

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta - Katedra aplikované fyziky a techniky

Návrh soupravy pomůcek pro výuku fyziky na ZŠ

Diplomová práce

Vedoucí práce: PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Autor: Bc. Pavel Vrkoč

Anotace

Tato diplomová práce se tematicky zabývá kmitáním, vlněním a akustikou. Cílem této diplomové práce je ověřit vhodnost provádění pokusů při vyučovacích hodinách fyziky na základních školách. Do vyučovací hodiny jsou vhodně zařazovány různé formy pokusů, které pomáhají žákům lépe pochopit probíranou látku.

Součástí práce je návrh soupravy pro demonstraci pokusů prováděných při hodinách fyziky. Práce obsahuje sadu pokusů s touto soupravou. K ověření předpokladu, že zařazování pokusů je vhodnou činností prováděnou při vyučování jsou zde navrženy a v praxi ověřeny pracovní listy. Rozbor těchto pracovních listů tvoří závěr této diplomové práce.

Klíčová slova: fyzikální experiment, demonstrační pokus, žákovský pokus, výuka fyziky, názornost, pracovní listy

Abstract

This dissertation is thematically focused on oscillation, wave and acoustics. The goal of this work is to certified suitability of experiments in the physics lessons on the elementary school. There are different kinds of experiments, which are suitably put into lessons. These experiments help pupils to understand the subject matter.

A part of the work is also draft of kit to demonstrate experiments which are carrying out during the physics lessons. The dissertation contains a set of experiments with this kit. To check out precondition, that putting experiments is suitable activity during the lessons are here suggested and in practice verified worksheets. The analysis of these worksheets is the conclusion of this dissertation.

Keywords: physical experiment, demonstrative experiment, pupils' experiment, teaching of physics, illustrative, worksheets

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 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 24. dubna 2012

.....

Podpis studenta

Touto formou srdečně děkuji vedoucímu diplomové práce PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D. za odborné vedení, věcné připomínky a cenné rady, které mi poskytl, při zpracování tématu diplomové práce.

Obsah

1.	Úvod	7
2.	Pokus ve fyzice	9
2. 1.	Experiment ve fyzikální vědě a ve výuce fyziky.....	9
2. 2.	Klasifikace pokusů ve školské fyzice.....	10
2. 3.	Didaktické funkce pokusů.....	13
2. 4.	Demonstrační pokus.....	13
2. 4. 1.	Hlavní fáze demonstračního pokusu.....	14
2. 4. 2.	Technika přípravy a provádění demonstračních pokusů.....	14
2. 4. 3.	Bezpečnost práce při provádění demonstračních pokusů.....	15
3.	Teoretický rozbor tématu (kmity, vlnění a akustika).....	17
3.1.	Kmity	17
3. 1. 1.	Harmonický pohyb.....	17
3. 1. 2.	Energie harmonického oscilátoru.....	20
3. 2.	Vlny.....	22
3. 2. 1.	Rovnice postupné vlny	23
3. 3.	Akustika.....	25
3. 3. 1.	Rychlost zvuku.....	25
3. 3. 2.	Hlasitost a frekvence zvuku.....	26
3. 3. 3.	Dopplerův jev.....	28
3. 3. 4.	Ultrazvuk a jeho použití v praxi.....	29
4.	Porovnání učebnic fyziky.....	30
4. 1.	Učebnice č. 1.....	30
4. 2.	Učebnice č. 2.....	31
4. 3.	Učebnice č. 3.....	32
4. 4.	Zhodnocení učebnic.....	34
5.	Souprava školních pomůcek pro výuku.....	36
5. 1.	Školní pomůcky pro výuku kmitů.....	36
5. 2.	Školní pomůcky pro výuku vlnění.....	40
5. 3.	Školní pomůcky pro výuku akustiky	43
6.	Pracovní listy k vytvořeným pomůckám.....	49
6. 1.	Příprava pracovních listů.....	50
6. 2.	Pracovní listy.....	51

7.	Zařazení vytvořených pomůcek a pracovních listů do výuky.....	71
7. 1.	Kmity.....	71
7. 2.	Vlnění.....	72
7. 3.	Akustika.....	73
8.	Ověření.....	75
8. 1.	Vypracované pracovní listy.....	75
9.	Závěr.....	81
10.	Seznam použité literatury.....	82
11.	Přílohy	

1. Úvod

Výuka fyziky na základní škole má své nezastupitelné místo mezi všemi předměty. Při hodinách fyziky žáci dostávají základní vědomosti o fungování zákonitostí celého světa. Jsou to informace jak z mechaniky, elektřiny, magnetismu, optiky, astronomie, jaderné fyziky a dalších fyzikálních disciplín. Pomocí těchto vědomostí si žáci utvářejí svůj vlastní pohled na svět kolem nás a jeho zákonitosti a souvislosti. Proto by při výuce fyziky měl dobrý učitel část výuky věnovat právě takovým aktivitám, které vysvětlují zákonitosti světa kolem nás. Mezi tyto aktivity patří také školní pokusy a to jak demonstrační (pokus provádí učitel sám před třídou), tak žákovský (pod dozorem učitele provádí sám žák nebo žáci ve skupině). Pokusy by měly tvořit nedílnou součást výuky spojenou s výkladem dané učební látky. Pro zařazení pokusu do výuky by měl mít učitel dobré pedagogicko-didaktické schopnosti. Organizace výuky ve třídě, udržení kázně při zařazování pokusů do výuky kladou na učitele fyziky vysoké pedagogické nároky. Samotný fyzikální pokus musí být dobře připraven, je náročný na přípravu, učitel si ho musí sám několikrát vyzkoušet, než ho předvede žákům o výuce.

S přípravou pokusů úzce souvisí i technické vybavení pomůckami jednotlivých škol. Mezi školami je dosti velký rozdíl. Jsou školy, které mají velký výběr pomůcek pro provádění pokusů při hodinách fyziky, tak i školy které mají jen minimální počet těchto pomůcek. Je možné vybavit školu speciálními sadami, které pomocí jednoduchých úprav mohou sloužit hned k předvedení několika podobným pokusům. O tom jaké bude mít škola pomůcky pro výuku fyziky, rozhoduje především sám učitel. Jde hlavně o to, jak dokáže prosadit nákup těchto pomůcek a samozřejmě jaké jsou finanční možnosti dané školy.

Výuka fyziky není jenom o pouhém naučení žáků jednotlivým definicím, zákonitostem, základních veličin a jejich vztahů. Jde hlavně o žákovo pochopení jevů v přírodě a jejich souvislostí. O vytvoření vlastního pohledu na jejich podstatu. Vědomosti, které si žáci odnesou z hodin fyziky, tak i z celé školní docházky by měly být určující pro další uplatnění ve vzdělávacím procesu a samozřejmě i každodenním životě.

Část práce je tvořena rozborem školního pokusu v hodinách fyziky. Část je věnována teoretickému rozboru vybrané látky s porovnáním jednotlivých učebnic fyziky pro základní školu věnované této látce. Další část je tvořena pomůckami,

pracovními listy a obrazovou dokumentací těchto pomůcek. Cílem této práce je ověření, zda učební pomůcky používané při fyzikálních pokusech přispívají k lepšímu pochopení dané látky při výuce fyziky na základních školách. Ověření bylo provedeno pomocí pracovních listů, které byly použity na základní škole. Výsledky tohoto ověřování tvoří závěr diplomové práce.

2. Pokus ve fyzice

„Stejně jako pro fyzika je cílevědomé fyzikální experimentování důležitým prostředkem a metodou k získávání nových poznatků, je tomu tak i ve školské fyzice.“

Emil Kašpar

„Základní vzdělávání na 2. stupni pomáhá žákům získat vědomosti, dovednosti a návyky, které jim umožní samostatné učení a utváření takových hodnot a postojů, které vedou k uvážlivému a kultivovanému chování, k zodpovědnému rozhodování a respektování práv a povinností občana našeho státu i Evropské unie. Pojetí základního vzdělávání na 2. stupni je budováno na širokém rozvoji zájmů žáků, na vyšších učebních možnostech žáků a na provázanosti vzdělávání a života školy se životem mimo školu. To umožňuje využít náročnější metody práce i nové zdroje a způsoby poznávání, zadávat komplexnější a dlouhodobější úkoly či projekty a přenášet na žáky větší odpovědnost ve vzdělávání i v organizaci života školy.“ [1]

2. 1. Experiment ve fyzikální vědě a ve výuce fyziky

Ve fyzikální vědě se zkoumají převážně složité fyzikální děje, které probíhají vždy za jiných podmínek, tyto děje jsou poměrně složité. Podmínky, při kterých probíhají, jsou vždy dány konkrétní situací a ty jsou v reálném světě (přírodě) vždy odlišné. Popis principu a jejich rozbor je proto velice složitý. Pro stanovení principu a rozbor těchto dějů se ve fyzikální vědě používá metoda, při které se uměle navozují tyto podmínky tzv. *fyzikální experiment*. Před prováděním *fyzikálního experimentu* je nutná analýza daného děje, stanovení podmínek, za kterých děj probíhá, důkladná příprava a předvídání průběhu a výsledků děje. Po provedení *fyzikálního experimentu* následuje důkladné zpracování výsledků tohoto experimentu. [2], [3]

Fyzikální experiment můžeme rozdělit do jednotlivých kategorií. A to podle toho k jakému účelu se daný fyzikální experiment provádí. Na *heuristický experiment*, jeho účelem je stanovení nových fyzikálních zákonitostí a *ověřovací (verifikační)*, který ověřuje již platné fyzikální zákony a stanovuje, či upřesňuje meze platnosti těchto zákonů. Fyzikální experiment, který probíhá pouze za ideálních podmínek podle platných zákonů a fyzikálních teorií a výsledky tohoto experimentu se pouze odvozují v hlavách vědců je *myšlenkový experiment*. Bez těchto *myšlenkových experimentů* by

nevznikaly nové vědecké poznatky či teorie, je tzv. „*motorem*“ vědeckého poznání. [2], [4]

Fyzikální experiment prováděný při výuce fyziky, tak i dalších technických předmětů se nazývá *školní pokus*. *Školní pokusy* mohou být zařazovány do výuky dle potřeb vyučujícího a tématu probírané látky. Výhodou školního pokusu je možnost jeho opakování. Z tohoto důvodu se školní pokus stává nedílnou součástí vyučování na základní škole. Nesmíme ale také zapomenout hlavně na pedagogicko-psychologické hledisko. [5]

Zařazováním fyzikálních experimentů do vyučování pomáhá žákům k pochopení probírané fyzikální látky (pochopení daného fyzikálního děje) a tím vzniká lepší asociace s podobnými ději z reálného světa. Žáci tím získávají lepší orientaci v dnešním přetechizovaném světě.

Školní pokus má vedle již zmíněných funkcí ještě jednu zásadní funkci, která se mezi funkce v odborné literatuře ve fyzikální vědě neuvádí a to je *didaktická funkce*. [2]

2. 2. Klasifikace pokusů ve školské fyzice

Demonstrační pokus

Demonstrační pokus je prováděn při vyučování v hodinách fyziky, jeho účelem je žákům demonstrovat nové fyzikální poznatky, případně ověřit již ty, které žáci znají nebo objasnit principy činností jednotlivých přístrojů a technických zařízení. [5] Demonstrální pokus provádí sám učitel nebo za pomoci žáků před celou třídou tzv. *pokus předváděný učitelem*, nebo ho provádí sami žáci pod vedením učitele tzv. *žákovský pokus*. *Žákovský pokus má samozřejmě větší pedagogicko-didaktický význam* jak pro žáky, tak i pro samotnou výuku. Vedle pedagogicko-didaktického významu má školní pokus i význam motivační. [2], [6]

Z didaktického hlediska demonstrační pokusy pomáhají žákům pochopit podstatu vlastností, procesů a principů jednotlivých fyzikálních jevů, jejich využití pro další vzdělávání, tak pro běžný život. [2]

Příkladem demonstračního pokusu je pokus na vznik elektrické vodivosti v solném roztoku.

Vyšší úroveň demonstračního pokusu představuje tzv. *demonstrace*. *Demonstrace* má širší význam než demonstrační pokus. Po stránce didaktické

představuje demonstrace více dílčích činností prováděné učitelem při výuce dané látky při hodinách fyziky. Učitel se neomezuje pouze na provádění pokusu, ale jedná se o více činností (modely, grafy, aplety, reálné předměty), které více přiblíží a také pomohou pochopit danou látku žákům. [2], [7]

Žákovský pokus provádí jediný žák nebo skupina žáků při vyučování. Jednou z možností je také provádění žákovského pokusu jako domácího úkolu. V tomto případě se jedná o jednoduché úlohy bez nutnosti použití speciálních pomůcek či přístrojů. Při provádění žákovského pokusu má žák užší kontakt s prováděným pokusem. Vede k rozvoji tvořivosti, což je spojeno s vývojem duševních a motorických činností žáka, tím žáci získávají základní návyky a dovednosti při zacházení s jednoduchými přístroji a pomůckami. [2]

Žákovské pokusy jsou takovými aktivitami žáků při vyučování, které je vtáhnou do vlastního utváření vyučovací hodiny, tím se zvyšuje kredit a důležitost takového žáka při vyučování. Takovéto aktivity při hodinách mají daleko větší význam než pouhé pozorování pokusů. Mají samozřejmě větší pedagogicko-psychologický a didaktický význam. Tyto pokusy vyžadují zkušeného pedagoga s dobrými pedagogickými schopnostmi pro udržení kázně při provádění daného pokusu. [8], [9]

Rozdělení dle [2]:

- *Individuální žákovský pokus* provádí jeden žák v rámci vyučovacího procesu. [2]
- *Frontální žákovský pokus* provádí všichni žáci dané třídy pod přímým vedením učitele v rámci vyučovacího procesu. Pro výběr úloh pro frontální žákovský pokus se zaměříme převážně na jednoduché úlohy. Jak z hlediska náročnosti na případné pomůcky pro provádění frontálních pokusů, tak z hlediska udržení kázně ve třídě je optimální provádění těchto pokusů ve dvojicích. [2]
- *Laboratorní úlohy* provádí žáci nebo skupina žáků, jedná se o poměrně složité fyzikální pokusy, které kladou větší nároky jak na samotné žáky, tak na učitele. Jejich počet je omezen těmito nároky, proto se provádí jen na konci tematických celků a v omezeném počtu. Zpravidla jen jedna úloha na konci každého tematického celku. [2], [9]

K dalšímu rozvoji vědomostí žáků a možnost prohlubování či opakování fyzikálních pokusů může přispívat nepovinný předmět *praktikum z fyziky*. Tento předmět je určen především pro žáky s tzv. „*technickým myšlením*“ se zájmem o techniku. Tím také může přispět žákům k snazšímu výběru dalšího stupně vzdělávání. (technicky zaměřené střední školy a učiliště). Na těchto hodinách se provádějí složitější či časově náročnější pokusy. Pokusy jsou prováděny jednak učitelem fyziky, tak samozřejmě je provádějí i sami žáci. [10]

Reálný pokus

Pokusy *reálné* (pokusy prováděné při vyučování) a pokusy *modelové* (pokusy pomocí jednoduchých modelů, které nahrazují složitá zařízení či součástky). [2]

Pokusy *reálné* (pokusy prováděné při vyučování). Mezi reálné pokusy můžeme zařadit i demonstrační pokusy. Jedná se v podstatě o pokusy, které objasňují nějakou fyzikální vlastnost či fyzikální děj. Žáci tyto pokusy vnímají pomocí svých základních smyslů, převážně zrakem, sluchem, někdy i čichem. [2]

Příkladem takového pokusu je pozorování polovodičové součástky (led-diody) při průchodu elektrického proudu při změně polarity zdroje.

Pokusy modelové zjednodušeně předvádějí složité jevy či technická zařízení. Zaměřují se na zjednodušený popis těchto zařízení a jevů při zachování a možnosti vysvětlení základních principů a vlastností. Ve vyučovacím procesu se s těmito pokusy setkáváme poměrně často, protože s jinými druhy pokusů nejsme schopni vysvětlit vlastnosti technických zařízení a objasnit složité jevy. Většina pokusů prováděných při výuce fyziky na základních školách je prezentována těmito *modelovými pokusy*. [2], [10]

Příkladem takového pokusu jsou pokusy s modely parního stroje, transformátoru, nebo spalovacího motoru.

