po trase 10 km. Jaké rychlosti musel potom dosahovat automobil ve zbývajícím úseku mimo obce, aby to Markéta s maminkou stihly opět přesně za hodinu?
- Stalo se však jindy, že se při jízdě mimo obce poškodila pneumatika a výměna za rezervní trvala 12 min. Jakou rychlostí mimo obce musel jet automobil, aby to Markéta s maminkou zase stihly?

FO50EF5 Bezpečné zabrzdění

Řidič ve vozidle, jedoucím stálou rychlostí v_0 po vodorovné přímé vozovce, zpozoruje před sebou překážku (nebo i jen brzdící vozidlo). Řidič reaguje na zrakový signál po době 0,3 s, brzdící systém potřebuje pro zahájení účinného brzdění dalších 0,7 s od sešlápnutí brzdového pedálu; uvedenou dobu 1,0 s nazveme reakční doba. Po tuto dobu jede stále vozidlo dále rovnoměrným pohybem. Poté začne účinně brzdit tak, že každou sekundu může snížit svou rychlost o 5 m/s.

- Urči, jaká doba uplyne od zahájení účinného brzdění po zastavení vozidla při rychlostech 90 km/h a 126 km/h.
- Nakresli do grafu $v(t)$ záznam změn rychlosti od okamžiku zpozorování překážky až do úplného zastavení.
- Z grafu vypočti, jakou dráhu urazí automobil od doby, co řidič zpozoroval překážku, až do úplného zastavení.
- Před několika lety byla snížena povolená nejvyšší rychlost vozidel v uzavřené obci z původních 60 km/h na 50 km/h. Jak se to projevilo na době a dráze nutné k zastavení od okamžiku, co řidič zpozoroval překážku v jízdě až do úplného zastavení? Úlohu vyřeš pomocí grafu $v(t)$.

FO50EF6 Cesta na lodičce

Mírek si vypůjčil z půjčovny loďku a vydal se proti proudu řeky. Proud zde má stálou rychlost 0,4 m/s, pádlváním lze vyvinout stálou rychlost 1,2 m/s loďky oproti klidné vodě.

- Mírek nejprve jel 600 m proti proudu a stejnou vzdálenost zpátky; jak dlouho mu to trvalo?
- Podruhé jel Mírek nejprve 15 min proti proudu a stejnou vzdálenost se vracel, potřetí jel 15 min po proudu a pak se vracel zpátky. Jak dlouho mu to trvalo a v jaké vzdálenosti od půjčovny se musel obrátit?
- Další den si Mírek vypůjčil loďku na dobu 60 min a jel společně s kamarádkou. Jak dlouho a jak daleko mohl plout proti proudu, aby se vrátil zpátky včas, tj. přesně za 60 min?

FO50EF7 Arktický led

Největší plochu mořského ledu představuje ledový příkrov v Arktidě, který dosahuje koncem léta hodnoty 9 000 000 km² a tloušťku 3 m, koncem zimy 12 000 000 km² a tloušťku 5 m. V našem modelovém případě dále předpokládáme, že led bude převážně sladkovodní a že při jeho tání je třeba dodat teplo 330 kJ/kg. V rámci globálního oteplování předpokládají někteří glaciologové, že asi za pět let může ledová pokrývka kolem severního pólu zcela roztát.

- Odhadni, jaký je objem a jaká je hmotnost arktického ledu koncem zimy i koncem léta.
- Urči, kolik tepla musí být dodáno ledu koncem zimy nebo koncem léta, aby zcela roztál.
- Odhadni, o kolik by stoupla hladina světových moří, kdyby zcela roztál arktický ledový příkrov. Svě tvrzení podrobně zdůvodni.

FO50EF8 Malé vodní elektrárny

Malé vodní elektrárny jsou energetickým zdrojem, který tak moc nezatěžuje životní prostředí. Na přehradě Les Království nedaleko Dvora Králové nad Labem je elektrárna s výkonem 1,2 MW, která poskytuje ročně do elektrické sítě 5,2 GWh, na přehradě v Pastvinách v Orlických horách je elektrárna o instalovaném výkonu 3,0 MW a poskytuje ročně též 5,2 GWh.

