

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp

Bakalárska práca

2015

Marián Jonis

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp

Bakalárska práca

Študijný program: Aplikovaná informatika

Študijný odbor: 2511 Aplikovaná informatika

Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky

Školiteľ: Mgr. Pavel Petrovič, PhD.

Bratislava, 2015

Marián Jonis



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Marián Jonis
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: 9.2.9. aplikovaná informatika
Typ záverečnej práce: bakalárska
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp
Educational Program Demonstrating a Physical Principle

Cieľ: Špecifikovať, navrhnúť a implementovať výukový program pre stredoškolskú fyziku, ktorý vysvetľuje fyzikálny princíp pomocou interaktívnej simulácie. Interaktívnosť spočíva v nastavení rozličných parametrov, alebo predpokladov simulácie. Študent analyzuje oblasti vhodné pre uplatnenie interaktívnej simulácie a vyberie konkrétnu oblasť fyziky, ktorú na názorných príkladoch aplikácia bude vysvetľovať.


Literatúra: 1. Lukáš Slovák: Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp, bakalárska práca, FMFI UK, Bratislava, 2011.
2. Jozef Belko: Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp, bakalárska práca, FMFI UK, Bratislava, 2013.
Oracle: Java FX API Documentation, online: <http://docs.oracle.com/javafx/2/api/index.html>

Kľúčové slová: výukový program, fyzika

Vedúci: Mgr. Pavel Petrovič, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: doc. PhDr. Ján Rybár, PhD.
Dátum zadania: 05.10.2014

Dátum schválenia: 04.11.2014

doc. RNDr. Mária Markošová, PhD.
garant študijného programu


.....
študent


.....
vedúci práce

Čestne prehlasujem, že som túto bakalársku prácu
vypracoval samostatne s použitím citovaných zdrojov.

.....

Pod'akovanie

Chcel by som sa poďakovať môjmu školiteľovi Mgr. Pavlovi Petrovičovi, PhD., za pomoc pri práci, mnohé inšpiratívne nápady a trpezlivosť. Rovnako by som sa chcel poďakovať všetkým, ktorí mi pri tvorbe mojej bakalárskej práce pomáhali.

Abstrakt

Cieľom našej bakalárskej práce bolo navrhnuť a vytvoriť výukový program, ktorý bude pomocou simulácie demonštrovať fyzikálny princíp zo stredoškolskej fyziky. Zvolili sme si fyzikálne princípy z jadrovej fyziky a zároveň sme rozhodli, že náš program bude obsahovať aj aplikáciu, ktorá umožní vytvárať a zadávať testy žiakom. V našej práci opisujeme východiská našej práce, jej špecifikáciu a návrh a následne opisujeme dosiahnuté výsledky. Náš cieľ sa nám podarilo dosiahnuť. Výsledkom našej práce je výuková aplikácia naplňajúca našu špecifikáciu. Vytvorenú aplikáciu sme odskúšali so skupinou žiakov čím sme testovali aj jej nasadenie v praxi.

Kľúčové slová : výukový program, fyzika, simulácia

Abstract

The goal of our bachelors thesis was to design and create an educational program, that would demonstrate a physics principle by simulation. We have chosen principles from nuclear physics and decided, that our program will be containing an application, that will allow to create and give tests to students. At our thesis, we describe our background knowledge necessary for our thesis, then we focus our attention on specification and design of our thesis and the evaluation of progress of our work. We have reached our goal. Outcome of our work is educational application which meets our specification. We have tested our application with group of students by which we tested its use in practice.

Key words : educational application, physic, simulation

Obsah

Úvod	1
1 Východiská	2
1.1 Tvorba didaktického softvéru	2
1.2 Fyzika jadra	3
1.2.1 Štruktúra jadra	3
1.2.2 Rádioaktívna premena jadra	4
1.2.3 Anihilácia pozitron – elektrón	4
1.2.4 Coulombov zákon a Bohrov model atómu vodíka	5
1.3 Použitie webových technológií v pedagogike	5
1.3.1 Java applet	5
1.3.2 Grafické funkcie Java appletu	5
1.3.3 Java applet ako fyzikálna simulácia	6
1.3.4 Nevýhody používania Java appletu	7
1.3.5 Iné technológie	7
1.4 Programovací jazyk JavaScript	7
1.4.1 Ajax	7
1.4.2 HTML element canvas	8
1.5 Podobné aplikácie	8
1.5.1 Predchádzajúce bakalárske práce	8
1.5.2 Podobné aplikácie dostupné na internete	9
2. Špecifikácia	11
2.1 Špecifikácia funkcií	11
2.2 Špecifikácia používateľského rozhrania	12
2.3 Špecifikácia simulácií	15
2.3.1 Rádioaktívna premena jadra	15
2.3.2 Anihilácia	16
2.3.3 Coulombov zákon a Bohrov model atómu vodíka	17
3. Návrh	18
3.1 Zvolené technológie	18
3.2 Rozdelenie na komponenty	18
3.2.1 Komponent Testovanie	19

3.2.2 Komponent Testovacie skupiny	20
3.2.3 Komponent Testy	20
3.2.4 Komponent Simulácie	21
3.2.5 Komponent Rádioaktívna premena	22
3.2.6 Komponent Anihilácia.....	23
3.2.7 Komponent Coulombov zákon.....	25
3.3 Správa používateľovaštruktúra databázy.....	25
4. Implementácia	27
4.1 Naplnenie špecifikácie a problémy pri implementácii	27
4.1.1 Testy a testové skupiny	27
4.1.2 Rádioaktívna premena	28
4.1.3 Anihilácia	29
4.1.4 Coulombov zákon a Bohrov model atóm vodíka	30
4.2 Používanie aplikácie	30
5. Testovanie.....	31
Záver.....	32
Použitá literatúra.....	34
Apendix A	35

Úvod

Dnes už sú informačné technológie pevnou súčasťou vyučovacieho procesu vo vzdelávaní prakticky na všetkých úrovniach, či už ide o základné, stredné alebo vysoké školy. Pedagógovia ich používajú na komunikáciu so žiakmi, aj pri samotnom vyučovaní, či už na prezentáciu alebo vizualizáciu podávaných informácií. Informačné technológie tiež pridávajú žiakom možnosti učenia sa napríklad tým, že podstatne rozširujú možnosti ich samo - štúdia.

Z toho jasne vyplýva, že informačné technológie môžu byť efektívne použité pedagógmi akéhokoľvek predmetu a teda aj žiakmi. Je možné ich vhodne použiť aj pri výučbe fyziky. Vlastne samotná fyzika ponúka obrovské množstvo námetov pre použitie informačných technológií. Či už ide o softvér, ktorý spracováva, analyzuje dáta z rôznych meraní alebo simulácie rôznych javov.

Cieľom našej bakalárskej práce je vytvoriť aplikáciu, ktorá bude simulovať niekoľko fyzikálnych javov a zároveň bude vhodná pre použitie vo vyučovaní.

V našej práci sme sa zaoberali východiskami našej práce, kde sme rozoberali zásady tvorby didaktického softvéru, fyzikálne pozadie jednotlivých simulácií a venovali sme sa štúdiu podobných aplikácií a predchádzajúcich bakalárskych prác.

Ďalej nasledujú kapitoly špecifikácia, návrh a implementácia. V kapitole špecifikácia sme špecifikovali funkcionality a používateľské rozhranie našej aplikácie. Potom nasleduje návrh, ktorý vychádza zo špecifikácie. Návrh obsahuje rozdelenie našej aplikácie na komponenty a ich podrobný opis a taktiež štruktúru databázy. V kapitole implementácia sa venujeme tomu, ako sa nám podarilo naplniť špecifikáciu a aké problémy sme pri tom riešili a odôvodnenia nenaplnených bodov špecifikácie. Záver tejto kapitoly tvorí návod na uvedenie našej aplikácie do prevádzky.

Našu prácu ukončujú kapitoly testovanie a záver. V kapitole testovanie, popisujeme výsledky testovania našej aplikácie so žiakmi a kapitola záver, obsahuje zhrnutie a zhodnotenie výsledkov našej práce, ako aj motiváciu na jej doznenie a zlepšenie.

1 Východiská

Táto kapitola podrobne zaznamenáva všetky informácie potrebné pre vytvorenie nášho programu. Sú v nej popísané kritériá dôležité pri tvorbe didaktického softvéru, podrobne popísané fyzikálne javy, ktoré bude náš program simulovať, taktiež popisuje použité technológie a podobné aplikácie.

1.1 Tvorba didaktického softvéru

Pod pojmom aplikovateľnosť didaktického softvéru myslíme to, či je možné použiť daný softvér v praxi teda, v tomto prípade v procese výučby.

Aplikovateľnosť didaktického softvéru v procese výučby výrazne ovplyvňuje, akým spôsobom spĺňa kritériá, na ktoré by mal byť kladený dôraz pri jeho tvorbe. Tieto kritériá podľa [1] sú edukačný pohľad, pohľad používateľa, manažment výučby a hodnotenia a technické vlastnosti .

Pre edukačný pohľad je kľúčová správnosť informácií, ktoré daný softvér podáva žiakovi. A zároveň aj to či je podávaná látka v súlade s učebnými osnovami. S tým súvisí aj možnosť pre pedagóga, jednoducho aktualizovať informácie podávané softvérom, to môže byť potrebné napríklad pri zmene osnov, alebo nadobudnutí nových poznatkov v danej oblasti. Zároveň je vhodné, ak softvér poskytuje pedagógovi možnosť hodnotenia žiakov, respektíve spätnej väzby pre žiakov.

Ďalším kritériom je pohľad používateľa. Vzhľadom k tomu, že cieľom didaktického softvéru je žiakom danú informáciu priblížiť, naučiť ich ju a vzbudiť v nich záujem o danú tému a tým ich motivovať k ďalšiemu štúdiu, je potrebné aby upútal ich pozornosť. Zaujať mladých ľudí je pomerne náročné, preto musí mať vytváraný softvér prítiažlivý vzhľad. Rovnaký dôraz však musí byť kladený aj na jednoduchosť a intuitívnosť ovládania daného softvéru.

Z pohľadu technických vlastností je dôležité aby bol softvér kompatibilný s na školách používanou verziou operačného systému. Zároveň je dôležité, aby daný softvér nepoužíval neštandardné technológie, ak to nie je nevyhnutné. Tiež je dôležitá odolnosť programu voči zlým vstupom.

Zároveň berieme do úvahy princípy tvorby didaktického softvéru, ktoré sú popísané v predchádzajúcich bakalárskych prácach s podobnou témou [4] a [5].

