

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU

Tatjana M. Marković Topalović

**OPRAVDANOST IMPLEMENTACIJE SADRŽAJA
MEDICINSKE FIZIKE U SREDNJE ŠKOLE
ZDRAVSTVENE STRUKE**

M a g i s t a r s k i r a d

Mentor: Prof dr Slobodanka Stanković



Novi Sad, 2009.

*Veliku zahvalnost dugujem mojoj porodici Jozefini, Radmilu, Bojani i Nataliji.
Posebno se zahvaljujem na finansijskoj podršci „Institutu za zaštitu na radu“ a.d.
Novi Sad i Medicinskoj školi „Dr Andra Jovanović“ Šabac.*

„Idem est non esse, et non apparere“
(Što se ne dokaže, kao i da ne postoji)

Sadržaj:

UVODNI DEO	4
1. Metodološki okvir istraživanja	6
1.1. Problem istraživanja	6
1.2. Hipoteza istraživanja	6
1.3. Uzorak istraživanja	6
1.4. Instrument istraživanja	7
2. Osnovni podaci o medicinskim školama na teritoriji Republike Srbije	8
2.1. Karta Srbije sa obeleženim pozicijama medicinskih škola	8
2.2. Karta Beograda sa obeleženim pozicijama medicinskih škola	9
2.3. Komentar o sakupljenim podacima	9
I DEO: SADRŽAJI IZ FIZIKE KOJI SE OBRAĐUJU U SREDNJIM MEDICINSKIM ŠKOLAMA REPUBLIKE SRBIJE	11
3. Pregled postojećih udžbenika stručnih predmeta u medicinskim školama sa stanovišta fizike (zastupljenost fizike) po postojećim smerovima	11
3.1. Smer Zubni tehničar	11
3.1.1. Pregled udžbenika Totalna proteza za III razred zubotehničke škole	11
3.1.2. Pregled udžbenika Ortodontski aparati sa osnovama ortodoncije za IV razred zubotehničke škole	11
3.1.3. Pregled udžbenika Fiksna protetika	11
3.2. Smer Sanitarno-ekološki tehničar	12
3.2.1. Pregled udžbenika Laboratorijske tehnike	12
3.2.2. Pregled udžbenika Ekologija i zaštita životne sredine	12
3.2.3. Pregled udžbenika Dezinfekcija, dezinfekcija i deratizacija	13
3.3. Smer Medicinski tehničar	13
3.3.1. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 1	13
3.3.2. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 2	14
3.3.2.1. Značaj izučavanja rendgenskog zračenja na smeru Medicinski tehničar	15
3.3.3. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 3	16
3.4. Smer Fizioterapeutski tehničar	16
3.4.1. Pregled udžbenika Kineziologija	16
3.4.2. Pregled udžbenika Fizikalna terapija 1	16
3.4.3. Pregled udžbenika Fizikalna terapija 2	17
3.4.4. Pregled Praktikuma fizičke terapije	18
3.5. Smer Farmaceutski tehničar	18
3.5.1. Pregled udžbenika Farmaceutska hemija 2	18
3.5.2. Pregled udžbenika Farmaceutska tehnologija 1	19
3.6. Smer Laboratorijski tehničar	19
3.7. Smer Kozmetički tehničar	19
3.7.1. Pregled udžbenika Estetska nega 1	19
3.7.2. Pregled udžbenika Estetska nega 2	20



3.8.	Smer Ginekološko-akušerska sestra	21
3.8.1.	Pregled udžbenika Hirurgija sa negom	21
3.8.2.	Pregled udžbenika Zdravstvena nega u akušerstvu	23
3.9.	Ultrazvuk kao nezamenljiva metoda dijagnostikovanja i terapije	23
4.	Pregled postojećih planova i programa fizike u medicinskim školama okolnih zemalja i Srbije	24
4.1.	Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Republike Makedonije	24
4.2.	Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Republike Bosne i Hercegovine	27
4.3.	Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Republike Hrvatske	28
4.4.	Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Republike Srbije	28
4.5.	Upoređivanje planova i programa pograničnih zemalja sa planom i programom fizike srednjih medicinskih škola Republike Srbije	29
II DEO: NAČIN I PRISTUP NASTAVNIKA U REALIZACIJI SADRŽAJA FIZIKE – MEDICINSKA FIZIKA		31
5.	Predstavljanje sadržaja seminara „Fizika u Medicinskoj edukaciji”	31
5.1.	Analiza ulazne ankete učesnika seminara	34
5.2.	Rezultati anketiranja učesnika na osnovu standardizovanog upitnika ZUOV-a	36
5.3.	Analiza ankete učenika za svaki modul	38
5.3.1.	I modul–Lokomotorni i kardiovaskularni sistem čoveka	40
5.3.2.	II modul–Ljudski organizam kao termodinamički sistem, bioelektricitet, električna struja, električno i magnetno polje u medicinskoj dijagnostici i terapiji	44
5.3.3.	III modul–Bioakustika, ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji; fizika oka i fizika viđenja	49
5.3.4.	IV modul–Jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici i u terapiji;nuklearna medicina	53
III DEO: REZIME		57
6.	Izvođenje zaključaka na osnovu istraživačkog rada	57
6.1.	Akcija Zavoda za unapređenje obrazovanja i vaspitanja	57
6.2.	Predlog korekcije postojećeg izučavanja fizike	58
6.2.1.	Korekcija postojećeg plana i programa	58
6.2.2.	Predlog plana i programa usmerenog predmeta Medicinska fizika	60
6.3.	Dalje usmeravanje i planovi koji proističu iz ovog istraživanja	64
IV PRILOZI		65
PRILOG 1 Osnovni podaci o medicinskim školama na teritoriji Srbije		65
PRILOG 2 Plan i program srednjih medicinskih škola u Republici Makedoniji		70
PRILOG 3 Plan i program srednjih medicinskih škola u Republici Bosni i Hercegovini		76

PRILOG 4 Plan i program srednjih medicinskih škola u Republici Hrvatskoj	84
PRILOG 5 Prikaz satnice Seminara i fotografije	89
PRILOG 6 Anketa propisana od strane Ministarstva	102
PRILOG 7 Primeri obrade nastavne jedinice iz medicinske fizike	104
V LITERATURA	119

UVODNI DEO

U svakodnevnom životu susrećemo se sa potrebom poznавања, razumevanja i korišćenja savremenih tehnologija. Razvoj izvesnih sposobnosti i veština koje su medicinskim stručnjacima neophodne, stiče se upravo izučavanjem prirodnih nauka. Poznavanje fizike današnjem čoveku pomaže u posmatranju, razumevanju i objašnjanju pojave. Posledice razumevanja jesu stvaralačko istraživanje, odlučivanje i preuzimanje različitih produktivnih akcija. Posebno bitan segment obrazovanja jeste pristup nastavi fizike u srednjim stručnim školama. U pomenutim školama neophodno je da se nastavni planovi, programi i načini izvođenja nastave stalno osavremenjuju i da prate aktuelan trenutak. Ova potreba je posledica naglog tehničko-tehnološkog razvoja, pre svega u medicinskoj dijagnostici i terapiji. Najveće promene u pristupu radu doživljavaju fizioterapeuti u okviru fizičke terapije i medicinski tehničari zaposleni na različitim uređajima za snimanje pacijenta. Nastavni programi fizike treba da budu izmenjeni, sa ciljem da podignu kvalitet znanja, radnih kompetencija i veština. Nova struktura nastavnog programa mora u sebi sadržavati elemente koji će omogućiti međupredmetno i interdisciplinarno povezivanje fizike i struke. Tekuća reforma nalaže korelaciju sadržaja različitih nastavnih predmeta sa jasno postavljenim ciljevima i ishodima profila (radne kompetencije, veštine i stečena znanja).

