



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

**Videoanalýza fyzikálních dějů ve výuce**

**Vypracoval:** Bc. Filip Jovanovič

**Vedoucí práce:** Mgr. Vladimír Vochozka, Ph.D.

České Budějovice 2018

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovával samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Podpis autora

## **Anotace**

Diplomová práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou.

V teoretické části jsou popisovány způsoby provádění fyzikálních pokusů, je zde rozebíráno učivo týkající se navržených pokusů, a nakonec je zde také vypracováno několik pokusů, které mohou učitele fyziky inspirovat a ukázat mu možnosti videoanalýzy ve výuce.

Praktická část je tvořena sadou diferencovaných zadání a pracovních listů k pokusům. K těmto pokusům jsou v práci přiloženy žáky vypracované pracovní listy.

## **Klíčová slova**

Videoanalýza, výuka, videokamera, Tracker, pracovní list, pokus, experiment

## **Abstract**

The thesis is divided into two parts – theoretical one and practical one.

The theoretical part describes methods of implementation of physical experiments, also there is discussion about curriculum that was used in the created experiments, at the end of this part there is also several experiments that are made to inspire teachers and to show them video analysis options.

The practical part contains a set of differentiated tasks and worksheets. In this work there is also few worksheets that were filled by students.

## **Keywords**

Video – Analysis, teaching, video camera, Tracker, worksheet, experiment

## **Poděkování**

Touto formou chci poděkovat svému vedoucímu práce p. Mgr. Vladimíru Vochozkovi Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegům Bc. Patriku Klofáčovi a Bc. Tomáši Lukschovi za umožnění zadání pokusů na jejich školách. Nakonec bych také chtěl poděkovat všem zúčastněným žákům, kteří se podíleli na vyplňování pracovních listů.

## Obsah

Úvod.....	7
1 Experiment ve výuce fyziky.....	8
1.1 Klasifikace experimentů ve škole.....	8
2 Počítačem podporovaný experiment ve výuce.....	14
3 Rozbor učiva navržených experimentů.....	16
3.1 Perioda kyvadla.....	16
3.2 Polohová a pohybová energie.....	18
3.3 Tíhové zrychlení.....	19
3.4 Pohyb těles.....	20
4 Vypracované pokusy.....	22
4.1 Pokles pивní pěny.....	22
4.2 Závislost dráhy na čase.....	25
4.3 Závislost rychlosti vypařování na obsahu plochy hladiny kapaliny.....	27
4.4 Závislost rychlosti tání ledu na tloušťce drátu – regelace ledu.....	29
4.5 Závislost rychlosti tání ledu na vlastnostech drátu – regelace ledu.....	32
5 Žákovské vyhodnocení experimentů.....	34
5.1 Závislost periody kyvadla na délce závěsu.....	34
5.2 Závislost periody na hmotnosti závaží kyvadla.....	36
5.3 Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici.....	38
5.4 Rychlost volně puštěného míčku.....	41
5.5 Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie.....	44
5.6 Vlastnosti rovnoměrného pohybu.....	47
5.7 Dráha nerovnoměrného pohybu.....	49
Závěr.....	51
Seznam použité literatury.....	52

Seznam obrázků .....	53
Seznam tabulek .....	54
Seznam grafů.....	55
Přílohy .....	56

## **Úvod**

Fyzika je předmět patřící do přírodních věd, který žáky učí o světě okolo nás a o dějích který se okolo nás odehrávají. Aby bylo možno tyto děje žákům lépe popsat a vysvětlit, je nezbytnou součástí výuky provádění fyzikálních pokusů.

Fyzikální pokusy se ve školách běžně provádějí pomocí klasických, tradičních fyzikálních pomůcek. V dnešní době, kdy se možnosti výpočetní techniky dostali na velice vysokou úroveň, se nám také ve fyzice nabízí spousta možností uplatnění výpočetní techniky.

Tato diplomová práce bude rozdělena do dvou částí, a to na teoretickou a praktickou. Na začátku teoretické části bude provedena klasifikace provádění pokusů ve výuce. Na tuto klasifikaci bude navazovat klasifikace počítačem podporovaného experimentu a rozbor výhod využívání výpočetní techniky k provádění experimentů. Poměrně obsáhlou částí také bude rozbor učiva týkající se vytvořených experimentů.

V praktické části bude vypracována sada experimentů odpovídajících učivu vyučovaném na základních školách. V práci bude vytvořena obsáhlá příloha obsahující podrobná zadání s návodem na provedení experimentů v několika různých variantách obtížnosti. Ke všem zadáním budou také vytvořeny pracovní listy. Pro provádění experimentů pomocí nejlehčího zadání a v co nejkratším čase, budou pořízeny videozáznamy pozorovaných dějů, a tyto záznamy budou umístěny na volně dostupný server.

Pro ověření zadání a vhodnosti navržených experimentů, bude provedeno testování těchto experimentů na žácích základních škol.

## **1 Experiment ve výuce fyziky**

V přírodě se odehrává nesčetné množství fyzikálních dějů. Tyto děje se často odehrávají spontánně a jsou velmi složité, tím nám znemožňují jejich pozorování. Z tohoto důvodu se v přírodních vědách přistupuje k umělému napodobování těchto fyzikálních dějů za předem stanovených podmínek. Této metodě poznávání fyzikálních dějů říkáme fyzikální experiment.

Experiment ve výuce fyziky má za cíl potvrdit či vyvrátit předem stanovenou hypotézu. Experimenty jsou sestrojovány tak, aby pomohly žákům lépe a více do hloubky pochopit učivo týkající se experimentu.

Vhodně zvoleným experimentem a následným správným provedením dochází také k motivaci žáků. V případě provedení experimentů samotnými žáky, dochází také k zvyšování jejich aktivizace.

### **1.1 Klasifikace experimentů ve škole**

#### **1.1.1 Dle provedení experimentu**

- reálné
- myšlenkové

Dle provedení rozdělujeme experimenty na reálné a myšlenkové. Reálné experimenty představují skutečný fyzikální jev, na rozdíl od myšlenkových, jež nezkušejí skutečný jev nýbrž jeho náhradu [10][11].

Jestliže nastane situace, kdy je zkoumané těleso či jev na tolik složitý, že ho není možno zkoumat, nahrazuje se jednodušším objektem (modelem) se stejnými rysy [10].

#### **1.1.2 Dle didaktické role**

- heuristické
- motivační
- ověřovací
- ilustrační
- aplikace fyzikálního poznatku
- historické
- opakující
- prohlubující



- kontrolní

### **Heuristické experimenty**

Heuristický způsob provádění experimentů je založen na samostatném žákovském objevování poznatků. Ve zjednodušené podobě dochází k napodobení zásad probíhající při objevování ve vědě. Žáci jsou nejprve vedeni k identifikaci problému a k formulování hypotéz, vytvoření projektu výzkumu, a nakonec jeho provedení a zpracování a prezentaci výsledků [9][11].

Žák se při této metodě aktivně účastní objevování poznatků, jimž se má učit. Vzniklé poznatky jsou objeveny žákem za pomoci učitelova vedení, směřování a dávání instrukcí [9][11].

Stejně jako všechny ostatní metody i tato má své výhody ale také své nevýhody. Jednou z nejčastěji zmiňovaných výhod heuristického experimentu je hlubší pochopení učiva. Osvojené znalosti obsahují souvislejší obraz. Žáci se aktivně účastní výuky a jsou k práci motivováni [9][11].

Nevýhodou této metody je naopak její nemožnost uplatnění u všech témat. Zároveň ji je často vyčítána časová náročnost provedení.

### **Motivační experimenty**

Hlavním didaktickým cílem motivačních experimentů je, jak sám název naznačuje, především motivace žáků. Za jeho pomoci se učitel snaží probudit v žákovi zvědavost a zájem o nové učivo. Z tohoto důvodu před zahájením přednášení nového učiva učitel provádí velice zajímavý a z pravidla jednoduchý experiment, pro jehož pochopení je zapotřebí objevení příslušných fyzikálních zákonů [9].

Aby bylo dosaženo co největšího zájmu ze strany žáků je vhodné pro provádění pokus použít netradičních (zajímavých) pomůcek, či celý experiment ozvláštnit světelnými nebo zvukovými efekty [9].

Pokud se jedná o nenáročný experiment proveditelný z běžně doma dostupných pomůcek, je vhodné takovéto experimenty také zadávat žákům jako domácí úkol.

### **Ověřovací experimenty**

Ověřovací experiment je ve výuce prováděn poté, co došlo k odvození či sdělení nového fyzikálního zákona. Experiment v této situaci žákům poslouží k ověření správnosti odvozené zákonitosti [10][11].

### **Ilustrační experimenty**

Nejčastěji se jedná o demonstrační kvalitativní pokus. Jeho úkolem je představit žákům základní poznatky o určitém jevu.

### **Aplikace fyzikálního poznatku**

Aplikační experimenty se používají pro objasnění abstraktních poznatků na konkrétním využití. Naznačuje, k čemu je daný poznatkem možno v běžné praxi využít. Jedním z takových pokusů může například být využití lomu světla při konstrukci dalekohledů. Je zároveň vhodné při takovémto pokusu žákům zadat sestavení jednoduchého dalekohledu za domácí úkol [9][10].

### **Historické experimenty**

Historické pokusy jsou prováděny především pro představení toho, jaký dopad tyto pokusy způsobily ve fyzice z historického hlediska. Z tohoto důvodu je potřeba při provádění těchto pokusů také klást důraz na historické souvislosti [9][10][11].

Velké množství těchto pokusů je dnes možno také ve škole provádět, ať už ve stejné podobě tak ve zjednodušené [10].

Často prováděným historickým pokusem je například Torricelliho pokus (používaný pro měření atmosférického tlaku).

### **Opakující a prohlubující experimenty**

Nejčastěji používanými opakovacími experimenty jsou takzvané laboratorní práce. Takto prováděné pokusy mají za úkol zopakovat či prohloubit dříve nabyté vědomosti. Opakovací experiment však může také být proveden v podobě demonstračního pokusu prováděného učitelem za účelem prohloubit nebo otestovat žákovy vědomosti [9][10].

### **Kontrolní experimenty**

Používají se při zkoušení žáků učitelem, pro zjištění úrovně žákových znalostí. Žák dostane při zkoušení například za úkol sestavit kladkostroj z jednotlivých kladek a popsat všechny jeho součásti [9][10].

### **1.1.3 Dle logické povahy**

- kvantitativní
- kvalitativní

### **Klasifikace experimentů dle logické povahy**

Jak již bylo zmíněno, jsou experimenty dle logické povahy rozdělovány na kvantitativní a kvalitativní. Tím méně náročným typem je kvalitativní experiment. Ten se často provádí na jednodušších pomůckách a slouží k vizualizaci existujícího fyzikálního jevu. Oproti experimentu kvalitativnímu je kvantitativní experiment náročnější jak na provedení, tak na pomůcky. Při tomto typu experimentů dochází k reálnému měření a zaznamenávání fyzikálních veličin. Aby byl experiment vyhodnocen správně, je důležité, aby naměřené hodnoty dávaly přesvědčivé výsledky [9][10][11].

Jestliže škola není vybavena dostatkem požadovaných měřících přístrojů a experiment je prováděn jakožto demonstrační, je potřeba dbát na to, aby na hodnoty ukazované přístrojem bylo dobře vidět a umožnit žákům je z přístroje odečítat.

### **1.1.4 Dle organizační formy výuky**

- demonstrační
- frontální
- skupinové
- laboratorní práce
- domácí

### **Demonstrační experiment**

Jak sám název naznačuje, jedná se o experiment, jež slouží jako názorná ukázka doplňující vyučovanou látku. Zpravidla tento druh experimentů provádí sám učitel, po případě učitel za pomoci žáka. Nejčastějším důvodem tohoto experimentu bývá motivace žáků. V případě opakování experimentu, nabývá také schopnosti ověřovací či výkladové. Výhodou demonstračního experimentu je fakt, že je prováděn pro celou třídu najednou. Žáci pozorují stejný děj probíhající za stejných podmínek ve stejnou dobu. Další zásadní výhodou, je přesnost prováděného pokusu [9][10][11].

Vzhledem k tomu, že je tento pokus prováděn učitelem samotným a žáky pouze pozorován. Hlavní nevýhodou takto prováděného experimentu se ukazuje být pasivita žáků.

Použití tohoto druhu experimentu je především vhodné, pokud se jedná o potenciálně nebezpečný pokus nebo pokus prováděný pomocí nákladných pomůcek [9][10][11].

### **Frontální a skupinový experiment**

Frontální experiment nebo také často nazývaný žákovský experiment, je druh experimentu prováděný samotnými žáky. Experiment je prováděn samostatně jednotlivými žáky nebo také menšími skupinami žáků (skupinový experiment). Výhodou skupinové práce je nepochybně rozvíjení schopnosti spolupracovat na jedné společné úloze a schopnost rozdělení úloh jednotlivých členů skupiny. Na rozdíl od demonstračního pokusu, mají žáci u pokusu frontálního možnost aktivně se zapojit do průběhu tohoto pokusu a osobně přijít do kontaktu s používanými pomůckami [9][10][11].

Vzhledem k výše popsaným výhodám tohoto typu experimentu je snaha, ve výuce převládat nad demonstračním.

I přes spoustu popsaných výhod má frontální experiment také své nevýhody. Vzhledem k tomu, že je prováděn samotnými žáky, jsou kladeny velké nároky na potřebné pomůcky. V případě nákladných pomůcek se z tohoto důvodu přistupuje spíše k demonstračním pokusům. Další nevýhodou je časová náročnost provedení. Před provedením experimentu je potřeba žáky seznámit se způsobem fungování používaných pomůcek [9][10][11].

### **Laboratorní práce**

U tohoto typu úloh je práce zpravidla prováděna žáky ve skupinách o dvou až třech členech. Na rozdíl od skupinové výuky, žáci provádí experimentování dle předem učitelem připraveného návodu. Závěr každé práce je následně zakončen vypracováním protokolu, který obsahuje následující záležitosti: stručná teorie daného tématu, tabulky s naměřenými hodnotami, závěr, zhodnocení a výpočty. V dnešní době integrace je potřeba při vytváření postupů jednotlivých laboratorních prací počítat s diferencovanými pracovními postupy [9][10][11].

Tento typ prací se nejčastěji provádí na konci určitého tematického celku a slouží k jeho uzavření.

### **Domácí experimenty**

Domácími experimenty nazýváme takové experimenty, jež je možno zadávat a následně provádět žáky v domácím prostředí. Všechny domácí experimenty by měly být proveditelné z běžných domácích pomůcek. Jejich zadání by mělo být pro žáky určitým způsobem atraktivní pro lepší motivaci žáků. Takto navržené experimenty se musí řídit několika pravidly. Všechny pokusy musí být bezpečné pro provádění žáky. Pokusy by měly být jednoznačné (přesně sledovat svůj cíl) a zároveň nesmí být náročné jak na realizaci, tak na obsah [9][10][11].

## **2 Počítačem podporovaný experiment ve výuce**

V posledních několika letech se výpočetní technika protlačila do všech odvětví, vzdělávání není žádnou výjimkou. Výpočetní technika se ve školství používá prakticky každý den ať už přímo ve výuce nebo k administrativním účelům.

Jinak tomu není ani v případě fyzikálních experimentů. Výpočetní techniku jako podporu při provádění experimentů je možno využívat několika způsoby.

### **Digitalizované experimenty**

Digitalizovaným experimentem se rozumí digitální nahrávce reálného experimentu, jež je často umístována na některé veřejně dostupné servery. Experimenty jsou reálně prováděny a je pořizován videozáznam průběhu experimentu. Tento záznam je následně k dispozici pro případné použití a zkoumání pomocí patřičného software.

Z tohoto důvodu je možno na internetu narazit na spoustu amatérských ale také i profesionálních nahrávek experimentů. Tento typ experimentů je zvláště vhodné používat v případě experimentu prováděného nám nepřístupnými pomůckami [8].

### **Počítačem podporované experimenty**

Jedná se o reálný experiment, při jehož pozorování anebo zpracování je využíváno výpočetní techniky.

### **Virtuální laboratoř**

Virtuální laboratoř, jak sám název naznačuje, je laboratoř, která je zcela uskutečňována v prostředí počítačového programu. Při experimentování v takto vytvořené laboratoři, dochází k simulaci skutečného reálného pokusu a získaná data jsou relativní. Výhodou používání virtuálních laboratoří ve školství je jejich nenáročnost a opakovatelnost.

V dnešní době, kdy je internet rozšířen do všech koutů světa, je také možno pracovat v takzvané vzdálené internetové laboratoři [8].

### **Vzdálená laboratoř**

Na rozdíl od virtuální laboratoře dochází u vzdálené laboratoře ke skutečnému provádění pokusu. Uživatelé po celém světě za prostřednictvím internetu a za pomoci serverů přistupují do laboratoře (kde probíhá skutečný experiment) a pozorují experiment. Získaná data jsou dále zpracovávána a výsledek vyhodnocen.

Výhodou oproti virtuální laboratoři je nepochybně fakt, že se při pozorování neprovádí pouze simulace ale skutečný experiment [8].

**Výhody provádění experimentů pomocí vzdálené laboratoře**

- neomezený přístup do laboratoře
- není nutnost vlastnit drahé přístroje
- při práci s nebezpečným experimentem nehrozí zranění
- moderní vybavení laboratoře

### **3 Rozbor učiva navržených experimentů**

V rámci bakalářské práce na téma „Videoanalýza fyzikálních dějů“ bylo navrženo a vypracováno několik experimentů. Tyto experimenty byly v rámci této diplomové práce otestovány na žácích několika základních škol. V následujících kapitolách je uveden rozbor učiva odpovídající těmto experimentům.

#### **3.1 Perioda kyvadla**

Perioda je obsáhlé téma prostupující a vyskytující se v různých učivech napříč celou fyzikou na základní škole. Nejobsáhlejším tématem, v němž se perioda vyskytuje jsou nepochybně periodické děje prezentované kyvadlem.

