

Videoexperimenty jako motivační prvek ve výuce fyziky

ANNA KUFOVÁ – ČENĚK KODEJŠKA

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Motivační prvky ve výuce fyziky

Za motivační prvky při výuce fyziky můžeme považovat všechny procesy, které u žáka vzbudí zájem o dané téma. V obecné rovině lze motivační faktory rozdělit na pozitivní i negativní s vazbou na různé role motivace žáků ve fyzice, motivaci nadaných žáků nebo motivační výukové techniky učitelů fyziky [1].

V dalším se omezíme výhradně na pozitivní aspekty motivačních prvků. Zejména mezi učiteli z praxe lze nalézt příklady takových činností, které podněcují žákovu zvědavost, chuť přijít něčemu na kloub, vyřešit problémovou otázku apod. Za všechny můžeme zmínit např. zábavné didaktické písně [2], využití komiksů při výuce fyziky [3], astronomii jako aplikační obor různých částí fyziky [4], arkádové počítačové hry [5] nebo klasické činnosti podporované školami jako jsou osvědčené soutěže, exkurze, počítačové programy či motivující klasifikace [6]. V neposlední řadě musíme zmínit i jeden z nejmodernějších trendů, a to virtuální 3D modely využívající augmentované, tedy rozšířené, reality. Průkopníkem v této oblasti na mezinárodní úrovni je česká firma Corinth, s. r. o. a její produkt *Corinth classroom* [7]. V České republice v rámci OP VVV budou v letošním roce 2019 virtuální učebnou s 3D fyzikálními, chemickými, biologickými a dalšími modely vybaveny desítky až stovky základních, středních i vysokých škol.

Motivační videoexperimenty

Motivační videoexperimenty, které byly vytvořeny v rámci bakalářské práce autorkou tohoto článku, lze považovat za další příklad motivační činnosti učitele fyziky, který může takové jednoduché experimenty natáčet se svými žáky ať již v rámci tvorby studijních materiálů nebo třeba za účelem účasti v různých odborných soutěžích typu SOČ, apod.

Všechny níže popsané experimenty najdete na www.youtube.com nebo celkový přehled na www.matfyz.eu/videoexperimenty.php.

Na Katedře experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci vzniklo v průběhu let 2017–2018 devět motivačních šotů, které byly z větší části natočeny v Laboratoři školních pokusů, a některé záběry pak byly dotočeny v exteriéru.

Každý experiment měl předem zpracovaný scénář, videa byla natáčena digitální kamerou Panasonic HC-V130 ve full HD rozlišení, střih byl proveden v programech Windows Movie Maker a OpenShot. Vzhledem k tomu, že zvukový záznam originálních scén obsahoval různé šумы, byla všechna videa předabována za pomoci aplikace Hlasový záznam v systému Windows, další úpravy byly provedeny v programu Audacity. Do jednotlivých videí byly dále implementovány různé problémové otázky, mající u žáků opět vzbudit zájem o jejich řešení, a následně teoretické vysvětlení experimentu a praktické využití v běžném životě. Vznikla tak série téměř profesionálně zpracovaných výukových filmů, které svojí průměrnou délkou 7 až 12 minut dávají učitelé fyziky možnost využít tato videa přímo jako motivační prvek na začátku vyučovací hodiny, nebo se tyto šoty mohou stát pro učitele návodem k vlastní činnosti se žáky.

Vzhledem k velké časové náročnosti na natočení jednotlivých sekvencí i následného zpracování, jsme se zaměřili pouze na některé oblasti mechaniky a akustiky.

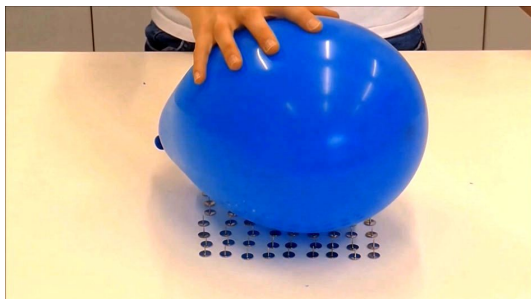
V dalším textu stručně popíšeme jednotlivé experimenty, uvedeme některé problémy při jejich realizaci a na závěr se zmíníme o jejich využití v praxi. Teoretická zdůvodnění jsou uvedena v jednotlivých šotech a zde se jimi nebudeme zabývat.