Uzimajući u obzir navedene činjenice, jasno je da učenici ne prate razvoj savremenih medicinskih tehnologija (kroz moguće inovacije u nastavi/praksi, zdravstvene nege, preko sugestija profesora ili kroz pretraživanje ciljnih sajtova na internetu), a da njihovi predmetni profesori (sa druge strane) nisu dovoljno obrazovani da se upuste u izučavanje fizike ljudskog organizma i medicinskih tehnologija čiji je rad zasnovan na fizičkim principima. Sve to rezultira programom fizike koji nije dovoljno povezan sa medicinskim predmetima u kojima su fizika i njene primene veoma prisutni. Program je velikim delom prevaziđen, jer se nije menjao još od 1991.godine.

Takođe, treba imati u vidu da su (za sada) svi profesori fizike koji rade u medicinskim školama po inicijalnom obrazovanju diplomirani fizičari. To praktično znači da, ako se ulazi u reformu ozbiljnih razmara, osim što se moraju sistematski uključiti nastavnici i učenici, neophodno je obrazovati nastavnike, uvažavajući specifičnost škole u kojoj rade. Prirodna posledica ovog stava je omogućiti nastavnicima fizike da se dodatno i sistematski obrazuju u oblasti medicinske fizike. Znanja koja učenici treba da dobiju treba da budu u skladu sa potrebama zanimanja za koje se školju, operativna za usvajanje i da u njima pobude istraživački duh i princip samostalnog logičkog zaključivanja. Ovim vidom obrazovanja učenici bi bili spremni da bez bojazni koriste napredne tehnologije. Očigledno je da u postojećem obrazovnom sistemu primeni znanja iz fizike u stručnim školama nije poklonjena dovoljna pažnja. Nastava se odvija uglavnom na klasičan način *ex-catedra*. U novom prilazu treba imati u vidu trenutno stanje: znanje učenika koje je prilično loše i nesistematzovno, njihov stepen (ne)zainteresovanosti otpor prema suvišnoj „matematizaciji“ fizike i nedovoljna povezanost sadržaja sa osnovnom strukom škole. Posledica ovog stanja, rezultira činjenicom da fizika u najnovijem procesu reforme gubi poziciju u stručnim školama kao neupotrebljiva za struku. Cilj istraživačkog rada je da ukaže na potrebu i značaj uvođenja medicinske fizike u srednjoškolski sistem obrazovanja, u medicinske škole, odnosno škole zdravstvene struke.

Fizika je, kao i druge prirodne nauke, imala i ima ogroman uticaj na razvoj medicine. Korisnici medicinskih usluga, čak i široka naučna javnost, uglavnom nisu svesni značaja i uloge ovih naučnih disciplina u zdravstvenoj zaštiti. Oni mogu imati

duboko poštovanje za lekare koji ih leče dok su bolesni, ali ne povezuju tehnološki sofisticirane aparate u nuklearnoj medicini, rendgen-dijagnostičku i radioterapijsku opremu, lasere, ultrazvučne skenere, elektrokardiografe, elektroencefalografe i svu ostalu ogromnu količinu opreme moderne medicine sa fizičarima (ili inženjerima) koji su to dizajnirali. Takođe ti fizičari i inženjeri zahvaljujući svom znanju i praksi, omogućavaju i osiguravaju njihovu kontinuiranu i efektivnu primenu. Malo je i razumevanje za fizičke osnove funkcionalnosti ljudskog organizma, na koji se mogu praktično primeniti svi zakoni fizike, vodeći računa o njegovim specifičnim karakteristikama. Napretkom nauke i tehnike u poslednjih 30 godina pojatile su se sasvim nove medicinske tehnologije, koje zahtevaju obrazovan kadar i informisane stručnjake, koji će pratiti nova naučna dostignuća.

Imajući sve činjenice u vidu, u radu je napravljen osvrt i na Planove i programe Fizike koji se izučavaju u srednjim medicinskim školama u okruženju. U medicinskim školama Hrvatske, fizika se proučava kao bazna nauka. Program je dvogodišnji i nikakvih inovacija niti proučavanja medicinske fizike nema. U nešto povoljnijem položaju je fizika u medicinskim školama Bosne i Hercegovine, gde postoje dvogodišnji i četvorogodišnji programi fizike (u zavisnosti od smera). U pomenutim programima, sporadično se javljaju teme vezane za medicinsku fiziku (pritisak, kesonska bolest). Najinteresantniji su planovi i programi po kojima se radi u Republici Makedoniji. Oni su najviše implementirali fiziku ljudskog organizma u redovan program Fizike. U tom smislu đaci koji izučavaju Fiziku u srednjim medicinskim školama Makedonije imaju mnogo jasniju sliku o »multidisciplinarnosti« ljudskog organizma. Jedina primedba je što se kroz ove programe fizike, ne može uočiti značaj tehnološke revolucije i nagli razvoj tehnika (čiji su principi suštinski fizički), koje imaju za cilj savršeniju dijagnostiku i terapiju anomalija ljudskog organizma.

U novom sistemu obrazovanja, nastavnik mora da bude spremna da se stalno obrazuje, proširuje svoja znanja, da prati savremena kretanja, da razmenjuje iskustva sa ostalim kolegama, da se menja i prilagođava zahtevima koje pred njega reforma postavlja.

U ovom istraživačkom poduhvatu, posebna pažnja poklonjena je kontinuiranom praćenju i ocenjivanju obrazovanja nastavnika tokom seminara „Fizika u medicinskoj edukaciji“ i njihovoj spremnosti da novostečena znanja primene u realizaciji nastave. U trenutnom četvorogodišnjem programu se kroz važeći udžbenik (prilično škrto) javljaju nastavne jedinice vezane za medicinsku fiziku, više kao zanimljivosti koje su prilično zastarele (jer se izgled udžbenika, kao i programa, nije menjao od 1991.)

Poseban segment rada bavi se anketom kako učenika tako i nastavnika, pre i posle edukacije. Istraživanje zapravo prati akreditovan Seminar koji je organizovan u četiri modula 2007/08. u Novom Sadu, u organizaciji Departmana za fiziku. Nakon svakog modula vršena je evaluacija i praćenje stečenih i plasiranih znanja prilikom direktnog uključivanja u rad na savremenim medicinskim aparatima (ultrazvučnoj sondi, skeneru, mamografu, rendgen aparatu, aparatu za nuklearnu magnetnu rezonancu itd.) Teza, takođe, ima za cilj da sondira teren za spremnost i osposobljavanje nastavnika fizike da budu predavači medicinske fizike.

