

Rozhledy matematicko-fyzikální

58. ročník Fyzikální olympiády, úlohy 1. kola kategorií E a F

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 91 (2016), No. 4, 37–45

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146690>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2016

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

58. ročník Fyzikální olympiády, úlohy 1. kola kategorií E a F

(Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 10 \text{ m/s}^2$ a hustotou vody 1000 kg/m^3 .)

FO58EF1–1: Jízda vlakem

Pavel jel osobním vlakem a bavil se tím, že určoval rychlost svého vlaku i vlaků na druhé souběžné koleji. K přibližnému měření použil stopky na svém mobilním telefonu. Vzdálenost mezi sloupy elektrického vedení v daném úseku byla $l = 50 \text{ m}$, délka klasického osobního vagónu asi $d = 25 \text{ m}$. Vlaky se v uvažovaném místě pohybují konstantní rychlostí.



- Jak velkou rychlostí se pohyboval Pavlův vlak, jestliže Pavel za dobu $t_1 = 1 \text{ min}$ napočítal $n = 18$ sloupů elektrického vedení? První sloup, u kterého Pavel začal měřit čas, se přitom nepočítal.
- Jak velkou rychlostí jel po druhé koleji opačným směrem rychlík, jestliže kolem Pavlova okna projelo za čas $t_2 = 5 \text{ s}$ celkem $k = 8$ vagónů? Při výpočtu využijte rychlost v_1 z části a).
- Za jakou dobu t_3 by kolem Pavla projelo $k = 8$ vagónů rychlíku na vedlejší koleji, pokud by rychlík jel rychlostí z části b), ale stejným směrem jako Pavlův vlak?

FO58EF1–2: Šíření signálu

Rozhlasový a televizní signál, signál mobilních telefonů, vysílaček apod. se šíří ve vakuu stejnou rychlostí $c = 300\,000 \text{ km/s}$ jako světlo.

- Určete dobu, za kterou světlo urazí vzdálenost ze Slunce k jednotlivým planetám sluneční soustavy.
- V roce 1969 přistáli na Měsíci první lidé. Při komunikaci astronautů s pozemským střediskem vznikaly odmlky způsobené jistou dobou šíření signálu. Určete časovou prodlevu mezi vysláním ze Země a příjmem signálu na Měsíci způsobenou jeho šířením.

SOUTĚŽE

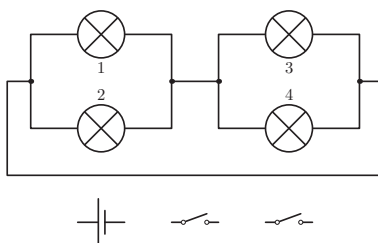
- c) V budoucnu se plánuje výprava lidské posádky na Mars. Určete časovou prodlevu mezi vysláním a příjmem signálu mezi Zemí a Marsem způsobenou jeho šířením při nejmenší a při největší vzájemné vzdálenosti obou planet.



FO58EF1–3: Čtyři žárovky

Čtyři stejné žárovky jsou zapojeny podle obr. 1. Zařaďte do obvodu baterii a dva spínače tak, abyste pouze zapínáním nebo vypínáním spínačů dosáhli toho, že svítí

- a) jen jedna žárovka;
- b) dvě žárovky;
- c) tři žárovky;
- d) všechny čtyři žárovky.



Obr. 1: Obvod se žárovkami

Ve všech případech a)–d) vždy uveďte, která (resp. které) žárovky budou svítit, a pro každý spínač, zda je v daném případě zapnut nebo vypnut. Při řešení předpokládáme, že žádná žárovka nebude přetížena a nevádí, pokud některá z žárovek kvůli menšímu napětí na ní svítí méně.

FO58EF1–4: Lyžařský vlek

Jednomístný lyžařský vlek Slavník v Dolní Moravě z roku 2014 má délku 540 m a překonává výškový rozdíl 124 m. Každého lyžaře vytáhne nahoru za čas 3 min 30 s. Vzájemná vzdálenost lyžařů na vleků je 10 m, hmotnost každého uvažujme 70 kg. Tření mezi lyžemi a sněhem zanedbejte.

- Určete práci nutnou k vytažení jednoho lyžaře.
- Určete počet lyžařů na plně obsazeném vleku.



