59. ročník

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDY

ve školním roce 2017 – 2018

Úlohy pro kategorie E a F

http://fyzikalniolympiada.cz

Hradec Králové 2017

FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA – leták pro kategorie E a F

59. ročník soutěže ve školním roce 2017 – 2018

Předmětovou soutěž Fyzikální olympiáda organizuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků. Soutěž je dobrovolná, probíhá na území České republiky jednotně a řídí se platným organizačním řádem (`http://fyzikalniolympiada.cz/dokumenty/organizacni-rad-fo.pdf`). Kategorie E je určena žákům 9. tříd základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, kategorie F je určena žákům 8. ročníků základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií.

Termíny pro školní rok 2017 – 2018

Ukončení školního kola kategorií E a F:	středa 7. 3. 2018
Okresní kola kategorií E a F:	středa 4. 4. 2018
Krajská kola kategorie E:	pátek 27. 4. 2018

První (školní) kolo soutěže

- Soutěžící mají za úkol vyřešit sedm úloh. Doporučujeme, aby část podle dohody s učitelem odevzdali dříve (např. dvě úlohy do konce roku 2017)
- **Za úspěšného řešitele prvního kola je považován soutěžící, který byl hodnocen v pěti úlohách alespoň 5 body za každou úlohu a zároveň řešil experimentální úlohu** (třeba i neúspěšně).
- Za každou úlohu lze získat nejvýše 10 bodů, bodování jednotlivých kroků nebo částí je uvedeno v autorském řešení, které učitelé získají od referenta FO na škole, případně od okresní komise FO (v případě potřeby je možné se obrátit i na krajskou nebo ústřední komisi).
- Plný počet bodů dostává řešitel, jestliže je úloha či její část řešena zcela bez chyb, nebo se v řešení vyskytují pouze drobné formální nedostatky, při neúplném nebo nesprávném řešení je přidělena odpovídající část bodů. Protokol o řešení má obsahovat fyzikální vysvětlení, z něhož jasně vyplývá myšlenkový postup při řešení daného problému.
- Řešení úloh prvního kola opraví učitel fyziky společně s referentem FO na škole. Referent navrhne úspěšné řešitele k postupu do druhého (okresního) kola a odešle opravené úlohy všech řešitelů společně s návrhem postupujících příslušné okresní komisi FO.

Druhé (okresní) kolo soutěže

- Druhé kolo se uskuteční v místě určeném příslušnou okresní komisí FO.
- O zařazení řešitele do druhého kola soutěže rozhodne okresní komise FO po kontrole opravených úloh školního kola a sjednocení klasifikace.
- Pozvánku do druhého kola soutěže dostanou soutěžící prostřednictvím školy.
- Ve druhém kole je úkolem soutěžících vyřešit čtyři teoretické úlohy, které zajišťuje jednotně pro celou republiku ústřední komise FO.

Třetí (krajské) kolo soutěže kategorie E

- Do třetího kola, které je organizováno pouze v kategorii E, jsou vybráni nejlepší účastníci druhého kola; o jejich zařazení rozhoduje pořadatel třetího kola (většinou krajská komise FO) a žáci jsou pozváni prostřednictvím školy.

Kontakty a podpora on-line

Texty úloh všech kol soutěže a po ukončení kol i instruktážní řešení lze nalézt on-line na stránkách soutěže: `fyzikalniolympiada.cz`. Tam lze také najít diskusní fórum a seznam adres krajských komisí FO s odkazy na jejich internetové stránky. V případě potřeby nás můžete také kontaktovat e-mailem na adrese `fo@uhk.cz`.

Pokyny a doporučení pro vypracování úloh

- Na každý list napište své jméno, příjmení, školu, třídu, kategorii, číslo řešené úlohy a stránku protokolu o řešení.
- Texty zadání úloh neopisujte, vysvětlete však použité označení, k označení veličin používejte obvyklé značky, které užíváte ve výuce fyziky.
- Řešení úloh pište čitelně a úhledně.
- Nezapomeňte, že z protokolu musí být jasný myšlenkový postup při řešení úlohy. Naučte se, že podat dobrou zprávu o řešení problému je stejně tak důležité jako jeho vyřešení.
- Úlohy řešte pokud možno nejprve obecně, potom dosaďte číselné hodnoty.
- Nezapomínejte, že číselná hodnota fyzikální veličiny je vždy doprovázena jednotkou. Uvědomte si, že ve fyzice pracujeme často s čísly, která neznáme přesně; výsledek je proto třeba zaokrouhlovat s ohledem na přijatelný počet platných míst daných veličin.

