

Netradiční úlohy z FYKOSu

*MIROSLAV HANZELKA, KAREL KOLÁŘ A KOL.
Matematicko-fyzikální fakulta UK*

V příspěvku se krátce zmíníme o Fyzikálním korespondenčním semináři FYKOS a jeho historii a popíšeme některé zajímavé úlohy z posledních ročníků semináře. Klademe přitom důraz na úlohy vymykající se vzdělávacím plánům SŠ.

Korespondenční seminář FYKOS a jeho historie

Fyzikální korespondenční seminář FYKOS je jedním z mnoha odborných seminářů pro střední školy pořádaných Matematicko-fyzikální fakultou UK [1]. Jeho náplní je popularizace fyziky mezi středoškolskými studenty a motivace k jejímu dalšímu studiu na vysokých školách.

FYKOS byl založen v roce 1987 a od té doby prošel mnoha změnami, ale základní formát je stále stejný: V průběhu školního roku je vydáno několik sérií úloh, které studenti samostatně vyřeší a odešlou organizátorskému týmu. Opravené a okomentované úlohy jsou poté poslány zpět spolu se vzorovým řešením. Na konci roku jsou nejúspěšnější řešitelé odměněni naučnou literaturou a dalšími cenami.

Již od druhého ročníku semináře se pravidelně pořádají **soustředění** pro nejlepší řešitele, kde mají studenti možnost prohloubit své znalosti fyziky a matematiky a seznámit se s vrstevníky se zájmem o tyto exaktní vědy. Postupem času k základnímu běhu semináře přibýly další akce:

- **Den s experimentální fyzikou (DSEF)** je od roku 1996 pravidelná akce, na které mají studenti možnost prohlédnout si pracoviště na MFF UK a dalších vědeckých institucích v Praze. Od pracovníků fakulty dostanou odborný výklad k aktuálnímu výzkumu v oblasti experimentální fyziky.
- **Týden s experimentální fyzikou (TSAF)** je nepravidelně pořádaná akce, která započala výjezdem do CERNu v roce 1996. Podobně jako DSEF si klademe za cíl seznámit středoškolské studenty s moderními fyzikálními pracovišti, ale cílí spíše na zahraniční vědecká centra.
- **FYKOSí Fyziklání** je týmová soutěž v řešení fyzikálních úloh. Letos (2015/2016) se koná již desátý ročník, pravidelně se účastní kolem sedmdesáti pětičlenných týmů. Mezi soutěžícími jsou studenti z ČR i SR.
- **Fyziklání online** je internetová verze Fyziklání [2]. Kromě středoškolských studentů se ho mohou účastnit i zahraniční studenti odpovídajících školních ročníků. Existuje i kategorie Open pro tým libovolného složení.
- **FYKOSí přednášky** probíhají od roku 2011, od letoška dvakrát ročně (jarní a podzimní). Na každé přednášce se probírá pokročilé středoškolské fyzikální téma. Nově je možné si u FYKOSu objednat **výjezdní přednášku** přímo na školu zájemce, což uvítají mimopražští studenti.

Metodika tvorby úloh

V prvé řadě je potřeba zmínit, že úkolem FYKOSu není nahradit standardní školní výuku. Předpokládá se, že studenti jsou seznámeni s učivem fyziky na úrovni předepsané učebními plány. Obecně by úlohy rozesílané našim seminářem měli studenty donutit vydat se za hranice předepsaných učebnic a rozšířit své vzdělání.

FYKOS v průběhu roku rozešle šest sérií po osmi úlohách, které se dělí do čtyř typů:

Jednoduchá úloha alias **rozcvička** – v každé sérii jsou dvě. Tuto úlohu by měl vyřešit každý středoškolský student pomocí znalostí nabytých z hodin fyziky. Proto obvykle neobsahuje učivo ze třetího a čtvrtého ročníku, aby byla přístupná celému spektru řešitelů. Nejedná se však o zadání typu „dosad' do vzorečku“, těch jsou plné sbírky. Úloha může kombinovat více fyzikálních okruhů nebo vyžadovat krátké zamyšlení. Je vhodné, když se týká reálně pozorovatelného fyzikálního jevu, úkolem řešitele je pak nalézt jednoduchý princip, který za jevem stojí.

Tato úloha má také otestovat, zda řešitelé ovládají základní matematické a fyzikální dovednosti. Těmi myslíme správné zaokrouhlování, převody jednotek, rozměrovou zkoušku a další. Jelikož mladší a nezkušení studenti se i nad touto úlohou mohou trochu potrápít, je bodový zisk pro první a druhý ročník zdvojnásoben.

Normální úloha. Každá série obsahuje tři takovéto úlohy. Termínem normální se nemyslí, že by se jednalo o běžný učebnicový příklad. Naopak, některé z těchto úloh jsou často na úrovni Fyzikální olympiády a vyžadují od studentů podrobné výpočty a odhady. Jejich obtížnost jednak v pořadí (první normální úloha je jen o trochu těžší než rozcvička, třetí může být oříšek i pro absolventa gymnázia).

