

# Rozhledy matematicko-fyzikální

---

Ivo Volf

Úlohy pro 49. ročník Fyzikální olympiády, kategorie E, F

*Rozhledy matematicko-fyzikální*, Vol. 82 (2007), No. 4, 34–40

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146220>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2007

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>

# SOUTĚŽE

## Úlohy pro 49. ročník Fyzikální olympiády, kategorie E, F

*Ivo Volf, ÚK FO – Univerzita Hradec Králové*

Tento soubor úloh je určen pro soutěžící, kteří navštěvují 8. nebo 9. ročník škol poskytujících základní vzdělání nebo jim odpovídající ročníky víceletého gymnázia. Budete z nich povinně řešit celkem sedm úloh, které vám stanoví váš učitel fyziky. Nic však nebrání tomu, abyste nevyřešili i další úlohy, na které budete se svými vědomostmi a dovednostmi stačit. Také letos byly do fyzikální olympiády zařazeny úlohy s využitím informací, které najdete na internetu.

### **EF49-1. Šerpové v Nepálu**

Šerpové v Nepálu jsou najímáni, aby pomohli horolezcům přenášet těžké náklady při jejich vysokohorských expedicích. Šerpa má hmotnost 85 kg a unese náklad 75 kg. Stoupá do prudkého kopce a zdolá během dvou hodin výškový rozdíl 860 m.

- a) Jak velkou práci vykoná nosič při vynesení nákladu?
- b) Jak velkou práci vykoná nosič celkem?
- c) Jaký je průměrný výkon nosiče při stoupaní?
- d) Jaký je podíl užitečné a celkové práce nosiče a poměr užitečného a celkového výkonu?

Za užitečnou práci považujeme práci spojenou pouze s nákladem, celková práce je včetně vynesení těla nosiče.

### **EF49-2. Vzletová rychlost letadla**

Letečtí experti stanovili rychlost, nutnou pro start velkého dopravního letadla, na hodnotu 270 až 324 km/h, a to v závislosti na směru a rychlosti větru i na hmotnosti letadla. Při rozjezdu po startovací dráze se zvyšuje rychlost letadla z klidu rovnoměrně tak, že každých 5,0 s vzroste o 10,0 m/s.

- a) Jak dlouho se letadlo rozjíždí po startovací dráze, než se „odlepí“ od země?
- b) Do grafu  $v(t)$  vyjádři, jak se mění rychlost na čase od zahájení pohybu letadla až po jeho „odlepení“ od startovací dráhy.

- c) Jakou nejmenší dráhu ke startu letadlo potřebuje? Ke stanovení využij grafu.
- d) Porovnej získaný údaj se startovními drahami na vybraných letištích: Denpasar (Bali – Indonésie), Kathmandu (Nepal), São Paulo, Pardubice, Singapur – Changi. Pro řešení zvol např. Google Earth 3D, [www.GoogleEarth.com](http://www.GoogleEarth.com).

### EF49-3 Letadlo přistává

Přistávací rychlost velkého dopravního letadla (např. Airbus, Boeing aj.) je 240 km/h. Letadlo dosáhne této rychlosti asi 10,0 s před dotekem podvozku s přistávací drahou, dalších 5,0 s poté, co se podvozek dotkne dráhy, vyrovnává se stabilita letadla a potom začne pilot účinně brzdit (pomocí klapek na křídlech a pak obráceným chodem motorů, v poslední fázi i brzděním kol podvozku) a během 30,0 s letadlo zastaví. Předpokládejme, že ke snižování rychlosti dochází rovnoměrně s nabíhající časem.