##### **Měření času – kyvadlové hodiny**

První zmínka týkající se kyvadla se objevuje už v šesté třídě. Kyvadlo se zde uvádí jako nástroj na měření času (kyvadlové hodiny). Perioda zde však není definovaná žádným vztahem. V učebnici „Fyzika pro 6. ročník základní školy“ od Růženy Kolářové a Jiřího Bohuňky je zároveň uváděn námět na zjištění závislosti doby kyvu na délce provázku. Touto tematikou se také zabývá první vypracovaný pokus nazvaný „Závislost periody na délce kyvadla“.[1]

##### **Střídavý proud**

Jako další téma, v němž jsou žáci seznámeni s periodou, je střídavý proud. Žáci jsou zde seznámeni se způsobem vznikání střídavého proudu. Průběh střídavého proudu nazývají jako sinusoidu, křivku, která vznikne zaznamenáním hodnoty střídavého proudu v čase a zakreslením do grafu. Po získání těchto znalostí jsou žáci seznámeni s několika fyzikálními veličinami týkající se průběhu střídavého proudu. Jednou z těchto veličin je kmitočet (frekvence) a tou druhou je právě perioda. Perioda je žákům v této kapitole vysvětlována jako doba, za kterou se průběh střídavého proudu opakuje. Pro výpočet periody  $T$  se zavádí vztah (3.1) mezi frekvencí střídavého proudu  $f$  a periodou.[3]

$$T = \frac{1}{f} \quad (3.1)$$



### **Periodické děje**

K hlubšímu pochopení fungování kyvadla se žáci dostávají v kapitole zvukové jevy. Toto učivo je zařazeno do učebnici „Fyzika 6 pro základní školy“ od Jiřího Tesaře a Františka Jáchima, jenž je obvykle používána pro výuku devátého ročníku. Naopak je toto učivo zařazeno do učiva pro osmou třídu v učebnici „Fyzika pro 8. ročník základní školy“ od Růženy Kolářové a Jiřího Bohuňky. Aby bylo možno počítat a pozorovat periodické děje, je v první jmenované učebnici žákům představeno takzvané matematické kyvadlo. [2]

Matematické kyvadlo je zde popisováno jako matematický model fyzikálního kyvadla. Je definováno jako hmotný bod zavěšený na pevném provázku zanedbatelné hmotnosti. Hlavním důvodem, proč se matematické kyvadlo zavádí je fakt, že se u něj zanedbávají odporové síly prostředí a gravitační pole je považováno za homogenní [2].

Pokud dojde k vychýlení kyvadla z jeho rovnovážné polohy, dojde k tomu, že se závaží kyvadla dostane do největší výchylky, která je v učebnicích nazývána jako amplituda. Po zastavení se závaží začne vracet zpět. Při své cestě zpět závaží opět projde rovnovážnou polohou a vychýlí se do největší výchylky na druhé straně. Opakování tohoto děje je nazýváno kmitavým pohybem [2].

Po získání těchto znalostí jsou žáci schopni zjistit dobu kmitu takového kyvadla. Tato doba je uváděna jako doba, za kterou se kyvadlo vrátí do stejné polohy, jinak nazývána perioda kyvadla. Perioda  $T$  je tedy fyzikální veličina udávající dobu trvání periodického děje. U matematického kyvadla se jedná o dobu, za kterou se hmotný bod vrátí do výchozího stavu. Tato veličina je u matematického kyvadla přímo úměrná druhé odmocnině délky závěsu  $l$ , dělené tíhovým zrychlením  $g$  a je dána vztahem (3.2).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3.2)$$

### **Tlumené a netlumené kmity**

V učebnicí jsou dále periodické děje rozdělovány na kmity tlumené a kmity netlumené. Kmity, u nichž se s časovým průběhem mění amplituda, se nazývají tlumené kmity. Představitelem tlumených kmitů je například fyzikální kyvadlo anebo často používaná U-trubice. Žáci jsou vedeni k tomu, že se v praxi nejčastěji setkáváme pouze s tlume-

nými kmity. Pokud bychom chtěli získat kmity netlumené je potřeba ve správný okamžik dodat kmitajícímu tělesu energii [2]. Tlumený kmitavý pohyb si žáci mohou vyzkoušet pomocí jednoduchého kyvadla. Tomuto tématu byl navržen pokus s názvem „Koeficient útlumu kyvadla“ pomocí něhož si žáci mohou zkusit spočítat a následně i zobrazit průběh útlumu kyvadla který je způsoben odporem prostředí.

### **3.2 Polohová a pohybová energie**

S pojmem polohová a pohybová energie se žáci setkávají v kapitole věnující se mechanické energii. Toto téma je na základních školách zařazováno do učebnic pro osmé a deváté třídy.

#### **Mechanická energie**

Téma energie, se zavádí rozdělením mechanické energie na dva typy energií, polohovou (potenciální) a pohybovou (kinetickou).

#### **Pohybová energie**

Jako první je v učebnicích uváděna pohybová energie, a to jako energie, kterou má každé pohybující se těleso. Velikost pohybové energie  $E_k$  je závislá na hmotnosti pohybujícího se objektu  $m$  a na rychlosti pohybu  $v$ . Je dána vztahem (3.3). [4][5]

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (3.3)$$

Žáci po probrání tohoto tématu mají určité znalosti týkající se toho, jaká tělesa mají pohybovou energii. Zároveň získají znalosti toho, jakým způsobem je možno kinetickou energii tělesa vypočítat a na čem její velikost závisí.

#### **Polohová energie**

Určitý druh energie však má i těleso které je v klidu. Z toho důvodu se zavádí druhý typ energie, a to energie polohová. Polohová energie, jak její název naznačuje, závisí na změně polohy daného tělesa. Žákům je vysvětlována jako práce  $W$ , kterou musíme vykonat abychom určité těleso vyzdvihli do určité výšky. Na základních školách se polohová energie vztahuje k poloze tělesa v gravitačním poli Země. Velikost polohové energie je závislá na hmotnosti tělesa  $m$  a na jeho vzdálenosti (výšce)  $h$  nad zemským povrchem (3.4). [4][5]

$$E_p = W = mgh \quad (3.4)$$

Dále jsou žáci seznámeni s tím, že polohovou energii nemají pouze tělesa, která mění polohu oproti zemskému povrchu ale také například protažená anebo stlačená pružina. Tento fakt je v učebnici „Fyzika pro 8. ročník základní školy“ od Růženy Kolářové a Jiřího Bohuňky vysvětlován tak, že je ke stlačení pružiny potřeba vykonat určitou práci. Stejně velkou práci následně vykoná pružina, když se bude vracet do původní polohy. [4][5]

### **Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie**

Poté co se žáci dozvědí, na jaké dva druhy energií rozdělujeme mechanickou energii, jsou seznámeni s jejich vzájemnou přeměnou.

Přeměna jednoho druhu energie na druhý je nejčastěji uváděna na příkladu kyvadla anebo na takzvané U-dráze. V obou případech je zaváděn bod, v jehož místě se těleso nachází nejvýše a zároveň bod, v jehož místě se těleso nachází nejnižší. Těleso nacházející se v nejvyšším bodě má nulovou rychlost, a tedy zároveň nulovou pohybovou energii. Zároveň vzhledem k tomu, že se těleso nachází v nejvyšší poloze, jeho polohová energie je maximální. Pokud se těleso po dráze začne pohybovat, jeho rychlost poroste, což znamená, že zároveň poroste i pohybová energie. Vzhledem k tomu, že pohyb tělesa způsobí jeho posun do nižších poloh, zmenší se zároveň jeho polohová energie. Pohybová energie poroste až do chvíle, kdy se těleso dostane do nejnižší polohy, kdy její hodnota bude maximální a hodnota polohové energie bude nulová. Z tohoto plyne, že se při některých dějích energie pohybová přeměňuje na energii polohovou téhož tělesa a naopak. Tato kapitola je ukončena poté, co se žáci dozvědí o tom, že se celková energie tělesa nebude měnit. [4][5]

## **3.3 Tíhové zrychlení**

### **Gravitační síla**

Gravitační síla je učivo, které je v učebnici „Fyzika pro 7. ročník základní školy“ od Růženy Kolářové a Jiřího Bohuňky, zařazeno do tematického celku pohyb a síla. Oproti tomu je v učebnici „Fyzika 2 pro základní školu“ od Jiřího Tesaře a Františka Jáchima samostatnou kapitolou vyučovaná v šesté třídě. Gravitační síla je žákům popisována jako přitažlivá síla, kterou působí Země na tělesa v její blízkosti a má směr kolmo směřující ke středu Země. Žákům je velikost gravitační síly zavedena podle vztahu (3.5). [6][7]

$$F_g = m \cdot g \quad (3.5)$$

Kde  $m$  je hmotnost tělesa a  $g$  je gravitační zrychlení. Vzhledem k tomu, že se jedná o zrychlení, které je žákům vysvětlováno teprve na středních školách či gymnáziích, je gravitační zrychlení zaváděno jako tíha tělesa o hmotnosti 1 kg. Velikost tíhového zrychlení je tedy uváděna jako  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ . Z tohoto důvodu je tato hodnota žáky často chápána jako konstanta. Dále jsou také uváděny rozdílné hodnoty tíhového zrychlení, které je možno naměřit na různých planetách sluneční soustavy [6][7].

K tomu, aby bylo možno změřit hodnotu tíhového zrychlení, byl navržen experiment „Závislost tíhového zrychlení na hmotnosti závaží“. Pomocí tohoto experimentu si žáci změří tíhové zrychlení volně puštěného tělesa a zjistí jeho závislost či nezávislost na hmotnosti. Dále si také uvědomí, že se tíhové zrychlení může měnit a že se nejedná o konstantu.

### **3.4 Pohyb těles**

Úvodní kapitolou uváděnou ve všech běžně používaných učebnicích je kapitola týkající se pohybu těles oproti jejich klidu. Žáci jsou vedeni k tomu, že k určení toho, zda je nějaké těleso v klidu či pohybu, je potřeba tento jeho stav posuzovat k určité soustavě. Stejně těleso může být vzhledem k jedné soustavě v klidu, ale v tentýž okamžik také může být k jiné soustavě v pohybu. Pohyb těles je dále rozdělován na dva druhy pohybů, a to pohyb posuvný a pohyb otáčivý [6][7].

Dalším parametrem pohybu, který je v této kapitole probírán, je jeho trajektorie. Trajektorie je uváděna jako „čára, kterou těleso při pohybu opisuje“ [6]. Po zavedení trajektorie je vzhledem k jejímu tvaru pohyb rozlišován na pohyb přímočarý a křivočarý. Přímočarému pohybu se věnuje pokus „Rychlost autíčka“, kde si žáci vyzkouší změřit rychlost autíčka pohybujícího se přímočarým pohybem. Oproti tomu se křivočarému pohybu věnují pokusy pod názvem „Úhlová a obvodová rychlost“ a „Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici“. V nich si žáci vyzkouší změření úhlové a obvodové rychlosti pohybu a vykreslí graf tohoto periodického pohybu. Uvědomí si, že i pohyb po kružnici je určen, stejně jako pohyb kyvadla, sinusoidou [6][7].

#### **Nerovnoměrný a rovnoměrný pohyb**

Po probrání této kapitoly se učivo dostává k dalšímu rozdělení pohybů. Ke dráze pohybu je zohledněn také čas, za který objekt tuto dráhu urazí. Rozděluje pohyby na

rovnoměrné a nerovnoměrné. Rovnoměrný pohyb je žákům vysvětlován jako pohyb, při kterém daný objekt (autíčko na ovládání) urazí stejnou dráhu za stejnou dobu. Nerovnoměrný pak, pokud urazí rozdílnou dráhu za stejnou dobu. V učebnici „Fyzika pro 7. ročník základní školy“ od Růženy Kolářové a Jiřího Bohuňky, je toto rozdělení vysvětlováno na dráze autíčka ale také na dráze volně puštěného míčku [6][7].

Na prozkoumání tohoto tématu byl připraven pokus „Prověření vlastností rovnoměrného přímočarého pohybu“ pomocí kterého si žáci mohou vykreslit závislost rychlosti a dráhy na čase a následně tyto průběhy porovnat s těmi z učebnice. Žáci si zde prakticky ověří, že se při rovnoměrném pohybu jeho rychlost zachovává a dráha roste lineárně.

### **Rychlost**

Aby bylo možno charakterizovat vlastnosti pohybu a navzájem porovnávat dva různé pohyby, je zaváděna další fyzikální veličina, a tou je rychlost. Rychlost je určena podílem dráhy a časem za kterou tuto dráhu těleso urazí. Vzhledem k tomu, že se žáci již dozvěděli o rozdělení pohybů na rovnoměrný a nerovnoměrný, je také zaváděn pojem okamžitá rychlost, kterou je možno vypočítat dosazením dráhy, kterou těleso urazí za velice krátký okamžik. Okamžitá rychlost je dále využita k rozdělení pohybů na již zmíněný rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb. Pokud v průběhu pohybu nedochází ke změně okamžité rychlosti, jedná se o pohyb rovnoměrný. Naopak, pokud ke změně okamžité rychlosti dochází, tento pohyb je nazýván nerovnoměrný. Aby bylo možno nerovnoměrný pohyb definovat a počítat s ním, je žákům představena další fyzikální veličina, a to průměrná rychlost pohybu. Závěrem této kapitoly se žáci dozvídají o různých způsobech a zařízeních pro měření rychlosti [6][7].

### **Dráha a čas pohybu**

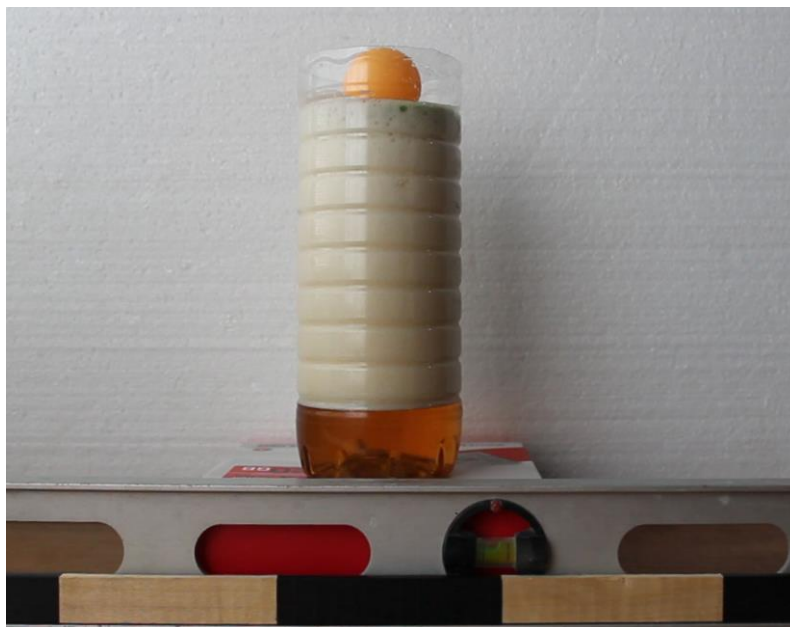
Závěrečným tématem zabývajícím se pohyby je kapitola věnující se dráze rovnoměrného pohybu. Pomocí již nabytých znalostí jsou žáci schopni pomocí odpovídajícího vztahu dráhu pohybu spočítat. Po výpočtech dráhy dochází čas na konstrukci grafů závislosti dráhy na čase. Po sestrojení grafu jsou žáci také vedeni k opačnému procesu, tedy zjištění dráhy pohybu z již existujícího grafu tohoto pohybu. Pokud tedy známe dobu rovnoměrného pohybu, můžeme z grafu zjistit jeho dráhu, nebo také pokud známe dráhu pohybu, můžeme zjistit jeho dobu [6][7].

## 4 Vypracované pokusy

### 4.1 Pokles pivní pěny

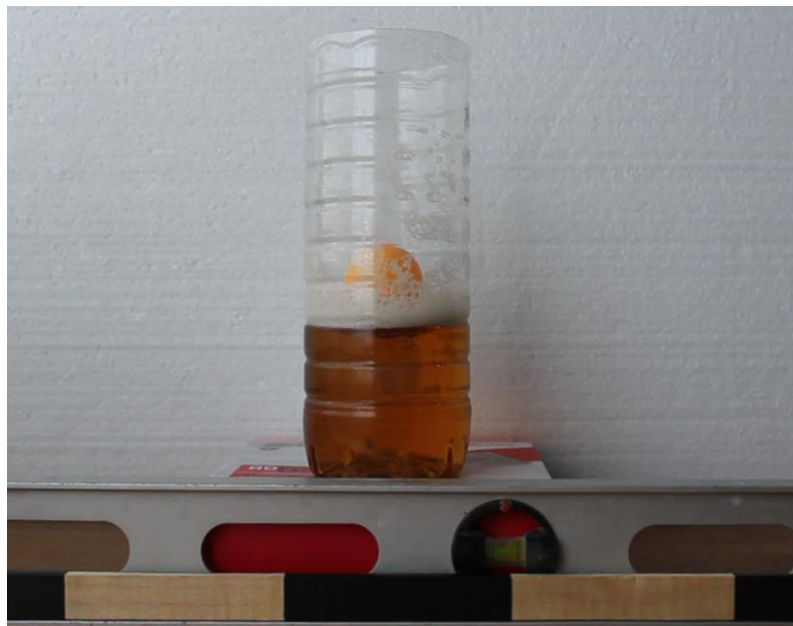
Některé nápoje jsou charakteristické tím, že se na jejich hladině vytváří hustá pěna. Hlavním představitelem této skupiny nápojů je pivo. Pěna vytvořená nad nápoji postupně klesá, tuto míru poklesu je možno pozorovat několika způsoby. Jedním z nich je také videoanalýza.

Aby bylo možno tuto videoanalýzu provést, je nejprve potřeba pořídit videozáznam poklesu pěny. Do úzké a vysoké nádoby nalijeme pivo tak, aby se vytvořila hustá pěna. Na hladinu pěny postavíme pingpongový míček, pomocí kterého následně budeme sledovat pokles (Obrázek č. 1).

