

## Výsledky úloh 46. ročníku FO, kategorie E, F

Ivo Volf\*, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové

Miroslav Randa\*\*, ÚV FO, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Jak je již v naší soutěži obvyklé, uvádíme pouze výsledky řešení úloh, zařazených do 46. ročníku fyzikální olympiády v kategoriích E, F.

Z uvedených 15 úloh vybere učitel fyziky **sedm** podle situace výuky fyziky na své škole tak, aby jeho žáci mohli úlohy vyřešit v závislosti na tom, jak bylo pro ně uspořádáno učivo. Z těchto sedmi úloh musí být jedna úloha experimentální. Soutěžící by měl odevzdat alespoň pět úloh, které bude učitel hodnotit alespoň pěti body, přičemž o experimentální úlohu se musí alespoň pokusit. Podstatou řešení úloh je pak dospět ke správnému výsledku a zapsat podrobný záznam myšlenkových úvah, jimiž každý řešitel prochází. I když jsou úlohy zpravidla jednoduché, měl by mít učitel fyziky, tato řešení opravující, oporu pro svou korekturní činnost a pro hodnocení úloh právě v tomto normativním materiálu. Pokud učitelé fyziky budou mít připomínky k řešení, popř. nějaké nejasnosti, prosíme, aby nás informovali na emailové adrese fyzikální olympiády, tj. [ivo.volf@uhk.cz](mailto:ivo.volf@uhk.cz).

Následující článek obsahuje výsledky, ne postup při řešení, a současně návrh bodování kvality těchto řešení. Záleží však na opravujícím, jak dalece se bude rigorózně držet tohoto návrhu – upozorňujeme, že je potřeba posoudit postup řešení úlohy a také míru nedostatků, jichž se řešitel dopustil. Nezapomeňte na to, aby vždy byl formulován myšlenkový postup při řešení.

Řešitele fyzikální olympiády z řad žáků základních škol a nižších gymnázií pak upozorňujeme, že pokud se k tomuto materiálu dostanou, nestačí uvést jako řešení úloh FO pouze výsledky – jejich řešení je nutné opatřit podrobnějším zápisem, který ukazuje, jakou cestou problémy zpracovali. Nelze tedy opřít řešení úloh ve fyzikální olympiádě pouze o tento materiál. Může jim však posloužit jako rychlá kontrola správnosti jejich postupů, popř. jako prostředek pro konzultování svých řešení. Nezapomínejte, že výsledky bez podrobně vyjádřeného postupu řešení jsou ve fyzikální olympiádě nedostačující, a proto dbejte na formulování svých myšlenek: stručně, jasně, výstižně, užívejte obrázků, vzorečků, grafů.

Zároveň upozorňujeme na to, že v nepříliš dlouhé době bude na stránce fyzikální olympiády [www.uhk.cz/fo](http://www.uhk.cz/fo) otevřen korespondenční seminář fyzikální olympiády pro žáky základních škol.