Fakírovo lože aneb rozložení tlaku

Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=ZB595NU5hBM>

Experiment se zabývá rozložením tlaku na různých plochách. K provedení jsme využili připínáčky a nafouknutý balónek (obr. 1). Pokud ex-

periment provedeme s jedním nebo dvěma připínáčky, balónek v důsledku malé plochy hrotů (a tedy vysokému tlaku) praskne i při malé působící síle téměř okamžitě. Při velkém množství připínáčků (cca 100 ks) se působící síla rozloží na velkou plochu a k prasknutí balónku nedojde nebo jen za působení značné tlakové síly na balónek.



Obr. 1 Fakírovo lože – rozložení tlaku na velkém počtu hrotů

Problémy s realizací: Při prasknutí balónku dojde k rozmetání připínáčků po okolí, doporučujeme ohradit plochu experimentu nějakým rámem.

Využití v praxi: Pásová vozidla (bagry, tanky apod.), sněžnice, lyže.

Využití v hodině: Video lze zařadit do výuky při probírání tlaku a tlakové síly, zejména pak pro lepší pochopení závislosti tlaku na velikosti působící síly a obsahu plochy, na niž je síla vyvíjena. Experiment je vhodný jak pro žáky základních, tak i středních škol.

Polystyrenová koule v akci: tlak vzduchu a Bernoulliho rovnice

Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=bVrBdYD0ZYM>

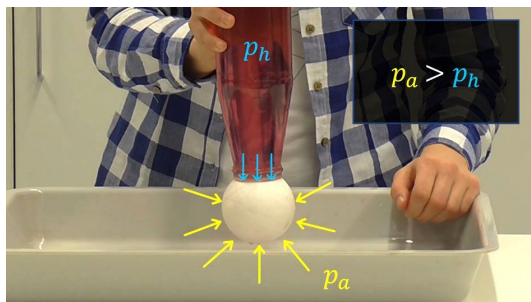
Experiment se zabývá demonstrací tlaku vzduchu. Místo obvyklé čtvrtky papíru byl použit polystyrenový balónek (obr. 2). Na obrázku jsou současně zobrazeny působící hydrostatický tlak a atmosférický tlak.

Druhá část experimentu je zaměřená na Bernoulliho rovnici, kterou lze demonstrovat za pomoci polystyrenové koule a fénu na vlasy.

Problémy s realizací: Pouštění koule je třeba nacvičit, aby nedošlo k jejímu předčasnému odtržení od hrdla lahve. Celý experiment je vhodné provádět ve fotomisce, která zabrání případnému rozlití vody. V případě druhé části je nutné použít fén s dostatečným výkonem proudu vzduchu.

Využití v praxi: Tlakové lahve, meteorologie a předpověď počasí, pití brčkem, vysavače a kompresory.

Využití v hodině: První část experimentu s lahví je vhodná pro žáky základních i střední škol. Provedení lze zařadit na začátek výuky, vysvětlení mohou zkusit formulovat sami žáci po probrání tématu hydrostatického a atmosférického tlaku. Druhá část experimentu je určena pro žáky středních škol, kteří již byli seznámeni se zněním a důsledky Bernoulliovy rovnice.



Obr. 2 Demonstrace účinků atmosférického tlaku

Co dokáže třecí síla

Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=e2Gnh3mrHLk>

V tomto experimentu demonstrujeme neočekávané velikosti třecích sil. K provedení potřebujeme dvě knížky, které list po listu dáme vzájemně do sebe. K odtržení obou knížek nestačí ani několik žáků táhnoucích za knížky z opačných stran. V druhé části experimentu demonstrujeme účinky třecích sil mezi tužkou a zrnky rýže v lahvi (obr. 3).



Obr. 3 Třecí síly mezi tužkou a zrnky rýže ve sklenici

Problémy s realizací: V případě odtržení knih je nutné dbát na bezpečnost žáků, aby nedošlo k jejich zranění. V druhém experimentu je potřeba v jedné lahvi rýži pořádně upěchovat, aby třecí síly byly co největší.

Využití v praxi: Pohodlná chůze, sypaní náledí štěrkiem nebo pískem, vzorované podrážky bot a zimní pneumatiky, brzdové systémy, kuličková ložiska, tření ve sportu (horolezectví, vzpírání, lyžování, hokej, curling).

Využití v hodině: Experiment s knížkami může být příjemným zpestřením hodin fyziky, pokud žáky přímo zapojíme. Posléze se nabízí možnost krátké diskuze vedené učitelem o příčině nezdaru při oddělování knih. Vysvětlení lze podat právě formou videa. Pokus s rýží a tužkami může realizovat přímo učitel. Video je vhodné jak pro žáky základních, tak i středních škol.

