

# Motivační videoexperimenty ve výuce fyziky mikrosvěta

ANNA KUFOVÁ – LUKÁŠ RICHTEREK

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

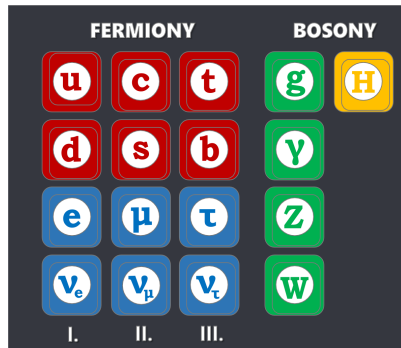
## Motivace

Jak demonstrační, tak žákovské experimenty jsou nezbytnou součástí hodin fyziky. S příchodem března roku 2020 se výuka přesunula na monitory počítačů a mobilních zařízení. Řada z nás si vyzkoušela, že skloubit distanční výuku fyziky s demonstračními experimenty je poměrně náročné. Zatímco některé pokusy z mechaniky nebo molekulové fyziky a termiky mohou žáci realizovat sami i v domácích podmínkách, hodně experimentů z elektřiny a magnetismu, optiky a fyziky mikrosvěta vyžaduje vybavení, které není běžnou součástí dokonce ani středoškolské laboratoře. V takových situacích se jako nejprijatelnější řešení nabízí poskytnout žákům webové odkazy na vybrané videoexperimenty. V tomto článku shrnujeme zkušenosti z vytváření motivačních videí z oblasti fyziky mikrosvěta, jež vznikala v rámci diplomové práce [2] a jsou volně dostupná na serveru YouTube [1].

Volba tématu navazovala na bakalářskou práci [3, 4] věnovanou videoexperimentům z mechaniky a akustiky. Už rešerše ukázala, že v oblasti výukových videí je poměrně opomíjena fyzika mikrosvěta. Přitom se jedná o problematiku, která může být užitečná a potřebná. Navíc detektory ionizujícího záření, vzorky radionuklidů nebo katodové trubice nejsou levnou záležitostí a celá řada škol si proto takové pomůcky nemůže dovolit. Pokusy z fyziky mikrosvěta, vhodné modely a animace (obr. 1) jsou užitečným prostředkem k lepšímu pochopení dějů ze světa atomů a molekul, které nelze pozorovat přímo.

## Obsah práce a videí

Cílem bylo navrhnout, natočit a zpracovat několik experimentů, jež by mohly být doplňkem k učebnici fyziky pro gymnázia věnované fyzice mikrosvěta [7], a to buď jako motivace nebo ilustrace probíraného učiva.



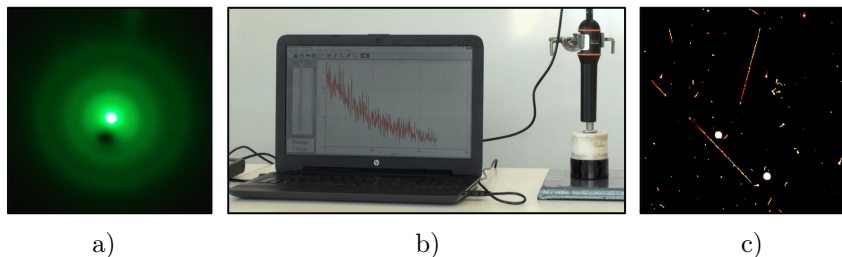
Obr. 1 Ukázka grafického zpracování tabulky základních elementárních částic

Součástí videí je vždy stručné vysvětlení pozorovaných dějů s pomocí vhodných modelů přibližujících abstraktní a obtížnou problematiku. Text diplomové práce [2] je členěn do pěti kapitol zahrnujících rešerši videoexperimentů z fyziky mikrosvěta z hlediska české i zahraniční tvorby, popis použitého vybavení a pomůcek i nástin principů různých detektorů ionizujícího záření a charakter přeměn zkoumaných radionuklidů. Dále je popsána základní konstrukce katodových trubice, připomenuty jsou i bezpečnostní zásady pro práci se zdroji ionizujícího záření. Všech deset vytvořených videí je podrobně popsáno (v příloze práce [2] lze nalézt kompletní scénáře) a je diskutována možnost jejich využití ve výuce fyziky či chemie.