Tematické okruhy

Kvůli různorodosti ve školních vzdělávacích programech zadáváme pro školní kolo kategorií E a F společně sadu úloh, z nichž učitel fyziky nebo předmětová komise vybere 7 úloh pro každou kategorii podle učiva, které bude ve škole probráno a procvičeno do konce února. Vyšší kola soutěže (okresní, krajská) mají v celé republice jednotné zadání a je pro ně nutné stanovit závazná témata:

kategorie F:	mechanika (pohyby, síly, práce, výkon, energie)
	hydromechanika (statika a dynamika kapalin, aerostatika)
	termika (výměna tepla, teplo a práce, změny skupenství)
	optika (jen paprsková optika – geometrická řešení)
kategorie E:	k výše uvedeným závazným tématům připojíme oblast
	elektřina (stejnosměrný proud, obvody, účinky proudu)

Přejeme vám hodně zdaru a radosti při řešení fyzikálních úloh!

V Hradci Králové, srpen 2017 Ústřední komise FO ČR

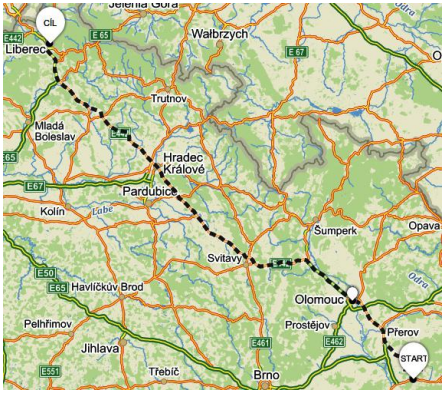
Úlohy 1. kola 59. ročníku Fyzikální olympiády

Databáze pro kategorie E a F

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9{,}8\,\mathrm{N/kg} = 9{,}8\,\mathrm{m/s^2}$ a hustotu vody $\varrho = 1\,000\,\mathrm{kg/m^3} = 1\,\mathrm{g/cm^3}$.

FO59EF1–1: Na trase Zlín–Liberec

Trasa ze Zlína do Liberce přes Olomouc a Hradec Králové měří $s = 300\,\mathrm{km}$.



a) Pan Horák vyjel ze Zlína v čase $t_\mathrm{H} = 16{:}00\,\mathrm{h}$ s nákladním automobilem průměrnou rychlostí $v_\mathrm{H} = 40\,\mathrm{km/h}$. V čase $t_\mathrm{N} = 17{:}30\,\mathrm{h}$ za ním vyjel pan Novák osobním automobilem s průměrnou rychlostí $v_\mathrm{N} = 55\,\mathrm{km/h}$. Jak daleko od Zlína se setkali? Poblíž kterého většího města to bylo?

b) Současně s panem Horákem vyjel v čase 16:00 h opačným směrem po trase z Liberce do Zlína pan Skalák a se svým vozem se pohyboval průměrnou rychlostí 50 km/h. Kdy a jak daleko od Liberce se potkal s panem Horákem?

c) Nakreslete do jednoho grafu pohyb všech tří automobilů v závislosti na čase a z grafu odečtěte časy i místa setkání z částí a) a b). Kdo dojede do cíle nejdříve?

FO59EF1–2: Mezi stanicemi

Vlak se rozjíždí po dobu $t_1 = 3{,}00\,\mathrm{minuty}$ tak, že jeho rychlost se rovnoměrně s časem zvyšuje až dosáhne hodnoty $v = 64{,}8\,\mathrm{km/h}$. Dále se vlak pohybuje v úseku dlouhém $s_2 = 5\,400\,\mathrm{m}$ stálou rychlostí. Brzdit začíná ve vzdálenosti $s_3 = 1\,350\,\mathrm{m}$ před další stanicí, tak aby zastavil přesně v ní. Při brzdění se jeho rychlost rovnoměrně s časem zmenšuje.

a) Jakou dráhu urazil vlak během rozjíždění?

b) Jaká byla doba jízdy vlaku na prostředním a na posledním úseku?

c) Určete celkovou dráhu a celkovou dobu jízdy vlaku.

d) Vypočítejte průměrnou rychlost vlaku.

e) Nakreslete graf závislosti rychlosti vlaku na čase.