- Určete velikost síly, kterou je lano plně obsazeného vleku v nejvyšším místě napínáno. Tíhovou sílu lana zanedbejte.
- Určete užitečný výkon motoru vleku při plném vytížení vleku.
- Určete kapacitu vleku při dlouhodobém provozu, tj. počet lyžařů vytažených nahoru za 1 hodinu.
- K vypnutému vleku přijela výprava čítající 46 lyžařů. Jakou dobu musí být vlek zapnutý, aby se celá výprava dostala nahoru?

FO58EF1–5: Dva rezistory

Připojíme-li ke zdroji o napětí 12 V rezistor A, bude jeho příkon 8,0 W. Připojíme-li samostatně k témuž zdroji rezistor B, bude jeho příkon 32 W.

- Určete odpor každého z rezistorů.
- Oba rezistory zapojíme k témuž zdroji paralelně. Určete příkon každého z nich.
- Určete proud tekoucí zdrojem v paralelním zapojení b).
- Nyní oba rezistory zapojíme k témuž zdroji sériově. Určete příkon každého z nich.
- Oba rezistory jsou vyrobeny z odporového vodiče stejné délky a ze stejného materiálu. Který vodič má větší průměr a kolikrát?

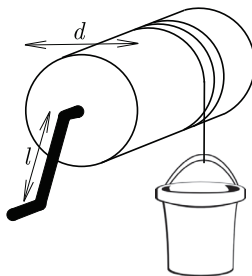
FO58EF1–6: Rumpál u studny

Rumpál tvoří válec o průměru $d = 16$ cm a klika délky $l = 40$ cm. Na válci je namotáno lano se zavěšenou nádobou o vnitřním objemu $V_1 = 30$ l a o hmotnosti $m_0 = 6,0$ kg. Rumpálem vytahujeme vodu ze studny z hloubky $h = 19$ m. Doba jedné otočky kliky je $t_1 = 1,5$ s.

- Jakou silou působíme na kliku při vytahování nádoby zcela naplněné vodou?

SOUTĚŽE

- Kolikrát musíme otočit klikou, abychom nádobu vytáhli?
- Jaký je výkon člověka při vytahování?
- Jakou rychlostí nádoba s vodou stoupá?
- Jakou minimální práci musíme vykonat, jestliže máme rumpálem ze studny vytáhnout vodu o objemu $V = 200 \text{ l}$?

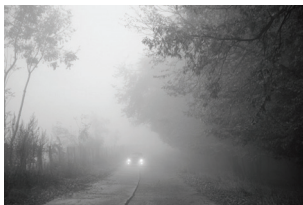


Třecí sílu zanedbejte.

FO58EF1–7: Automobil v mlze

Automobil zásobující denně horskou chatu ve vzdálenosti 28 km urazí tuto trasu za obvyklých podmínek za dobu 35 min.

- Jednoho dne byla hustá mlha a automobil jel celou trasu rychlostí 30 km/h. S jakým zpožděním dorazil?



- Jiného dne z důvodu husté mlhy se také pohyboval rychlostí 30 km/h, po 10 minutách jízdy se však mlha rozplynula a mohl pokračovat za příznivých podmínek obvyklou rychlostí. S jakým zpožděním dorazil? Jaká byla jeho průměrná rychlost?
- Jakou rychlostí by se musel automobil v části b) po rozplynutí mlhy pohybovat, aby k chatě dojel včas?

FO58EF1–8: Vlak jede do kopce

Vlak tvoří lokomotiva o hmotnosti 70 t a tři vagóny, každý o hmotnosti 40 t. Tento vlak se pohyboval rovnoměrným pohybem po železnici se

stálým stoupáním 16 ‰ (na každých 1 000 m stoupání trati je přírůstek nadmořské výšky 16 m), přičemž dráhu délky 2,85 km ujel přesně za 3 minuty. Motor lokomotivy pracoval s výkonem 620 kW.



- Vypočtete rychlost vlaku v kilometrech za hodinu.
- Vypočtete užitečnou práci motoru lokomotivy, tj. polohovou energii, kterou vlak získal.
- Vypočtete celkovou práci motoru lokomotivy a účinnost, s jakou vlak stoupání vyjel.
- Vypočtete dobu, za kterou by vlak ujel uvedenou dráhu, kdyby při stejném výkonu lokomotiva táhla dvojnásobný počet vagónů. Účinnost zůstává stejná.

FO58EF1–9: Mazaný prodavač

Na perském trhu prodává prodavač zboží a váží přitom na nerovnoramenných vahách. Délku ramen vah neznáme. Prodavač zboží vyváží závaží o hmotnosti m_1 .

