

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY
A INFORMATIKY

Simulácia fyzikálneho experimentu
Bakalárska práca

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY
A INFORMATIKY

Simulácia fyzikálneho experimentu
Bakalárska práca

Študijný program: Aplikovaná informatika

Študijný odbor: 2511 aplikovaná informatika

Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky

Školiteľ: Mgr. Pavel Petrovič, PhD.

Bratislava 2020

Matej Dráb

Obsah

1. Úvod	4
2. Východiská	5
2.1 Tvorba didaktického softvéru	5
2.2 Fyzika	6
2.2.1 Interferencia vlnenia	6
2.2.2 Archimedov zákon.....	8
2.2.3 Tlak plynu	9
2.2.4 Striedavý prúd a jednosmerný prúd	10
2.3 Simulácia	11
2.4 Podobné práce	11
2.5 Programovacie jazyky a technológie.....	12
2.5.1 Html.....	12
2.5.2 CSS.....	12
2.5.3 PHP	12
2.5.4 Javascript.....	13

1. Úvod

Informačné technológie sú dnes súčasťou nášho života. Sú pevnou súčasťou vyučovacieho procesu. Dnes si už ani nevieme predstaviť ako by sme študovali na vysokej škole bez použitia notebookov a internetu.

Fyzika je všade okolo nás. Ani si neuvedomujeme kde všade v našom živote fyziku využívame. Preto je nutné priblížiť fyziku ľuďom viac a urobiť ju atraktívnejšou. V tomto nám môžu veľmi pomôcť informačné technológie, ktoré môžeme využiť na vyučovanie fyziky. Keďže sa na stredných školách čoraz viac upúšťa od fyzikálnym pokusov je potrebné urobiť v tomto smere niečo, čo bude pre mladú generáciu atraktívne. Aplikáciu pomôcť, ktorej budú môcť žiaci skúmať jednotlivé javy a nie len počúvať o tom ako jednotlivé javy fungujú ale ich aj vidieť.

Cieľom mojej bakalárskej práce je vytvoriť program, ktorý bude simulovať jednotlivé fyzikálne javy. Týmto spôsobom by som chcel priblížiť fyziku žiakom stredných škôl a urobiť ju zaujímavejšou. V tejto aplikácii budú môcť žiaci nastavovať rôzne veličiny a skúmať ako sa mení výsledok v závislosti od ich zmeny. Program by mal byť vhodný pre výučbu žiakov stredných škôl.

V mojej bakalárskej práci sa budem venovať štyrom simuláciám a to konkrétne interferenciou vlnení, elektrickým obvodom, Archimedovým zákonom, zmenou tlaku a teploty, striedavým a jednosmerným prúdom

V nasledujúcich kapitolách sa budem venovať východiskám pre tvorbu tejto aplikácie ako aj podobným riešeniam.

2. Východiská

V tejto kapitole sa budem venovať tvorbe didaktického softvéru, jednotlivým fyzikálnym javom, ktoré bude aplikácia simulovať. Prostriedkom potrebným na vytvorenie tejto aplikácie a podobným existujúcim aplikáciám.

2.1 Tvorba didaktického softvéru

Didaktický softvér je softvér vyvinutý na podporu učenia sa, poznávania a na rozvoj informačnej gramotnosti. Takýto softvér je navrhnutý špeciálne pre učiteľov na učenie konkrétnej látky.

Pri tvorbe didaktického softvéru je potrebné začlenenie učiteľov ako súčasť vývojového tímu. Učitelia by mali byť súčasťou procesu navrhovania, poradcami v oblasti učebných osnov v rôznych fázach procesu vývoja softvéru. Softvér by mal riešiť základnú otázku, „Čo s tým môže učiteľ robiť“. Inými slovami, softvér by sa mal hodnotiť ako úspešný, ak by ho učitelia mohli použiť ako pomôcku na lepšie vykonávanie úloh, ktoré už vykonávajú. Táto koncepcia návrhu didaktického softvéru naznačuje, že vývojári by mali zväžiť odborné znalosti učiteľov aby lepšie porozumeli tomu, čo učitelia potrebujú na výkon svojho zamestnania.

