

Úlohy 1. kola 64. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2022/2023

Databáze pro kategorie E a F

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9,8 \text{ N/kg} = 9,8 \text{ m/s}^2$ a hustotu vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$.

FO64EF1-1: Zapomnětlivý táta

J. Thomas

Rodina Nováková – tatínek a maminka s malou Lucinkou v kočárku – vyrazila na nedělní výlet. Poté, co ušli vzdálenost $s = 1600 \text{ m}$, začala Lucinka plakat a chtěla nakrmit. Ukázalo se, že táta zapomněl láhev s pitím doma. Musel se proto rozběhnout zpátky domů rychlostí $v_1 = 12 \text{ km/h}$, vzít připravenou láhev a stejnou rychlostí běžet za maminkou s dítětem. Maminka zatím pokračovala v cestě rychlostí $v_{m1} = 4,0 \text{ km/h}$.



a) Lucinka přestala plakat, jakmile uviděla láhev s mlékem. Jak dlouho plakala? Jak daleko byla rodina v době krmení od domova?

Po nakrmení rodina pokračovala dál v cestě. Když ušli vzdálenost $d = 400 \text{ m}$, dítě začalo znovu plakat a ukázalo se, že rezervní plenky na přebalení v kočárku den předtím při dešti zvlhly. Tatínek se tedy musel znovu vrátit domů pro suchou plenku. Protože už byl unavený, běžel směrem domů tentokrát jen rychlostí $v_2 = 10 \text{ km/h}$ a zpátky, s plenkami pod paží, rychlostí $v_3 = 7,0 \text{ km/h}$.

b) Jak dlouho musela Lucinka čekat na čisté plenky, když maminka hned otočila kočárek směrem k domovu a šla rychlostí $v_{m2} = 3,0 \text{ km/h}$ tatínkovi naproti? Jak daleko od domova byla rodina při přebalování?

FO64E1-2: Tři automobily

J. Thomas

Na krátkém úseku silnice mezi 30. a 35. kilometrem byl pomocí dronu sledován pohyb tří automobilů v krátkém časovém úseku. Údaje o poloze automobilů a časech, kdy se v dané poloze nacházely, jsou uvedeny v tabulce a pro každý automobil jsou vyznačeny jinou barvou. Rychlosti automobilů jsou stále.



Pomocí grafu závislosti vzdálenosti na času určete rychlosti všech tří automobilů a také místa a časy, kdy se automobily navzájem míjí nebo předjíždějí. Na silnici je dostatek jízdních pruhů, takže se automobily nesrazí.

čas	8:45:00	8:45:10	8:45:30	8:45:40	8:46:00	8:46:40	8:46:40
x/km	34,4	32,6	31,4	33,6	32,0	32,4	33,2

čas	8:46:50	8:47:00	8:47:20	8:47:40	8:47:40	8:47:50	8:48:10
x/km	33,0	32,0	33,6	31,2	33,6	34,2	33,8

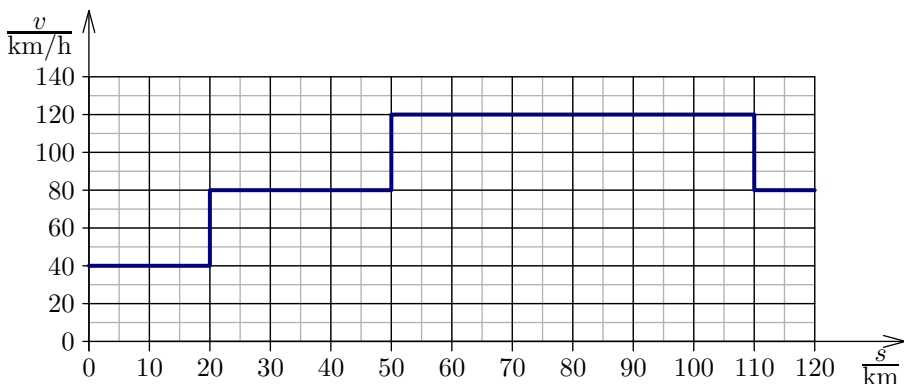
FO64EF1-3: Průměrná rychlost

J. Thomas

Na obr. 1 je znázorněna závislost rychlosti automobilu na ujeté vzdálenosti. Pomocí tohoto grafu určete:

- dobu jízdy na každém úseku;
- průměrnou rychlost na celé trati;
- průměrnou rychlost na první polovině dráhy;
- průměrnou rychlost za první polovinu celkového času.