### 1. O zlatě v encyklopedii

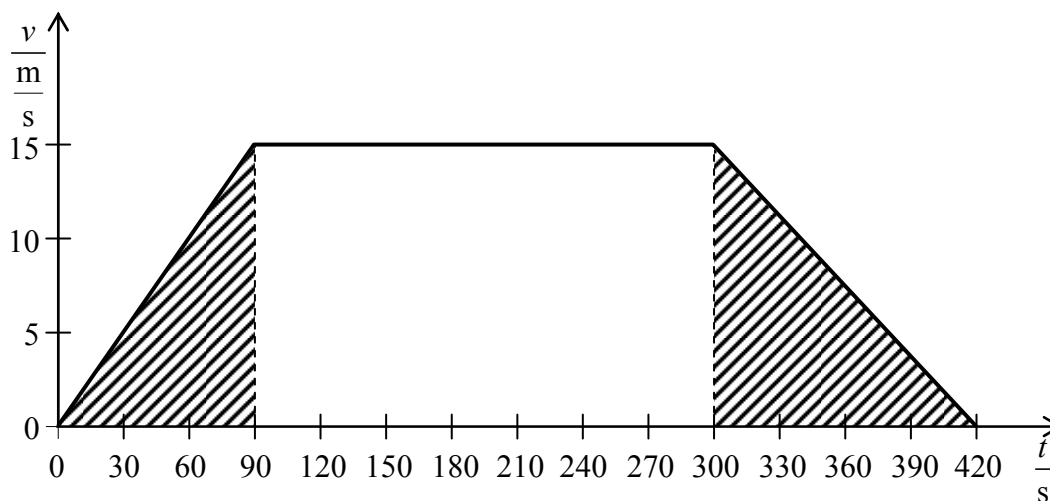
- a) Objem nuggetu je  $1,467 \text{ cm}^3$ , tloušťka fólie  $0,1467 \text{ }\mu\text{m}$ . (5 bodů)
- b) Průměr vlákna je  $4,83 \text{ }\mu\text{m}$ . (3 body)
- c) Tloušťka zlaté fólie je asi 510krát větší než průměr atomu zlata; průměr zlatého vlákna je asi 16 800krát větší než průměr atomu zlata. (2 body)

\* [ivo.volf@uhk.cz](mailto:ivo.volf@uhk.cz)

\*\* [randam@kof.zcu.cz](mailto:randam@kof.zcu.cz)

## 2. Vlak mezi stanicemi

a)



(2 body)

b) Při rovnoměrném pohybu urazil vlak 3,15 km. (2 body)

c) Určíme vyšrafované plochy: vlak se rozjížděl na dráze 0,675 km, zastavoval na dráze 0,9 km. (2 body)

d) Vzdálenost mezi stanicemi je 4,725 km, jeho průměrná rychlost byla

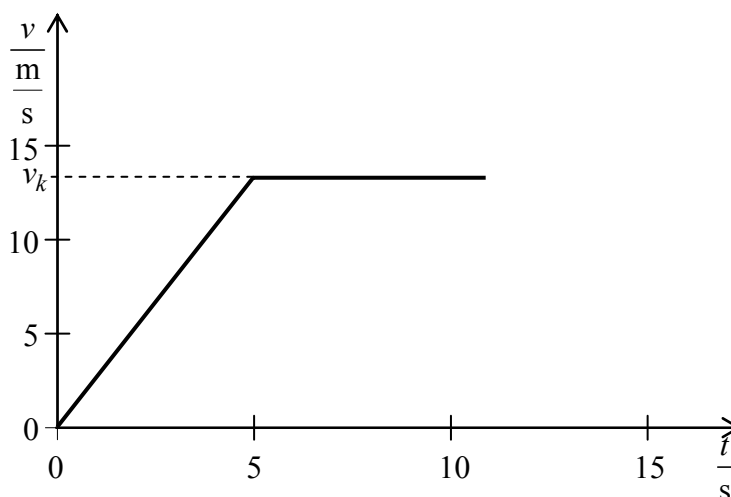
$$11,25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 40,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

(2 body)

e) Vzdálenost domku od stanice je 2,362 5 km. Vlak proto kolem domku jede rovnoměrně a musí rovnoměrně ujet dráhu 1,687 5 km. Doba jízdy je proto  $(90 + 112,5) \text{ s} \doteq 203 \text{ s}$ . Kolem domku vlak projede ve 12 hodin 3 minuty a 23 sekund. (2 body)

## 3. Sprinter běží stovku

a)