1.2 Fyzika jadra

V tejto kapitole sú podrobne popísané fyzikálne javy, ktoré chceme v našej aplikácii simulovať.

1.2.1 Štruktúra jadra

Informácie v tejto podkapitole sú čerpané zo zdroja [2].

Podľa protónovo-neutrónovej hypotézy sa jadro atómu skladá z protónov a neutrónov. Protóny sú kladne nabité častice. Počet protónov v jadre sa nazýva protónové (atómové) číslo a označuje sa Z . Neutrón je elektricky neutrálna častica, počet neutrónov v jadre vyjadruje neutrónové číslo, ktoré sa označuje N . Spoločný názov pre protóny a neutróny je nukleóny. Počet nukleónov v jadre vyjadruje nukleónové číslo, ktoré sa označuje A . Medzi protónovým číslom, neutrónovým číslom a nukleónovým číslom platí vzťah $A = Z + N$. Jadro prvku s označením X môžeme nazvať nuklid X a pre označenie jeho zloženia je zaužívané označenie A_ZX .

Ak majú jadrá rovnaké protónové číslo (Z) a rozdielne neutrónové číslo (N) nazývajú sa izotopy. Rozdielne izotopy jedného prvku majú rovnaké chemické vlastnosti, ale rozdielne jadrové vlastnosti, niektoré sú stabilné a iné sú nestabilné (rádioaktívne). Rádioaktívne jadro (rádionuklid) sa časom premení na iné jadro, pričom emituje určitú časticu.

Jadro atómu nemá presne definovaný tvar, avšak pre zjednodušenie pochopenia štruktúry jadra sa používa guľový model jadra. Pre vysvetlenie rôznych pozorovaných vlastností jadier, sa používajú rôzne modely jadier. Pre vysvetlenie priebehu štepenia jadra sa používa kvapkový model. V kvapkovom modeli sa nukleóny pohybujú chaoticky a vytvárajú tesné usporiadanie. Je to analógia usporiadania molekúl v kvapke tekutiny.



Obr. 1 Model jadra atómu.

1.2.2 Rádioaktívna premena jadra

Informácie v tejto podkapitole sú čerpané zo zdroja [2].

Samovoľná zmena jadra jedného prvku na jadro iného prvku, ku ktorej dochádza emisiou určitej častice, napríklad protónu a elektromagnetického žiarenia malej vlnovej dĺžky (γ žiarenie) sa nazýva rádioaktivita.

Polčas premeny ($T_{1/2}$) vyjadruje čas, za ktorý sa premení polovica pôvodného množstva rádioaktívnychjadier.

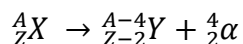
Zákon premeny vyjadrený vzťahom

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

kde N_0 je počiatočný počet jadier nestabilného izotopu (v čase $t = 0$), e je Eulerovo číslo, λ je konštanta premeny, ktorá vyjadruje pravdepodobnosť premeny za jednotku času, vyjadruje počet nepremených jadier po uplynutí času t .

Pre jadrové premeny platí zákon zachovania počtu nukleónov a zákon zachovania elektrického náboja.

Pri α – premene jadro emituje α – časticu ${}^4_2\alpha$, ktorá je jadro hélia. Symbolicky zapísaná α – premena



1.2.3 Anihilácia pozitron – elektrón

Informácie v tejto podkapitole sú čerpané zo zdrojov [2] a [9].

Pozitron je antičastica elektrónu to znamená, že ide o rovnakú časticu akou je elektrón ale opačný elektrický náboj. Pozitron sa uvoľňuje pri β^+ rozpade jadra. Jeho dráha od uvoľnenia je krátka a závisí od jeho energie. Na konci svojej dráhy sa pozitron stretne s najbližším elektrónom a dôjde k ich anihilácii, to znamená stretu častice a jej antičastice.

Pri anihilácii dôjde k zániku elektrónu a pozitronu a uvoľneniu veľkého množstva energie, z ktorej podstatnú časť pohltia dva uvoľnené fotóny, ktorých dráhy sú navzájom opačné.

Fotóny je možné pomocou senzorov zachytiť a vzhľadom na fakt, že ich dráhy sú navzájom opačné, zistiť, ktoré fotóny vznikli spolu a na základe ich rýchlosti (rýchlosť svetla) a času, kedy boli zachytené určiť, kde došlo k anihilácii fotónu s pozitronom.

1.2.4 Coulombov zákon a Bohrov model atómu vodíka

Informácie v tejto podkapitole sú čerpané zo zdroja [2].

Coulombov zákon vyjadruje silové pôsobenie dvoch bodových elektrických nábojov. Ten môžeme spolu s použitím vzorca na výpočet dostredivej sily aplikovať na Bohrov model atómu vodíka, v ktorom elektrón obieha po kruhovej dráhe okolo protónu. Kde po dosadení konštánt môžeme vypočítať rýchlosť, akou sa musí pohybovať elektrón, aby sa udržal na danej kruhovej dráhe.

1.3 Použitie webových technológií v pedagogike

Nasledujúca kapitola popisuje využitie webových technológií vo výučbe na základe [3].

1.3.1 Java applet

Java applet je malý program napísaný v Jave. Applet môže byť umiestnený na webovej stránke a spúšťaný webovým prehliadačom. Výhodou použitia appletu je fakt, že applet nemá prístupové práva do súborového systému klienta a teda nemôže používateľovi spôsobiť škodu, napríklad odcudzením informácií. Zároveň applety pridávajú webovým stránkam funkcionality, ktorú programovací jazyk HTML neposkytuje.

1.3.2 Grafické funkcie Java appletu

Podľa [3] má použitie Java appletov štyri hlavné grafické funkcie v rámci interaktívneho učebného dokumentu, kozmetická, motivačná, upútavajúca a prezentačná.

Java applet môže byť použitý na to, aby pridal webovej stránke atraktivnosť, avšak to nemusí nevyhnutne znamenať, že samotná stránka napomôže vyučovaniu a môže naopak od učenia pozornosť odpútať.

Pri použití Java appletu na motiváciu k štúdiu je dôležité dosiahnuť, aby sa podávané informácie zdali zaujímavé a zároveň relevantné. Riziko tohto prístupu spočíva v tom, že môže dôjsť k nadmernému použitiu appletu a teda presýteniu žiaka.

Java applet môže upútať pozornosť na nejakú oblasť alebo jav, vizualizáciou daného javu alebo vhodne vybranej časti danej oblasti.

Prezentačnú funkciu nemusí Java applet nevyhnutne plniť animáciou daného javu, ale môže napríklad zobrazovať dáta týkajúce sa daného javu.

1.3.3 Java applet ako fyzikálna simulácia

Použitie Java appletov na fyzikálnu simuláciu môže značne napomôcť pedagógom vo vyučovaní fyziky. Základné funkcie takýchto appletov podľa [3] sú nasledovné :

Môžu pomôcť pochopiť rovnice ako fyzikálne vzťahy medzi meranými veličinami. Pre mnoho žiakov je náročne pochopiť rovnicu, ako niečo čo reprezentuje vzťah medzi meraniami a práve tu, je možné použiť applet, ktorý simuluje príslušný fyzikálny jav k danej rovnici, pričom applet umožňuje úpravu parametrov, čo sa prejaví na danej simulácii.

Môžu pomôcť žiakom vybudovať si myšlienkové modely fyzikálnych sústav. Žiaci môžu mať problém pospájať si v mysli jednotlivé fakty, ktoré sú im podávané pedagógom a z učebných textov. Preto môže applet simulujúci príslušný jav, objasniť súvislosti naučených informácií a zároveň im pomôcť zapamätať si ich správne.

Môžu poskytnúť žiakom zaujímavé zážitky z aktívneho učenia sa. Pre žiakov je jednoduchšie zapamätať si niečo, čo si mohli vyskúšať aktívne, samostatne.

Môžu slúžiť ako médium, pomocou ktorého, môžu žiaci jeden druhému vysvetliť a popísať svoje pochopenie fyzikálneho javu. To môže značne napomôcť vyučovaciemu procesu.

1.3.4 Nevýhody používania Java appletu

Použitie Java appletu v dnešnej dobe sa stáva stále náročnejším pre koncového používateľa, teda toho, kto chce Java applet spustiť pomocou webového prehliadača. Tento problém vzniká tým, že webové prehliadače prestávajú podporovať technológiu Java applet.

To má za následok ,že používateľ je nútený, buď prevziať applet do svojho zariadenia a spustiť ho ako bežnú Java aplikáciu, alebo si u webového prehliadača vynútiť spustenie appletu, čo však je u bežne používaných prehliadačov často netriviálne prípadne úplne nemožné.

1.3.5 Iné technológie

Predchádzajúce podkapitoly popisovali použité Java appletov vo vyučovacom procese na základe [3]. Avšak to sa dá aplikovať na akúkoľvek webovú technológiu ,ktorá poskytuje rovnaké alebo dokonca rozšírené možnosti oproti technológii appletov.

Príklad takejto technológie je technológia canvas, ktorú poskytuje programovací jazyk HTML od verzie 5.0.

1.4 Programovací jazyk JavaScript

Podľa [6] je JavaScript dynamický, skriptovací, programovací jazyk, určený na programovanie webových aplikácií. Umožňuje pridať webovým stránkam dodatočnú funkcionality a umožňuje serveru komunikovať s používateľmi asynchrónne. JavaScript beží hlavne na strane klienta teda najčastejšie vo webovom prehliadači, čím redukuje prístup klientov na server. JavaScript má syntax podobnú programovacím jazykom Java a C++ a preto pre programátorov nie je náročné naučiť sa v ňom programovať. Avšak na rozdiel od nich, JavaScript nie je prísne typový jazyk. JavaScript môže byť použitý na procedurálne aj objektovo orientované programovanie.

1.4.1 Ajax

Podľa [7] je Ajax späť z technológiami JavaScript a XML teda technológiami, ktoré sú široko využívané na tvorbu dynamického, asynchrónneho webového obsahu. A teda termín Ajax je späť s interakciou medzi klientom a serverom.

Webové aplikácie založené technológií Ajax sú schopné posielat' serveru dáta na spracovanie bez toho, aby došlo k zmene aktuálne renderovanej web stránky na strane klienta. To umožňuje napríklad validovať dáta zadané do formulára v reálnom čase bez nutnosti akcie zo strany používateľa.