Těžiště a stabilita tuhého tělesa

Adresa: https://www.youtube.com/watch?v=C5rBO_eMhQQ

K provedení experimentu budeme potřebovat vidličku, lžíci, párátka, zápalky a sklenici. Po uspořádání experimentu podle obr. 4 zapálíme párátka z vnitřní strany. Po dohoření párátka k okraji sklenice nedojde k porušení rovnováhy, protože těžiště soustavy se nachází stále na hraně sklenice. V druhé části experimentu naplníme plechovku od limonády malým množstvím vody tak, aby po jejím naklonění zůstala v labilní poloze.



Obr. 4 Soustava ve stabilní poloze

Problémy s realizací: Je nutné nacvičit vyvážení soustavy lžíce-vidlička na sklenici. Podobně je třeba natrénovat i postavení plechovky na hranu.

Využití v praxi: Tankery a trajekty, závodní automobily, letadla, stabilita lidského těla a jeho těžiště, provazochodci a akrobaté, stavebnictví.

Využití v hodině: Vzhledem k větší celkové délce videa je ve výuce vhodné použít pouze vybranou část. Experiment s plechovkou může být zajímavou problémovou úlohou, kdy žáci mají k dispozici plechovku a vodu. Na základě nabytých znalostí o těžišti a stabilitě těles z videa mají do plechovky nalít vhodné množství vody tak, aby jí vyvážili v labilní poloze.

Vodní raketa – zákon akce a reakce

Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=DdfIN5zcDeE&t=51s>

Video je v podstatě podrobným návodem, jak vyrobit jednoduchou vodní raketu z plastové lahve, pevných kartónových desek, korku a dalších běžně dostupných pomůcek. K odpálení rakety využíváme přetlaku v lahvi vytvořeného pomocí nožní pumpy. Tímto experimentem demonstrujeme platnost zákona akce a reakce.



Obr. 5 Vypouštění vodní rakety

Problémy s realizací: Při vyřezávání křídel rakety a jejich lepení je nutné dbát na bezpečnost žáků, aby nedošlo k jejich zranění. Raketu lze vypouštět jedině v exteriéru, např. na školním hřišti. Pokud byl korek nevhodně použit (špatně těsní apod.), mohou nastat komplikace a raketa se předčasně uvolní nebo naopak vůbec nevzlétne.

Využití v praxi: Reaktivní motory (proudový a raketový), zpětný ráz pušky.

Využití v hodině: Video lze zařadit do výuky při probírání Newtonových pohybových zákonů. Cílovou skupinou jsou žáci základních i středních škol. Samotná konstrukce vodní rakety může být zajímavou náplní projektových dní s mezioborovým přesahem: spojení fyziky, výtvarné výchovy (vytvoření vlastního designu rakety) a informatiky (natáčení raket a střih videa).

Jak řezat papírem – energie rotačního pohybu

Adresa: https://www.youtube.com/watch?v=wX_SDMw7b70&t=9s

Experiment demonstruje, jak velká může být energie rotačního pohybu. K jeho provedení potřebujeme vrtačku, do níž pomocí šroubu upevníme papírový kotouč (obr. 6). Po zapnutí vrtačky lze rychle se otáčejícím kotoučem řezat do kartónu či plastu. Ve videu je dále vysvětleno, na jakých veličinách kinetická energie rotačního pohybu závisí a jak jí lze vypočítat.



Obr. 6 Řezání papírovým kotoučem upevněným ve vrtačce do plastu

Problémy s realizací: Papírové kotouče se při řezání rychle opotřebují, proto je vhodné si jich před realizací experimentu připravit více. Při manipulaci s vrtačkou doporučujeme používat ochranné brýle. Pro větší bezpečnost lze řezaný předmět upevnit např. do svěráku, aby při jeho přidržování rukou nedošlo ke zranění.

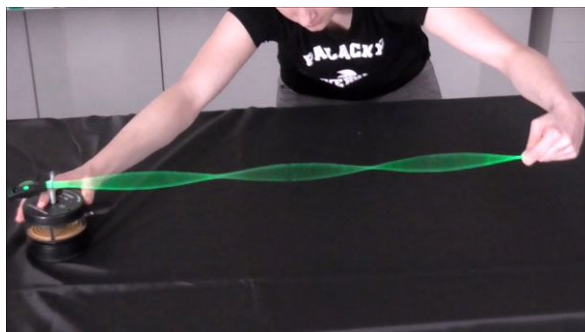
Využití v praxi: Kotoučová pila na dřevo, uhlová bruska, mixéry a šlehače.

