

Úlohy 1. kola 58. ročníku Fyzikální olympiády

Databáze pro kategorie E a F

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 10 \text{ N/kg} = 10 \text{ m/s}^2$ a hustotu vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

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 vagonu 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 $k = 8$ vagonů? Při výpočtu využijte rychlost v_1 z části a).
- Za jakou dobu t_3 by kolem Pavla projelo $k = 8$ vagonů 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.
- 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.

Potřebné údaje vyhledejte v Tabulkách pro ZŠ nebo na internetu.

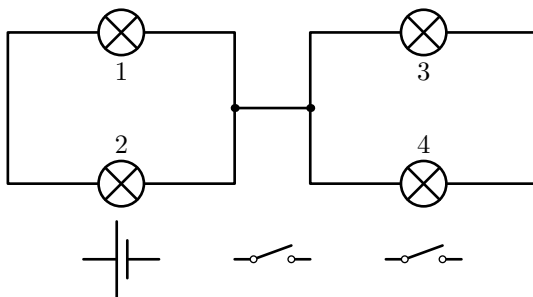
FO58EF1–3: Čtyři žárovky

Čtyři stejné žárovky jsou zapojeny podle obr. 1. Zařadte 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.

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.



Obr. 1: Obvod se žárovkami

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 uvažujeme 70 kg. Tření mezi lyžemi a sněhem zanedbejte.



- a) Určete práci nutnou k vytažení jednoho lyžaře.
- b) Určete počet lyžařů na plně obsazeném vleků.
- c) Určete velikost síly, kterou je lano plně obsazeného vleků v nejvyšším místě napínáno. Tíhovou sílu lana zanedbejte.
- d) Určete užitečný výkon motoru vleků při plném vytížení vleků.
- e) Určete kapacitu vleků při dlouhodobém provozu, tj. počet lyžařů vytažených nahoru za 1 hodinu.
- f) K vypnutému vleků přijela výprava čítající 46 lyžařů. Jakou dobu musí být vlek zapnutý, aby se celá výprava dostala nahoru?

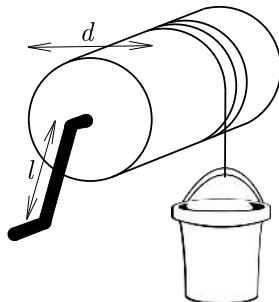
FO58EF1–5: Dva rezistory

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 $V_1 = 301$ 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?
- 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 $V = 2001$?

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 min. 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 závažím o hmotnosti m_1 .

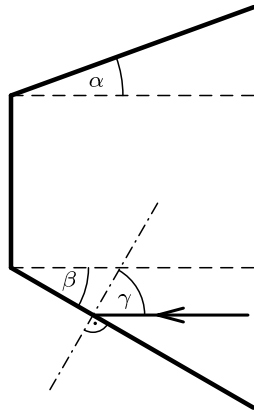


- Na které misce je závaží a na které vážený předmět, chce-li prodavač zákazníka ošidit?
- Prodavač dovoluje kupujícímu, aby si zboží sám jednou převážil. Jak zjistíte jedním převážením skutečnou hmotnost zboží, dovolí-li prodavač, abyste zboží umístili na druhou misku vah?
- Jak zjistíte jedním převážením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

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 3 000 kW při rychlosti větru 12,0 m/s. Vrtule rotoru se přitom otáčejí 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 $k \approx 1\,750 \text{ W}/(\text{m/s})^3$.

- Jaký bude výkon elektrárny, poklesne-li rychlost větru na polovinu?
- Jaká je rychlost větru, pracuje-li elektrárna jen na 20 % plného výkonu?
- Jakou rychlostí se pohybují koncové body vrtule při plném výkonu elektrárny?
- 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 $t_1 = 63^\circ\text{C}$ a studené vody o teplotě $t_2 = 13^\circ\text{C}$. Voda ve vaně připravená ke koupání měla objem $V = 70\text{ l}$ a výslednou teplotu $t = 33^\circ\text{C}$.

