

Úlohy pro 53. ročník fyzikální olympiády, kategorie E, F

Z následujících úloh vyřešte ty, které vám doporučí váš vyučující fyziky. To samozřejmě neznamená, že se nemůžete pustit do řešení všech úloh. V organizačním řádu FO je určeno, že v 1. kole dostává soutěžící nabídku sedmi úloh, z toho jedna úloha je experimentální. Řešení alespoň pěti úloh musí odevzdat a měly by být hodnoceny aspoň 5 body z deseti možných.

FO53EF1: Stavební materiál

Palety s pórobetonovými tvárnicemi se z automobilu, jehož ložná plocha je ve výšce 1,6 m, zvedají na stavbě domu do výše 4. nadzemního podlaží; zvýšené přízemí má výšku podlahy 2,4 m nad terénem, změna výšky podlah mezi dvěma sousedními podlažími je 2,8 m. Tvárnice o rozměrech 300 mm x 249 mm x 599 mm mají hustotu 650 kg/m^3 , prodávají se na dřevěných paletách o hmotnosti 65 kg, na každé je umístěno celkem 30 tvárnic

- Jak velkou práci musí vykonat jeřáb, jestliže zvedá paletu s tvárnicemi z automobilu do 4. podlaží?
- Jestliže účinnost, tj. poměr užitečné a celkové práce je u jeřábu 70%, jak velkou práci musí vykonat elektromotor jeřábu?
- Po upevnění palety lanky na rameno jeřábu nastane zvedání, které trvá 3,0 minuty. Jaký nejmenší výkon musí mít motor jeřábu?
- Jestliže ponese stavební dělník v „krosně“ na zádech dvě tvárnice z přízemí a do 4. podlaží se dostane za 4,0 min, jaký je výkon dělníka?

FO53EF2: Stavíme zeď z pórobetonu

Při stavbě prodejny je třeba nejprve postavit zadní stěnu skladu o délce 24 m a o výšce 6,0 m, ve které nebudou ani dveře ani okna. Pórobetonové tvárnice mají rozměr 300 mm x 249 mm x 599 mm; hustota tvárnic je 650 kg/m^3 . Tvárnice se kladou na betonový základ a vytvoří se stěna o šířce 30 cm. Cena jedné tvárnic je podle ceníku asi 140 Kč.

- Kolik tvárnic je třeba na postavení takové zdi? Stačí jeden kamión z prvního příkladu? Kolik korun budou stát tvárnice na tuto stěnu?
- Jaká je hmotnost uvedených tvárnic? Jakou silou působí na betonový základ? Jaký tlak tyto tvárnice vytváří na betonový základ?
- Kdyby stejná zeď byla vytvořena z cihel spojovaných klasickou maltou, byly by síla působící na základ a tlak na úrovni základu stejné nebo různé? Hustota cihel se pohybuje mezi 1400 až 2000 kg/m^3 , pro výpočet berte střední hodnotu, a hustota malty spojující cihly je asi 1700 kg/m^3 .
- Jak se dá vypočítat práce, kterou je třeba vykonat při postavení této stěny?

FO53EF3: Pokusy na stavbě

Žáček - fyzikáček se dostavil za tatínkem na stavbu, kde našel několik různých předmětů a vanu tvaru dutého kvádrů s vodou. Jeho nalezené předměty byly: půl cihly o hustotě 1700 kg/m^3 , půlka pórobetonové tvárnic o rozměrech 3,0 dm x 2,5 dm x 3,0 dm o hustotě 650 kg/m^3 , půlka stejné tvárnic, určené k vnitřnímu zdění, o hustotě 550 kg/m^3 , špalík tvaru kvádrů o rozměrech 10 cm x 20 cm x 25 cm ze smrkového dřeva o hustotě 450 kg/m^3 , a plechový kanystr tvaru kvádrů o rozměrech dna 20 cm x 25 cm, objemu přibližně 15 litrů a o hmotnosti 0,50 kg, v němž je neprodyšně uzavřen zbytek oleje o hmotnosti 2,5 kg. Žáček začal klást postupně jednotlivé předměty na povrch vody.