Neophodno je da se profesori fizike u medicinskim školama, koji su završili klasične studije fizike, upoznaju sa osnovama i značajem primene fizike u medicini kroz dve osnovne oblasti: fiziku funkcionalnosti ljudskog organizma i fiziku instrumentacije koja se koristi u medicinskoj dijagnostici i terapiji. Navedenu neophodnost ove vrste edukacije i njene primene, ova magistarska teza treba i da dokaže.

1. Metodološki okvir istraživanja

1.1. Problem istraživanja

Živimo u vremenu brzih tehnoloških promena i naučnih dostignuća. Savremeno društvo se suočava sa različitim potrebama i problemima na svim nivoima socijalnom, kulturnom, ekonomskom i obrazovnom. Današnje vreme traži aktuelizaciju nastavnih sadržaja iz fizike, uvođenje novih tehničko-tehnoloških dostignuća i osavremenjivanje nastave. Nameće se potreba za dodatnim obrazovanjem nastavnika i pojačanim praktičnim radom sa učenicima na savremenim dijagnostičkim i terapijskim tehnologijama sa stanovišta baznih fizičkih zakona. Trenutna situacija u prosveti je sledeća:

- U pilot odeljenjima opšta fizika svedena je na dve godine izučavanja, uz mogućnost da se u trećoj godini izučava kao izborni predmet (iskustvo je pokazalo da je praktično niko od učenika ne uzima kao lični izbor);
- Profesori fizike u srednjim medicinskim školama nisu aktivni učesnici reforme, niti se zaposleni u školi konsultuju o eventualnom smeru reforme i primeni njihovih praktičnih iskustava u nastavnom procesu;
- Mada je motivacija učenika glavni vodič «nove» reforme i oni jesu realan i najveći subjekat/objekat u reformi, ni na koji način nisu pitani, angažovani, niti anketirani o sopstvenim interesovanjima i znanjima o medicinskoj fizici.

1.2. Hipoteza istraživanja

Nastavni program fizike u školama zdravstvene struke, ne sadrži elemente savremene medicinske fizike. Učenici pomenutih škola ne uspostavljaju korelaciju između fizike i sadržaja medicinske fizike, koji se proučavaju u stručnim predmetima i imaju široku upotrebu u savremenim medicinskim tehnologijama.

1.3. Uzorak istraživanja

Fizika je opšteobrazovni predmet koji se izučava u svim obrazovnim profilima u Medicinskoj školi „Dr Andra Jovanović” u Šapcu. Fond časova opšte fizike je dva časa nedeljno. Učenici kroz osam akreditovanih smerova, izučavaju 14 uskostručnih predmeta (od toga jedan predmet mogu izučavati jednu, dve ili tri godine, tako da je broj udžbenika veći od broja predmeta). Fond časova je u proseku dva, bez praktične nastave koja se odvija u bloku.

Magistarski rad se sastoji iz tri različita vida istraživanja.

Prvo istraživanje se sastojalo u pregledu i analizi sadržaja programa i planova fizike i elemenata medicinske fizike u medicinskim školama pograničnih zemalja. (Uzorak su bili Planovi i programi Makedonije, BiH i Hrvatske.)

Drugi vid istraživanja se sastojao u analizi nastavnih celina fizike iz stručnih predmeta i uočavanju korelacije (vremenske i tematske) između fizike i stručnih predmeta.

Treći vid istraživanja je bio određivanje stepena razumevanja fizičkih zakonitosti u okviru struke. Učestvovali su učenici medicinskih škola iz Beograda, Zemuna, Subotice, Valjeva, Novog Sada i Šapca. Uslov za sprovođenje istraživanja je bila prethodna prezentacija sadržaja svakog modula Seminara od strane edukovanih nastavnika (osnovni skup). Uzorak u svakom gradu u proseku je bio 60 učenika za svaki moduo. Ovaj uzorak je bio slučajan, što znači da su sve jedinice populacije (učenici) ili osnovnog skupa imale istu verovatnoću da budu izabrane u uzorak. Ovako odabrana

grupa učenika je zatim anketirana. Osnovu formiranja ankete čini sadržaj Seminara, nastavni plan i program objavljen u Službenom glasniku Republike Srbije, Prosvetni glasnik broj 02/93, važeći udžbenici fizike i stručnih predmeta navedeni kao literatura na kraju rada.

1.4. Instrument istraživanja

Izbor nastavnih tema i nastavnih jedinica je bio opredeljen njihovom frekventnošću i ponavljanjem u stručnim predmetima kao i fizici (npr. poluga, difuzija, merenje fizičkih veličina u medicini, savremene medicinske tehnologije, oko, uho itd.) Prilikom formiranja ankete za učenike vodilo se računa o dužini instrumenta istraživanja (broj pitanja) i aktuelnosti pojedinih oblasti fizike i struke. Svaka anketa posedovala je u proseku deset pitanja vezanih za znanja stečena u toku školovanja, a koja direktno tematski prate module Seminara. Anketni listić sa leve strane sadrži i skalu kvantifikacije (od 1 do 4) važnosti poznavanja i razumevanja nekih fizičkih zakonitosti, dok su sa desne strane ponuđene opcije tačno/netačno. Sam anketni listić sadrži pitanja zatvorenog tipa. Osnovna mana ovog vida ispitivanja je da podstiče ispitanika da se opredeli za neki od odgovora, čak i kad nema nikakav stav ili mišljenje, odnosno kada je neinformisan. Tvrđnje koje su korišćene imaju sledeće odlike:

