

Gymnázium Přírodní škola, o.p.s.  
Profilová práce — třída Omíkon  
Nižší stupeň studia  
2022/2023

Marek Švejda

Animace fyzikálních jevů

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Filip Hložek

Datum odevzdání:

## **Obsah**

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>Cíle</b>	<b>2</b>
<b>Postup práce</b>	<b>2</b>
1. Plánování práce	2
2. Volba témat	2
3. Psaní scénáře	3
4. Nahrávání komentáře	4
5. Animace	6
6. Postprodukce a zveřejnění videa	8
<b>Pro koho jsou videa určena</b>	<b>8</b>
<b>Zpětná vazba</b>	<b>8</b>
<b>Závěr</b>	<b>10</b>
<b>Seznam zdrojů a literatury</b>	<b>11</b>
<b>Odkazy na videa</b>	<b>11</b>
<b>Příloha 1 – Scénáře k videím</b>	<b>12</b>
1. Pascalův zákon	12
2. Zákon odrazu a lomu světla	13
3. Potenciální a kinetická energie	13
<b>Příloha 2 – Zpětná vazba od žáků</b>	<b>15</b>

# Poděkování

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce Mgr. Ing. Filipu Hložkovi, který mi trpělivě pomáhal a komentoval jednotlivé části mé práce. Také bych rád poděkoval Mgr. Ivaně Houskové, učitelce fyziky, za pomoc se získáním zpětné vazby a žákům 8.A a 8.B ze ZŠ Litvínovská 500 v Praze 9 za užitečné připomínky k mým videím.

# Úvod

一畫勝千言, praví staré čínské přísloví. V češtině to znamená „obrázek vydá za tisíc slov“. A o animaci s doprovodným slovem platí totéž. Výuková videa se stávají v současné době víc a víc populární. To není překvapení, protože žáci tráví hodně času na internetu a na krátká videa s různým, většinou zábavným obsahem se dívají každý den. Konkrétně výukových videí vzniklo na internetu nejvíce za distanční výuky v době pandemie covidu-19.

Výuková videa nebo výklad učitele pomáhají žákům k lepšímu a rychlejšímu pochopení látky než čtení v učebnici. Výhodou výkladu učitele je, že se žáci mohou na cokoliv přímo zeptat. Výhodou výukových videí zase je, že si je člověk může celé, nebo jejich část, několikrát kdykoliv a kdekoliv přehrát. Ne vždy máte učitele po ruce.

Protože se o animaci a zpracování videí už nějaký čas zajímám baví mě fyzika a matematika, tak pro mě bylo jednoduché vybrat si pro svou profilovou práci téma fyzikálních animací. A vytvořit několik krátkých výukových videí na téma fyzikálních zákonů.

Původně jsem si vybíral mezi fyzikální a matematickou animací. Nakonec jsem se rozhodl pro fyziku, protože jsem měl pocit, že fyzikální témata jsou složitější na pochopení než ta matematická a že by proto videa na vysvětlení některých fyzikálních témat byla užitečnější.

Na doporučení vedoucího práce jsem na internetu zjistil, která témata už byla podobným způsobem zpracována a která ne. Při hledání na internetu jsem shledal, že některá česká fyzikální videa jsou pro žáky dlouhá a nezáživná, a tím se pro ně stávají nezajímavými. Myslím si, že pro výuková videa platí totéž jako třeba pro reklamy, že musí být krátká, zapamatovatelná a jenom o tom daném tématu.

Rozhodl jsem se animovat ta témata, pro která jsem nenašel zajímavá a stručná videa. Vybral jsem si celkem tři témata:

- Pascalův zákon
- Zákon lomu a odrazu
- Potenciální a kinetické energie

# Cíle

1. Vytvořit tři výuková fyzikální videa pro pomoc s pochopením látky.
2. Vyvěsit tato videa na YouTube, aby byla veřejně dostupná.

# Postup práce

## 1. Plánování práce

Cíl práce bylo natočit výuková videa používající kombinaci animace a mluveného slova. V první fázi tvorby jsem si musel ujasnit následující:

**Typ videa** – vytvoření krátkého videa, kterém budu kombinovat animaci a mluvené slovo pro vysvětlení fyzikálního zákona nebo jevu.

**Délka videa** – délka by neměla překročit 3 minuty, abych udržel pozornost posluchače.

**Počet témat** – tři

**Audio stránka videa** – video bude obsahovat jenom čtený komentář, nebude obsahovat hudební nebo jiné podkreslení. Rozhodl jsem se pro tuto variantu, aby diváka nic nerušilo a také proto, že postprodukce by byla mnohem složitější.

**Kombinace videa a audia** – animace a komentář musí do sebe zapadat. Rozhodl jsem se nejdřív načíst podle scénáře komentář a animace přizpůsoboval komentáři.

**Výběr technologií** – pro přípravu animací jsem se rozhodl použít aplikaci FlipaClip (viz později v textu) na platformě iOS, jako hardware jsem použil iPad Air (4. generace) s Apple Pencil 2. generace. Pro kombinaci se zvukem jsem použil aplikaci Audacity.