2. 3. Didaktické funkce pokusů

Pokusy lze rozdělit podle určitých hledisek. Jedno z hledisek může být hledisko didaktické (daný pokus má v rámci vyučovací hodiny určitý didaktický význam). Proto pokus, především demonstrační lze rozdělit do určitých skupin. [2]

Dělení do skupin dle ([7], [8]):

- heuristické (objevitelské)
- ověřovací (verifikační)
- motivující učivo
- ilustrační (expoziční)
- uvádějící fyzikální problém
- aplikační (použitelné v praxi)
- historické
- opakující a prohlubující (fixační)
- kontrolní (diagnostické)

2. 4. Demonstrační pokus

Pro demonstrační pokus musí platit určitá pravidla, aby se stal didakticky přínosný pro samotnou výuku fyzika na školách. Proto musí splňovat požadavky po stránce obsahové, tak i po stránce formální. [5]

Základní požadavek je kladen na vědeckou správnost předváděného pokusu. Aby průběh pokusu odpovídal průběhu jevu, který se učitel snaží žákům vysvětlit při probírání daného tématu vyučovací hodiny. Všechny předváděné pokusy probíhají ve školní třídě nebo školních laboratořích, což samozřejmě může ovlivnit nebo zkreslit průběh a výsledek pokusem předváděného jevu oproti průběhu tohoto jevu v přírodě. Za průběh předváděného pokusu je zodpovědný sám učitel. Proto si učitel musí pokus připravit a předvést v takovém pořadí, aby byl jak po stránce věcné, tak po stránce *didaktické správný*. [5], [11]

Mezi hlavní cíle vzdělávacího procesu je vychovávat jedince (žáky), kteří se dokážou orientovat a později začlenit do společnosti. Tedy být přínosem pro společnost. Z tohoto hlediska můžeme také zobecnit cíle *školních pokusů*. Nejde jenom o získání základních fyzikálních poznatků, ale také o rozvoj logického myšlení a možné využití

nových poznatků v běžném životě. Jestliže učitel fyziky dokáže „vtáhnout“ žáky do tématu vyučovací hodiny, může v dětech vzbudit zájem o techniku jako takovou. Může dojít k upevňování zájmu o fyzikální problematiku a při volbě povolání mohou zvolit technická povolání. [2], [9]

2. 4. 1. Hlavní fáze demonstračního pokusu

Hlavní fáze demonstračního pokusu můžeme rozdělit dle [2] takto:

- Jasně stanovení cíle pokusu
- Myšlenková a technická příprava pokusu
- Vlastní provedení pokusu
- Zhodnocení výsledků pokusu

2. 4. 2. Technika přípravy a provádění demonstračních pokusů

Důležitá je samozřejmě příprava na vyučovací hodinu, s tím také souvisí příprava demonstračních pokusů prováděných v rámci této hodiny. Demonstrační pokus musí být prováděn správně jak po odborné (fyzikální) stránce, tak i po stránce didaktické. Náměty pro demonstrační pokusy může učitel čerpat v nových knižních publikacích nebo odborných časopisech. Další možností získávání námětů pro fyzikální pokusy může být účast učitele na odborných seminářích a konferencích, mnoho námětů je též na internetu. [2], [8]

Před začátkem demonstračního pokusu je třeba nejprve žáky seznámit se samotným školním pokusem, ukázat a popsat jednotlivé používané pomůcky a přístroje. Jestliže jsou použity nové přístroje a pomůcky musí popisu věnovat více času a případně pro lepší pochopení popis zopakovat. Při samotném provádění demonstračního pokusu dbá na to, aby všichni žáci dobře viděli na předváděný pokus. Učitel může pokus předvádět celé třídě najednou nebo může třídu rozdělit do skupin. Je vhodné používat při pokusech školní přístroje a pomůcky, které jsou vyráběny v dostatečné velikosti, aby byly dobře viditelné pro všechny žáky. [2], [10]

Při provádění demonstračního pokusu musí být na katedře jenom ty přístroje

a pomůcky, které jsou potřebné k provedení daného pokusu. Přítomnost jiných (dalších) přístrojů a pomůcek může odvádět pozornost žáků od prováděného pokusu. Žáci se musí soustředit na prováděný demonstrační pokus. Na přístroje a pomůcky musí být vidět z každého místa ve třídě. Jednotlivé přístroje se nesmí vzájemně zakrývat, učitel musí dbát na přehledné uspořádání jednotlivých pomůcek potřebných k předvádění pokusů. [2]

Samotný průběh demonstračního pokusu učitel sám nekomentuje. Žákům podá jenom základní informace o daném pokusu. Poté nechá iniciativu na třídě. Pokládá žákům kontrolní otázky a nechá je přemýšlet o předvedeném ději či fyzikálních vlastnostech. Žáci přebírají iniciativu a sami se snaží objasnit předvedený děj či fyzikální vlastnost. Takto předvedený demonstrační pokus má větší smysl pro výuku daného tématu. Na závěr učitel zopakuje průběh předvedeného pokusu. Pro lepší zapamatování předváděného fyzikálního děje je dobré pokus několikrát zopakovat.

„Ovládnutí techniky fyzikálních pokusů je proces dlouhodobý. Vyžaduje od učitele sebevzdělávání, cílevědomou přípravu na každý pokus, poctivou vlastní experimentální činnost spojenou s osvojováním si způsobilosti a zručnosti v práci. Učitel začátečník se nesmí nechat odradit počátečními neúspěchy. Účinnou podporou v této náročné práci jsou také dobré rady zkušenějších učitelů fyziky.“ [2]

2. 4. 3. Bezpečnost práce při provádění demonstračních pokusů

Bezpečnostní pravidla a hygienická pravidla nesmí být opomíjena ani při provádění demonstračních a jiných pokusů předváděných při vyučování na školách. Proto je nutné používat jenom bezpečné přístroje a pomůcky, které prošli příslušnými revizemi. Taktéž by měly být zrevidovány všechny rozvody elektrické energie a plynu v učebnách fyziky na dané škole. Hlavní podmínkou je dokonalá znalost všech používaných přístrojů a pomůcek. K bezpečnosti přispívá i pečlivá příprava prováděného demonstračního pokusu. [5], [11], [12]

Učitel by měl při provádění sám minimalizovat možnost vzniku úrazu vhodným výběrem pokusů a postupů. Nikdy neprovádět pokusy *riskantní* z hlediska bezpečnosti, i když by tyto pokusy měly být názornější a pro pochopení probírané látky výhodnější než pokusy zcela bezpečné. Lepší je vybrat pokus *bezpečný* (i když není tak názorný), vícekrát ho zopakovat pro pochopení předváděného fyzikálního děje. Bezpečnost žáků

i učitele by měla být na prvním místě při rozhodování, jaký fyzikální pokus bude učitel při hodinách fyziky provádět. *Nikdy neprovádět nebezpečný pokus!!*

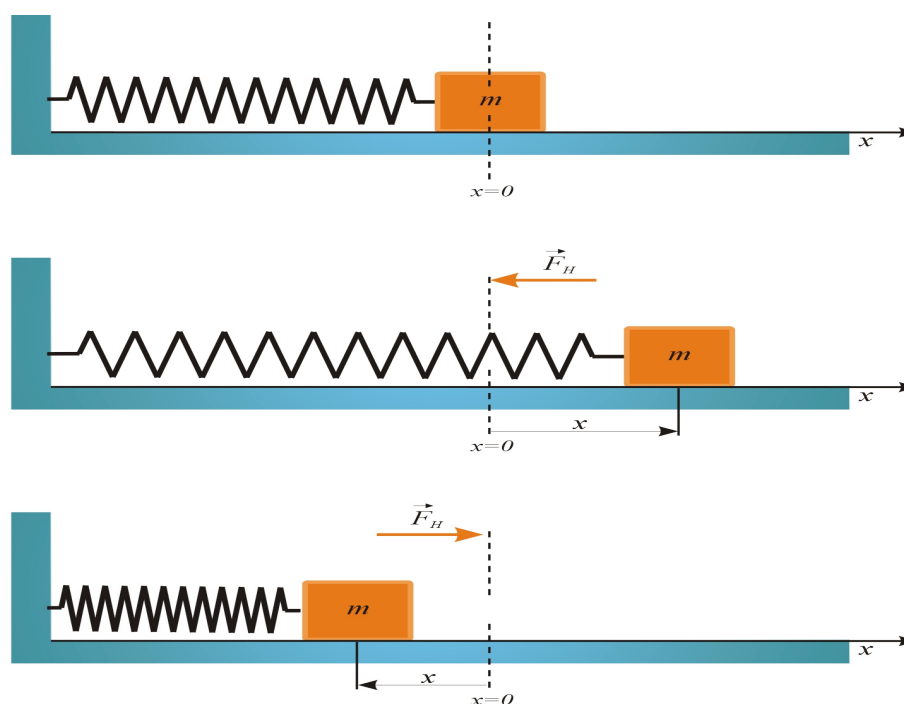
3. Teoretický rozbor tématu (kmity, vlny a akustika)

3.1. Kmity

Kmitavý pohyb je jedním z nejrozšířenějších pohybů jak v přírodě, tak v technické praxi vůbec. Kmitání lze popsat veličinami, které se časem mění. Ve fyzikálním světě a technické praxi, dále i běžném životě se nejčastěji setkáváme s kmity mechanickými a elektromagnetickými. [9]

3.1.1. Harmonický pohyb

Je dáno těleso o hmotnosti m pevně spojené s pružinou. Jedna strana je pevně připevněna k nepohyblivé desce (viz obr. 3. 1). Poloha tělesa, při které je daná pružina volná (není stlačená ani natažená), hovoříme o tzv. *rovnovážné poloze* (na x -ové ose je $x = 0$). Pro zjednodušení zanedbejme tření mezi podložkou a tělesem m , potom se jedná o netlumené kmitání). [13]



Obrázek 3. 1: Kmity tělesa na pružině, převzato a upraveno z [13]

Silové působení pružiny na dané těleso určuje sílu, která vrací těleso zpět do rovnovážné polohy. Tato síla je odvozena z *Hookova zákona*: [13]

$$F_H = -k x,$$

daná síla je potom přímo úměrná výchylce (x) tělesa na pružině. *Tuhost pružiny* nám představuje konstanta k . Po dosazení do *II. Newtonova zákona* o síle platí následující rovnice: [13]

$$-k x = m a_x,$$

$$a_x + \frac{k}{m} x = 0,$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0,$$

kde k/m je rovno ω^2 . Kde ω^2 je úhlová frekvence kmitavého pohybu.

Po dosazení ω^2 do rovnice dostaneme pohybovou rovnici *netlumených kmitů* na pružině:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0,$$

jedná se o diferenciální rovnici druhého řádu. Po vyřešení dostaneme rovnici:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi),$$

kde: A je *amplituda* (maximální výchylka oscilujícího tělesa)
 ω je *úhlová frekvence kmitavého pohybu* (jednotky $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$)
 φ je *počáteční fáze* neboli počáteční úhel

potom okamžitou rychlost a zrychlení kmitavého pohybu vyjádříme pomocí rovnice:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A \frac{d}{dt} \sin(\omega t + \varphi) = A\omega \cos(\omega t + \varphi),$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2} = A\omega \frac{d}{dt} \cos(\omega t + \varphi) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi),$$

pro frekvenci kmitavého pohybu ω , platí vztah:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}},$$

pro maximální rychlost platí vztah:

$$v_{max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}},$$

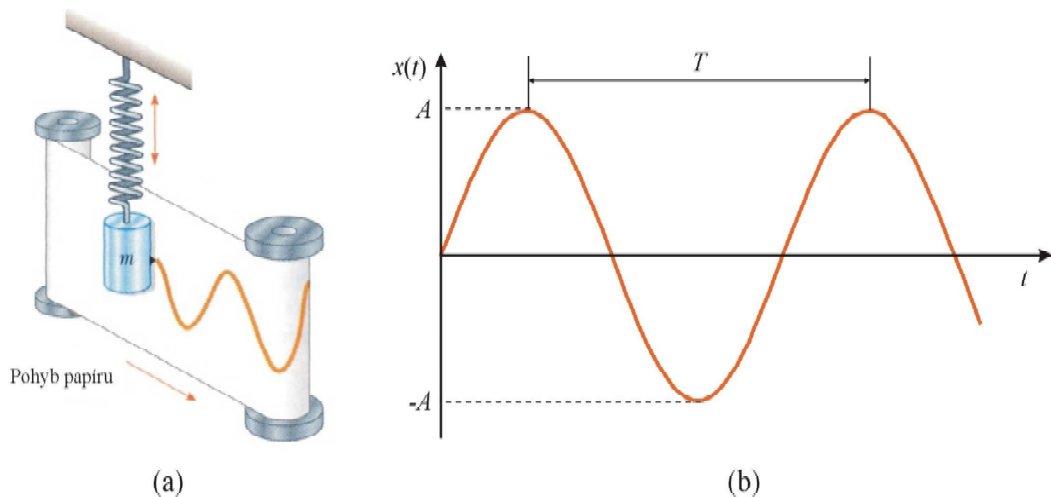
a maximální zrychlení:

$$a_{max} = A\omega^2 = A\frac{k}{m},$$

Obrázek 3. 2 představuje časovou závislost okamžité výchylky. Pro periodu a frekvenci kmitavého pohybu platí následující rovnice: [13]

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}},$$



Obrázek č. 3. 2: (a) Zázpis kmitání tělesa na papír pohybující se konstantní rychlostí, (b) Závislost okamžité výchylky na čase, převzato a upraveno z [13]

3. 1. 2. Energie harmonického oscilátoru

Pro energie harmonického oscilátoru, kdy neuvažujeme tření ani žádné jiné energetické ztráty, platí zákon zachování energie. Celková energie harmonického oscilátoru je součtem potenciální a kinetické energie. Tento součet je konstantní: [13]

$$E = E_k + E_p,$$

kde E_k je kinetická energie
 E_p je potenciální energie

Pro potenciální energie harmonického oscilátoru, která souvisí pouze s tuhostí dané pružiny pak platí: [13]

$$E_p = \int F dx = \int kx(t) dx,$$

po úpravě

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2(t) = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(\omega t + \varphi),$$

Pro *kinetickou energii harmonického oscilátoru*, která souvisí pouze s kmitajícím tělesem, její velikost se mění v závislosti na rychlosti $v(t)$, pak platí: [13]

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2(t) = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi),$$

po dosazení za

$$\omega = \frac{k}{m},$$

pak platí:

$$E_k = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi),$$

Pro *celkovou energii harmonického oscilátoru* pak platí:

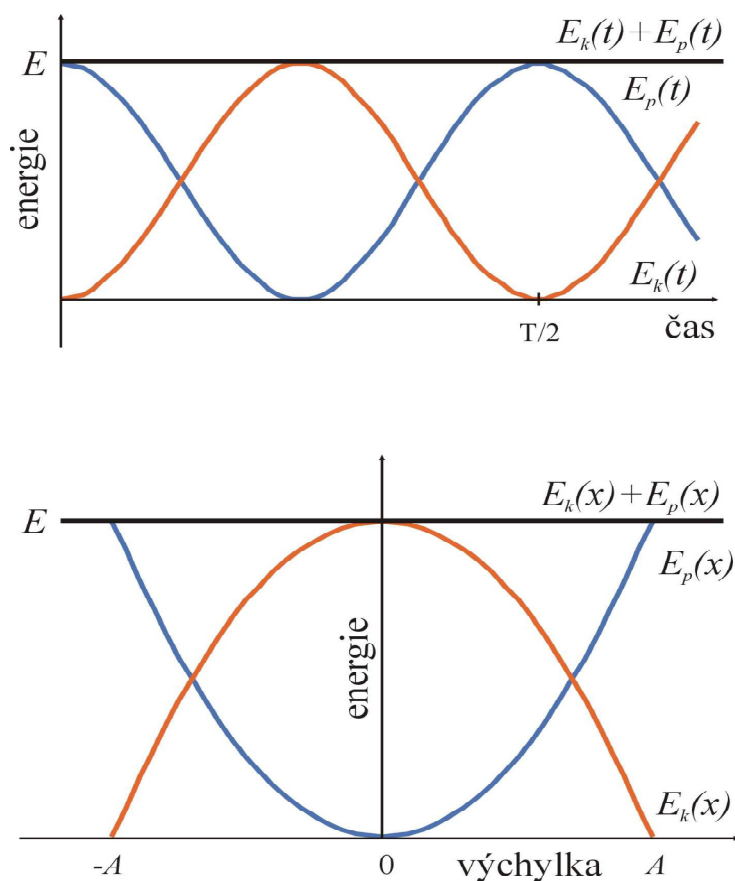
$$E = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(\omega t + \varphi),$$

S použitím $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, dostaneme:

$$E = \frac{1}{2} kA^2,$$

Celková energie harmonického oscilátoru konstantní. Je nezávislá na čase. [9], [13]

„Na obrázku 3. 3 jsou graficky vyjádřeny potenciální a kinetická energie jako funkce času a výchylky. Povšimněme si, že všechny energie jsou nezáporné. Zároveň je také na obrázku vidět, že při nulové výchylce je veškerá energie oscilátoru tvořena pouze energií kinetickou a pro $x = \pm A$ naopak pouze energií potenciální.“ [13]



Obrázek č. 3. 3: Závislost potenciální a kinetické energie na čase a okamžité výchylce, převzato a upraveno z [13]

3. 2. Vlny

„Vlnění je fyzikální děj šíření rozruchu v prostoru. Vlnění má různou fyzikální podstatu i různé projevy. Vznik vlnění v hmotném prostředí je podmíněn vazbami mezi jednotlivými elementy prostředí. Podle způsobu rozruchu a druhu vazby vznikají vlny různého charakteru.“ [9] Dle [9] dělíme vlny na:

- Pružné (elastické) podmíněné pružností látek

- Tíhové vlny na povrchu kapalin
- Kapilární vlny na povrchu kapalin
- Elektromagnetické vlny

V obecné rovině lze vlnění popsat pomocí vlnové funkce. Tato funkce každému bodu, který se nachází ve spojitém prostředí, přiřazuje v každém časovém okamžiku určitou hodnotu dané fyzikální veličiny. [9]

Mechanické vlnění je takové vlnění, které vzniká v pevných, kapalných a plynných látkách. V těchto prostředích vzniká v důsledku existence vazebních sil mezi částicemi (atomy, molekuly) prostředí, kterým se vlnění šíří všemi směry. Částice, které v tomto prostředí kmitají, tak v důsledku vazebních sil přenáší kmitavý pohyb na další částice v tomto prostředí. Tento pohyb se šíří látkovým prostředím. Mechanickým vlněním se přenáší určitá část energie. [9]