Návrh didaktického softvéru sa riadi jedným z dvoch prístupov:

- Navrhovanie kognitívnych nástrojov: autori sa tu snažia vytvárať softvér, ktorý implementuje jednoduchú teóriu učenia, kognitívy alebo výučby. Týmto dávajú počítaču vysokú mieru zodpovednosti na vzdelávacie výstupy.
- Navrhovanie profesionálnych nástrojov pre výučbu: autori sa tu snažia nájsť spôsoby, ako by sa počítač mohol použiť ako súčasť výučbového procesu.

Pri tvorbe didaktického softvéru je tiež nutné zamerať sa na konkrétnu skupinu pre ktorú je daný softvér určený. Softvér by mal poskytovať reálne informácie v oblasti pre ktorú je určený. Taktiež by mal mať možnosť aktualizovať tieto informácie na základe novo objavených skutočností. Mal by mať jednoduché, intuitívne ovládanie. Nemal by obsahovať veľa textu aby študenta príliš neodradil. Medzi jeden z hlavných cieľov softvéru je zaujať študenta. Tým že softvér vzbudí u študenta záujem, dokáže študent danú tému lepšie pochopiť. Teda je nutné zamerať sa na to aby bol softvér aj po estetickej stránke pre študenta

atraktívny a je potrebné zamerať sa na dizajn daného softvéru. Taktiež by mal mať softvér čo najmenšie hardwarové požiadavky aby sa mohol použiť aj na školách ktoré nedisponujú najnovšími počítačmi.

2.2 Fyzika

V tejto kapitole budú popísané fyzikálne javy, ktoré budú simulované v tejto práci

2.2.1 Interferencia vlnenia

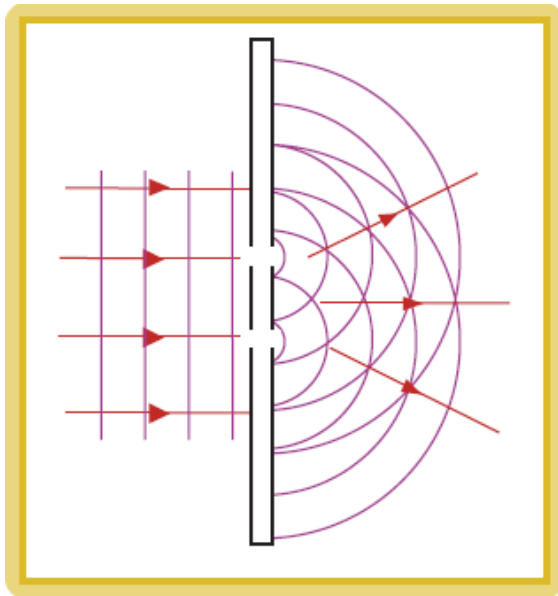
Interferencia alebo interferenčný jav je vo fyzike skladanie niekoľkých koherentných vlnení rovnakého druhu do jedného výsledného vlnenia

Ak sú dve vlnenia rovnakého druhu a v každom bode je rozdiel ich fáz konštantný (nemenný v čase), hovoríme, že tieto vlnenia sú koherentné.

Interferencia môže nastať, ak dve alebo viac vlnení toho istého druhu prechádzajú tým istým prostredím v tom istom čase. V miestach, kde sa vlnenia prekrývajú, sa môžu vzájomne ovplyvňovať (zosilňovať, zoslabovať), alebo postupujú ďalej, ako by sa šírili samostatne

Interferencia sa dá najlepšie ukázať na jemných štruktúrach. Najjednoduchšou štruktúrou bude sústava dvoch tenkých navzájom rovnobežných otvorov v tienidle, ktorých vzdialenosť je porovnateľná s vlnovou dĺžkou svetla. Takúto štruktúru nazveme dvoj štrbina. Hrúbka týchto tienidiel je niekoľkokrát menšia ako je vlnová dĺžka svetla