## 2. Volba témat

Nejprve jsem si potřeboval ujasnit, jaká fyzikální témata si vyberu pro zpracování ve videích. Prohlédl jsem si na internetu mnoho výukových videí vhodných pro žáky druhého stupně základní školy nebo nižšího stupně osmiletého gymnázia a zjišťoval jsem, jakým způsobem byla různá témata zpracována. Zvažoval jsem, jestli se daný způsob vysvětlení pro konkrétní témata hodí. Chtěl jsem si pro svou práci vybrat taková témata, která byla zpracována příliš nezáživně a videa o nich byla příliš dlouhá<sup>1</sup>. Také jsem chtěl zvolit

Pascalův zákon



<sup>1</sup> Například tato videa:

[https://www.youtube.com/watch?v=P5kCbnOJToA&list=PL\\_5iV235iIva-ibDOjdO\\_5ArTIfg45NjN](https://www.youtube.com/watch?v=P5kCbnOJToA&list=PL_5iV235iIva-ibDOjdO_5ArTIfg45NjN).

témata, se kterými jsme se již setkali ve škole. To proto, abych tématům dobře rozuměl a dokázal je bez problémů vysvětlit. Některá témata, nad kterými jsem přemýšlel, byla příliš náročná na zpracování nebo na grafické znázornění. Nakonec jsem se rozhodl zpracovat následující témata:

### **Pascalův zákon**

V tomto videu popisuji základní principy Pascalova zákona a ukazuji, jakým způsobem se vypočítá tlak. Na konci přidávám několik praktických příkladů.

### **ZÁKON ODRAZU A LOMU SVĚTLA**

#### **Zákon odrazu a lomu světla**

V tomto videu ukazuji, jak se světlo bude chovat, když se odrazí od povrchu, a jak se bude lámat, když přechází mezi prostředími s různým indexem lomu.

### **Potenciální a kinetická energie**

#### **Výpočet potenciální a kinetické energie**

V tomto videu vysvětluji, jak se vypočítá tíhová potenciální a kinetická energie a jaký je mezi nimi vztah.

### **3. Psaní scénáře**

Klíčovým bodem přípravy bylo sepsání scénáře. Při psaní jednotlivých scénářů jsem jako zdroj používal učebnici fyziky pro sedmý ročník základní školy z nakladatelství Prometheus<sup>2</sup> a mé zápisky v sešitech fyziky z minulých let. Nad jednotlivými větami ve scénářích jsem se zamýšlel a pečlivě jsem volil slova. Šlo mi o to, aby byl text scénáře co nejsrozumitelnější, a také aby nebyl moc dlouhý a nudný. Zároveň jsem při psaní textu musel neustále dávat pozor, aby nakonec nebylo animování příliš komplikované, protože ještě nejsem v animaci úplně zblhlý a nechtěl jsem, abych vymyslel něco, co by bylo sice ambiciózní, ale ve finále nevypadalo tak dobře. Zároveň jsem musel mít na paměti, jaké možnosti a omezení má animační program FlipaClip, ve kterém budu animaci vytvářet.

Scénář jsem rozdělil následovně: na začátku každého scénáře jsem vždy v krátkosti dané téma uvedl, následně jsem jej vysvětlil detailněji a na závěr jsem přidal jeden až tři praktické příklady vysvětlovaných jevů. Scénář jsem konzultoval s vedoucím práce, abych komentáře nahrával až podle finálně upravené verze.

<sup>2</sup> <https://www.knihydobrovsky.cz/ucebnice/fyzika-pro-7-rocnik-zakladni-skoly-353207793>

#### 4. Nahrávání komentáře

Aby čtený text odpovídal obrázkům v animaci, bylo potřeba nejprve namluvit komentář a až potom vytvořit animaci tak, aby přesně kopírovala čas čteného textu.