FO59EF1–3: Výlet lodí

Dva přátelé jedou kanoí po řece proti proudu na výlet do místa vzdáleného $s = 10\,\mathrm{km}$, kde si udělají přestávku a pak jedou po proudu zase zpátky. Cesta tam trvala $t_1 = 4{,}0\,\mathrm{hodiny}$, cesta zpátky $t_2 = 1\,\mathrm{hodinu}$ a $40\,\mathrm{minut}$.

a) Jakou rychlost v_1 má proud v řece? Jakou rychlostí v_2 by jeli přátelé v klidné vodě?

b) Jak dlouhou dobu Δt trvala přestávka, když průměrná rychlost celého výletu byla $v_\mathrm{p} = 3{,}0\,\mathrm{km/h}$?

c) Po roce přátelé výlet opakovali. Vše probíhalo stejně, ale v polovině zpáteční cesty jeden kamarád zlomil pádlo a rychlost loďky v_2 tak klesla na polovinu. Jak se změnila doba cesty tam a zpět (včetně přestávky)?

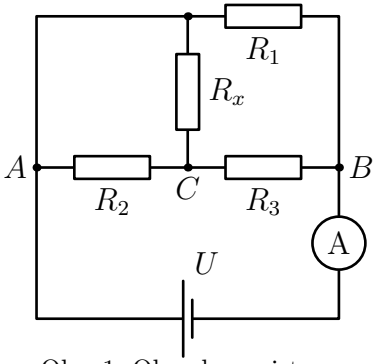
FO59EF1–4: Obvod s rezistory

V obvodu na obr. 1 mají rezistory odpor $R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 200\,\Omega$ a $R_3 = 300\,\Omega$ a napětí zdroje je $U = 9{,}75\,\mathrm{V}$.

a) V jakých mezích se budou měnit hodnoty ampérmetru, budou-li se hodnoty odporu R_x měnit od hodnoty $0\,\Omega$ (zkrat) do nekonečna (přerušení spojení)?

b) Jaký proud ukazuje ampérmetr pro hodnotu odporu $R_x = 140\,\Omega$?

Ampérmetr považujte za ideální se zanedbatelným odporem.



Obr. 1: Obvod s rezistory

FO59EF1–5: Plavčík sleduje teplotu vody

Plavčík si všiml, že za slunečného dne, kdy slunce svítilo po dobu $\tau = 10\,\mathrm{hodin}$, se v bazénu o hloubce $h_1 = 2{,}5\,\mathrm{m}$ zvýšila teplota oproti oblačnému dni. V brouzdališti, které má stejné rozměry jako bazén, ale hloubku jen $h_2 = 0{,}40\,\mathrm{m}$, se teplota zvýšila o $\Delta t_2 = 11\,°\mathrm{C}$.

a) Jak velké teplo musí dodat sluneční záření na každý m^2 plochy na toto zvýšení teploty?

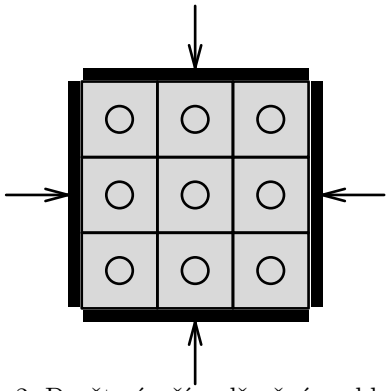
b) Jak se ten den zvýšila teplota vody v bazénu?

c) Jak velká část energie záření se odrazila od vodní hladiny, jestliže výkon slunečního záření, které během jasného letního dne dopadá na zemský povrch, odhadneme na $950\,\mathrm{W}$ na $1\,\mathrm{m}^2$? Výsledek vyjádřete v procentech.

Měrná tepelná kapacita vody je $c = 4{,}2\,\mathrm{kJ/(kg \cdot °C)}$.

FO59EF1–6: Devět závaží

Devět závaží ze stejného materiálu, každé má hmotnost $m = 1{,}0\,\mathrm{kg}$ a tvar hranolu se čtvercovou podstavou, je k sobě přitlačováno dřevěným obložením ze všech stran stejnou silou (pohled seshora je na obr. 2). Chceme-li pomalu vytáhnout směrem nahoru prostřední závaží, musíme působit nejméně silou o velikosti $F_1 = 170\,\mathrm{N}$; chceme-li vytáhnout z dřevěného obložení všechna závaží najednou, musíme působit nejméně silou o velikosti $F_2 = 750\,\mathrm{N}$.