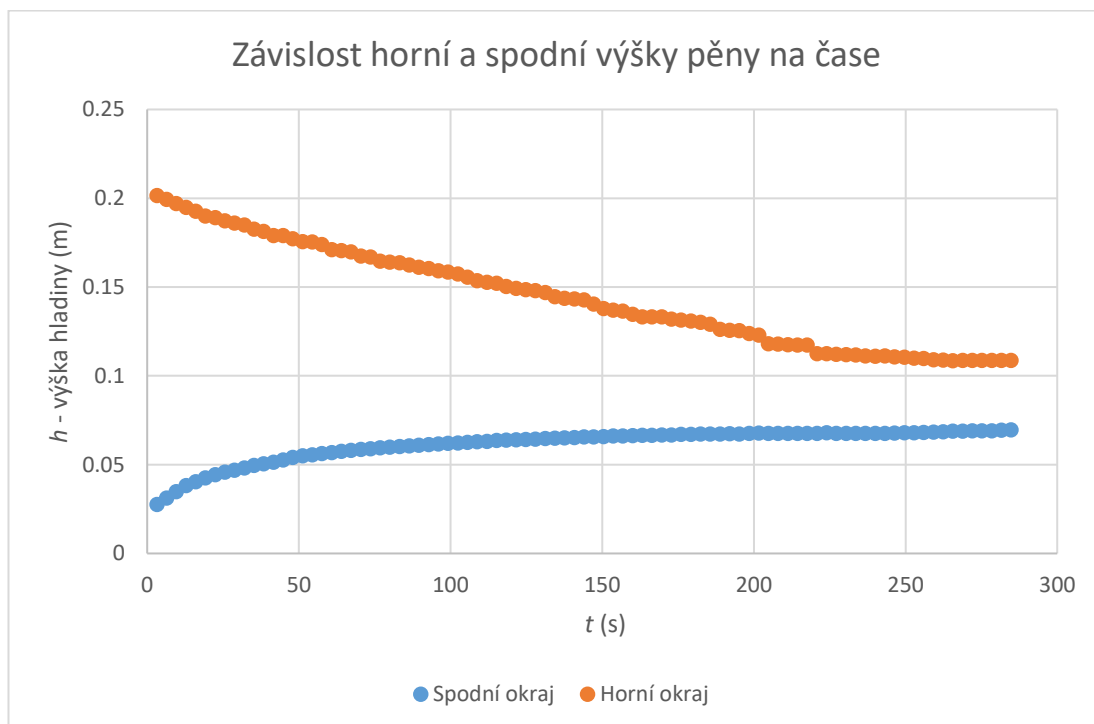


Obrázek č. 1: Pokles pivní pěny – počáteční stav. Snímek obsahuje nádobu s pivním nápojem, vytvořenou pěnou, pingpongovým míčkem, libelou a referenčním měřidlem pro kalibraci.

Pomocí videokamery pořídíme videozáznam až do té doby, než všechna pěna vymizí, jak ilustruje následující obrázek (Obrázek č. 2).

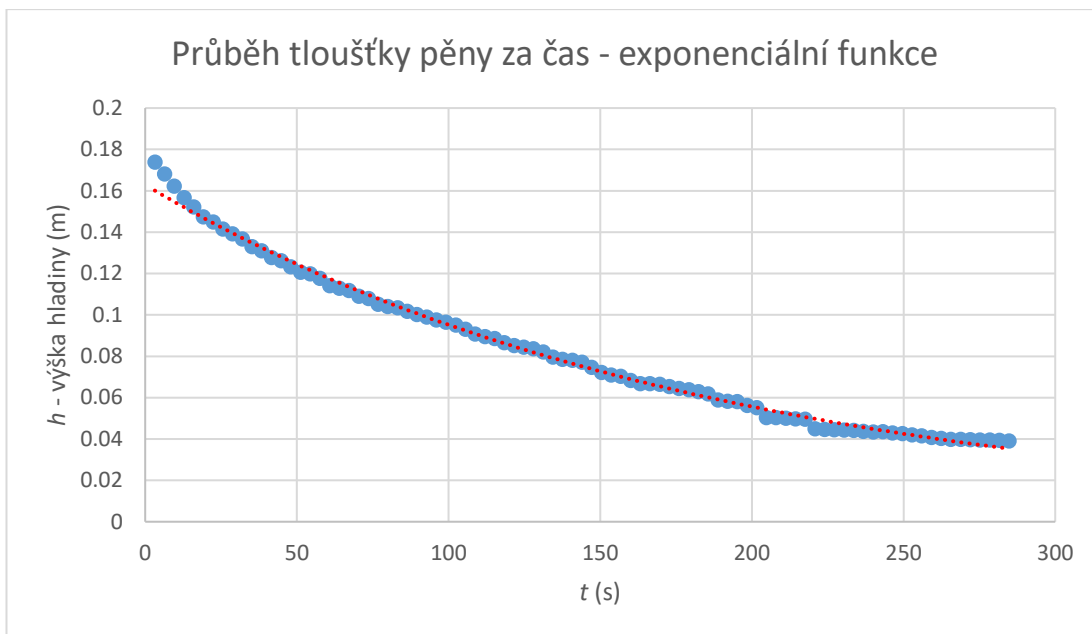


Obrázek č. 2: Pokles pivní pěny – konečný stav. Poloha míčku se již nebude měnit v závislosti na množství pěny. Pěna bude nejprve klesat rychleji a postupně se rychlost tohoto poklesu bude snižovat. Po pořízení záznamu, je tento záznam nahrán do programu pro videoanalýzu. Při provádění analýzy je potřeba se zaměřit na spodní hranu pěny a také na tu horní (vrchní část míčku). Získaná data této analýzy sestrojí graf zmenšující se tloušťky pěny, výsledek je možno vidět v grafu (Graf č. 1)



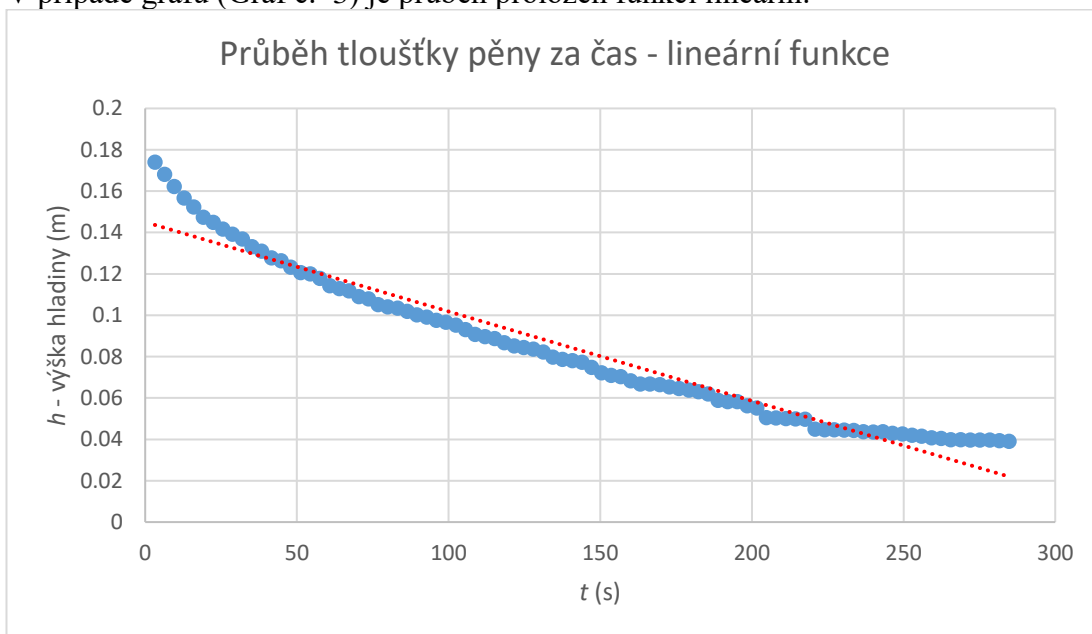
Graf č. 1: Horní a spodní hrana pěny.

Pro získání průběhu samotné tloušťky pěny jsou tyto dva průběhy od sebe odečteny. Následující dva grafy tento průběh vyobrazují. V případě grafu (Graf č. 2) je průběh proložen pomocí exponenciální funkce.



Graf č. 2: Proložení tloušťky pěny exponenciální funkcí.

V případě grafu (Graf č. 3) je průběh proložen funkcí lineární.



Graf č. 3: Proložení tloušťky pěny lineární funkcí.



## **Závěr**

Jak je z grafů patrné, lépe odpovídajícím proložením grafu je právě exponenciální funkce. Tento závěr odpovídá tomu, že při větším objemu pěny dochází k většímu počtu zániku bublinek. V průběhu zmenšování se objemu pěny se zmenšuje i pravděpodobnost, že některá bublinka praskne. Na tomto experimentu je možno v zjednodušené formě vysvětlovat také radioaktivní rozpady částic (poločas přeměny).

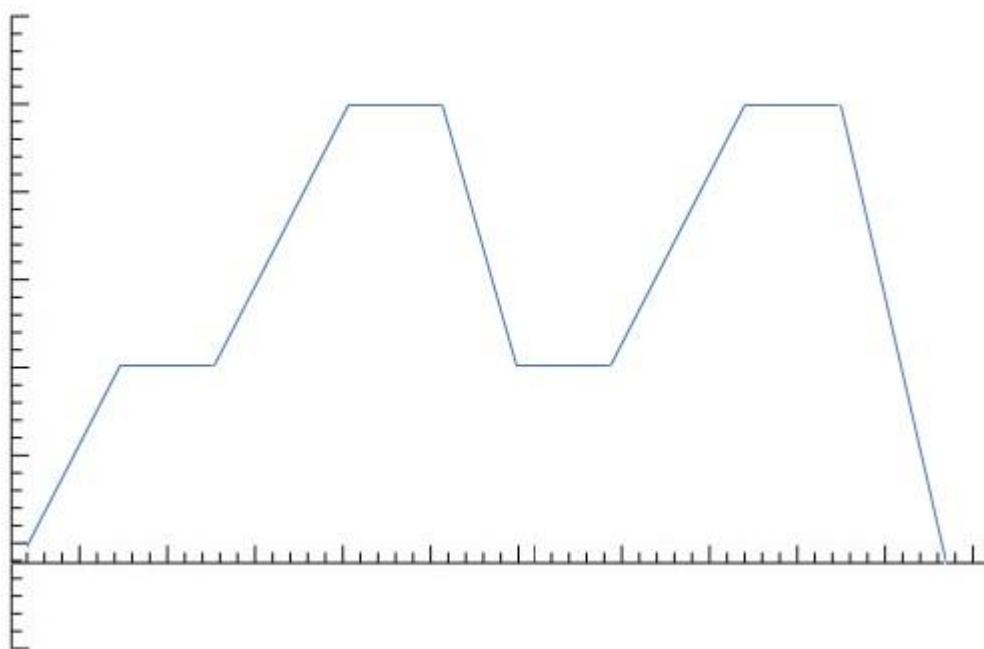
## **4.2 Závislost dráhy na čase**

### **Cíle pokusu**

Žáci si při tomto pokusu uvědomí, jakým způsobem závisí dráha na čase. Naučí se číst z grafu této závislosti a jednotlivé úseky grafu popsat. Žáci nejprve popíší předem vytvořený graf dle svého uvážení. Z praxe vyplývá, že v této situaci dochází k chybám nejčastěji v případě, kdy se objekt v čase pohybuje dopředu, ale také v určitém čase couvá či stojí.

### **Vypracování**

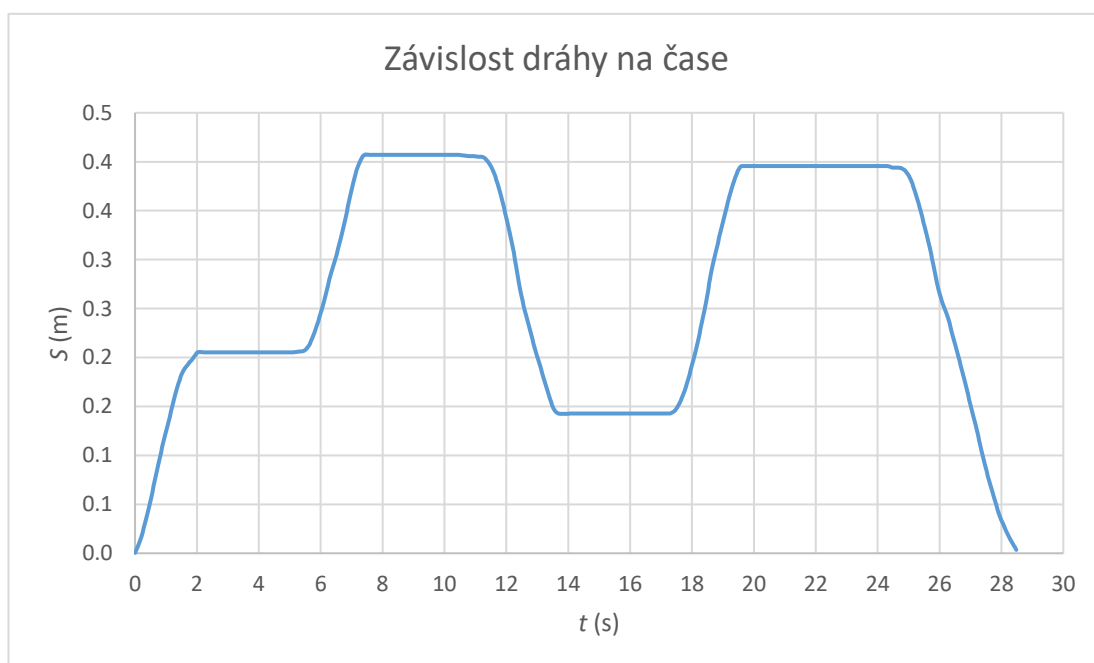
Pro provedení tohoto pokusu je za potřebí pořízení videozáznamu pohybujícího se tělesa (autíčka). Pomocí videokamery pořídíme videozáznam pohybujícího se autíčka. Zvolený pohyb v případě tohoto pokusu bude odpovídat pohybu předem nakresleného grafu (Obrázek č. 3) (grafu, který se žáci na začátku pokusu popsat).



Obrázek č. 3: Závislost dráhy na čase.

Grafu odpovídá tato posloupnost pohybů: dopředu, zastav, dopředu, zastav, zpátky, zastav, dopředu, zastav, zpátky.

Poté, co je záznam pořízen, je vložen do programu a jsou provedena nezbytná nastavení. Provedením automatické analýzy záznamu získáme potřebné hodnoty pro sestavení skutečného grafu pohybu tělesa na pořízeném záznamu. V případě provádění tohoto pokusu žáky, je důležité nastavit vykreslování správného grafu hned v průběhu analýzy. V tom případě může žák v reálném čase pozorovat vytváření grafu závislosti dráhy na čase vzhledem k pohybu autíčka. Pokud vše bylo správně provedeno, získaný graf (Graf č. 4) bude odpovídat grafu na obrázku (Obrázek č. 3).



Graf č. 4: Závislost dráhy na čase – videoanalýza.

### Závěr

Poté co si žáci na začátku vytvořili určitou svou hypotézu, co se s daným objektem v určitém místě v grafu odehrává, mohou tuto hypotézu ověřit. Vzhledem k tomu, že je graf závislosti dráhy na čase vykreslován v průběhu videa, je z něj naprosto patrné, co se v danou chvíli s tělesem odehrává. Žáci si vytvoří představu a také zároveň spojí statický graf se skutečným dějem.

### **4.3 Závislost rychlosti vypařování na obsahu plochy hladiny kapaliny**

#### **Cíl pokusu**

Pokus je zaměřen na téma skupenské přeměny látek. Demonstruje, jakým způsobem je rychlost vypařování určité látky závislá na obsahu plochy hladiny.

#### **Vypracování pokusu**

Do místnosti se stálou teplotou umístíme na stůl tři různě velké válcové nádoby. Do každé z nádob nalijeme dostatečné množství lihu (Obrázek č. 4) (nemusíme nalévat stejné množství).



Obrázek č. 4: Vypařování lihu – počáteční stav.

Pro lehčí pozorování výšky hladiny přimícháme do kapaliny barvivo výrazné barvy. Misky necháme v místnosti s konstantní teplotou mimo dosah zdrojů tepla bez proudění vzduchu dostatečně dlouhou dobu stát a v průběhu toho nahráváme videozáznam celého procesu. Pokud se jedná o kapalinu, která se vypařuje pomalu, a tedy i celý proces bude probíhat pomalu, je možno pořizovat jednotlivé snímky po určitých intervalech. Některé kamery je možno nastavit na automatické (sekvenční focení) focení po uplynutí určité doby. Aby celý proces vypařování trval co nejkratší dobu, byla v tomto případě zvolena těkavá látka, kterou je právě líh.

Poté, co se z nádob odpaří dostatečné množství kapaliny (Obrázek č. 5), otevřeme tento záznam v programu Tracker.



Obrázek č. 5: Vypařování lihu – konečný stav.

Aby bylo možno zjistit množství odpařené kapaliny, je potřeba pozorovat pokles hladiny kapaliny za stejný čas. Nejprve si zaznamenáme počáteční výšku u všech nádob ve stejném čase. Následně přeskočíme na konec videa a znovu zaznamenáme výšku všech hladin.

Vzhledem k tomu, že každá miska má jiný průměr je potřeba vypočítat objem odpařené kapaliny. Toho docílíme dosazením do vztahu (4.1).