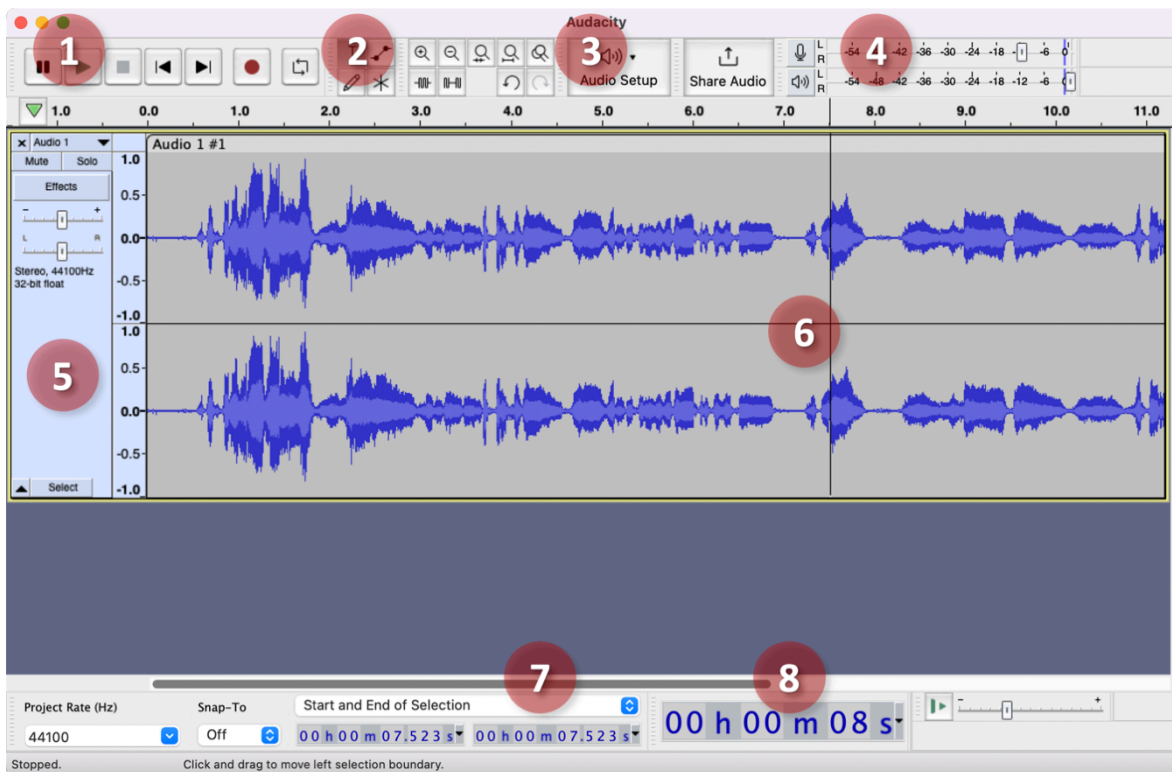


K nahrávání jsem používal software Audacity, který je dostupný zdarma ke stažení na internetu, a mikrofon HyperX QuadCast S.

Texty jednotlivých scénářů jsem si rozdělil do několika kratších úseků, které jsem nahrál odděleně, a poté upravil a spojil tak, aby na sebe navazovaly. Každou část jsem namlouval několikrát, dokud jsem nebyl s výsledkem úplně spokojený. Finální nahrávky jsem s pomocí softwaru Audacity upravil tak, abych potlačil šum okolí z nahrávky.

Při namlouvání textu jsem se snažil využít svých zkušeností z dramatického kroužku a vyslovovat vše nahlas a zřetelně.

Finální verzi komentáře jsem uložil do souboru typu MP3, aby následně bylo možné vložit zvuk do aplikace FlipaClip (viz dále kapitola Animace).



Obrázek 5 – uživatelské rozhraní softwaru Audacity

**Program Audacity** nabízí mnoho funkcí a většina z těch klíčových se dá ovládat přímo na uživatelském rozhraní. Následující funkce jsem při nahrávání využíval:

1. Ovládací prvky pro nahrávání – start/stop nahrávání, start/stop přehrávání, skoky v nahraném textu.
2. Základní nástroje na upravování audia – kopírování audia, úprava hlasitosti, roztahování v čase.
3. Výběr audio vstupu a výstupu – kde se dá přepínat vstupní mikrofon nebo výstupní reproduktory.
4. Indikátor hlasitosti při nahrávání i přehrávání zvuku.
5. Výběr jednotlivých nahrávek v případě, že je nutné nahrávky stříhat a skládat z menších částí.
6. Stereo vizualizace zvuku.
7. Výběr časového intervalu, se kterým se pracuje.
8. Zobrazení aktuální časové pozice v nahrávce.

## 5. Animace

Po vytvoření nahrávky jsem hotový komentář nahrál do **aplikace FlipaClip**. K animaci jsem používal elektronickou propisku Apple pencil 2, která mi dovolila kreslit mnohem lépe, než kdybych animaci kreslil jen rukou. Vždy jsem kreslil takzvaně „přes zvuk“. Tím chci říct, že jsem se řídil obsahem nahrávky a myslel jsem na to, že animace musí přesně pasovat na zvuk. Například pokud by obrázek zmizel ještě předtím, než bych v komentáři dokončil větu, působilo by to rušivě.