- Co mohl pozorovat žáček - fyzikáček poté, co položil předměty na povrch vody?
- Dá se stanovit, do jaké hloubky se ponořily jednotlivé předměty po uvolnění ruky? Nakresli náčrty a snaž se vypočítat některý údaj, který by charakterizoval chování předmětů.
- Co se stalo s hladinou vody, když umístil všechny předměty na vodní hladinu?
- Náhle žáčka tatínek odvolal a předměty zůstaly ve vodě. Žáček se vrátil zpátky až druhý den ráno. Popište, co mohl žáček - fyzikáček vidět, když se nikdo jiný předmětů nedotýkal?

následující železniční stanice. Rozjíždění a zpomalování rychlíku budeme považovat za lineární změny v závislosti na čase.

- Jak dlouho souprava jede z první stanice do druhé, tj. od startu k zastavení?
- Nakresli si graf závislosti rychlosti pohybu rychlíku na čase, $v(t)$.
- Urči dráhu, kterou urazí rychlík při rovnoměrných pohybech.
- Urči, jakou dráhu ujel rychlík při zrychlování a při zpomalování.
- Jaká je vzdálenost obou železničních stanic? Jaké průměrné rychlosti rychlík dosáhl?

FO53EF6: Kudy cestoval Marco Polo?

Jeden z největších italských cestovatelů středověku byl Marco Polo, který se vydal na svých cestách až do daleké Číny. Jeho cestu lze přibližně sledovat na následující mapě:



- Najdi trasu, popsanou v přiložené mapce, na soudobých mapách a stanov délku cesty mezi jednotlivými popsanými místy.
- Představ si, že máš k dispozici malé letadlo, jež dosáhne cestovní rychlosti 360 km/h. Podle popisu cesty stanov, kde jsou vhodná letiště, a urči, jak dlouho by daná cesta trvala dnes.
- Přečti si nebo alespoň prohlédni české vydání cestopisu Marka Pola.
- Na podrobnější satelitové mapě na [GoogleEarth3D](https://www.google.com/earth/) se pokus sledovat cestu Marca Pola po střední a východní Asii.

FO53EF7: Voda v rychlovarné konvici

Do rychlovarné konvice s příkonem 2000 W bylo nalito 0,5 l vody o měrné tepelné kapacitě $c = 4200 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$ a teplotě 20 °C. Voda se ohřála na teplotu 100 °C.

- Vypočítej teplo, které bylo potřeba k ohřátí vody.
- Voda se ohřívala 110 s. Vypočítej výkon rychlovarné konvice a její účinnost.
- Při dalším ohřívání bylo do konvice nalito 1,5 l vody opět o teplotě 20 °C. Voda se nyní ohřívala 280 s. Vypočítej účinnost rychlovarné konvice a porovnej výsledky v případech b) a c). Čím je způsoben rozdílný výsledek?

FO53EF8: Vlak mezi stanicemi

Jeden strojvůdce vyjíždí ze stanice Výchozí, po dobu 100 s se rychlost vlaku rovnoměrně zvětšuje a v okamžiku, kdy vlak dosáhne rychlosti 72 km/h, začne vlak rovnoměrně brzdit, až po době 100 s zastaví ve stanici Následující. Další den jede ve vlaku po stejné trase ze stanice Výchozí druhý strojvůdce, který rychlosti 72 km/h dosáhne již po době 50 s, chvíli touto rychlostí jede rovnoměrně a pak po stejnou dobu 50 s rovnoměrně brzdí, až zastaví ve stanici následující.

- Nakresli graf změn rychlosti vlaku v závislosti na čase pro vlak řízený prvním strojvůdcem.
- Bez výpočtu, jen prostou úvahou urči, který strojvůdce projel vzdálenost mezi stanicemi dříve.
- Nakresli do téhož grafu záznam změn rychlosti vlaku řízeného druhým strojvůdcem a ověř svou úvahu graficky.
- Ověř svou úvahu v části b) úlohy výpočtem.