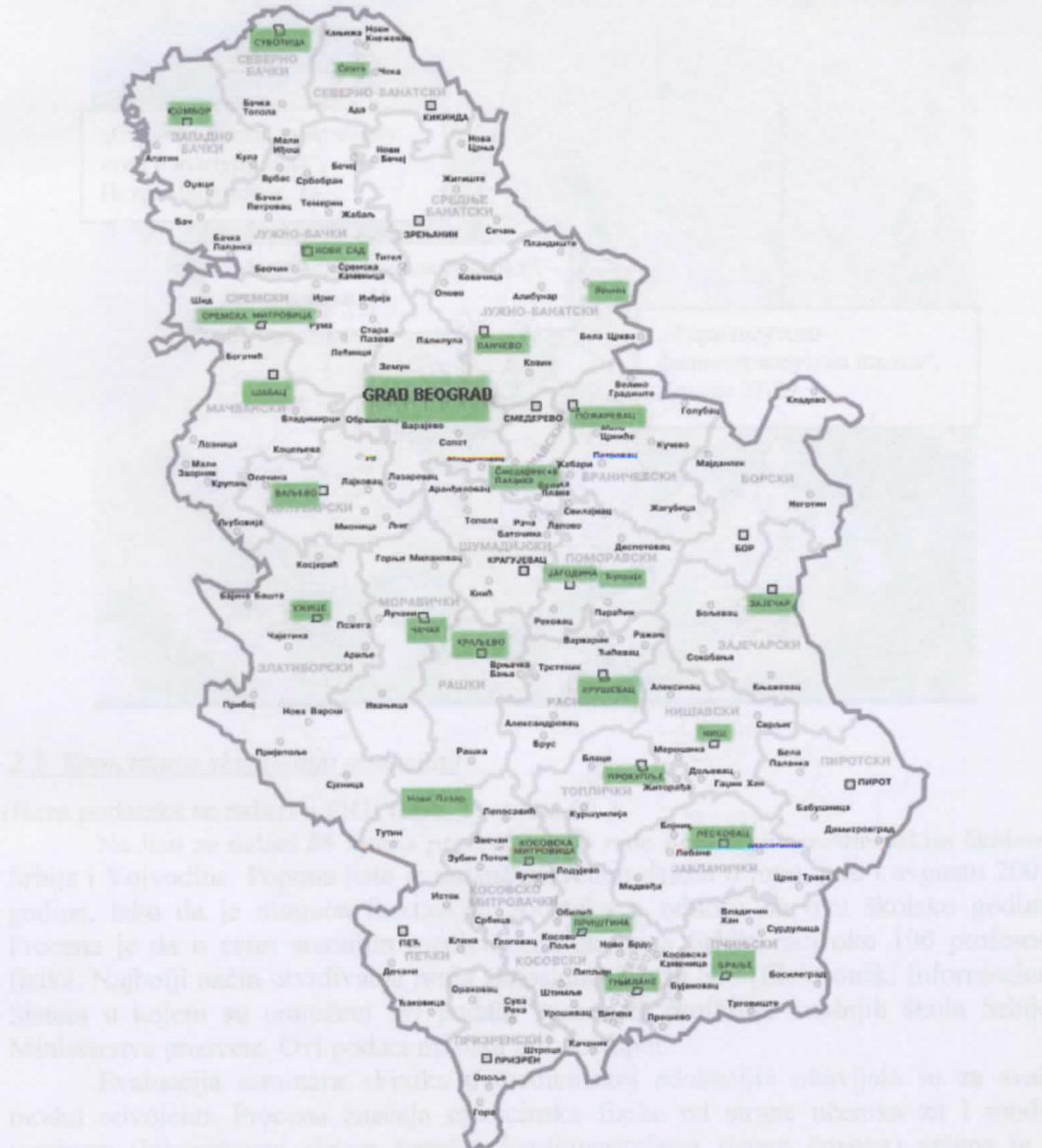
- poseduju vrednosni sud o objektu;
- relevantne su za stavsku varijablu koja je predmet ispitivanja;
- jasne su i razumljive;
- aktuelne.

Važno je napomenuti da su izbegнуте tvrdnje koje se odnose samo na ograničen broj ispitanika. Vrednovanje težine instrumenta obavljeno je u skladu sa težinom svakog pojedinačnog pitanja, a u skladu sa složenošću zahteva instrumenta.

2. Osnovni podaci o medicinskim školama na teritoriji Republike Srbije

2.1. Karta Srbije sa obeleženim pozicijama medicinskih škola

Na karti Srbije, uključujući Vojvodinu i Kosovo i Metohiju, prikazane su sve srednje medicinske škole. Vidi se da je mreža medicinskih škola vrlo ujednačena i da pokriva celu prikazanu teritoriju. Na odvojenoj karti prikazane su srednje medicinske škole u Beogradu i Zemunu. Karta vezana za Kosovo i Metohiju nije precizna, jer veliki broj odeljenja matičnih škola iz Gračanice i Kosovske Mitrovice rade van delokruga rada u isturenim zaseocima sa po nekoliko đaka. Bez obzira na veliki broj pokušaja, kontakt sa nastavnicima u tim odeljenjima nije ostvaren, te nema nikakvih podataka.



2.2. Karta Beograda sa obeleženim pozicijama medicinskih škola



2.3. Komentar o skupljenim podacima

(Baza podataka se nalazi u PRILOGU 1, strana 65.)

Na listi se nalazi 88 imena profesora koji rade u srednjim medicinskim školama Srbije i Vojvodine. Popuna liste je rađena najvećim delom u junu, julu i avgustu 2007. godine, tako da je moguća fluktuacija podataka u odnosu na ovu školsku godinu. Procena je da u svim srednjim medicinskim školama Srbije radi oko 100 profesora fizike. Najbolji način utvrđivanja broja zaposlenih bio bi EIS (Elektronski Informacioni Sistem u kojem su umreženi svi podaci vezani za profesore srednjih škola Srbije) Ministarstva prosvete. Ovi podaci mi nisu bili dostupni.

Evaluacija seminara «Fizika u medicinskoj edukaciji» obavljala se za svaki modul odvojeno. Procena značaja medicinske fizike od strane učenika za I modul seminara (lokomotorni sistem čoveka; kardiovaskularni sistem čoveka) vršena je u

sledećih pet gradova: Novi Sad, Valjevo, Šabac, Zaječar i Subotica. Evaluacija II modula (ljudski organizam kao termodinamički sistem; bioelektricitet - biopotencijali; električna struja, električno i magnetno polje u dijagnostici i terapiji) obavljena je u sledećim gradovima: Beograd, Novi Sad, Valjevo, Subotica i Šabac. Evaluacija III modula (bioakustika; ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji; fizika oka i viđenja) vršena je u Beogradu, Novom Sadu, Valjevu, Subotici i Šapcu. Evaluacija IV modula (jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici; jonizujuće zračenje u terapiji) vršena je u Subotici, Novom Sadu, Valjevu i Šapcu. U samoj tabeli sam crvenom bojom obeležila gradove u kojima su anketirani učenici u smislu ocenjivanja Seminara. Izbor mesta za procenu značaja i razmevanja medicinske fizike u opštem programu fizike u medicinskim školama zavisio je od profesora koji su pohadjali seminar. Raspodela ankete i mesta zavisila je ne samo od spremnosti kolega da sprovedu anketu, već i od njihove spremnosti da primene novostećena znanja na Seminaru i da pripreme učenike za kvalitetan prilaz i razmatranje pitanjima iz ankete za svaki modu.

Takođe, jedan od ograničavajućih faktora bio je i kojim godinama i odeljenjima predaju izabrani profesori koji su dodatno edukovani na proteklom seminaru. Još jedan dodatan problem u evaluaciji značaja je bila posećenost seminara, tako da je na prvom modulu bilo 16 profesora, a na II modulu 18 od očekivanih 32. Od toga je 9 kolega bilo iz Novog Sada, što je umanjilo mogućnost «teritorijalnosti» ili širenja ankete. Što se tiče zaposlenih profesora na Kosovu i Metohiji, do tih podataka nisam došla, jer su bili nepristupačni, (govorim o isturenim odeljenjima u selima sa izuzetno malim brojem učenika, koja deluju i rade van sedišta).

Treba naglasiti da je glavni faktor slabijeg odziva finansiranje od strane škola, i lokalne zajednice, što su potvrđili mnogi zainteresovani nastavnici za seminar, koji nisu mogli da dobiju potrebna sredstva za učešće u radu seminara.

