

Rozhledy matematicko-fyzikální

Ivo Volf

46. ročník Fyzikální olympiády, kategorie E a F

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 80 (2005), No. 1, 41–47

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146087>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2005

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>

46. ročník Fyzikální olympiády, kategorie E a F

Ivo Volf, ÚVFO, PedF UHK Hradec Králové

Tak jako každým rokem již po čtyřicet let, dostávají i letos žáci základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií příležitost změřit své síly v řešení obtížnějších fyzikálních úloh, které pro ně připravuje Ústřední výbor Fyzikální olympiády (ÚVFO) České republiky. Soutěže se mohou zúčastnit žáci již ve druhém pololetí sedmého ročníku, a to v kategorii G, která nese název Archimediáda. V osmém ročníku je pro žáky připravena kategorie F, v devátém ročníku kategorie E. Protože se studijní programy různých škol liší, a to dosti značně, připravil ÚVFO pro tyto dvě kategorie společné úlohy a je ponecháno na učiteli fyziky, které z nich vybere pro své svěřence.

V prvním kole je soutěžící povinen vyřešit alespoň pět úloh ze sedmi, které jsou mu z dále uvedeného souboru 15 úloh učitelem fyziky nabídnuty. Jedna z úloh musí být experimentální – fyzika sice vždy hodně využívala matematiky, ale v mnoha případech vycházela z řešení praktických problémů nebo se na závěr k praxi vracela. Protože se řešení úloh budoují, existuje limit pro úspěšnost: Za správné řešení každé úlohy dostává řešitel deset bodů, ale když jsou v řešení nedostatky, potom se bodové hodnocení snižuje. Úspěch v prvním kole je vázán podmínkou, aby řešitel získal alespoň v pěti úlohách nejméně pět bodů.

Fyzikální úlohy zadávané ve školních hodinách fyziky bývají většinou jednoduché a při jejich řešení se často vystačí s použitím logických úvah nebo jen s jedním vzorcem, do něhož lze dosadit hodnoty daných veličin.

Ve Fyzikální olympiádě jsou většinou zařazeny úlohy problémové, u kterých je třeba nejprve formulovat podmínky, za nichž je vůbec možné úlohu řešit, pak je třeba zjednodušit situaci, které se daný problém týká, a nakonec zvážit dosažené výsledky s ohledem na vybrané vstupní údaje. Některé úlohy vyžadují spojit vědomosti z několika částí fyziky, jiné je možné řešit jenom tehdy, když se uváží informace z techniky nebo z dalších přírodovědných disciplín. Řešení každé úlohy musí být tedy doplněno dalším komentářem, nelze jen vybrat vhodný fyzikální vztah a „zbavit se“ problému. Velmi důležitým krokem je tzv. diskuse řešení, která dává

SOUTĚŽE

do souvislosti nejen dané a doplněné hodnoty veličin, ale také porovnává získané výsledky se skutečností či s tabulkovými hodnotami. Plyne z toho ještě jeden důležitý závěr: nestačí úlohy jen vyřešit, ale je také nutné o způsobu řešení napsat podrobný protokol, v němž je třeba vysvětlit vlastní postup.

Následuje nabídka úloh. Je pochopitelné, že řešitelé z devátých ročníků jsou na tom lépe než osmáci, protože měli zatím o rok více výuky fyziky. Proto je nutné vyslechnout svého učitele fyziky, které úlohy jsou pro kterou třídu vhodné. Je však jasné, že dobrovolnosti se meze nekladou a že se můžete pokusit vyřešit i jiné úlohy.

1. O zlatě v encyklopedii

Zlato je kouzelný minerál, píše se v Encyklopedii školáka TIME LIFE. Nerezaví, neztrácí barvu ani lesk. Výborně vede teplo a elektřinu. Je tak kujné, že nugget (valounek) zlata o hmotnosti 1 oz by se dal roztepat do tenkého průsvitného plátku o rozloze 10 m^2 . Dalo by se z něj vytáhnout tenounké vlákno dlouhé 80 km. Hustota zlata je $19\,320\text{ kg/m}^3$, $1,0\text{ oz} = 28,35\text{ g}$.

- Urči tloušťku zlaté fólie.
- Urči průměr zlatého vlákna.
- Porovnej získané hodnoty s průměrem atomu zlata, který zjistíme vytvořením modelů atomů jako navzájem se dotýkajících koulí; průměr těchto koulí je 0,288 nanometrů.