1.4.2 HTML element canvas

Na základe [8] Je canvas obdĺžniková oblasť na HTML stránke. Canvas má metódy na vykresľovanie obrázkov, kruhov, textu a podobne. Canvas tiež umožňuje pohyb objektov teda animáciu. Canvas je vykresľovaný pomocou JavaScript - u a teda môže reagovať na udalosti JavaScript – u ako pohyb myšou, kliknutie myšou, stlačenie tlačidla a podobne. Canvas je podporovaný bežne používanými webovými prehliadačmi ako Firefox, Chrome, Safari, Opera, Internet Explorer od verzie 9.

1.5 Podobné aplikácie

Existuje veľa podobných aplikácií, mnohé sú voľne dostupné iné nie, zároveň sa mnohé z nich venujú fyzike. Tieto aplikácie využívajú najrôznejšie technológie a sú na rôznej úrovni odbornosti. Sú medzi nimi desktopové aplikácie, ale aj webové aplikácie. Každá z týchto aplikácií má svoju cieľovú skupinu, alebo viac cieľových skupín.

Štúdiom všetkých týchto aplikácií môžeme získať veľa cenných poznatkov, ktoré môžu byť veľmi užitočné pri tvorbe našej aplikácie. Môžeme takto získať inšpiráciu, ale zároveň aj zistiť, čo nie je vhodné použiť, urobiť a tým zvýšiť kvalitu našej aplikácie. Zároveň je užitočné čítať aj recenzie, komentáre alebo ohlasy, z ktorých môžeme tiež získať cenné informácie, pre vytváranie špecifikácie a návrhu, o tom, čo použiť, respektíve urobiť a čo nie.

1.5.1 Predchádzajúce bakalárske práce

Skúmali sme dve predchádzajúce bakalárske práce s rovnakou témou.

Prvá z nich [4] sa venuje fyzike mikrosвета a je to desktopová aplikácia. Táto aplikácia umožňuje sieťovú komunikáciu pomocou ktorej, môže pedagóg riadiť, čo sa zobrazuje študentom, čím mu dáva možnosť, použiť aplikáciu priamo pri výklade učiva. Aplikácia zároveň obsahuje testy k jednotlivým simuláciám, čím umožňuje používateľom overiť si nadobudnuté vedomosti.

Veľkou výhodou tejto aplikácie je už spomínaný učiteľský mód a pekné grafické spracovanie. Miernou nevýhodou je fakt, že ide o desktopovú aplikáciu. Nevýhodou tejto aplikácie je nedostatočná funkcionálna testovania žiakov.

Táto aplikácia je zároveň veľmi dobre spracovaná z pohľadu používateľského rozhrania a jej používanie je jednoduché a intuitívne, čo je pri danej cieľovej skupine veľmi dôležité.

Druhá bakalárska práca [5] sa venovala mechanike. Je to webová aplikácia rozdelená na dve navzájom nezávislé časti, jednou je applet a druhou je webové rozhranie pre prezeranie úloh. Táto aplikácia kladie dôraz na úlohy k jednotlivým simuláciám, ktoré môže pedagóg používať na hodnotenie študentov. Tieto úlohy môžu používatelia riešiť a svoje riešenia odoslať pomocou webového rozhrania.

Výhodou tejto aplikácie je to, že ide o webovú aplikáciu a teda, nie je potrebné sťahovanie programu, ani inštalácia, avšak je nevyhnutné umiestniť ju na server. Jej výhodou je zároveň aj to, že umožňuje pedagógovi zadávať žiakom testy s vlastnými otázkami a zároveň mu umožňuje pomocou databázy evidovať, aj výsledky žiakov v týchto testoch. Nevýhodou je použitie technológie Applet, pretože spustenie Appletu cez webový prehliadač si v súčasnosti vyžaduje dodatočné nastavenia prehliadača.

1.5.2 Podobné aplikácie dostupné na internete

testonline.cz

Poskytuje zaujímavú formu výučby niekoľkých predmetov a medzi nimi aj fyziky. Ktokoľvek sa môže zaregistrovať a riešiť pripravené testy, pričom pri nesprávnej odpovedi sa zobrazí pomôcka často aj vizuálna, ktorá navedie používateľa k správnej odpovedi.

Za nedostatok považujeme fakt, že zároveň s pomôckou sa hneď odhalia aj správne odpovede. Tu by bolo možno vhodnejšie dať používateľovi ešte jeden pokus a až potom odhaliť správne odpovede. Nedostatkom je taktiež pomerne malý rozsah okruhov otázok.

Táto webová stránka obsahuje niekoľko doplnujúcich funkcií, ako napríklad podrobnú štatistiku priebehov riešených testov spolu so záznamami o odpovediach na

jednotlivé otázky, ako aj možnosť exportovať otázky, s ktorými mal používateľ problémy.

Abidan Fyzika Matematika

Ide o voľne dostupnú desktopovú aplikáciu, v ktorej je možné dosadiť hodnoty do niekoľkých matematických a fyzikálnych vzorcov a program dopočíta ostatné, ak je to možné. Zároveň sa zobrazí postup dosadzovania zadaných hodnôt do vzorcov, ale vo všeobecnosti sa v aplikácii nič viac nedeje. Má však pekne spracovaný dizajn, ktorý je potenciálne pre našu budúcu aplikáciu inšpiráciou.

phet.colorado.edu

Obsahuje zaujímavý Java applet, ktorý simuluje alfa rozpad jadier atómov. Ten je možný prepínať medzi dvoma módmi . Buď pozorovať jedno jadro ako sa v priebehu času rozpadne a koľko krát za ten čas ubehol polčas rozpadu. Druhý mód poskytuje možnosť umiestniť na plochu viac rádioaktívnych jadier a pozorovať, ako sa v priebehu času postupne rozpadávajú.

Celá aplikácia je veľmi pekne spracovaná a k jej prednostiam patrí aj pekné dizajnové spracovanie a jednoduchosť používania. Webová stránka, ktorá obsahuje tento applet taktiež obsahuje sprievodné texty, ktoré podrobne vysvetľujú fyzikálne princípy, ktoré sú predmetom simulácie.

2. Špecifikácia

Cieľom našej práce je vytvoriť výukovú aplikáciu, ktorá bude simulovať niekoľko fyzikálnych javov a zároveň bude používateľom umožňovať interakciu. Dôraz budeme klásť na správnosť podávaných informácií, jednoduchosť, respektíve intuitívnosť ovládania a prít'azlivý vzhľad.

Zvolili sme si nasledujúce fyzikálne simulácie : rádioaktívna premena jadra, anihilácia a Coulombov zákon.

Náš softvér bude rozdelený na dve samostatné aplikácie ,jednou bude hlavná aplikácia, ktorá bude obsahovať simulácie a druhá aplikácia bude slúžiť na manipuláciu databázy pre pedagóga.

2.1 Špecifikácia funkcií

Hlavná aplikácia

Aplikácia bude obsahovať jednotlivé simulácie vybraných fyzikálnych javov a bude poskytovať možnosť ľubovoľne medzi nimi prepínať. Pre jednotlivé simulácie bude možné zmeniť parametre, ktoré budú rôzne pre jednotlivé simulácie. Každú simuláciu bude možné spustiť, pozastaviť a spustiť od začiatku.

Aplikácia bude zároveň pedagógovi poskytovať možnosť zadávať študentom testy. Pedagóg bude môcť vytvoriť skupinu a zadať pre ňu heslo(pomocou druhej aplikácie). Žiaci sa budú môcť pomocou hesla do tejto skupiny prihlásiť a následne vyplniť a odoslať zadaný test. Pri odoslaní budú musieť zadať svoje meno a priezvisko. Pri odoslaní testu sa spolu s ich menom odošle aj dátum a čas odoslania a IP adresa, z ktorej bolo riešenie odoslané. Po odoslaní testu sa používateľovi zobrazí vyhodnotenie, ktoré bude obsahovať počet správnych a nesprávnych odpovedí, percentuálny výsledok testu a správne odpovede k otázkam, ktoré zodpovedal nesprávne.

Pedagógom bude taktiež k dispozícii možnosť zaznamenávať a ukladať priebeh simulácií a tieto uložené záznamy bude možné následne z aplikácie spustiť.

Vytváranie testov a testových skupín

K softvéru bude patriť aj miniaplikácia pomocou ktorej bude možné vytvárať, respektíve vymazať vlastné testy a vytvárať, respektíve prezerať si testové skupiny uložené v databáze.

Vytvorenie testovej skupiny bude možné zadaním jej mena a hesla. Zároveň bude k dispozícii zoznam už existujúcich skupín. V zozname skupín bude možné vybrať si skupinu a zobrazíť zoznam doteraz odoslaných riešení testov v danej skupine. V ňom sa zobrazí tabuľka s nasledujúcimi stĺpcami: názov testu, meno a priezvisko žiaka, percentuálne vyhodnotenie riešenia testu, dátum a čas odoslania riešenia a IP adresa, z ktorej bolo riešenie odoslané. Tabuľku bude možné triediť podľa ľubovoľného stĺpca. Pre každú existujúcu skupinu bude možné zmeniť heslo a vymazať skupinu a pridelíť existujúce testy k jednotlivým fyzikálnym simuláciám pre danú skupinu.

Bude možné zobrazíť zoznam existujúcich testov a ľubovoľný test vymazať. Pri vytváraní testu bude možné vytvoríť ľubovoľný počet otázok. Pre každú otázku je možné zadať dve až šesť možných odpovedí. Ľubovoľnú odpoveď bude možné označiť ako správnu. Je možné označiť aj viacero odpovedí za správne, avšak každá otázka musí obsahovať aspoň jednu správnu odpoveď. Pre úspešné vytvorenie testu je nutné zadať aj unikátne meno testu a zvoliť simuláciu ku ktorej test patrí.

Do tejto aplikácie sa bude možné prihlásiť pomocou používateľského mena a k nemu prislúchajúceho hesla. Funkcionalita tejto aplikácie bude prístupná výhradne po prihlásení a bude obsahovať aj možnosť odhlásiť sa.

2.2 Špecifikácia používateľského rozhrania

Hlavná aplikácia

Aplikácia bude v hornej časti obsahovať navigáciu, pomocou ktorej, bude možné prepínať medzi jednotlivými simuláciami. Pravú stranu aplikácie bude zaberat' riadiaca sekcia. Riadiaca sekcia bude obsahovať riadiace prvky pomocou ktorých, bude možné riadiť priebeh simulácie a meniť jej atribúty. V hornej časti riadiacej sekcii budú dve tlačidlá. Jedno bude slúžiť na spustenie, respektíve pozastavenie simulácie a druhé bude slúžiť na znovu spustenie simulácie od začiatku. Pod týmito tlačidlami budú ovládacie

prvky na zmenu atribútov, simulácie pričom tieto prvky sa budú líšiť v závislosti od konkrétnej simulácie..