3. 2. 1. Rovnice postupné vlny

Vlnění rozdělujeme na *vlnění postupné příčné – transverzální* (kolmo ke směru šíření vlny např. rozkmitané lano) a *vlnění postupné podélné – longitudální* (ve směru šíření vlny např. zvuk). [9], [14]

Vlnění postupné příčné

Vlnění se šíří vlnovou rychlostí v , která závisí na vlastnostech pružného prostředí. Pak zdroj vlnění kmitá s frekvencí $f = 1/T$. Za dobu T dospěje vlnění do vzdálenosti λ (*vlnová délka*), pro λ platí: [14]

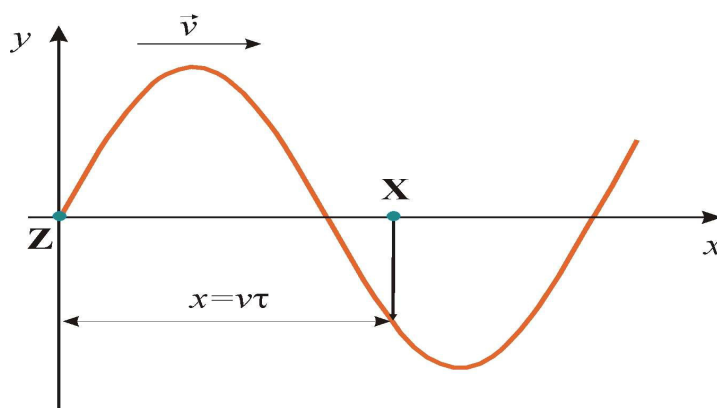
$$\lambda = v T = \frac{v}{f},$$

zdroj Z vlnění kmitá harmonicky podle následující rovnice:

$$y = A \sin(\omega t),$$

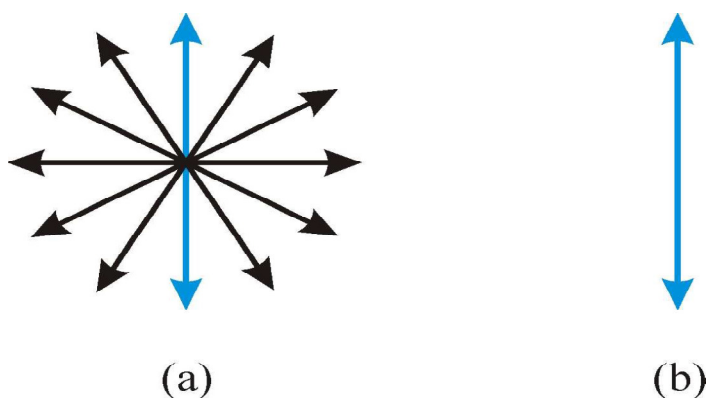
kde y je *okamžitá výchylka*
 A je *amplituda*
 ω je *úhlová frekvence*
 t je *čas*

„Postupné vlnění se šíří v přímé bodové řadě ve směru osy x . Do bodu X viz obr. 3. 4 ve vzdálenosti x od zdroje Z vlnění dospěje za dobu $\tau = x/v$ (kde v je rychlost vlnění).“ [14]



Obrázek č. 3. 4: Postupná vlna řady bodů, převzato a upraveno z [14]

„Vlnění je opakující se periodický děj, který má periodu časovou vyjádřenou veličinami ω , T a periodou prostorovou vyjádřenou veličinami v a λ .“ [14] Pro směr kmitání vlnění platí, že tento směr je dán směrem, ve kterém jednotlivé body kmitají kolem svých rovnovážných poloh. Kmitání tedy může probíhat ve všech směrech viz obr. 3. 5a. Pro lineárně polarizované vlnění platí, že body při tomto druhu vlnění kmitají v jednom společném směru (v jedné rovině) viz obr. 3. 5b. [9], [14]



Obrázek č. 3. 5: Pohled, kdy se vlny šíří směrem k nám (a) nepolarizované vlnění, (b) polarizované vlnění, převzato a upraveno [14]

Vlnění postupné podélné

Při vlnění postupném podélném body kmitají ve směru šíření vlnění. Toto vlnění vzniká ve všech látkových skupenstvích, které jsou pružná při změně objemu (stlačení, rozpínání), takto se šíří např. zvuk. [9], [14]

„Délka vlny je zde charakterizována jedním zředěním a jedním zhuštěním. Okamžitá výchylka je matematicky popsána stejně jako v případě příčného vlnění. Je nutné si však uvědomit, že přenášení rozruchu při podélném vlnění je podmíněno tlakovými silami.“ [14]

pro rychlost vlny pak platí:

$$v = f \lambda ,$$

3. 3. Akustika

Vědní obor, zabývající se fyzikálními ději, které probíhají při vzniku, šíření a vnímání zvukového vlnění se nazývá akustika nebo také fyzikální akustika. Tento vědní obor se dále dělí na dílčí obory akustiky, podle oblastí, kterými se zabývá (hudební, fyzikální, fyziologickou, elektroakustiku, stavební akustika). Celý rozsah hladin intenzity a frekvenční rozsahy různých zdrojů zvuku jsou uvedeny na obrázku 3. 7. Zvuky, které je schopno vnímat lidské ucho jsou ve frekvenčním rozsahu 16 Hz až 16 kHz. Toto jsou průměrné hodnoty lidské populace. S přibývajícím věkem samozřejmě se tento rozsah mění a lidské ucho už není schopno vnímat celý frekvenční rozsah. [15], [16]

3. 3. 1. Rychlost zvuku

Pro popis zvuku zavedeme tyto základní pojmy (*zdroj zvuku, vlnoplocha a paprsek*). Od zdroje zvuku se zvuk šíří všemi směry rovnoměrně (má izotropní charakter). Pro vlnoplochu platí, že na ní mají všechny částice vzduchu (plynu) stejnou výchylku i rychlost a tedy i fázi. Paprsky jsou pak čáry kolmé na vlnoplochy a ukazují směr jejich šíření. [16]

pro rychlost zvuku v pevných látkách platí:

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}},$$

kde τ je *napětí*
 ρ je *hustota*

pro zvuk šířící se ve vzduchu platí:

$$v = (331 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}) \sqrt{1 + \frac{T_c}{273^\circ\text{C}}},$$

kde T_c je *teplota* vzduchu ve stupních Celsia

3. 3. 2. Hlasitost a frekvence zvuku

Intenzita zvuku I je dána energií vlnění za jednotku času, která projde jednotkovou plochou kolmou na směr šíření zvuku. Intenzita zvuku je přímo úměrná výkonu zdroje a nepřímo úměrná ploše (má tvar kulové plochy mající střed v místě bodového zdroje). [16]

pak pro *intenzitu zvuku* platí:

$$I = \frac{P}{S}.$$

Intenzitě zvuku odpovídá pojem *hlasitost*. Minimální hodnota intenzity určuje tzv. *práh slyšitelnosti*, který je u běžné populace různý (závisí především na věku). „*Lidské ucho je schopno vnímat poměrně široký rozsah intenzit ($10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ až 10 W.m^{-2}). Přenáší-li zvuková vlna větší energie než 10 W.m^{-2} , pak člověk vnímá zvuk jako bolestivý pocit. Tato hodnota určuje tzv. práh bolestivosti.*“ [16] Různé příklady hlasitosti některých zvuků jsou uvedeny v tabulce 3. 6. [9], [16], [18]

pro *hladinu intenzity zvuku* platí:

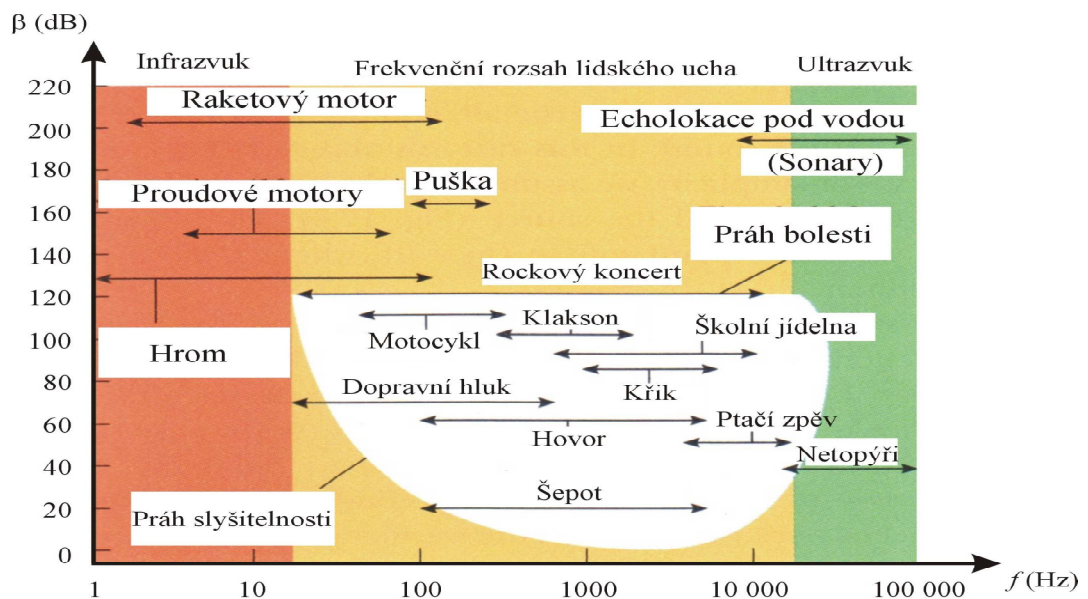
$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0},$$

kde I je konkrétní hodnota *intenzity* vnímaného zvuku [dB] (*decibel*)

I_0 je *práh slyšitelnosti* a *hladina hlasitosti* [dB] (*decibel*)

druh zvuku	hladina intenzity zvuku (dB)	poznámka
úplné ticho	0	hranice slyšitelnosti
šepot	10	
klidná a tichá ulice	30	
průměrný hluk v bytě	40	
motor jedoucího automobilu	50	
hlasitý hovor	70	
hlučná ulice	90	nepříjemný pocit
rockový koncert	110 - 120	nebezpečí poškození sluchu
letadlo s proudovými motory	130	bolest v uších
start rakety	140	trvalé poškození sluchu

Tabulka č 3. 6: Hlasitost některých zvuků



Obrázek č. 3. 7: Rozsah hladin intenzity a frekvenční rozsahy různých zdrojů zvuku, převzato a upraveno [16]

3. 3. 3. Dopplerův jev

„Dopplerův jev vysvětluje a popisuje změny detekovaných frekvencí vůči pohybujícímu se zdroji zvuku. Dopplerův jev, který můžeme vyjádřit obecnou rovnicí například pro posun frekvencí:

$$f' = f \frac{c \pm v_D}{c \pm v_Z},$$

kde f' je přijatá frekvence detektorem, f je původní frekvence, c je rychlost vlnění, v_D je rychlost detektoru nebo pozorovatele, v_Z je rychlost zdroje, znaménka $+$ v čitateli a $-$ ve jmenovateli, vyjadřují děj, při kterém se detektor nebo zdroj k sobě přibližují. Opačnou situaci představuje děj, při kterém se detektor nebo zdroj od sebe vzdalují, potom máme znaménka $-$ v čitateli a $+$ ve jmenovateli.“ [16]

Dopplerův jev je hojně využit i v přírodě. K echolokaci jej používá netopýr. Dále se využívá k měření rychlosti automobilů pomocí radarů. Nebo ho lze využít i v astronomii k měření rychlosti vesmírných objektů. [9], [16]

3. 3. 4. Ultrazvuk a jeho použití v praxi

Jedná se o zvuk, který není slyšitelný lidským uchem. Jeho frekvence je vyšší jak 16 kHz. Vlnová délka ultrazvukových vln je poměrně malá. Při průchodu plynnými látkami je více pohlcován než zvuk slyšitelných frekvencí. V kapalinách a pevných látkách je pohlcován podstatně méně. [16]

Jeho využití v technické praxi tak i přírodě je velice široké. Pro svou orientaci v mořích a oceánech jej používají velryby, delfíni a také ponorky. Používá se k vrtání skla, keramiky a tvrdých kovů. Jeho hojné využití najdeme i v lékařství (sonografické vyšetření, vyšetření krve). Pomocí ultrazvuku lze i čistit různé materiály (zlato, stříbro). [16]

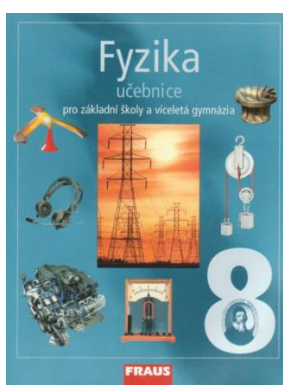
4. Porovnání učebnice fyziky

Pro porovnání jsem si vybral tři učebnice fyziky pro základní školy. Porovnal jsem ty části učebnic, které se věnují konkrétnímu tématu této diplomové práce (kmity, vlnění a akustika). Při porovnávání jsem se zaměřil na grafické zpracování, odbornou a obsahovou stránku učebnic, množství a vhodnost pokusů a úkolů, jak se v daných učebnicích dokážou žáci orientovat, zda jsou v učebnicích uvedeny příklady využití poznatků z hodin fyziky v reálném životě a neposlední řadě, zda jsou učebnice pro žáky atraktivní = motivující. Jedná se o tyto konkrétní učebnice:

- Rauner, K., Petřík, J., Prokšová, J., Randa, M.: *Fyzika 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*, Fraus, 2006
- Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 8 ročník základní škol*, Prometheus, 1999
- Tesař, J., Jáchim, F.: *Fyzika 6 pro základní školu*, SNP-Pedagogické nakladatelství Praha, 2011

4.1. Učebnice č. 1

Rauner, K., Petřík, J., Prokšová, J., Randa, M.: *Fyzika 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*, Fraus, 2006



Obrázek č.: 4. 1: učebnice fyziky č. 1, převzato a upraveno [17]

Danému tématu je v této učebnici fyziky pro základní školy viz obr. č. 4. 1 celkem 23 stran. Téma je obsaženo v kapitole s názvem „Zvukové jevy“. Tato kapitola je dále členěna na podkapitoly: Vlastnosti pružných těles, Kmitavý pohyb,

Kmitání pružných těles, Vlnění, Vlnění příčné a podélné, Zvuk zdroje zvuku, Šíření zvuku, Ultrazvuk a infrazvuk, Vnímání zvuku hlasitost, Záznam a reprodukce zvuku.

Učebnice je vydána ve formátu A4, danému tématu je věnováno dostatek prostoru v učebnici. Učebnice svým vzhledem připomíná pracovní sešit. Podstatné a zajímavé informace pro danou vyučovací látku jsou v samostatném barevně odlišeném sloupci (liště) na okraji každé stránky. V učebnici jsou používány symboly, které pomohou žákům lépe se v učebnici orientovat. Počet obrázků a jejich rozvržení v učebnici přispívá k snadné orientaci a pochopení vysvětlované učební látky. Na závěr probíraného tématu není samostatná kapitola s hlavními a základními poznatky, což je asi dle mého názoru jedinou chybou této učebnice. Na první pohled je vidět, že tato učebnice je pro žáky atraktivní a může žáky motivovat k danému předmětu. Tomu odpovídá i rok vydání této učebnice, je to rok 2006. [17]

4. 2. Učebnice č. 2

Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 8 ročník základní škol*, Prometheus, 1999



Obrázek č.: 4. 2: učebnice fyziky č. 2, převzato a upraveno [18]

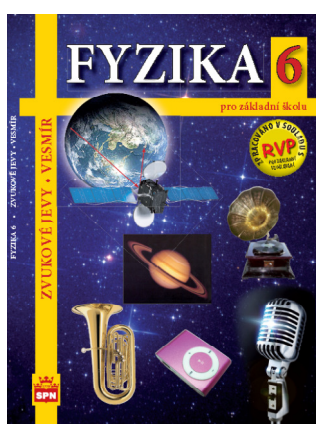
Dané téma je v této učebnici viz obr. č. 4. 2 rozděleno na 8 podkapitol, které jsou zastřešeny jednou hlavní kapitolou s názvem „Zvukové jevy“. Celkem je věnováno této kapitole 12 stran učebnice. Jednotlivé podkapitoly mají tyto názvy: Zvukový rozruch, Šíření zvukového rozruchu prostředím, Tón výška tónu, Ucho jako přijímač zvuku, Nucené chvění rezonance, Odraz zvuku, Ochrana před nadměrným hlukem, Otázky a úlohy ke shrnutí učiva článků 3.1 až 3.7.