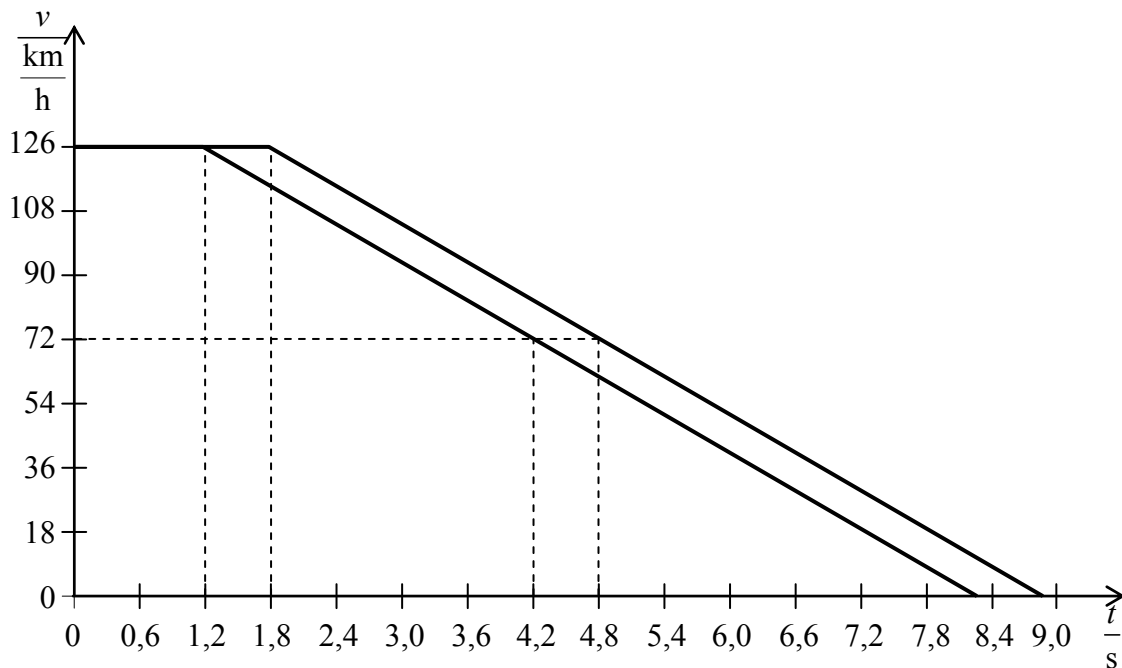


(2 body)

- b) Z grafu vyplývá, že dráha při rozbíhání je rovna  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot v_k \cdot t$ , kde  $v_k$  je hledaná konečná rychlost. Odtud  $v_k = 12,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . (2 body)
- c) Zbývající dráhu 68 m uběhl dosaženou rychlostí za 5,31 s. Petr uběhl stovku za 10,31 s. (2 body)
- d) Průměrná rychlost  $9,70 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . (2 body)
- e) Rychlost  $v_k$  se zvětšila na  $v_k = 13,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , doba běhu se zmenšila na 10,08 s. (2 body)

#### 4. Kobra jedenáct

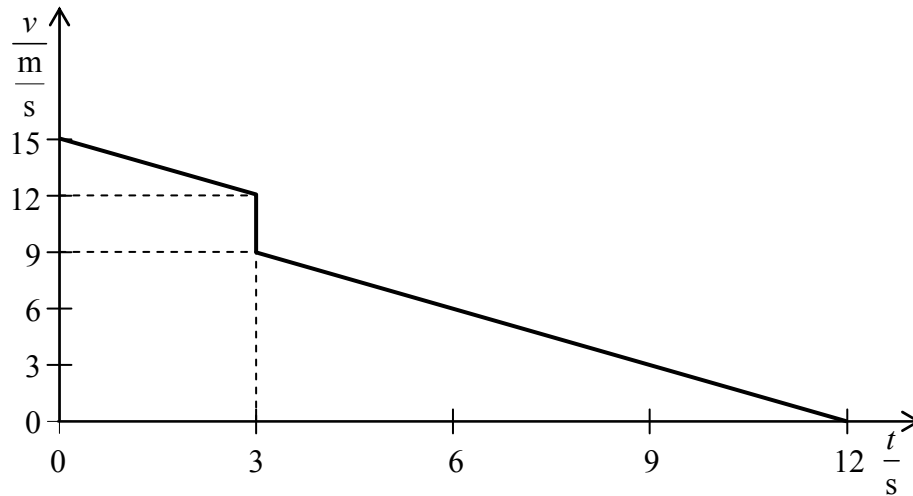
a)