- a) K řešení dalších otázek si nakresli graf  $v(t)$ .
- b) Jak daleko před začátkem přistávací dráhy je v ideálním případě letadlo v okamžiku, kdy dosáhlo předepsané přistávací rychlosti?
- c) Jakou dráhu urazí letadlo na přistávací dráze předtím, než začne brzdit?
- d) Stačí k přistání velkého dopravního letadla přistávací dráha délky 2,0 km?
- e) Porovnej s údaji v úloze délku přistávacích a startovacích drah na letištích São Paulo, London-Heathrow, Washington, Praha-Ruzyně, Soči-Adler (psáno Sochi).

### EF49-4 Zapojujeme rezistory

Při laboratorní práci dostali žáci za úkol spojovat rezistory v různých kombinacích. Měli k dispozici tři rezistory o odporu 20 ohmů, 50 ohmů, 50 ohmů a zdroj o stálém napětí 4,5 V. Vytvoř teoretický projekt pro jejich laboratorní činnost – jaké existují možnosti spojení vždy všech tří rezistorů, jaké napětí je na jednotlivých rezistorech při těchto zapojeních, jaký proud jimi prochází a jaký příkon má každý z těchto rezistorů.

### EF49-5 Ledovcová pokrývka Grónska

Grónský pevninský ledovec se vytvořil koncem třetihor a je starý asi tři milióny let. Dnes pokrývá asi 85 % povrchu pevniny, tj. přibližně 1,80 milionu km<sup>2</sup>. V centrální části má tloušťku asi 3 200 m, k okrajům se tloušťka ledu snižuje až na 100 m. Celková průměrná tloušťka je asi

## SOUTĚŽE

1 500 m. V roce 2006 bylo zjištěno, že nevratným způsobem za rok roztálo 240 km<sup>3</sup> ledu o hustotě 920 kg/m<sup>3</sup>. Tím se grónský ledovec zmenšuje.

- Urči objem ledu, který tvoří grónský ledovec.
- Urči hmotnost a objem vody, která vznikla nevratným táním Grónského ledovce v roce 2006.
- O kolik se v roce 2006 zvýšila hladina oceánů na Zemi? Oceány představují asi 70 % povrchu Země. Představuje toto zvýšení hrozbu pro lidstvo?
- O kolik by se zvýšila hladina oceánů, kdyby roztál všechny pevninský led v Grónsku? Jaké by to mělo důsledky např. pro Dánsko a Nizozemí, popř. severní část Německa a Polska? Své tvrzení podlož prací s mapou nebo s internetovou stránkou [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com).
- Popiš, proč je pro lidstvo nebezpečné tzv. globální oteplování.

### EF49-6 Trpasličí planety

Na pražském mezinárodním symposiu astronomů bylo dohodnuto, že Pluto a některá další tělesa sluneční soustavy se dostanou do kategorie Trpasličí planety (Dwarf planets). Mohla by mezi ně patřit např. (uvádíme jméno, vzdálenost tělesa od Slunce v aféliu a perihéliu) Quaoar (44,896 AU, 41,914 AU), Varuna (45,335 AU, 40,915 AU), Sedna 975,056 AU, 76,156 AU), Orcus (48,31 AU, 30,53 AU), Ceres (2,987 AU, 2,544 AU), Eris (94,56 AU, 37,77 AU), Pluto (49,305 AU, 29,658 AU).

- Pro každé těleso urči jeho střední vzdálenost od Slunce.
- Jak dlouho sluneční světlo letí ze Slunce na tato tělesa?
- Země má střední vzdálenost  $r_Z = 1$  AU, dobu oběhu  $T_Z = 1$  rok. Urči dobu oběhu těchto těles kolem Slunce, platí-li 3. Keplerův zákon: Podíl druhých mocnin dob oběhu dvou těles kolem Slunce je roven podílu třetích mocnin středních vzdáleností těchto těles od Slunce.
- Své výpočty si zkontroluj např. v internetové encyklopedii Wikipedia ([www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)).