Tato učebnice je vydána v roce 1999, což je vidět již na první pohled. Přehledné uspořádání, spíše stručnější obsah věnovaný danému tématu. Pokusy a obrázky jsou v učebnici v barevném provedení, jasně a srozumitelně pochopitelné. Počet těchto

obrázků a pokusů je omezen malým počtem stran v učebnici věnovaný tomuto tématu. Učebnice jistě splňuje požadavky na výuku dané látky na základní škole. Svým obsahem a především grafickým provedením není pro dnešního žáka základní školy již tolik atraktivní a zajímavá, právě proto už „dnes“ nedokáže tolik motivovat žáky k výuce fyziky. Učebnice nedokáže na první pohled zaujmout žáky, což by mělo být jedním ze základních úkolů *dobré* učebnice. [18]

4. 3. Učebnice č. 3

Tesař, J., Jáchim, F.: *Fyzika 6 pro základní školu*, SNP-Pedagogické nakladatelství Praha, 2011



Obrázek č.: 4. 3: učebnice fyziky č. 2, převzato a upraveno [19]

V této učebnici fyziky viz obr. 4. 3 je danému tématu věnována celý jeden oddíl učebnice se shodným názvem jako u předešlých dvou učebnic, a to „*Zvukové jevy*“. Tento oddíl se dále dělí na čtyři kapitoly: Periodické děje, Vlnění, Zvuk, Shrnutí oddílu Zvukové jevy. Kapitola „Periodické děje“ se dělí na dvě podkapitoly: Kmitavý pohyb pružiny a matematického kyvadla a Periodické děje a jejich grafické znázornění. Kapitola „Vlnění“ se dělí na čtyři podkapitoly: Vznik vlnění a jeho druhy, Popis a vlastnosti vlnění, Elektromagnetické vlnění, Mechanické vlnění v Zemi. Třetí kapitola „Zvuk“ se dělí na šest podkapitol: Vznik a šíření zvuku, Rychlost šíření zvuku a jeho odraz, Tón a jeho výška, barva zvuku, Hlasitost zvuku, hluk a ochrana před ním, Zvuk a hudba, Záznam a přenos zvuku. Poslední čtvrtá kapitola „Shrnutí oddílu Zvukové jevy“ se již na žádné podkapitoly nedělí.

Danému tématu je věnován dostatek prostoru v učebnici, nechybí zde ani závěrečná (opakovací) samostatná kapitola. V učebnici jsou rovněž používány barevné symboly k lepší orientaci žáků, navíc je zde použit i symbol pro pokusy, které může

učitel fyziky provádět při vyučovací hodině fyziky na základní škole, symbol pro pokus, který si žáci mohou zkusit sami doma. Barevný sloupec na okraji každé stránky je věnován praktickému využití poznatků vědomostí v praktickém životě a reálném světě kolem nás. Učebnice poskytuje žákům dostatek obrázků a grafů pro lepší motivaci k samostatné výuce. Ještě pro větší atraktivnost této učebnice jsou zařazeny kreslené vtipy k jednotlivým kapitolám. Tato učebnice svým obsahem a grafickým provedením nejvíce splňuje požadavky na *správnou učebnici* pro výuku fyziky na základní škole ze všech tří učebnic. Čemuž odpovídá i rok vydání 2011- *moderní učebnice fyziky*. [19]

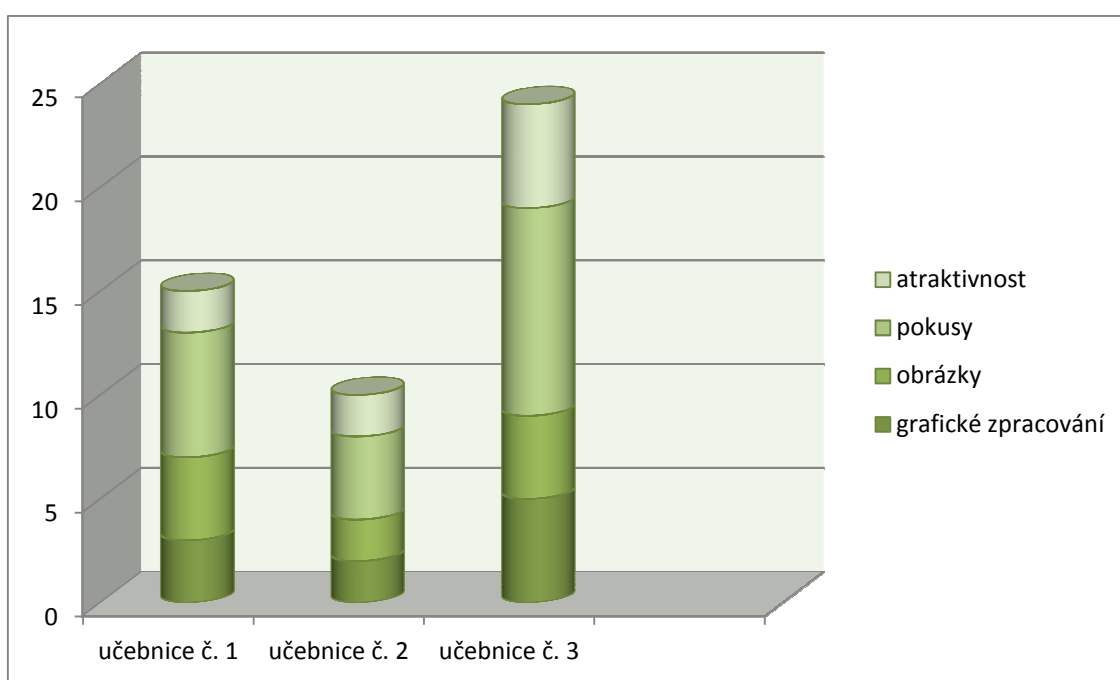
Veškerá hodnocení předešlých učebnic jsou shrnuta v následující tabulce - tabulka 4. 1. Bodové hodnocení jednotlivých položek jsou od 1 bodu (minimum) do 5-ti bodů (maximum). Hodnocení je navrženo tak, aby byl prostor bodově oddělit jednotlivé učebnice a v konečném bodovém součtu byl patrný rozdíl hodnocených učebnic. V posledním řádku tabulky je celkové pořadí hodnocení jednotlivých učebnic fyziky. Učebnice s nevyšším počtem obdržovaných bodů je nejlépe hodnocená, tomu také odpovídá pořadí těchto učebnic. Hodnocení je samozřejmě subjektivní a nemusí s ním všichni souhlasit.

Učebnice	učebnice č. 1	učebnice č. 2	učebnice č. 3
správnost	5	5	5
ucelenost	3	2	4
dostatek prostoru	4	2	5
grafické zpracování	3	2	5
obrázky	4	2	4
symboly	5	1	5
počet pokusů	3	2	5
domácí pokusy	3	0	5
poznatky ze života	4	2	4
shrnutí poznatků	3	2	4
atraktivnost	4	2	5
počet bodů	41	22	51
pořadí	2	3	1

Tabulka 4. 1: porovnání učebnic fyziky

4. 4. Zhodnocení učebnic

Všechny tři učebnice, které byly porovnány a jsou vhodné pro výuku fyziky na základní škole. Pro správnou funkci učebnice je jistě velmi vhodné, aby učebnice měla správně obsahovou část, a byla motivační pro budoucího žáka. Z tabulky 4. 1 jsou právě pro motivaci učebnice důležité tyto oblasti (grafické zpracování, obrázky, pokusy, atraktivnost). Motivační vlastnosti jednotlivých učebnic jsou patrné z grafu 4. 1. Nejvíce motivační je učebnice č. 3, druhá je učebnice č. 1 a nejméně motivační pro žáky je učebnice č. 2.



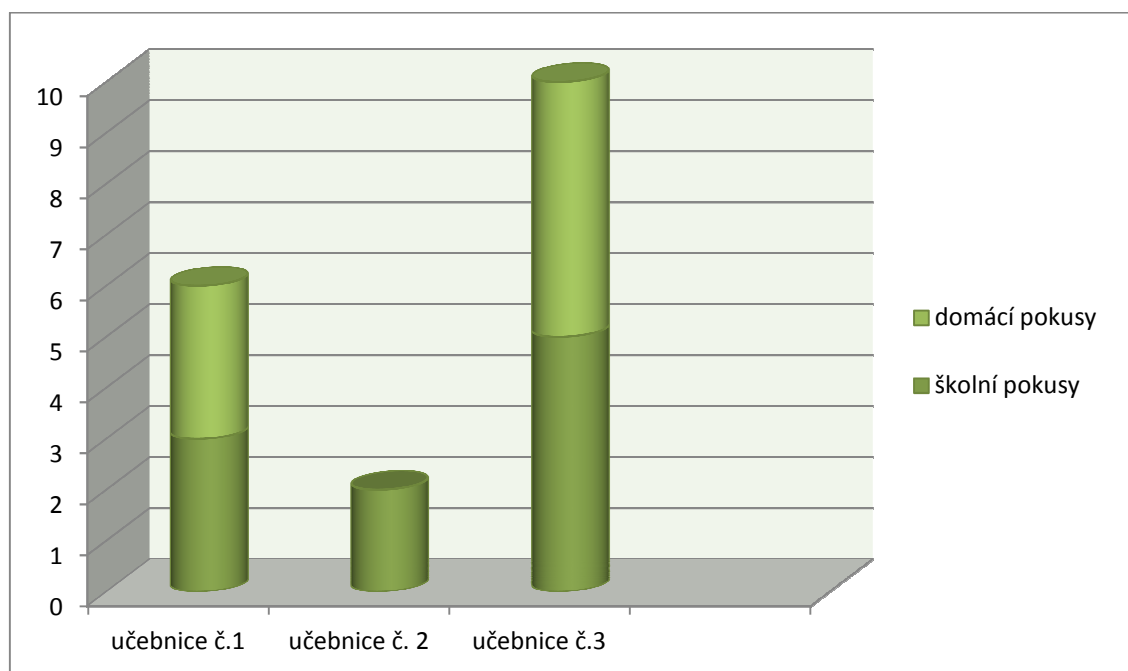
Graf 4. 1: motivační vlastnosti jednotlivých učebnic

Podle údajů v tabulce 4. 1 je patrné, že učebnice č. 2 a učebnice č. 3 jsou novější a více tzv. „pracovní učebnice“, jsou orientovány více na žáka a jeho práci ve škole i při domácí přípravě. Zatímco učebnice č. 1 je více orientována na teoretické znalosti a vědomosti z oblasti fyziky. Tomu odpovídá rok vydání této učebnice. Je to rok 1999.

Výběr učebnice je velmi důležitý, jak pro žáky (jejich přípravu), tak pro učitele. Učitel by měl, vybrat takovou učebnici, která je pro žáky atraktivní a motivující. V učebnici musí být dostatek pokusů, které lze demonstrovat při hodinách, tak pokusů, které si mohou žáci vyzkoušet při domácí přípravě. Učebnice tvoří základní osnovu

pro přípravu vyučovací hodiny pro učitele. Pro přípravu pokusů, které jsou nedílnou součástí vyučovacího procesu je vhodnější učebnice č. 2 a č. 3.

Pokusy uváděné v jednotlivých učebnicích jsou většinou nenáročné na přípravu i samotné provedení. Náročné pokusy odvádějí pozornost žáků a pro učitele představují větší zatížení při samotné demonstraci a jsou též náročnější na přípravu. Nejvhodnější učebnicí se z tohoto pohledu jeví učebnice č. 3 a to je učebnice: **Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 6 pro základní školu, SNP-Pedagogické nakladatelství Praha, 2011.** Tato učebnice obsahuje dostatek návodu pro přípravu fyzikálních pokusů. Jak pokusů pro demonstraci při hodině a také pokusy pro samostatnou práci žáků doma tzv. domácí pokusy. Pokusy určené pro domácí provedení jsou samozřejmě jednodušší a méně náročné. Oproti učebnici č.1, která obsahuje méně návodu pro přípravu pokusů než učebnice č. 3 ale více než učebnice č. 2. V učebnici č. 2 je nejméně návodu pro přípravu pokusů a zcela chybí pro samostatnou práci žáků doma tzv. domácí pokusy, jak je vidět na grafu č 4. 2.



Graf 4. 2: počet pokusů v jednotlivých učebnicích

5. Souprava školních pomůcek pro výuku

Souprava školních pomůcky pro výuku daného musí umožnit přípravu pokusů pro celé téma. Výukové téma je rozděleno do tří následujících kapitol. Jednotlivé kapitoly tvoří samostatné celky pro výuku. První téma zahrnuje soupravu pomůcek pro výuku kmitů, druhé téma soupravu pro výuku vlnění a poslední téma je věnováno soupravě pomůcek pro výuku akustiky. V každé soupravě pomůcek jsou prezentovány tři vyučovací pomůcky. Soupravy jsou tvořeny tak, aby žákům umožnily pochopení daného tématu od základních vlastností a poznatků. Jednotlivé pomůcky proto korespondují s učebnicemi fyziky a jejich strukturou vyučovací posloupnosti probírané látky. Mezi pomůckami jsou i praktické pomůcky z reálného života, které umožní žákům lepší pochopení probírané látky, tak i pomůcky, které mohou být pro žáky zábavné. Soupravy školních pomůcek jsou navrženy tak, aby nebyly pro učitele fyziky náročné na výrobu a přitom názorné pro žáky.

5. 1. Školní pomůcky pro výuku kmitů

Kmitavý pohyb patří v přírodě a technické praxi mezi základní pohyby. Pomůcky pro jeho znázornění vychází z jednoduchých sestav.

Jako první pomůcku pro výuku tohoto tématu zvolíme *mechanický oscilátor*. Pro přípravu pomůcky potřebujeme tyto základní věci. Stojánek, tenké vlákno (můžeme nahradit nití), závaží, které se dá zavázat na tenké vlákno viz obr. 5. 1. Z uvedených pomůcek sestavíme jednoduché matematické kyvadlo.



Obrázek 5. 1: pomůcky pro výrobu mechanického oscilátoru

Závaží vychýlíme z rovnovážné polohy a poté závaží pustíme. Závaží začne kmitat kmitavým pohybem viz obr. 5. 2 a viz obr. 5. 3. Kmitání v tomto případě způsobuje tíhová síla, která působí na závaží.



Obrázek 5. 2: znázornění kmitavého pohybu



Obrázek 5. 3: znázornění kmitavého pohybu

Druhá pomůcka je jednoduchá na přípravu. Jedná se vlastně jenom o rehabilitační náradí tzv. „skákácí míč“ viz obr. 5. 4.



Obrázek 5. 4: skákací míč

O předvedení demonstračního pokusu požádáme vybraného žáka z dané třídy. Ten se na *skákací míč* posadí a vyvine tlak proti zemi, působí tíhovou silou na míč. Vlivem působící síly dojde k deformaci míče. Horní část těla žáka začne na míči konat kmitavý pohyb viz obr. 5. 5 a viz obr. 5. 6. Bez dalšího silového působení kmitavý pohyb po chvíli ustane. Jestliže žák bude dále působit na míč, kmitavý pohyb neustává, jedná se nucený kmitavý pohyb. Na tomto pokuse lze snadno vysvětlit kmitavý pohyb pružných těles, tak i rozdíl mezi kmitavým pohybem a nuceným kmitavým pohybem.



Obrázek 5. 5: znázornění kmitavého pohybu



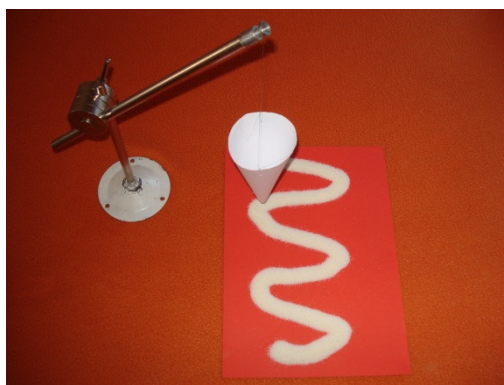
Obrázek 5. 6: znázornění kmitavého pohybu

Jako třetí a poslední pomůcku je vhodné zařadit pomůcku, která může ukázat souvislost mezi kmitavým pohybem a vlněním. K přípravě potřebujeme stojánek, papírový trychtýřek s možností upevnění na stojánek, cukr (dětská krupička), pruh tmavého barevného papíru viz obr. 5. 7.



Obrázek 5. 7: pomůcky pro výrobu mechanického oscilátoru

Na stojánek upevníme papírový trychtýřek naplněný cukrem, rozkmitáme toto kyvadlo a začneme pomalu posouvat barevným papírem pod kyvadlem.



Obrázek 5. 8: znázornění kmitavého pohybu

Šířením kmitavého pohybu v čase vzniká sinusoida. Tvar sinusoidy je vidět na barevném papíru viz obr. 5. 8.

Celou soupravu pro výuku kmitů tady tvoří tyto pomůcky: *stojánek, tenké vlákno (nit), závaží se závěsem, skákací míč, papírový trychtýřek, cukr (dětská krupička), pruh tmavého barevného papíru.*

5. 2. Školní pomůcky pro výuku vlnění

Stejně tak jako kmitavý pohyb, patří vlnění k základním pohybům, s kterými se můžeme nejčastěji setkat v přírodě nebo technické praxi.

K přípravě první pomůcky potřebujeme kuchyňský nůž s delší čepelí, tenkou gumičku minimální délky 0,7 metru, pravítko minimální délky 0,3 metru tři těžší učebnice jako závaží viz obr. 5. 9.



Obrázek 5. 9: pomůcky pro přípravu pokusu pro znázornění stojatého vlnění

Jeden konec gumičky pevně připevníme k čepeli nože a druhý k pravítku. Napružíme čepel nože a uvolníme, ten začne kmitat nahoru a dolů. Gumička začne vytvářet stojaté vlny viz obr. 5. 10 a viz obr. 5. 11.



