

Úlohy 1. kola 63. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2021/2022

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 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$.

FO63EF1-1: Závody automobilů

V závodech automobilů na 240 km sledoval pan Novák dva vozy svých kamarádů. Průměrná rychlost vozu č. 1 byla 100 km/h. Vůz č. 2 ujel polovinu trati za 1,0 h, ale kvůli problémům s motorem druhou polovinu trati projel s průměrnou rychlostí 90 km/h. Který vůz byl v cíli dříve a o kolik minut?



FO63EF1-2: Běžec a cyklistka

Běžec Adam každý den absolvuje dvanáctiminutový tréninkový běh. Začíná běžet rychlostí $v_1 = 3,5 \text{ m/s}$ a každé tři minuty zvýší svou rychlost o $0,5 \text{ m/s}$. Na konci prvního úseku běžce předjíždí cyklistka Eva, která jede stálou rychlostí $v_e = 4,2 \text{ m/s}$.



- Jak dlouhé jsou jednotlivé tréninkové úseky? Kolik metrů Adam celkem uběhne?
- V jaké vzdálenosti od místa startu Adam Evu dohoní?
- Jaká vzdálenost bude mezi Adamem a Evou, když běžec svůj běh dokončí?
- Jaká vzdálenost byla mezi Adamem a Evou, když běžec začínal svůj běh? Eva už v té době jela na svém kole.

FO63EF1-3: Pájka

Cínová pájka (pájecí drát) obsahuje 40 % hmotnosti olova a zbytek cínu. Olověná pájka obsahuje 40 % hmotnosti cínu a zbytek olova.

- Jaký je objem olova a jaký je objem cínu v jednom kilogramu cínové a v jednom kilogramu olověné pájky?
- Jaká je hustota ρ_1 cínové a jaká je hustota ρ_2 olověné pájky?
- Jaká bude hustota ρ_{v1} cínové a jaká bude hustota ρ_{v2} olověné pájky, jestliže místo 40 % hmotnosti použijeme 40 % objemu olova (v případě cínové pájky) nebo 40 % objemu cínu (v případě olověné pájky)?



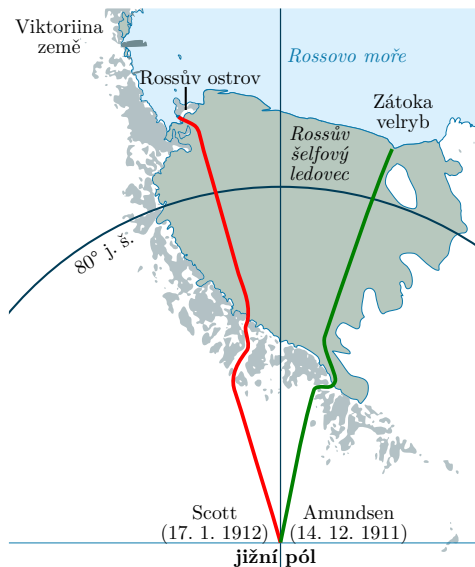
Hustota cínu je $\rho_{\text{Sn}} = 7,3 \text{ g/cm}^3$, hustota olova $\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \text{ g/cm}^3$.

FO63EF1-4: Na jižní pól

V prosinci 2021 si připomínáme 110. výročí dosažení jižního pólu norskou polární expedicí vedenou Roaldem Amundsenem. Soupeřila přitom s britskou výpravou Roberta Scotta, jejíž všichni členové na zpáteční cestě zahynuli hladem, zimou a vy-

čerpáním za i na Antarktidu mimořádně nepříznivého počasí. Z obrázku je zřejmé, že trasy obou expedic můžeme považovat za téměř přímočaré, rozdíly a posuny v zeměpisné délce proto zanedbejte. Amundsen vyrazil ze Zátoky velryb ($78^{\circ}30'$ jižní šířky) 20.10.1911, Scott z mysu Evans ($77^{\circ}38'$ jižní šířky) 1.11.1911. Data dosažení vybraných stupňů zeměpisné šířky shrnuje tabulka:

Poloha	Amundsen	Scott
80° j.š.	23. 10. 1911	18. 11. 1911
82° j.š.	5. 11. 1911	28. 11. 1911
84° j.š.	13. 11. 1911	15. 12. 1911
86° j.š.	27. 11. 1911	26. 12. 1911
88° j.š.	6. 12. 1911	6. 1. 1912
jižní pól	14. 12. 1911	17. 1. 1912



- Kolik kilometrů připadá přibližně na jeden stupeň zeměpisné šířky? Zemi považujte za kouli o středním poloměru $r = 6371$ km.
- Jak dlouhá byla trasa Amundsenovy a Scottovy výpravy ze základny k pólu? O kolik kilometrů byla Amundsenova trasa kratší?
- Dopočítejte vzdálenosti od jižního pólu pro stupně zeměpisné šířky uvedené v tabulce.
- Sestrojte graf znázorňující přibližování expedic k jižnímu pólu v závislosti na čase pro obě expedice ode dne, kdy odstartovala Amundsenova výprava.
- Podle grafu (nebo výpočtem) rozhodněte, která z výprav se pohybovala větší průměrnou rychlostí.