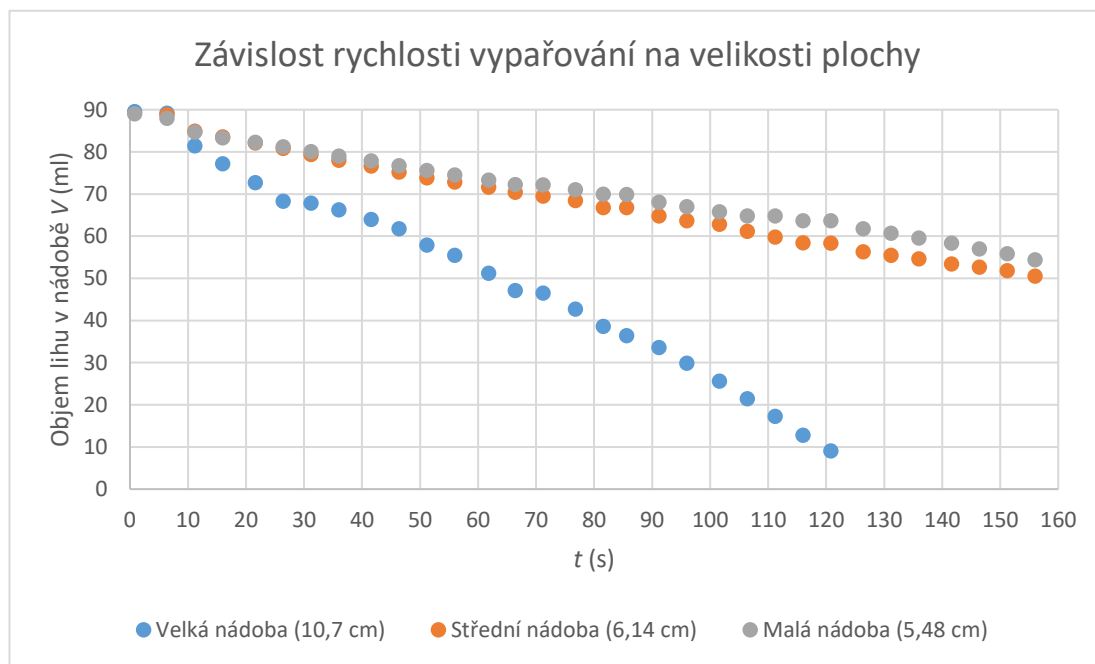
$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (4.1)$$

Kde  $r$  je poloměr misky, který můžeme zjistit pomocí nástroje „měřicí páska“. Hodnoty odpařených objemů kapaliny v ukázkovém pokusu jsou uvedeny v tabulce (Tabulka č. 1).

Tabulka č. 1: Množství vypařeného lihu v závislosti na velikosti plochy hladiny.

průměr nádoby (cm)	10,7	6,1	5,5
vypařený objem (ml)	103	39,4	34,8

Pro lepší představu je možno sestrojiti graf vypařování v závislosti na čase. Provedeme automatickou analýzu pořízeného videozáznamu. Program postupně pozoruje všechny tři hladiny a jejich změnu v čase zaznamenává do tabulky. Z takto získaných hodnot spočítáme průběžný objem kapaliny  $V$ , která zůstala v nádobě a sestrojíme graf. Pro ukázkový pokus tomu odpovídá graf (Graf č. 5).



Graf č. 5: Závislost rychlosti vypařování na velikosti plochy.

## Závěr

Žáci se na konci analýzy dostanou k závěru, že se rychlost vypařování kapaliny s rostoucí plochou zvětšuje. Vzhledem k tomu, že k vypaření pozorovatelného množství kapaliny je potřeba dostatek času, je tento způsob provádění pokusu ideální pro úsporu času.

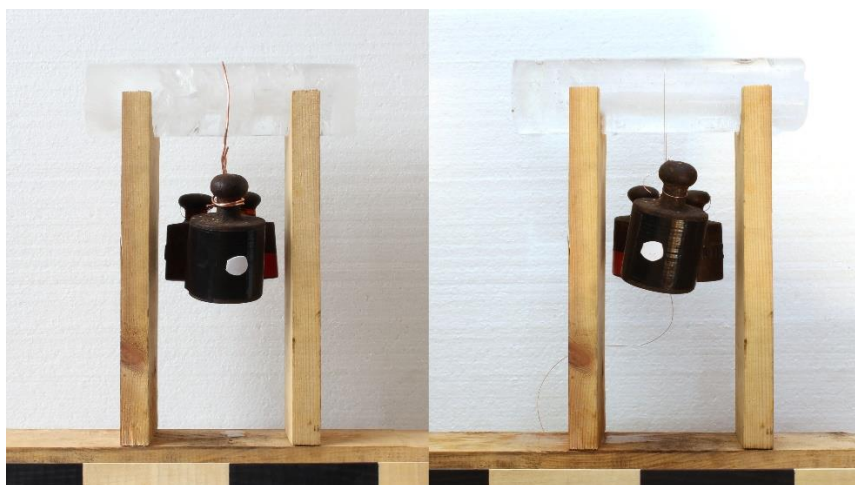
## 4.4 Závislost rychlosti tání ledu na tloušťce drátu – regelace ledu

### Cíle pokusu

Tento pokus popisuje regelaci ledu, což je proces, při kterém se drát zatížený závažím prořezává ledem. Po uvolnění tlaku způsobeného drátem led znovu zamrzá. Při provádění pokusu je použito dvou drátů různých průměrů při zachování jejich chemického složení. Výsledek pokusu poukazuje na změnu teploty tání v závislosti na tlaku působícím na led.

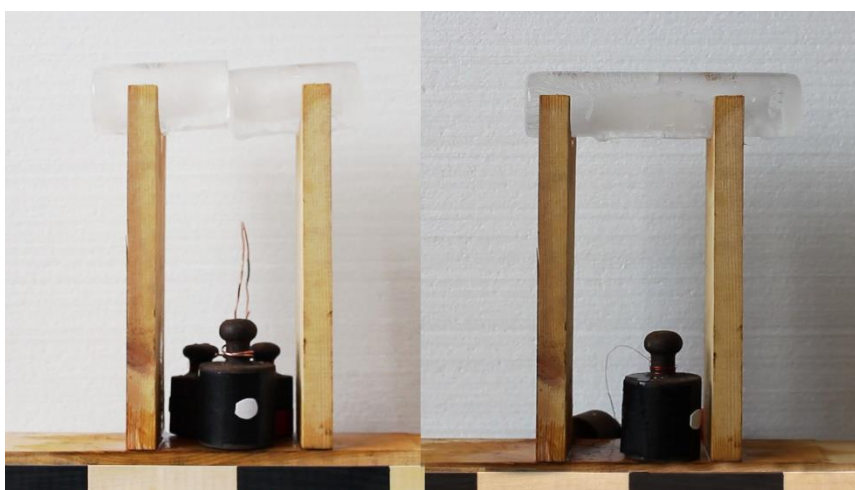
### **Vypracování pokusu**

Do dvou stejně velkých válcových nádob nalijeme vodu a necháme ji zmrazit. K prořezávání vybereme dva dráty ze stejného materiálu odlišného průřezu. V případě tohoto ukázkového pokusu se jedná o měděný drát o průřezu 2,8 mm a 0,3 mm. Aby bylo docíleno správných výsledků je zapotřebí dráty zbavit všech vrstev zakrývajících kov. Zvolíme dostatečně velké závaží vzhledem k tloušťce ledu a tloušťce drátu které následně připevníme k závaží, tak aby ho bylo možno zavěsit na led (Obrázek č. 6).



Obrázek č. 6: Reglace ledu – počáteční stav

Pro pořízení záznamu postavíme led na podstavec a přes led zavěšíme závaží za použití zvoleného drátu. Pokud je předpokládaná doba prořezávání ledu delší než doba, kterou jsme schopni pomocí kamery zaznamenat, je možno kameru nastavit tak, aby pořizovala fotografie po uplynutí určité doby. Záznam ukončíme v době, kdy se oba dráty proříznou celou tloušťkou ledu (Obrázek č. 7).



Obrázek č. 7: Reglace ledu – konečný stav. Závaží se prořízlo skrz led

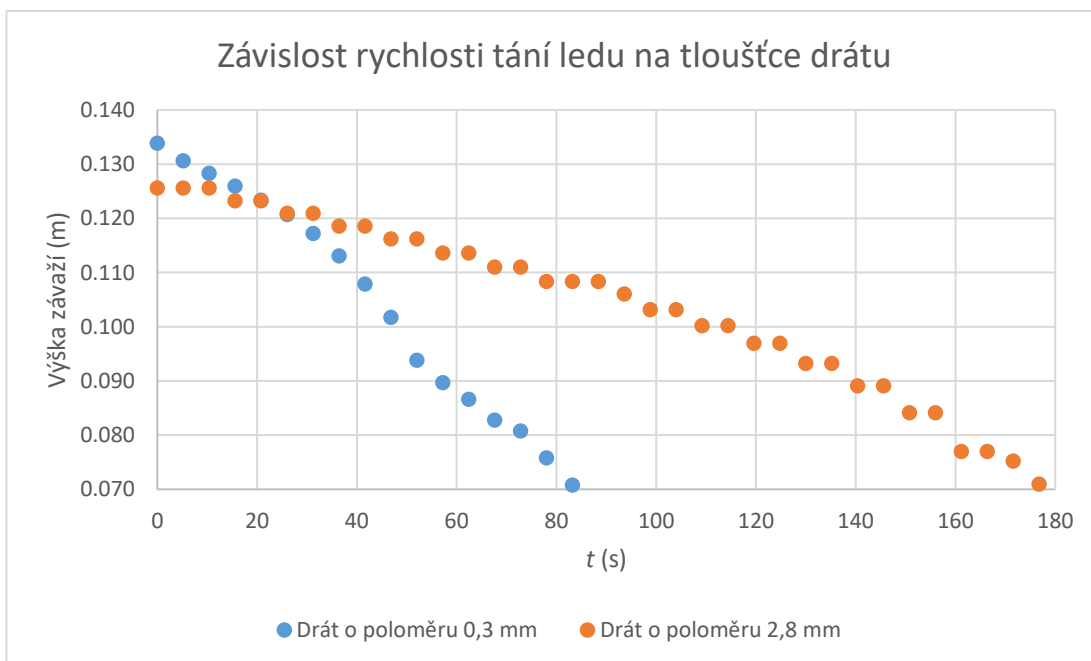
Následně z těchto fotek poskládáme obrázkovou prezentaci. Pokud jsou záznamy pořizovány odděleně pomocí postupného pořizování snímků je potřeba dbát na správný poměr doby pořizování záznamu. Záznam v ukázkovém příkladu byl urychlen 24×, tedy i výsledný čas je potřeba vynásobit hodnotou jeho urychlení.

Jak je možno pozorovat v tabulce (Tabulka č. 2) bylo v případě ukázkového pokusu použito závaží o hmotnosti 2 kg a doba trvání prořezávání ledu v případě menšího drátu se zkrátila o 120 s oproti silnějšímu drátu.

Tabulka č. 2: Rychlost proříznutí ledu v závislosti na průměru drátu.

hmotnost závaží (kg)	průměr drátu (mm)	počáteční výška (m)	koncová výška (m)	čas (s)
2	2,8	0,126	0,064	203
2	0,3	0,134	0,071	83

Pro získání skutečné hodnoty, tuto hodnotu vynásobíme 24krát a dostaneme rozdíl doby proříznutí 48 min. Průběh vyhodnocení celého pokusu je zobrazen na následujícím grafu (Graf č. 6), závislosti rychlosti tání ledu na tloušťce použitého drátu.



Graf č. 6: Závislost rychlosti tání ledu na tloušťce drátu.

## Závěr

Pokud u žáků provádějících tento pokus, již došlo k nabytí znalostí týkajících se skupenských přeměn, tímto pokusem si mohou tyto znalosti ověřit na skutečném tělese.

Ze získaných dat je patrné, že se při zmenšování plochy působící na led, tedy zvyšování tlaku, který v daném místě působí, zkracuje doba potřebná pro jeho proříznutí, což je žákům vysvětlováno změnou teploty tání ledu.

#### **4.5 Závislost rychlosti tání ledu na vlastnostech drátu – regelace ledu**

##### **Cíle pokusu**

Tento pokus popisuje regelaci ledu, což je proces, při kterém se drát zatížený závažím prořezává ledem. Po uvolnění tlaku způsobeného drátem led znovu zamrzá. Při provádění pokusu bylo použito dvou drátů stejného průměru ale zároveň odlišného materiálu. Pokus se zaměřuje na změnu teploty tání v závislosti na chemickém složení použitého drátu.

##### **Vypracování pokusu**

Do dvou stejně velkých válcových nádob nalijeme vodu a necháme ji zmrazit. K tomu, abychom zavěsili závaží, použijeme dva stejné měděné dráty. Jeden z nich bude pokryt elektrickou izolací, která v tomto případě poslouží jako tepelná izolace. Ten druhý je potřeba izolace zbavit, a tak odkrýt samotný kov.

Pro zatížení drátu, a tak vytvoření tlaku v místě prořezávání ledu je potřeba zvolit dostatečně hmotné závaží. V ukázkovém pokusu bylo zvoleno závaží o hmotnosti 2 kg.

Proto, abychom pořídili záznam regelace ledu, položíme led na podstavec a přes něj zavěsíme závaží za pomoci dvou zvolených drátů (Obrázek č. 6). Pokud je předpokládaná doba prořezávání ledu delší než doba, kterou jsme schopni pomocí kamery zaznamenat, je možno kameru nastavit tak aby pořizovala fotografie po uplynutí určité doby. Záznam ukončíme v době, kdy se oba dráty proříznou celou tloušťkou ledu, jak je znázorněno na obrázku (Obrázek č. 7). Následně z těchto fotek poskládáme obrázkovou prezentaci. Pokud jsou záznamy pořizovány odděleně pomocí postupného pořizování snímků, je potřeba dbát na správný poměr doby pořizování záznamu. Záznam v ukázkovém příkladu byl urychlen 24×, tedy i výsledný čas je potřeba vynásobit hodnotou jeho urychlení.

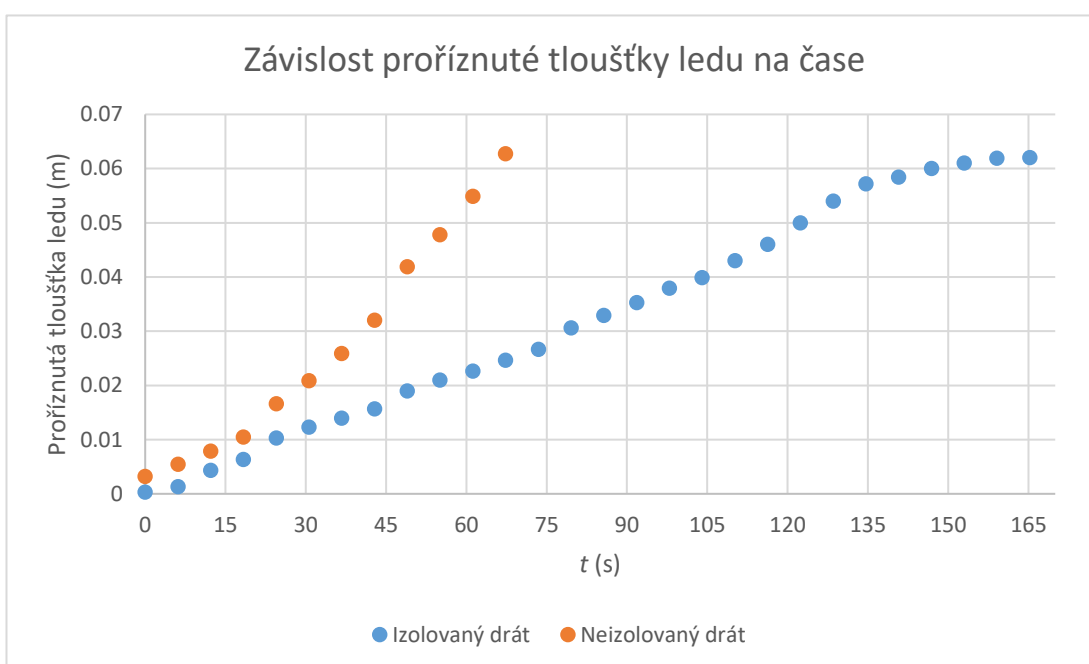
V tabulce (Tabulka č. 3) je uvedena doba trvání proříznutí celého průměru ledu pro oba použité dráty. Z výsledků je patrné, že se doba potřebná k proříznutí ledu stejného průměru při použití drátu s tepelnou izolací prodloužila o 78 sekund.



Tabulka č. 3: Rychlost proříznutí ledu v závislosti na povrchové úpravě drátu.

hmotnost závaží (kg)	úprava drátu	počáteční výška (m)	koncová výška (m)	čas (s)
2	neizolovaný	0,138	0,075	67
2	izolovaný	0,185	0,121	165

Pokud tento čas přepočítáme na hodnotu probíhající v reálném čase probíhání pokusu dostaneme čas 39,2 minut. Průběh vyhodnocení pokusu je znázorněn na grafu (Graf č. 7) závislosti proříznuté tloušťky ledu na čase.



Graf č. 7: Závislost proříznuté tloušťky ledu na čase.

## Závěr

Z výsledků pokusu je možno vyčíst, že se doba potřebná na roztátí ledu v zatíženém místě při změně povrchové úpravy mění. Při použití drátu s lepší tepelnou izolací se tato doba prudce zvětšuje. Z tohoto závěru tedy vyplívá závislost tání ledu (teploty tání ledu) na schopnosti materiálu odvádět teplo, tedy na tepelné výměně vedením.

## 5 Žákovské vyhodnocení experimentů

### 5.1 Závislost periody kyvadla na délce závěsu

Vyhodnocení tohoto experimentu bylo provedeno ve dvou třídách na Základní škole. Nejprve bylo provedeno testování na první vybrané skupince žáků. Jednalo se o spojení žáků tří tříd z důvodu velkého počtu absencí. Vzhledem k tomu, že se jednalo o první testovaný experiment z této sbírky bylo po dokončení potřeba mírné úpravy pracovního listu. Ukázka řešení jednoho z žáků prvního testování je k vidění na obrázku (Obrázek č. 8).

Téma:

1. Pomůcky potřebné k provedení experimentu:

2. Postup měření:

3. Naměřené hodnoty:

$2,84 - 1,7 = \underline{1,14}$ $7,28 - 6,16 = \underline{1,12}$ $5,04 - 7,28 - 3,96 = \underline{1,08}$ $2,26 - 1,14 = \underline{1,12}$	$1,66 - 0,8 = \underline{0,86}$ $2,96 - 2,1 = \underline{0,86}$ $3,44 - 2,54 = \underline{0,9}$ $2,1 - 1,22 = \underline{0,88}$
$\downarrow$	$\downarrow$
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">1,115</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">0,875</div>

4. Vypočítané hodnoty:

5. Závěr měření:

Obrázek č. 8: Závislost periody na délce kyvadla spojený – žákovské řešení.

