

Fyzika na cestách a v terénu

VOJTĚCH ŽÁK

*Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Gymnázium Praha 6, Nad Alejí 1952*

Abstrakt

Príspevok má dve časti. V prvej ukážeme, jak lze využít zajímavých fotografií z cest ve výuce fyziky. Druhá část se soustředí na náměty fyzikálních měření studentů, např. když cestují vlakem.

1 Fotografie z cest ve výuce fyziky

1.1 Úvod

Cestování je pro většinu lidí atraktivní činnost. Cestujeme nejenom po naší zemi, ale také do bližších nebo vzdálenějších koutů Evropy a možná celého světa. Ať tak či onak, přivážíme si s sebou domů digitální fotoaparáty (někdy zabudované v mobilním telefonu) napěchované fotografiemi. A možná právě při cestách narazíme na nějakou fyzikální zajímavost (zvláštní technické zařízení, atmosférický jev apod.), jehož fotografie by se dala využít ve výuce fyziky. Koneckonců s takovou fotografií nemusíme přijít my, ale třeba některý žák⁹, který se může pochlubit, kde byl, co se mu podařilo zachytit, a může si také připravit otázku, která se zobrazené zajímavosti týká. Zvlášť vhodné je vyzvat žáky před letními prázdninami, aby pořizovali fyzikálně zajímavé fotografie. Můžeme vyhlásit i soutěž. V oddíle 1 uvádíme tři náměty, jak se může s danými fotografiemi pracovat.

1.2 Vlak z Pekingu do Lhasy

Úvod: Před pár lety byla v Číně dostavěna a zprovozněna železnice (viz [1]) z města Qinghai do tibetského města Lhasa. Díky ní se můžete dostat do Lhasy i z více než 4000 km vzdáleného hlavního města Číny, Pekingu. Nově postavený úsek má délku přes 1100 km a může se pochlubit několika zajímavostmi. Tak například více než polovina nové tratě je postavena na permafrostu, tedy dlouhodobě zmrzlé půdě, což souvisí s tím, že železnice je ve velké nadmořské výšce. K tomu se také vztahuje následující otázka.

Otázka 1: Podle fotografie barometru (obr. 1) ze zmíněného vlaku zvaného „raketa na střechu světa“ určete, přibližně do jaké nadmořské výšky vlak vystoupal.

⁹ Výrazy *žák*, *žáci* rozumíme v celém textu jak chlapce, tak dívky.



Řešení a odpověď 1: Jak je obecně známo, s rostoucí nadmořskou výškou klesá atmosférický tlak. Budeme-li předpokládat, že tlak ve vlaku je stejný jako venku, můžeme pomocí MFChT (viz [2]) zjistit příslušnou nadmořskou výšku.

Tlakoměr ukazuje přibližně 540 hPa (jednotka na něm sice latinkou uvedena není, ale zřejmě se jedná o hPa). Podle MFChT odpovídá tlaku 533 hPa (nejbližší hodnota) nadmořská výška 5000 m. Vlak tedy vystoupal do nadmořské výšky zhruba 5000 m.

Obr. 1. Barometr ve vlaku do Lhasy

Poznámka 1: Výsledek odpovídá dobře skutečnosti, že barometr byl vyfocen poblíž nejvyššího bodu železnice, který je ve výšce 5072 m (viz [1]). Část železnice je tedy položena výše než vrchol Mt. Blancu, takže je vlastně „nad Evropou“.

1.3 Zajímavé zařízení z Tibetu

Úvod: Když už jsme dorazili do Tibetu, zastavme se v něm na chvíli. Kromě buddhistických klášterů, světoznámého sídla dalajlamů Potaly a dalších historických zajímavostí, jsme v září roku 2008 narazili i na zajímavé zařízení (viz obr. 2)



Otázka 2: K čemu zřejmě slouží zařízení (obr. 2) vyfocené na dvoře jednoho buddhistického kláštera?