FO63EF1-5: MVE Vydra

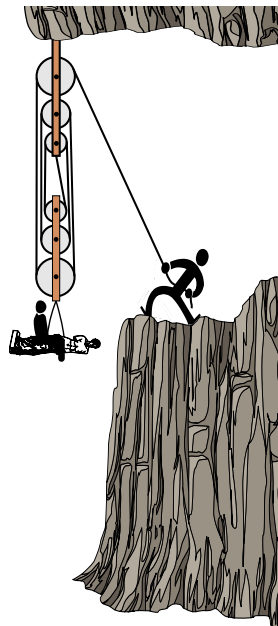
Malá vodní elektrárna Vydra je situována poblíž soutoku řek Vydry a Křemelné u Srní na Šumavě. Stavba elektrárny byla zahájena v roce 1937, do plného provozu byla uvedena v lednu 1942. Voda z historického Vchynicko-Tetovského kanálu je nejprve odváděna podzemním přívaděčem do akumulační nádrže o objemu $V = 67\,000\text{ m}^3$ a následně je pomocí vysokotlakého potrubí o délce $l = 900$ m pouštěna do elektrárny, která leží o $h = 240$ m níže. Ve strojovně jsou dvě Francisovy turbíny, každá o výkonu $P_1 = 3,2$ MW.



- Jakou celkovou využitelnou energii lze získat z vody v plně napuštěné nádrži?
- Jaký musí být průtok Q vody (tj. objem vody, který proteče za sekundu) k zajištění plného výkonu turbín?
- Na jak dlouhou dobu provozu při plném výkonu stačí voda v akumulační nádrži?
- V roce 2020 dodala MVE celkem 29,2 GWh elektrické energie. Za jak dlouho by dodala takové množství energie při plném výkonu turbín?

FO63EF1-6: Indiana Jones na útěku

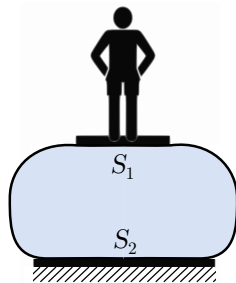
Indiana Jones získal vzácnou sochu vážící 48 kg a prchá se svým pomocníkem Buddym před pronásledovateli. Cestou musí překonat skalní stěnu, vysokou 10 m. Indiana Jones vyleze na stěnu a připraví kladkostroj se šesti kladkami. Buddy, který sám váží 74 kg, přiváže sochu ke kladkostroji a sám si na ní sedne. Obrázek je pouze ilustrační – kladkostroj je ve skutečnosti vzhledem ke skalní stěně mnohem menší a hmotnost kladek je v porovnání s hmotností Buddyho a sochy zanedbatelná.



- Jakou silou musí Indiana Jones táhnout za provaz kladkostroje při zvedání sochy s Buddym?
- Jakou rychlostí musí Indiana Jones táhnout za lano, nemá-li trvat vytažení sochy déle než 50 s?
- Po vytažení sochy mají Indiana Jones a Buddy ještě 50 s náskok. Jejich pomocník Kanu čeká s lodí 950 m daleko od stěny. Jakou rychlostí se musí pohybovat, aby dorazili k lodi dřív, než jejich pronásledovatelé, kteří je sledují rychlostí 7,5 km/h?

FO63EF1-7: Artista cvičí rovnováhu

Artista stojí na vodorovné desce položené na míč naplněný vodou, který leží na podlaze. Styčná plocha desky s horní částí míče je $S_1 = 0,05 \text{ m}^2$, podlahy s dolní částí míče $S_2 = 0,2 \text{ m}^2$. Hmotnost artysty dohromady s deskou je $M = 50 \text{ kg}$, hmotnost vody v míči $m = 300 \text{ kg}$.



- Vypočítejte tlaky v horní a dolní části míče.
- Proč nejsou tlaky stejné? Jaký vliv má voda v míči?
- Určete, jak vysoko je deska s artistou nad podlahou.

FO63E1-8: Výkon rezistoru

Kryšpín potřeboval na opravu svého elektrického vláčku rezistor o odporu $R_1 = 270 \Omega$. Prodavač se ho při nákupu ptal, jak velký potřebuje ztrátový výkon rezistoru.



- Vysvětlete, proč je údaj o výkonu rezistoru důležitý. Co by se s rezistorem stalo, kdyby do něj Kryšpín pustil větší příkon, než je uvedený výkon?
- Bude Kryšpínovi stačit nejlevnější rezistor o výkonu $P_1 = 0,6 \text{ W}$, jestliže na něm bude napětí $U = 9 \text{ V}$? Jaký proud rezistorem poteče?
- Jaké maximální napětí může na tomto rezistoru být, aby nebyla překročena hodnota maximálního výkonu?
- Kryšpínův tatínek potřebuje do dílny rezistor o odporu $R_2 = 18 \Omega$, kterým poteče proud přibližně $I = 0,3 \text{ A}$. Který rezistor mu má Kryšpín koupit, jestliže

v nabídce jsou rezistory s výkonem $P_2 = 0,4 \text{ W}$, $P_3 = 0,6 \text{ W}$, $P_4 = 1 \text{ W}$, $P_5 = 2 \text{ W}$, a Kryšpín chce koupit nejlevnější možný (tedy s nejmenším vhodným výkonem)?