2. Vlak mezi stanicemi

Vlak stojí ve stanici Výchozí a přesně ve 12:00 je vypraven na trať do stanice Následná. Vlak jede nejprve rovnoměrně zrychleně po dobu 90 s, až dosáhne rychlosti 54 km/h, touto rychlostí jede po dobu 3 min 30 s a zbylou trasu rovnoměrně brzdí po dobu 2 min.

- Nakresli do grafu $v(t)$, jak se s časem mění rychlost vlaku.
- Jak velkou dráhu urazí vlak při rovnoměrném pohybu?
- Na jaké dráze se vlak rozjíždí a na jaké se zastavuje? Popiš své úvahy.
- Jakou dráhu vlak ujede mezi stanicemi a jaká je jeho průměrná rychlost?
- V kolik hodin projíždí vlak kolem strážního domku, který je právě v polovině vzdálenosti mezi stanicemi?

3. Sprinter běží stovku

Sprinter na krátké tratě Petr běžel závod na 100 m tak, že po startu rovnoměrně zrychloval a během prvních 5,0 s uběhl 32 m. Potom již běžel získanou rychlostí rovnoměrně.

- Načrtni graf vyjadřující, jak se s časem měnila Petrova rychlost.
- Urči z grafu, jaké rychlosti dosáhl Petr během rozbíhání.
- Za jak dlouho uběhl Petr celou trasu 100 m?
- Jaká byla Petrova průměrná rychlost na celé trati?
- Trenér během tréninku donutil Petra, aby během prvních 5,0 s uběhl 33 m. O kolik se zlepšila Petrova doba běhu na uvedené trati?

4. Kobra 11

V televizním seriálu Kobra 11 se mnohokrát ukazovalo, jak jedou po dálnici neukáznění řidiči (ve filmu kaskadéři), jejichž divoká jízda vede k hromadným haváriím. Jeden z řidičů jede rychlostí 126 km/h a dokáže brzdit tak, že během doby 3,0 s se jeho rychlost zmenší o 54 km/h. Ovšem od okamžiku, kdy řidič spatří překážku, do okamžiku, kdy začne vozidlo brzdit, uplyne u pozorného řidiče 1,2 s, u řidiče se sníženou pozorností je to 1,8 s, někdy i více.

- Sestroj pro obě tyto situace graf závislosti rychlosti na čase do téhož diagramu. Svě úvahy o práci s grafem podrobně popiš.
- Urči, jak daleko od místa, kde je překážka, musí automobil začít brzdit (včetně doby reakce), aby zastavil včas.
- Dá se z grafu určit, v jaké vzdálenosti od místa, kde řidič zpozoruje překážku, dosáhne automobil poloviční rychlosti?

5. Hokejový puk na ledě

Při tréninku byl hokejový puk vypálen rychlostí 15 m/s směrem k zadnímu hrazení, na něž dopadl rychlostí 12 m/s po 3,0 s. Puk se odrazil zpět, avšak rychlostí o 25 % menší, než byla rychlost dopadu, a vrátil se zpět k hokejistovi. Předpokládejme, že brzdící třecí síla byla po celou dobu stálá a zajišťovala rovnoměrné zpomalování puku.

- Do grafu $v(t)$ nakresli graf rychlosti v závislosti na čase pro pohyb puku.
- Jak daleko od hrazení byl puk vypálen? K odpovědi použij grafu $v(t)$ nebo výpočet průměrné rychlosti puku na dané trase a v daném čase.
- Při pohybu od hrazení puk hokejistu minul a pokračoval dále. Za jak dlouho a v jaké vzdálenosti od hokejisty se puk zastavil?

6. Cyklista jede

Cyklista Honza má i s jízdním kolem hmotnost 80 kg a jede při závodech stálou rychlostí: při pohybu po rovině dosahuje rychlosti 45 km/h, do mírného kopce se stoupáním 6% dosahuje rychlosti 36 km/h. Při jízdě po rovině je odporová síla, která je způsobena odporem vzduchu a dalšími vlivy, rovna 90 N, při nižší rychlosti do kopce je rovna 40 N.

- Urči v obou případech sílu, jež udržuje rovnoměrný pohyb cyklisty v odporujícím prostředí.
- Urči v obou případech výkon cyklisty.