FO53EF9: Čištění bazénu a dešť

Z hygienických důvodů bylo třeba vyčistit plavecký bazén, a proto byla vypuštěna voda. Bazén má rozměry 20 m x 50 m a vodorovné dno. Náhle se spustil prudký liják, který přinesl srážky 120 litrů na čtverečný metr plochy bazénu. Pak se liják změnil na vytrvalý dešť, který způsobil srážky dalších 80 litrů na každý metr čtverečný.

- Do jaké výšky dosáhla celkem hladina dešťové vody v bazénu?
- Kolik vody napršelo do bazénu (urči objem i hmotnost vody)
- Ve skutečnosti nebývá dno bazénu vodorovné, ale mírně klopené, takže představuje změnu 10 cm na 5 metrů ve směru délky bazénu. Pomocí logické úvahy urči, zda po lijáku či po vytrvalém dešti bylo alespoň zaplněno celé skloněné dno bazénu.

FO53EF10: Přeprava dubových kmenů

Na přívěsu nákladního tahače je naloženo celkem 14 kmenů, každý o délce 6,0 m a průměru 45 cm na užším a 55 cm na širším konci, které je třeba dopravit na pilu. Hustota bukového dřeva je 720 kg/m^3 . Hmotnost prázdného tahače je 6,0 t.

- Vymysli jednoduchý způsob, jak určit nejprve objem každého kmenu, nahradíme-li skutečný tvar válcem. Objem válce určíme $V = \pi r^2 \cdot l$, kde r je poloměr válce a l jeho délka.
- Jakou silou musí zvedat jeřáb při nakládání každý z kmenů?
- Jak určíte práci jeřábu při zvedání každého kmene na ložnou plochu? Výsledek své úvahy alespoň odhadněte.
- Na ložnou plochu, která je ohraničena na každém boku třemi kovovými svislými tyčemi, se naloží čtyři kmeny, na ně se umístí tři kmeny, poté opět čtyři a nakonec tři kmeny. Náklad je pak zajištěn řetězy. Nejprve dobře promysli a potom nakresli, jak vypadá náklad, pozorovaný zezadu.

FO53EF11: Rychlíková souprava v pohybu

Rychlíková souprava stojí u nádražního nástupiště a právě se dala do pohybu. Zrychluje se po dobu 40 s, až dosáhne rychlosti 72 km/h, touto stálou rychlostí jede po dobu 1,5 min a potom začne znova

zrychlovat tak, že za dalších 50 s zvýší svou rychlost na 108 km/h. Touto rychlostí pokračuje rychlík po dobu 3,5 min. Nakonec začne vlak mírně brzdit, takže za dobu 2,5 min se zastaví u nástupiště následující železniční stanice. Rozjíždění a zpomalování rychlíku budeme považovat za lineární změny v závislosti na čase.

- Jak dlouho souprava jede z první stanice do druhé, tj. od startu k zastavení?
- Nakresli si graf závislosti rychlosti pohybu rychlíku na čase, $v(t)$.
- Urči dráhu, kterou urazí rychlík při rovnoměrných pohybech.
- Urči, jakou dráhu ujel rychlík při zrychlování a při zpomalování.
- Jaká je vzdálenost obou železničních stanic? Jaké průměrné rychlosti rychlík dosáhl? Která část jízdy mezi stanicemi nejnápadněji ovlivnila jeho rychlost?

FO53EF12: Ledovce v Arktidě jsou ohroženy?

Dlouhodobá měření glaciologů (vědců, kteří se zabývají geofyzikálními problémy ledu) dospívají k závěrům, že v posledních letech neustále ubývá led v Arktidě, v okolí severního zeměpisného pólu. V zimě bývá rozloha ledu v Arktidě asi 12 milionů km^2 a průměrná tloušťka ledu asi 5,0 m, v létě je rozloha ledové pokrývky asi 9 milionů km^2 a průměrná tloušťka ledové vrstvy jen asi 3,0 m. Rozloha ledu v létě se však postupně zmenšuje. Hustota ledu je 920 kg/m^3 , hustota mořské vody 1020 kg/m^3 .