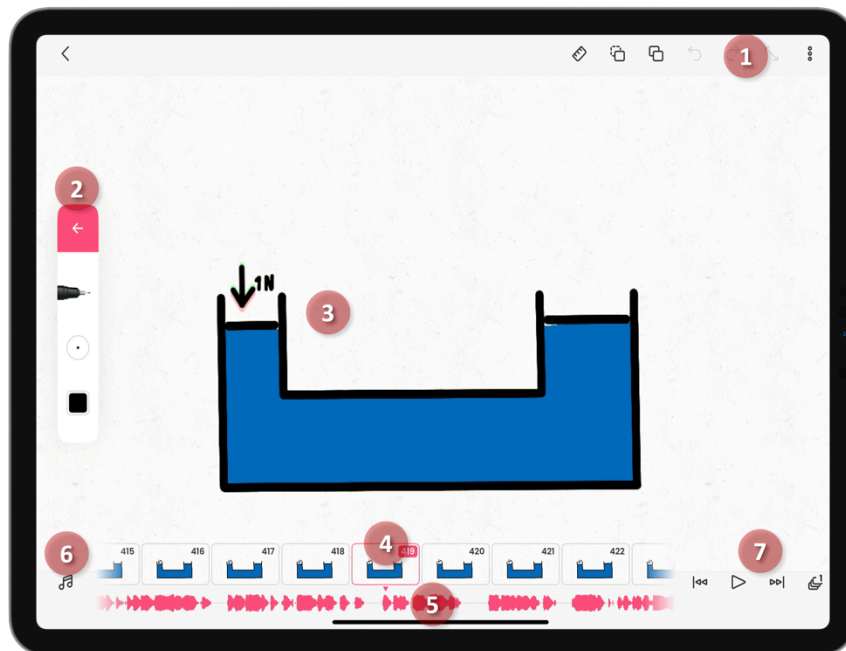
Pokud jsem potřeboval animovat něco, co nebylo možné jednoduše nakreslit, využíval jsem speciální nástroje aplikace. **Pravítkový nástroj** slouží k tvorbě rovných čar. Nástroj **guma** jsem používal k tomu, aby se obrázek postupně objevoval, nebo naopak mizel. Často jsem také používal nástroj **select tool**, pomocí kterého jsem vždy vybral určitou menší plochu a mohl jsem s ní pohybovat a měnit její velikost. Toho jsem využíval při vytváření složitějších obrázků. Nejprve jsem nakreslil několik částí samostatně a potom jsem je pomocí nástroje select tool složil do jednoho obrázku. Při psaní čísel a slov jsem využíval **textovou funkci**. Ta mi umožnila převést veškerý text do kreseb, se kterými jsem mohl dále manipulovat.

Animace se tvoří v snímcích, které na sebe navazují. Na každém snímku (anglicky frame) je obrázek, který navazuje na ten předchozí nějakým drobným pohybem, a tím se tvoří efekt animace. Aby byla animace plynulá, je nutné „ošálit“ oko, aby si myslelo, že vidí plynulý pohyb.

Počet snímků za sekundu (jednotka FPS – frames per second) je jeden z nejdůležitějších parametrů jakéhokoliv animačního programu. Pro svoje videa jsem používal nastavení 12 snímků za sekundu. Program FlipaClip umožňuje nastavit počet snímků za sekundu na 1FPS až 30FPS. Pro televizní vysílání se používá 24FPS, pro složité počítačové hry (speciálně pro rychlé reakce) je počet snímků za sekundu vyšší. Pro moje animační videa stačí frekvence 12FPS.

Další důležitou pomůckou v animačních programech je možnost snímek zkopírovat do následujícího snímku a ten ponechat nebo pouze trochu upravit. Tato funkce pomůže zkrátit práci na animaci. Není totiž potřeba kreslit každý nový snímek od začátku. Kopie může být úplná, v tom případě se do následujícího políčka vloží kopie aktuálního políčka. Do tohoto políčka můžu potom dokreslit malý pohyb. Nebo můžu zkopírovat jen část obrázku a zbytek dokreslit, jak je potřeba.

Na následujícím obrázku je vidět část uživatelského rozhraní aplikace FlipaClip:

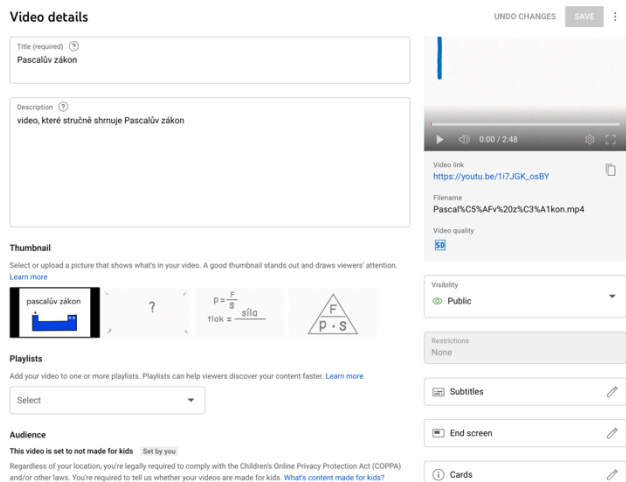


Obrázek 6 – uživatelské rozhraní aplikace FlipaClip

1. Možnost pravítka, kopírování snímků – možnost tvorby geometrických šablon (čára, ovál, čtverec), které je možné využít jako podklad pro namalování přesného tvaru, a kopírování snímků, které jsou popsány výše v textu.
2. Výběr nástrojů na kreslení – výběr tužky, štětce nebo propisky (spolu s výběrem tloušťky čáry, barvy a hustoty), možnost gumování nebo výběru nějakého objektu na snímku k jeho dalšímu zpracování (třeba zkopírování nebo vymazání).
3. Vlastní plocha snímku, na kterém se právě pracuje.
4. Výběr snímků, které tvoří animaci.
5. Zobrazení audio stopy, které se automaticky pohybuje podle pozice animace (čísla snímků, na kterém se právě pracuje).
6. Možnost přidání nebo kombinace audio stop.
7. Přehrání a rychlé posouvání dopředu nebo dozadu v animaci.