U normálních úloh se již neklade takový důraz na detaily jako u jednoduchých úloh, zato se však velmi dbá na správné pochopení fyzikálních principů a odůvodnění správnosti výsledků.

Problémová úloha je v každé sérii jedna. Jedná se o velmi pokročilý nebo obecný problém, který středoškolák (a často i vysokoškolák) nedokáže vymyslet. Očekává se více „přírodopisné“, popisné řešení úlohy, založené na (kvalifikovaných) odhadech a studiu literatury. Sepsání řešení zabere více času než u normálních úloh a je proto náležitě bodově ohodnoceno.

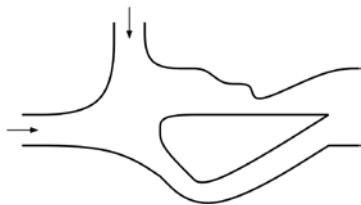
Experimentální úloha je také jedna na sérii. Na mnoha školách se fyzikální praktika zanedbávají, zadání proto mohou čerpat ze školních sbírek. Je vhodné, když řešitel požádá o půjčení školních pomůcek, ale není to nutné. Hlavním znakem správného řešení je samostatné vypracování, rozmyšlení teoretického pozadí a použitých metod a především zpracování a diskuse výsledků – i nezdařené, ale dobře diskutované měření by mělo být kladně ohodnoceno.

Vybrané úlohy z 28. ročníku

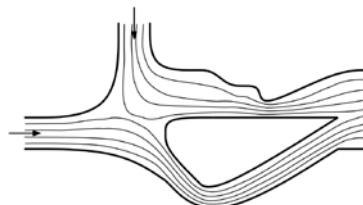
Následuje výběr úloh, které se velmi odlišují od typických příkladů ze školních sbírek a jsou význačné i v rámci úloh FYKOSu. Jejich kompletní řešení naleznete na stránkách semináře [1].

Proudivé proudnice (série I., úloha 2)

Nakreslete do obrázku proudnice. Do obou otvorů s šipkou vtéká stejné množství vody, všechna voda pak vytéká jediným, třetím otvorem. Proudění je ustálené a probíhá dostatečně pomalu, abychom ho mohli považovat za nevířivé.



Obrázek 1: Zadané řečiště

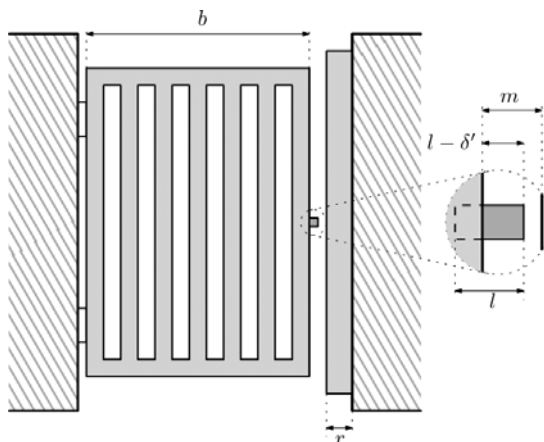


Obrázek 2: Vybrané proudnice

Tato úloha je atypická tím, že nevyžaduje žádné výpočty. Pro ustálené proudění jsou proudnice totožné s trajektoriemi. Řešitelé si pouze musí uvědomit, že se proudnice nesmějí křížit, spojovat a štěpit a že se v oblastech s rychlejším prouděním „zhušťují“.

Svatá Anna chladna z rána (série II., úloha 1)

V chladném ranním oparu odcházíte z domu a branka funguje tak, jak má – na zmáčknutí kliky se otevře, po zavření a puštění kliky zůstane zavřená. Odpoledne se vracíte a říkáte si, který lump zase nezavřel... A ejhle, ono zavřít nejde. Ani po stisknutí kliky nezaleze ocelový jazýček natolik, aby prošel kolem hliníkového rámu. Branka je také z hliníku. Kde je problém?

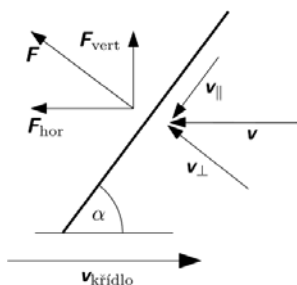


Obrázek 3: Náčrtek branky a západky

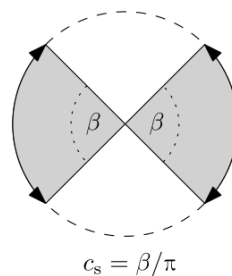
Zadání řešitelům poutavým způsobem zprostředkovává problém ze všedního života. Rychle si uvědomíme, že zkoumaným jevem je teplotní roztažnost. Úloha vyžaduje náčrtek a pochopení mechanismu západky. Není výpočetně náročná, ale vyžaduje technické myšlení.

