



## Zadání VI. série



Termín odeslání: 18. 5. 2020 20.00

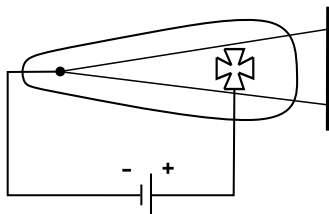
### Úloha VI.1 ... Subatomární dělo ⑥ ⑦

5 bodů

Slovo *atom* je odvozeno od řeckého *a-* (zápor) a *tomos* (dělit), což znamená nedělitelný. Koncept malých částic, ze kterých se skládá hmota, se ujal (hojně např. v chemii), a tak lidé pojmenovali některé částice, které pozorovali, jako atomy (např. atom vodíku, atom kyslíku... ). Mysleli si tehdy, že to, co pojmenovali jako atom, je skutečně nedělitelné.

K vyvrácení této myšlenky došlo až v polovině 19. století díky pokusu s takzvanou *katodovou trubicí*. Jedná se o trubici se sníženým tlakem, ve které jsou dvě elektrody, mezi kterými je elektrické napětí. Když je tlak vzduchu dostatečně malý, začnou ze záporné katody vyletovat záporně nabité *elektrony*, jejichž část dopadá na kladně nabitou anodu a část pokračuje v cestě dále, čímž na stínítku vznikne stín anody. Mějme tedy katodovou trubici, kde je anoda ve tvaru kříže vzdálená od zdroje elektronů 5 cm a 7 cm za anodou je stínítko, na kterém pozorujeme kříž o velikosti 2,4 cm. Jaký je rozměr anody?

Díky výše zmíněnému pokusu tak dnes nazýváme slovem atom ty částice, které jsou dělitelné. „Správné atomy“, tj. menší, opravdu nedělitelné částice, mohou existovat.



Obr. 1: Katodová trubice.

### Úloha VI.2 ... Když nemůžeš, tak přidej ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Ještě v 19. století odpůrci vlakové dopravy věřili, že pokud by se člověk ve vlaku vzhledem k okolí pohyboval vysokou rychlostí, stálo by ho to život. Konkrétně pokud by rychlost člověka přesáhla 30 mil/h, měl by se daný jedinec podle jejich teorie udusit, což však vyvrátil až experiment. Jak by tato myšlenka vypadala v praxi dnes?

Představme si Usaina Bolta, který běží svou maximální rychlostí ( $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) v protisměru uvnitř vlaku TGV jedoucího rychlostí  $320 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Kolikrát je i tak Usainova rychlost vyšší než ona smrtelná rychlost 30 mil/h? Jak rychle by musel běžet, aby zabránil svému domnělému udušení?

### Úloha VI.3 ... Eráta sténavá ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Marco a Robert se dostali do neobvyklé situace. Ředitel někdejší Alexandrijské knihovny, jistý Eratosthenés z Kyrény, jim zadal zvláštní úkol. Marca poprosil, aby odkrokoval pěšky 5 000 stadií z Asuánu do Alexandrie nehostinnou pouští (Marco šel celou cestu směrem na sever), zatímco Robert zůstal v Asuánu. V poledne v den letního slunovratu si Robert zapsal, že Slunce osvětluje dno hluboké studny a předměty nevrhají stíny. Marco si měl zapsat, jak dlouhý stín vrhá v poledne maják z Alexandrie na blízkém ostrově Faro, tehdy obdivovaný jako jeden ze sedmi divů světa.

Eratosthenés si původně myslel, že Země není tak velká, a očekával tedy, že když Marco dojde do své destinace, zjistí, že maják vrhá stejně dlouhý stín, jako je vysoký. Kdyby to tak bylo, jak velkou část obvodu zeměkoule by Marco obešel? Jak velký by tedy Země měla obvod v kilometrech?

Marco si ten den v poledne ale všiml, že maják vysoký 430 stop vrhal stín do délky 54 stop, měřeno od základny – Zeměkoule je tedy větší než Eratosthenés očekával. Určete její obvod ve stadiích. Také jej určete v kilometrech, víte-li, že jedno stadium má 160 metrů.

*Nápověda:* sluneční paprsky dopadají na celou Zemi přibližně rovnoběžně.

### Úloha VI.4 ... Pozdvižení v Syrakusách ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Jednoho krásného rána položil syrakuský král Archimédovi na stůl korunu. Nebyl si jist, zda je opravdu zlatá. Archimédes dostal za úkol ověřit, z jakého materiálu je koruna vyrobena, avšak měl ztížené podmínky – korunu nesměl roztavit.

Korunu tedy nejprve zvážil, její hmotnost byla 2,55 kg. Následně Archimédes korunu pověsil na provázek a ponořil do vědra s litrem vody na váze (hmotnost vědra zanedbejte). Tentokrát vodu s korunou navážil na 1,5 kg (koruna se nedotkla dna). Z jakého materiálu byla koruna skutečně vyrobena? Byl král podveden, nebo byl výrobce poctivý?