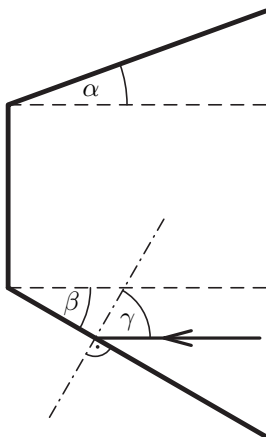


- Na které misce je závaží a na které vážený předmět, chce-li prodavač zákazníka ošdit?
- Prodavač dovoluje kupujícímu, aby si zboží sám jednou převážil. Jak zjistíte jedním převážením skutečnou hmotnost zboží, dovolí-li prodavač, abyste zboží umístili na druhou misku vah?
- Jak zjistíte jedním převážením skutečnou hmotnost zboží, když prodavač trvá na tom, že zboží (např. ryby) musí zůstat na stále stejné misce vah?

SOUTĚŽE

FO58EF1–10: Tři zrcadla

Tři zrcadla jsou postavena podle obrázku, úhel $\alpha = 20^\circ$, úhel $\beta = 30^\circ$. Na první zrcadlo dopadá paprsek světla pod úhlem $\gamma = 60^\circ$.



- Určete úhly, pod kterými dopadá světelný paprsek na druhé a třetí zrcadlo.
- O jaký úhel se odchýlil paprsek po třech odrazech od původního směru?
- Jak musíme změnit úhel α , aby paprsek odražený na třetím zrcadle měl právě opačný směr k paprsku, který dopadá na první zrcadlo?
- Jak bychom stejného efektu jako v části c) dosáhli změnou úhlu β ?

Poznámka: Úhel dopadu a úhel odrazu se měří vždy od kolmice v bodě dopadu. Úlohu můžete vyřešit i pomocí geometrické konstrukce.

FO58EF1–11: Větrná elektrárna

Jedna z největších větrných elektráren u nás typu Vestas V122 u obce Vítězná poblíž Dvora Králové nad Labem pracuje s plným výkonem 3000 kW při rychlosti větru 12,0 m/s. Vrtule rotoru se přitom otočí za minutu 13krát a její tři ramena mají délku 56 m. Výkon elektrárny závisí na rychlosti větru přibližně podle vztahu $P = kv^3$, kde konstanta úměrnosti $k \approx 1750 \text{ W}/(\text{m/s})^3$.

- Jaký bude výkon elektrárny, poklesne-li rychlost větru na polovinu?
- Jaká je rychlost větru, pracuje-li elektrárna jen na 20 % plného výkonu?

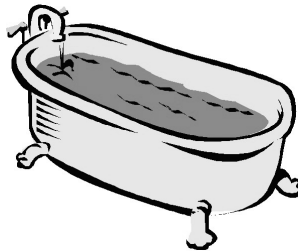
- c) Jakou rychlostí se pohybují koncové body vrtule při plném výkonu elektrárny?



- d) Kolik otáček za minutu by musel vykonat rotor elektrárny, aby se koncové body rotoru pohybovaly rychlostí zvuku ve vzduchu (340 m/s)?

FO58EF1–12: Vodní lázeň

Veronika si chystala koupel smícháním teplé vody o teplotě $t_1 = 63\text{ }^\circ\text{C}$ a studené vody o teplotě $t_2 = 13\text{ }^\circ\text{C}$. Voda ve vaně připravená ke koupání měla objem $V = 70\text{ l}$ a výslednou teplotu $t = 33\text{ }^\circ\text{C}$.

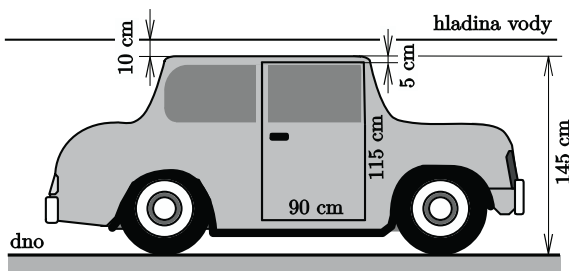


- a) Po nějaké době koupání klesla teplota vody ve vaně na teplotu $t_3 = 27\text{ }^\circ\text{C}$. Jaký objem V_3 teplé vody o teplotě t_1 musela Veronika dopustit, aby lázeň měla opět teplotu $t = 33\text{ }^\circ\text{C}$?
- b) Jakou výslednou teplotu t' bude mít na počátku voda ve vaně ze smaltované oceli o hmotnosti $m_v = 50\text{ kg}$, pokud uvážíme i teplo potřebné k ohřátí vany z teploty $t_4 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ na teplotu t' , jestliže do vany napustíme opět objemy V_1 teplé a V_2 studené vody?