Príklad Šírenie svetla v dvoj štrbine



Na obrázku je ukázané že každým otvorom sa svetlo šíri na všetky strany. Otvory sa správajú ako bodové zdroje svetla. Situácia je podobná šíreniu zvuku otvorenými dverami. Pri svetle však v použití takejto analógie musíme byť opatrní. V skutočnosti sa svetlo šíri tak, ako je to znázornené na obrázku iba vtedy, ak je veľkosť otvoru porovnateľná s vlnovou dĺžkou svetla. Ak je veľkosť otvoru väčšia, potom sa svetlo šíri takmer iba priamo a za prekážkou vzniká tieň.

Všimnime si lúč ktorý ukazuje šikmo nahor. Tento lúč prechádza bodmi, v ktorých sa svetlo z jedného otvoru spolu so svetlom z druhého otvoru vzájomne zosilňujú. Všimnime si, že sa stretávajú oblasti s maximálnou kladnou výchylkou z jedného otvoru s oblasťami s maximálnou kladnou výchylkou z druhého otvoru. Na iných miestach tohto lúča sa stretávajú oblasti s maximálnymi zápornými výchylkami. Takýmto spôsobom sa svetlo v smeroch naznačených na obrázku zosilňuje. V iných oblastiach sa stretávajú maximálne kladne výchylky z jedného otvoru s maximálnymi zápornými výchylkami z druhého otvoru a vlnenia sa vzájomne zoslabujú. Tento jav nazývame už spomenutou interferenciou. Uhly od priameho smeru, v ktorých vzniknú zosilnenia a zoslabenia závisia od vzdialenosti štrbín a tiež od vlnovej dĺžky svetla. Ak na dvoj štrbinu necháme dopadať biele svetlo, rozloží sa na spektrum. Jednotlivé zosilnenia v priamom smere budú farebné.

2.2.2 Archimedov zákon

Archimedov zákon je fyzikálny zákon z hydrostatiky, ktorý sformuloval Grécky učenec Archimedes. Znenie „Archimedovho zákona *Teleso ponorené do kvapaliny je nadľahčované hydrostatickou vztlakovou silou, ktorej veľkosť sa rovná tiaži kvapaliny s rovnakým objemom, ako je objem ponorenej časti telesa.*“

Vieme že na teleso pôsobí tiažová sila F_G zvisle nadol a pri ponáraní do kvapaliny aj hydrostatická vztlaková sila F_{vz} zvisle nahor. Výslednicou týchto síl je sila.

$$F_v = F_G + F_{vz}.$$

Taktiež vieme že teleso je nadľahčované silou ktorá sa rovná $F = V\rho g$ kde V je objem ponorenej časti telesa ρ je hustota kvapaliny a g je tiažové zrýchlenie

Veľkosť a smer výslednej sily F_v určuje, ako sa bude teleso ponárané do kvapaliny správať:

Veľkosť hydrostatickej vztlakovej sily určuje objem ponorenej časti telesa

Dôsledky Archimedovho zákona:

- Ak je hustota tuhého telesa väčšia ako hustota kvapaliny Tiažová sila, ktorá pôsobí na teleso, je väčšia ako hydrostatická vztlaková sila. Výslednica síl smeruje nadol a teleso klesá ku dnu. Veľkosť vztlakovej sily sa pritom so zväčšujúcim objemom potopenej časti telesa zväčšuje.
- Ak je hustota tuhého telesa rovnaká ako hustota kvapaliny Tiažová sila je rovnaká ako hydrostatická vztlaková sila. Výslednica síl je teda nulová a na teleso nepôsobí žiadna sila. Teleso sa v kvapaline vznáša, tzn. nestúpa ani neklesá
- Ak je hustota tuhého telesa menšia ako hustota kvapaliny Tiažová sila pôsobiaca na teleso je menšia ako hydrostatická vztlaková sila. Výslednica síl smeruje nahor, čo spôsobuje, že teleso stúpa ku voľnej hladine kvapaliny. Veľkosť vztlakovej sily sa pritom so zmenšujúcim objemom potopenej časti telesa zmenšuje.
- Zmena veľkosti vztlakovej sily pri ponáraní, alebo vynáraní telesa danej hmotnosti môže viesť k rovnovážnemu stavu, v ktorom platí, že tiažová sila je v rovnováhe so vztlakovou silou, ktorá pôsobí na tú časť telesa, ktorá je ponorená v kvapaline