- Vysvětli, proč právě v arktické a antarktické oblasti se led udržuje. Načrtni obrázek.
- Vypočti, jaký je objem ledu v Arktidě v zimě a v létě.
- Vypočti, jaká je hmotnost ledové vrstvy v Arktidě v zimě a v létě.
- Jestliže k roztátí 1 kg ledu je třeba dodat ledu 330 kJ, urči, kolik tepla spotřebuje ledová vrstva k roztátí během jarního období. Odkud se teplo ledové vrstvě dodává.
- Najdi si na Wikipedii stránku, která se zabývá změnami ledové pokrývky v Arktidě.
- Proč může být ohrožena populace ledních medvědů?

FO53EF13: Kolik spotřebuje počítač?

V dnešní době se většina domácností snaží zmenšit energetickou spotřebu, a tím i rostoucí náklady. Jedním z velmi častých spotřebičů v domácnostech je počítač.

- Vypočítej elektrický příkon počítače při normálním provozu, je-li připojen ke střídavému napětí 230 V a odebírá-li ze sítě proud 0,5 A.
- Při startu počítače, nebo při hraní některých her se energetická spotřeba výrazně zvýší. Jaký proud odebírá počítač, je-li připojen k napětí 230 V a jeho příkon je 207 W?
- Dnešní průměrná cena elektrické práce je 4,5 Kč za každou kWh. Jestliže je počítač využíván ke hraní her průměrně 2,5 hodiny denně, jaká bude roční cena za spotřebu při hraní her?
- I přesto, že počítač vypneme, stále koná elektrickou práci. Jeho příkon je zmenšen asi na 10 W. Kolik korun zaplatíme za roční spotřebu „spícího“ počítače, který nebude zapnutý, pouze jen zapojen do elektrické sítě? Jak se tato cena změní, nebude-li se jednat o domácnost, ale o školu s 50 počítači, když se nevypínají ani na noc nebo na víkendy?

FO53EF14: Monitory u počítačů

Není to moc dávno, kdy většina lidí měla na stole místo plochého LCD displeje rozměrnou CRT obrazovku. Aby se prodloužila její životnost a lehce se ušetřila energetická spotřeba, používal se na ní spořič obrazovky, čím obrazovka méně svítila, tím se její životnost více prodlužovala. U dnešních LCD displejích nemá spořič obrazovky žádný význam, naopak spotřebu zvyšuje. Místo spořiče se většinou monitor při nečinnosti vypne, nebo počítač přejde do tzv. režimu spánku.

- Kolik korun ušetříš za rok, jestliže místo „spořiče obrazovky“ využíváš režim spánku. Příkon počítače při zapnutém spořiči je asi 90 W, při režimu spánku jen asi 12 W. Za každou spotřebovanou elektrickou práci 1 kWh zaplatíš 4,5 Kč. Počítač je zapnutý a nevyužíván denně průměrně 1 hodinu.

b) Při snížení jasu monitoru si chráníme nejen zrak, ale i ušetříme. Kolik korun ušetříš při snížení jasu ze 100 % na 50 %. Příkon monitoru při jasu 100 % je 50 W a při jasu 50 % 40 W. Počítač je denně průměrně používán 6 hodin, z toho 1 hodinu je v režimu spánku.

c) Při vypnutí počítače zůstává v pohotovostním režimu (tzv. stand-by). Jaké jsou výhody a nevýhody tohoto režimu.