Řešení a odpověď 2: Zařízením by se mohla ohřívat voda, např. na čaj, která je v konvici nahoře. Zřejmě to může fungovat tak, že zakřivené zrcadlo v dolní části soustředí sluneční paprsky do ohniska, které leží v konvici (např. v jejím dně).

Obr. 2. Zajímavé zařízení z buddhistického kláštera

Poznámka 2: Když jsme byli blízko konvice, tak bylo slyšet šumění – vznikající bublinky syté páry ve vodě. V konvici tedy zřejmě opravdu může dojít k varu vody (podle MFChT ve výšce 3500 m je tlak přibližně 649 hPa a při něm vře voda při zhruba 88 °C).

1.4 Mrtvé moře

Úvod: Kolem hranice Izraele s Jordánskem se rozkládá velmi zajímavá vodní plocha – Mrtvé moře. Kromě toho, že jeho břehy jsou nejnižší položenými místy na Zemi (uvádí se okolo 400 m pod hladinou světových oceánů – viz [3]), je pozoruhodné zejména tím, že je velmi slané (v porovnání s mořskou vodou obsahuje v průměru asi

10krát více soli). Ze solí převládají chlorid hořečnatý, chlorid sodný a chlorid draselný (viz [4]). Některé důsledky vysoké slanosti (salinity) můžete vidět na fotografiích.



Obr. 3 až 6. Mrtvé moře a okolí (území Jordánska)

Otázka 3: Na fotografii (obr. 5) je otevřená plastová láhev, ve které je pitná voda, volně přidržovaná u hladiny. Čeho je tato demonstrace dokladem?

Řešení a odpověď 3: Protože je hladina sloupce pitné vody v lahvi výše než okolní hladina slané vody, bude zřejmě hustota slané vody v Mrtvém moři větší než hustota pitné („sladké“) vody (pokud můžeme zanedbat vliv plastové lahve).

Poznámka 3: O tom, že vliv plastové lahve je zanedbatelný se můžeme přesvědčit experimentálně: Do plastové lahve nalijeme pitnou vodu a otevřenou ji volně přidržujeme ve větší nádobě naplněnou také pitnou vodou (např. ve kbelíku). Zjistíme, že hladina vody v lahvi je zhruba ve stejné výšce jako okolní hladina ve kbelíku.

Otázka 4: Jaká část člověka (obr. 3) je nad hladinou Mrtvého moře?

Řešení a odpověď 4: Stačí použít Archimedův zákon a zjistit hustotu vody a těla. Průměrná hustota vody v Mrtvém moři je přibližně $1230 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (viz např. [5]) a průměrná hustota lidského těla $985 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (viz např. [6]). Vyjde nám, že poměr ob-

jemu celého těla V a objemu ponořené části těla V_0 je $\frac{V}{V_0} \approx 1,25$, což znamená, že asi jedna pětina (nikoli jedna čtvrtina!) objemu lidského těla je nad hladinou.

2 Fyzikální měření prováděná, když cestujeme

2.1 Úvod

Pro výuku fyziky lze využít nejen fotografie z cest, jak jsme naznačili výše, ale fyzikou se žáci mohou zabývat přímo při cestování. V následujícím uvedeme jeden jednoduchý příklad.

2.2 Fyzikální měření při jízdě vlakem

Úvod: Když jedeme s žáky vlakem (např. na výlet) nebo když jedou žáci sami vlakem (např. při dojíždění do školy), mohou provést jednoduchá, a přesto zajímavá měření. Úkol můžeme žákům zadat např. takto:

Otázka 5: Zjistěte a zaznamenejte závislost dráhy uražené vlakem, kterým jedete, na čase.