Spodná časť aplikácie bude obsahovať prihlasovací formulár do testovacej časti. Bude tu zoznam prístupných skupín v ktorom bude možné zvoliť si skupinu, textové pole pre zadanie hesla skupiny a tlačidlo pre potvrdenie prehlásenia. Po úspešnom prihlásení sa používateľovi otvorí nové testové okno.

Zvyšnú časť plochy aplikácie bude zaberat' samotná simulačná animácia. Pri niektorých simuláciách bude samotná animácia interaktívna.

Testové okno bude obsahovať textové pole pre zadanie mena a textové pole pre zadanie priezviska. Nasledovať budú jednotlivé testové otázky, kde bude vždy zobrazená otázka a výber z odpovedí na ňu. V spodnej časti okna bude tlačidlo na odoslanie svojho riešenia testu.

Vytváranie testov a testových skupín

Hornú časť aplikácie bude tvoriť navigácia pomocou, ktorej bude možné prepínať medzi testovým skupinami a testami.

Pokiaľ používateľ nebude prihlásený zobrazí sa formulár pre prihlásenie, ktorý bude obsahovať textové pole pre zadanie prihlasovacieho mena a prihlasovacieho hesla. A v jeho spodnej časti bude tlačidlo pre prihlásenie sa.

Ak bude používateľ prihlásený v pravom hornom rohu pod navigáciou bude tlačidlo pre odhlásenie sa z aplikácie. Po stlačení tlačidla pre odhlásenie bude používateľ odhlásený a znovu sa zobrazí prihlasovací formulár.

V testových skupinách bude formulár pre vytvorenie novej skupiny a zoznam názvov existujúcich skupín. Formulár bude obsahovať textové pole pre zadanie unikátneho mena testovej skupiny, textové pole pre zadanie hesla novej skupiny, textové pole pre potvrdenie hesla a tlačidlo pre potvrdenie, respektíve vytvorenie novej skupiny.

Názov testovej skupiny bude fungovať ako tlačidlo, po stlačení ktorého sa zobrazí nové okno, ktoré bude v hornej časti obsahovať tlačidlo na odstránenie skupiny, čo bude mať za následok aj odstránenie všetkých záznamov v skupine, formulár pre nastavenie prislúchajúcich testov k jednotlivým simuláciám v danej skupine a formulár na zmenu hesla skupiny. Formulár pre zmenu hesla bude obsahovať textové pole pre zadanie aktuálneho hesla, textové pole pre zadanie nového hesla, textové okno pre potvrdenie nového hesla a potvrdzovacie tlačidlo.

Formulár pre voľbu testov k jednotlivým simuláciám bude obsahovať výber z existujúcich testov pre každú simuláciu a potvrdzovacie tlačidlo. Zvyšnú časť tohto okna bude tvoriť tabuľka odoslaných riešení testov v zvolenej skupine. Tabuľku bude možné triediť kliknutím na hlavičku konkrétneho stĺpca, pričom sa tabuľka utriedi podľa daného stĺpca vzostupne. Za každým záznamom v tabuľke bude tlačidlo na jeho odstránenie.

V časti testy bude zoznam názvov existujúcich testov a formulár pre vytvorenie nového testu. Názvy testov v zozname budú fungovať ako tlačidlá, po kliknutí na niektorý názov testu sa zobrazia informácie o teste. Tu bude tabuľka ktorá bude obsahovať informácie o jednotlivých otázkach testu, to znamená znenie otázky, znenie jednotlivých odpovedí a správne odpovede budú vyznačené červenou farbou. Na konci každého riadku tabuľky bude tlačidlo, ktoré vymaže otázku z testu a tlačidlo pre upravenie otázky. Taktiež tu bude tlačidlo pre odstránenie testu, čo bude mať za následok aj odstránenie všetkých otázok testu.

Pod touto tabuľkou bude nasledovať formulár pre prídanie otázky do testu. Tento formulár bude obsahovať textové pole pre zadanie znenia otázky a textové polia pre zadanie znenia jednotlivých odpovedí a) až f), pričom každá otázka musí obsahovať aspoň dve odpovede. Každú odpoveď bude možné označiť ako správnu alebo nesprávnu, ale každá otázka musí obsahovať aspoň jednu správnu odpoveď. Odpovede c) až f) bude možné označiť ako neaktívne. V spodnej časti formulára bude tlačidlo pre prídanie otázky do testu.

V prípade upravovania existujúcej otázky, sa formulár pre pridávanie novej otázky vyplní údajmi o zvolenej otázke a tlačidlo pridať otázku sa zmení na tlačidlo upraviť otázku.

Formulár na pridávanie nového testu bude obsahovať textové pole pre zadanie názvu nového testu, názov musí byť unikátny a musí obsahovať aspoň štyri znaky a výber simulácie ku ktorej bude test patriť. Na konci formulára bude tlačidlo pre pridanie testu do zoznamu testov.

2.3 Špecifikácia simulácií

V tejto podkapitole sa venujeme detailnej špecifikácii simulácií zvolených fyzikálnych javov. Pod pojmom plocha máme na mysli časť venovanú animáciám špecifikovanú v predchádzajúcich podkapitolách. Zároveň všetky tu špecifikované ovládacie prvky sa budú nachádzať, pokiaľ nie špecifikované inak, v príslušnej časti riadiacej sekcie rovnako špecifikovanej v predchádzajúcich podkapitolách.

2.3.1 Rádioaktívna premena jadra

Simulovať budeme β – premenu jadra. V počiatočnom stave budú plochu vyplňať molekuly vody, v ktorých jeden vodík bude väčší ako druhý, čím bude reprezentovať ,že ide o rádioaktívny izotop vodíka tritium Tieto molekuly budú vykazovať mierny pohyb. Ich počet bude môcť používateľ meniť v riadiacej sekcii a ich veľkosť bude závisieť na ich počte. Používateľ bude môcť taktiež nastaviť polčas premeny v sekundách. V riadiacej sekcii bude umiestnené počítadlo, ktoré bude zobrazovať koľko času už od spustenia simulácie ubehlo, bude mať formát HODINY:MINÚTY:SEKUNDY. A ešte počítadlo, ktoré bude informovať o tom, koľkokrát v uplynutom čase už prebehol zvolený polčas premeny. Tiež tu bude zobrazený počet jadier, u ktorých už k premene došlo. Na záver tu bude malý graf, ktorý bude znázorňovať počet jadier, u ktorých dochádza k rádioaktívnej premene v priebehu času. Tieto informácie sa budú v priebehu simulácie v reálnom čase meniť.

Počet jadier u ktorých dôjde k β – premene v priebehu simulácie budeme počítať vzťahom $X = N_0 - N$, pričom $N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$, kde N_0 je zvolený počet jadier a $T_{1/2}$ je zvolený polčas premeny. V ktorom konkrétnom jadre dôjde k premene bude náhodné.

Po spustení simulácie bude postupne na základe zvolených parametrov dochádzať k premene jadier, až kým sa nepremenia všetky (to môže zabráť značné množstvo času pre vyššie hodnoty polčasu premeny). Keď dôjde v určitom jadre k premene, prejaví sa to zmenou farby kyslíka v molekule z červenej na modrú a rozpadom molekuly vody pričom uvoľnený kyslík, vodík a hélium začne stúpať smerom nahor, až kým nezmizne z obrazu. Uvoľnenie elektromagnetického žiarenia sa bude zobrazovať, ako sústredné kružnice, so stredom, v strede daného jadra, ktorých polomer sa bude v priebehu času zväčšovať. Keď polomer týchto kružníc dosiahne určitú veľkosť (v závislosti na veľkosti molekúl) zmiznú.

Na spodku riadiacej sekcie bude formulár pomocou ktorého, bude možné uložiť si nastavený polčas premeny a počet jadier, alebo už uložené nastavenia aplikovať. Ak bude používateľ prihlásený v aplikácii pre správu testov, bude môcť nastavenia ukladať. Neprihlásený používateľ bude môcť uložené nastavenia aplikovať.

2.3.2 Anihilácia

Simulovať sa bude anihilácia elektrónu a pozitronu. Simulácia bude z fyzikálneho hľadiska mierne zjednodušená, pretože životnosť pozitronu v prostredí je veľmi krátka a naše pozitrony budú zotrvať v prostredí pomerne dlho. Taktiež rozmiestnenie a pohyb elektrónov nebude úplne správne s fyzikálneho hľadiska.

Pozitrony budú reprezentované oranžovými guľôčkami a elektróny modrými. Počet elektrónov bude možné nastaviť v riadiacej sekcii a budú sa automaticky usporadúvať rovnomerne, do štyroch preddefinovaných, elipsových dráh, po ktorých sa budú v priebehu simulácie pohybovať. Celá oblasť v ktorej bude prebiehať simulácia bude ohraničená čiernou kružnicou.

Kliknutím do vnútra tejto kružnice používateľ umiestni pozitron, ktorý sa začne pohybovať po rovnej dráhe von z kružnice, pričom jeho pohyb bude smerovaný cez stred kružnice. Keď sa pozitron stretne s elektrónom, dôjde k anihilácii. Energia uvoľnená pri anihilácii bude zobrazená rovnako pri rádioaktívnej premene. Pri anihilácii sa uvoľnia dva fotóny, ktoré budú vykresľované ako žlté guľôčky, ale budú menšie, ako elektróny a pozitrony.

Tieto fotóny sa budú pohybovať smerom von z kružnice po navzájom opačných dráhach. Keď fotón dosiahne hranicu kružnice zmizne, a na jeho mieste sa objaví čierna

čiarka, ktorá pôjde po rovnakej dráhe, ako fotón späť k miestu vzniku fotónov. Miesto, kde prebehla anihilácia sa zaznačí zelenou bodkou, po tom čo bude lokalizované na základe zachytenia fotónov na hraniciach kružnice.

Spomenutá čierna čiarka bude demonštrovať zisťovanie polohy miesta kde došlo k anihilácii. To sa samozrejme zisťuje pomocou výpočtu teda čierna čiarka je výlučne demonštratívna.

Počas priebehu simulácie bude možné meniť rýchlosť pohybu telies v simulácii a taktiež bude možné prepínať medzi umiestňovaním pozitronov do simulácie a umierňovaním molekúl vody z rádioaktívnej premeny, ktoré na rozdiel od pozitronov zostanú na mieste a v priebehu času u nich dôjde k rádioaktívnej premene a uvoľnia pozitron, ktorý sa bude správať rovnako, ako používateľom umiestnený pozitron.