„Minus saepe pecees, si scias quod nescias”
(Manje ćeš grešiti, ako znaš šta ne znaš)

I DEO: SADRŽAJI IZ FIZIKE KOJI SE OBRAĐUJU U SREDNJIM MEDICINSKIM ŠKOLAMA REPUBLIKE SRBIJE

3. Pregled postojećih udžbenika stručnih predmeta u medicinskim školama sa stanovišta fizike (zastupljenost fizike) po postojećim smerovima

3.1. Smer Zubni tehničar

U okviru smera Zubni tehničar, koristi se pet knjiga vezanih za stručne predmete. Za razumevanje i izučavanje ovih predmeta neophodna su znanja iz baznih zakona fizike i fizičkih veličina, vezanih za dinamiku rotacije. Predmeti/udžbenici su sledeći:

3.1.1. Pregled udžbenika Totalna proteza za III razred zubotehničke škole [1]

Na 9. strani obrađen je značaj srodnih i bliskih nauka. U okviru toga, navodi se i značaj fizike i fizičkih dostignuća, adhezionih i kohezionih sila (38. str.). Definisani su problemi pri izradi totalne proteze: biološki, fiziološki, fizionomski, psihološki i mehanički, i svi se mogu objasniti samo uz razumevanje zakona mehanike (17. str.) prenošenje pritiska (87. str.). Na strani 150, na slici 264, prikazan je laboratorijski (viseći) visokoturažni elektromotor i fizički princip rada elektromotora. Navedeni su njegovi delovi: regulator, specijalni nasadnik sa elektromotorom i papučica za pokretanje motora. U samom udžbeniku obrađeni su pojmovi težišta, statike, uslova ravnoteže, pritiska, kao i vektorskog slaganja i razlaganja sila.

3.1.2. Pregled udžbenika Ortodontski aparati sa osnovama ortodoncije za IV razred zubotehničke škole[2]

U okviru ovog udžbenika obrađene su sledeće nastavne jedinice: Spoljašnji pritisak (35. str.) i pomoćna dijagnostička sredstva u oblasti ortodoncije (rendgenografija - 39. str. i fotografija – 40. str.) U oblasti ortodoncije javljaju se sledeće oblasti vezane za fiziku: Biomehanika i mehanika u ortodonciji (60. str.), biomehanika ortodontskog pomeranja (60. str.), primena mehanike (62. str.), sila (62. str.), moment sile (63. str.), spreg sile (63. str.) centar rotacije (64. str.), centar otpora (64. str.), kao i matematičko-vektorska slaganja: kosa ravan, funkcija kose ravni (69., 70. i 71. str.), inklinacija (65. str.) i rotacija.

3.1.3. Pregled udžbenika Fiksna protetika II [3]

Razmatra se princip rada paralelometra, naprave kojom se vrši paralelisanje za vreme izrade parcijalne proteze ili mosta (15. str.). Mostovi–I deo izučava se mehanika mosta (44. str.) i biomehanika mosta (47. str.). U okviru gradivnih materijala, učenici se upoznaju sa legurama (87. str.) i kompozitim (89. str.). U poglavljju koje se bavi proučavanjem aparata u zubotehničkoj laboratoriji, učenicima je korisno poznavanje kako fizičkih zakona, tako i osnovnih fizičkih veličina (frekvencija, brzina i vreme). Ovo im otvara prostor da lakše savladaju osnovne principe rada i nauče da rukuju zubotehničkim mašinama različite namene. Aparati koji se proučavaju su sledeći: aparat

za vakuumsko mešanje gipsa (95. str.), vibrator (95. str.), aparat za obrezivanje modela (96. str.), aparat za sečenje radnog modela (97. str.), aparati za modelovanje (98. str.), aparati za izradu radnih modela (98. str.), aparati za frezovanje (101. str.), peći za predgrevanje i žarenje (108. str.), aparati za topljenje i livenje (109. str.), aparati za peskiranje (110. str.), lampe za polimerizaciju kompozita (111. str.), tehnički motori (112. str.), mikromotori (112. str.) i aparati za poliranje (113. str.).

Analizom udžbenika na ovom smeru, može se izvući zaključak da su učenicima neophodna sledeća znanja iz fizike: korišćenje, tačnije unošenje podataka na milimetarski papir, poznavanje mehaničkog pritiska, adhezionih i kohezionih sila, statike (uslova ravnoteže), vektorsko razlaganje sila i, u okviru tehničkog dela instrumentacije poznavanje ultrazvuka, lasera, rendgen aparata, elektromotora, kao i princip formiranja naizmeničnih struja.

3.2. Smer Sanitarno-ekološki tehničar

Na ovom smeru razlikujemo tri veoma bitna stručna predmeta za čije je izučavanje neophodno poznavanje zakona i principa fizike. To su: Laboratorijske tehnike, Ekologija i zaštita životne sredine i DDD (dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija).

3.2.1. Pregled udžbenika Laboratorijske tehnike [4]

Sanitarno-ekološki tehničar u svom stručnom predmetu laboratorijske tehnike (koje se izučavaju u 1. odnosno 2. razredu srednje škole), obrađuje sledeće pojmove iz fizike: merenje (15. str.), vrste vaga (15. str.), tegovi (15. str.), merenje čvrstih i tečnih hemikalija na tehničkoj vagi (17. str.), centrifugiranje (32. str.), elektroforeza (41. str.) sterilizacija (52. str.) i vrste sterilizacija. Sterilizacija se takođe obrađuje i na smeru Medicinski tehničar. U okviru sterilizacije, proučava se sterilizacija:

- zračenjem;
- ultravioletnim zracima;
- infracrvenim zracima;
- gama-zracima;
- visokoenergetska sterilizacija elektronima.

U okviru optičkih uređaja, detaljno se obrađuje mikroskop, mikroskopiranje i različite vrste mikroskopa (61 - 67. str.):

- običan svetlosni mikroskop;
- mikroskop sa tamnim poljem;
- faznokontrastni mikroskop;
- fluorescentni mikroskop;
- elektronski mikroskop.

3.2.2. Pregled udžbenika Ekologija i zaštita životne sredine [5]

U udžbeniku Ekologija i zaštita životne sredine za 1. ili 2. razred medicinske škole, izučavaju se poglavlja koja ukazuju na direktnu vezu fizike i ekologije. Treba primetiti da se na početku knjige autori bave energetskim izvorima i mineralnim sirovinama naše zemlje (74. i 75. strana) Potencijali naše zemlje su različiti, na primer hidroenergija (kod nas iskorišćenje 30%), fosilna goriva, i nuklearni energetski potencijali (36000 t granita koji sadrži U i Th-minerale). U sedmom poglavlju (čiji je autor dr Gligorije Antonović) u okviru izvora radioaktivnog zagađivanja zemljišta, vode i vazduha učenici se upoznaju sa osnovnim principima nuklearne fizike (187 - 191. str.)