Řešení 5: Můžeme si všimnout, že kolem železničních tratí jsou umístěny patníky, na kterých je uvedena vzdálenost od určitého bodu na trati. Na některých tratích jsou patníky rozmístěny po 100 m, na jiných po 200 m. Druhý případ se týká také nových železničních koridorů. Např. kolem IV. železničního koridoru (budován mezi Prahou a Českými Budějovicemi) jsou cedule se vzdáleností umístěny na sloupech, které nejsou troleje.

K měření času můžeme použít např. stopky v mobilním telefonu. Některé mobilní telefony nabízejí stopky („stopwatch“) s aplikací „lap timing“, která umožňuje zaznamenat a uložit několik (někdy až desítek) po sobě jdoucích časových údajů. Měření potom můžeme provést tak, že sedíme u okna vlaku a pokaždé, když zaregistrujeme na sloupu (nebo patníku) údaj se vzdáleností, zmáčkneme příslušné tlačítko na telefonu.

Údaje z jednoho měření provedeného při jízdě rychlíkem z Českých Budějovic do Prahy v úseku mezi Veselím nad Lužnicí a Tábořem jsou uvedeny v tab. 1.

$\frac{s}{\text{km}}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$\frac{t}{\text{s}}$	6,77	12,89	18,73	24,66	30,71	37,85	42,74	48,99	55,30	62,38

Tab. 1. Závislost dráhy na čase rychlíku (v čase $t = 0$ s je dráha $s = 0$ m)

Otázka 6: Jaká je průměrná rychlost vlaku v měřeném úseku?

Řešení a odpověď 6: Průměrnou rychlost dostaneme jako podíl celkové dráhy a celkové doby pohybu. V našem případě dostáváme

$$= \frac{2 \text{ km}}{62,38 \text{ s}} \approx 32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Otázka 7: Jaká je největší okamžitá rychlost při daném pohybu?

Řešení a odpověď 7: Velikost okamžité rychlosti určíme jako průměrnou rychlost mezi dvěma blízkými body na trajektorii (zde máme k dispozici údaje po 200 m). Z tab. 1 je patrné, že minimální přírůstek času je mezi 1,2 km a 1,4 km, a to $\Delta t = 42,74 \text{ s} - 37,85 \text{ s} = 4,89 \text{ s}$. Maximální velikost okamžité rychlosti je tedy

$$_{\text{max}} = \frac{0,2 \text{ km}}{4,89 \text{ s}} \approx 40,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

Poznámka 7: Je samozřejmě možné, že okamžitá rychlost má v některém okamžiku ještě větší maximální hodnotu. „Naše maximum“ jsme určili z nám dostupných údajů.

3 Závěr a další náměty

Využití fotografií z cest může významně vzbudit zájem a oživit výuku fyziky. Několik fotografií autora článku (včetně otázek k zamyšlení nad nimi) je volně k dispozici na internetové adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/~zak> (v menu vlevo označeno jako !!!AKTUALITA!!! FYZIKÁLNÍ FOTKY Z CEST).

Co se týká fyzikálních měření ve vlaku či v jiných dopravních prostředcích, tak kromě uvedeného je možné určovat např. zrychlení nebo zpomalení na základě změny velikosti rychlosti v čase. Pokud bude měření (např. rychlosti v daném úseku) provádět dostatečný počet žáků, můžeme změřené hodnoty použít při nácviku, jak zpracovávat data z měření (výpočet aritmetického průměru, absolutní a relativní odchylky měření). Pozornost bychom také měli věnovat (v závislosti na věku a zkušenosti žáků) vhodnému zaokrouhlování výsledků (v našem případě jsme v podstatě zaokrouhlovali na dvě platná místa).

Literatura

- [1] <http://www.chinatibettrain.com/>
- [2] Mikulčák J. a kol.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky*. SPN Praha, 1988.
- [3] http://de.wikipedia.org/wiki/Totes_Meer
- [4] http://cs.wikipedia.org/wiki/Mrtvé_moře
- [5] <http://dum.rvp.cz/materialy/stahnout.html?s=kjbdghfo>
- [6] <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-pevne.htm>