- (4 body)
- b) Při rovnoměrném pohybu urazí vozidlo 42 m, resp. 63 m. Potom zabrzdí za dobu 7,0 s a urazí ještě 122,5 m; tedy celkem od spatření překážky do zastavení urazí 165 až 186 m. (3 body)
- c) Poloviční rychlost dosáhne po době 3,5 s od počátku funkce brzd. Proto mu do úplného zastavení schází ještě 30,6 m. Od místa, v němž spatřil překážku, urazil 134 m, resp. 155 m. (3 body)

### 5. Hokejový puk na ledě

a)



- b) Hokejista, který odpálil puk, byl od hrazení 40,5 m. (4 body) (3 body)
- c) Puk zastavil ve vzdálenosti 40,5 m od hrazení, tj. nedaleko hokejisty. (3 body)

### 6. Cyklista jede

Při jízdě po rovině Honza překonává pouze odporovou sílu, při jízdě do kopce musí navíc překonávat i složku gravitační síly  $F = 0,06 \cdot m \cdot g = 48 \text{ N}$ .

- a) Celková síla je po rovině 90 N, do kopce 88 N. (5 bodů)
- b) Celkový výkon při jízdě po rovině je asi 1,1 kW, do kopce 880 W. (5 bodů)

### 7. Michal je ve vodě

- a) Objem Michalova těla je 60 litrů. (2 body)
- b) Gravitační síla je 660 N, hydrostatická vztlaková síla 600 N. (2 body)
- c) Hydrostatická vztlaková síla musí vyrovnat sílu gravitační, musí tedy být rovna 660 N. (3 body)
- d) Bude-li mít Michal vynořenou hlavu, bude na něj ve vodě působit vztlaková síla 560 N. Nafukovací kruh musí doplnit vztlakovou sílu, aby vyrovnala sílu gravitační (660 N). Po úplném ponoření kruhu na něj proto musí působit vztlaková síla 100 N. Nafukovací kruh má objem 10 litrů. (3 body)

### 8. Polárníci driftují na osamělé kře

Slovem drift označujeme posun kry účinkem mořských proudů, ale existuje také kontinentální drift (posun kontinentů), drift v oblasti elektřiny aj. (viz např. Encyklopedie Diderot).

- a) Objem kry je  $24 \text{ m}^3$ . Gravitační síla působící na prázdnou kru je 216 kN, gravitační síla na kru s polárníky a vybavením je rovna 228 kN. V prvním případě bude kra ponořena 72 cm (nad hladinu vyčnívá 8 cm ledu). Kra s polárníky a vybavením je ponořena 76 cm (nad hladinu vyčnívají 4 cm ledu). (4 body)
- b) Při úplném ponoření kry vznikne hydrostatická vztlaková síla 240 kN, celková gravitační síla působící na kru s polárníky a vybavením a na vrtulník je rovna 248 kN. Vrtulník přistát na kře nemůže. (3 body)

- c) Vlivem teplého vodního proudu se zmenšuje hmotnost kry, tím i gravitační síla působící na kru. Zároveň se ovšem zmenšuje i hydrostatická vztlaková síla. Úlohu lze řešit například postupným výpočtem pro objemy kry v jednotlivých dnech. Druhá možnost je vyjít z konečného stavu, kdy je celá kra právě ponořena. V tomto případě je její objem  $10 \text{ m}^3$  (vztlaková síla je právě rovna součtu gravitačních sil kry a polárníků s vybavením). Protože každý den odtaje  $1,2 \text{ m}^3$ , kra se s polárníky potopí po 11,7 dnech. Pozn.: U této části úlohy hodnotěte jen postup úvah. (3 body)

### 9. Vyhřívání bazén

- a) Objem vody v bazénu je  $1760 \text{ m}^3$ , hmotnost vody 1 760 tun. (4 body)
- b) Ohřívací zařízení musí vodě dodat energii, kterou vyzářila do okolí. Příkon je proto 684 kW. (3 body)
- c) Zahřívacím zařízením s dvojnásobným příkonem se voda ohřeje za 30 h. Přitom polovinu příkonu (tj. 684 kW) vynaloží zařízení na tepelné ztráty (podle části b). (3 body)