FO63E1-9: Zamrzlý rybník

Hořejší Padrťský rybník v Brdech je za déle trvajícího mrazivého počasí vyhledávaným místem pro milovníky bruslení v přírodě. Plocha rybníka je 80 ha, bruslení se považuje za bezpečné, je-li vrstva ledu silná alespoň 20 cm. Hustota ledu je $\rho_l = 920 \text{ kg/m}^3$, předpokládáme, že tloušťka vrstvy je na celém rybníce stejná.



- Odhadněte, jaký je objem a hmotnost ledové kry pokrývající celý rybník při nejmenší tloušťce pro bruslení.
- Odhadněte, kolik tepla by bylo zapotřebí k roztátí tohoto ledu za předpokladu, že jeho teplota je rovna $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Měrné skupenské teplo tání ledu je $l_t = 330 \text{ kJ/kg}$.
- Kolik nejméně litrů vody o teplotě $t_2 = 40^\circ\text{C}$ by bylo potřeba, aby roztáním ledu o teplotě $t_1 = 0^\circ\text{C}$ vznikl v ledové kře otvor o rozměrech $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$? Měrná tepelná kapacita vody je $c = 4,2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$.

FO63EF1-10: Stahování z internetu

Přesně v 9:00 začal Pavel stahovat sérii videí z internetu, celkem 2 700 MB. Podle rychlosti, s jakou začal přenos dat, mělo stahování skončit v 9:18. Poprosil proto svou mladší sestru Henu, aby na stahování dohlížela a vydal se do obchodu koupit si něco na svačinu. Když se za půl hodiny vrátil, sestra mu oznámila, že stahování probíhalo s konstantní rychlostí přenosu dat, ale jednou spadla na třetinu, po nějaké době vyskočila zpátky na původní hodnotu, takže celé stahování skončilo až v 9:20. Po kolik minut byla rychlost přenosu dat menší?



FO63F1-11 (experimentální úloha): Jak velká je kapka

Při podávání tekutých léků, ale i při přípravě některých roztoků nebo dochucování jídel se často používá jako míra množství „kapka“ (hmotnost kapky, objem kapky). Při určité teplotě, např. 20°C , si kapka dané kapaliny zachovává stálou hmotnost (tedy i objem).

Pomůcky: Injekční stříkačka se stupnicí v mililitrech nebo plastová lahvička s vyznačeným objemem

- Navrhnete postup, jak urcit objem V_0 a hmotnost m_0 jedné kapky čisté vody s teplotou t_0 pomocí výše uvedených pomůcek. Postup stručně popište.
- Použitím navrženého postupu určete objem V_0 jedné kapky vody. Měření opakujte alespoň 5krát a určete průměrnou hodnotu V_0 z těchto měření.
- Určete průměrnou hodnotu hmotnosti m_0 kapky vody.
- Určete tzv. kapkový faktor f vody jako počet kapek, jejichž celkový objem je 1 ml vody.



FO63E1-12 (experimentální úloha): Rychlovarná konvice

Pomůcky: rychlovarná konvice, odměrná nádoba (např. na vaření), stopky, teploměr

Použijte domácí rychlovarnou konvici, odměřte 300 mililitrů čisté vody a uveďte ji do varu (do vypnutí konvice). Potom odměřte 600 mililitrů a 900 mililitrů a pokus opakujte. Vždy přitom запиšte čas od zapnutí konvice do okamžiku vypnutí. Vodu nechte před pokusem odstát v místnosti, aby získala přibližně teplotu, kterou ukazuje teploměr v kuchyni (místnosti, kde pokus provádíte).



- Zjistěte, zda platí přímá úměrnost mezi objemem ohříváné vody a dobou ohřívání; nevyjde-li to, vysvětlete proč. K vysvětlení sestrojte vhodný graf.
- Své výsledky podpořte výpočtem tepla, potřebného k ohřátí příslušného objemu vody, a elektrické práce, dodané během zahřívání ze sítě. K tomu si zjistěte výkon konvice, uváděný na štítku.

Leták pro kategorie E a F připravila komise pro výběr úloh při ÚKFO České republiky ve složení Dagmar Kaštilová, Věra Koudelková, Michaela Křížová, Richard Polma, Jindřich Pulíček a Lukáš Richterek ve spolupráci s autorem úloh Janem Thomase. Autorem jedné experimentální úlohy je Daniel Klavanec (FO SR), ve třech úlohách byly použity náměty z Санкт-Петербургской городской олимпиады по физике 2013, Всесибирской Открытой олимпиады школьников по физике 2018 a 2019. V ilustracích byly použity volně šiřitelné obrázky z Wikipedie, serverů mapy.cz a pixabay.com.