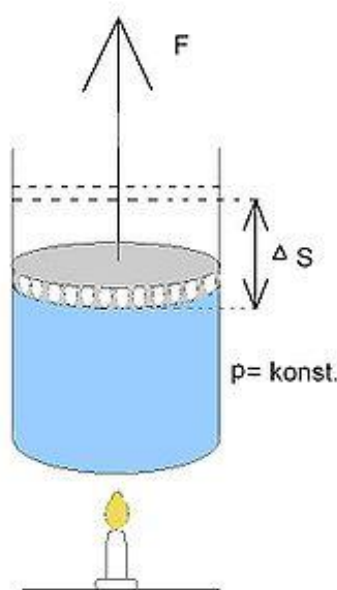
2.2.3 Tlak plynu

Izobarický dej je termodynamický proces, pri ktorom tlak zostáva konštantný. Obvykle sa to dosiahne tak, že sa objem nechá expandovať alebo zmenšovať takým spôsobom, aby neutralizoval akékoľvek zmeny tlaku, ktoré by boli spôsobené prenosom tepla. Pri zohrievaní sa plyn rozpína a pri ochladzovaní znižuje svoj objem.

Práca pri konštantnom tlaku sa však dá pomerne ľahko vypočítať pomocou rovnice: kde **W** je práca **p** je tlak (konštanta) a ΔV je zmena objemu

$$W = p \cdot \Delta V$$

Príklad



Na obrázku máme valec s váženým piestom a zahrievame v ňom plyn. Objem plynu sa zvyšuje v dôsledku zvýšenia energie. Je to v súlade s Charlesovým zákonom „*objem plynu je úmerný jeho teplote*“. Vážený piest udržiava tlak konštantný. Množstvo práce, ktorú sme vykonali, môžeme vypočítať na základe zmeny objemu plynu a tlaku. Piest sa posúva zmenou objemu plynu, zatiaľ čo tlak zostáva konštantný. Keby bol piest pripevnený a nepohyboval by sa pri zahrievaní plynu tlak by stúpala skôr ako objem plynu. Nebol by to izobarický proces, pretože tlak by nebol konštantný. Teda by plyn nemohol produkovať prácu aby vytlačil piest. Ak odstránime zdroj tepla z valca alebo ho umiestnite do mrazničky

aby stratil teplo od okolitého prostredia objem plynu by sa zmenšil a vážený piest by sa s ním sťahoval, pretože by sa udržiaval konštantný tlak.

2.2.4 Striedavý prúd a jednosmerný prúd

Striedavý prúd

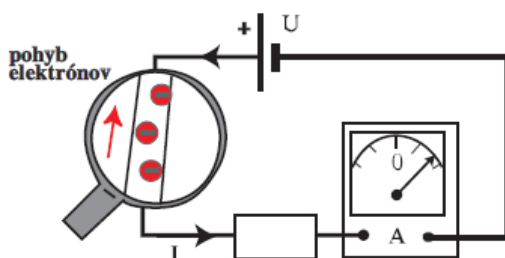
Prúd, ktorý v pravidelných časových intervaloch mení svoju veľkosť a polaritu sa nazýva striedavý prúd. Pri tomto prúde sa smer usporiadaného pohybu nabitých častíc (elektrónov) v elektrickom obvode periodicky mení. Hlavnou výhodou použitia striedavého prúdu namiesto jednosmerného prúdu je to, že sa striedavý prúd ľahko transformuje z úrovně vysokého napätia na úroveň nižšieho napätia vďaka čomu je schopný prenášať energiu na veľké vzdialenosti bez veľkej straty energie. Striedavý prúd (AC) je špecifickým prípadom periodického striedavého prúdu. Intenzita prúdu prechádza cez nulu, striedavo dosahuje kladných a záporných hodnôt charakteristickým opakovateľným spôsobom. Jeden celý cyklus zmien hodnoty intenzity prúdu sa nazýva perióda, preto sa tomuto druhu prúdu vraví tiež periodický