## Žákovské vyhodnocení experimentů

Po úpravě pracovního listu bylo testování provedeno znovu, tentokrát na již klasické třídě, ukázka řešení na obrázku (Obrázek č. 9).

### Pracovní list

Téma	Závislost periody na délce kyvadla
Třída	9B
Jméno a Příjmení	

Pomůcky:

PC

Vypracování:

Délka závěsu	Perioda						Průměr
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
0,270	1,12	1,12	1,1	1,14	1,1	1,12	1,12
0,163	0,9	0,86	0,88	0,88	0,88	0,87	0,88

Odpověď:

na délce provázku záleží. Delší provázek znamená větší periodu, špatší znamená menší

Vypočtené hodnoty:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{délka provázku}}{10}}$$

$$2\pi \sqrt{\frac{0,270}{10}} = \boxed{1,032} < 1,12$$

$$2\pi \sqrt{\frac{0,163}{10}} = \boxed{0,802} < 0,88$$

Obrázek č. 9: Závislost periody na délce kyvadla – žákovské řešení

Výsledky z obou provedených pokusu jsou uvedeny v tabulce (Tabulka č. 4).

Tabulka č. 4: Závislost periody na délce kyvadla – výsledky.

třída	počet žáků	správný výsledek	slovní odpověď	špatný výsledek	žádný výsledek
9.	14	7	3	4	3
9.	15	11	5	4	0

Největší překážkou nasazení takto zadaného měření byla neznalost prostředí programu žáky. Bylo tedy potřeba nejprve mírného vysvětlení základních funkcí tohoto programu. Poté bylo žákům z důvodu nedostatku času poskytnuto dvou variant zadání. Část žáků dostala pouze lehké zadání a část z nich o něco těžší zadání.

### **5.2 Závislost periody na hmotnosti závaží kyvadla**

Tento experiment byl zaměřen na učivo týkající se periodických pohybů. Testování bylo uskutečněno v deváté třídě v rámci hodiny informační a komunikační technologie (IKT), při níž se žáci učili pracovat s videozáznamy. Zúčastnilo se jej 16 žáků z třídy 9. C, z toho 10 chlapců a 6 dívek.

Žákům bylo rozdáno zadání dle úrovně jejich schopností a vědomostí. Těžká varianta zadání byla vypracována pouze jedním žákem, vzhledem k tomu, že toto zadání vyžaduje již určité znalosti a orientaci v prostředí programu Tracker. Všem žákům až na jednoho se podařilo dopracovat k určitému výsledku, což je možno pozorovat v tabulce (Tabulka č. 5).

Tabulka č. 5: Závislost periody na hmotnosti závaží – výsledky.

třída	počet žáků	správný výsledek	slovní odpověď	špatný výsledek	žádný výsledek
9.	16	12	10	3	1

I přesto, že u žáků již proběhla výuka týkající se periodických dějů, bylo možno pozorovat jako největší problém uvědomění si, jakým způsobem je možno spočítat periodu ze získaných dat. U některých žáků se také objevila absence znalostí velikosti gravitačního zrychlení.

Jak je však možno vidět v ukázkovém řešení (Obrázek č. 10), s menší pomocí se jim podařilo tuto situaci vyřešit.

**Pomůcky:**

Počítač + program Tracker

**Vypracování:**

Hmotnost závaží	Perioda						Průměr
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
$m = 14g$	1,080 <sub>s</sub>	1,120 <sub>s</sub>	1,080 <sub>s</sub>				<del>1,080</del> 1,093 <sub>s</sub>
$m = 81g$	1,100 <sub>s</sub>	1,140 <sub>s</sub>	1,100 <sub>s</sub>	1,080 <sub>s</sub>			1,105 <sub>s</sub>

**Odpověď:**

Podle měření jsem došel k závěru, že na hmotnost: nezáleží, i když  $\bar{t}$  jsou rozdílné hodnotami: rozdíly jsou minimální a nikdy to nebude zcela přesné.

**Vypočtené hodnoty:**

$$m = 81g - 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0,240}{10}} = 1,05s$$

$$m = 14g - 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0,273}{10}} = 1,04s$$

Obrázek č. 10: Závislost periody na hmotnosti závaží – žákovské řešení.

Našli se však i tací, kteří se s tímto výpočtem poradili tak, jak je to vidět v pracovním listu (Obrázek č. 11) a to dosazením hodnoty tíhového zrychlení  $g = 9,8 \left(\frac{m}{s^2}\right)$ .

**Vypracování:**

Hmotnost závaží	Perioda						Průměr
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
17g	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
31g	1,14	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,11

**Odpověď:**

Velikost periody zrychlení nezáleží na hmotnosti závaží.

**Vypočtené hodnoty:**

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0,240}{9,8}}$$

$$T = 1,101$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0,240}{9,8}} = 1,091$$

Obrázek č. 11: Závislost periody na hmotnosti závaží – žákovské řešení.

### 5.3 Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici

Představení tohoto pokusu proběhlo také na základní škole Nerudova v devátém ročníku. Vypracování pracovních listů se zúčastnilo celkem 17 žáků z toho 10 dívek a 7 chlapců. Při měření periody pohybu po kružnici bylo možno pozorovat překvapené pohledy v závislosti s tím, že pohyb po kružnici také opisuje sinusoidu. První část pokusu – měření periody – probíhalo ve většině případů bez problémů.

Druhá část však byla pro žáky obtížnější, a to především z toho důvodu, že se ve výpočtech vyskytovala hodnota úhlová rychlost. Vzhledem k tomu, že zadání obsahovalo také potřebné vzorce pro daný výpočet, i tato část pokusu pro většinu nepředstavovala problém.

Jak je možno pozorovat v tabulce (Tabulka č. 6) 15 z celkového počtu 17 žáků se dostalo ke správnému (stejnému) výsledku, což je možno považovat za dobrý výsledek. Dvě vybraná řešení je možno vidět na obrázku (Obrázek č. 12 a Obrázek č. 13).

Tabulka č. 6: Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici – výsledky.

třída	počet žáků	správný výsledek	slovní odpověď	špatný výsledek	žádný výsledek
9.	17	15	11	2	0

Je možno konstatovat, že to bylo způsobeno především tím, že se jedná o dobře pozorovatelný děj. Celá pozorovaná soustava se pouze pohybuje v jedné rovině. Oproti tomu, v případě periody kyvadla, se kyvadlo může v průběhu vychylovat také dopředu a dozadu, což může ztížit analýzu.

Přílohy

Pracovní list

Téma	Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici
Třída	
Jméno a Příjmení	

Pomůcky:

lodička, metr, kalkulačka

Vypracování:

perioda						průměr
1.	2.	3.	4.	5.	6.	
0,58	0,6	0,6	0,62	0,58	0,58	0,59

Vypočtené hodnoty:

$$f = \frac{v}{2\pi} \quad \text{— (úhlová rychlost)} \quad v = 10,59 \quad f = 10,59 : 6,28 = 1,68$$

$$T = \frac{1}{f} \quad T = \frac{1}{1,68} = 0,59$$

Závěr (porovnání hodnot):

Ujistila mi perioda 0,59. Ideální perioda získala i pomocí výpočtu drahým způsobem.

Obrázek č. 12: Pohyb po kružnici – žákovské řešení.

Přílohy

**Pracovní list**

<b>Téma</b>	Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

Pc, kalkulačka, tužka, propiska

**Vypracování:**

perioda						průměr
1.	2.	3.	4.	5.	6.	
0,58 s	0,6 s	0,6 s	0,6 s	0,6 s	0,58 s	0,59

**Vypočtené hodnoty:**

$$\omega = 10,66 \quad f = 10,66 : (2 \cdot 3,14) = 1,69$$

$$T = \frac{1}{1,69} = 0,59 \text{ s}$$

**Závěr (porovnání hodnot):**

hodnoty sou stejné. Perioda je 0,59 s

66

Obrázek č. 13: Pohyb po kružnici – žákovské řešení.



## 5.4 Rychlost volně puštěného míčku

Vypracování tohoto pracovního listu se zúčastnilo 16 žáků sedmého ročníku základní školy. Ve třídě se nacházelo 12 chlapců a 4 dívky. Pokus byl použit pro prohloubení znalostí a lepší představu žáků poté, co žáci prošli výukou tematického celku pohyb těles. Ve všech případech došlo ke správnému vyhodnocení pokusu a vyplnění pracovního listu. Žákům v zadání byl poskytnut návod na provedení analýzy, ale na druhé stranu jim nebyly poskytnuty žádné vzorce, potřebné pro výpočet průměrné rychlosti. Vzhledem k tomu, že se pro žáky jednalo o aktuální téma, se ke správnému vzorci a vzápětí i správnému výsledku nakonec dopracoval každý ze zúčastněných, jak je možno vidět v tabulce (Tabulka č. 7).

Tabulka č. 7: Rychlost volně puštěného míčku – výsledek.

třída	počet žáků	správný výsledek	slovní odpověď	špatný výsledek	žádný výsledek
7.	16	16	16	0	0

Z níže přiložených pracovních listů (Obrázek č. 14 a Obrázek č. 15) je v jednom z nich (Obrázek č. 15) možno vyčíst menší odchylku v případě vypočítané hodnoty průměrné rychlosti a té naměřené. Tento rozdíl byl pravděpodobně způsoben snímkovací frekvencí použité kamery, která neodpovídala poměrně velké rychlosti pádu míčku. Pro rychlejší děje je potřeba využívat rychloběžné kamery, které dokáží snímat větší množství snímků za jednotku času.

Přílohy

**Pracovní list**

Téma	Rychlost volně puštěného míčku
Třída	
Jméno a Příjmení	

Pomůcky:

*počítací, program Tracker, microsoft excel*

Výpočet:

*výška : 0,467 m  
pad míčku : 0,28 s*

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = 1,66$$

Vypočítané a naměřené hodnoty:

-	vypočítaná hodnota	naměřená hodnota
průměrná rychlost [m/s]	1,66	1,69
rychlost při dopadu [m/s]	-	2,69

Odpověď:

*Rychlost při dopadu je větší než průměrná rychlost.*

Obrázek č. 14: Rychlost volně puštěného míčku – žákovské řešení.

Přílohy

**Pracovní list**

Téma	Rychlost volně puštěného míčku
Třída	
Jméno a Příjmení	

Pomůcky:

---



---

Výpočet:

$$s = 0,464 \text{ m}$$

$$\Delta t = 0,28 \text{ s}$$

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0,464}{0,28}$$

$$\underline{\underline{v = 1,664}}$$

Vypočítané a naměřené hodnoty:

-	vypočítaná hodnota	naměřená hodnota
průměrná rychlost [ ]	1,664	1,41
rychlost při dopadu [ ]	-	2,69

Odpověď:

Rychlost při dopadu je větší než průměrná rychlost.

---



---

Obrázek č. 15: Rychlost volně puštěného míčku – žákovské řešení.

## 5.5 Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie

Vypracování pracovního listu tohoto pokusu se účastnilo 15 žáků osmého ročníku základní školy, z toho 10 dívek a 5 chlapců. Pokus se zaměřuje na téma polohové a pohybové energie probírané v osmé třídě. Při průběhu hodiny jsem na začátku u dvou žáků pozoroval, že tabulku vytvořenou v pracovním listu dokázali vyplnit ještě dříve, než začali provádět videoanalýzu. Po provedení videoanalýzy si však ověřili správnost svých údajů. Poté, co se žáci pustili do provádění videoanalýzy, bylo možno ve třídě zaslechnout hlasitý údiv z toho, jak se v programu začal vykreslovat graf. První část pracovního listu, což byla tabulka, nepředstavovala pro žáky problém. Po provedení videoanalýzy bylo možno přímo z grafu zjistit, ve které poloze kyvadla mají energie jakou velikost. V případě konstrukce grafu jsem i přes poměrně podrobný návod musel některým žákům poradit a navést je na způsob, jak v programu Tracker vykreslit dva grafy do jednoho. Po menší pomoci se všem až na jednoho žáka podařilo vyplnit pracovní list správně, jak je možno vidět v tabulce (Tabulka č. 8).

Tabulka č. 8: Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie – výsledek.

třída	počet žáků	správný výsledek	sestrojil graf	žádný výsledek
8.	17	17	16	0

V níže přiložených pracovních listech (Obrázek č. 16 a Obrázek č. 17) je možno pozorovat různou přesnost sestrojení grafu. V pracovním listu (Obrázek č. 17) se žák rozhodl graf sestrojený programem napodobit velice přesně, ale i přes to je z grafu patrné jakým způsobem se průběhy velikostí těchto dvou typů energií kříží.

Přílohy

**Pracovní list**

Téma	Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie
Třída	
Jméno a Příjmení	<u>ur Perocssy</u>

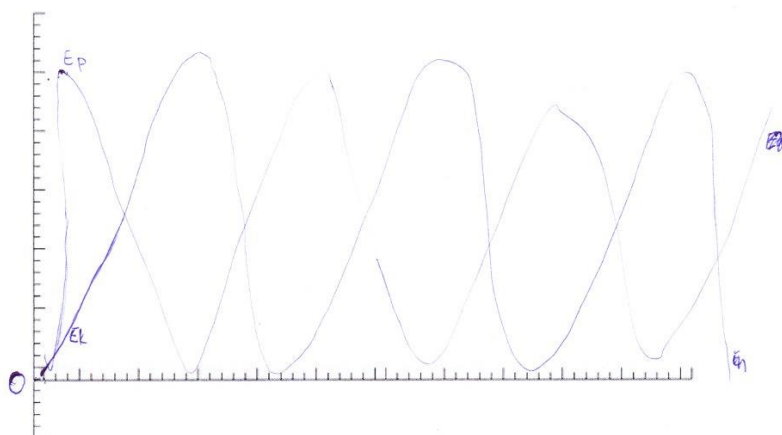
Pomůcky:

PC , propiska , mozek

Vypracování:

poloha kyvadla	polohová energie	pohybová energie
Rovnovážná poloha	nulová	maximální
Maximální výchylka	maximální	nejnižší (nulová)

Graf:



66

Obrázek č. 16: Přeměna polohové a pohybové energie – žákovské řešení.

*Přílohy*

**Pracovní list**

<b>Téma</b>	Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

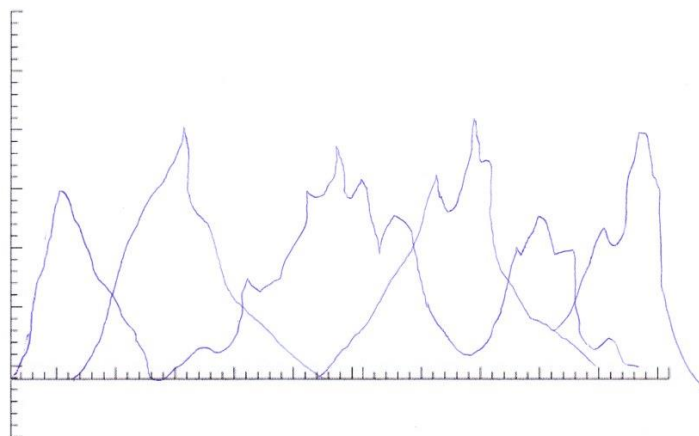
**Pomůcky:**

*PC, drátěnka, pružina, pětina, náklad, vá, měř*

**Vypracování:**

poloha kyvadla	polohová energie	pohybová energie
Rovnovážná poloha	<i>nulová</i>	<i>max. energie</i>
Maximální výchylka	<i>max</i>	<i>nulová -  -</i>

**Graf:**



Obrázek č. 17: Přeměna polohové a pohybové energie – žákovské řešení.

## 5.6 Vlastnosti rovnoměrného pohybu

Tento pokus byl, jak jeho název naznačuje zaměřen na rovnoměrný pohyb, vyučovaný v sedmé třídě. Vyplnování pracovních listů se zúčastnilo 17 žáků sedmé třídy ze základní školy Lišov. Ve třídě bylo přítomno 10 chlapců a 7 dívek. Dle zadání byli žáci nejprve požádáni o nakreslení dvou grafů (závislosti rychlosti na čase, závislosti dráhy na čase). Častou chybou, která se v této části pracovního listu vyskytovala, bylo prohození grafů. S největší pravděpodobností je možno předpokládat, že si žáci grafy ze školy pamatovali, ale nerozuměli jim. Ve většině případů po provedení videoanalýzy, žáci pochopili, jakým způsobem se tyto veličiny s časem mění a tuto skutečnost uvedli do závěru.

Jak je vidět z příloženého pracovního listu (Obrázek č. 18), vyskytlo se také několik případů, kdy žáci v grafu závislosti rychlosti na čase vymezili také časový úsek, při kterém autíčko zrychlovalo k jeho maximální rychlosti. Záznam však byl vytvořen tak, že autíčko bylo již v pohybu.



Obrázek č. 18: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – žákovské řešení.

Ty nejlépe vyplněné pracovní listy (Obrázek č. 19) obsahovaly všechny čtyři požadované grafy, ale co je důležitější, obsahovaly také popis a slovní vysvětlení toho co je z těchto grafů možno vyčíst o vlastnostech veličin, z nichž byl graf sestrojen.

**Pomůcky:**  
*POČÍTAČ, PROPISKA, PAPIR, PROGRAM TRACKER, TVŮRKA*

---

**Ideální grafy:**



Závislost rychlosti na čase



Závislost dráhy na čase

**Reálný grafy:**



Závislost rychlosti na čase



Závislost dráhy na čase

**Závěr:**  
*Chc. aby jsem měl správně.*  
*rychlost je stejná*  
*dráha se prodlužuje*

Obrázek č. 19: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – žákovské řešení

Po prostudování vyplněných pracovních listů, byla vytvořena lehčí verze zadání. V tomto pracovním listu byly přidány značky jednotlivých veličin na osách grafů. Výsledná statistika zkontrolovaných pracovních listů je uvedena v tabulce (Tabulka č. 9).