## 6. Postprodukce a zveřejnění videa

Při finálních úpravách jsem znovu a znovu animace procházel a upravoval, až jsem byl úplně spokojený s výsledkem. Potom jsem mohl animaci spojenou se zvukem exportovat z aplikace FlipaClip do formátu videa. Aplikace umožňuje export v různém rozlišení – pro moji animaci jsem použil běžný výstup MP4 pro YouTube 720 p.



Dalším krokem bylo video publikovat na YouTube (Obr. 7), aby bylo veřejně dostupné. Při umísťování videa na YouTube jsem nejdříve nahrál video a miniaturu (úvodní obrázek k video) a poté jsem vymyslel název a popis videa. Také je možné přidat k video „tagy“. To jsou klíčová slova, které mohou pomoci při vyhledávání podle tématu. Před vydáním ještě YouTube zkontroluje, jestli ve videu není žádná část, na kterou se vztahují

autorská práva (hudba, video). Po kontrole jsem video konečně mohl zveřejnit.

## Pro koho jsou videa určena

Videa jsem vytvořil pro žáky základních škol nebo víceletých gymnázií, kteří si budou chtít připomenout látku, kterou se učili ve škole. Nebo pro ty, kteří potřebují pomoc s pochopením tématu. Někomu nestačí objasnění učitele ve třídě nebo nahlédnutí do učebnice nebo do zápisků v sešitě. Může se mu ale hodit, když několikrát po sobě zhlédne výukové video a třeba až napotřetí nebo napočtvrté vysvětlovaný jev pochopí.

Videa jsou také k dispozici učitelům fyziky, kteří na ně mohou žáky odkázat. Pro učitele, kteří by videa chtěli používat přímo při výuce, jsem sepsal následující kapitolu s instrukcemi.

## Zpětná vazba

Abych zjistil, jak žáci budou na videa reagovat, poprosil jsem Mgr. Ivanu Houskovou, učitelku matematiky a fyziky na ZŠ Litvínovská v Praze 9, aby ukázala videa těm svým žákům, kteří už daná témata probírali. Žáci potom měli za úkol odpovědět na následující otázky:

- *Je video užitečné?*
- *Je látka dobře vysvětlená?*
- *Je video zábavnější než učebnice?*
- *Je výklad srozumitelný?*
- *Co může autor videa vylepšit?*

Většina žáků videa chválila, mě ale zajímaly především kritické připomínky. Kritiku bych rozdělil do čtyř částí:

U zákonu odrazu a lomu světla několik žáků psalo, že bych měl **přidat** nějaký **příklad** nebo několik příkladů. Musel jsem přiznat, že v době psaní scénáře mě nenapadlo, že by zrovna téma lomu světla potřebovalo příklady. Pokud budu v budoucnu s vytvářením naučných videí pokračovat, určitě to budu mít na paměti.

Jeden žák doporučoval, aby se obrázky střídaly pomaleji a několik žáků mi vytýkalo, že videa byla **moc rychlá**, takže by bylo dobré zpomalit mluvený komentář. Nad tím se musím zamyslet. Chtěl jsem, aby videa nebyla moc dlouhá a nudná, ale pokud jsou příliš rychlá a žáci nestíhají vnímat obsah, není to dobře. Výhodou videa ale je právě to, že si ho člověk, který jeho obsah nestihl pochopit, může pustit dvakrát nebo i několikrát. Na YouTube lze také navíc měnit rychlost přehrávání.

Jiní žáci kritizovali **kvalitu zvuku**. Používal jsem sice kvalitní mikrofon, ale se zvukem jsem pracoval poprvé a zvukovou stopu jsem upravoval jen tak, že jsem odstranil šum z pozadí. Toto je určitě oblast, ve které bych se do budoucna mohl hodně zlepšit.

Také jsem dostal pár doporučení, abych do videa přidal **intro a outro** a také abych vylepšil **miniatury**. Při vytváření videí jsem neměl pocit, že by intro a outro pro tento typ videí bylo potřeba. Ale pokud bych v tom chtěl pokračovat, určitě by bylo dobré nějaké vymyslet.