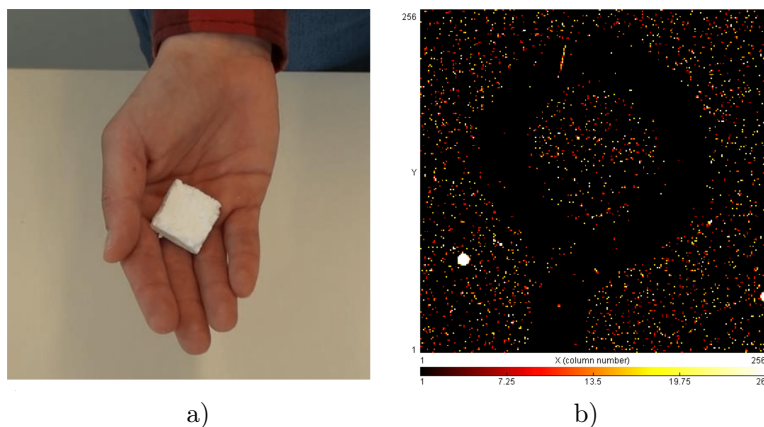
Multimediální část tvoří samostatná videa o celkové délce 100 min. Jednotlivým částem učiva v učebnici [7] odpovídají i názvy videoexperimentů:

1. Co je fotoelektrický jev?
2. Elektron – částice nebo vlna?
3. Luminiscence aneb jak vypadá studené světlo
4. Radioaktivita: alfa záření
5. Radioaktivita: beta záření
6. Radioaktivita: zdroje gama záření
7. Ochrana před gama zářením
8. Zákony radioaktivních přeměn aneb pravděpodobnost a statistika v jaderné fyzice
9. Měření radiace s dozimetrem
10. Standardní model částic a detekce mionů

Videa, jak napovídá název, zahrnují především experimenty (obr. 2) a jejich vysvětlení, dále základní teoretické poznatky, motivační prvky i příklady aplikace v praxi (např. v medicíně). V pokusech se využívají nejrůznější pomůcky, včetně částicové kamery (obr. 3) nebo dozimetru (obr. 4). Některé využívají i vlastnoručně vyrobená zařízení (obr. 5) a mohou být i na pohled vizuálně vděčné (obr. 6). Náměty na další experimenty lze najít např. v [6, 8].



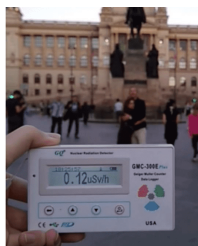
Obr. 2 a) Difrakce elektronů na vrstvě grafitu; b) Detekce  $\gamma$  záření ze vzorku metastabilního barya  $^{137m}_{56}\text{Ba}$ ; c) Snímek z částicové kamery MX-10 zachycující stopy čtyř mionů (delší čáry) a dvou částic  $\alpha$  (větší bílé tečky)



Obr. 3 a) Polystyrenový kvádřík obsahující neznámý kovový předmět; b) Snímek kvádříku pořízený částicovou kamerou při jeho prozařování gama zářičem



a)



b)

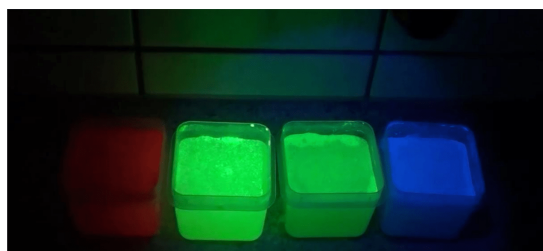


c)