Obr. 2: Devět závaží v dřevěném obložení

a) Určete velikost síly tření F_{t1} mezi závažími navzájem.
b) Určete velikost síly tření F_{t2} mezi dřevěným obložením a závažím.
c) Jakou nejmenší sílu F_3 bychom potřebovali na vytažení bočního závaží a jakou nejmenší sílu F_4 bychom potřebovali na vytažení rohového závaží?

FO59EF1–7: Vlak jede do kopce

Na trati číslo 183 musí vlaky na úseku dlouhém $s = 30\,\mathrm{km}$ vystoupat ze stanice Petrovice nad Úhlavou o nadmořské výšce $h_1 = 440\,\mathrm{m\,n.m.}$ do stanice Špičák o nadmořské výšce $h_2 = 840\,\mathrm{m\,n.m.}$ Nákladní vlak tažený lokomotivou řady 750 „Brejlovec“ o hmotnosti $m = 75\,\mathrm{t}$ ujede celý úsek za čas $t_1 = 45\,\mathrm{min}$ a motor lokomotivy vyvíjí průměrnou tažnou sílu $F = 72\,\mathrm{kN}$.

a) Jaký je výkon lokomotivy?
b) Kolik plně naložených vagónů o hmotnosti $m_1 = 50\,\mathrm{t}$ je zapojeno za lokomotivou, jestliže se na získanou polohovou energii vlaku využije jen $\eta = 61\,\%$ výkonu?
c) Kolik plně naložených vagónů o hmotnosti $m_1 = 50\,\mathrm{t}$ můžeme za lokomotivu zapojit při stejné účinnosti a výkonu, jestliže má vlak projet úsek trati za dobu $t_2 = 38\,\mathrm{minut}$?

FO59EF1–8: Na plný plyn

Při spálení jednoho litru benzínu se uvolní teplo $Q_1 = 38\,\mathrm{MJ}$. V osobním automobilu se z toho využije na jeho pohyb 16 %. Při jízdě na plný plyn je maximální výkon automobilu $P_1 = 52\,\mathrm{kW}$ a přitom je jeho rychlost $v_1 = 160\,\mathrm{km/h}$. Při rychlosti $v_2 = 100\,\mathrm{km/h}$ je potřebný výkon pouze $P_2 = 12\,\mathrm{kW}$. Určete:

a) užitečnou energii, získanou z 1 litru benzínu;

b) tažnou sílu motoru a spotřebu benzínu na 100 km při jízdě na plný plyn i při jízdě rychlostí 100 km/h.

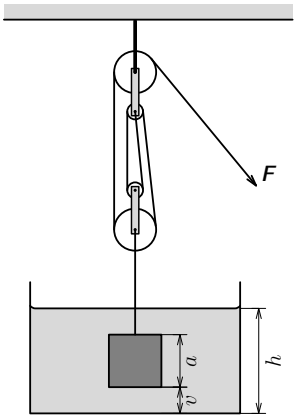
FO59EF1–9: Ponorný vařič

Ponorným vařičem o příkonu $P = 1\,000\,\mathrm{W}$, připojeným ke zdroji elektrického napětí $U = 230\,\mathrm{V}$, by se voda o hmotnosti $m = 2{,}00\,\mathrm{kg}$ ohřála v kalorimetru z teploty $t_1 = 20{,}0\,^\circ\mathrm{C}$ na teplotu $t_2 = 100\,^\circ\mathrm{C}$ za dobu τ.
V okamžiku, kdy se voda ohřála teprve na teplotu $t_3 = 60{,}0\,^\circ\mathrm{C}$, pokleslo elektrické napětí zdroje na $U_1 = U/2$. V důsledku toho se o ohřátí vody na teplotu varu $t_2 = 100\,^\circ\mathrm{C}$ prodloužilo na dobu τ_1.

a) Jaká byla původní doba ohřevu vody τ?
b) Jaká byla prodloužená doba ohřevu vody τ_1?
c) Jaký je poměr časů τ_1/τ?