### EF49-7 Jak se setkávají autobusy?

V jednom městě vyjíždějí autobusy městské dopravy každých 6 minut z jedné koncové stanice a do druhé koncové stanice se dostanou přesně za 33 min. Tam řidič odpočívá 10 min a pak se vrací zpátky po stejné trase; tento děj se opakuje od ranních 4 h 30 min až do večera do 19 h 00 min (pak je provoz již řidší). Zjistí, kolik nejvýše může řidič v jednom autobuse potkat protijedoucích autobusů městské dopravy při jedné trase? K řešení si nakresli graf  $s(t)$ ; snad ani nevádí, že není známa vzájemná

vzdálenost koncových stanic této linky městské dopravy. Pro jednoduchost neuvažuj krátké zastávky autobusu na stanicích městské hromadné dopravy.

#### EF49-8 Předjíždění nákladních vozidel

Po přímé vodorovné dvouproude silnici jede stálou rychlostí 45 km/h vozidlo o délce 30 m vezoucí tzv. „rozměrný náklad“. Zezadu se přiblíží nákladní automobil o délce 18 m, jedoucí stálou rychlostí 72 km/h. Když nákladní automobil dosáhne vzdálenosti 20 m od vozidla, vybočí do levého jízdního pruhu a začne předjíždět. Předjíždění bude ukončeno v okamžiku, když se zadní část nákladního automobilu dostane 12 m před vozidlo a automobil bude pokračovat v jízdě v pravém jízdním pruhu.

- Jak dlouho trvá předjíždění vozidla nákladním automobilem?
- Jakou dráhu urazí při předjíždění předjížděné vozidlo s rozměrným nákladem?
- Jakou dráhu urazí při předjíždění předjíždějící nákladní automobil? K řešení nakresli vhodné obrázky (nejlépe na začátku předjíždění, v okamžiku, kdy jsou řidiči vedle sebe, na konci předjíždění). Proč je pro další vozidla toto předjíždění nebezpečné?

#### EF49-9 Akvárium s vodou

Na stole v laboratoři biologie je umístěno prázdné akvárium o vnitřních rozměrech dna 40 cm × 60 cm a o výšce vnitřního prostoru 45 cm. Hmotnost prázdného akvária je 12,0 kg. Při posouvání po stole je nutno překonat smykové tření, pro něž platí  $F_t = f \cdot mg$ , kde součinitel smykového tření akvária o stůl je  $f = 0,25$ . Pak do akvária nalijeme vodu do výšky 40 cm ode dna.

- Jaká je hmotnost akvária naplněného vodou do uvedené výšky?
- Jak velkou silou je možno posouvat akvárium po desce stolu, je-li prázdné, pak je-li naplněné vodou? Nač musíme dát pozor při posouvání (udělej si pokus s talířem, skoro plným vody).
- Při posouvání akvária navrhla Lucie, že se mezi desku stolu a dno akvária vloží válcové tužky. Proč to navrhla? Nestačilo by pod akvárium vpravit trochu vody?
- Při zvedání jednoho konce akvária leží protější hrana dna na stole. Jak velkou silou je třeba na jednom konci akvárium zvedat?

#### EF49-10 Závody na kole

Lenka a Petr si na opuštěné vodorovné silnici zahráli závody na jízdních kolech. Nejprve se Petr rozjžděl po dobu 25 s, než dosáhl 27 km/h, a

## SOUTĚŽE

bez dalšího šlapání jel až do zastavení po následujících 65 s. Lenka se rozjížděla po dobu 30 s, než dosáhla stejné rychlosti, avšak zastavovala se po dobu 60 s. Oba tedy dosáhli téže největší rychlosti a pohybovali se na kole po stejnou dobu. Po dobu rozjíždění i zastavování se rychlosti obou cyklistů mění s časem rovnoměrně, změny rychlosti jsou úměrné časovým intervalům,  $\Delta v \sim \Delta t$ .