### **Vybrané zpětné vazby od žáků:**

*Video je užitečné. Je to zábavnější než učebnice. Je to dobře a srozumitelně vysvětlené, ale vylepšil bych kvalitu zvuku.*

*Bylo to vysvětleno lépe než v učebnici. Zpomalit komentář. Vylepšit miniaturu.*

*Bylo by fajn, kdyby bylo intro a lepší zvuk.*

*Mám rád fyziku, učebnice mě baví, ale toto bylo super (Pascalův zákon). Možná by to mělo být vysvětlené podrobněji.*

*Já bych asi udělal to video trochu delší a přidal bych příklady (lom světla).*

*Vylepšení: přidal bych nějaký příklad z učebnice nebo z internetu (Pascalův zákon).*

*Možná více příkladů a ať se to tak rychle nepřepíná.*

*Je to lepší než učebnice, protože tam se to vysvětluje moc podrobně a v tom máš pak zmatek.*

*Skvělé, dobré pro připomenutí. Jako vysvětlení nové látky ale asi moc rychlé.*

*Je to zábavnější než učebnice tisíckrát. Nic nevylepšovat.*

*Zlepšit grafiku, aby to vypadalo lépe (lom světla). Mluvit pomaleji.*

*Těchto videí by mělo být víc. Škoda, že jsem ho neviděla, když jsem se tuto látku učila (Pascalův zákon).*

*Mluvit pomalu a trochu zpomalit video. Možná vylepšit miniaturu.*

*Je to jednoduché a výstižné, srozumitelné.*

## **Závěr**

V rámci profilové práce jsem vytvořil tři animace na téma fyzikálních jevů, které pomohou studentům k zopakování látky probrané ve škole. Zaměřil jsem se na tato témata: Pascalův zákon, zákon odrazu a lomu světla a na potenciální a kinetickou energii. Videá se mi povedlo zpracovat k mé spokojenosti. Při tvoření videí jsem se mnohem podrobněji seznámil s aplikací FlipaClip a zlepšil jsem se v práci se zvukem v programu Audacity. Zkušenosti, které jsem získal při vytváření výukových videí, jsem sepsal v této profilové práci. Videá jsem umístil na YouTube, kde si je může kdokoliv najít. Doufám, že budou užitečná.

## Seznam zdrojů a literatury

1. J. BOHUNĚK–R. KOLÁŘOVÁ, Fyzika pro 7. ročník základní školy, Prometheus nakladatelství
2. Audacity: <https://www.audacityteam.org/>
3. FlipaClip: <https://apps.apple.com/us/app/flipaclip-create-2d-animation/id1101848914>
4. How to YouTube: [https://youtu.be/EMvoTXoRE4A?list=PL\\_5iV235iIvbxMuC3lu5qgLGet7sswrki](https://youtu.be/EMvoTXoRE4A?list=PL_5iV235iIvbxMuC3lu5qgLGet7sswrki)

## Odkazy na videa

1. Pascalův zákon: [https://www.youtube.com/watch?v=1i7JGK\\_osBY](https://www.youtube.com/watch?v=1i7JGK_osBY)
2. Zákon odrazu a lomu světla: <https://www.youtube.com/watch?v=BlzLmiIrqQc>
3. Potenciální a kinetická energie : [https://www.youtube.com/watch?v=s\\_oCjLtb9TA&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=s_oCjLtb9TA&t=1s)
  
- 5.

# Příloha 1 – Scénáře k videím

## 1. Pascalův zákon

Pascalův zákon. Zákon, který nám říká, že tlak se v kapalině šíří všemi směry stejně. Využívá se například v pístech, v hydraulickém lisu nebo v brzdách aut.

Ale co vlastně JE ten Pascalův zákon? Říká nám, že tlak v kapalině je všude stejný, takže pokud opomeneme hloubku, bude na všechny strany nádoby působit stejná síla.

Takže pokud na destičku působí síla 1N, tak na druhou destičku, která je dvakrát větší, působí síla 2N. To můžeme odůvodnit tak, že na malou destičku působí tlak jenom „míňkrát“, protože má malou plochu, a na velkou destičku působí „víckrát“, protože má plochu větší.

Vzoreček, který při vypočítávání tlaku používáme, je:  $p = \frac{F}{S}$ , tedy tlak se rovná síla : plocha. Když si to znázorníme uvidíme,

že když tlačíme na destičku, která má plochu  $1\text{ m}^2$ , silou 3 N, tak na druhou destičku, která má plochu  $2\text{ m}^2$ , tlačí síla 6 N. Když potom spočítáme

$$6\text{ N} : 2\text{ m}^2 = 3\text{ Pa } (p_1) \text{ a } 3\text{ N} : 1\text{ m}^2 = 3\text{ Pa} (p_2),$$

vyjdou obě stejně, protože tlak je všude v kapalině stejný. Tím pádem můžeme vždycky říct, že  $p_1$  se rovná  $p_2$ .

Díky tomuto principu můžeme při působení malé síly vyvinout mnohem větší sílu.

Pro počítání s tlakem je důležitý nejen vzoreček  $p = \frac{F}{S}$ , ale i od něj odvozené vzorečky  $p \times S = F$  a  $\frac{F}{p} = S$ . Takže pokud víme alespoň dvě z těchto veličin, dokážeme odvodit tu třetí. Pro jednodušší zapamatování si můžeme vytvořit pyramidu.