V tejto simulácii bude rovnako, ako v rádioaktívnej premene možné uložiť nastavenie a uložené nastavenie aplikovať. Pri uložení nastavenia sa uloží počet elektrónov na ploche, všetky pozitrony aj molekuly vody a taktiež fotóny a zaznačené miesta na ktorých prebehla anihilácia .

2.3.3 Coulombov zákon a Bohrov model atómu vodíka

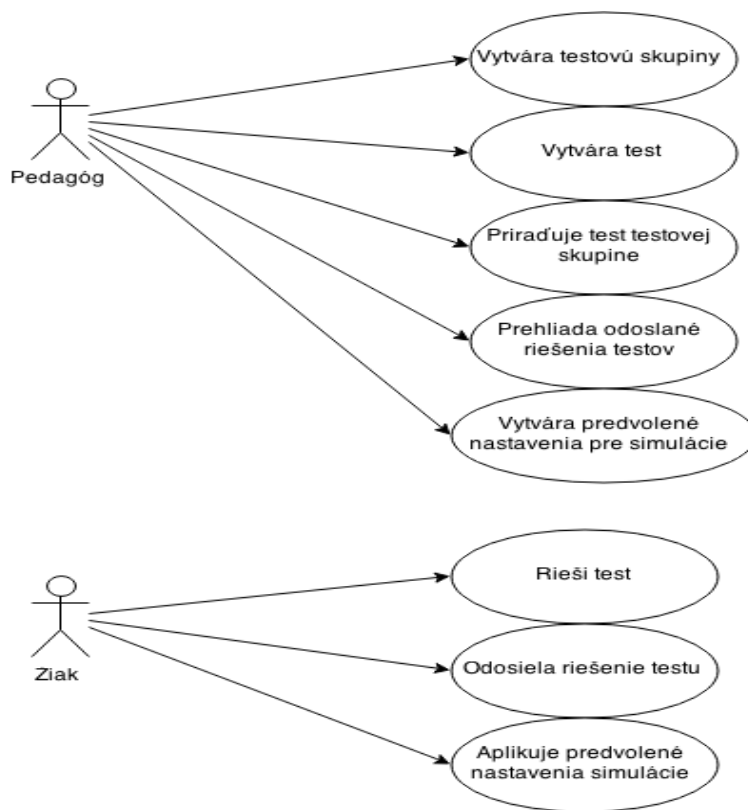
Simulovať sa bude pohyb elektrónu po kružnicovej dráhe okolo protónu. Používateľ bude môcť zadať rýchlosť elektrónu v metroch za sekundu a bude môcť nastaviť aj vzdialenosť elektrónu od protónu. Zmena rýchlosti bude aj reálne ovplyvňovať rýchlosť zobrazovaného elektrónu.

Zvyšné fyzikálne veličiny potrebné na výpočet Coulombových a dostredivých síl budú pevne zadané a vypísané.

Na základe toho ako používateľ zadá vstupné hodnoty sa porovná veľkosť Coulombovej a dostredivej sily. Ak budú približne rovnaké elektrón, bude krúžiť okolo protónu po kružnici. Ak bude Coulombova sila väčšia ako odstredivá sila, tak sa elektrón začne postupne približovať k protónu a ak bude väčšia dostredivá sila, tak sa bude elektrón postupne vzdalovať od protónu.

3. Návrh

Táto kapitola obsahuje návrh našej aplikácie. Popisuje použité technológie podrobne popisuje jednotlivé komponenty a štruktúru databázy.



Obr. 2 Diagram používateľských scenárov.

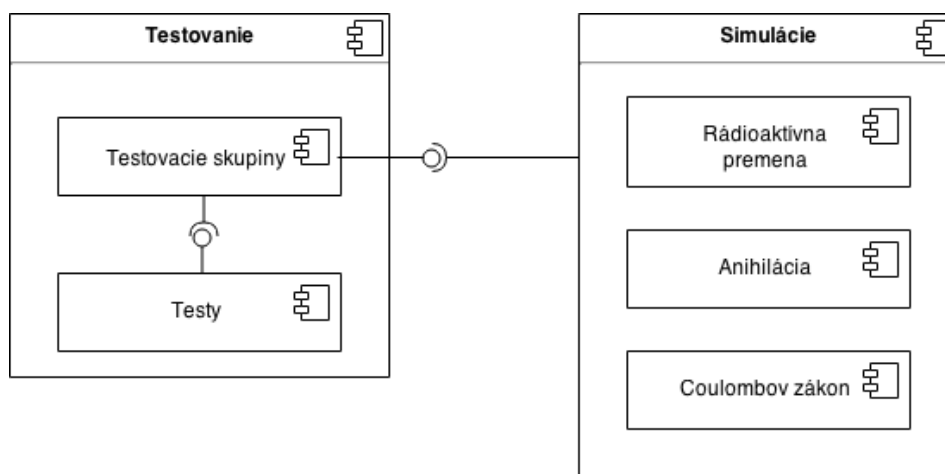
3.1 Zvolené technológie

Rozhodli sme sa navrhnuť našu aplikáciu ako webovú aplikáciu. Zároveň sme si zvolili programovací jazyk PHP pre dynamickú tvorbu webových stránok, pričom údaje budeme uchovávať v MySQL databáze. A pre vytváranie simulácií sme zvolili programovací jazyk JavaScript.

3.2 Rozdelenie na komponenty

Naša aplikácia sa bude pozostávať z dvoch hlavných komponentov a každý z nich bude pozostávať z niekoľkých ďalších komponentov.

Dva hlavné komponenty budú Testovanie a Simulácie. Komponent Testovanie bude pozostávať z komponentov : Testové skupiny a Testy. Komponent Simulácie bude pozostávať z komponentov : Rádioaktívna premena, Anihilácia a Coulombov zákon.



Obr. 3 Diagram komponentov.

3.2.1 Komponent Testovanie

Tento komponent bude zabezpečovať fungovanie všetkých aspektov aplikácie ktoré budú súvisieť s testami. Všetky jeho súbory budú uložené v zložke testy a jeho hlavnou súčasťou bude súbor data.html, ktorý bude obsahovať všetky funkcie pre manipuláciu s databázou. Taktiež bude zabezpečovať prístup do testovacej aplikácie len pre oprávnených používateľov. To znamená, že bude v databáze, v tabuľke jadro_pouzivatelia kontrolovať prihlasovacie údaje, ktoré používateľ zadá do prihlasovacieho formulára.

Tabuľka prislúchajúca k tomuto komponentu bude jadro_pouzivatelia. Túto tabuľku nebude možné upravovať priamo z aplikácie a Testovanie bude jediný komponent, ktorý do nej bude pristupovať, aj to len za účelom kontroly správnosti prihlasovacích údajov (prihlasovacie meno a heslo). Úpravy tejto tabuľky budú výhradne v právomoci správcu aplikácie.

Po úspešnej kontrole prihlasovacích údajov umožní používateľovi prístup k úplnej funkcionalite komponentov Testové skupiny a testy. A zároveň bude

zabezpečovať pre prihlásených používateľov možnosť odhlásiť sa. Túto časť bude zabezpečovať pridaním a dobratím hodnôt prihlasovacích údajov do SESSION pod kľúč "login".

3.2.2 Komponent Testovacie skupiny

Úlohou tohto komponentu bude zabezpečovať používateľom možnosť vytvárať, upravovať a odstraňovať testovacie skupiny. Funkcionalita tohto komponentu bude prístupná len za predpokladu, že SESSION obsahuje kľúč "login", pod ktorým sú uložené autentické prihlasovacie údaje.

Funkcie odstrániť, pridať a upraviť testovú skupinu budú realizované pomocou HTML formulára s metódou POST. Všetky budú pristupovať k tabuľke jadro_testove_skupiny. V rámci upravovania testovej skupiny bude možné zmeniť jej heslo a priradovať testy k jednotlivým simuláciám.

Testovacie skupiny budú slúžiť v komponente Simulácie ako prostredník medzi žiakom a pedagógom. Žiak sa bude môcť v komponente simulácie pomocou hesla testovej skupiny prihlásiť a v závislosti od simulácie, z ktorej sa prihlasuje sa skontroluje, či daná testová skupina má k danej simulácii priradený test. Ak áno tak bude z databázy načítaný príslušný test. Ak nie tak program žiaka informuje o tom, že test nie je zadaný a vytvorí odkaz ktorý žiaka vráti na predchádzajúcu stránku.

Tento komponent bude tiež umožňovať pedagógovi prezerat' si odoslané riešenia testov. Tie budú načítané z tabuľky jadro_odoslané_riešenia. Budú vypísané v tabuľke a bude ich možné utriediť podľa ľubovoľného stĺpca, triedenie bude realizované pomocou MySQL dopytu. Tieto údaje bude možné z tabuľky odstraňovať.

3.2.3 Komponent Testy

Komponent Testy bude zodpovedný za správu testov. Bude pomocou neho možné vytvárať, upravovať a odstraňovať jednotlivé testy.

Funkcie tohto komponentu budú realizované pomocou rovnakých technológií ako funkcie komponentu Testovacie skupiny. Tabuľky patriace k tomuto komponentu budú jadro_testy a jadro_otazky. Pre každý test bude možné zadať, ku ktorej simulácii patrí. Pri vytvorení testu sa vytvorí záznam v tabuľke jadro_testy. Takýto test nebude

obsahovať žiadnu otázku. Otázky testu sa budú ukladať v tabuľke a jadro_otazky a budú priradené k testom na základe ID testu.

Komponent testy bude zabezpečovať aj riešenie testov žiakmi a ukladanie ich riešení v databáze. Testy bude môcť žiak riešiť, po prihlásení sa do testovacej skupiny cez niektorý z pod - komponentov simulácie. Bude zabezpečovať vyhodnotenie testu na základe odpovedí, ktoré žiak zadá. Vyhodnotenie zobrazí žiakovi a uloží ho spolu s ostatnými údajmi (meno priezvisko, dátum a IP -adresa odosielateľa) do tabuľky jado_odoslane_riesenia.

3.2.4 Komponent Simulácie

Komponent Simulácie bude zabezpečovať správu webového rozhrania jednotlivých simulácií. Jeho hlavná funkcionality bude naprogramovaná v súbore data.php. Jeho súčasťou bude taktiež súbor styl.css, ktorý bude tvoriť dizajn všetkých webových stránok v rámci celej aplikácie a zložku textury, ktorá bude obsahovať všetky obrázky používané v rámci simulácií.