Základné parametre popisujúce striedavý prúd sú: **obdobie**, **frekvencia** (vyjadrená v Hertzoch) a **amplitúda** (maximálna hodnota striedavého prúdu). Striedavý prúd sa využíva v energetických sieťach na celom svete.

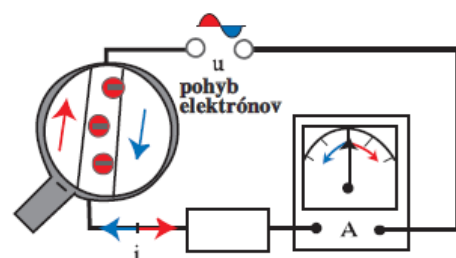
Jednosmerný prúd

Jednosmerný prúd je jednosmerný tok alebo pohyb elektrónov. Intenzita prúdu sa môže v priebehu času meniť, ale všeobecný smer pohybu zostáva stále rovnaký. V jednosmernom obvode elektróny vychádzajú zo záporného pólu a pohybujú sa smerom k pozitívnemu pólu. Fyzici to však definujú ako cestovanie z plus do mínus.

Obvod jednosmerného prúdu



Obvod striedavého prúdu



Na ľavej časti obrátku vidíme obvod jednosmerného prúdu. V tomto obvode sa veľkosť prúdu ani jeho smer nemení. Prúd núti elektróny pohybovať sa ku kladnej svorke

Na pravej časti obrátku vidíme obvod striedavého prúdu. Veľkosť a smer tohto prúdu sa mení v pravidelných časových intervaloch. Je popísaný funkciou sínus a tým sa mení aj smer pohybu elektrónov

2.3 Simulácia

Simulácia slúži na napodobňovanie reálnych situácií pomocou počítačov Cieľom simulácie je čo najbližšie sa priblížiť reálnej situácii a na základe vstupných parametrov skúmať a analyzovať danú situáciu.

V mojej práci sa pokúsim o čo najreálnejšie vizuálne simulácie fyzikálnych javov

2.4 Podobné práce

Podobné práce robilo zopár študentov aj na našej fakulte. Mne sa páčila práca Lukáša Slováka z roku 2011. Táto práca sa venuje vizualizácii fyzikálnych javov z fyziky mikrosveta.

Je pomerne dobre graficky spracovaná. Používateľské rozhranie pôsobí jednoduchým a intuitívnym dojmom Výhodou tejto práce je to že má 2 rôzne módy učiteľský a študentský. V študentskom móde sa nachádzajú okrem vizualizácii aj testy pomocou ktorých si študenti môžu overiť čo nového sa naučili. Nevýhodou tejto aplikácie je to že je naprogramovaná v jazyku Java. Teda je nutné mať na počítač na ktorom je nainštalovaná Java pre spustenie danej aplikácie.

Ďalšia práca ktorá stojí za zmienku je práca Mariána Jonis z roku 2015 Táto práca sa venuje vizualizácii fyziky jadra. Táto práca mala taktiež veľmi pekné grafické spracovanie a intuitívne rozhranie Veľmi veľkou výhodou tejto práce bolo to že bola písaná v jazyku Javascript teda nie je nutné inštalovať žiadne ďalšie programy pretože aplikáciu môžeme spustiť z webu. Táto práca taktiež obsahuje možnosť testovania študentov. Pričom je možné študentov rozdeliť do rôznych skupín.