Obrázek 5. 10: znázornění stojatého vlnění

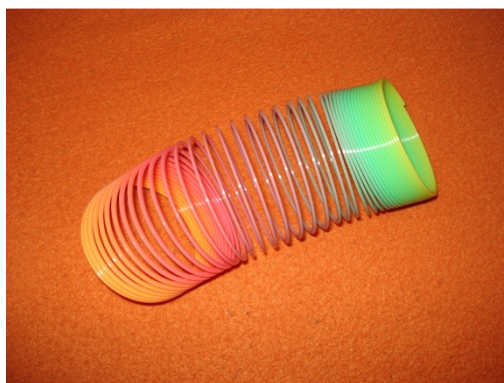


Obrázek 5. 11: znázornění stojatého vlnění

Jako další pomůcku použijeme žáky celé třídy. Na vhodném prostoru (tělocvična, venkovní hřiště) seřadíme žáky do řady. Žáci se drží za ruce a postupně dávají ruce nahoru a dolů, tvoří tzv. „mexické vlny“, které jistě dobře znají. Tímto pokusem žáci demonstrují příčné vlnění. Postupně žákům vysvětlujeme základní fyzikální pojmy z probíraného tématu (příčné vlnění, vlnová délka, amplituda, perioda vlnění, frekvence, rychlost šíření vlny).

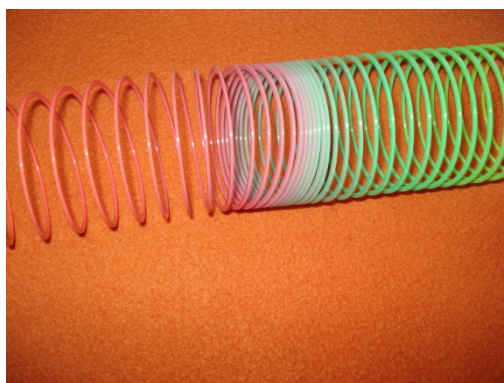
Ve druhém pokusu si předvedeme podélné vlnění. Žáci stojí v zástupu za sebou ve vzdálenosti na předpažení. Poslední žák v zástupu udělá krok dopředu a dotkne se před ním stojícího žáka a vrátí se na své původní místo. Toto opakují všichni žáci postupně od posledního k prvnímu žáku v zástupu. Opět si vysvětlujeme základní fyzikální pojmy spojené s vlněním.

Další pomůckou pro výuku vlnění může použít tzv.: „barevné kroužky“ viz obr. 5. 12.

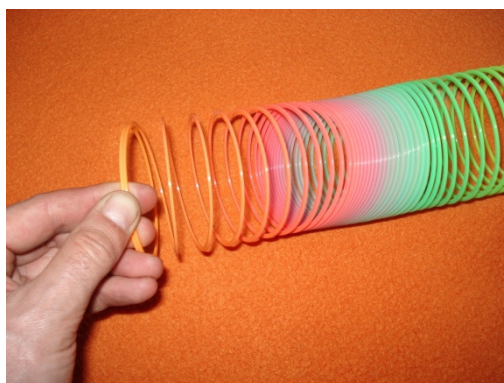


Obrázek 5. 12: barevné kroužky

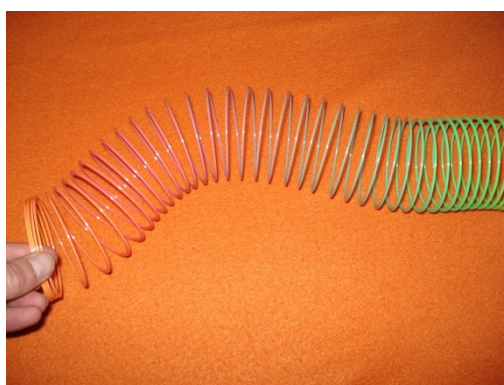
Na této jednoduché hračce můžeme žáků ukázat dva druhy vlnění, jak vlnění podélného viz obr. 5. 13 a viz obr. 5. 14, tak vlnění příčného viz obr. 5. 15. Toho docílíme rozdílným rozkmitáním dané pružiny.



Obrázek 5. 13: znázornění podélného vlnění



Obrázek 5. 14: znázornění podélného vlnění



obrázek 5. 15: znázornění příčného vlnění

Druhá souprava pro výuku vlnění je tvořena těmito pomůckami: *kuchyňský nůž s delší čepelí, tenkou gumičku minimální délky 0,7 metru, pravítko minimální délky 0,3 metru tři těžší učebnice jako závaží, žáci dané třídy, „barevné kroužky“.*

5. 3. Školní pomůcky pro výuku akustiky

Na přípravu první pomůcky potřebujeme zdroj zvuku (rádiový přijímač), zápalky (zapalovač) a svíčku viz obr. 5. 16.



Obrázek 5. 16: pomůcky pro přípravu pokusu z akustiky

Zapálenou svíčku přiblížíme k reproduktoru radiového přijímače do takové vzdálenosti, aby zvukové vlny vycházející z reproduktoru rozkmitaly plamen zapálené svíčky viz obr. 5. 17 a viz obr. 5. 18.



Obrázek 5. 17: znázornění akustické vlny



Obrázek 5. 18: znázornění akustické vlny

Pro přípravu druhé pomůcky potřebujeme vrbové nebo bezové pruty o průměru 1 až 1,5 cm a délky 15 cm, nůž se střenkou viz obr. 5. 19.



Obrázek 5. 19: vrbové, bezové proutky a nůž

Počet proutků podle počtu žáků ve třídě. Druhou pomůcku tvoří celá třída, respektive každý žák sám pod dohledem učitele. Jde vlastně o výrobu píšťalky jako zdroje zvuku. Učitel postupuje při výrobě píšťalky pomalu a nechává dostatečný časový prostor pro práci žákům. Tento pokus je lépe zařazovat do výuky v jarních měsících, kdy pruty mají pod kůrou hodně mízy. Při samotné pracovní činnosti je třeba dbát na bezpečnost práce.

Pracovní postup: Vrbový proutek cca 8 cm dlouhý na jednom konci kolmo zařízneme a na druhém konci šikmo seřízneme. Asi 20 mm od šikmého seříznutí vyřízneme otvor na jazýček. Asi 2 cm od rovného konce proutek nařízneme po obvodu tak, že přeřízneme jenom kůru. Postupným otloukáním střenkou nože se snažíme oddělit kůru od proutku. Klepeme pomalu a důkladně postupně po celém obvodu proutku. Postupným krouceným pohybem uvolníme kůru z proutku. Vytaženou část proutku rozdělíme na dvě části délky, dlouhé 2 cm a 6 cm. U kratší části nahoře odřízneme

kousek dřeva. Takto vyrobený náustek zasuneme zpět do kůry na seříznutém konci. Delší část proutku z části zasuneme na druhý rovný konec kůry viz obr. 5. 20 – obr. 5. 26.



Obrázek 5. 20: pracovní postup – 1



Obrázek 5. 21: pracovní postup – 2



Obrázek 5. 22: pracovní postup – 3



Obrázek 5. 23: pracovní postup – 4



Obrázek 5. 24: pracovní postup – 5



Obrázek 5. 25: pracovní postup – 6



Obrázek 5. 26: pracovní postup – 7

K výrobě další pomůcky potřebujeme tenký zahradní provázek (minimálně 5 metrů), dva umělohmotné kelímky od jogurtu viz obr. 5. 27.



Obrázek 5. 27: pomůcky pro výrobu provázkového telefonu

Pomocí zahradního provázku spojíme oba kelímky. Vytvoříme tzv. „provázkový telefon“ viz obr. 5. 28.



Obrázek 5. 28: provázkový telefon

Posední souprava se skládá z těchto pomůcek: *vrbové nebo bezové pruty o průměru 1 až 1,5 cm a délky 15 cm, nůž se střenkou, rádiový přijímač, zápalky, svíčka se stojanem, zahradní provázek (minimálně 5 metrů), dva umělohmotné kelímky.*

Všechny tři sady školních pomůcek jsou navrženy tak, aby nebyly náročné na výrobu pro učitele a jednoduché pro přípravu předváděných pokusů. Jednotlivé doporučené pokusy s těmito soupravami jsou navrženy tak, aby odpovídaly postupně probírané látce v učebnicích fyziky.

V každém daném tématu (kmity, vlnění a akustika) je zařazen pokus, který provádí vybraný žák nebo celá třída. Tyto pokusy jsou samozřejmě více náročné na přípravu pro učitele, tak při jejich provádění pro žáky. Učitel během pokusu musí udržet kázeň ve třídě a kontrolovat správné provádění demonstračního pokusu. Příprava na tyto pokusy musí být velice pečlivá a učitel musí přesně vědět jak žáka nebo žáky instruovat při provádění samotného pokusu. Učitel musí také správně načasovat zařazení pokusů v hodinách fyziky. Takovéto pokusy jsou pro žáky více zajímavé a rádi se jich účastní. Nesmíme opomenout pedagogická hlediska těchto pokusů. To co žák sám prožije, si určitě lépe zapamatuje, než když jen poslouchá výklad nebo se jen dívá na pokusy, které provádí učitel při hodině. Také nesmíme zapomínat, že pokusy prováděné společně se žáky při hodinách mají jedno velice důležité hledisko, a to je hledisko *motivační*.

6. Pracovní listy k vytvořeným pomůckám

Pracovní listy od svého názvu „pracovní“ slouží především k práci žáků při vyučovacích hodinách. Práce žáků může být samostatná nebo i skupinová. Obsahem pracovních listů může být sada otázek, příkladů nebo i praktických úloh. Na vypracování těchto pracovních listů je vždy stanovena určitá doba, která je závislá od obtížnosti daného pracovního listu. Pracovní listy mohou být připravovány jak pro ověření znalostí a vědomostí z předešlé vyučovací hodiny (kratší varianta), tak pro ověření znalostí z celého tematického celku (delší varianta). Pomocí pracovních listů můžeme od žáků získat zpětnou vazbu o jejich znalostech a vědomostech. Tím můžeme reagovat na aktuální znalosti a přizpůsobit běh další hodiny či hodin, tak jak je třeba pro další vyučování. [12], [23]

Jinou formou pracovních listů může být pracovní list jako návod k činnosti například pro provádění jednodušších žákovských pokusů při hodinách fyziky. Skládáním jednotlivých pracovních listů je možno vytvořit pracovní sešit, který pak může sloužit k samostatné přípravě žáků na vyučování. [12]

Všechny činnosti, které žáci vykonávají během vyučování jsou pro ně velice důležité ať se jedná o samostatnou práci, sledování nebo samotné provádění demonstračních pokusů či výklad učitele. Tyto činnosti jsou důležité pro tzv. „*klíčové kompetence*.“ Obecně pro všechny klíčové kompetence platí:

„Mít kompetenci znamená, že člověk (žák) je vybaven celým složitým souborem vědomostí, dovedností a postojů, ve kterém je vše propojeno tak výhodně, že díky tomu člověk může úspěšně zvládnout úkoly a situace, do kterých se dostává ve studiu, v práci, v osobním životě. Mít určitou kompetenci znamená, že se dokážeme v určité přirozené situaci přiměřeně orientovat, provádět vhodné činnosti, zaujmout přínosný postoj.“ [20]

Mezi klíčové kompetence dle [20] patří:

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- kompetence komunikativní
- kompetence sociální a personální
- kompetence občanská
- kompetence pracovní

Pro práci s pracovními listy z uvedeného výčtu klíčových kompetencí důležité jsou pro žáky důležité především kompetence k učení, kompetence k řešení problémů a kompetence pracovní. [21]

6. 1. Příprava pracovních listů

Při přípravě pracovních listů je třeba dbát na dodržování několika základních zásad. Pracovní listy mají aktivně navazovat na probíranou látku vyučovací hodiny nebo téma. Musí se dodržovat zásada obtížnosti, na začátku zařazovat otázky a úkoly méně obtížné, dále pak otázky obtížnější se stupňujícím charakterem obtížnosti. Jednoduché otázky na začátku navodí v žácích důvěru sama v sebe a další otázky, tak i celé vypracování pracovních listů probíhá se sebedůvěrou. Takto vytvořené pracovní listy jsou pro žáky více motivující. Vždy je pro žáka zajímavější pracovní list, který je tvořen i obrázky, schémata či grafy, než pracovní list, který obsahuje jen otázky nebo početní příklady. O zařazení obrázků, grafů a schémat samozřejmě také rozhoduje právě probírané téma. Jsou témata, kdy je hodně možností zařazení obrázků či schémat do pracovních listů, ale jsou i témata na obrázky a schémata skoupější. [12], [22], [23]

Žáci při vypracovávání by měli využívat různé činnosti (vypočítání příkladu, dokreslení schématu, vyplnění tabulky, nakreslení grafu apod.). [22]

Pracovní listy si zpravidla připravuje sám učitel. Je možné samozřejmě využít i internet nebo různé pomůcky pro učitele, které obsahují nějaké varianty pracovních listů. Ale jenom ty pracovní listy, které si připravuje sám učitel, mohou být vypracovány tak, aby odrážely aktuální znalosti a vědomosti dané třídy. Učitel by měl připravovat takové pracovní listy, které by žáci zvládli vypracovat a ne ty, které by odevzdávali prázdné s minimálním počtem vypracovaných otázek. Pracovní listy, které jsou obtížné pro žáky, jsou pro ně spíše nemotivující. [22]

6. 2. Pracovní listy

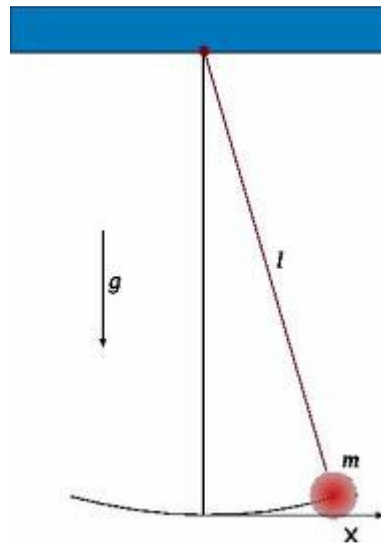
téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Uved'te nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

2. Jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

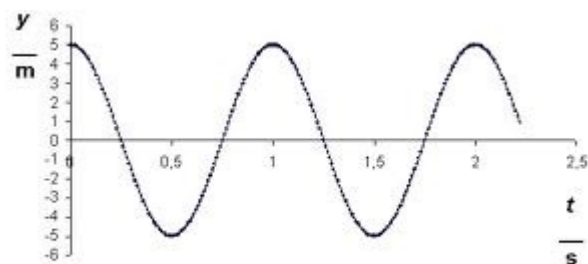
3. Graficky znázorněte časový průběh periodického děje

4. Do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).



5. Jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

6. Do grafu časového průběhu výchylky zakreslete tyto fyzikální pojmy: frekvenci, amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Uved'te nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

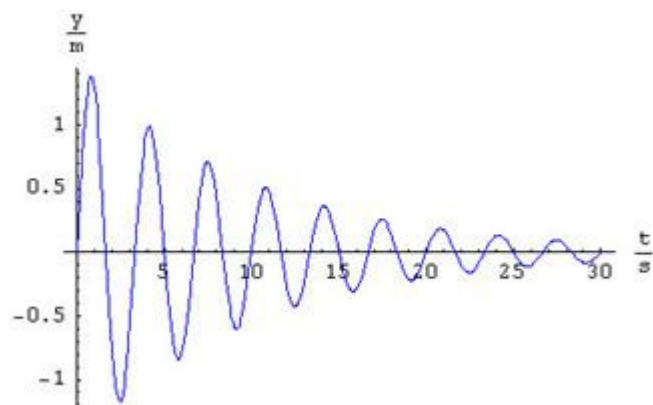
2. Určete, které z následujících pohybů jsou periodické? (správnou odpověď zakřížkujte do tabulky)

pohyb	ANO
kyvadla hodin	
nákladního vlaku po kolejích	
koule při hodu v atletice	
závaží na pružině	
ručičky ciferníku na hodinách	
boty pochodujícího vojáka	

3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).

4. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.

5. Určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku? (správnou odpověď zakřížkujte do tabulky)



pohyb	ANO	NE
kmitavý netlumený		
kmitavý tlumený		

6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

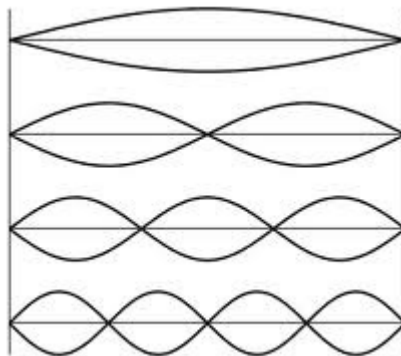
téma pracovního listu	vlnění – varianta A	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Co je vlnění a jak vzniká vlnění? Jaké druhy vlnění znáte? (rozdělení podle směru šíření)

2. V jakých látkách (pevných, kapalných a plynných) se může šířit vlnění? Proč.

5. Určete vlnovou délku rádiového signálu o frekvenci $f = 104,3 \text{ MHz}$. Rychlost šíření rádiového signálu je $c = 300\,000\,000 \text{ ms}^{-1}$.

6. Vysvětlete a na grafu stojatého vlnění znázorněte pojem kmitna a uzel.



7. Co víte o „zemětřesení“, jak a kde vzniká?

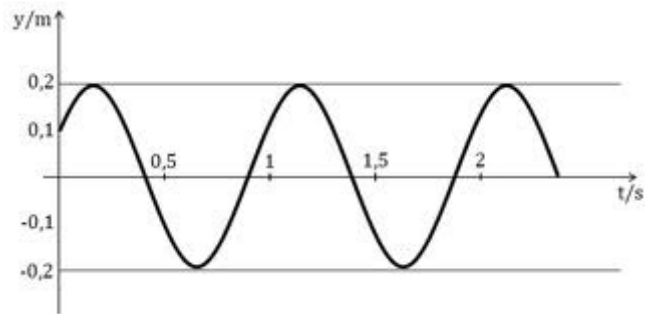
téma pracovního listu	vlnění – varianta B	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Kde se s vlněním můžeme setkat v přírodě nebo technické praxi?