- Určete objem V_1 teplé vody a objem V_2 studené vody, které použila Veronika k přípravě lázně za předpokladu, že tepelné ztráty do okolí a na ohřátí vany jsou zanedbatelné.
- Po nějaké době koupání klesla teplota vody ve vaně na teplotu $t_3 = 27^\circ\text{C}$. Jaký objem V_3 teplé vody o teplotě t_1 musela Veronika dopustit, aby lázeň měla opět teplotu $t = 33^\circ\text{C}$?
- 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 $t_4 = 20^\circ\text{C}$ na teplotu t' , jestliže do vany napustíme opět objemy V_1 teplé a V_2 studené vody? Měrná tepelná kapacita oceli je $c_o = 460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.



Měrná tepelná kapacita vody $c = 4\,200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

FO58EF1–13: Automobil pod vodou

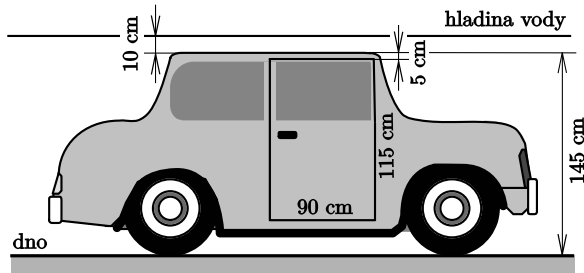
Někdy se stane, že při autonehodě skončí automobil pod vodou. Pro zjednodušení považujeme dveře osobního auta za obdélník s výškou dveří 115 cm a šířkou 90 cm. Výška auta je přibližně 145 cm a horní hrana dveří je o 5 cm níž než střecha.

- 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?

- b) Jak se mění hydrostatický tlak podél dveří a jaká tlaková síla působí na dveře auta, stojí-li auto na kolech a střecha je 10 cm pod hladinou (obr. 2)?
- c) Jakou sílu musí v obou případech vyvinout uvězněná posádka v autě, aby otevřela dveře? Ve kterém místě je nejvýhodnější na dveře tlačit?
- d) 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.



Obr. 2: Auto pod vodou

FO58EF1–14: Experimentální úloha

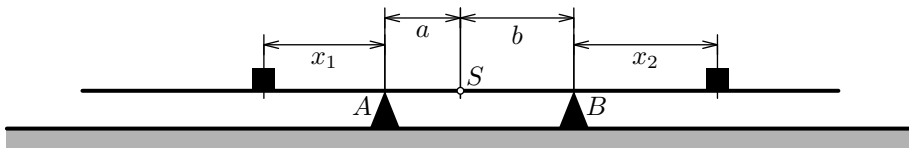
Ověření podmínek rovnovážné polohy páky

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:

- a) Určete vážením hmotnost m_0 pravítka.
- b) 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 .
- c) 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 .
- d) 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 .



Obr. 3: Rovnovážná poloha páky

- e) 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_%C4%8Desk%C3%A1). Další potřebné údaje si najděte na internetu nebo v tabulkách.

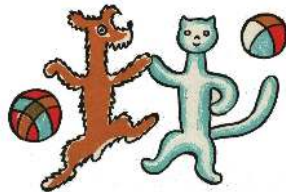
Úlohy 1. kola 58. ročníku Fyzikální olympiády

Kategorie G – Archimédiáda

Ve všech úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 10 \text{ N/kg} = 10 \text{ m/s}^2$ a hustotu vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

FO58EF1–1: Pejsek s kočičkou na výletě

Pejsek s kočičkou šli na nedělní výlet do lesa. Nejprve šli 30 min rovnoměrným pohybem rychlostí o velikosti 8 km/h. Pak se zastavili, aby se nasvačili. Po 12 minutách odpočinku pejsek vyskočil a utíkal za zajícem. Pohyboval se rovnoměrně přímočaře rychlostí o velikosti 20 km/h a uběhl 6 km.



Pak se obrátil a vrátil se stejnou cestou zpět ke kočičce, která celou dobu čekala na stejném místě. Cesta ke kočičce trvala pejskovi o 3 minuty déle než cesta za zajícem. Když pejsek doběhl rovnoměrným pohybem ke kočičce, ihned se vydali domů. Vraceli se kratší cestou, šli rovnoměrným pohybem rychlostí o velikosti 10 km/h a domů došli za 15 min.

- Sestrojte graf závislosti velikosti rychlosti pejska na čase pro celou dobu pohybu.
- Určete celkovou dráhu, kterou pejsek urazil během výletu.
- Vypočítejte průměrnou rychlost pejska.