FO59EF1–10: Zvedání krychle kladkostrojem

Ocelová krychle o straně $a = 20\,\mathrm{cm}$ a hustotě $\varrho = 7{,}8\,\mathrm{g/cm^3}$ leží na dně nádoby, ve které je voda, jejíž hladina je ve výšce $h = 1{,}0\,\mathrm{m}$ ode dna. Krychli chceme zvednout kladkostrojem se čtyřmi kladkami tak, aby její spodní strana byla ve výšce $h = 1{,}0\,\mathrm{m}$ nad hladinu vody (obr. 3). Na zvedání kladkostroje bez břemena je potřeba (také díky tření) síla $F_\mathrm{t} = 55\,\mathrm{N}$, hmotnost kladek neuvažujte.

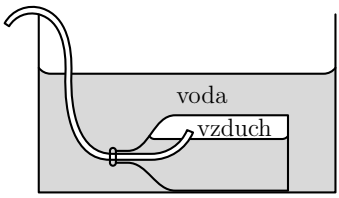


Obr. 3: Zvedání krychle kladkostrojem

a) Jakou silou F_1 musíme působit na konci provazu kladkostroje při rovnoměrném zvedání krychle, dokud se nachází celá krychle pod vodou?
b) Jakou silou F_2 musíme působit na konci provazu kladkostroje při rovnoměrném zvedání krychle, která je celá nad vodou?
c) Nakreslete graf závislosti síly F, která působí na konci provazu kladkostroje, na výšce v spodní strany krychle nade dnem nádoby. Změnu výšky hladiny v nádobě zanedbejte.

FO59EF1–11: Experimentální úloha
Zvedání potopené láhve

Úkol: Do láhve ponořené pod vodou (obr. 4) postupně vhánějte vzduch, až vyplave k hladině.
Pomůcky: skleněná láhev o vnitřním objemu okolo 1 l (např. od sirupu), hadička (nebo několik spojených slánek), větší nádoba nebo vana, voda, váhy (např. kuchyňské).



Obr. 4: Láhev pod vodou

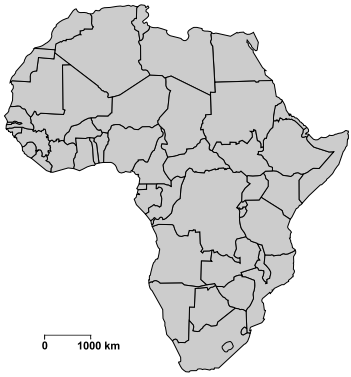
Postup:

a) Obstarejte si prázdnou skleněnou láhev, na vahách zjistěte její hmotnost. Dovnitř láhve prostrčte hadičku (nebo spojené slánky) a pomalu foukejte do lahve vzduch. Zjistěte, jak velká musí být vzduchová bublina v láhvi, aby vyplavala k hladině.
b) Pokuste se velikost bubliny z části a) odhadnout výpočtem. Potřebné konstanty zjistěte v Tabulkách pro ZŠ nebo na internetu a výsledek porovnejte s měřením z části a).
c) Navrhněte potápěčům způsob, jak vyprostit vrak potopené lodi.

FO59EF1–12: Experimentální úloha
Měření délky pomocí provázku a pravítka

Pomocí pravítka a tenkého provázku (a nebo niti) změřte ve vhodných jednotkách:

a) délku svého jména a příjmení napsaných vedle sebe rukou na papír;
b) obvod listů 3 různých druhů listnatých stromů z okolí svého domova nebo školy;
c) délku pobřeží Afriky (bez ostrovů) v km pomocí mapy světa ve školním atlase s měřítkem 1:80 000 000 a pomocí mapy tohoto kontinentu v měřítku 1:40 000 000.



Zapište postup měření a přehledně i jeho výsledky. Ve všech případech odhadněte přesnost měření a rozhodněte, které z měření b) a c) dává přesnější výsledek. Při odhadu chyby porovnejte velikost nejmenšího dílku stupnice pravítka a celkovou naměřenou délku, v části c) využijte znalosti ze zeměpisu, popř. údaje zjištěné v encyklopediích nebo na internetu.

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Martin Kapoun, Richard Polma, Jindřich Pulíček a Lukáš Richterek ve spolupráci s autorem úloh Janem Thomasem. Autorem jedné experimentální úlohy je Monika Hanáková (FO SR). V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie, serverů `mapy.cz`, `pixabay.com` a `pritel-brejlovec.blog.cz`.

Sázeno systémem XƎLaTeX