Tabulka č. 9: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – výsledek.

třída	počet žáků	nakreslil graf správně	nakreslil graf špatně	nenakreslil žádný graf	popsal, jak správný graf měl vypadat
7.	17	9	8	0	6



## 5.7 Dráha nerovnoměrného pohybu

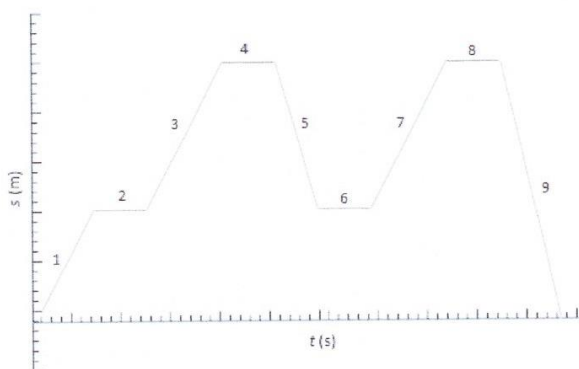
Testování bylo provedeno na žácích sedmé třídy. Zúčastnilo se ho 15 žáků, z toho 10 dívek a 5 chlapců. Pokus je zaměřen na vysvětlení dráhy nerovnoměrného pohybu, tedy učiva, které se vyučuje na začátku sedmé třídy. Velkým problémem pro žáky bývá porozumět tomu, co se v daném úseku grafu ve skutečnosti odehrává. Tuto hypotézu také potvrzují i výsledky vyplněných pracovních listů. Jak je uvedeno v tabulce (Tabulka č. 10), skoro polovina žáků byla přesvědčena o tom, že se při klesajícím grafu autíčko pohybuje z kopce a při stoupajícím jede do kopce.

Tabulka č. 10: Dráha nerovnoměrného pohybu – výsledek.

třída	počet žáků	správně popsal graf	špatně popsal graf	žádné řešení	porovnal výsledky
7.	15	9	6	0	15

Poté co žáci provedli videoanalýzu a pozorovali pohyb autíčka v průběhu vykreslování grafu, byli překvapeni, že tomu tak není. Většina žáků se následně ke grafu vrátila a uvědomila si, co to vlastně ta dráha je. Přiložené pracovní listy ukazují, správně vyplněný pracovní list (Obrázek č. 20) a také ten špatně vyplněný (Obrázek č. 21).

Graf:



Popis grafu:

1) jede dopředu	2) stálo	3) jede dopředu
4) stálo	5) jede zpátky	6) stálo
7) jede dopředu	8) stálo	9) jede zpátky

Popis grafu z videoanalýzy:

1) jede rovně	2) stojí	3) jede rovně
4) stojí	5) couvá	6) stojí
7) jede rovně	8) stojí	9) couvá

Závěr (porovnání výsledků):

Výsledky jsem měl správně, jenom jsem nepochopil že auto couvá

Obrázek č. 20: Dráha nerovnoměrného pohybu – žakovské řešení

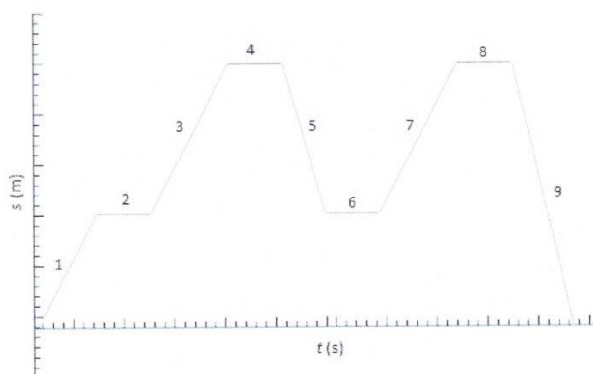
## Pracovní list

<b>Téma</b>	Nerovnoměrný pohyb autíčka
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

*Pc, propisovač, papír*

**Graf:**



**Popis grafu:**

1) jede nahoru	2) jede rovně	3) nahoru
4) rovně	5) dolů jede	6) rovně
7) nahoru	8) rovně	9) dolů

**Popis grafu z videoanalýzy:**

1) jede rovně	2) stojí	3) jede rovně
4) rovně stojí	5) rovně	6) stojí
7) jede rovně	8) stojí	9) rovně

**Závěr (porovnání výsledků):**

*mýšlel jsem že jede do kopce ale on tam kopce nemá :D když je dráha srovná auto stojí. měl jsem to špatně*

Obrázek č. 21: Dráha nerovnoměrného pohybu – žákovské řešení.

## **Závěr**

Diplomovou práci lze rozdělit do dvou částí na teoretickou a praktickou. Teoretická část se věnuje teoretickým východiskům provádění fyzikálních pokusů ve výuce. Byla zde také vypracována klasifikace počítačem podporovaných experimentů a popsány výhody a nevýhody využívání výpočetní techniky k provádění experimentů. Nedílnou a poměrně obsáhlou částí, je také rozbor učiva odpovídající navrženým experimentům, který byl vypracován na základě učebnic využívaných na základních školách.

V praktické části byla vypracována sada dvanácti experimentů odpovídajících učivu vyučovanému na základních školách. K experimentům byla vytvořena podrobná zadání s návodem na provedení a těmto experimentům odpovídající pracovní listy. Všechna zadání s pracovními listy byla vytvořena v několika verzích obtížnosti a jsou součástí obsáhlé přílohy práce. Pro možnost provádění navržených experimentů zároveň byly pořízeny videozáznamy pozorovaných dějů, který byly umístěny na volně dostupný server, a je možno je najít na internetové adrese (<https://www.youtube.com/user/FilipTheJ/videos>).

Pracovní listy byly dále použity k ověření vhodnosti zadání a vyzkoušení navržených experimentů na žácích. Do práce bylo vloženo několik vyplněných ukázkových pracovních listů ke každému použitému experimentu. Výběr použitých experimentů byl proveden tak, aby téma experimentu odpovídalo aktuálně probíranému tématu, či nedávno probranému tématu dané třídy. Celkově bylo nasazeno 7 různých experimentů, a testování se zúčastnilo 8 různých tříd. Mezi testovanými třídami se objevili žáci 7., 8. a 9. tříd základní školy.

## **Seznam použité literatury**

- [1] RŮŽENA KOLÁŘOVÁ a Jiří BOHUNĚK. Fyzika pro 6. ročník základní školy. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2002. ISBN 9788071962465.
- [2] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 6 pro základní školu: zvukové jevy, vesmír. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2012. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [3] RŮŽENA KOLÁŘOVÁ .. [ET AL.]. Fyzika pro 9. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 2000. ISBN 9788071961932.
- [4] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. Fyzika pro 8. ročník základní školy. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 9788071961499.
- [5] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 5 pro základní školu: energie. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7235-491-7.
- [6] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. Fyzika pro 7. ročník základní školy. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2003. Učebnice pro základní školy (Prometheus). ISBN 80-7196-265-1.
- [7] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 2 pro základní školu: síla a její účinky, pohyb těles. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.
- [8] SERAFÍN, Čestmír, Martin HAVELKA a Jiří KROPÁČ. Počítačem podporované experimenty [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/uploads/soubory/serafin/frvs12/Pocitacem-podporovane-experimenty.pdf>. Univerzita palackého v Olomouci.
- [9] JINDRA, Jaroslav. Experiment jako motivační prvek ve výuce mechaniky kapalin na základní škole [online]. Plzeň, 2009 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://kof.zcu.cz/st/rz/prace/jindra.pdf>. Západočeská univerzita v Plzni - Fakulta pedagogická.
- [10] HEJNOVÁ, Eva. DIDAKTIKA PRO 2. ST.ZŠ 1. díl [online]. Ústí nad Labem, 2010 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: [http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Didaktika/Didaktika%20fyziky\\_I.pdf](http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Didaktika/Didaktika%20fyziky_I.pdf). Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem - Přírodovědecká fakulta.
- [11] KAŠPAR, E. Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978.

## **Seznam obrázků**

Obrázek č. 1: Pokles pívní pěny – počáteční stav.....	22
Obrázek č. 2: Pokles pívní pěny – konečný stav.....	23
Obrázek č. 3: Závislost dráhy na čase.....	25
Obrázek č. 4: Vypařování lihu – počáteční stav. ....	27
Obrázek č. 5: Vypařování lihu – konečný stav. ....	28
Obrázek č. 6: Regelace ledu – počáteční stav .....	30
Obrázek č. 7: Regelace ledu – konečný stav.....	30
Obrázek č. 8: Závislost periody na délce kyvadla spojený – žákovské řešení.....	34
Obrázek č. 9: Závislost periody na délce kyvadla – žákovské řešení .....	35
Obrázek č. 10: Závislost periody na hmotnosti závaží – žákovské řešení. ....	37
Obrázek č. 11: Závislost periody na hmotnosti závaží – žákovské řešení. ....	37
Obrázek č. 12: Pohyb po kružnici – žákovské řešení. ....	39
Obrázek č. 13: Pohyb po kružnici – žákovské řešení. ....	40
Obrázek č. 14: Rychlost volně puštěného míčku – žákovské řešení.....	42
Obrázek č. 15: Rychlost volně puštěného míčku – žákovské řešení.....	43
Obrázek č. 16: Přeměna polohové a pohybové energie – žákovské řešení.....	45
Obrázek č. 17: Přeměna polohové a pohybové energie – žákovské řešení.....	46
Obrázek č. 18: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – žákovské řešení. ....	47
Obrázek č. 19: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – žákovské řešení .....	48
Obrázek č. 20: Dráha nerovnoměrného pohybu – žákovské řešení .....	49
Obrázek č. 21: Dráha nerovnoměrného pohybu – žákovské řešení. ....	50

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1: Množství vypařeného lihu v závislosti na velikosti plochy hladiny. ...	28
Tabulka č. 2: Rychlost proříznutí ledu v závislosti na průměru drátu. ....	31
Tabulka č. 3: Rychlost proříznutí ledu v závislosti na povrchové úpravě drátu. ....	33
Tabulka č. 4: Závislost periody na délce kyvadla – výsledky.....	35
Tabulka č. 5: Závislost periody na hmotnosti závaží – výsledky. ....	36
Tabulka č. 6: Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici – výsledky.....	38
Tabulka č. 7: Rychlost volně puštěného míčku – výsledek .....	41
Tabulka č. 8: Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie – výsledek .....	44
Tabulka č. 9: Vlastnosti rovnoměrného pohybu – výsledek .....	48
Tabulka č. 10: Dráha nerovnoměrného pohybu – výsledek.....	49

## **Seznam grafů**

Graf č. 1: Horní a spodní hrana pěny. ....	23
Graf č. 2: Proložení tloušťky pěny exponenciální funkcí. ....	24
Graf č. 3: Proložení tloušťky pěny lineární funkcí. ....	24
Graf č. 4: Závislost dráhy na čase – videoanalýza. ....	26
Graf č. 5: Závislost rychlosti odpařování na velikosti plochy. ....	29
Graf č. 6: Závislost rychlosti tání ledu na tloušťce drátu. ....	31
Graf č. 7: Závislost proříznuté tloušťky ledu na čase. ....	33

## Přílohy

V rámci diplomové práce byla vytvořena sada diferencovaných zadání třech úrovní obtížnosti. Spolu se zadáními byli také vytvořeny pracovní listy odpovídající daným zadáním. Všechna zadání a pracovní listy byli vloženy do příloh diplomové práce.

### Seznam příloh

Závislost periody na délce kyvadla .....	57
Závislost periody na délce kyvadla .....	59
Závislost periody na délce kyvadla .....	61
Závislost periody na hmotnosti závaží .....	63
Závislost periody na hmotnosti závaží .....	65
Závislost periody na hmotnosti závaží .....	67
Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie .....	69
Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie .....	71
Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie .....	74
Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici .....	76
Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici .....	78
Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici .....	80
Vlastnosti rovnoměrného pohybu .....	82
Vlastnosti rovnoměrného pohybu .....	85
Vlastnosti rovnoměrného pohybu .....	87
Rychlost volně puštěného míčku .....	89
Rychlost volně puštěného míčku .....	91
Rychlost volně puštěného míčku .....	94
Dráha nerovnoměrný pohybu .....	96
Dráha nerovnoměrného pohybu .....	98
Dráha nerovnoměrného pohybu .....	100



<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na délce kyvadla</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### **Zadání**

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na délce závěsu kyvadla. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### **Pomůcky potřebné k provedení experimentu**

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### **Postup měření**

V příloze této úlohy nalezneš dvě videa. Na jednom z nich je zaznamenán pohyb kyvadla o délce 0,5 m a na druhém pohyb kyvadla o délce 1 m. Záznamy jsou také vybaveny metrovým měřítkem, které do nich bylo vloženo při jejich pořizování.

### **Zapnutí a nastavení programu**

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož jednu z videonahrávek do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umísti tento hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej šest různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) Stejný postup proved' také pro druhý videozáznam.
- 3) Obě dvě hodnoty porovnej a odpověz na otázku položenou v zadání.
- 4) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

**Použité vzorce**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na délce kyvadla</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na délce závěsu kyvadla. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Dva různě dlouhé provázky.
- Jedno závaží.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Stabilní stojan pro zavěšení kyvadla.
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

#### Pořízení videozáznamu

- 1) Pomocí potřebných pomůcek sestroj kyvadlo o délce závěsu 0,5 m
- 2) Kyvadlo postav před plátno odlišné barvy
- 3) Mobilní telefon postav před kyvadlo a zapni nahrávání
- 4) Vychyl kyvadlo z rovnovážné polohy
- 5) Po uplynutí alespoň deseti period, zastav nahrávání
- 6) Tento proces opakuj i pro kyvadlo o délce 1 m.
- 7) Obě dvě videa ulož do počítače.

#### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož jednu z videonahrávek do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).

- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkní tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej deset různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) Stejný postup proved' také pro druhý videozáznam.
- 3) Obě dvě hodnoty porovnej a odpověz na otázku položenou v zadání.
- 4) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na délce kyvadla</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### **Zadání**

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na délce závěsu kyvadla. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### **Pomůcky potřebné k provedení experimentu**

- Dva různě dlouhé provázky.
- Jedno závaží.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Stabilní stojan pro zavěšení kyvadla.
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### **Postup měření**

- 1) Pomocí provázku a závaží sestrojte kyvadlo o délce provázku 0,5 metru.
- 2) Poříd'te záznam kývajícího se kyvadla pomocí mobilního telefonu.
- 3) Stejnou nahrávku poříd'te pro kyvadlo o délce provázku 1 metr.
- 4) Tyto videonahrávky vložte do programu Tracker a proveďte automatické vyhodnocení pohybu.
- 5) Pomocí získaných hodnot spočítejte aritmetický průměr šesti period obou záznamů.
- 6) Porovnej hodnoty period a zjisti, jakým způsobem či zda se vůbec při změně délky kyvadla mění také perioda kyvadla.
- 7) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Závislost periody na délce kyvadla
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Vypracování:**

délka závěsu	perioda						průměr
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
0,5 m							
1 m							

**Odpověď:**

---

---

---

**Vypočtené hodnoty:**

<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na hmotnosti závaží</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na hmotnosti závaží. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

V příloze této úlohy nalezneš dvě videa. Na jednom z nich je zaznamenán pohyb kyvadla se závažím o hmotnosti  $m = 17g$  a na druhém pohyb kyvadla o hmotnosti  $m = 81g$ . Záznamy jsou také vybaveny metrovým měřítkem, které do nich bylo vloženo při jejich pořizování.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož jednu z videonahrávek do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.
- 7) V nastavení hmotného bodu, nastav jeho hmotnost na  $m = 0,081kg$  nebo  $m = 0,016kg$ , dle toho, který video si do programu vložil.

### Analýza videozáznamu

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umísti tento hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej šest různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) Stejný postup proved' také pro druhý videozáznam (zopakuj vše od části „Zapnutí a nastavení programu“).
- 3) Obě dvě hodnoty (aritmetické průměry period obou videozáznamů) porovnej a odpověz na otázku položenou v zadání.
- 4) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku (délku závěsu kyvadla změříš pomocí nástroje „měřicí páska“ který najdeš v menu Sledování > nový > Měřicí nástroje) a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

### **Použité vzorce**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na hmotnosti závaží</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na hmotnosti závaží. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Dva různě dlouhé provázky.
- Jedno závaží.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Stabilní stojan pro zavěšení kyvadla.
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

#### Pořízení videozáznamu

- 1) Pomocí potřebných pomůcek sestroj kyvadlo se závažím o hmotnosti  $m = 17g$
- 2) Kyvadlo postav před plátno odlišné barvy
- 3) Mobilní telefon postav před kyvadlo a zapni nahrávání
- 4) Vychyl kyvadlo z rovnovážné polohy
- 5) Po uplynutí alespoň deseti period, zastav nahrávání
- 6) Tento proces opakuj i pro kyvadlo se závažím o hmotnosti  $m = 81g$  a stejně dlouhým provázkem jako jsi zvolil v případě prvního kyvadla.
- 7) Obě dvě videa ulož do počítače.

#### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož jednu z videonahrávek do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).

- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.
- 7) V nastavení hmotného bodu, nastav jeho hmotnost na  $m = 0,081kg$  nebo  $m = 0,016kg$ , dle toho, který video si do programu vložil.

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej šest různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) Stejný postup proved' také pro druhý videozáznam (zopakuj vše od části „Zapnutí a nastavení programu“).
- 3) Obě dvě hodnoty (aritmetické průměry period obou videozáznamů) porovnej a odpověz na otázku položenou v zadání.
- 4) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku (délku závaží kyvadla změříš pomocí nástroje „měřicí páska“ který nalezneš v menu Sledování > nový > Měřicí nástroje) a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

<b>Téma</b>	<b>Závislost periody na hmotnosti závaží</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### Zadání

Zjistěte, zda je velikost periody kyvadla závislá na hmotnosti závaží. Naměřené hodnoty porovnejte s vypočtenými hodnotami.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Dva různě dlouhé provázky.
- Jedno závaží.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Stabilní stojan pro zavěšení kyvadla.
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

- 1) Sestroj kyvadlo pomocí závažím o hmotnosti  $m = 17\text{g}$
- 2) Pořid' videozáznam kývajícího se kyvadla pomocí mobilního telefonu.
- 3) Stejnou nahrávku pořid' pro kyvadlo se závažím o hmotnosti  $m = 81\text{g}$ .  
Obě dvě kyvadla musí mít stejnou délku provázku.
- 4) Videonahrávky postupně vlož do programu Tracker a proved' automatické vyhodnocení pohybu.
- 5) Pomocí získaných hodnot spočítej aritmetický průměr šesti period obou záznamů
- 6) Porovnej změřené hodnoty a odpověz na otázku ze zadání (mění se perioda kyvadla při změně hmotnosti závaží).
- 7) Vypočítej periodu obou kyvadel pomocí příslušného vzorečku a porovnej výsledek s naměřenou hodnotou.