Prepínanie medzi jednotlivými simuláciami bude zabezpečované pomocou HTML navigácie. Všetky simulácie budú mať spoločné niektoré časti svojich HTML stránok. Budú to konkrétne hlavička a päta. Hlavička sa bude vytvárať na základe toho, ktorá simulácia bude spustená. To znamená, že pripojí k HTML stránke JavaScript súbor, ktorý prislúcha k danej simulácii a označí v navigácii stránky, ktorá simulácia je práve aktívna.

Zároveň budú mať všetky simulácie spoločnú funkciu pri načítaní stránky. Táto funkcia bude nacistaj() a bude inicializovať plochu (canvas), na ktorú sa bude simulácia vykresľovať a taktiež bude inicializovať riadiace prvky simulácie.

Ďalej budú mať všetky simulácie spoločné ešte dve tlačidlá- rozhranie. Tlačidlo pre spustenie, respektíve pozastavenie simulácie a tlačidlo pre obnovenie východiskového stavu simulácie podľa zadaných parametrov. Rozhranie bude tvorené dvomi časťami plocha simulácie a riadiaca časť. Plocha simulácie bude tvorená len HTML elementom canvas umiestnenom v časti section, ktorý bude zaberat' väčšinu plochy stránky. Riadiaca časť bude obsahovať všetky riadiace elementy simulácie, ale tieto sa budú pre jednotlivé sumácie líšiť. Spoločné však budú mať to, že všetky budú

umiestnené v časti aside, ktorá bude tvoriť pravý okraj stránky, tu sa budú nachádzať aj spomenuté tlačidlá.

Tlačidlo spustenie / pozastavenie sa bude zabezpečovať pridaním, respektíve odobraním funkcie pohyb() z opakovacieho cyklu, ktorý sa bude vykonávať vždy v určitom intervale, ktorý bude závisieť od konkrétnej simulácie rovnako, ako obsah funkcie pohyb(). Tlačidlo obnovenie zavolá funkciu nacistaj(), ktorej obsah bude taktiež rôzny pri jednotlivých simuláciách.

3.2.5 Komponent Rádioaktívna premena

Komponent Rádioaktívna premena bude zabezpečovať všetky aspekty simulácie rádioaktívnej premeny.

Simulácia bude prebiehať v reálnom čase, teda výpočty a vykresľovanie simulácie bude prebiehať vždy po uplynutí určitého časového intervalu. Tento interval bude 20 až 40 milisekúnd.

Na začiatku simulácie budú na ploche vykreslené molekuly vody. Ich veľkosť sa vypočíta na základe ich počtu a rozmerov canvasu, do ktorého sa budú vykresľovať. Budú usporiadané do štvorcovej siete. Ich pohyb bude mierne pulzovanie jedného atómu vodíka, ktorý bude malá biela guľôčka. To znamená, že sa budú postupne zväčšovať a následne zmenšovať. K tomu však nebude dochádzať u každej molekuly v rovnakom čase. V molekule, ktorá práve nepulzuje, je pri každom ubehnutí intervalu pravdepodobnosť 1 ku 100, že pulzovať začne.

Počet molekúl v ktorých dôjde k rádioaktívnej premene sa bude počítat' pri každom ubehnutí intervalu. Bude sa počítat' na základe zákona premeny, ktorý bol spomenutý v špecifikácií. Po výpočte sa počet nepremených jadier zaznačí do grafu, ktorý sa znovu vykreslí (ide o graf ktorý je spomenutý ďalej v tejto podkapitole). U ktorých konkrétnych molekúl dôjde k premene bude náhodné. Vyberie sa náhodná molekula a ak je nepremená dôjde v nej k premene, ak je už premenená, tak sa náhodne vyberie ďalšia. Tento postup sa zopakuje 30 krát a ak všetky zvolené molekuly

budú premenené, tak sa prejde zoznam všetkých molekúl a premení sa prvá nepremenená. Keď budú premenené všetky molekuly, výpočet aj vykresľovanie skončí.

Molekula u ktorej dôjde k premene sa rozpadne na tri časti, veľká červená guľôčka reprezentujúca kyslík zmení farbu na modrú a začne stúpať priamo na hor, až kým nezmizne z simulácie. Dve menšie guľôčky reprezentujúce vodík nezmenia farbu, ale rovnako sa začnú pohybovať nahor až kým nezmiznú.

Riadiaca sekcia bude obsahovať element, ktorý bude meniť počet molekúl vody v simulácií a element, ktorý bude meniť hodnotu polčasu premeny v simulácii. Akákoľvek zmena týchto parametrov bude mať za následok znovu spustenie simulácie s novými parametrami (takým aké boli zadané), to bude zabezpečovať volanie funkcie nacistaj(). Pod týmito elementmi bude v riadiacej sekcii počítadlo, ktoré bude zobrazovať uplynutý čas od začiatku simulácie a počítadlo, ktoré bude informovať o tom koľko krát už ubehol polčas premeny. Po tom bude nasledovať canvas, ktorý bude obsahovať malý graf, ktorý bude vykresľovať počet premenených jadier v čase. Tento graf sa bude aktualizovať zároveň s simuláciou.

Riadiacu sekciu bude ukončovať formulár pre aplikovanie uložených parametrov simulácie a formulár pre prihlásenie sa do testovej skupiny, avšak všetko čo bude nasledovať po prihlásení, bude zabezpečovať komponent Testy. Tieto údaje sú uložené v databáze v tabuľke jadro_rp_zaznam a pri načítaní stránky sa budú z tabuľky načítavať ich názvy a ID. Keď používateľ potvrdí aplikácie niektorého z existujúcich záznamov, tak sa načíta z tabuľky zvyšok údajov daného záznamu a ten sa aplikuje pomocou funkcie nacistaj().

3.2.6 Komponent Anihilácia

Komponent Anihilácia bude zabezpečovať všetky aspekty simulácie anihilácia pozitronu s elektrónom.

Simulácia bude prebiehať v čase. V tejto simulácií bude interval, v ktorom bude prebiehať závisieť od nastavenia používateľa v rozmedzí 20 až 100 milisekúnd.

Na začiatku simulácie budú na ploche vykreslené elektróny a hraničná kružnica, ktorej polomer bude 45% výšky canvasu a jej stred bude v strede canvasu. Veľkosť

elektrónov bude závisieť od rozmerov canvasu. Elektróny sa budú rovnomerne rozmiestnené na štyroch elipsách so stredom v okolí stredu hraničnej kružnice a dĺžky ich pol ôs budú 60% až 80% polomeru hraničnej kružnice.

V priebehu simulácie sa budú elektróny pohybovať po elipsových dráhach v smere hodinových ručičiek. Používateľ bude môcť pridávať pozitrony do simulácie kliknutím myši na miesto kam chce pozitron umiestniť. Pozitrony bude možné umiestňovať len vnútri hraničnej kružnice. Umiestnený pozitron sa začne pohybovať von z hraničnej kružnice smerom cez stred. Ak dôjde k stretnutiu pozitronu s elektrónom, pri ktorej sa budú prekríkať minimálne na 60% svojich obsahov dôjde k anihilácii. Pri anihilácii zmizne elektrón aj pozitron a objavia sa dva fotóny. Fotóny budú rýchlejšie ako všetky ostatné častice. Smer jedného fotónu sa vypočíta náhodne a druhý fotón sa bude pohybovať presne opačným smerom. Fotóny si budú pamätať miesto na ktorom sa objavili. Keď fotón dosiahne hraničnú kružnicu, zmizne a objaví sa krátka čiara, ktorej dráha bude presne opačná a prevezme od fotónu informáciu o jeho štartovnej pozícii. Keď čiara dosiahne štartovnú pozíciu fotónu zmizne a to miesto sa vyznačí zelenou bodkou.

Okrem pozitronov bude možné umiestňovať aj molekuly vody z predchádzajúcej simulácie. Tie na rozdiel od pozitronov budú statické. Po istom čase však u nich dôjde k rádioaktívnej premene, pri ktorej s pravdepodobnosťou 1 ku 20 emitujú pozitron, ktorý sa bude správať rovnako ako pozitron umiestnený používateľom.

Riadiaca sekcia bude obsahovať element, ktorý bude riadiť počet elektrónov v simulácii a element, ktorý bude riadiť rýchlosť (interval) simulácie. Zmena počtu elektrónov bude mať za následok ukončenie prebiehajúcej simulácie a vykreslenie začiatku novej . Tieto elementy bude nasledovať tlačidlo, ktorým bude používateľ určovať, či do simulácie umiestňuje pozitrony alebo molekuly vody. Tlačidlo bude vyzerať ako to, čo sa práve umiestňuje a po kliknutí naň sa zmení na druhú možnosť.

Riadiacu sekciu budú ukončovať dva formuláre. Formulár pre aplikovanie uloženého nastavenia a formulár pre prihlásenie do testovej skupiny. Formulár pre aplikovanie uloženého nastavenia bude fungovať podobne ako v Rádioaktívnej premene, ale na rozdiel od nej bude uložený nie len počet elektrónov, ale aj všetky častice, ich smer a poloha, ktoré sa nachádzali pri uložení v hraničnom kruhu

simulácie. Záznam bude ukladaný v databáze do tabuľky `jadro_rr_zaznam` a jednotlivé častice budú ukladané v tabuľke `jadro_rr_prvok`.

3.2.7 Komponent Coulombov zákon

Komponent Coulombov zákon bude zabezpečovať všetky aspekty simulácie Coulombov zákon a Bohrov model atómu.

Simulácia bude obsahovať dva objekty protón, ktorý bude červený a statický a elektrón, ktorý bude menší ako protón a bude pohyblivý. Protón bude umiestnený v strede canvasu. Elektrón bude obiehať okolo protónu po kruhovej dráhe, ktorej pomer bude vypočítaný na základe vzdialenosti elektrónu od protónu, ktorú zadá používateľ. Rýchlosť elektrónu sa bude počítat' na základe rýchlosti, ktorú zadá používateľ a od nej bude závisieť dĺžka intervalu vykresľovania. Na základe konštant a používateľom zadaných hodnôt sa vypočíta veľkosť Coulombovej sily a veľkosť dostredivej sily. Na základe ich porovnania sa následne určí správanie elektrónu. Ak budú rovnaké, elektrón bude obiehať okolo protónu po kruhovej dráhe s konštantným polomerom. Ak bude dostredivá sila menšia, tak sa polomer mierne zmenší pri každom ulynutom intervale. Ak bude dostredivá sila väčšia polomer sa bude pri ubehnutí intervalu mierne zväčšovať.