Doba potřebná na změnu rychlosti je malá v porovnání s dobou jízdy na daném úseku.



Obr. 1: K zadání úlohy FO64EF1-3

FO64EF1-4: Pohon automobilů

J. Thomas

Pro lepší ochranu životního prostředí jsou v posledních letech nabízeny jednak automobily, které používají jako palivo stlačený vodík, jednak elektromobily.

- Podle dokumentace může baterie jednoho elektromobilu uchovávat energii až 80 kWh. Jaká je průměrná spotřeba energie takového automobilu na 100 km, jestliže výrobce udává maximální dojezd 450 km?
- Při jedné jízdě poklesl náboj baterií z 90 % na 10 %. Účinnost nabíjení baterie je 92 %. Kolik stála jízda, jestliže 1 kWh v nabíjecí stanici stála 15 Kč? Jakou vzdálenost elektromobil ujel, uvažujeme-li průměrnou spotřebu energie?
- Zásobník auta poháněného spalováním vodíku obsahuje 5,6 kg vodíku. Dojezd auta s touto spotřebou je 590 km. Na výrobu 1 kg vodíku elektrolýzou je potřeba dodat elektrickou energii 45 kWh. Vypočítejte množství energie spotřebované při ujetí vzdálenosti 100 km a porovnejte ji s výsledkem části a).



FO64EF1-5: Zpožděné Pendolino

Vlak SC 512 Pendolino podle jízdního řádu vyjíždí z Ostravy hl. n. v 7:07, v Praze hl. n. je v 10:32 a do Chebu přijíždí ve 13:26. Z Ostravy do Prahy urazí vzdálenost $s_1 = 356$ km, z Prahy do Chebu vzdálenost $s_2 = 213$ km.

- Jakou průměrnou rychlostí urazí úsek Ostrava–Praha, Praha–Cheb i trasu z Ostravy do Chebu?
- Jednou mělo Pendolino v Praze 10 min zpoždění, ale i přesto dojel spoj do Chebu včas podle jízdního řádu. Jaká musela být v takovém případě průměrná rychlost v úseku Praha–Cheb?
- Jaké může mít spoj SC 512 maximální zpoždění v Praze, aby do Chebu dojel včas, jestliže je v úseku Praha–Cheb po modernizaci trati maximální průměrná rychlost $v = 90$ km/h?



Dobu zastávek v jednotlivých stanicích neuvažujte.

FO64EF1-6: Kon-Tiki

Před 75 lety, 28. dubna 1947, vyplul legendární norský etnolog a dobrodruh Thor Heyerdahl s pěti dalšími lidmi na balzovém voru Kon-Tiki z peruánského přístavu Callao do Polynésie. Přestože 7. srpna, po asi 4 300 námořních mílech a 101 dnech, ztroskotali na korálovém útesu Raroia severovýchodně od Tahiti, dokázal, že i v dávných dobách mohli lidé přes oceány cestovat.



- Určete průměrnou rychlost voru v km/h. Námořní míle odpovídá vzdálenosti 1,852 km.
- Vor byl postaven z balzového dřeva o hustotě $\rho_1 = 0,15$ g/cm³. Byl dlouhý 13 m, široký 5,5 m a vysoký 60 cm. Považujte ho za kvádr a vypočítejte objem i hmotnost voru.
- Na voru byla postavena dřevěná chatička pro ukrytí zásob a posádky. Celkový náklad voru byl 2,4 t. Jak hluboko se vor ponořil do mořské vody při plné zátěži, je-li hustota mořské vody $\rho_2 = 1,02$ g/cm³?
- Každý člen posádky spotřeboval denně 0,5 kg potravin a 1,5 litru pitné vody. Jak dlouho byl vor na cestě, když se ukázalo, že se hloubka ponoru voru zmenšila o 1 cm?