7. Michal je ve vodě

Michal má hmotnost 66 kg a hustota jeho vypracovaného těla po návštěvách fitcentra je $1,1 \text{ g/cm}^3$. Přestože chodí do posilovny, nedovede plavat. Obává se právem, že po skoku do vody bude klesat ke dnu. Proto si navlékl pod ramena nafukovací pryžový kruh, jehož hmotnost neuvažujeme.

- Urči Michalův objem.
- Porovnej gravitační a hydrostatickou vztlakovou sílu, jež působí na Michalovo tělo, je-li ponořeno celé do vody.
- Jak velká by musela být hydrostatická vztlaková síla, aby se Michalovi neponořila jeho hlava s objemem 4 litry?
- Jaký objem musí mít nafukovací kruh, aby byly splněny podmínky v otázce c)?

8. Polárníci driftují na osamělé kře

Ustaraní polárníci sledují, jak pod nimi pomalu odtává driftující kra (driftování je pomalý posun kry účinkem proudění mořské vody). Pro zjednodušení úvah budeme kru považovat za hranol. V určitém okamžiku má kra plošný obsah 30 m^2 a tloušťku 80 cm. Celková hmotnost tří polárníků i s vybavením je 1 200 kg, hustota ledu je 900 kg/m^3 a hustota mořské vody je $1 020 \text{ kg/m}^3$.

- Jak vysoko nad hladinu vody by vyčnívala kra, kdyby byla prázdná, a jak vysoko, když na ní jsou polárníci i s vybavením?
- Mohl by na kře přistát záchranný vrtulník o hmotnosti 2 000 kg, aniž by se celá kra ponořila?
- Vlivem teplého vodního proudu každý den odtaje ze dna kry 5% objemu ledu. Jak dlouho vydrží polárníci nad hladinou vody?

9. Vyhřívání bazén

V rozhlase bylo možno slyšet zprávu, že v Teplíkově mají vyhřívání padesátimetrový bazén, v němž se voda udržuje na teplotě $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bazén má rozměry $50\text{ m} \times 16\text{ m}$, u skokanského můstku je hloubka vody $3,2\text{ m}$, na opačném konci $1,2\text{ m}$. Dno bazénu rovnoměrně stoupá. Voda se průběžně ohřívá tak, že prochází průtokovými ohřivači. Po technické odstávce se bazén napouští vodou o teplotě $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ z vodovodní sítě. Víme také, že bez průběžného ohřívání by teplota vody klesla na $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ za dobu $3,0\text{ h}$. Měrná tepelná kapacita vody je $4\,200\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

- Urči objem a hmotnost vody v bazénu.
- Jaký musí být příkon ohřivacího zařízení, aby se udržovala stálá teplota vody $25\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- Jak dlouho se musí stejným zahřívacím systémem s dvojnásobným výkonem ohřívát voda těsně po napuštění, aby dosáhla předepsané teploty $25\text{ }^{\circ}\text{C}$?

10. Tramvaj jede

Tažný vůz elektrické tramvaje s vagónem je připojen na napětí 600 V a jeho přívodními vodiči prochází proud 100 A do elektromotorů, přičemž vyvine tahovou sílu $3\,000\text{ N}$. Tramvaj jede rovnoměrným pohybem, tj. tahová síla překonává síly odporové.

- Urči, jakou maximální rychlostí by se měl vůz pohybovat po vodorovném úseku?
- Jaký proud musí procházet přívodními vodiči, když tahová síla při jízdě do kopce se zvětšila o 60% ?
- Jak se změní odpovědi na otázky a), b), dosahuje-li elektromotor účinnosti pouze 80% ?

11. Zkrat ve vedení

Dva kamarádi bydlí v sousedních rodinných domcích, které jsou odděleny velkými zahradami. Protože nechtěli zatěžovat rodinný rozpočet drahým telefonováním, aktivovali dva staré telefonní přístroje, které spojili měděným vedením, tzv. dvoulinkou, kterou představují dva navzájem izolované dráty, každý o obsahu kolmého řezu $0,3\text{ mm}^2$. Vedení pak zakopali do země tak, aby o tom nikdo nevěděl. Při podzimním rytí někde na zahradě nastal ve vedení zkrat a měřením na jedné stanici se zjistilo, že zkratovaná část vedení má odpor $2,4\text{ ohmů}$. Jeden metr délky měděného drátu o obsahu příčného řezu 1 mm^2 má odpor $0,017\text{ ohmů}$. Urči, kde bylo vedení zkratováno a kde ho je tedy nutné opravit.