2. Uveďte rozdíl mezi vlněním příčným a vlněním podélným.

3. Jaké druhy elektromagnetické ho vlnění znáte?

4. Do grafu vlnění zakresli tyto pojmy (vlnová délka, vrch, důl).



5. Jakou rychlostí se šíří vlnění, které má při frekvenci $f = 1000 \text{ Hz}$ vlnovou délku $\lambda = 25 \text{ cm}$?

6. Co víte o vlně „tsunami“ a jak a kde vzniká?

7. Jaké zákony, platí pro všechny druhy vlnění? (platí i pro optická prostředí)

téma pracovního listu	akustika – varianta A	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Vyjmenujte 6 různých zdrojů zvuku.

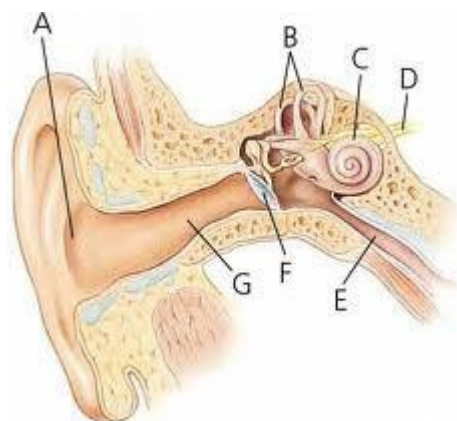
2. Co je ultrazvuk? Uveďte příklady využití v přírodě nebo technické praxi.

3. Uveďte příklady přístrojů pro reprodukci zvuku.

4. Jaké znáte nejčastější zdroje hluku?

5. V jakém prostředí se vůbec nešíří zvuk?

4. Na obrázku lidského ucha popište jeho základní části označené písmeny.



5. Uved'te příklady látek, které dobře pohlcují zvuk.

6. Co je ozvěna a jak vzniká?

7. Při bouřce bylo slyšet hřmění za 10 sekund po tom, kdy byl pozorován blesk. Určete, z jaké vzdálenosti byl pozorován blesk.

téma pracovního listu	akustika – varianta B	
jméno a příjmení		
třída:	datum:	počet bodů:

1. Co je zvuk a jak vzniká?

2. Co je infrazvuk? Uved'te příklady využití v přírodě nebo technické praxi.

3. Uved'te příklady přístrojů pro záznam zvuku.

4. Jak se můžeme chránit před hlukem?

5. Nakreslete časový průběh dvou zvuků rozdílných frekvencí. Určete vyšší a nižší tón.

6. Uved'te příklady látek, které dobře odrážejí zvuk.

7. Ozvěnu svého hlasu uslyšíte za 5 sekund. Určete, jak daleko je stěna od níž se váš hlas odrazil.

Všechny uvedené pracovní listy, pro každé téma (kmity, vlnění a akustika) jsou vytvořeny vždy dvě varianty a obsahují stejný počet kontrolních otázek. Proto celkový počet bodů, které mohou žáci při vypracování těchto pracovních listů dosáhnout, je stejný. Za každou otázku je možné maximálně získat tři body. To znamená, že ze sedmi otázek je možné maximálně získat 21 bodů.

7. Zařazení vytvořených pomůcek a pracovních listů do výuky

Pracovní pomůcky a předváděné pokusy k jednotlivým tématům musí být vhodně zařazovány do výuky fyziky na základní škole. Taktéž pracovní listy mají své místo v hodině fyziky, slouží buď k přípravě žáků na hodinu nebo pro ověření znalostí žáků z předešlé hodiny nebo hodin. Učitel musí vhodně zvolit kdy do vyučovací hodiny zařadit předváděný demonstrační pokus, kdy pokus nechá pod dozorem předvést vybraného žáka nebo žáky a kdy zařadí do hodiny samostatnou práci u pracovních listů. Kromě uvedených způsobů průběhu vyučovací hodiny učitel zařazuje do výuky také samozřejmě vlastní výklad či diskusi se žáky. Jako celek musí být vyučovací hodina dobře navržena, tak aby bylo zajištěno střídání pracovního vytížení žáků. Jednak aby vyučovací hodina obsahovala úseky, kdy žáci samostatně pracují a úseky kdy žáci pozorují předváděný demonstrační pokus či výklad učitele. Samotná vyučovací hodina by měla „gradovat“ to znamená, že na začátku hodiny by se žáci měli dozvědět základní poznatky z probírané látky. Pak lze žáky dále seznamovat s dalšími souvislostmi a zákonitostmi, které však navazují na základní poznatky. Každá hodina by měla končit zopakováním základních zákonitostí a poznatků z dané probírané vyučovací látky.

7. 1. Kmity

Vlastní zařazení vytvořených pomůcek a pracovních listů se bude odvíjet od obtížnosti právě probírané látky. V případě výuky „kmitů“ je vhodné vyučovací hodinu začít diskusí se žáky o tom kdy a kde je možné se setkat s kmitavým pohybem v přírodě nebo technické praxi. Vhodnou metodou je též metoda brainstormingu.

Po úvodní diskusi je nasnadě zařadit první pokus: „*matematické kyvadlo*“ (závaží na vlákne). Na tomto pokusu žáků můžeme demonstrovat a vysvětlit pojmy (*rovnovážná poloha, amplituda, okamžitá poloha doba kmitu, perioda, frekvence*) a vztahy pro *frekvenci f , dobu kmitu T* . Pak vybereme, nebo požádáme dobrovolníka o asistenci při demonstraci druhého pokusu (skákací míč). Při tomto pokusu se žáci snaží najít analogii s již používanými fyzikálními pojmy (*rovnovážná poloha, amplituda, okamžitá poloha, doba kmitu, perioda, frekvence*) z prvního pokusu a tím popsat tento pokus. Nově jsou zaváděny fyzikálními pojmy (*pružné těleso, nucený a nenucený kmitavý pohyb*).

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

Po těchto pokusech zařadíme do výuky samostatnou práci žáků formou vypracování pracovních listů. Doba, kterou žákům poskytneme k jejich vypracování je závislá od obtížnosti množství otázek.

Na závěr vyučovací hodiny zařadíme poslední pokus jako opakování již zavedených fyzikálních pojmů. Nejprve předvedeme žáků první část pokusu, to je jenom pokus s *matematickým kyvadlem*. Žáci sami určují již zavedené fyzikální pojmy (*rovnovážná poloha, amplituda, okamžitá poloha, doba kmitu, perioda, frekvence*). Pak předvedeme další část pokusu s pruhem barevného papíru. Pruh barevného papíru posouváme pod kmitající kyvadlem, z kterého, se sype cukr a ten zanechává stopu na pruhu barevného papíru. Na vzniklém obrazci vysvětlíme fyzikální pojem *sinusoida* a zdůrazníme, že se jedná o graf časového průběhu kmitavého pohybu.

Jako zajímavost lze uvést rovnici pro výpočet doby kmitu matematického kyvadla:

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

7. 2. Vlnění

Vyučovací hodinu při, které se budeme věnovat vlnění, je vhodné zahájit diskusí nad příklady vlnění, se kterými se mohou žáci setkat v přírodě nebo běžném životě. Diskusi koriguje vyučující. Vyučující seznámí žáky s rozdílnými druhy vlnění (postupné a stojaté vlnění).

Pak vyučující předvede první pokus s předvedení stojatého vlnění. Jeden konec gumičky pevně připevníme k pravítku, které zatížíme několika učebnicemi. Druhý konec gumičky k čepeli kuchyňského nože, opřeného o desku stolu. Napružíme čepel nože a uvolníme, ten začne kmitat nahoru a dolů. Gumička začne vytvářet stojaté vlny. Pak necháme žáky popisovat tento pokus s analogií tématem předešlé hodiny (kmity). Tím si připomeneme pojmy (*doba kmitu, perioda, frekvence*) a zavedeme nové (*kmitna, uzel*).

Po úvodním pokusu a diskusí přesuneme žáky celé třídy na předem vytipované místo (tělocvična, venkovní hřiště) seřadíme žáky do řady. Žáci se drží za ruce a

postupně dávají ruce nahoru a dolů, tvoří tzv. „mexické vlny“. Tímto pokusem žáci demonstrují příčné vlnění. Postupně žákům vysvětlujeme základní fyzikální pojmy z probíraného tématu (*příčné vlnění, vlnová délka, amplituda, perioda vlnění, frekvence, rychlost šíření vlny*).

zavedeme vztah pro rychlost šíření vlnění:

$$c = \frac{\lambda}{T}, \quad c = \lambda \cdot f$$

Následuje druhý pokus. Žáci stojí v zástupu za sebou ve vzdálenosti na předpažení. Poslední žák v zástupu udělá krok dopředu a dotkne se před ním stojícího žáka a vrátí se na své původní místo. Toto opakují všichni žáci postupně od posledního k prvnímu žáku v zástupu. Žáků zopakujeme fyzikální pojmy spojené s podélným vlněním.

Třetí a poslední pokus s „barevnými kroužky“ je vhodný pro znázornění rozdílného typu vlnění (příčného a podélného). Pokus necháme předvést dva určené žáky třídy, kteří zároveň zopakují rozdíly v těchto dvou typech vlnění. Opět může následovat diskuse nad těmito rozdílnými typy vlnění. Zařazení tohoto pokusu je asi nad rámec jedné vyučovací hodiny, proto může být zařazen na začátek další hodiny na zopakování probrané látky.

Vypracování připravených pracovních listů z tohoto tématu necháme žákům jako domácí úkol do příští vyučovací hodiny.

7. 3. Akustika

Vyučovací hodinu zahájíme diskusí se žáky, při které žákům vysvětlíme základní pojmy (*akustika, zdroje zvuku, vznik a šíření zvuku*). Dále žáci sami uvádějí příklady z praxe.

Pak předvedeme žákům první pokus s radiovým přijímačem a se svíčkou předvedeme žákům. Zapálenou svíčku přiblížíme k reproduktoru radiového přijímače do takové vzdálenosti, aby zvukové vlny vycházející z reproduktoru rozkmitaly plamen zapálené svíčky. Žáky necháme, aby sami objasnili podstatu tohoto pokusu. Žákům necháme dostatečný prostor. Následuje výklad učitele s vysvětlením souvislostí se šířením zvuku a vlněním.

Druhou pomůcku tvoří celá třída, respektive každý žák sám pod dohledem a vedením učitele. Jde vlastně o výrobu píšťalky jako zdroje zvuku. Při samotné výrobě dává učitel pozor, aby nedošlo ke zranění žáků zejména při manipulaci s nožem!

Výroba píšťalky je také vhodnou činností pro hodinu technické výchovy. V rámci prohlubování mezipředmětových vztahů je možné po domluvě s vyučujícím technické výchovy spojit hodinu fyziky a technické výchovy v jeden vyučovací celek. Tím docílíme prohlubování mezipředmětových vztahů a zároveň prodloužíme žáků čas potřebný na výrobu této pomůcky.

Po druhém pokusu necháme žáky vypracovat připravené pracovní lity, ve kterých si zopakují základní pojmy poznatky z probrané látky. Po vypracování společně s žáky probere učitel správné vyplnění pracovních listů. Tím dojde ještě k lepšímu a důkladnějšímu zopakování probraných poznatků a pojmů.

Poslední pokus s „*provázkovým telefonem*“ pomůže k odreagování žáků z náročné vyučovací hodiny, tím dojde ke změně klimatu uvnitř třídy a odlehčení vyučovací hodiny. Samozřejmě vyučovací hodina je zakončena ještě jednou zopakováním všech základních poznatků a pojmů z probírané látky.

8. Ověření

Ověření bylo provedeno na Základní škole a Mateřské škole Tábor. V jedné ze tříd probíhala výuka tzv. „*klasickou metodou*“ (jen výklad učitele s poznámkami a nákresy na tabuli ve třídě s jedním demonstračním pokusem předvedený učitelem). Ve druhé třídě byla výuka vedena tzv. „*moderními metodami*“ (demonstrační pokusy, žákovské pokusy, brainstorming atd.). V obou třídách byla v opakovací, následné vyučovací hodině zařazena samostatná práce žáků. Žáci si ověřovali vědomosti získané během vyučovací hodiny při práci s pracovními listy. Pracovních listy k tomu určené jsou součástí této diplomové práce. Obě třídy pracovaly pracovními listy stejného tématu, ale rozdílných variant. Rozdílné varianty pracovních listů byly použity kvůli objektivnosti ověření. Samotné ověření pomocí pracovních listů probíhalo ve dvou dnech. Ve třídě 9. A byla vedena výuka „*moderními metodami*“ a ve třídě 9. B tzv. „*klasickou metodou*“. Ve třídě 9. A bylo provedeno ověření dne 25. 4. 2012 a ve třídě 9. B dne 24. 4. 2012. V obou třídách vypracovali pracovní listy stejný počet žáků, to je 15 žáků v každé třídě.

8. 1. Vypracované pracovní listy

Pro ověření byly vybrány pracovní listy tematického celku kmity. Pracovní listy obsahovaly celkem sedm otázek. Otázky byly navrženy didakticky tak, aby gradovala jejich obtížnost s přibývajícím počtem vypracovaných otázek. Otázky obsažené v pracovních listech jsou bodovány. Maximální počet bodů za zprávu odpověď na danou otázku jsou tři body. Celkem je možno při správném vypracování pracovního listu získat 21 bodů.

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky, které dosáhli žáci při vypracovávání pracovních listů. V tabulce 8. 1 jsou výsledky třídy 9. A a v tabulce 8. 2 jsou bodové výsledky třídy 9. B. Z uvedených výsledků je patrné, že lepších výsledků dosáhla třída 9. A.

žák	otázka č.1	otázka č.2	otázka č.3	otázka č.4	otázka č.5	otázka č.6	otázka č.7	celkem bodů
1	3	2	3	3	2	3	3	19
2	1	3	3	3	1	1	3	15
3	3	1	2	1	0	0	0	7
4	1	3	3	1	1	0	0	9
5	1	2	1	3	1	2	2	12
6	3	2	1	0	3	2	3	14
7	2	2	1	0	3	2	0	10
8	1	3	2	2	3	0	2	13
9	2	0	3	3	3	3	3	17
10	3	3	0	3	3	3	3	18
11	2	2	2	2	3	2	2	15
12	0	3	2	3	2	3	3	16
13	1	2	2	3	1	3	2	15
14	1	2	1	1	1	3	2	11
15	3	2	0	2	3	3	3	16
celkem třída	207							

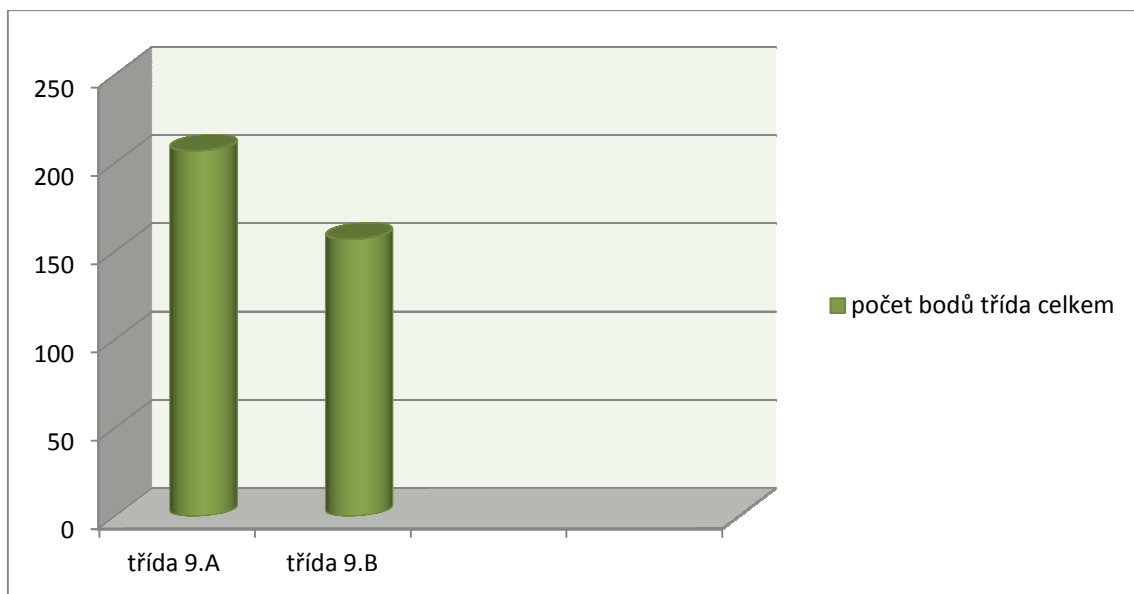
Tabulka 8. 1: pracovní listy třídy 9. A

žák	otázka č.1	otázka č.2	otázka č.3	otázka č.4	otázka č.5	otázka č.6	otázka č.7	celkem bodů
1	2	1	3	1	0	1	3	11
2	3	0	3	0	0	0	0	6
3	3	2	3	1	3	0	3	15
4	3	3	3	3	2	0	0	14
5	3	0	3	0	0	0	0	6
6	3	2	3	0	0	0	3	11
7	3	3	3	3	0	0	0	12
8	2	3	3	0	0	0	0	8
9	3	1	3	1	3	0	3	14
10	2	0	3	0	0	0	0	5
11	3	1	3	3	0	1	1	12
12	3	3	3	0	3	2	3	17
13	3	3	3	0	0	1	3	13
14	1	3	3	0	0	0	0	7
15	3	0	0	0	3	0	0	6
celkem třída	157							

Tabulka 8. 2: pracovní listy třídy 9. B

Žáci třídy 9. A dosáhli celkem 207 bodů za vypracování pracovních listů. Zatímco žáci druhé třídy 9. B dosáhli jenom 157 bodů za vypracované pracovní listy. Celkem bylo možno získat za správné vypracování pracovních listů 315 bodů na jednu třídu.