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Závislost periody na hmotnosti závaží kyvadla
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Vypracování:**

	perioda						
<b>hmotnost závaží</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>	<b>průměr</b>

**Odpověď:**

---

---

---

**Vypočtené hodnoty:**

<b>Téma</b>	<b>Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Za pomoci videoanalýzy a jednoduchého kyvadla zjisti polohovou a pohybovou energii tohoto kyvadla. Napiš, ve které poloze kyvadlo má maximální polohovou energii a ve které maximální pohybovou energii. Z naměřených hodnot sestroj graf přeměny polohové a pohybové energie.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

#### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“.
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ do programu vlož video s názvem „kyvadlo“.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy, a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod
- 7) V nastavení hmotného bodu nastav jeho hmotnost na 0,081 kg

#### Analýza videozáznamu

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.
- 3) Po dokončení vyhodnocování toto okno zavři.

#### Zpracování dat

- 1) V pravém dolním rohu klikni na tlačítko „Tabulka“

- 2) V otevřeném okně klikni na tlačítko „Definovat“
- 3) Pomocí tlačítka „Add“ nejprve definuj vzorec pro výpočet polohové energie (v programu to bude  $(m \cdot a \cdot y)$ ) a následně také vzorec pro výpočet pohybové energie (v programu  $(\frac{m \cdot v^2}{2})$ )

### **Zobrazení grafů**

- 1) V pravém horním rohu programu klikni na tlačítko „Graf“ a následně klikni na 2.
- 2) Jeden graf nastav jako závislost pohybové energie na čase a ten druhý jako závislost polohové energie na čase.
- 3) Posouvej video zpátky po snímcích a zároveň pozoruj hodnotu polohové energie.
- 4) Tímto způsobem nalezni, v jaké poloze má kyvadlo maximální a v jaké minimální polohovou energii.
- 5) Proces opakuj také pro pohybovou energii, zjištěný výsledek zapiš do pracovního listu.
- 6) Poklepej levým dvojklikem myši na jeden ze zobrazených grafů.
- 7) V zobrazeném okně můžeš pozorovat prolínání těchto dvou grafů. Překresli výsledný graf do pracovního listu.
- 8) V překresleném grafu vyznač maximální a minimální hodnoty jednotlivých energií.

### **Použité vzorce**

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_p = m g h$$

<b>Téma</b>	<b>Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### **Zadání**

Za pomoci videoanalýzy a jednoduchého kyvadla zjisti polohovou a pohybovou energii tohoto kyvadla. Napiš, ve které poloze kyvadlo má maximální polohovou energii a ve které maximální pohybovou energii. Z naměřených hodnot sestroj graf přeměny polohové a pohybové energie.

### **Potřebné pomůcky**

- Program pro videoanalýzu (Tracker).
- Provázek
- Závaží o známé hmotnosti
- Mobilní telefon
- Stojan

### **Postup měření**

#### **Pořízení videozáznamu**

- 1) Pomocí potřebných pomůcek sestroj kyvadlo (provázek, závaží, stojan)
- 2) Kyvadlo postav před plátno odlišné barvy
- 3) Mobilní telefon postav před kyvadlo a zapni nahrávání
- 4) Vychyl kyvadlo z rovnovážné polohy
- 5) Po dostatečně dlouhé době zastav nahrávání videa
- 6) Video vlož do počítače pod názvem „kyvado“

#### **Zapnutí a nastavení programu**

- 1) Zapni program „Tracker“.
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ do programu vlož video s názvem „kyvadlo“.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (tedy 1 m).

- 5) Zobraz souřadnicové osy, a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod
- 7) V nastavení hmotného bodu nastav jeho hmotnost na 0,081 kg

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí hmotný bod do těžiště závaží kyvadla.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.
- 3) Po dokončení vyhodnocování toto okno zavři.

### **Zpracování dat**

- 1) V pravém dolním rohu klikni na tlačítko „Tabulka“
- 2) V otevřeném okně klikni na tlačítko „Definovat“
- 3) Pomocí tlačítka „Add“ nejprve definuj vzorec pro výpočet polohové energie a následně také vzorec pro výpočet pohybové energie

### **Zobrazení graf**

- 1) V pravém horním rohu programu klikni na tlačítko „Graf“ a následně klikni na 2.
- 2) Jeden graf nastav jako závislost pohybové energie na čase a ten druhý jako závislost polohové energie na čase.
- 3) Posouvej video zpátky po snímcích a zároveň pozoruj hodnotu polohové energie.
- 4) Tímto způsobem nalezni, v jaké poloze má kyvadlo maximální a v jaké minimální polohovou energii.
- 5) Proces opakuj také pro pohybovou energii, zjištěný výsledek zapiš do pracovního listu.
- 6) Poklepej levým dvojklikem myši na jeden ze zobrazených grafů.
- 7) V zobrazeném okně můžeš pozorovat prolínání těchto dvou grafů. Překresli výsledný graf do pracovního listu.
- 8) V překresleném grafu vyznač maximální a minimální hodnoty jednotlivých energií.



## Pracovní list

<b>Téma</b>	Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

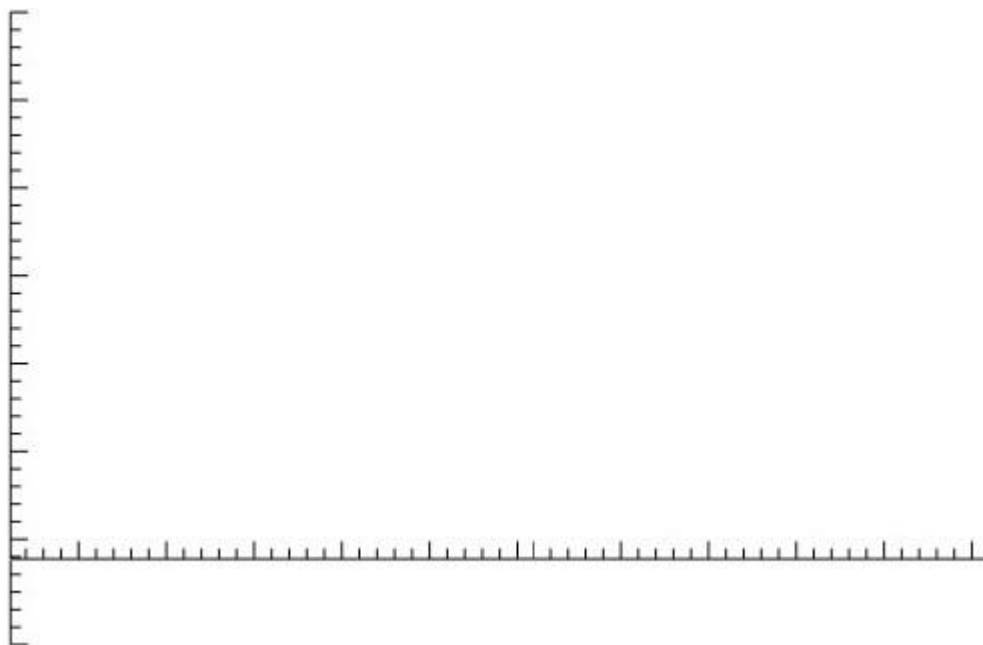
---

---

**Vypracování:**

poloha kyvadla	polohová energie	pohybová energie
Rovnovážná poloha		
Maximální výchylka		

**Graf:**



<b>Téma</b>	<b>Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### Zadání

Za pomoci videoanalýzy a jednoduchého kyvadla zjisti polohovou a pohybovou energii tohoto kyvadla. Napiš, ve které poloze kyvadlo má maximální polohovou energii a ve které maximální pohybovou energii. Z naměřených hodnot sestroj graf přeměny polohové a pohybové energie.

### Potřebné pomůcky

- Program pro videoanalýzu (Tracker).
- Provázek
- Závaží o známé hmotnosti
- Mobilní telefon
- Stojan

### Postup měření

- 1) Pomocí potřebných pomůcek sestroj kyvadlo
- 2) Pomocí mobilního telefonu poříd' záznam kývajícího se kyvadla
- 3) Pořízený záznam vlož do programu.
- 4) Proveď nezbytná nastavení (kalibrační tyč, hmotnost závaží, souřadnicové osy.
- 5) Proveď automatickou analýzu vloženého záznamu.
- 6) Za použití odpovídající funkce definuj vztah pro výpočet polohové a pohybové energie.
- 7) Zobraz grafy závislosti polohové a pohybové energie na čase
- 8) Zjisti polohu kyvadla, při níž má kyvadlo maximální/nulovou pohybovou a následně polohovou energii (zjištěné informace zapiš do tabulky).
- 9) Zobraz polohovou a pohybovou energii do jednoho grafu a výsledný graf překresli do pracovního listu.

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Vzájemná přeměna polohové a pohybové energie
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Vypracování:**

poloha kyvadla	polohová energie	pohybová energie

**Graf:**

<b>Téma</b>	<b>Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Za pomoci videozáznamu rovnoměrného pohybu po kružnici a videoanalýzy určete periodu tohoto pohybu. Naměřenou hodnotu porovnejte s hodnotou vypočítanou pomocí odpovídajícího vztahu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

V příloze této úlohy nalezneš video s názvem „pohyb po kružnici“. Záznam obsahuje metrové měřítko, které do něj bylo vloženo při pořizování záznamu.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v těžišti závaží kyvadla (v jeho volné poloze).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

### Analýza videozáznamu

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umísti tento hmotný bod do středu červené značky.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### Zpracování dat

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej šest různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) pomocí tlačítka „Tabulka“ zobraz hodnoty úhlové rychlosti.
- 3) Pokud tak není učiněno v základním nastavení, nastav pomocí pravého tlačítka myši formát čísel na radiány.
- 4) Za použití odpovídajícího vztahu a zobrazené úhlové rychlosti vypočítej frekvenci tohoto periodického pohybu.
- 5) Pomocí vypočítané frekvence, vypočítej periodu.
- 6) Porovnej vypočítanou hodnotu periody s tou naměřenou.

**Použité vzorce**

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

<b>Téma</b>	<b>Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Za pomoci videozáznamu rovnoměrného pohybu po kružnici a videoanalýzy určete periodu tohoto pohybu. Naměřenou hodnotu porovnejte s hodnotou vypočítanou pomocí odpovídajícího vztahu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- CD nebo vinylová deska.
- Šroub s matkou.
- Aku vrtačka.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

#### Pořízení videozáznamu

- 1) Za použití CD a šroubu vytvořte soustavu, po níž se bude hmotný bod pohybovat.
- 2) Z jedné strany na CD nakreslete tečku fixem o odlišné barvy, než je barva CD.
- 3) Šroub upevněte do aku vrtačky.
- 4) Vrtačku postavte před mobilní telefon, tak aby na kameře byla vidět barevná tečka.
- 5) Vlož do záběru kamery objekt (měřítko) o známých rozměrech.
- 6) Nastavte vrtačku na nejnižší otáčky a poříd' videozáznam pomocí mobilního telefonu.

#### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož pořizenou videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.

- 4) V nastavení kalibrační tyče nastav délku vámi zvoleného měřítka v metrech.
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl v ose otáčení celé soustavy (ve středu CD).
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do vyznačeného místa na CD.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Pomocí vytvořeného grafu a jemu odpovídající tabulky vypočítej dobu periody (pro vyšší přesnost z grafu spočítej šest různých period a následně udělej jejich aritmetický průměr).
- 2) pomocí tlačítka „Tabulka“ zobraz hodnoty úhlové rychlosti.
- 3) Pokud tak není učiněno v základním nastavení, nastav pomocí pravého tlačítka myši formát čísel na radiány.
- 4) Za použití vztahu pro výpočet frekvence a zobrazené úhlové rychlosti vypočítej frekvenci tohoto pohybu.
- 5) Pomocí vypočítané frekvence, vypočítej periodu.
- 6) Porovnej vypočítanou hodnotu periody s tou naměřenou.

<b>Téma</b>	<b>Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### Zadání

Za pomocí videozáznamu rovnoměrného pohybu po kružnici a videoanalýzy určete periodu tohoto pohybu. Naměřenou hodnotu porovnejte s hodnotou vypočítanou pomocí odpovídajícího vztahu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- CD nebo vinylová deska.
- Šroub s matkou.
- Aku vrtačka.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

- 1) Za použití CD a šroubu vytvořte soustavu, po níž se bude hmotný bod pohybovat.
- 2) Z jedné strany na CD nakreslete tečku fixem o odlišné barvy, než je barva CD.
- 3) Šroub upevněte do aku vrtačky.
- 4) Vrtačku postavte před mobilní telefon, tak aby na kameře byla vidět barevná tečka.
- 5) Nezapomeň záznam opatřit nezbytnými objekty.
- 6) Nastav vrtačku na nejnižší otáčky a poříd' videozáznam pomocí mobilního telefonu.
- 7) Pořízený videozáznam vložte do Trackeru a nech ho automaticky vyhodnotit.
- 8) Pomocí získaných hodnot spočítej aritmetický průměr šesti period.
- 9) Tuto hodnotu porovnejte s hodnotou vypočítanou pomocí odpovídajících vztahů (pomocí úhlové rychlosti).



## Pracovní list

<b>Téma</b>	Perioda rovnoměrného pohybu po kružnici
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Vypracování:**

perioda						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	průměr

**Vypočtené hodnoty:**

**Závěr (porovnání hodnot):**

---

---

---

<b>Téma</b>	<b>Vlastnosti rovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Pomocí nahrávky rovnoměrného přímočarého pohybu autíčka a za použití videoanalýzy vypočítej a zobraz graf závislosti rychlosti na čase a graf závislosti dráhy na čase. Před provedením analýzy videa nakresli tyto dva grafy podle toho, jak si je pamatuješ ze školy. Na závěr napiš, co můžeme říci o vlastnostech rychlosti a dráhy rovnoměrného pohybu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

V příloze této úlohy nalezneš video s názvem „Rovnoměrný pohyb autíčka“. Záznam obsahuje metrové měřítko, které do něj bylo vloženo při pořizování záznamu.

Nakresli do pracovního listu graf závislosti rychlosti na čase a graf závislosti dráhy na čase. Nakresli je podle toho, jak si je pamatuješ ze školy (ideální graf).

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na začátku dráhy autíčka.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.
- 7) V okně kde je zobrazen graf klikni na značku svislé osy a přepni její hodnotu z „x“ na „v“
- 8) Klikni pravím tlačítkem myši na svislou osu a vyber možnost „Scale“

- 9) Hodnoty vodorovné osy vyplň podle následujícího obrázku.



Vertical	
Max	1,40 <input type="checkbox"/> Auto
Min	-1,40 <input type="checkbox"/> Auto

### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do středu červené značky.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Zobrazený graf překresli do pracovního listu.
- 2) Porovnej naměřený graf (reálný) s tím, který si nakreslil na začátku (ideální).
- 3) Pokud se grafy od sebe příliš odlišují, napiš důvod této odlišnosti.
- 4) Klikni levým tlačítkem myši na značku svislé osy a změň její hodnotu z „v“ zpátky na „x“.
- 5) Zobrazený graf překresli do pracovního listu.
- 6) Porovnej tento graf s tím, který si nakreslil na začátku.
- 7) Pokud se grafy od sebe liší, napiš důvod této odlišnosti.
- 8) Odpověz na otázku ze zadání.

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Vlastnosti rovnoměrného pohybu
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

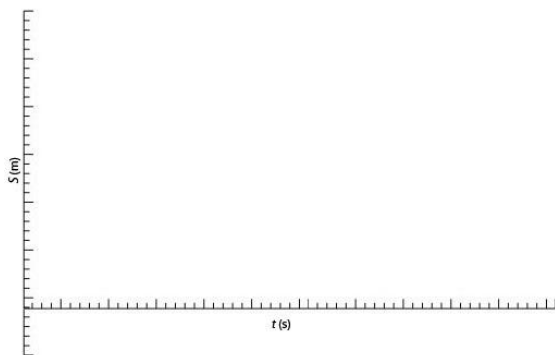
**Pomůcky:**

---

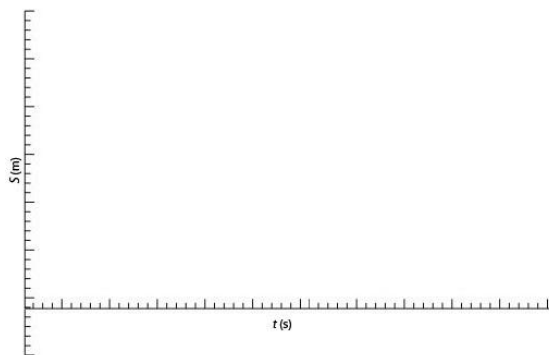


---

**Ideální grafy:**

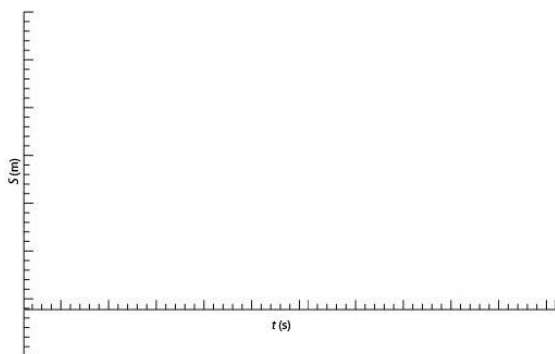


Závislost rychlosti na čase

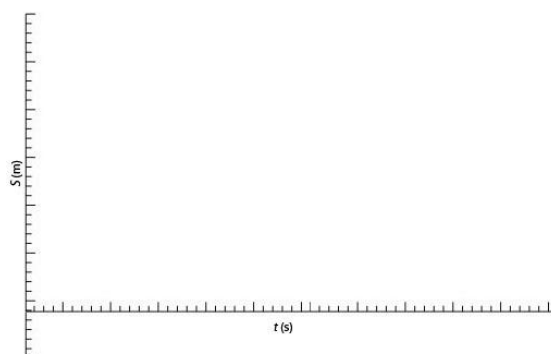


Závislost dráhy na čase

**Reálný grafy:**



Závislost rychlosti na čase



Závislost dráhy na čase

**Závěr:**

---



---



---



---

<b>Téma</b>	<b>Vlastnosti rovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Pomocí nahrávky rovnoměrného přímočarého pohybu autíčka a za použití videoanalýzy vypočítej a zobraz graf závislosti rychlosti na čase a graf závislosti dráhy na čase. Před provedením analýzy videa nakresli tyto dva grafy podle toho, jak si je pamatuješ ze školy. Na závěr napiš, co můžeme říci o vlastnostech, rychlosti a dráhy rovnoměrného pohybu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Autíčko na dálkové ovládání.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

Nakresli do pracovního listu graf závislosti rychlosti na čase a graf závislosti dráhy na čase. Nakresli je podle toho, jak si je pamatuješ ze školy (ideální graf).