Jedina primedba je da ovu oblast fizike izučavaju u četvrtom razredu po programu te da u tom smislu nije uspostavljena vremenska korelacija. Osmo poglavje (autori dr Dejan Bošković; dr Mirjana Cvetković) bavi se osnovnim veličinama koje karakterišu zvučne talase, zvučnim pritiskom i referentnim mernim jedinicama, decibelom (dB) i hercom (Hz) (193. i 194. str.). Na 196. strani izučavaju se nivoi buke na pojedinim mestima, vibracije i mere zaštite od buke (197. str.). Deveto poglavje izučava zagađivanje i zaštitu životnih namirnica (autori su dr Bogdan Bošković i dr Mirjana Cvetković), mere kontrole hemijskog, biološkog i radiološkog zagađivanja (225. str.). Jedanesto poglavje bavi se zaštitom prirodne i graditeljske baštine (autor dr Dragan Veselinović). U okviru ovog poglavlja razmatrani su fizičko-hemijski činioci razaranja objekata.

3.2.3. Pregled udžbenika Dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija [6]

U okviru ovog udžbenika treba izdvojiti tematske celine koje su vezane za izučavanje baznih zakona fizike.

- dezinfekcija (fizičkim sredstvima i metodama 17. str.).
- sterilizacija (toplotoom i energijom zračenja).

Autoklaviranje se proučava i u drugim vidovima dezinfekcije/sterilizacije, a ono je već pomenuto i u ostalim stručnim predmetima.. Ovaj vid sterilizacije se obavlja na temperaturi od 110 °C - 120 °C, pritiskom vodene pare 1,5 - 2,5 atmosfera. Na strani 19. se vrlo detaljno obraduje suva sterilizacija, tindalizacija (postupak pri kome se u tečnostima inaktiviraju bakterijske spore na temperaturama nižim od temperature ključanja). Pasterizacija (postupak kojim se iz tečnosti putem zagrevanja odstranjuju odnosno inaktiviraju vegetativni oblici bakterija)

- zagrevanjem tečnosti u toku 30 minuta na 62 °C – 65 °C;
- zagrevanjem tečnosti u toku 40 sekundi na 71 °C – 74 °C;
- u toku 10 - 15 sekundi na 85 °C;

Na istoj strani, obradena je i dezinfekcija ultraljubičastim zracima. Na 20. str. detaljno je objašnjeno jonizujuće zračenje kao metoda koja se primenjuje za sterilizaciju (dezinfekciju) medicinskih instrumenata i opreme, kao i za dezinfekciju ili deratizaciju nekih prehrambenih proizvoda.U vežbi I na 47. strani obradena je pojava površinskog napona, koji se meri stalagmometrom. U vežbi II na 49. str. obradene su praktične metode sterilizacije (suve i vlažne). Na 79. str. proučavaju se fizičke metode dezinsekcije. Najčešće metode koje koriste fizičke principe interakcije su: plamen, iskuvavanje, vodena para i suva toplost.

3.3. Smer Medicinski tehničar

Jedan od stručnih predmeta koji se izučava na smeru Medicinski tehničar sve četiri godine jeste Zdravstvena nega.

3.3.1. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 1 [7]

U II delu udžbenika, koji se tiče principa zdravstvene zaštite dece, vrše se precizna merenja (u odeljku na kraju knjige - vežbe) telesne mase, visine, dužine (bebe), kao i merenje obima glave i grudnog koša.

U III delu iste knjige, koji se bavi higijensko-tehničkom i protivepidemijskom zaštitom u zdravstvenim organizacijama, posebno su obrađene fizičke veličine kao što su pritisak, jednosmerna, naizmenična struja, kao i zaštita od:

- električne struje;
- sudova pod pritiskom;
- lako zapaljivih i eksplozivnih materijala;

Dezinfekcija

Imeđu ostalih metoda dezinfekcije koje se pominju, proučava se i metoda dezinfekcije ultrajubičastim zracima. (Postoji i detaljan opis fizičkih karakteristika UV-zraka).

Sterilizacija

Sterilizacija se može vršiti zahvaljujući fizičkim karakteristikama:

- ultrajubičastih zraka;
- suve toplove (vreo vazduh 180 °C - 80 min);
- ubrzanog hlađenja;
- ultrazvuka;
- jonizujućeg zračenja; (Co_{60})

Kontrola sterilizacije se obavlja fizičkim metodama. Poznavanje principa rada manometra je od neophodne važnosti jer se u sterilizatore ugrađuju posebni kontrolni manometri koji grafički registriraju ceo tok sterilizacije (početak sterilizacije, povišenje pritiska i dužinu trajanja pritiska).

Pored kontrolnih manometara, koriste se i kontrolni termometri, koji preko grafičke krive određuju tolerantna kolebanja temperature. Posebno važno je učenike osposobiti za konverziju jedinica pritiska (mm Hg u Pa i mbar u Pa). U IV delu ovog udžbenika, u poglavlju **Vitalni znaci i njihove karakteristike**, učenici se sreću sa sledećim fizičkim veličinama: temperatura, frekvencija, ritam i kvalitet (pulsa), a potom frekvencija i ritam (disanja), merenje arterijskog pritiska, ultrazvučna (Doppler) metoda i pojam normalnog krvnog pritiska. U Prilogu 7. Primer br. 4, strana 116, nalazi se primer nastavne jedinice u kojoj se obrađuje merenje krvnog pritiska u fizici.

U V delu koji se bavi tehnikom merenja, registrovanja i kontrole vitalnih znakova telesne temperature, pulsa, disanja i merenja krvnog pritiska vrši se izučavanje metoda za:

- sprečavanje buke i obezbeđivanje tišine (buka kao zagađivač);
- pravilno doziranje lekova (pojam proporcije);
- primenu infuzije–gasna embolija.

3.3.2. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 2/8]

U II razredu medicinski tehničari koriste konkretna znanja vezana za fiziku (pre svega za fiziku rendgenskog zračenja). Vežbe koje učenici obavljaju vezane su za:

- tehniku i evidenciju merenja telesne temperature;
- palpaciju i brojanje pulsa–tehnika i evidencija;
- brojanje i registrovanje disanja–respiracije;
- tehniku merenja i evidenciju kako arterijskog krvnog, tako i centralnog venskog pritiska;
- primenu toplove u lečenju – termofor;
- primenu hladnoće u lečenju – kesa sa ledom;

Najveći deo udžbenika bavi se **RENDGENSKOM DIJAGNOSTIKOM**.

Tehnike rendgenskog snimanja koje učenici izučavaju su različite i mnogobrojne. Kroz ove vidove-tehnike snimanja, učenici takođe uče načine, vidove i mere zaštite kako pacijenta, tako i zaposlenog.

Osnovni principi dijagnostike kojima se bave su: rendgenoskopija, rendgenografija i endoradiografija.

I. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA GLAVE

EEG, cerebralna angiografija, kraniogram (rendgenska slika lobanje) rō prikaz, izgled, položaj i oblik moždanih komora;

2. VENTRIKULOGRAFIJA

Osim ove metode učenici se upoznaju i sa radiološkim pregledom srca, teleradiografijom i kateterizacijom srca;

3. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA KIČMENOG STUBA

Mijelografija - snimanje kičmenog kanala kontrastom;

4. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA GRUDNOG KOŠA

Ovde je najsigurnija metoda bronhografija koja se bavi snimanjem bronhijalnog stabla;

5. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA DIGESTIVNOG TRAKTA

Uz korišćenje kontrastnog sredstva vrši se gastrografija (snimanje želudca i duodenografija. Irigoskopija/grafija (pregledi debelog creva pomoću barijumske kaše), holecistografija/holangiografija (snimanje žučne kese)

6. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA BUBREGA I MOKRAĆNIH KANALA

Snimanja se vrše davanjem kontrasta, i to su sledeća snimanja:

- Cistografija - snimanje mokraće bešike;
- Renovazografija - snimanje u funkciji ispitivanja vaskularnog sistema bubrega;

7. DIJAGNOSTIKA OBOLJENJA EKSTREMITETA

Kroz ovaj vid dijagnostike, učenici se upoznaju sa tri metode snimanja i to su:

- Artrografija - prikaz šupljine zgloba posle ubrizgavanja kontrastnog sredstva;
- Arteriografija - snimanje arterija na ekstremitetima;
- Flebografija - snimanje vena na ekstremitetima, tačnije ispitivanje njihove prohodnosti;

Osim rengenografije/skopije kao ključne metode dijagnostikovanja, učenici se u drugom razredu susreću sa savremenim medicinskim tehnologijama, čiji je princip funkcionisanja čisto fizički. To su: ultrazvuk, kompjuterizovana tomografija, (CT ili CT-scan) infracrveni zraci, NMR, pletizmografija – ispitivanje venske i arterijske cirkulacije krvi, kao i Doppler vena i arterija (prisustvo ili odsustvo tromboze).

Poseban vid pregleda u cilju dijagnostikovanja jeste *ENDOSKOPSKI PREGLED*. Ovaj vid pregleda je već obrađen u udžbeniku fizike za III razred u oblasti Optika. Jasno je da postoji neusklađenost između programa fizike (gde se ova nastavna jedinica proučava u III razredu) i programa Zdravstvene nege 2 (jer se u ovom predmetu izučava u II razredu). Sam cilj endoskopskog pregleda je dijagnostikovanje anomalija u unutrašnjosti šupljih organa. Razlikujemo sledeće endoskopske preglede sa kojima se sreću medicinski tehničari druge godine:

- Laringoskopija;
- Bronhoskopija;
- Ezofagoskopija (pregled jednjaka);
- Gastroskopija (pregled želuca);
- Laparaskopija (endoskop laparaskopski uvučen kroz trbušni zid);
- Holedohoskopija (pregled žučnih puteva-holedohusa);
- Cistoskopija (pregled sluzokože i sadržaja mokraće bešike);
- Rektoskopija (pregled završnog dela debelog creva - rektuma);

3.3.2.1. Značaj izučavanja rendgenskog zračenja na smeru Medicinski tehničar

Podatak koji zabrinjava (ili umiruje) jeste, da učenici u toku obavljanja prakse nemaju pristup Odeljenju rendgenske službe. U tom smislu, učenici mnogobrojne vidove snimanja izučavaju teorijski, ne uvažavajući važnost mera zaštite od zračenja (kako sebe, pacijenta, tako i okoline). U drugom razredu, rad s učenicima vezan za različite vidove snimanja mora biti pojačan kroz vizualizaciju predavanja.



ZAKLJUČAK: Trebalo bi učenicima predstaviti animacije, video zapise, prezentacije vezane za različite rendgenska snimanja koje potkrepljuju njihova teorijska znanja. Zajedno sa profesorima Fizike i instruktorkama Zdravstvene nege učenici mogu da istraže interakciju zračenja sa biotkivima i značaj vidova zaštite. Tada bi učenici mogli da prepozna korelaciju ova dva predmeta i nezamenljivu podršku fizike u obradi specifičnih sadržaja.

3.3.3. Pregled udžbenika Zdravstvena nega 3 [9]

U III razredu učenici se upoznaju sa fizikalnom medicinom i rehabilitacijom, (što je detaljnije izloženo prilikom pregleda udžbenika stručnih predmeta za smer Fizioterapeut). Zatim obnavljaju neke delove koji su vezani za gradivo II godine, kao što su mere zaštite pri laboratorijskoj i rendgenskoj dijagnostici. U IV godini učenici se bave urgentnom medicinom. Prilikom ovog izučavanja, učenici koriste sva stečena znanja i medicinske tehnologije koje su već obradili u prethodnim godinama, da bi razumeli i primenili urgentnu medicinu.

3.4. Smer Fizioterapeutski tehničar

3.4.1. Pregled udžbenika Kineziologija (kinasis-pokret, logos-nauka [11]

Ovaj smer je za fizičara sa aspekta upotrebljivosti bazne fizike i najizazovniji. Fizika, medicina, fizikalna terapija i rehabilitacija se toliko prožimaju, da je teško povući granicu među predmetima. U okviru navedenog udžbenika izučavaju se sledeće nastavne jedinice:

- Koštane poluge (3. str.), tačke koje definišu polugu, vrste poluga, poluge prvog, drugog i trećeg reda;
- Mišić kao sila (67.str.)
 - Intenzitet ili veličina mišićne sile;
 - Smer i pravac delovanja;
 - Mesto delovanja ili napadna tačka;

Obрtni moment sile (moment sprega sila), gravitacija kao sila, ugao delovanja sile, odnosno mišića.

- Težište i težina tela, težište pojedinih segmenata (72. i 73. str.);
- Vrste ravnoteže: stabilna, labilna i indiferentna (77. str.);
- Dinamometrija—metoda procene mišićne sile u smislu merenja maksimalne statičke sile mišića (121. str.)
- Dinamografija—zasniva se na elastičnosti ploče, na koju se vrši pritisak i registraciji promene intenziteta mišićne sile u toku njenog delovanja (122. str.)
- Bicikl-ergometar—merenje radne sposobnosti mišića (123. str.). Važno je napomenuti da se ova nastavna jedinica može poistovetiti sa nastavnom jedinicom iz fizike I razreda medicinske škole—Ergometri (oblast - rad, snaga i energija).

3.4.2. Pregled udžbenika Fizikalna terapija 1 [12]

Kroz predmet **Fizikalna terapija 1** koju učenici izučavaju u III razredu obrađuju se nastavne jedinice za koje je neophodno poznavanje fizike. Jedna od primetnih nepovoljnosti u ovom predmetu je što fizika i fizikalna terapija nisu u vremenskoj korelaciji. Nastavne jedinice koje bi iz fizike trebalo da se obrade u trećem razredu, izučavaju se u četvrtom, a kod fizikalne terapije obrnuto. U tekućoj reformi, trebalo bi

posvetiti pažnju vremenskom usklađivanju ova dva predmeta. U okviru **Fizikalne terapije 1** obrađeni su sledeći pojmovi:

- fototerapija (Sunčev spektar, svetlosni zraci, vidljivi deo svetlosti 16. str.);
- hromoterapija (25. str.);
- ultraljubičasti zraci i njihova fizička svojstva (27. str.);
- merenje intenziteta ultraljubičastih zraka (51. str.);
- infracrveni zraci i njihova fizička svojstva (51. str.);
- helioterapija i njena fizička svojstva (65. i 66. str.);
- laseri i fizička svojstva lasera (72. str.);
- termoterapija i fizičke karakteristike termoterapije (79. i 80 str.);
- krioterapija i njene fizičke karakteristike (99. str.);
- hidroterapija i fizičke karakteristike iste (103. i 104. str.).