J. Thomas

FO64EF1-7: MVE Polka

Technická památka malá vodní elektrárna Polka poblíž Horní Vltavice vznikla přestavbou vodního mlýna a do provozu byla uvedena roku 1913. Voda je přiváděna náhonem z Teplé Vltavy tak, že v místě elektrárny má voda spád $h = 18$ m. V elektrárně jsou instalovány dvě Francisovy turbíny s výkonem $P_1 = 150$ kW a $P_2 = 300$ kW. MVE ročně vyrobí kolem $E = 1,38$ GWh elektrické energie.



L. Richterek

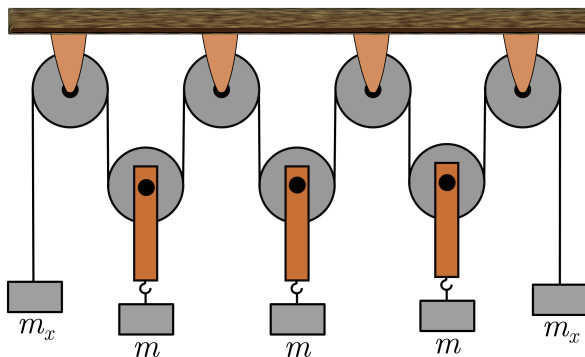
- Jaký průtok vody náhonem v m^3/s je potřeba na plný výkon každé z turbín i celé elektrárny?
- Kolika dnům provozu na plný výkon odpovídá roční produkce elektrické energie?
- Podle provozovatele elektrárna ročně pokryje spotřebu asi 500 domácností. Jaká je průměrná roční spotřeba jedné domácnosti? Kolik by za energii jedna domácnost zaplatila při průměrné ceně 11 Kč za 1 kWh?

FO64EF1-8: Kladky a závaží

J. Thomas

Na obr. 2 je nakreslena soustava čtyř pevných a tří volných kladek, spojených pevnou, lehkou nití. Na niti jsou zavěšena závaží a soustava je v rovnováze. Hmotnost každého ze tří prostředních závaží je $m = 1 \text{ kg}$.

- Jaká je hmotnost krajních závaží m_x , je-li hmotnost kladek zanedbatelná? Jakou silou F_1 působí na strop závěs každé pevné kladky?
- Jaká by musela být hmotnost krajních závaží m_y v případě, kdy hmotnost každé kladky je $m_k = 0,5 \text{ kg}$ a soustava byla přitom v rovnováze? Jakou silou F_2 nyní působí na strop závěs každé pevné kladky?



Obr. 2: K zadání úlohy FO64EF1-8

FO64E1-9: Lázeňské prameny

L. Richterek

Pan Dlabáček vyrazil do Karlových Varů a chtěl vyzkoušet minerální prameny. S kelímkem o objemu $V = 120 \text{ ml}$ se vydal na kolonádu. Protože prameny jsou teplé, vzal si s sebou také PET lahev s vodou o pokojové teplotě $t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$.

- U Skalního pramene o teplotě $t_2 = 48 \text{ }^\circ\text{C}$ napustil polovinu kelímku a druhou polovinu dolil vodou z PET lahve. Jaká byla výsledná teplota vody v kelímku?
- Podobně u pramene Rusalka naplnil třetinu kelímku z pramene a dvě třetiny dolil z PET lahve, výsledná teplota vody v kelímku byla $t_3 = 32 \text{ }^\circ\text{C}$. Jakou teplotu má pramen Rusalka?



- c) Nejteplejší Vřídlo má teplotu $t_4 = 72\text{ }^\circ\text{C}$. Kolik si má pan Dlabáček napustit do kelímku a kolik vody dolít z PET lahve, aby výsledná teplota vody v kelímku byla $t_5 = 36\text{ }^\circ\text{C}$?

Ztráty tepla do okolí neuvažujte.

FO64E1-10: Hromosvod

Na vodiče hromosvodu se používají slitiny hliníku (označované AlMgSi). Svod na domě má průřez $S = 50,0\text{ mm}^2$ a délku $l = 30\text{ m}$. Jeden metr vodiče ze stejného materiálu o průřezu $S_1 = 1,0\text{ mm}^2$ a délce $l_1 = 1,0\text{ m}$ má elektrický odpor $R_1 = 0,028\ \Omega$. Při úderu blesku procházel hromosvodem nejprve po dobu $\tau_1 = 1,0\text{ ms}$ proud $I_1 = 100\text{ kA}$ a pak po dobu $\tau_2 = 1,0\text{ s}$ proud $I_2 = 1\ 000\text{ A}$.