Obr. 4 Měření ekvivalentního dávkového příkonu dozimetrem v laboratoři i v terénu: a) v misce s draselným hnojivem; b) na Václavském náměstí; c) v blízkosti sklenice z uranového skla



Obr. 5 Pokusy s vlastnoručně vyrobenou ionizační komorou podle návodu z [5] v domácím studiu



a)

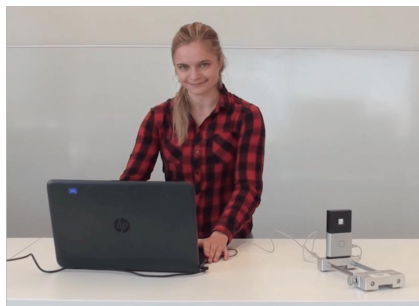


b)

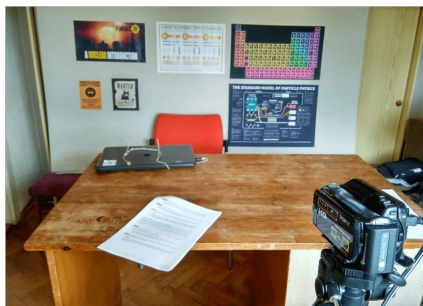
Obr. 6 a) Fotoluminiscence vody s barvivem na bázi hlinitanu strontnatého; b) Sklenice a náramek z uranového skla ve tmě při ozařování UV zářivkou

## Tvorba videí

Jedna z kapitol práce [2] popisuje samotný proces tvorby videí a může tak posloužit případným zájemcům, kteří by se do natáčení chtěli sami pustit. V souladu s tradiční filmovou tvorbou je rozdělena na tři části – předprodukcí, produkci a postprodukcí. K natáčení byla použita kamera Sony HDR-XR155E s HD rozlišením, náhlavní mikrofon, LED reflektory pro dostatečné osvětlení scény a počítač. Z pomůcek k experimentům uvedme jen nejdůležitější: částicová kamera MX-10, detektor radiace značky Vernier, dozimetr GMC-300E Plus, amatérská ionizační komora, vzorky radionuklidů, katodové trubice, zdroje UV záření, laserová ukazovátka a další zdroje světla atd. Kromě laboratoře školních pokusů a dalších výukových laboratoří na PřF UP (obr. 7a) byla vytvořena i vlastní domácí scéna s fyzikálními motivy (obr. 7b), kde bylo možné pracovat i v době covidových omezení.



a)



b)

Obr. 7 a) Natáčení s částicovou kamerou MX-10 v laboratořích PřF UP; b) Domácí studio pro natáčení

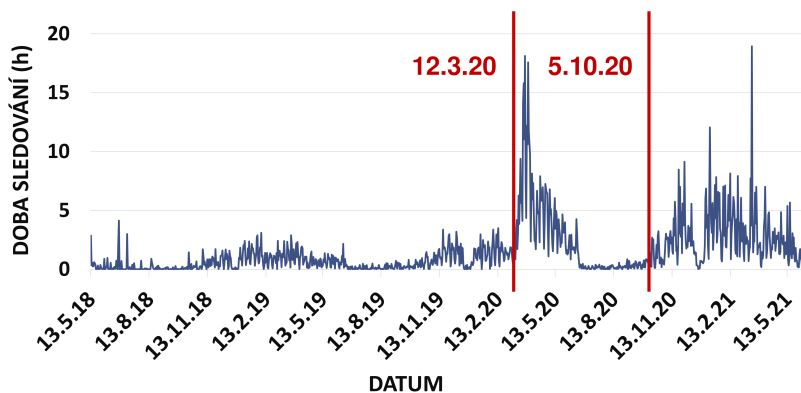
Zpracování natočených záběrů, jejich propojení s modely, animacemi a dalším obrazovým i zvukovým materiálem se neobejde bez využití vhodného software. Pro střih videí se osvědčil Windows Movie Maker, pro nahrávání a zpracování zvuku program Audacity, pro úpravu fotografií Adobe Photoshop, pro přípravu animací a dalších grafických prvků MS PowerPoint a Blender. K získání dat z měření i řízení experimentů programy Logger Lite (k detektoru radiace Vernier) a Pixelman (k částicové kameře). K dalšímu zpracování naměřených hodnot byly postačující MS Excel nebo GNU Octave. Až na výjimky jde o volně dostupné programy, což pro výukové účely představuje ideální volbu.