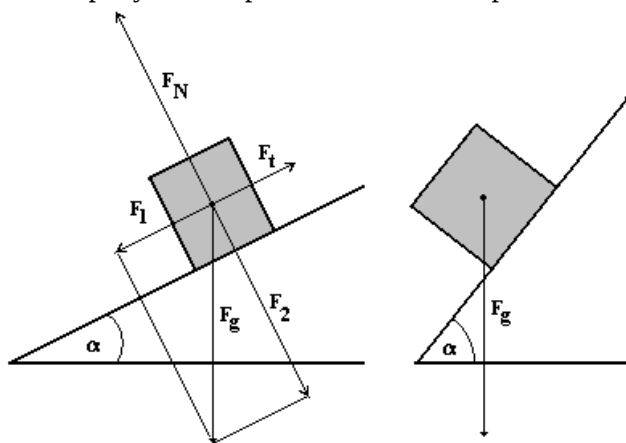
FO53EF15: Rezistory mezi dvěma body sítě

Při sestavování elektrických obvodů se může stát, že mezi třemi body A, B, C elektrické sítě jsou zapojeny tři rezistory. V prvním případě vytvoří trojúhelník: mezi body A, C je rezistor R_B , mezi body A, B je rezistor R_C a mezi body B, C je rezistor R_A . Můžeme však uvnitř trojúhelníku ABC zvolit bod O a rezistory R_1, R_2, R_3 zapojíme postupně mezi body A-O, B-O, C-O, takže vznikne trojčipá hvězda. První zapojení rezistorů se nazývá „do trojúhelníku“ a druhé „do hvězdy“. Existuje velmi jednoduchý způsob, jak ze zapojení do trojúhelníku, jež obsahuje uzavřenou smyčku a píšou se pro ni obtížně matematické vztahy, obdržet zapojení do hvězdy. Proveďte se to tak, že např. mezi dvěma body A, C při zapojení do trojúhelníku musíme uvážit dvě větve, v jedné je rezistor R_B , ve druhé sériově zapojené rezistory R_C a R_A . Při zapojení do hvězdy jsou oba body sítě spojeny dvěma rezistory R_1 a R_3 . Napište si obdobně vztahy pro dvojice bodů A, B a B, C a najděte způsob výpočtu.

FO53EF16: Tělesa se po nakloněné rovině mohou sunout nebo valit

Tělesa umístěná na nakloněnou rovinu se můžou sunout, valit, nebo zůstanou na místě, kam byly položeny. Záleží na tvaru tělesa, respektive na rozložení látky v tělese a na úhlu, který svírá nakloněná rovina s rovinou horizontální. Na těleso, například tvaru krychle, umístěné na nakloněnou rovinu působí gravitační síla, kterou můžeme rozložit na dvě složky (viz. obrázek 1). První složka způsobuje pohyb tělesa po nakloněné rovině, druhá těleso k nakloněné rovině přitahuje. Dále na těleso působí nakloněná rovina normálovou silou a proti pohybu tělesa třecí silou. Jestliže úhel nakloněné roviny budeme zvětšovat, při určitém úhlu nebude již úsečka znázorňující gravitační sílu procházet podstavou tělesa, a může dojít k jeho převrácení (viz. obrázek 2). Jsou-li podmínky i nadále stejné, dochází k dalšímu převrácení tělesa a těleso se začne valit. Příkladem takového tělesa je například tužka, která se i při malém úhlu nakloněné roviny začne valit. Ještě lepší je kulička.

Úkolem úlohy je prozkoumání pohybu těles po nakloněné rovině při sunutí a valení.



Obrázek 1

Obrázek 2

Úvodní otázky:

- 1) Kdy dojde při projíždění zatáčky automobilem ke smyku?
- 2) Kdy dojde při projíždění zatáčky automobilem k jeho převrácení na bok?
- 3) Čím je způsobeno, že terénní automobil Hummer na rozdíl od běžného městského automobilu může vyjet strmé kopce.

4) Plastové eurofólie se prodávají například po padesáti kusech. Jsou velmi hladké a tak se stává, že při rozdělání balíčku se všechny po sobě hladce sunou a rozsypají se. Jak by se daly eurofólie upravit, aby zůstaly průhledné, hladké a zároveň se po sobě nesmekaly?