Tyto vzorečky si můžeme potvrdit v následujících příkladech

$$p = 4\text{ Pa} \text{ a } F = 20\text{ N}, \text{ s pomocí vzorečku } \frac{F}{p} = S \text{ zjistíme, že výsledek je } 5\text{ m}^2.$$

Poté v příkladu  $P = 4\text{ Pa}$  a  $S = 5\text{ m}^2$ , s pomocí vzorečku  $P \times S = F$  zjistíme, že výsledek je 20N.

A poslední možnost,  $S = 5\text{ m}^2$  a  $F = 20\text{ N}$ , s pomocí vzorečku  $\frac{F}{S} = p$  zjistíme, že výsledek jsou 4Pa.

## 2. Zákon odrazu a lomu světla

**Odras světla** je fenomén, který asi všichni znají. Typicky se odras světla ukazuje u zrcadla. Zrcadlo odrasí fotony, které zachytí naše oči.

Zkuste si například tento pokus: nasměrujte laserové ukazovátko na zrcadlo a sledujte, jak se paprsky od zrcadla odrasí. (Při zacházení s laserovým ukazovátkem však buďte opatrní. Nesvíťte s ním nikomu do očí, aby nedošlo k poškození zraku.) Pod jakým úhlem se paprsky odrasí? Pod stejným úhlem, pod kterým na zrcadlo dopadly. Ověřit si to můžeme jednoduše tak, že spustíme kolmici do bodu, kde se paprsek odrasí od povrchu zrcadla. Uvidíme, že úhel dopadu je stejný jako úhel odrazu.

Pokud tedy posvítíme na zrcadlo v úhlu  $35^\circ$ , světelný paprsek se od zrcadla odrasí také v úhlu  $35^\circ$ .

Pokud světelný paprsek přechází z prostředí s určitým indexem lomu do prostředí s jiným indexem lomu, mluvíme o **lomu světla**. Posvítíme laserovým ukazovátkem ze vzduchu do vody a uděláme si v místě dopadu kolmici. Pokud má prostředí, do kterého paprsky přechází, vyšší index lomu než prostředí, ze kterého paprsky přichází, světlo se bude lámat směrem ke kolmici.

Pokud světlo přichází do prostředí s menším indexem lomu, bude se naopak lámat směrem od kolmice.

Vzorec na výpočet úhlu lomu je:  $n_1 \sin a_1 = n_2 \sin a_2$ .

## 3. Potenciální a kinetická energie

**Potenciální energie** nám říká, jakou práci může objekt vykonat v určitém poli.

V tomto případě se budeme zabývat potenciální energií tíhovou v gravitačním poli.

Při vypočítávání potenciální energie jsou potřeba tři veličiny. Jedna z nich je hmotnost, druhá je výška (většinou od země) a třetí je gravitační zrychlení. To je důležité, protože těleso bude mít jinou potenciální energii na Zemi a na Měsíci.

Pojďme si to vyzkoušet. Pustíme pětakilogramové závaží z výšky dvou metrů.

Budeme předpokládat, že jsme na zemi. Takže gravitační zrychlení je přibližně  $9,8\text{N/kg}$ , obvykle se zaokrouhluje na  $10\text{N/kg}$ . Tím vynásobíme hmotnost objektu, což je pět kilogramů, a výsledek

tohoto vynásobíme výškou. Výsledek bude 98,2 joulů. Zjednodušeně řečeno hmotnost, výšku a gravitační zrychlení spolu vynásobíme a zjistíme výsledek.

Dobře, ale co když nechcete vědět jakou energii objekt bude mít, až začne padat. Ale jakou má během toho, co už padá.

K tomu slouží vzoreček na vypočítání **kinetické energie**.

Abyste vypočítali kinetickou energii, budete potřebovat samozřejmě hmotnost, ale k ní také ještě rychlost, se kterou se objekt pohybuje. Vzoreček je váha krát rychlost na druhou krát jedna polovina. Jelikož je tenhle vzoreček pro mě troch chaotický, přerovnáám si ho tak, že místo násobení jednou polovinou to jednoduše vydělím dvěma. Takže vzoreček bude vypadat takhle:

$$\frac{m \cdot v^2}{2}$$

Takže pokud objekt putuje rychlostí 6m/s a váží 5kg, s použitím vzorečku  $\frac{m \cdot v^2}{2}$  zjistíme, že objekt má kinetickou energii 90 joulů.

Můžete si všimnout, že výsledky obou výpočtů vychází podobně. Ony by dokonce vycházely stejně, kdybych nezaokrouhlil rychlost.

To je proto, že vzoreček potenciální energie nám řekne, jakou energii bude objekt mít těsně před dopadem, a vzoreček na kinetickou energii nám zrovna v tomto případě řekne, jakou energii bude mít zrovna, když dopadá. Proto se oba případy rovnají.