- Jak dlouho mohou být tyto elektrárny během celého roku v provozu?
- Kolik uhlí o výhřevnosti 12 MJ/kg ušetří za 1 hodinu činnosti malá vodní elektrárna oproti tepelné elektrárně, která získává páru pro turbogenerátory s účinností 36%? Jaká je roční úspora uhlí z obou elektráren (výsledek vyjádři v kg i počtem vagónů – 1 vagón = 40 tun)?
- Vysvětli, proč tyto elektrárny nemohou pracovat na plný výkon po celý rok.

FO50EF9 Sibiřské jezero Bajkal

Sibiřské jezero Bajkal je největší zásobárnou pitné vody na světě – obsahuje 23 000 km³ sladké vody, tolik, co všechna Velká kanadská jezera dohromady. Je také nejhlubším jezerem – 1637 m, jeho rozloha je 31 500 km² a průměrná hloubka 730 m. Napájí ho 336 řek, ale vytéká z něj jen jedna – řeka Angara. Představ si, že některý z rybářů se rozhodne osolit vodu v tomto jezeře, rozsype po hladině 1 kg kuchyňské soli a požádá jezerní královnu o dokonalé rozptýlení soli po celém jezeře. Zjisti, zda v libovolně vybraném vzorku vody o objemu jen 1 cm³ najdeš aspoň jeden iont Na⁺. Je nám známo, že 1 mol NaCl má hmotnost 0,0585 kg a obsahuje 6.10²³ molekul kuchyňské soli, tj. po rozpuštění ve vodě stejný počet dvojic iontů Na⁺ a Cl⁻.

FO50EF10 Práce v laboratoři fyziky

Při laboratorní práci dostali žáci za úkol spojovat rezistory v různých kombinacích. Dostali k dispozici tři rezistory o odporech postupně 20 ohmů, 25 ohmů, 50 ohmů a zdroj o stálém napětí 6,0 V. Vytvoř teoretický projekt pro jejich laboratorní činnost – jaké existují možnosti spojení vždy všech tří rezistorů, jaká napětí mohou na jednotlivých rezistorech při těchto zapojeních změřit, jaký proud jimi prochází a jaký příkon má každý z těchto rezistorů.

FO50EF11 Ohmův zákon neplatí vždycky?

Ke zdroji, jehož napětí jsme měřili kvalitním voltmetrem a získali jsme hodnotu $U_0 = 4,50$ V, připojíme rezistor o odporu 4,0 ohmu. Na ideálním ampérmetru, zapojeném do tohoto obvodu, jsme zjistili proud v obvodu $I_0 = 0,90$ A. Odpory přívodních vodičů i ampérmetru jsou zanedbatelně malé, naopak odpor voltmetru je značně velký.

- Nakresli schéma elektrického obvodu, který jsme k měření použili.
- Vysvětli, proč elektrický proud má hodnotu jen I_0 ?
- Jaký proud bude procházet při zapojení jiného rezistoru o odporu 2,0 ohmu, 1,0 ohmu?
- Jaký proud by obvodem procházel při tzv. krátkém spojení?

FO50EF12 Jízdní kolo jako fyzikální laboratoř (projekt vhodný pro soutěžící z 8. ročníků)

Podívej se na své jízdní kolo očima žáka, který navštěvuje výuku fyziky na základní škole nebo na nižším gymnáziu. Načrtni si konstrukci jízdního kola. Popiš části jízdního kola a fyzikální děje, které se účastní na přenosu síly a pohybu od došlápnutí podrážky obuvi na pedál až po dotyk pneumatiky kola se zemí. Uveď fyzikální veličiny a zákony, které můžeš využít při tomto popisu. Vysvětli význam tzv. přehazovačky. Jestliže frekvence šlapání pravé nohy je 90/min, za jakých podmínek lze dosáhnout nejmenší a za jakých podmínek největší rychlosti přemístování jízdního kola? Při řešení popisuj reálné jízdní kolo (včetně případných experimentů), stanov si sám postup řešení. Napiš stručný protokol, doplněný získanými údaji, tabulkami, výpočty, fotografiemi či obrázky. Neboj se využít informací z internetu (hledej www.Wikipedia.com, heslo bicycle).