5) Lepší pračky s vrchním plněním zastaví buben s prádlem po praní tak, aby byl víkem nahoru a nemusel s ním člověk otáčet. Těsně předtím můžeme slyšet, jak motor pračky lehce pootočí bubnem, aby dostal víko bubnu nahoru. Buben pračky se však častokrát vrátí do původní polohy. Vysvětli toto chování.

Dřevěná kostička na nakloněné rovině

Pomůcky: Delší dřevěná deska nebo prkno (asi 2 metry, je možné použít například i delší stůl, který lze vypodložit apod.), dřevěná krychle (vhodná je například kostička o délce strany asi 4 cm.), gumička, úhломěr.

Popis: Dřevěnou kostičku umístí na horní konec nakloněné roviny. Rovina musí být vypodložena tak, aby se kostička pohybovala dolů ve směru nejdelší hrany a nespadla z nakloněné roviny dříve, než bude na dolním konci. Proveď tři měření pro tři různé úhly. První úhel nakloněné roviny by měl být co nejmenší, ale zároveň takový, aby se kostička dala do pohybu. Druhý úhel by měl být asi kolem 40° a poslední úhel asi kolem 60°. Poté navlékni na kostičku dvě gumičky, každou gumičku na jinou stranu. Proveď opět tři měření se stejnými úhly nakloněné roviny, jako jsi měl v prvním případě. Při každém měření zkus vypořadovat, jaký pohyb kostička koná a jak se tento pohyb mění s větším úhlem nakloněné roviny. Zamysli se ve všech třech případech nad výslednicí síly F_1 a třecí síly.

Dutý a plně naplněný válec na nakloněné rovině.

Pomůcky: Delší dřevěná deska nebo prkno (opět asi 2 metry), dutý otevíratelný válec (vhodná je například nádoba ve tvaru válce od léku nebo od instantního čaje), úhломěr, voda, olej a sypký materiál (písek, mouka apod.).

Popis: Prázdný válec umístí na horní konec nakloněné roviny. Rovina musí být vypodložena tak, aby se válec pohyboval dolů ve směru nejdelší hrany a nespádl z nakloněné roviny dříve, než bude na dolním konci. Proveď jedno měření. Úhel nakloněné roviny by měl být co nejmenší, ale zároveň takový, aby se válec dal do pohybu. Poté naplň plně válec sypkým materiálem. Proveď opět jedno měření se stejným úhlem nakloněné roviny, jako jsi měl v prvním případě. Při každém měření zkus vypořadovat, jaký pohyb válec koná. Stejně měření proveď s válcem plně naplněným vodou a nakonec olejem. Porovnej pohyb válce ve všech čtyřech měřeních.

Válec z poloviny naplněný na nakloněné rovině.

Pomůcky: Stejně jako v předchozím měření

Popis: Válec z poloviny naplněný sypkým materiálem umístí na horní konec nakloněné roviny. Rovina musí být vypodložena tak, aby se válec pohyboval dolů ve směru nejdelší hrany a nespádl z nakloněné roviny dříve, než bude na dolním konci. Proveď jedno měření. Úhel nakloněné roviny by měl být co nejmenší, ale zároveň takový, aby se válec dal do pohybu. Poté naplň z poloviny válec vodou. Proveď jedno měření. Úhel nakloněné roviny by opět měl být co nejmenší, ale zároveň takový, aby se válec dal do pohybu. Při každém měření zkus vypořadovat, jaký pohyb válec koná. Stejně měření proveď s válcem z poloviny naplněného olejem. Porovnej pohyb válce ve všech třech měřeních.

Na závěr experimentální úlohy zodpověz úvodní problémové otázky. Olej nevylévej do odpadu, dá se použít ještě na smažení.

K zápisu protokolu o řešení experimentální úlohy si zvol vhodný pracovní list, v němž uvedeš jednak všechny použité pomůcky, jednak popíšeš pokusy, které je potřeba vykonat, popíšeš pozorované výsledky. Pokus se také vysvětlit, proč děje probíhají tak, jak je můžeš pozorovat. Nezapomeň ke každému pokusu nakreslit situační nákresy a další obrázky, aby bylo jasné, jak jsi pokus vykonal.