2.5 Programovacie jazyky a technológie

Táto kapitola sa bude venovať technológiám ktoré budú v mojej práci využité

2.5.1 Html

Skratka HTML znamená hypertextový značkový jazyk HTML je jazyk používaný na vytváranie a zobrazovanie webových stránok na internete. „Hypertext“ označuje hypertextové odkazy, ktoré môže obsahovať stránka HTML. „Značkový jazyk“ označuje spôsob, akým sa značky používajú na definovanie rozloženia a prvkov stránky. Webové stránky pozostávajú z HTML, ktorý sa používa na zobrazenie textu, obrázkov alebo iných zdrojov prostredníctvom webového prehliadača.

2.5.2 CSS

Kaskádové štýly (CSS) je štandard , ktorý popisuje formátovanie stránok značkovacieho jazyka. CSS definuje formátovanie pre nasledujúce typy dokumentov : HTML, XHTML, XML, SVG

CSS umožňuje vývojárom oddeliť vizuálne prvky(farba, veľkosť, umiestnenie textu, tabuľky, obrázkov ...) od HTML pre väčšiu kontrolu nad stránkou a vytvárať tak jednotný vzhľad viacerých stránok. Súbor CSS je zvyčajne pripojený k súboru HTML pomocou odkazu v súbore HTML. Namiesto definovania štýlu každého bloku textu v HTML stránke stačí keď budú bežne používané štýly definované v dokumente CSS iba raz. Akonáhle je štýl definovaný CSS, môže byť použitý ktoroukoľvek HTML stránkou, ktorá obsahuje odkaz na súbor CSS

2.5.3 PHP

PHP je webový skriptovací jazyk, ktorý sa používa na tvorbu dynamických webových stránok. PHP kód je možné vložiť do HTML webovej stránky. Kód je zvyčajne spracovávaný PHP interpretom implementovaným ako modul vo webovom serveri. Výstupy z funkcií PHP na stránke sa zvyčajne vracajú ako HTML kód, ktorý môže prehliadač prečítať. Pretože kód PHP sa pred načítaním stránky transformuje do HTML, používatelia nemôžu na stránke zobraziť tento kód. Vďaka tomu sú stránky PHP dostatočne bezpečné na prístup k databázam a k iným citlivým informáciám.

2.5.4 Javascript

JavaScript je dynamický skriptovací programovací jazyk, ktorý sa bežne používa pri vývoji webových aplikácií. Pôvodne bol vyvinutý spoločnosťou Netscape ako prostriedok na pridávanie dynamických a interaktívnych prvkov na webové stránky. JavaScript je skriptovací jazyk na strane klienta, čo znamená, že zdrojový kód je spracovávaný webovým prehliadačom klienta a nie na webovom serveri. To znamená, že funkcie JavaScriptu sa môžu spustiť po načítaní webovej stránky bez komunikácie so serverom. Kód sa dá vložiť kdekoľvek v rámci HTML webovej stránky. V HTML sa však zobrazuje iba výstup kódu na strane servera, zatiaľ čo kód JavaScript zostáva v zdroji webovej stránky úplne viditeľný. Môže sa naň odkazovať aj v samostatnom súbore .JS, JavaScript vykresľuje webové stránky interaktívnym a dynamickým spôsobom. To umožňuje stránkam reagovať na udalosti, prejavovať špeciálne efekty. Obsahuje množstvo frameworkov z ktorých budem niektoré vo svojej práci využívať

- **Node js** je prostredie pre aplikácie na strane servera, Je to open source softvérová architektúra, ktorá je riadená udalosťami: deteguje a reaguje na veci, ktoré sa dejú, keď k nim dôjde. Node.js je založený na prehliadači Chrome V8 Javascript engine Slúži na jednoduché vytváranie rýchlych a škálovateľných sieťových aplikácií.
- **JQueryj** je knižnica Javascriptu Ktorá umožňuje pridať na webové stránky ďalšie funkcie ako napríklad animácie Vďaka dobre používateľskému rozhraniu uľahčuje prácu z javascriptom. Na implementáciu jQuery je nutné mať odkaz na súbor jQuery v rámci HTML webovej stránky.