FO50EF13 Je míček na stolní tenis kvalitní (experimentální výzkum)?

Stolní tenis vyžaduje nejen dobrého hráče, ale i kvalitní míčky (víme, že mírně naprasklý či ušlápnutý míček se chovají zcela jinak než míček právě koupený). O kvalitě míčku vypovídá jednak jeho dokonalý tvar koule, jednak odrazivé schopnosti. Budeme zjišťovat u 8-10 míčků:

- Průměr míčku (vždy alespoň pět hodnot z různých směrů, určit střední hodnotu průměru).
- Součinitel odrazivosti $k = \sqrt{h_2/h_1}$, kde h_1 je výška, z níž míček uvolníme z ruky a h_2 je výška, do níž míček po odrazu vyskočí. Míček uvolňuj alespoň z pěti různých výšek a urči střední hodnotu součinitele odrazivosti, opakuj u všech míčků; míčky porovnej.
- Předpokládej, že míček pro stolní tenis má hmotnost mezi 2,45 g až 2,53 g. Urči původní polohovou energii E_{p1} vzhledem k odrazové ploše a koncovou polohovou energii E_{p2} , urči jejich rozdíl ΔE_p i podíl $\Delta E_p / E_{p1}$.

Postup měření si zvol, sestav i protokol o měření, včetně vhodných nákrešů a tabulek.

FO50EF14 Domácí kuchyň jako fyzikální laboratoř?

Nejen při výdělečné pracovní činnosti, ale i při domácích pracích si člověk usnadňuje život tím, že se snaží vynakládat co nejmenší sílu a konat co nejmenší práci. K tomu slouží při fyzické námaze tzv. jednoduché stroje. U každého zařízení pak určujeme síly, které působí, a vzdálenosti či úhly, jež rozhodují o poměru působících sil.

- Nejprve si sestav přehled zařízení, které nazýváme jednoduché stroje, urči, na kterých fyzikálních veličinách závisí silová rovnováha.
- Rozhlédni se po vaší kuchyni a vyber alespoň 12 jednoduchých zařízení, jež souvisejí s jednoduchými stroji; nakresli je nebo vyfotografuj. Do obrázků či fotografií znázorni působící síly, místa otáčení (pokud existují) a vzdálenosti, které nám pomohou najít vztahy pro rovnovážnou polohu.
- Ve strojků na maso se nachází tzv. Archimédův šroub; prohlédni si ho a vysvětli princip jeho činnosti. Jak mohli používat ve starověku toto zařízení pro čerpání vody k zavlažování?

FO50EF15 Projekt: Fyzika a sport (projekt vhodný pro soutěžící z 9. ročníků)

V letošním roce proběhly olympijské hry. Při studiu sportovních činností se setkáváme s mnoha jevy, které lze vysvětlit nebo které lze předvídat vhodným použitím fyzikálních zákonitostí. Ve studiu tělesné výchovy a sportu na vysoké škole je dokonce zařazena disciplína Biomechanika tělesných cvičení, která popisuje jednotlivé sporty z hlediska fyzikálního pohledu, tedy fyzikálních modelů. Vyber si některý sport a pokus se popsat ho očima žáka, který absolvoval výuku fyziky na základní škole. V případě, že budeš mít nějaké nedostatky, doplň si své fyzikální poznání studiem učebnic fyziky nebo využij internetu. Na závěr zařaď některé konkrétní hodnoty, jež jsou spojeny s rekordy našich či světových sportovců na letošních olympijských hrách. Doporučujeme témata: Sprinty; Běhy na dlouhé tratě; Plavání; Lyžování; Jízda na kole, ale také sporty zimní - lyžování, bruslení aj. Základní podmínkou pro kladné hodnocení projektu je nejen teoretický pohled, ale i zpracování konkrétních údajů.