- Nakresli do společného grafu  $v(t)$  změny rychlosti obou závodníků.
- Který ze závodníků dojel do větší vzdálenosti?
- Nakonec se oba závodníci rozjížděli vedle sebe po stejnou dobu 30 s, než dosáhli oba rychlosti 27 km/h, ale potom se Lenka zastavovala po dobu 60 s a Petr po dobu 65 s. Který z nich dojel dále? Odhadni a uveď pravděpodobnou příčinu různé doby zastavování.

### EF49-11 Spotřeba pohonných hmot u automobilů

Současná průměrná spotřeba motorů osobních vozidel a lehkých nákladních automobilů podle testů EPA (United States Environmental Protection Agency) je dána požadavkem ujet 25 mil na jeden galon (americká míle = 1,6093426 km, americký galon = 3,785 434 5 dm<sup>3</sup>). Tato vzdálenost vzrůstala od šedesátých let 20. století na základě standardů CAFE (Corporate Average Fuel Economy). Současným cílem je účinnost motorů zvýšit tak, že ujedou 45 mil na jeden galon spotřeby pohonných hmot. Řidiči budou muset sice investovat do technického vybavení vozidel, ale zlevní se tak jejich provoz. Uvažte, že během delší jízdy po rovinných silnicích udržuje motor vozidlo při stálé rychlosti 90 km/h, překonává především odporovou sílu, kterou na vozidlo působí okolní vzduch, a valivý odpor pneumatik při jízdě po (asfaltové) vozovce. Proto tahovou sílu odhadneme na 400 N. Výhřevnost benzínu (teplo, získané dokonalým spálením 1 kg benzínu o hustotě 720 kg/m<sup>3</sup>) je 46 MJ/kg.

- Jak velkou práci je nutno vykonat při udržení vozidla v jízdě po dráze 100 km?
- Jak velká je spotřeba benzínu při celkové účinnosti 25 % (motoru i převodů)?
- Porovnej svůj výsledek s výše uvedenými odhady EPA.

### EF49-12 Jízdní kolo jako fyzikální laboratoř

(projekt vhodný pro soutěžící z osmých ročníků)

Podívej se na své jízdní kolo očima žáka, který navštěvuje výuku fyziky na základní škole nebo na nižším gymnáziu. Načrtni si konstrukci jízdního kola. Popiš části jízdního kola a fyzikální děje, které se účastní

na přenosu síly a pohybu od došlápnutí podrážky obuvi na pedál až po dotyk pneumatiky kola se zemí. Uveď fyzikální veličiny a zákony, které můžeš využít při tomto popisu. Vysvětli význam tzv. přehazovačky. Jestliže frekvence šlapání pravé nohy je 90/min, za jakých podmínek lze dosáhnout nejmenší a za jakých podmínek největší rychlosti přemísťování jízdního kola? Při řešení popisuj reálné jízdní kolo (včetně případných experimentů), stanov si sám postup řešení. Napiš stručný protokol, doplněný získanými údaji, tabulkami, výpočty, fotografiemi či obrázky. Neboj se využít informací z internetu (hledej [www.Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com), heslo bicycle).

### EF49-13 Hra s mapou v atlase nebo na internetu

Letos se podíváme nejprve na mapu Turecka (najdete ho i na mapě Evropy), potom využijeme internetové stránky [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) (zvolte si free version – zdarma).

- Stanov zeměpisné souřadnice nejzápadnějšího, nejsevernějšího, nejvýchodnějšího a nejjihnějšího místa Turecka. Na základě měření nebo výpočtu urči strany „obdélníka“, do něž by se Turecko vešlo.
- Odhadni rozměry „obdélníka“, který by měl stejný plošný obsah jako Turecko. Vypočti a svůj výsledek zkontroluj s hodnotou známou z tabulek či z internetu.
- Urči vzdálenost letišť v blízkosti měst Istanbul a Antalya. Jak dlouho trvá let v případě, že střední rychlost letadla (včetně manévru při startu a přistání) je 700 km/h?
- Zjisti nejmenší šířku průlivu Bospor a průlivu Dardanely. Jak dlouho přibližně trvá, než loď jedoucí rychlostí 25 uzlů propluje z Černého moře do moře Egejského?
- Na internetu najdi místo o souřadnicích  $36^{\circ}52,64'$  severní šířky a  $30^{\circ}56,15'$  východní délky; najdeš tam sportovní areál, a zjisti, jaké rozměry má fotbalové hřiště.