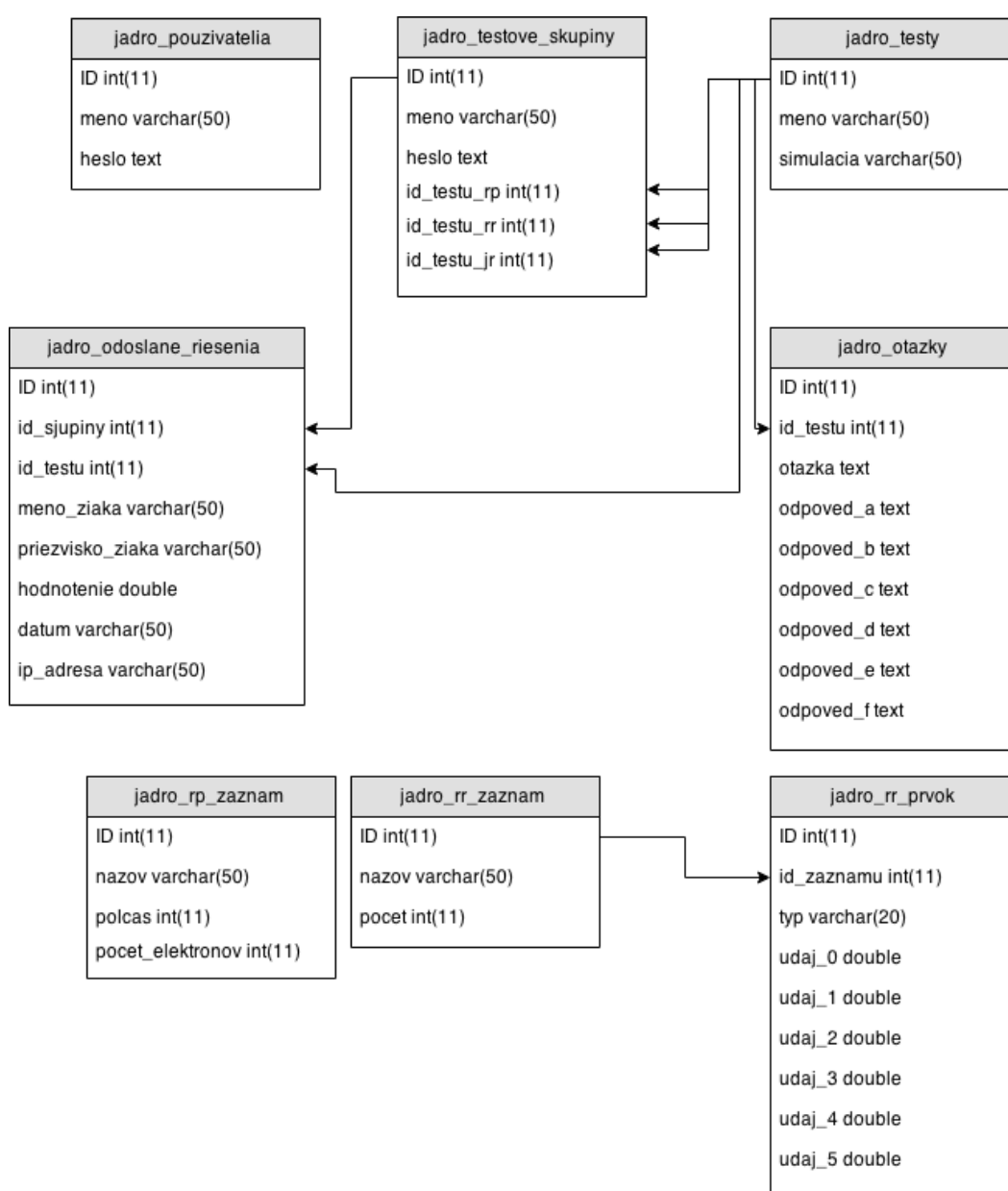
Riadiaca sekcia bude obsahovať element pre zadanie rýchlosti elektrónu a element pre zmenu vzdialenosti elektrónu od protónu. Zmena týchto parametrov bude mať za následok ukončenie prebiehajúcej simulácie a vykreslenie začiatku novej. Pod týmito elementmi bude vykreslený obrázok, ktorý bude obsahovať vzorce pre výpočet jednotlivých síl používané pri simulácii a hodnoty konštant v týchto vzorcoch. Riadiacu sekciu bude ukončovať formulár pre prihlásenie do testovej skupiny.

3.3 Správa používateľov a štruktúra databázy

Používatelia našej aplikácie, ktorí budú používať testovaciu funkcionálnosť našej aplikácie budú k tomu potrebovať záznam v tabuľke `jadro_pouzivatelia` a v databáze musia byť vytvorené tabuľky popísané nižšie v tejto kapitole, ktoré budú prislúchať k danému záznamu v tabuľke `jadro_pouzivatelia`. To znamená, že databáza bude obsahovať tieto tabuľky s menom daného používateľa v nasledujúcom tvare :

jadro_nazov-tabulky_meno-pouzivatela. Všetky heslá uložené v tabuľke budú zašifrované pomocou funkcie MD5.

Samotná aplikácia potom bude pristupovať k tabuľkám patriacim k používateľovi, ktorý je aktuálne prihlásený. To zabezpečí, aby jednotliví používatelia nemohli zasahovať k dátam iných používateľov, respektíve, aby videli len svoje dáta a používanie aplikácie bolo pre nich prehľadnejšie. V alternatívnom riešení by mohla každá tabuľka obsahovať stĺpec, ktorý by prirad'oval každý záznam konkrétnemu používateľovi.



Obr. 4 Štruktúra databázy.

4. Implementácia

V tejto kapitole sa budeme venovať tomu ako sa nám podarilo naplniť špecifikáciu a aké sme pri tom riešili problémy. A popisujeme čo musí používateľ urobiť, aby mohol používať našu aplikáciu.

4.1 Naplnenie špecifikácie a problémy pri implementácii

Špecifikácia rozčlenila našu aplikáciu na dve nezávislé časti, ktorých vzájomne prepojenie je minimálne a fungujú absolútne autonómne. To sa nám podarilo naplniť v plnom rozsahu. Avšak v záujme podstatného zjednodušenia implementácie sme mierne skomplikovali nasadenie do praxe a to tým, že pre využívanie funkcionality testovania zo simulácie bude nutné pri umiestňovaní aplikácie na server nastaviť v súbore `data.php` na začiatku prepísať heslo uložené v `SESSION` pod kľúčom `“login_ziak“`. Uvedomujeme si, že existujú aj iné riešenia.

4.1.1 Testy a testové skupiny

Špecifikáciu miniaplikácie pre vytváranie testov a testových skupín sa nám taktiež podarilo implementovať podľa špecifikácie, len s niekoľkými malými zmenami. Tabuľka odoslaných riešení testových skupín sa utriedi len pri kliknutí na hlavičku stĺpca, nie po kliknutí kdekoľvek do stĺpca a tiež bude možné vytvoriť test bez otázok.



The screenshot shows a web form titled "Pridať skupinu :". In the top right corner, there is a button labeled "Odhliasiť". The form contains three input fields: "Meno skupiny : (Musí byť unikátne)", "Heslo : (4 - 16 znakov)", and "Potvrdenie hesla :". Below these fields is a button labeled "Pridať skupinu". Underneath the button, the text "Existujúce skupiny :" is displayed, followed by a single entry "test" in blue text.

Obr. 5 Pridávanie testovej skupiny.

Test_02 Odhlásit

Zmazať test

Otázka	Odpoveď a)	Odpoveď b)	Odpoveď c)	Odpoveď d)	Odpoveď e)	Odpoveď f)	
Testola otazka ?	1	2	3	4	---	---	Zmazať Upraviť
Testola otazka 2 ?	1	2	3	4	---	---	Zmazať Upraviť

Otázka

Zdanie otázky :

Testola otazka 2 ?

a) Nesprávna ▾

b) Správna ▾

c) Nesprávna ▾

d) Nesprávna ▾

e) Správna ▾

f) Správna ▾

Pridať otázku

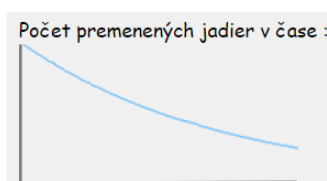
Obr. 6 Pridávanie otázok k testu.

4.1.2 Rádioaktívna premena

Špecifikáciu rádioaktívnej premeny sme splnili nasledovne. Pri ukladaní a nastavení simulácie sa ukladá len počet molekúl a polčas premeny a to z toho dôvodu, že simulácia, tak ako sme ju navrhli a implementovali nie je schopná začať simuláciu s tým, že sú už nejaké molekuly premenené, to by bolo možné len za predpokladu, že by sme uložili do databázy nie len počet premenných molekúl a uplynutí čas, ale aj minimálne informácie o tom, ktoré molekuly už boli premenné. To však spôsobuje problém pri aplikovaní týchto dát do simulácie, pretože návrh simulácie s tým nepočíta a vyžadovalo by si to zásadnú zmenu simulácie. Táto chyba bola spôsobená nedostatkom v návrhu.

Problémy nám pri tejto simulácii spôsobil aj graf počtu premenených molekúl v čase vykresľovaný v riadiacej sekcii. Problém spočíval v tom, že tento graf je relatívne malý (jeho veľkosť závisí na veľkosti okna prehliadača a tvorí približne 15% jeho šírky) a počet vrcholov v ňom je veľký (každých 20 milisekúnd pribudne jeden). Čo má za následok, že počet grafov je za relatívne krátky čas väčší, ako počet pixlov

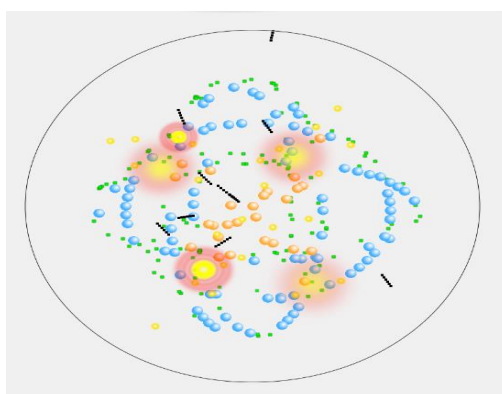
v šírke canvasu. Z toho jasne vyplynulo, že počet vrcholov grafu je nutné redukovať. Skúšali sme niekoľko spôsobov, avšak všetky mali za následok deformáciu grafu, ktorá bola neprijateľná. Nakoniec po analýze hodnôt vrcholov grafu sa ukázalo, že v grafe sa vždy vyskytuje veľa za sebou idúcich vrcholov s rovnakou hodnotou. A vedeli sme, že vrcholy v grafe sú usporiadané zostupne, takže sme to vyriešili tak, že keď počet vrcholov dosiahne kritickú hodnotu prebehne cyklus, ktorý odstráni všetky rovnaké hodnoty a ponechá z nich v grafe len 3 až 4.