V grafu 8. 3 jsou porovnány výsledky dosažení při vypracování pracovních listů v obou ročnících devátých tříd základní školy.



Graf 8. 3: porovnání výsledků obou tříd

Obtížnost jednotlivých otázek, na které měli odpovídat při vyplňování pracovních listů žáci obou tříd je znázorněna v následujících tabulkách. V tabulce 8. 3 jsou uvedeny body dosažené ve třídě 9. A. Podle dosažených bodů lze odvodit, že pro žáky této třídy byly všechny typy otázek skoro stejně obtížné. Za nejobtížnější otázku lze považovat otázku č. 3. Z této otázky získala celá třída celkem 26 bodů. Tato otázka byla zaměřena na nákres a popis matematického kyvadla. Grafické vyjádření zřejmě způsobilo největší obtíže žákům této třídy.

otázka č.	1	2	3	4	5	6	7
počet bodů	27	32	26	30	30	30	31
pořadí podle obtížnosti	6	1	7	3-5	3-5	3-5	2

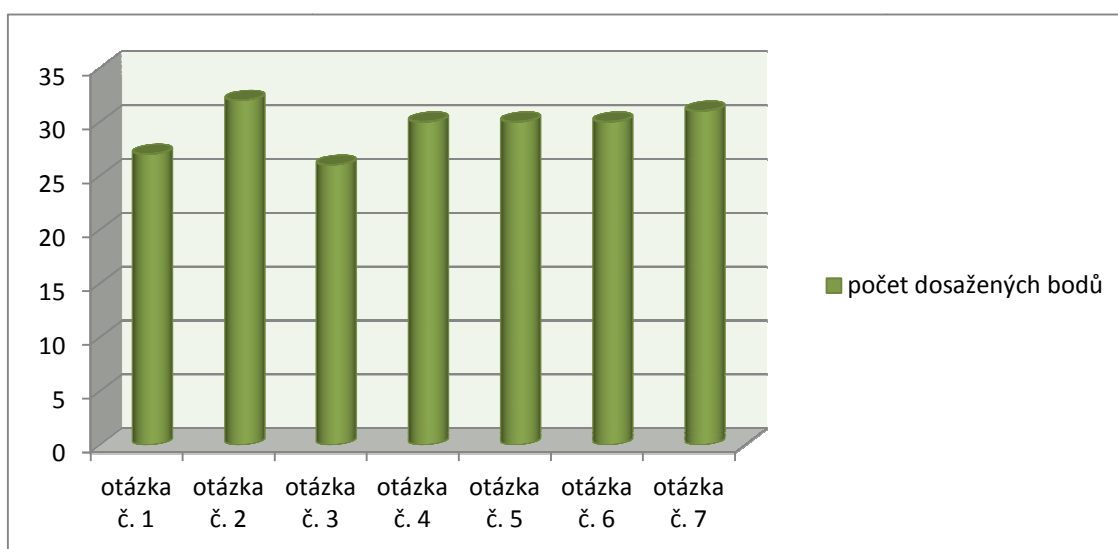
Tabulka 8. 3: počet bodů dosažených u jednotlivých otázek třídy 9. A

V tabulce 8. 4 jsou uvedeny body dosažené ve třídě 9. B. V této třídě je více rozdílných bodových výsledků. Jsou zde otázky, které byly zodpovězeny takřka bezchybně celou třídou (otázka č. 1 a č. 3). Tyto otázky byly zaměřeny na vědomostní tak i grafické schopnosti, které nedělaly žákům problémy. V otázkách č. 2, č. 5, č. 7 dosáhli žáci průměrných bodových výsledků. Nejobtížnější otázkou byla otázka č. 6 zaměřená na určení fyzikálních veličin do grafu časového průběhu kmitavého pohybu.

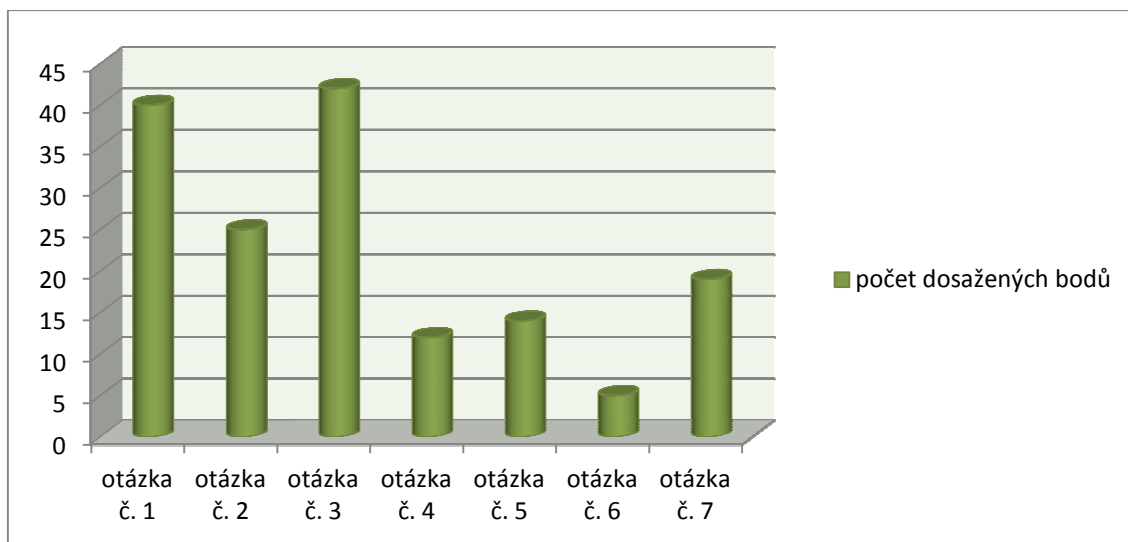
otázka č.	1	2	3	4	5	6	7
počet bodů	40	25	42	12	14	5	19
pořadí podle obtížnosti	2	3	1	6	5	7	4

Tabulka 8. 4: počet bodů dosažených u jednotlivých otázek třídy 9. B

Lépe je vidět obtížnost jednotlivých otázek zastoupených v následujících grafech. V grafu 8. 4 jsou bodové výsledky dosažené třídou 9. A a v grafu 8. 5 bodové výsledky dosažené třídou 9. B.



Graf 8. 4: počet bodů dosažených u jednotlivých otázek třídy 9. A



Graf 8. 5: počet bodů dosažených u jednotlivých otázek třídy 9. A

Pro obě třídy devátých ročníků byly nejobtížnější otázky, ve kterých měli žáci dokreslit nebo nakreslit správnou odpověď. Jsou to otázky zaměřené na představivost a dovednost grafického vyjádření správné odpovědi. Jedná se o náročnější formy činností ve vzdělávacím procesu.

9. Závěr

Hypotéza vychází z toho, že výuka daného tematického celku bude vhodně doplněna fyzikálními pokusy. Pokusy prováděné při hodinách fyziky budou jak demonstrační pokusy prováděné učitelem, tak žákovské pokusy prováděné vybraným žákem nebo žáky třídy. Tím dochází u žáků k lepšímu pochopení a osvojení probírané učební látky.

Tato hypotéza byla ověřena ve dvou třídách při hodinách fyziky na základní škole.

Samotné ověření probíhalo na základní škole v devátém ročníku. V jedné třídě probíhala výuka *klasickou metodou* se zařazením jednoho demonstračního pokusu. Zatímco ve druhé třídě probíhala výuka *moderní formou* se zařazením jak pokusů předváděným učitelem, tak pokusů, kterých se zúčastňovali žáci této třídy. V následující vyučovací hodině byly znalosti a vědomosti ověřené formou vypracování pracovních listů.

Z výsledků získaných na základě vypracovaných pracovních listů je patrné, že se teoretický předpoklad se potvrdil v praxi. Třída žáků, ve které se provádělo při hodině fyziky více pokusů jak demonstračních, tak žákovských, dosáhla lepších výsledků při vypracování pracovních listů.

Tento výsledek však nelze zcela zobecňovat a tvrdit, že jednou nebo dokonce jedinou příčinou proč třída dosáhla lepších výsledků při vypracování pracovních listů, je zařazování více pokusů při hodinách fyziky do výuky. Ale je to určitá možnost pro učitele jak připravovat a provádět výuku, která jistě více zaujme žáky a tím je bude motivovat k lepším studijním výsledkům.

10. Seznam použité literatury

- [1] http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf, 23.4.2011
- [2] Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*. Vybrané kapitoly. Učební texty UK Praha. Nakladatelství Karolinum Praha, 2006.
- [3] Kořínek, M.: *Didaktika základní školy*. Praha: SPN, 1984.
- [4] Diviš, F. a kolektiv: *Moderní didaktická technika ve vyučování – fyzika*. České Budějovice, KPÚ, 1976.
- [5] Fuka, J., Lepil, O., Bednařík, M.: *Didaktiky fyziky*, Olomouc, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 1985.
- [6] Horák, F. a kolektiv: *Didaktiky pro základní a střední školy*. Praha, SPN, 1985.
- [7] Kašpar, E. a kol.: *Didaktiky fyziky – obecné otázky*. 1987.
- [8] Janovič, J. a kol: *Didaktiky fyziky*. Bratislava, Univerzita Komenského, 1990.
- [9] Janás, J., Máca, B.: *Konkrétní didaktiky fyziky II*, SPN Praha, Univerzita J. E. Purkyně v Brně, 1989.
- [10] Petty, G., *Moderní vyučování*. Portál, 1996.
- [11] Janás, J., Trna, J.: *Konkrétní didaktika fyziky II*, MU Brno 2005.
- [12] Kašpar, E.: *Problémové úlohy ve vyučování fyzice*, SPN Praha 1981.
- [13] <http://fyzika.gymsusice.cz/web/data/texty/Kmity.pdf>, 15.10.2011
- [14] <http://fyzika.gymsusice.cz/web/data/texty/Vlny.pdf>, 20.11.2011
- [15] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/214-akustika-a-jeji-deleni>, 2.12.2011
- [16] <http://fyzika.gymsusice.cz/web/data/texty/Akustika.pdf>, 21.12.2011
- [17] Rauner, K., Petřík, J., Prokšová, J., Randa, M.: *Fyzika 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*, Fraus, 2006.
- [18] Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 8 ročník základní škol*, Prometheus, 1999.

- [19] Tesař, J., Jáchim, F.: *Fyzika 6 pro základní školu*, SNP-Pedagogické nakladatelství Praha, 2011.
- [20] *Klíčové kompetence v základním vzdělávání*, Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007.
- [21] <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma>, 3.4.2012
- [22] Hniličková, J. a kol.: *Didaktické testy a jejich statistické zpracování*, SPN Praha 1972.
- [23] Bednář, R.: *Využití pracovních listů ve výuce fyziky na ZŠ*, diplomová práce. České Budějovice: JU, fakulta pedagogická, 2004.

11. Přílohy

1. tři nejlepší práce žáků 9. A
2. tři nejhorší práce žáků 9. A
3. tři nejlepší práce žáků 9. B
4. tři nejhorší práce žáků 9. B

Tři nejlepší práce žáků 9. A

1. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: 9.A	datum:	počet bodů: 17

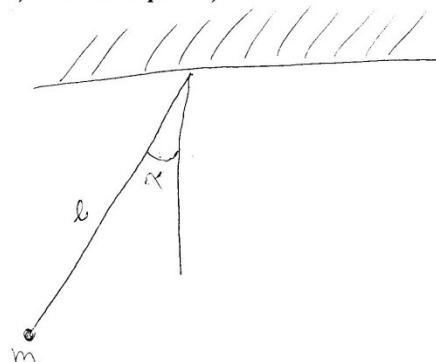
1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

pružina
těleso pružné hmotnosti
čidlo polohy

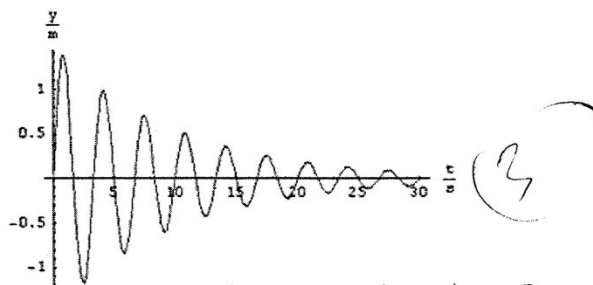
2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

- Pohyb kyvadla hodin AND
- Pohyb nákladního vlaku po kolejích
- Pohyb koule při hodu v atletice
- Pohyb závaží na pružině AND
- Pohyb ručičky ciferníku na hodinách AND
- Pohyb boty pochoduujícího vojáka AND

3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).



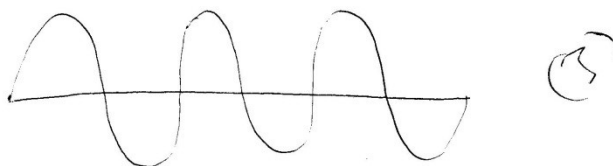
4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?



slabnící kmitání

5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.

tvar sinusoidy



6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

70 otáček za sekundu

$$4200:60=70$$

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

připravíme si provázek o délce 20cm, na něj zavěsíme
kyvadlo, rozklopeme ho ^{stopkami} změříme dobu kmitu



2. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: 9.A	datum:	počet bodů: 19

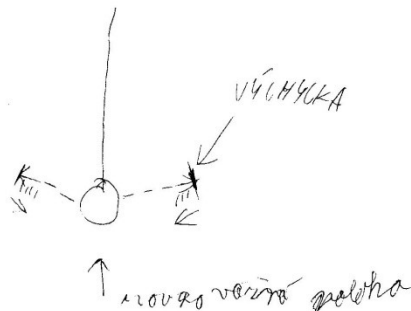
1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

průřez kmitacího pruhu kmitacího pruhu kyvadla

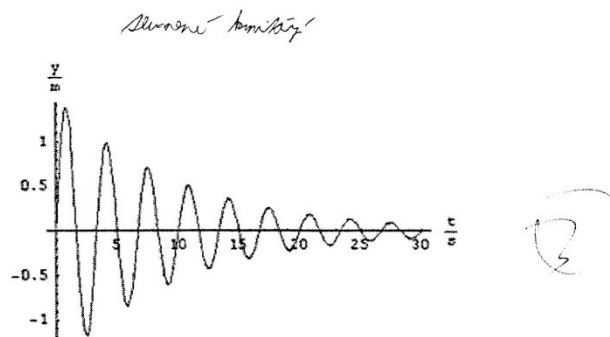
2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

- Pohyb kyvadla hodin ✓
- Pohyb nákladního vlaku po kolejích
- Pohyb koule při hodu v atletice
- Pohyb závaží na pružině ✓
- Pohyb ručičky ciferníku na hodinách ✓
- Pohyb boty pochodujícího vojáka ✓

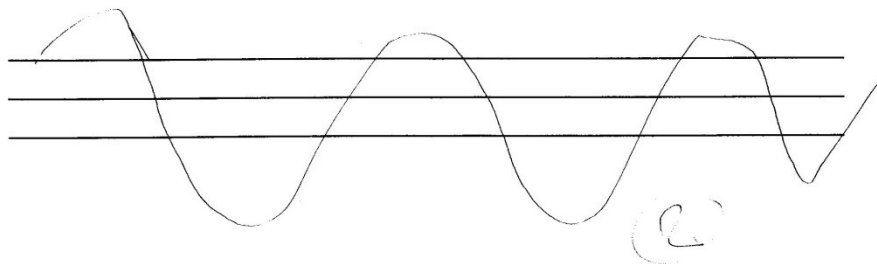
3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).



4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?



5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.



6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

70 otáček za sekundu *4200 : 60 = 70* 3

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

musel bych kyvadla a měřil dobu za jehlu
se ~~na~~ mi vší

9

3. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: GA.	datum:	počet bodů: 18

1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

Stožky a stojan, pružina, závaží

2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

Pohyb kyvadla hodin ✓

Pohyb nákladního vlaku po kolejích

Pohyb koule při hodu v atletice

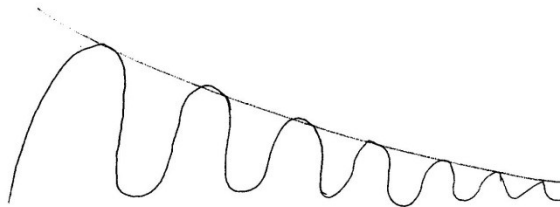
Pohyb závaží na pružině ✓

Pohyb ručičky ciferníku na hodinách ✓

Pohyb boty pochodujícího vojáka ✓

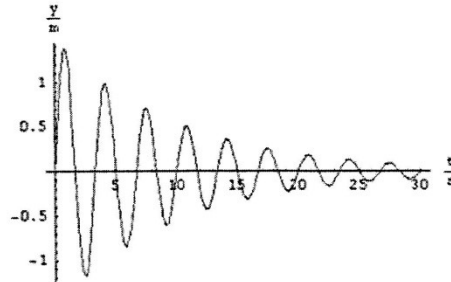
3

3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).