Tisícročná včela (série I., úloha 5)

Spočítejte, jaký výkon potřebuje včela, aby se udržela ve vzduchu, a odhadněte, jak dlouho se vydrží najedená včela vznášet v konstantní výšce.



Obrázek 4: Náběh vzduchu na křídlo



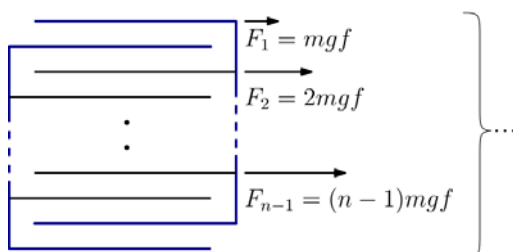
Obrázek 5: Úhlový rozsah kmitu

Úloha je lehkou narážkou na známý mýtus o tom, že let čmeláka je fyzikálně nemožný. K určení výkonu je potřeba znát práci vykonanou při jednom kmitu křídla a frekvenci kmitů. Výpočet práce nelze provést přesně, řešitel musí problém vhodně aproximovat (křídla jsou tuhé desky, mají pevný úhel náběhu).

V druhé části úlohy zabíháme mírně do biologie, odhady se stávají ještě hrubšími. Rozumné výsledky se nacházejí v řádu desítek minut až hodin.

Nerozlučné pouto (série IV., úloha 3)

Dva sešity A460 zasuneme do sebe tak, že se střídají listy jednoho a druhého sešitu, a položíme je na vodorovný stůl. Jakou práci musíme vykonat, abychom sešity od sebe oddělili, jestliže na sebe listy působí pouze vlastní vahou? Předpokládejte, že taháme v rovině sešitů kolmo na hřbet jednoho z nich a že se na začátku listy zcela překrývají.

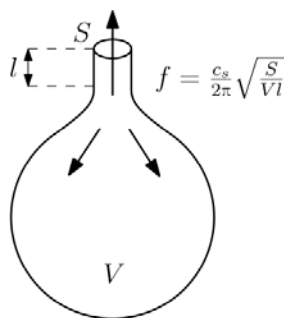


Obrázek 6: Skládání sil při oddělování sešitů

Problém zpopularizovaný televizní show Mythbusters [3]. Výsledná třecí síla roste v závislosti na počtu listů jako součet aritmetické řady, tedy přibližně jako n^2 , kde n je počet listů. Řešitelé by si měli uvědomit, že listy nahoře můžeme snadno zanedbávat (začátek aritmetické řady), ale listy naspodu již ne (konec aritmetické řady). Pro zmíněné sešity A460 je potřebná síla zhruba 200 N.

Zahvízdej mi něco (série III., úloha 6)

Vysvětlete, na jakém principu funguje hvízdání pomocí úst. Uvažujte přitom nejprve jednoduché modely a postupně přejděte ke složitějším. Pak vyberte nejlepší z nich a na základě něj odhadněte, v jakém rozsahu se může pohybovat základní frekvence hvizdu.

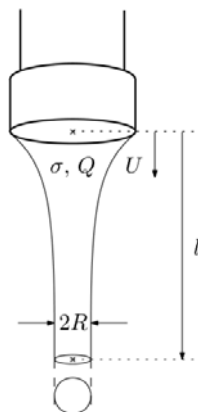


Obrázek 7: Náčrtek Helmholtzova rezonátoru

V první části úlohy řešitelé dospějí k závěru, že nejjednodušším, ale dostatečně přesným modelem studovaného jevu je Helmholtzův rezonátor. Druhou část mohou pojmout experimentálně s využitím volně dostupného programu Audacity [4]. Překvapivý může být závěr, že hvizd je ovládán především objemem rezonanční dutiny, nikoli průřezem otvoru (úst), kterým vzduch uniká.

Vodní rozpad (série II., úloha 7)

V jaké hloubce pod vodovodním kohoutkem se rozpadá pramínek vody na kapičky? Jak to závisí na průtoku vody?



Obrázek 8: Náčrtek rozpadu pramene při mezní šířce

Jedná se o experiment snadno proveditelný doma. Pramínek vytékající z vodovodu se obvykle ustálí, není proto potřeba ho snímat na kameru. V případě posuzování očima však může být problematické určit, kdy se již proud zcela rozdělil na kapičky – je proto vhodné mít při ruce alespoň fotoaparát. Fyzikální princip, tzv. Plateau-Rayleighova nestabilita [5], je poměrně náročný na přesný popis, ale k dobrému odhadu postačí i rozměrová analýza.

Literatura

- [1] online <http://fykos.cz> 27. 8. 2015
- [2] online <http://online.fyziklani.cz/cs/> 27. 8. 2015
- [3] online <http://www.discovery.com/tv-shows/mythbusters/> 27. 8. 2015
- [4] online <http://audacityteam.org/> 27. 8. 2015
- [5] online https://en.wikipedia.org/wiki/Plateau–Rayleigh_instability/ 27. 8. 2015