Uvažujte tíhové zrychlení  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### Úloha VI.5 ... Clevelandské děti ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ★

7 bodů

Na letním táboře děti hrály hru, při které dvojice vybíhaly v intervalech po 5 s z počátečního stanoviště na dvě kolmo umístěná stanoviště ve stejných vzdálenostech  $l = l' = 50 \text{ m}$  od počátečního, tam si vzaly lísteček a běžely zpět na počáteční stanoviště. Ačkoliv všechny děti umí běhat rychlostí  $c = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ke všeobecnému překvapení doběhl jeden z každé dvojice zpět dříve.

1. Organizátoři zjistili důvod: jedna trasa vede mírně do kopce, zde tedy děti běhají pouze rychlostí  $c' = 2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Na jakou vzdálenost musí trasu do kopce změnit, aby se potkala vždy nějaká dvojice a stanoviště se posouvalo co nejméně? Na jakou vzdálenost se musí stanoviště posunout, aby se setkala původní dvojice?
2. Ve druhé fázi se hra přesunula na louku, kde opět všechny děti běžely rychlostí  $c$ . Naštěstí začal ve směru jedné trasy foukat vítr, který jim po obou směrech měnil rychlost o  $v = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kolikrát déle trvala dětem tato cesta? Výsledek vyjádřete nejdříve obecně a až poté dosaďte číselné hodnoty.
3. Vítr však (jakožto boční) ovlivnil i děti běžající kolmo k němu. Kolikrát déle trvala cesta těmto dětem? Setkají se na startovním stanovišti i v tomto případě?

*Poznámka:* Podobně jako děti běžící ve větru se chová i světlo. Světelné vlny cestují ve všech prostředích konečnou rychlostí, a proto v některých experimentech (např. v Michelson-Morleyově) dochází k tzv. *interferenci*. Zjištění, že světlo interferuje stále stejně nezávisle na podmínkách (ne jako naše děti) vedlo k velké revoluci ve vnímání fyziků a např. i k zavedení speciální teorie relativity.

### Úloha VI.E ... Bazén 6 7 8 9

7 bodů

Jak je možné, že šíp v každém okamžiku stojí, ale ve všech okamžicích naráz letí? Rozřešení tohoto paradoxu (a tedy vyvrácení neexistence pohybu) přinesl kromě jiných Gottfried Leibniz. Ten postuloval existenci jakési „vis viva“, neboli živoucí síly, která by dodávala tělesům schopnost se pohybovat. Tuto živou sílu dnes nazýváme kinetická energie a stala se jednou z rudimentárních fyzikálních pomůček.

Zenón, který paradox se šípem zformuloval, ale netušil, že rychlost některých předmětů můžeme určit i zastavíme-li čas. To můžeme vidět ve Výfučení této série, kde můžeme pomocí rovnice kontinuity vypočítat rychlost vody  $v$  vytékající z vodovodního kohoutku podle vzorce

$$v = \sqrt{\frac{2ghS_1^2}{S_0^2 - S_1^2}},$$

kde  $g$  je tíhové zrychlení,  $S_0$  je průřez otvoru kohoutku a  $S_1$  je plocha průřezu vodního proudu měřená ve vzdálenosti  $h$  od výtoku. Tento vzorec bychom opravdu mohli využít k měření např. z fotky vodního proudu. Změřte tedy touto metodou, jaký je výtok  $Q$  (v litrech vody za minutu) vašeho vodovodního kohoutku. Tuto veličinu změřte také přímo, tedy tak, že shromáždíte vyteklou vodu a zapíšete čas, za který vytekla. Výsledky porovnejte. Jak přesný je uvedený vzorec (snažte se přesnost vyjádřit číselně)? Co mohly být zdroje nepřesností?

### Úloha VI.V ... zahradní 6 7 8 9

7 bodů

Výfuček našel zahradní hadici o průřezu  $S_0$ . Zvedl ji do výšky  $h$  tak, aby byl výstupní otvor hadice vodorovně se zemí, a pustil jí proud vody s neznámou rychlostí  $v_0$ . Zjistil, že voda dostříkla do vzdálenosti  $l$ . Poté packou zakryl část hubice a voda dostříkla do čtyřikrát větší vzdálenosti.

1. Jakou část hubice Výfuček zakryl? Jaká část by musela být odkryta, aby voda dostříkla 10krát dále než původně? Vodu uvažujeme jako ideální kapalinu.
2. Po těchto pokusech zříznivý Výfuček obrátil hubici k nebi, načež se podivil, jak dlouho se k němu kapky vody vracely. Zvědavý však chtěl zkusit prodloužit tento čas a zadní packou ještě hadici stlačil, a zvýšil tak tlak u hubice o  $\Delta p'$ . Do jaké výšky  $H$  nad zemí voda vystoupala? Výfuček s hadicí nehnul žádným jiným způsobem.

*Poznámka* Text seriálu naleznete na našem webu.



*Korespondenční seminář Výfuk  
UK, Matematicko-fyzikální fakulta  
V Holešovičkách 2  
180 00 Praha 8*

www: <http://vyfuk.mff.cuni.cz>  
e-mail: [vyfuk@vyfuk.mff.cuni.cz](mailto:vyfuk@vyfuk.mff.cuni.cz)

Výfuk je také na Facebooku   
<http://www.facebook.com/ksvyfuk>

---

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.