Měrná tepelná kapacita oceli je $c_o = 460\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

FO58EF1–13: Automobil pod vodou

Někdy se stane, že při autonehodě skončí automobil pod vodou. Pro zjednodušení považujeme dveře osobního auta za obdélník s výškou dveří 115 cm a šířkou 90 cm. Výška auta je přibližně 145 cm a horní hrana dveří je o 5 cm níž než střeška.



Obr. 2: Auto pod vodou

- Jaký hydrostatický tlak působí na dveře auta, leží-li auto na boku a dveře jsou 10 cm pod hladinou? Jaká tlaková síla v tomto případě působí na dveře auta?
- Jak se mění hydrostatický tlak podél dveří a jaká tlaková síla působí na dveře auta, stojí-li auto na kolech a střeška je 10 cm pod hladinou (obr. 2)?
- Jakou sílu musí v obou případech vyvinout uvězněná posádka v autě, aby otevřela dveře? Ve kterém místě je nejvýhodnější na dveře tlačit?
- Na základě předcházející části rozhodněte, zda má uvězněná posádka šanci dveře v případě a) a b) otevřít?

Předpokládejte, že tlak vzduchu v autě je stejný, jako tlak vzduchu nad hladinou vody.

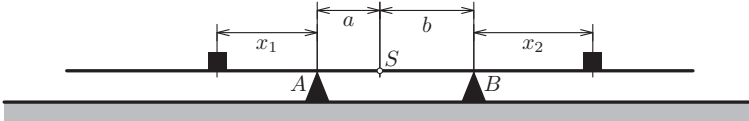
FO58EF1–14: Experimentální úloha:**Ověření podmínek rovnovážné polohy páky**

Úkol: Pomocí pravítka podepřeného na dvou podpěrách a pomocí dvou závaží ověřte podmínky rovnovážné polohy páky.

Pomůcky: Pravítko délky 300 mm, dvě podpěry, váhy a závaží (případně předměty o známé hmotnosti). Vhodné podpěry s ostrými horními hranami (lze je i vyrobit např. z tužšího kartonového papíru, tzv. čtvrtky) umístíme ve vzdálenosti 50 mm a přichytíme (např. izolepou) na vodorovnou podložku.

Postup:

- Určete vážením hmotnost m_0 pravítka.
- Pravítko položte na podpěry tak, aby střed S pravítka ležel ve vzdálenosti $a = 20$ mm od podpěry (obr. 3). Na levou stranu pravítka položte závaží o hmotnosti 10 g do takové vzdálenosti x_1 od podpěry A , aby se pravítko právě začalo otáčet kolem této podpěry. Změřte tuto vzdálenost x_1 .



Obr. 3: Rovnovážná poloha páky

- Závaží odeberte a umístěte ho na pravé straně. Změřte vzdálenost x_2 od podpěry B , ve které musíte umístit závaží, aby se pravítko právě začalo otáčet okolo podpěry B .
- Závaží opět odeberte a na levou stranu do vzdálenosti $x'_1 = 130$ mm od podpěry A položte takové závaží (případně několik závaží) o celkové hmotnosti m , aby se pravítko právě začalo otáčet kolem podpěry A .
- V jednotlivých případech b), c), d) jste měřením při rovnovážné poloze páky zjistili hodnoty x_1 , x_2 a m . Z podmínky rovnováhy na páce tyto hodnoty též vypočítejte a výsledky porovnejte s naměřenými hodnotami.

FO58EF1–15: Experimentální úloha: Měrná tepelná kapacita mince

Úkol: Určete měrnou tepelnou kapacitu desetikorunové mince.

Pomůcky: Mince 10 Kč (nejlépe několik), kalorimetr (termoska, uzavíratelný kelímek s malým otvorem ve víčku), teploměr, váhy, případně souprava závaží.

Postup:

- Navrhněte a popište postup měření.
- Proveďte měření podle navrženého postupu a запиšte naměřené hodnoty.
- Diskutujte naměřené hodnoty a posuďte, zda odpovídají hodnotám, které bychom mohli očekávat podle uváděného složení (viz např. https://cs.wikipedia.org/wiki/Koruna_česká). Další potřebné údaje si najděte na internetu nebo v tabulkách.