4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?

matematika křivka? harmonická



5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.

graf: sinusoida



6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

~~70~~ 70

4200 : 60

3

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

zavěsíme kyvadlo, rozložíme kyvadlo, ~~zavěsíme~~
zavěsíme stopku, počítáme až 10 kyvadlových
dohoupů

3

Tři nejhorší tři práce žáků 9. A

1. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: 9.A	datum:	počet bodů: 7

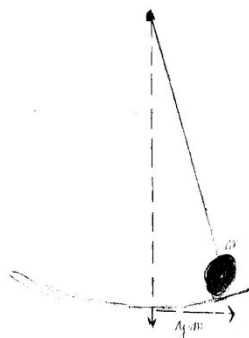
1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

kyvadlo, elektrický obvod, péra na pružině.

2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

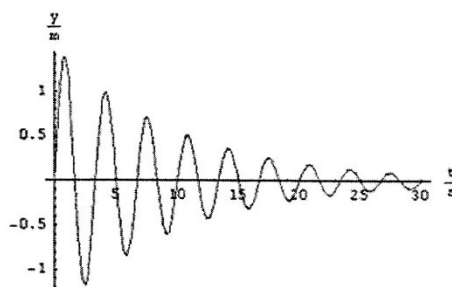
- Pohyb kyvadla hodin
- Pohyb nákladního vlaku po kolejích
- Pohyb koule při hodu v atletice
- Pohyb závaží na pružině
- Pohyb ručičky ciferníku na hodinách
- Pohyb boty pochodujícího vojáka

3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).



4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?

lineárním



5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.

Amplituda



6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

2. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: <i>1x.A</i>	datum: <i>11.11.14</i>	počet bodů: <i>AD</i>

1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

Maxwellova kladivka, pohybová kyč, zavazí na pružině

2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

Pohyb kyvadla hodin

Pohyb nákladního vlaku po kolejích

Pohyb koule při hodu v atletice

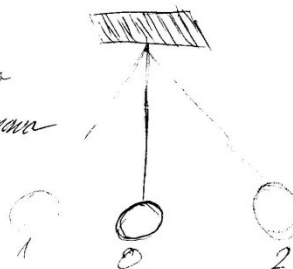
Pohyb závaží na pružině

Pohyb ručičky ciferníku na hodinách

Pohyb boty pochodujícího vojáka

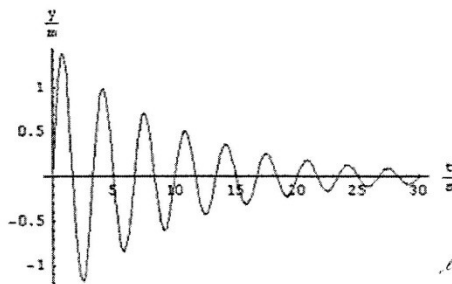
3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).

*-1 pohyb kyvadla v levo
-2 pohyb kyvadla v pravo*



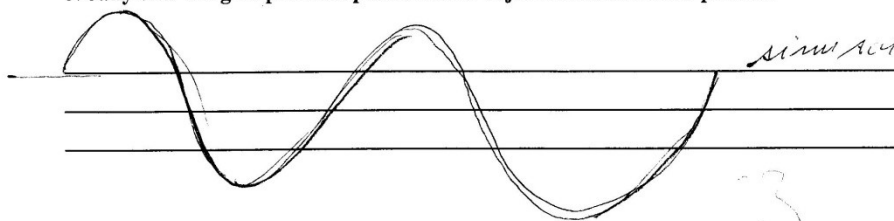
1

4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?



periodický kmit

5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.



sinusoida

6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

frekvence 70 otáček/s

70

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

dobu kmitu matematického kyvadla je přímo úměrná druhé odmocnině z délky závěsu ($\sqrt{20} = 4,47$)

3. práce

téma pracovního listu	kmity – varianta B	
jméno a příjmení		
třída: 9.A	datum:	počet bodů: 9

1. uveďte nejméně tři příklady fyzikálních pomůcek pro popis kmitavého pohybu.

pružinka, kyvadlo, pružina, pružinová soustava, pružinová soustava, pružinová soustava

2. Urči, které z následujících pohybů jsou periodické?

Pohyb kyvadla hodin

Pohyb nákladního vlaku po kolejích

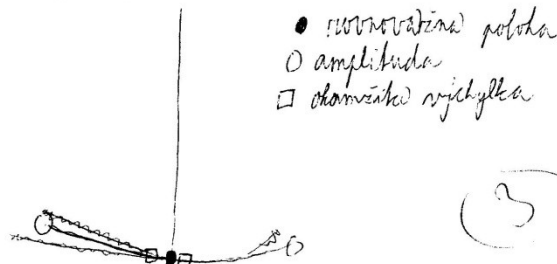
Pohyb koule při hodu v atletice

Pohyb závaží na pružině

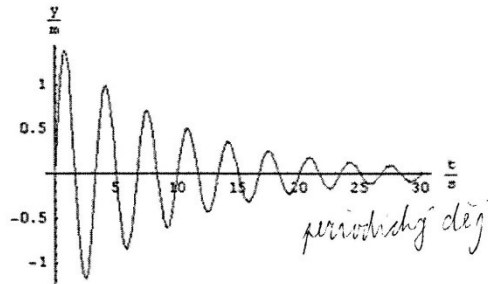
Pohyb ručičky ciferníku na hodinách

Pohyb boty pochoduujícího vojáka

3. Nakreslete matematické kyvadlo a znázorněte na něm tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha).

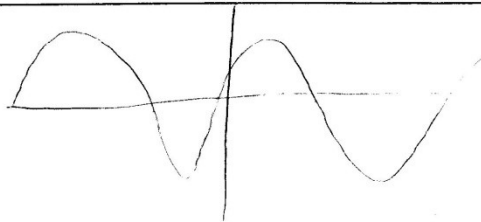


4. určete o jaký druh kmitavého pohybu je graficky znázorněn na obrázku?



5. Jaký tvar má graf průběhu periodického děje? Nakreslete tento průběh.

obry



6. Benzínový motor se pracuje v režimu 4200 otáček za minutu. Určete jaká je jeho frekvence?

$$2 \cdot 520 \ 000 \text{ Hz} = 2,52 \text{ MHz}$$

7. Určete experimentálně dobu kmitu matematického kyvadla, když délka kyvadla je 20 cm. (popište postup experimentu)

Tři nejlepší práce žáků 9. B

1. práce

téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: 9. B	datum:	počet bodů: 17

1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

elektrických obvodů
kyvadla
píšť v automalbě
příjem signálů rozhlasu a televize
přesování ozvuč

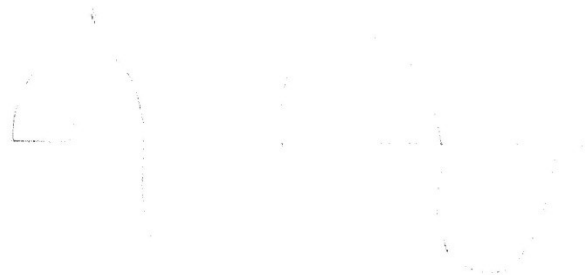
3

2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

tlumený - při kmitání se část energie kmitů ztrácí
netlumený - při kmitání nedochází ke ztrátě energie

3

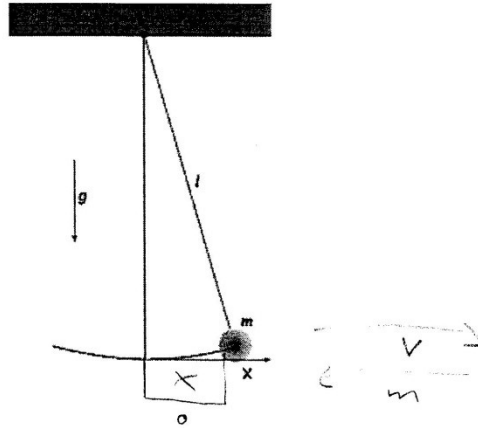
3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje



matematické
kyvadlo

3

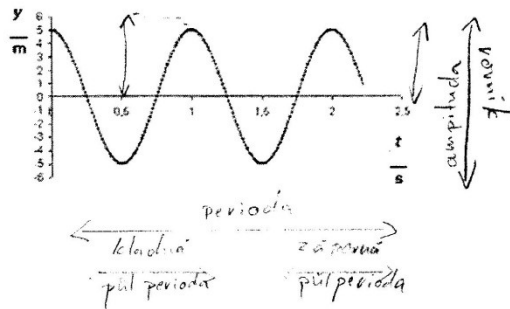
4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

tlumivé kmitání - při kmitání se část energie kmitací přeměňuje (např. na teplotu tření či odporu prostředí) což způsobuje kmitání (nejčastěji ~~zmenšování~~ ^{tlumivost} amplitud)

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

frekvence - 1,25 Hz

perioda - 0,8 s



2. práce

téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: 9.1.	datum:	počet bodů: 14

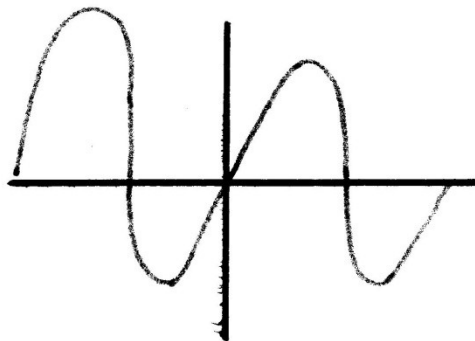
1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

pubování, sítě, hvězni bubínku ucha při příjmu zvuku, kyvadlo v pendulech, vysílání a příjem signálu rozhlasu a televize, před v automobilu

2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

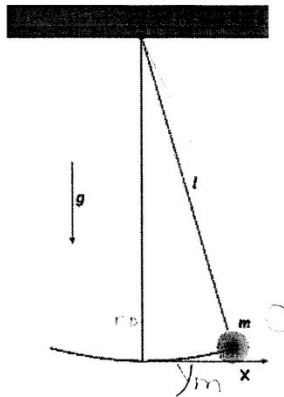
TLUMENÉ: U tlumených kmitů amplituda exponenciálně klesá s časem kvůli, a proto klesá výkon, celková energie
NETLUMENÉ: Pro netlumený kmit každý hmotného bodu je charakteristické, že jeho bod sedává stále v oči jednotky určitého bodu, jenž se osnačí jako rovnovážná poloha.

3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje



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

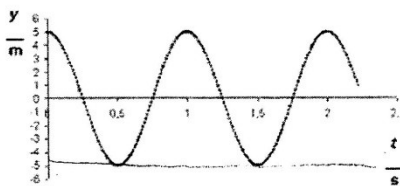
4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

tlumený kmitavý pohyb

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

$$f = \frac{72}{60} \text{ Hz} = 1,2 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{60}{72} = 0,8 \text{ s}$$



3. práce

téma pracovního listu	kmitý- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: A. B.	datum:	počet bodů: 15

1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

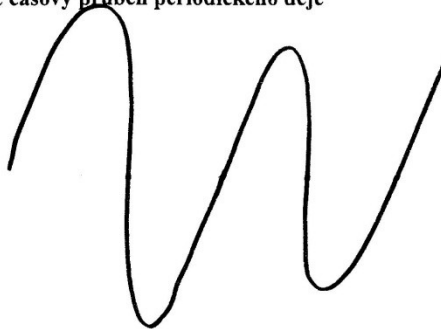
vlnění v bublince ucha při přijímání zvuku
pulsování srdce
zpívání a přejímání signálu v mobilu a televizi

2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

U tlumených kmitů amplituda exponenciálně klesá vlnem tření, a proto klesá rovněž celková energie
Pro netlumený kmitavý pohyb bodu je charakteristické to, že kmitavý bod setrvává stále v jedné poloze bez tlumení
pracuje jako rovnovážná poloha

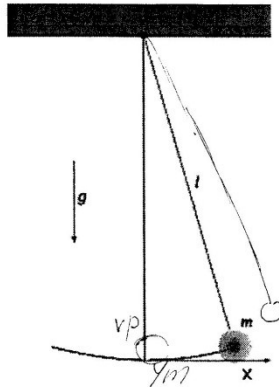
3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje

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



3

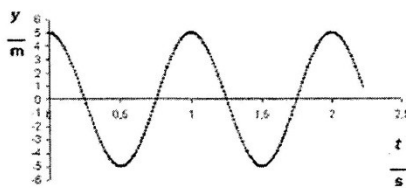
4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

tlumený kmitavý pohyb

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

$$f = \frac{72}{60} \text{ Hz} = 1,2 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{60}{72} \text{ s} = 0,8 \text{ s}$$



Tři nejhorší práce žáků 9. B

1. práce

téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: 9. B	datum: 24. 4.	počet bodů: 6

1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

hádání kmitadlo, vlny, bobtnání, nářadí na pulzní, elektrický obvod.

3

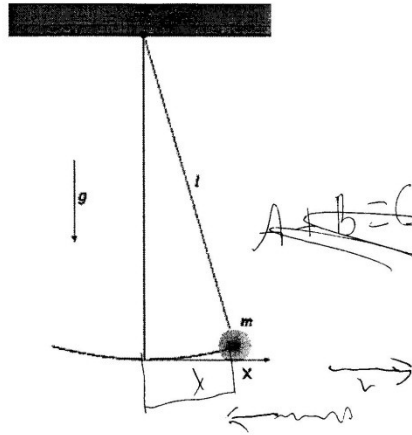
2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

tlumený: mechanická energie byl odvozen za předpokladu ze dosledovat se postupně ke nekonečnu

3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje



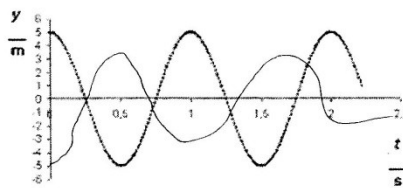
4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

tlumené kmitání

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

122

2. práce

téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: 9.B	datum:	počet bodů: 6

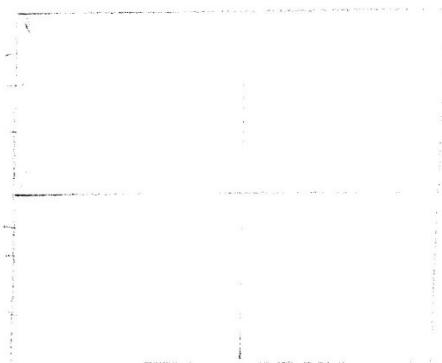
1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

kyvadlo, pružina, elektronický oscilátor

2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

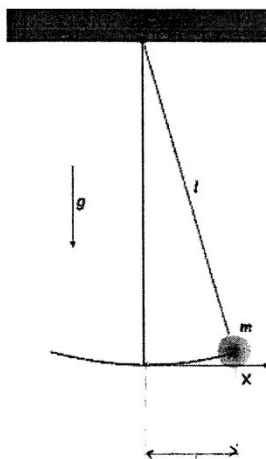
Pro netlumený kmitavý pohyb harmonického oscilátoru je charakteristické to, že harmonický bod setrvává stále v ohledí jedného určitého bodu jenž se označuje jako rovnovážná poloha

3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje



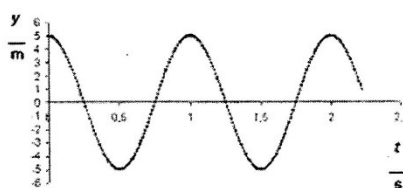
3

4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?

3. práce

téma pracovního listu	kmity- varianta A	
jméno a příjmení		
třída: 9.1	datum:	počet bodů: 3

1. uveďte nejméně tři příklady kmitavého pohybu v přírodě či technické praxi.

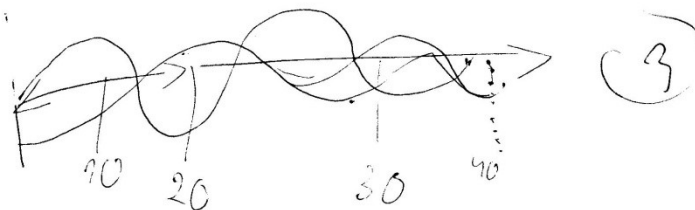
kyvadlo, žvaččí na pružině,

_____ 2

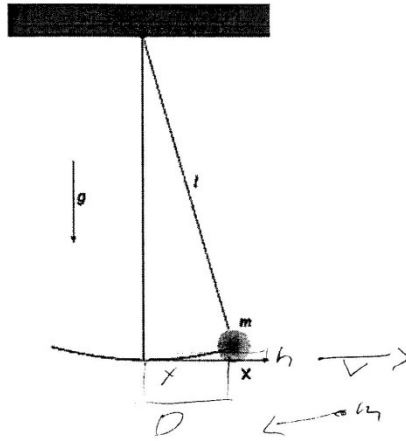
2. jaký je rozdíl mezi tlumeným a netlumeným kmitavým pohybem?

ustálí se opakuje a nikdy neklesá

3. graficky znázorněte časový průběh periodického děje

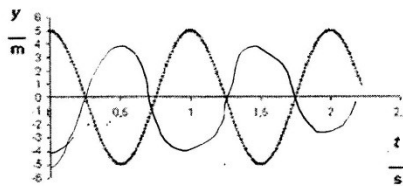


4. do obrázku matematického kyvadla dokreslete tyto veličiny (amplituda, okamžitá výchylka, rovnovážná poloha) do obrázku.



5. jak nazýváme kmitavý pohyb, jehož amplituda se postupně zmenšuje?

6. Na grafu časového průběhu výchylky urči frekvenci amplitudu a periodu harmonického kmitavého pohybu.



7. Srdce dospělého člověka vykoná 72 tepů za minutu. Jaká je frekvence a perioda jeho srdeční činnosti?