FO58EF1–2: Horská lavina

Horskou silnici širokou 8 m zavalila na úseku 150 m sněhová lavina o průměrné výšce 60 cm.

- Jaký celkový objem sněhu bude třeba odstranit?
- Kolik aut s nosností 5 t by bylo třeba použít na odvoz sněhu, je-li průměrná hustota sněhu $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$?
- Sněhová fréza, která sníh nakládá nebo odhazuje stranou, má záběr 2 m a pohybuje se rychlostí 20 cm/s. Jak dlouho bude trvat, než se podaří silnici uvolnit?
- Jak dlouho bude trvat odklizení sněhu, když měla fréza po ujetí 200 m poruchu, její odstranění trvalo 20 min a její rychlost se pak snížila na polovinu?



FO58EF1–3: Sklenička na vodě

Sklenička válcového tvaru o hmotnosti $m = 150 \text{ g}$, výšce $h = 10 \text{ cm}$ a ploše dna $S = 25 \text{ cm}^2$ plave částečně ponořená na vodní hladině.

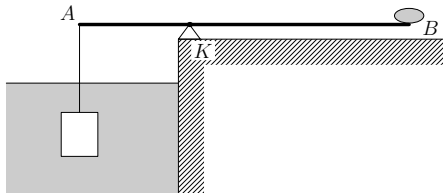
- V jaké hloubce pod hladinou bude dno skleničky? Skleničku budeme udržovat tak, aby dno bylo vodorovné.



- b) Kolik drobných skleněných kuliček můžeme do skleničky nasypat, aniž by se sklenička potopila? Objem jedné kuličky je $33,5 \text{ mm}^3$ a hustota skla je $\rho_s = 2500 \text{ kg/m}^3$.

FO58EF1–4: Chlazení nápoje v řece

V horkém létě si Pavel na břehu řeky vybudoval chladicí zařízení. Na ostrý kámen K (viz obr. 4), který byl těsně na břehu řeky, položil tyč o délce $d = 90 \text{ cm}$ tak, že $1/3$ délky přechýlala nad hladinu. Na konec A tyče upevnil lano a zavěsil na něj vodotěsný kanystr s nápojem tak, že celý kanystr byl pod vodou. Vnější objem kanystru je $V_0 = 5 \text{ l}$, hmotnost prázdného kanystru $m_0 = 2,0 \text{ kg}$. Na konec B tyče umístil Pavel vhodný kámen.



Obr. 4: Chladicí zařízení

že celý kanystr byl pod vodou. Vnější objem kanystru je $V_0 = 5 \text{ l}$, hmotnost prázdného kanystru $m_0 = 2,0 \text{ kg}$. Na konec B tyče umístil Pavel vhodný kámen.

- Jaká musí být hmotnost tohoto kamene, aby tyč byla v rovnováze, pokud Pavel nalije do kanystru objem $V_1 = 4,8 \text{ l}$ nápoje?
- Do jaké vzdálenosti od konce B může Pavel posunout tento kámen, jestliže v kanystru po odebrání zůstane jen $V_2 = 3,9 \text{ l}$ nápoje?

Hmotnost tyče zanedbejte, hustota nápoje je stejná, jako hustota vody.

FO58EF1–5: Experiment – hmotnost, objem a hustota zrnka hrachu

Úkoly:

- Určete průměrnou hmotnost m a průměrnou hustotu ρ zrněk hrachu.
- V odměrném válci nebo jiné odměrné nádobě zaujímá hrách o hmotnosti 200 g objem $V = V_1 + V_2$, kde V_1 je objem hrachových zrněk, V_2 je součet objemů mezer mezi zrnky. Odhadněte poměr V_2/V_1 .



Pomůcky: Hrách (celý, nepůlený, sušený, tj. ne zmrazený), odměrný válec, váhy

Postup měření:

- Odvážíme asi $m_0 = 200 \text{ g}$ hrachu. Spočítáme počet zrněk n , který této hmotnosti odpovídá.
- Odvážený hrách nasypeme do odměrného válce (za sucha, bez vody) a určíme objem V hrachových zrněk a mezer mezi nimi.
- Navrhněte způsob, jak určit objem samotných zrněk a odměřte jejich objem V_1 .
- Ze získaných hodnot dopočítáme objem mezer V_2 , poměr V_2/V_1 , průměrnou hmotnost, objem a hustotu jednoho zrnka.