Obr. 7 Graf zaznamenávajúci počet premenených jadier v simulácii rádioaktívna premena.

4.1.3 Anihilácia

Špecifikáciu tejto simulácie sa nám podarilo naplniť úplne. Avšak miesto, na ktorom došlo k anihilácii nie je určené na základe výpočtu, ale každý fotón si ho jednoducho zapamätá a v správnom čase ho označí. To však nie je z pohľadu používateľa možné zistiť, simulácia je oveľa menej náročná pre hardvér. V tejto simulácii sa nám na rozdiel od rádioaktívnej premeny podarilo naplniť aj špecifikáciu v bode ukladania nastavení. Uložia sa a následne sa aj načítajú všetky častice, ktoré sa v simulácii v čase uloženia nachádzajú.



Obr. 8 Prebiehajúca simulácia Anihilácia.

4.1.4 Coulombov zákon a Bohrov model atóm vodíka

Špecifikáciu tejto simulácie sme naplnili. Jediný problém, ktorý sa vyskytol pri implementácií bolo porovnávanie Coulombovej a dostredivej sily po ich vypočítaní. Tento problém vznikol z faktu, že výpočty prebiehajú na úrovni reálnych čísel, ktoré majú hodnotu podstatne menšiu ako 1, ale väčšiu ako 0. Z toho vznikli mierne nepresnosti, ktoré však mali za následok, že po zadaní správnej rýchlosti tieto dve sily neboli úplne rovnaké. To sme vyriešili ich vynásobením dostatočne veľkou mocninou desiatky a následným zaokrúhlením čísla. To však má za následok, že sily sa vyhodnotia ako rovné, aj v prípade nie úplne presnej rýchlosti.

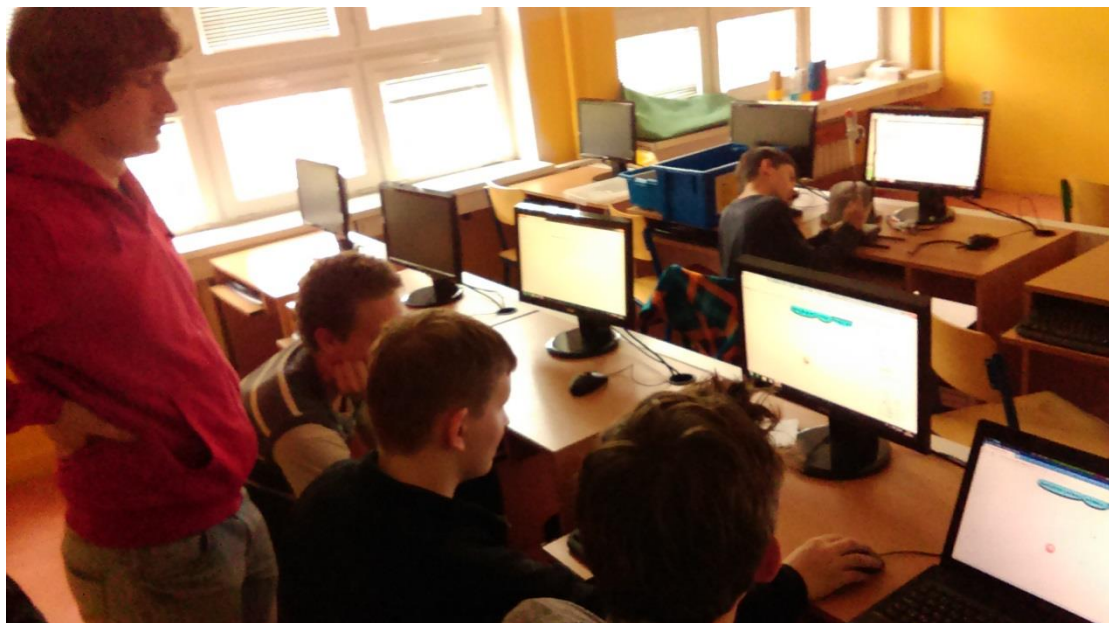
4.2 Používanie aplikácie

K používaniu našej aplikácie je potrebné umiestniť ju na server. To umožní využívať funkcionality týkajúcu sa simulácií. Ak, ale bude chcieť využívať aj funkcie, ktoré vyžadujú prístup do databázy bude musieť požiadať správcu o prístup. Ten mu v tabuľke `jadro_pouzivatelia` vytvorí záznam s jeho používateľským menom a heslom a tiež vytvorí v databáze všetky tabuľky popísané v dátovom modeli s menom používateľa, teda v tvare `jadro_nazov-tabulky_prihlasovacie-meno-pouzivatela`. A používateľ upraví súboru `data.php` tak, že do riadku `$_SESSION['login_ziak'] = "*****"`; namiesto `*****` napíše svoje prihlasovacie meno. Na spúšťanie aplikácie je doporučené používať aktuálnu verziu webového prehliadača, pri nižšej verzii sa môže stať, že niektoré komponenty nebudú fungovať správne.

5. Testovanie

Našu aplikáciu sme testovali so skupinou troch žiakov na Spojenej škole sv. Františka z Assisi v Bratislave. Žiaci testovali aplikáciu samostatne a aj s výkladom. Aplikáciu označili ako prehľadnú a v celku poučnú. Taktiež uviedli, že dané fyzikálne javy pochopili.

Avšak pri testovaní sme objavili niekoľko nedostatkov v aplikácii. Jedným z nich bol element, ktorým sa v simulácii rádioaktívnej premeny nastavuje počet molekúl. Pri pohybe týmto elementom za neustále stlčeného ľavého tlačidla myši sa plocha simulácie neustále plnila novými premennými molekulami. Túto chybu sme odstránili. Taktiež sme objavili niekoľko miernych nedostatkov v používateľskom prostredí.



Obr. 9 Fotografia z testovania aplikácie.

Záver

Predmetom našej bakalárskej práce bolo vytvoriť výukový program, ktorý bude pomocou interaktívnych simulácií demonštrovať niekoľko fyzikálnych princípov. Zvolili sme si nasledujúce princípy : rádioaktívna premena jadra , anihilácia fotónu a pozitronu a aplikovanie Coulombovho zákona v Bohrovom modeli atómu vodíka. Rádioaktívnu premenu jadra sme demonštrovali na základe zákona premeny ktorý vyjadruje počet nepremených jadier v určitom čase v priebehu simulácie vzhľadom na čas jej začiatku. Simuláciu anihilácia elektrónu a pozitronu sme demonštrovali pomocou jej vlastnosti vylúčiť dva fotóny s presne opačnými dráhami a v simulácií Coulombov zákon sme počítali rýchlosť elektrónu obiehajúceho okolo neutrónu.

Naša aplikácia naplnila ciele našej práce. Podarilo sa nám vytvoriť špecifikované a navrhnuté fyzikálne simulácie, ktoré fungujú podľa špecifikácie. V rámci simulácií rádioaktívna premena a anihilácia elektrónu a pozitronu naša aplikácia poskytuje pedagógovi možnosť uložiť parametre a priebeh simulácie, ktorý bude môcť žiak následne aplikovať. Zároveň naša aplikácia umožňuje pedagógovi vytvárať a zadávať žiakom testy a hodnotiť ich.

Naša aplikácia je určená na spúšťanie pomocou webového prehliadača a skladá sa z dvoch častí. Prvá časť obsahuje samotné simulácie a je možné je používať okamžite a bez obmedzenia. Druhá časť zabezpečuje funkcionality testovania žiakov avšak na používanie tejto časti je potrebné získať prístup a umiestniť celú aplikáciu na vlastný server. Tím sme sa snažili zabezpečiť, aby k vytváraniu a hodnoteniu testov mohli pristupovať len pedagógovia a nie žiaci.

Náš softvér je open-source. Jeho zdrojový kód je možné nájsť v elektronickej prílohe tejto práce. Zároveň je naša aplikácia umiestnená na webe na adrese <http://kempelen.ii.fmph.uniba.sk/jadro/> , kde je možné je vyskúšať.

Existuje niekoľko možností ako rozšíriť alebo doplniť našu aplikáciu. Jednou z možností je pridať pedagógovi možnosť priamo riadiť simulácie zobrazujúce sa na obrazovkách žiakov pomocou sieťovej komunikácie. Ďalšia z možností je umožniť pedagógom pridávať k jednotlivým simuláciám vlastné sprievodné texty, či už vo forme

HTML stránok alebo len vo forme čistého textu. Existuje samozrejme aj možnosť pridávať ďalšie simulácie do našej aplikácie čo je relatívne jednoduché vzhľadom k tomu, že úprava existujúceho zdrojového kódu zahŕňa výlučne pridávanie odkazov na príslušné miesta.

Použitá literatúra

- [1] Brestenská B. a spol. Využitie IKT technológií a sieťových platforiem novej generácie vo vzdelávaní - Klasifikácia a hodnotenie edukačného softvéru [online] [cit. 26.11.2014] Dostupné na:
<http://edi.fmph.uniba.sk/~tomcsanyiova/TPS/edusoftver.doc>
- [2] Laurinc V. a kol. FYZIKA II. Bratislava 2006 : Vydavateľstvo STU Bratislava
- [3] Tuleja S. Využitie Java appletov vo vyučovaní fyziky [online] [cit. 26.11.2014] Dostupné na:
<http://www.stuleja.org/vscience/seminar/pedagogikaAppletov.pdf>
- [4] Slovak L. Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp (Bakalárska práca) FMFI UK Bratislava : 2011
- [5] Belko J. Výukový program demonštrujúci fyzikálny princíp (Bakalárska práca) FMFI UK Bratislava : 2013
- [6] Mozilla Developer Network. About JavacSript [online] [cit. 18.5.2015] Dostupné na:
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/About_JavaScript
- [7] Mozilla Developer Network. Ajax [online] [cit. 18.5.2015] Dostupné na:
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/AJAX>
- [8] w3schools.com. HTML5 Canvas [online] [cit. 18.5.2015] Dostupné na:
http://www.w3schools.com/html/html5_canvas.asp
- [9] Inštitút nukleárnej a molekulárnej medicíny. Pozitrónová emisná tomografia [online] [cit. 18.5.2015] Dostupné na:
www.inmm.sk/web_object/2014_P10_NMM.ppt

Apendix A

CD obsahujúce zdrojový kód aplikácie a všetky potrebné súbory.