### Pořízení videozáznamu

- 1) Postav autíčko před objektiv kamery.
- 2) Vlož do záběru kamery objekt (měřítko) o známých rozměrech.
- 3) Zapni nahrávání videozáznamu.
- 4) Pomocí ovladače rozjed' autíčko a udržuj páčku ovládání stále ve stejné poloze.
- 5) Video ulož do počítače.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož pořízenou videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.

- 4) V nastavení kalibrační tyče nastav délku tebou zvoleného měřítka v metrech.
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na začátku dráhy autíčka.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.
- 7) V okně kde je zobrazen graf klikni na značku svislé osy a přepni její hodnotu z „x“ na „v“
- 8) Klikni pravím tlačítkem myši na svislou osu a vyber možnost „Scale“
- 9) Hodnoty vodorovné osy vyplň podle následujícího ob-



### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do středu červené značky.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) Zobrazený graf překresli do pracovního listu.
- 2) Porovnej naměřený graf (reálný) s tím, který si nakreslil na začátku (ideální).
- 3) Pokud se grafy od sebe příliš odlišují, napiš důvod této odlišnosti.
- 4) Klikni levým tlačítkem myši na značku svislé osy a změň její hodnotu z „v“ zpátky na „x“.
- 5) Zobrazený graf překresli do pracovního listu.
- 6) Porovnej tento graf s tím, který si nakreslil na začátku.
- 7) Pokud se grafy od sebe liší, napiš důvod této odlišnosti.
- 8) Odpověz na otázku ze zadání.

<b>Téma</b>	<b>Vlastnosti rovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### Zadání

Pomocí nahrávky rovnoměrného přímočarého pohybu autíčka a za použití videoanalýzy vypočítej a zobraz graf závislosti rychlosti na čase a graf závislosti dráhy na čase. Před provedením analýzy videa nakresli tyto dva grafy podle toho, jak si je pamatuješ ze školy. Na závěr napiš, co můžeme říci o vlastnostech, rychlosti a dráhy rovnoměrného pohybu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Autíčko na dálkové ovládání.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

- 1) Nakresli do pracovního listu ideální graf závislosti rychlosti na čase a také ideální graf závislosti dráhy na čase
- 2) Pořid' videozáznam rovnoměrně se pohybujícího autíčka na dálkové ovládání.
- 3) Videonahrávku vlož do Trackeru a proved' automatickou videoanalýzu.
- 4) V Trackeru, zobraz graf závislosti rychlosti na čase.
- 5) Graf překresli do pracovního listu a porovnej ho s tím, který si nakreslil na začátku.
- 6) Zobraz graf závislosti rychlosti na čase a porovnej ho stejným způsobem jako graf v předchozím bodě.
- 7) Odpověz na všechny v zadání položené otázky.

## Pracovní list

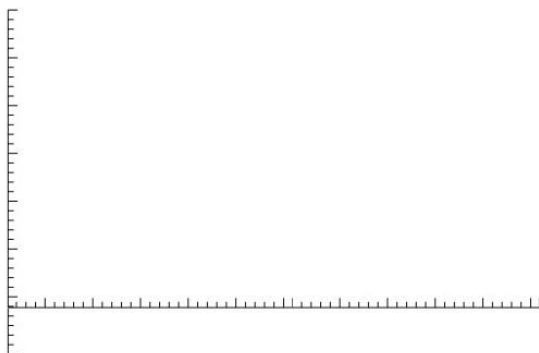
<b>Téma</b>	Vlastnosti rovnoměrného pohybu
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

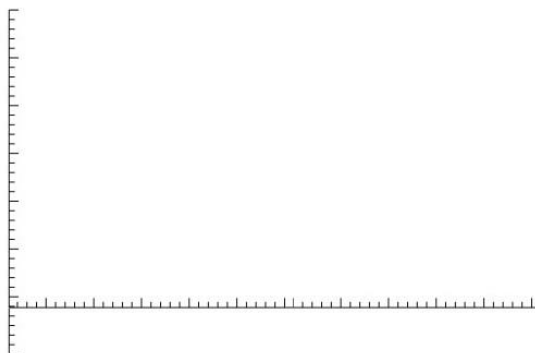
---

---

**Ideální grafy:**

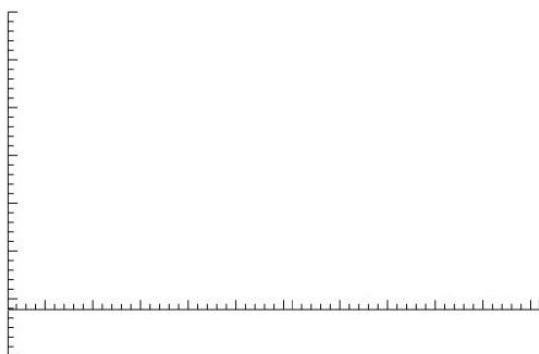


Závislost rychlosti na čase

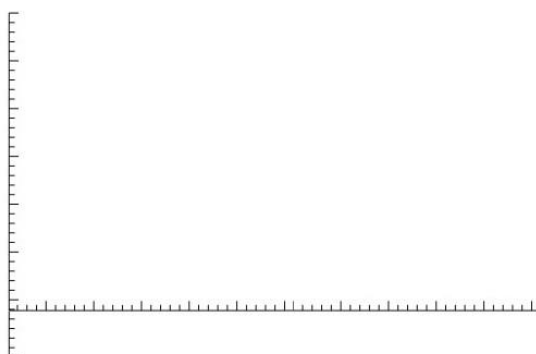


Závislost dráhy na čase

**Reálný grafy:**



Závislost rychlosti na čase



Závislost dráhy na čase

**Závěr:**

---

---

---

---



<b>Téma</b>	<b>Rychlost volně puštěného míčku</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Spočítej průměrnou rychlost volně padajícího míčku. Tento výpočet následně ověř pomocí videoanalýzy. Odpověz na otázku, zda je průměrná rychlost větší než rychlost míčku při dopadu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

V příloze této úlohy nalezněš video s názvem „Volný pád míčku“. Záznam obsahuje metrové měřítko, které do něj bylo vloženo při pořizování záznamu.

Spočítej průměrnou rychlost míčku pomocí příslušného vzorce a výsledek s postupem zapiš do pracovního listu. Míček volně padá z výšky 0,467 m a doba pádu míčku je 0,28 s. Dále postupuj dle návodu.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na povrchu podložky, na kterou míček dopadá.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

### Analýza videozáznamu

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umísti tento hmotný bod do středu míčku.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### **Zpracování dat**

- 1) V pravém dolním rohu programu klikni na tlačítko „Tabulka“.
- 2) V nově otevřeném okně zaškrtni políčko rychlosti v.
- 3) Z naměřených okamžitých rychlostí vypočítej průměrnou rychlost (její hodnotu zapiš do pracovního listu).
- 4) Z tabulky zjisti hodnotu rychlosti, kterou měl míček při dopadu.
- 5) Odpověz na otázku ze zadání.

<b>Téma</b>	<b>Rychlost volně puštěného míčku</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Spočítej průměrnou rychlost míčku. Míček volně padá z výšky 0,467 m, a doba pádu míčku je 0,28 s. Tento výpočet následně ověř pomocí videoanalýzy. Odpověz na otázku, zda je průměrná rychlost větší než rychlost míčku při dopadu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Míček.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

Spočítej průměrnou rychlost míčku pomocí příslušného vzorce a výsledek s postupem zapiš do pracovního listu. Dále postupuj dle návodu.

### Pořízení videozáznamu

- 1) Vlož do záběru kamery objekt (měřítko) o známých rozměrech.
- 2) Mobilní telefon postav do odpovídající vzdálenosti, tak aby se nehýbal.
- 3) Zapni nahrávání videozáznamu.
- 4) Vybraný míček začni pomalu spouštět seshora do té doby, než se objeví v záběru kamery.
- 5) Uvolni míček tak, aniž bys mu dodával energii a nech ho volně padat.
- 6) Záznam ukonči, když míček dopadne na podložku (stůl).

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).

- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na povrchu podložky, na kterou míček dopadá.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

#### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do středu míčku.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

#### **Zpracování dat**

- 1) V pravém dolním rohu programu klikni na tlačítko „Tabulka“.
- 2) V nově otevřeném okně zaškrtni políčko rychlosti v.
- 3) Z naměřených okamžitých rychlostí vypočítej průměrnou rychlost (její hodnotu zapiš do pracovního listu).
- 4) Z tabulky zjisti hodnotu rychlosti, kterou měl míček při dopadu.
- 5) Odpověz na otázku ze zadání.

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Rychlost volně puštěného míčku
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Výpočet:**

**Vypočítané a naměřené hodnoty:**

-	vypočítaná hodnota	naměřená hodnota
průměrná rychlost [    ]		
rychlost při dopadu [    ]	-	

**Odpověď:**

---

---

---

<b>Téma</b>	<b>Rychlost volně puštěného míčku</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### Zadání

Spočítej průměrnou rychlost míčku a okamžitou rychlost, kterou bude mít míček při dopadu na podložku. Jedná se o volný pád míčku, jehož výšku zjistíš pomoci Trackeru a doba pádu je 0,28 s. Výpočty následně ověř pomocí videoanalýzy. Odpověz na otázku, zda je průměrná rychlost větší než rychlost míčku při dopadu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Míček.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

- 1) Spočítej průměrnou a rychlost dopadu míčku.
- 2) Pořid' videozáznam volného pádu míčku.
- 3) Vlož videozáznam do Trackeru a proved' automatickou videoanalýzu.
- 4) V tabulce naměřených hodnot zobraz hodnoty okamžitých rychlostí.
- 5) Zjisti, naměřenou průměrnou rychlost.
- 6) Zjisti, naměřenou rychlost míčku při dopadu na podložku.
- 7) Odpověz na všechny v zadání položené otázky.

### Potřebný vzorec

$$v = \sqrt{2gh}$$

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Rychlost volně puštěného míčku
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

**Pomůcky:**

---

---

**Výpočet:**

**Vypočítané a naměřené hodnoty:**

-	vypočítaná hodnota	naměřená hodnota

**Odpověď:**

---

---

---

<b>Téma</b>	<b>Dráha nerovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Lehká varianta</b>

### Zadání

Popiš jednotlivé úseky grafu uvedeného v pracovním listu. Svůj popis ověř pomocí videoanalýzy nahrávky nerovnoměrného pohybu.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

V příloze této úlohy nalezněš video s názvem „Pohyb autíčka“. Záznam obsahuje metrové měřítko, které do něj bylo vloženo při pořizování záznamu.

Do pracovního listu vyplň popisky vyznačených úseků v grafu.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení účinně, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).
- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na začátku dráhy autíčka.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

### Analýza videozáznamu

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umísti tento hmotný bod do středu červené značky umístěné na autíčku.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

### Zpracování dat

- 1) V pravém horním rohu programu je zobrazen graf závislosti dráhy na čase.



- 2) Pomocí šipky „krok zpět“ v dolní části programu, odkrojuj video zpátky na začátek a při tom pozoruj, v jaké části grafu se nacházíš.
- 3) Do pracovního listu zapiš popisky jednotlivých úseků vykresleného grafu.
- 4) Porovnej popisky obou grafů a do závěru uveď, zda se ti na začátku podařilo graf popsat správně.

<b>Téma</b>	<b>Dráha nerovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Středně těžká varianta</b>

### Zadání

Popiš jednotlivé úseky grafu uvedeného v pracovním listu. Poříd' nahrávku autíčka pohybujícího se podle tohoto popisku a jeho správnost ověř pomocí videoanalýzy.

### Pomůcky potřebné k provedení experimentu

- Autíčko na dálkové ovládání.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### Postup měření

Do pracovního listu vyplň popisky vyznačených úseků v grafu.

### Pořízení videozáznamu

- 1) Vlož do záběru kamery objekt (měřítko) o známých rozměrech.
- 2) Mobilní telefon postav do odpovídající vzdálenosti, tak aby se nehýbal.
- 3) Na zvoleném autíčku vytvoř značku (kolečko) odlišné barvy, než je barva autíčka.
- 4) Zapni nahrávání videozáznamu.
- 5) Uved' autíčko do pohybu a ovládej ho tak, aby se pohybovalo podle tvých popisků z první části pracovního listu.
- 6) Záznam ukonči a nahraj do počítače.

### Zapnutí a nastavení programu

- 1) Zapni program „Tracker“
- 2) Pomocí funkce „otevřít“ vlož videonahrávku do programu.
- 3) Nastav kalibrační tyč tak aby její délka odpovídala délce měřítka vloženého do záznamu.
- 4) Pokud tak není v základním nastavení učiněno, pak přepiš délku kalibrační tyče na hodnotu délky měřítka (každé barevné pole na měřítku měří 0,1 m).

- 5) Zobraz souřadnicové osy a pak je pomocí myši nastav tak, aby střed souřadnic byl na začátku dráhy autíčka.
- 6) Pomocí tlačítka „Vytvořit“ vytvoř hmotný bod.

#### **Analýza videozáznamu**

- 1) Pomocí klávesové zkratky Ctrl + Shift umístí tento hmotný bod do středu červené značky umístěné na autíčku.
- 2) V nově otevřeném okně „Autotracker“, zmáčkni tlačítko „Hledat“, čímž spustíš automatické vyhodnocování videozáznamu.

#### **Zpracování dat**

- 1) V pravém horním rohu programu je zobrazen graf závislosti dráhy na čase.
- 2) Pokud se tento graf odlišuje od grafu z pracovního listu, zopakuj celý postup včetně části „Pořízení videozáznamu“ v níž v bodu 5 uprav pohyb autíčka, tak aby se grafy shodovali.
- 3) Pokud se grafy shodují, napiš popis jednotlivých úseků grafu do pracovního listu.
- 4) Do závěru uveď důvod vzniklé neshody grafů.

<b>Téma</b>	<b>Dráha nerovnoměrného pohybu</b>
<b>Obtížnost</b>	<b>Těžká varianta</b>

### **Zadání**

Popiš jednotlivé úseky grafu uvedeného v pracovním listu. Pořid' nahrávku autíčka pohybujícího se podle tohoto popisku a jeho správnost ověř pomocí videoanalýzy.

### **Pomůcky potřebné k provedení experimentu**

- Autíčko na dálkové ovládání.
- Měřítko.
- Záznamové zařízení (mobilní telefon).
- Program pro videoanalýzu (Tracker).

### **Postup měření**

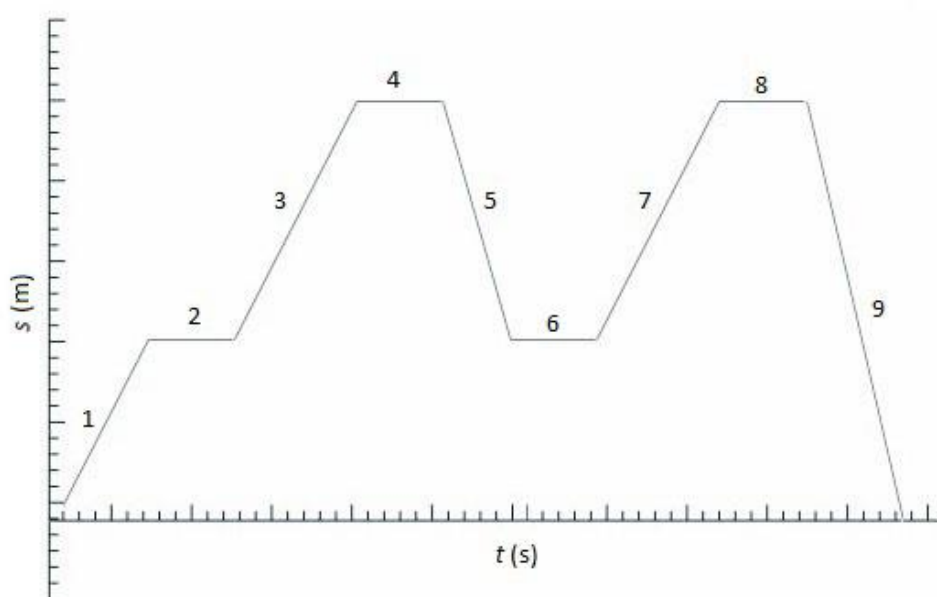
- 1) Popiš vyznačené úseky grafu.
- 2) Pořid' videozáznam autíčka pohybujícího se podle těchto popisků.
- 3) Vlož videozáznam do Trackeru a proved' automatickou videoanalýzu.
- 4) Vykreslený graf porovnej s tím z pracovního listu.
- 5) Pokud se grafy neshodují zopakuj postup od bodu 2 a uprav ho tak aby se grafy shodovaly.
- 6) Do závěru napiš, co zapříčinilo odlišnosti v grafech (v případě jejich shody tuto skutečnost uved' do závěru).

## Pracovní list

<b>Téma</b>	Dráha nerovnoměrného pohybu
<b>Třída</b>	
<b>Jméno a Příjmení</b>	

Pomůcky:

Graf:



Popis grafu:

1)	2)	3)
4)	5)	6)
7)	8)	9)

Popis grafu z videoanalýzy:

1)	2)	3)
4)	5)	6)
7)	8)	9)

Závěr (porovnání výsledků):

---



---