Poznámka: 1 uzel = 1 námořní míle za hodinu (1 nautic mile per hour).

### EF49-14 Jak vytéká voda z nádoby

K laboratornímu experimentu budeš potřebovat vhodnou plastovou láhev o objemu 2,0–2,5 litru. V první části experimentu nalepíš na láhev podélnou stupnici, kterou si ocejchuješ – vezmeš větší sběračku a nálevku, postupně přiléváš vodu do láhve a na stupnici si označ ve vhodných vzdálenostech rysky tak, abys získal 15 až 20 poloh. Abys šetřil vodou, nalij ji do kbelíku a v místě nejnižší rysky udělej do stěny láhve malou

## SOUTĚŽE

díрку o průměru asi 1,0 až 2,0 mm. Potom naplň láhev vodou až do vrchu (výše, než je nejvyšší ryska) a pečlivě uzavři zátkou. Pak necháš vodu vytékat, na stopkách či mobilu budeš měřit čas průchodu hladiny vody v láhvi jednotlivými ryskami. Sestroj graf vyznačující závislost změny polohy hladiny na čase i závislost doby výtoku vody na změnách výšky hladiny. Porovnej oba grafy a proved' závěry ze získaných měření.

### **EF49-15 Projekt: Fyzika a sport**

(projekt vhodný pro soutěžící z devátých ročníků)

Ve studiu tělesné výchovy a sportu je zařazena disciplína Biomechanika tělesných cvičení, která popisuje jednotlivé sporty z hlediska fyzikálního pohledu, tedy fyzikálních modelů. Vyber si některý sport a pokus se popsat ho očima žáka, který absolvoval výuku fyziky na základní škole. V případě, že budeš mít nějaké nedostatky, doplň si své fyzikální poznání studiem učebnic fyziky nebo využij internetu. Na závěr zařaď některé konkrétní hodnoty, jež jsou spojeny např. s rekordy našich či světových sportovců. Doporučujeme témata: Sprinty; Běhy na dlouhé tratě; Plavání; Lyžování; Jízda na kole; Automobilismus; Formule 1, Tour de France; Parašutismus atd.

Při řešení teoretických úloh se snažte, aby z vašeho zápisu bylo jasné, jakým myšlenkovým postupem jste na výsledky přišli. Nezapomeňte, že každá fyzikální veličina má svou značku i svou jednotku. Pokuste se využít nejen výpočtů, ale i grafických metod, abyste co nejsnadněji dospěli k cíli – k řešení problému.

Na internetu získáte potřebné informace, nutné pro vyřešení úlohy; abychom vám ulehčili práci, máte u některých úloh přímo vypsánu adresu, na kterou se máte obrátit.

Při řešení experimentálních úloh nezapomeňte, že veličiny měříme vždy s určitou nepřesností, že při měření téže veličiny tedy získáme zpravidla několik navzájem různých hodnot, z nichž je třeba stanovit aritmetický průměr a vypočítat (nebo alespoň hodnověrně odhadnout) neurčitost získaného výsledku. Výsledkem měření je potom nejen získaná průměrná (nejpravděpodobnější) hodnota, ale také meze, v nichž lze s největší pravděpodobností očekávat správnou hodnotu měření.

Dvě úlohy – každá pro jednu kategorii – mají charakter tvůrčího projektu. Nezapomeňte, že se musíte nejprve zorientovat v problematice a teprve potom se pustit do práce.