## Využití a sledovanost

Videoexperimenty mají nepochybně velký potenciál a široké spektrum využití ve výuce. Namátkou zmiňme prezenční i distanční výuku fyziky nebo chemie na SŠ, přírodovědné kroužky a tábory, vzdělávací kurzy a v neposlední řadě popularizaci vědy mezi lidmi všech věkových kategorií.

Každého tvůrce proto přirozeně zajímá, zda a jaký mají videa ohlas a jak je hodnotí samotní žáci. Připravená videa byla v březnu roku 2021 začleněna do distanční výuky fyziky a chemie na 5 vybraných středních školách v ČR i SR a do jednoho vzdělávacího kurzu. V následném dotazníkovém šetření 95,3 % žáků (123 z celkového počtu 129) uvedlo, že jim videa pomohla lépe pochopit probírané učivo.

Video jsou veřejně přístupná na serveru YouTube [1]. Podle statistik serveru k polovině února 2022 měla celkem 15 000 zhlédnutí a 840 hodin sledování. Význam videoexperimentů v distanční výuce dokumentuje nárůst sledovanosti videoexperimentů z mechaniky a akustiky [3] v souvislosti s uzavřením škol v březnu 2020 a říjnu 2021 v důsledku epidemie COVID-19 (obr. 8).



Obr. 8 Sledovanost videoexperimentů z mechaniky a akustiky na serveru YouTube; zvýrazněná data odpovídají vyhlášení 1. a 2. nouzového stavu v souvislosti s COVID-19

Věříme, že publikované videoexperimenty budou oporou pro učitele fyziky nejen v těžkých časech distanční výuky, k níž se asi většina z nás nechce často vracet, ale i v časech postcovidových, kdy jimi lze zpestřit

běžnou prezenční výuku a mohou i žákům pomoci k hlubšímu pochopení základních, někdy abstraktnějších zákonitostí fyziky mikrosvěta.

## Literatura

- [1] *Kufová, A.*: Fyzika mikrosvěta. Playlist [on-line]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/c/UraniumGirl>.
- [2] *Kufová, A.*: Motivační videoexperimenty ve výuce fyziky mikrosvěta. Diplomová práce, Olomouc, UP, 2021.  
Dostupné z: [https://theses.cz/id/2oquvm/DP\\_Kufova.pdf](https://theses.cz/id/2oquvm/DP_Kufova.pdf).
- [3] *Kufová, A.*: Motivační videoexperimenty z mechaniky a akustiky. Bakalářská práce, Olomouc, UP, 2019.  
Dostupné z: [https://theses.cz/id/zusy70/BP\\_Kufova.pdf](https://theses.cz/id/zusy70/BP_Kufova.pdf).
- [4] *Kufová, A., Kodejška, Č.*: Videoexperimenty jako motivační prvek ve výuce fyziky. Matematika–Fyzika–Informatika, roč. 28, č. 2 (2019), s. 105–115.
- [5] *Pazdera, V.*: Výroba 3× jinak. In: Dílny Heuréky 2014, Jiráskovo gymnázium, Náchod, 3.–5. 10. 2014, 147–155. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/ke-stazeni/sborniky-dilen-heureka/sborniky/SbornikDilenHeureka2014.pdf>.
- [6] *Silver, J.*: 125 physics projects for the evil genius. McGraw Hill Professional, 2009.
- [7] *Štoll, I.*: Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta. Praha, Prometheus, 2010.
- [8] *Vícha, V.*: Experimenty s pixelovým detektorem pro výuku jaderné a částicové fyziky. Praha, ČVUT, 2016.