12. Umělé družice Země

Umělá družice Země se pohybuje v průměrné vzdálenosti 6 600 km od středu Země tak, že prochází postupně nad severním a jižním pólem. Druhá umělá družice se pohybuje stejným směrem v téže polární rovině v průměrné vzdálenosti 7 700 km od středu Země. Země rotuje, doba rotace je přibližně rovna 24 h (přesněji je to 23 h 56 min 04 s). Poloměr Země je 6 370 km.

- Urči rychlost pohybu první družice, je-li její doba oběhu 88,8 min.
- Urči dobu oběhu druhé družice, je-li její dráhová rychlost 7,21 km/s.
- Pro obě družice stanov, kdy budou přelétávat rovník poprvé a podruhé. Budou místa přeletu rovníku pro obě družice shodná? Nad pólem obě družice přelétly v 0:00.

13. Saturnův měsíc Titan

Sonda Cassini, vypuštěná v roce 1997 směrem k Saturnu, má zkoumat hlavně Saturnův měsíc Titan. Ten krouží ve střední vzdálenosti 1 222 000 km od středu planety s dobou oběhu i dobou rotace 15,95 dne. Průměr Titanu je 5 150 km, jeho střední hustota je 1 880 kg/m³.

- Najdi si v tabulkách nebo na internetu další údaje o tomto měsíci.
- Urči dráhovou rychlost Titanu a jeho hmotnost z údajů v úloze.
- Porovnej navzájem parametry zemského souputníka Měsíce a Saturnova měsíce Titanu. Použij tabulky nebo údaje z internetu.

14. Určení hustoty cukru

Úkol: Urči hustotu různých druhů cukru.

Pomůcky: krabička kostkového cukru, moučkový cukr, cukr krupice, cukr krystal, kuchyňská odměrka s vyznačením objemu vody a hmotnosti vybraných látek (nebo školní laboratorní váha a odměrný válec), délkové měřítko.

Postup měření si navrhni. U kostkového cukru lze využít dvou různých metod (např. práce s uzavřenou krabicí či určení hustoty použitím několika desítek kostek cukru a jemného krupicového cukru v kuchyňské odměrce).

O provedeném experimentování sepiš protokol, měření několikrát zopakuj a vypočítej průměrné hodnoty měřené veličiny.

15. Mezi geometrií a fyzikou

- A. Z tužšího papíru, lepenky či tenké překližky nebo tenkého plechu vystříhni čtverec o straně 10 cm a pak několik dalších obrazců (vlastně tenkých desek): obdélník o rozměrech 8 cm × 16 cm, kruhy o poloměrech 5 cm a 7 cm, trojúhelník o základně 12 cm a výšce 8 cm a několik nepravidelných útvarů (desek) ve tvaru listu, srdce aj.
- B. Navrhni sám (sama) způsob, jak vážením těchto desek lze zjistit plošný obsah obrazců, které lze vidět, když desky položíme na stůl. Svůj nápad uskutečni; vážení je třeba provést ve školní fyzikální laboratoři, popř. i doma, máš-li k dispozici citlivé váhy na dopisy. Výsledky u pravidelných obrazců si zkontroluj výpočtem.
- C. U zhotovených desek vyhledej jejich těžiště. V místě těžiště podlož desky např. ostrím tužky nebo odpichovátka, popř. je zavěšuj na nit. Svůj postup popiš a vysvětli.

* * * * *

BYL POD PŘÍSAHOU

Významný americký fyzik Henry Rowland (1848–1901), žák Röntgenův, je znám svými pracemi v oblasti elektrodynamiky, nauky o teple, optiky a spektroskopie. Zdokonalil difrační mřížky a techniku jejich výroby, sestavil atlas slunečního spektra. Nejznámější je experiment nesoucí jeho jméno, jímž lze dokázat, že rotující nabitě těleso vytváří magnetické pole týchž vlastností, jako elektrický proud protékající vodivou smyčkou.

O Rowlandovi se vypráví, že byl jednou předvolán jako expert svědčit při nějakém soudním procesu. Státní zástupce mu při této příležitosti položil otázku: „Kdo je dnes nejvýznamnějším americkým fyzikem?“, načež Rowland bez uzardění odpověděl: „To jsem já.“ Když se později sešel s jedním ze svých přátel, ten mu dal jemně najevo, že taková odpověď nesvědčí zrovna o přílišné skromnosti. Rowland to zkroušeně uznal, ale namítl: „Co jsem mohl dělat, vždyť jsem vypovídal pod přísahou!“

Ivan Štoll