## **Příloha 2 – Zpětná vazba od žáků**

to užitečné.  
 přistě by bylo lepší kdyby video bylo o něco delší (Jednostupň  
 o hodně zábavnější než učebnice.  
 bylo dost rychlé. Pro přistě by bylo dobře přidat  
 slohu jako příklad.

1. Myslím se ne, zatím si nedokážu předst
2. Ano, bylo to vysvětleno lépe, než v uč.
3. Ano, učebnice je nudná
4. Ano, ale, pochopila jsem ZÁKON Od
5. Trochu více zpomalit

Pascalův zákon

1. Ano, z v praxi Ano
2. Ano, vše jsem pochopila
3. Ano
4. Za mě Ano
5. Také trochu zpomalit

obrozu  
 užitečné.  
 dobře vysvětlené.  
 zábavnější než učebnice.  
 srozumitelné.  
 ale možná jen trochu zpomalit

zákon  
 co u předchozího videa.

TO UŽITEČNÉ? (ANO) OSVĚŽILA USEM SI LA  
 RE VYSVĚTLENÉ? (ANO) PODLE MĚ BY TO PO  
 NEŠÍ NEŽ UČEBNICE? ROZHODNĚ  
 UMĚLNĚ? (ANO) UŽ JE ŽILKA  
 VYLEPŠIT? (TROCHU) POMALĚJI HLUVNĚ.

ODRAZ SVĚTLA

PASCALŮV ZÁKON

TO UŽITEČNÉ? ANO, TO SAMÉ  
 VYSVĚTLENÉ? TO SAMÉ.  
 NEŠÍ NEŽ UČEBNICE? TO SAMÉ.  
 UMĚLNĚ? TO SAMÉ.  
 LEPŠÍ? TO SAMÉ.

Zákon odrazu a lomu světla  
 Užitečné  
 Dobře vysvětlené  
 Srozumitelné  
 Užitečné Pascalův zákon  
 Lehce dobře vysvětlené  
 Srozumitelné

Ano Video je užitečné!

Video je dobře vysvětlené  
 Více je zábavnější než učebnice.  
 Video je srozumitelné.  
 Kvalita videa, zvuku

Lehce hodnocení jako a předstělo

Zákon odrazu

1. Video mě přimělo
2. Video bylo he
3. Video srozumitelné
4. Mělo by být pomalé
5. -

Pascalův zákon

1. No same
2. No same
3. No same
4. No same

Je to užitečné?

Ano

Dobře vysvětlené?

Ano

Zábavnější než učebnice?

Ano

Srozumitelné?

Ano

Co vylepšit?

Asi nic

Zákon odrazu a lomu

Je to užitečné?

Ano

Dobře vysvětlené?

Ano

Zábavnější než učebnice?

Určitě Ano

Srozumitelné?

Ano

Co vylepšit?

Nic

Zákon odrazu a lomu světla

1. Ano je to moc užitečné.
2. Určitě ano vše je hezký srozumitelné.
3. Ano je to zábavnější.
4. Srozumitelné to bylo výborné.
5. Nic! vše se mi líbí.

Pascalův zákon

1. ano je to užitečné na učení olti neofotování
2. ano moc pěkně srozumitelné
3. určitě ano, líbí se mi jako videa (horje)

1. Bylo mi to užitečné?

2. Bylo to dobře vysvětlené?

3. Zábavnější než učebnice?

4. Co vylepšit?

5. Srozumitelné?

Zákon odrazu a lomu světla

1. ano bylo mi to užitečné

2. ano celkem jen moc rychle

3. ano určitě

4. Grafiku, aby to vypadalo u

a reprezentovat to tak rychle

5. celkem

Fiska lův zákon

1. Ano. a
5. Ani moc ne :c
3. Ano to ano.

Určitě je to užitečné. Mě zrovna fyzika celkem jde, ale kdyby jsem to ukáza někomu mladšímu, tak by to určitě pochopil. V téhle odpovědi jsem zodpověděl 1. a 2. otázku.

Určitě všechno je zábavnější než uč. Ano  
Možná více příkladů a at' se to tak rychle nepřepíná

Zákon odrazu a lomu světla  
Je to užitečné? Ano, protože mi hodně, i proto by to bylo zajímavější  
Je to dobře vysvětlené? Ano, srozumitelně a dobře  
Zábavnější než učebnice? Ano, určitě  
Užitečné? Ano, i tak

Užitečné? Máme to učilal hodně dlouho, ale nikdy nic takového  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Pascalův zákon  
Užitečné? Ano, hodně

Užitečné? Ano, hodně  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak  
Užitečné? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak  
Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Je to užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Užitečné? Ano, i tak

Dobře vysvětlené? Ano, i tak

Pascalův zákon  
to samé jako u předchozího videa.

ANO je to užitečné  
ano dobře vysvětlené  
ano zábavnější než učebnice  
ano srozumitelné  
užitečné  
Zákon odrazu  
Pascalův zákon  
to samé jako  
Zákon odrazu.  
podle příkladů jsem to pochopil