

## Úlohy pro 46. ročník fyzikální olympiády, kategorie E, F

### 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  $10 \text{ m}^2$ . Dalo by se z něj vytáhnout tenounké vlákno dlouhé 80 km. Hustota zlata:  $19\,320 \text{ kg/m}^3$ ,  $1,0 \text{ oz} = 28,35 \text{ g}$ .

- 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 pak  $0,288 \text{ nanometrů}$ .

### 2. Vlak mezi stanicemi

Vlak stojí ve stanici Výchozí a přesně ve 12:00 hodin byl vypraven na trať do stanice Následná. Vlak jede nejprve zrychleně po dobu 90 s, až dosáhne rychlosti  $54 \text{ km/h}$ , touto rychlostí jede po dobu 3 min 30 s a zbylou trasu rovnoměrně brzdí po dobu 2:00 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? Popište své úvahy.
- Jakou dráhu vlak ujel mezi stanicemi a jaká byla 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 se po startu rovnoměrně zrychloval během prvních 5,0 s uběhl 32 m. Potom již běžel rovnoměrně získanou rychlostí.

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

### 4. Kobra jedenáct

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  $126 \text{ km/h}$  a dokáže brzdít tak, že během doby 3,0 s se jeho rychlost zmenší o  $54 \text{ km/h}$ . Ovšem... od okamžiku, kdy řidič spatří překážku, do okamžiku, kdy začne vozidlo brzdít, uplyne u pozorného řidiče 1,2 s, u řidiče se sníženou pozorností je to 1,8 s, někdy je i větší.

- Sestroj pro oba tyto hodnoty graf závislost změny rychlosti na čase do téhož diagramu. Své úvahy o práci s grafem podrobně popiš.
- Urči, jak daleko od místa, kde je překážka, musí automobil začít brzdít (včetně doby reakce), aby zastavil včas.
- Dá se z grafu určit, v jaké vzdálenosti od místa, kde řidič zpozoroval 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 době 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 změny rychlosti 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, způsobená 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 části 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  $30 \text{ m}^2$  a tloušťku 80 cm. Celková hmotnost tří polárníků i s vybavením je 1200 kg, hustota ledu  $900 \text{ kg/m}^3$  a hustota mořské vody  $1020 \text{ kg/m}^3$ .

- Jak vysoko nad hladinou vody by dosahovala kra, kdyby byla prázdná, a jak vysoko, když na ní jsou rozmístěni polárníci i s vybavením?
- Mohl by na kře přistát záchranný vrtulník o hmotnosti 2000 kg, aniž by se kra celá 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 m x 16 m, u skokanského můstku je hloubka vody 3,2 m, na opačném konci 1,2 m. Dno bazénu je rovinné, tj. rovnoměrně stoupá. Voda se průběžně ohřívá tak, že prochází průtokovými ohříváči. Po technické odstavce 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 h. Měrná tepelná kapacita vody je  $4200\text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ .

- Urči objem a hmotnost vody v bazénu.
- Jaký musí být příkon ohřívacího zařízení, aby se udržovala stálá teplota  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  vody?
- 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 připojeným vagónem je připojen na napětí 600 V a jeho přívodními vodiči prochází proud 100 A do elektromotorů, přičemž vyvine tahovou sílu 3000 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 2,40 ohmů. Jeden metr délky měděného drátu o obsahu příčného řezu  $1\text{ mm}^2$  má odpor 0,017 ohmů. Urči, kde bylo vedení zkratováno a je nutno vedení 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 také v 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 přelétaly v 0:00 h.

### 13. Saturnův měsíc Titan

Sondou Cassini, vypuštěná v r. 1997 směrem k Saturnu, má zkoumat hlavně Saturnův měsíc Titan. Ten krouží kolem planety ve střední vzdálenosti 1 222 000 km od středu planety s dobou oběhu i dobou rotace 15,95 d. Průměr Titanu je 5 150 km, jeho střední hustota  $1 880\text{ kg}/\text{m}^3$ .

- 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 Titan. Použij tabulky nebo údaje z internetu.

### 14. Určení hustoty cukru

Úkol: Urči hustotu různých druhů cukru.

Pomůcky: Krabička kostkového cukru, moučkový cukr, cukr-krupice a 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 5,0 cm, 7,0 cm, trojúhelník o základně 12 cm a výšce 8,0 cm a několik nepravidelných útvarů (desek) ve tvaru listu, srdce aj.
- b) Navrhni sám 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 desky podlož např. ostrým tužka nebo odpichovátka, popř. je zavěšuj na nit. Svůj postup popiš a vysvětli.

### Upozornění pro řešitele:

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

Ve fyzikální olympiádě zařazujeme většinou úlohy problémové, u kterých je třeba nejprve formulovat podmínky, za nichž je vůbec možné úlohu řešit, zjednodušit situaci, které se daný problém týká a zvážit dosažené výsledky s ohledem na vybrané vstupní údaje. Některé úlohy vyžadují spojit vědomosti z několika částí fyziky, jiné můžeme řešit jenom tehdy, když uvážíme 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 do souvislosti nejen dané a doplněné hodnoty veličin, ale také porovnává získané výsledky se skutečností či tabelárními hodnotami.