### 10. Tramvaj jede

- a) Pro dané hodnoty bude rychlost tramvaje  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . (3 body)
- b) Tahová síla bude rovna 4 800 N, přívodními vodiči prochází proud 160 A. (3 body)
- c) Při účinnosti 80 % bude výkon menší (48 kW), tramvaj pojedí rychlostí  $16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 58 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Proud přívodními vodiči při jízdě do kopce bude 80 A. (4 body)

### 11. Zkrat ve vedení

Ze vzorce pro odpor válcového vodiče odvodíme, že délka drátu, odpovídající zkratovému odporu, je 42 m. Zkrat tedy vznikl ve vzdálenosti 21 m od přístroje, na němž bylo prováděno měření odporu drátu. (10 bodů)

### 12. Umělé družice Země

Předpokládáme kruhové trajektorie družic.

- a) První družice se pohybuje rychlostí  $7,78 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . (3 body)
- b) Doba oběhu druhé družice je 112 minut. (3 body)
- c) Určíme čtvrtinu a tři čtvrtiny doby oběhu, tj. pro první družici 22,2 min a 66,6 min, pro druhou družici 28,0 min, 84,0 min. Po celou dobu Země rotuje a za 4 min se otočí o  $1^\circ$ . Začínají-li se obě družice pohybovat v 0.00 hodin po nultém poledníku, nastane přelet rovníku pro první družici na  $5,6^\circ$  západní délky a  $163,3^\circ$  východní délky, pro druhou na  $7,0^\circ$  západní délky a  $159,0^\circ$  východní délky. (4 body)

### 13. Saturnův měsíc Titan

- a) Další údaje o měsíci Titan lze nalézt například na webové stránce <http://planety.astro.cz/saturn/mesice/titan.html>. (3 body)

b) Dráhová rychlost Titanu je  $5,57 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ , hmotnost  $1,345 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ . (3 body)

c) Porovnání parametrů Titanu a Měsíce shrnuje následující tabulka:

|                                  | <b>Titan</b>                        | <b>Měsíc</b>                        |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Poloměr                          | 2 575 km                            | 1 738 km                            |
| Hmotnost                         | $1,345 \cdot 10^{23} \text{ kg}$    | $7,347 \cdot 10^{22} \text{ kg}$    |
| Střední vzdálenost               | 1 121 830 km                        | 384 700 km                          |
| Sklon dráhy                      | $0,33^\circ$                        | $5,145^\circ$                       |
| Výstřednost dráhy (excentricita) | 0,029 192                           | 0,054 9                             |
| Oběžná doba                      | 15,945 420 68 dnů                   | 27,321 660 9 dnů                    |
| Rotační perioda                  | 15,945 420 68 dnů                   | 27,321 660 9 dnů                    |
| Konstanta gravitace              | $1,35 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$   | $1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$   |
| Hustota                          | $1881 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | $3341 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ |

(4 body)

#### 14. Určení hustoty cukru

Provedení hodnotte podle vlastní úvahy, všimněte si nejen kvality měření, ale i zpracování, včetně stanovení průměrné hodnoty a odchylky měření (je nutno provést několik měření a výsledky porovnat). (10 bodů)

#### 15. Mezi geometrií a fyzikou

Experimentální úlohu zhodnoťte podle vlastní úvahy, všimněte si zejména kvality měření a úrovně zpracování. (10 bodů)

---

### Termínovník FO, kategorie E, F

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| I. kolo soutěže   | do 18. 3. 2005 |
| II. kolo soutěže  | 30. 3. 2005    |
| III. kolo soutěže | 13. 5. 2005    |

### Termínovník FO, kategorie G

|                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| zahájení soutěže G                   | 1. 2. 2005        |
| I. kolo soutěže                      | do 6. 5. 2005     |
| II. kolo soutěže (školní či okresní) | kolem 25. 5. 2005 |