Využití v hodině: Krátké a na poznatky docela nenáročné video může být zajímavým motivačním prvkem na začátku vyučování před probíráním momentu setrvačnosti a energie rotačního pohybu. Je vhodné pro žáky středních škol.

Stojaté vlnění a Chladního obrazce

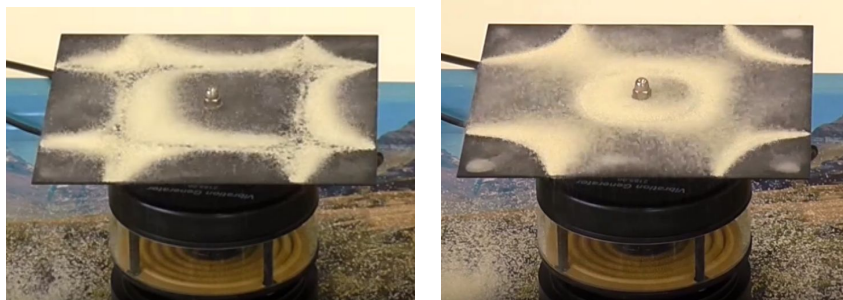
Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=VoYPSqZ0c-Q&t=9s>

V první části videa vytvoříme stojaté vlnění na vlákně. Vibrační reproduktor, na němž je vlákno uchyceno, připojíme přes zesilovač k notebooku jakožto zdroji sinusového signálu. Pro demonstraci volíme frekvenci okolo 100 Hz. Druhý konec vlákna přidržujeme rukou. Experiment realizujeme i netradičně pomocí svítícího vlákna (obr. 7).



Obr. 7 Stojaté vlnění na svítícím vlákně

V druhé části videa máme stejnou pracovní sestavu s tím rozdílem, že místo vlákna na vibrační reproduktor umístíme tenkou kovovou desku, kterou jemně posypeme krupicí. Volíme frekvence v rozsahu 400–1000 Hz. Na kovové desce lze posléze pozorovat Chladniho obrazce různých tvarů (obr. 8).



Obr. 8 Chladniho obrazce při frekvencích 440 Hz a 800 Hz

Problémy s realizací: Při práci se svítícím vláknem je důležité natrénovat jeho uchopení tak, aby vznikaly stojaté vlny a nedocházelo k uvolňování konce uchyceného na reproduktoru. V případě Chladniho obrazců je nutné mít k dispozici skutečně hladkou neporušenou kovovou desku.

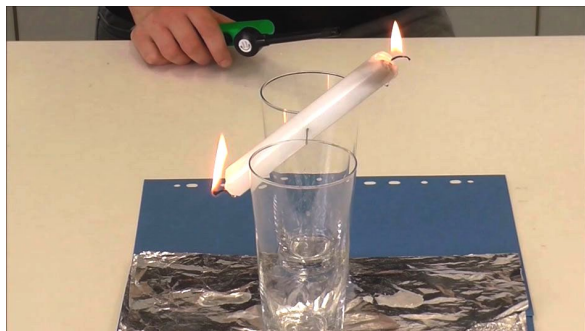
Využití v praxi: Dechové a strunné hudební nástroje, chvění hlasivek, vibrometrie.

Využití v hodině: Video lze zařadit na začátek výuky před probíráním tématu stojaté vlnění a chvění. Je určeno pro žáky středních škol.

Svíčková houpačka – princip páky trochu jinak

Adresa: https://www.youtube.com/watch?v=PT_J0aXUDEI&t=10s

Experiment neobvyklým způsobem demonstruje princip páky pomocí svíčky propíchnuté jehlou, která je položena na okraje sklenic a posléze zapálena (obr. 9). Dochází ke kmitavému pohybu svíčky, který vysvětlujeme periodickou změnou směru výsledného momentu sil.



Obr. 9 Kmitající zapálená svíčka

Problémy s realizací: Propíchnutí svíčky jehlou je u některých druhů svíček docela náročné. Nahřívání jehly, případně i samotné svíčky je potřeba několikrát zopakovat. Při velké frekvenci kmitů svíčky může dojít k jejímu pádu na zem, proto je vhodné pod sklenice umístit nehořlavý materiál (např. alobal).

Využití v praxi: Houpačka, rovnoramenné váhy, nůžky, kleště.