- Jaký je elektrický odpor hromosvodu?
- Jaké teplo se v něm uvolnilo při průchodu blesku?
- O kolik $^\circ\text{C}$ se zvýšila teplota hromosvodu při úderu blesku?
- Jaké množství vody by se ohřálo z teploty $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ na $t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$, kdybychom uměli tuto energii využít?

Vodič považujte za čistý hliník. Měrná tepelná kapacita hliníku je $c_1 = 900\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, vody $c_2 = 4\ 200\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, hustota hliníku je $\rho_1 = 2\ 700\text{ kg}/\text{m}^3$.

FO64EF1-11 (experimentální úloha): Objem kapky

Úkol: co nejpřesněji určit objem jedné kapky v různých případech

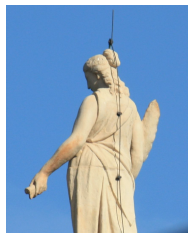
- Navrhněte vhodnou metodu, jak určit objem kapky vody. Měření proveďte alespoň 5×, spočítejte průměrnou hodnotu objemu kapky.
- Stejnou metodou změřte objem kapky horké vody, objem kapky vody se saponátem a objem kapky jiné kapaliny než vody. Měření proveďte opět alespoň 5× pro každý případ, spočítejte vždy průměrnou hodnotu objemu kapky a hodnoty porovnejte. Diskutujte možné příčiny rozdílů.

FO64EF1-12 (experimentální úloha):

Určování vzdálenosti krokoměrem

Zdravý člověk by měl denně ujít alespoň 10 000 kroků. V dnešní době existuje řada pomůcek na průběžné zaznamenávání počtu kroků, uražené vzdálenosti a odhadu odpovídající energetické spotřeby (krokoměry, chytré hodinky, aplikace pro smartphony, např. Krokoměr). V případě mobilu by mělo stačit umístit přístroj do kapsy kalhot, batohu nebo ho držet v ruce. Před použitím je v aplikaci většinou nutné nastavit délku kroku, případně výšku postavy, hmotnost a podobné údaje.

J. Thomas



V. Koudelková



M. Hanáková



Pomůcky: vhodné délkové měřidlo (pásma), mobil/smartphone/tablet nebo krokoměr nebo chytré hodinky

- a) Zjistěte průměrnou délku svého kroku při chůzi např. v místnosti, na chodbě s dlažbou nebo na chodníku, kde můžeme ušlou vzdálenost snadno změřit. Průměrnou délku kroku zadejte do příslušné aplikace.
- b) Důležitým prvkem při měření je nastavení citlivosti daného přístroje, tj. předpoklad, že přístroj zaznamenává všechny naše kroky. Vyzkoušejte, zda se počet kroků určený aplikací shoduje s jejich skutečným počtem, který vykonáte při chůzi. Pokud nezaznamenává všechny, je třeba zvýšit jeho citlivost, resp. vyzkoušet umístění mobilu či krokoměru na jiném místě těla.
- c) Po nastavení parametrů (např. v aplikaci Krokoměr) vyzkoušejte určení délky místnosti nebo budovy krokováním. Výsledek porovnejte s měřením pomocí vhodného délkového měřidla (pásma, dřevěná tyč s určitou délkou, mapa se známým měřítkem). Zamyslete se, co ovlivňuje přesnost odhadu krokováním.
- d) Jaká vzdálenost odpovídá doporučené denní dávce 10 000 kroků?
- e) Kolik kroků odpovídá přechodu Česka po základních variantách severní a jižní stezky Via Czechia (<https://viaczechia.cz>)?

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Dagmar Kaštilová, Věra Koudelková, Michaela Krížová, Richard Polma, Jindřich Pulíček, Miroslav Randa a Lukáš Richterek. Úlohy 5 a 12 jsou upraveny podle námětů z FO SR. V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie a komunity pixabay.com.