Využití v hodině: Videoexperiment se svým náročnějším vysvětlením je vhodný spíše pro žáky středních škol v rámci probírání momentu síly a momentové věty. Lze jej však použít i na základní škole s tím, že by video mělo sloužit spíše jako inspirace pro učitele, který provede pokus před třídou a vysvětlí jej jednodušším způsobem pomocí měnících se tíhových sil působících na konce svíčky.

Odstředivá síla s vrtačkou

Adresa: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-XnVcX0z6g&t=148s>

Experiment demonstruje účinky setrvačné odstředivé síly. Pro jeho provedení potřebujeme vrtačku, plastovou nádobu s upevněným šroubem v jejím dně a nějaké lehké drobné předměty (brčka, balónky, kuličky z alobalu

apod.). Šroub s nádobou uchytkáme do vrtačky a do nádoby klademe předměty. Po zapnutí vrtačky převrátíme nádobu dnem vzhůru. Pozorujeme, že předměty stále setrvávají v nádobě (obr. 10). To vysvětlíme působením setrvačné odstředivé síly a třecí síly.



Obr. 10 Nádobu s míčky převracená dnem vzhůru

Problémy s realizací: Převrácení vrtačky s nádobou, vyladění a udržování stále frekvence otáčení je nutné nacvičit. V případě náhlé změny frekvence mohou předměty z nádoby vypadnout a zasáhnout široké okolí.

Využití v praxi: Odstředivka, pračka, centrifuga pro výcvik kosmonautů.

Využití v hodině: Video mimo provedení experimentu zahrnuje i teorii týkající se Newtonových pohybových zákonů, inerciálních a neinerciálních vztažných soustav a setrvačných sil. Je tedy vhodné spíše pro žáky středních škol. Video lze zařadit do výuky jako netradiční formu opakování s praktickou ukázkou.

Závěr

V této práci jsme představili devět motivačních videoexperimentů z oblasti mechaniky a akustiky. Popsali jsme problémy, na které jsme v průběhu realizace narazili a uvedli jejich řešení. Dále jsme se zabývali praktickým využitím jednotlivých jevů v běžném životě. Některé experimenty byly již otestovány při výuce fyziky na Gymnáziu, SOŠ a VOŠ v Novém Bydžově, další ověření motivačních účinků na žáky je v přípravě. Závěrem lze konstatovat, že motivační experimenty jsou vhodným nástrojem pro posílení zájmu žáků o fyziku, umožňují vyučujícímu kreativně zapojit žáky do vzdělávacího procesu skrze jejich vlastní činnost a v neposlední řadě jsou i zajímavým námětem prací SOČ.

Literatura

- [1] *Trna, J.*: Jak motivovat žáky ve fyzice se zaměřením na nadané. Paido, Brno, 2012 [on-line], dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Josef_Trna/publication/306100549
- [2] *Hromádka, Z.*: Zábava při vyučování fyziky. Metodický portál RVP, 2018, [on-line], dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/r/ZF/21792/ZABAVA-PRI-VYUCOVANI-FYZIKY.html/>
- [3] *Benešová, L.*: Komiks jako motivační prvek ve výuce fyziky. Diplomová práce, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita, Plzeň, 2013.
- [4] *Marková, I.*: Astronomie jako motivační prvek ve výuce fyziky. 2. Československá konference o vzdělávání v astronomii, Hvězdárna Valašské Meziříčí, Valašské Meziříčí, 2010, [on-line], dostupné z: <https://docplayer.cz/3312823-Astronomie-jako-motivacni-prvek-ve-vyuce-fyziky.html>
- [5] *Klopfner, E. et al.*: Using the technology of today, in the classroom today. MIT, Massachusetts, 2009, [on-line], dostupné z: https://education.mit.edu/wp-content/uploads/2018/10/GamesSimsSocNets_EdArcade.pdf
- [6] *Burda, M.*: Motivační prvky ve výuce fyziky. Seminář na Oddělení fyzikálního vzdělávání Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky PřF MU v Brně, 2008, [on-line], dostupné z: http://edu.physics.muni.cz/documents/official/prezentace_burda.ppt
- [7] <https://www.ecorinth.com/>

Rentgenové záření ve škole i mimo školu 1

MICHAL KLÁTIL – DANIEL JEZBERA

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

V roce 2020 to bude 125 let, co německý fyzik *Wilhelm Conrad Röntgen* při studiu výbojů v plynech objevil *papersky X*, v dnešní terminologii rentgenové záření, a v roce 1901 mu byla za tento unikátní objev udělena v historii první Nobelova cena za fyziku. I když si rentgenové záření