3.4.3. Pregled udžbenika Fizikalna terapija 2 [13]

U **Fizikalnoj terapiji 2**. obrađuju se sledeće nastavne celine:

- rad električne struje (12. str.);
- električno i magnetno polje (13. str.);
- indukcija (14. str.);
- vrste i podela struje na: jednosmerne i naizmenične, a u podeli koja se koristi za terapijske svrhe niskofrekventne, srednjefrekventne i visokofrekventne (16. str.);

Primena struja u fizikalnoj terapiji

- fizičke osnove konstantne jednosmerne struje (17. str.);
- elektroforeza lekova i mehanizmi delovanja (24. str.);
- hidroelektrične procedure (28. str.);
- elektrostimulacija (31. str.);
- pojam eksponencijalnih funkcija, fiziološkog dejstva i tehnika aplikacija (32. str.);
- dijadinarske struje (Bernardove struje–niskofrekventne jednosmerne struje koje predstavljaju razne modulacije impulsnog toka galvanske struje 34. str.)
- naizmenične–niskofrekventne struje gde je $v=2-200$ Hz, (36. str.);
- faradska struja, njeno dejstvo i tehnika primene, diskontinuiran tok (37. str.);
- sinusna struja–ova struja je kontinuirana za razliku od faradske (38. str.)
- Srednjefrekventne struje–interferentne struje, terapijske 0 - 100 Hz, i struje koje nastaju slaganjem–interferencijom 4000 Hz - 4100 Hz (40 str.);
- elektrodijagnostika–ispitivanje reakcije pojedinih tkiva čovečijeg organizma na električne nadražaje, te se koristi u vidu elektromiografije, elektrokardiografije, elektroencefalografije, elektrodermatometrije i elektrodijagnostike sa hronaksimetrijom (43. str.);
- visokofrekventne struje–navedene formule i veze između frekvencije, brzine i talasne dužine. U slučaju ovih struja, upotrebljavaju se frekvencije od nekoliko stotina hiljada herca do milijardu u sekundi (46. str.);
- *Zbog smetnji u radiofoniji i drugim oblastima korišćenja niskofrekventnih struja na kongresu u Atlantik Sitiju (1947.) odlučeno je da se za medicinske potrebe koiste određene talasne dužine i to od 22m, 12,38 m, 11,06m kao i od 69 i 12,14 cm. Takođe treba napomenuti da su otkrića Nikole Tesle omogućila dobijanje struja srednjih i visokih frekvencija.

- dugotalasna dijatermija (retko se koristi u fizikalnoj medicini, češće u hirurgiji)
 - struja talasne dužine od 300 m do 150 m, a frekvencija potrebna za njeno dobijanje je 1-2 MHz (48. str.);
- kratkotalasna dijatermija – talasne dužine 100-10 m, odnosno frekvencije od 3-30 MHz-(49. str.);
- ultrakratkotalasna dijatermija - talasna dužina 10m-1m, a učestalost 300-3000 MHz u sekundi (53. str.);
- mikrotalasna dijatermija gde je talasna dužina 1m -1 cm, a učestalost do 3000 MHz u sekundi (53. str.);

Primena akustične energije

- sonoterapija–primena akustične energije u terapijske i dijagnostičke svrhe (55. str.);
- podela zvučnog spektra i konstrukcija ultrazvučnih generatora (55 - 60. str.);
- ultrasonoforeza (sonoforeza ili fonoforeza; sonus-zvuk, forein-nositi, postupak unošenja lekovitih materija u organizam pomoću ultrazvuka 66. str.);
- magnetoterapija–primena magnetnog polja u lečenju. (68. str.);

3.4.4. Pregled Praktikuma fizikalne terapije

Praktikum fizikalne terapije izučava sledeće nastavne teme:

- galvanska struja–galvanizacija (poprečna ili transverzalna 71. str.)
- tehnika rukovanja aparatima i aplikovanje stabilne galvanizacije (75. str.)

Dalje su (od 78. do 89. str.), obrađene mašine koje rade po zakonima fizike ili se identifikuju fizičkim veličinama: galvanske kade, četvorocelijske kupke, aparati za dijadinamične struje (delovi aparata i modulacije), aparati za faradizaciju, aparat za kratkotalasnu dijatermiju–radar, aparat za ultrazvuk.

ZAKLJUČAK:Razmatrajući galvanizaciju, elektroforezu (jonoforezu) i najčešće greške koje se javljaju prilikom rada fizioterapeutskog tehničara, poznavanje fizike kao logističke nauke u fizikalnoj terapiji je neophodno. U Prilogu VII, strana broj nalazi se obrada nastavne jedinice „Elektroforeza”. Takođe su navedene najčešće nedoumice greške fizioterapeuta kod aplikacije. Na ovom primeru uočava se da je fizika u fizikalnoj terapiji prisutna u ogromnom procentu i da joj u tekućoj reformi škola zdravstvene struke treba posvetiti posebnu pažnju.

3.5. Smer Farmaceutski tehničar

Na smeru farmaceutski tehničar izučavaju se tri stručna predmeta:Farmaceutska hemija 1 i 2 (treći i četvrti razred), Farmaceutska tehnologija 1 i 2 (drugi, treći i četvrti razred) i Farmakologija (drugi razred medicinske škole).

3.5.1. Pregled udžbenika Farmaceutska hemija 2 [17]

Bez obzira na naziv predmeta, u farmaceutskoj hemiji 1 i 2 izučava se: Sistem, upotreba osnovnih fizičkih konstanti, a u okviru titrimetrijskih određivanja obrađuju se spektrofotometrijska ispitivanja, Lamber-Berov zakon, spektrofluorimetrija i atomska apsorpciona spektrofotometrija.

3.5.2. Pregled udžbenika Farmaceutska tehnologija I [18]

U Farmaceutskoj tehnologiji 1 izučavaju se

- osnovne metode merenja (16 - 22. str.);
- centrifugiranje (30. str.);
- apsorpcija (51. str.);
- difuzija (51. str.);
- fazni prelazi (farmaceutsko-tehnološke operacije prenosa toplote 54. str.);
- zagrevanje (54. str.);
- hlađenje i kondenzacija (55. str.);
- topljenje (55. str.);
- sterilizacija (56. str.);

U farmakologiji i farmaceutskoj tehnologiji fizika niti fizičke veličine nisu zastupljene.

3.6. Smer Laboratorijski tehničar

Na navedenom smeru, se proučavaju laboratorijske tehnike, čije izučavanje je bitno za nastavu fizike. Predmet je identičan predmetu Laboratorijske tehnike, na smeru Sanitarno-ekološki tehničar za koji su već izneti podaci.

3.7. Smer Kozmetički tehničar

Na navedenom smeru izučavaju se sledeći stručni predmeti: Fizikalna terapija (treći razred) i Estetska nega I, II i III. Pomenuta fizikalna terapija je potpuno ista kao fizikalna terapija I, koja se izučava na smeru fizioterapeut, za koju su podaci već navedeni.

3.7.1. Pregled udžbenika Estetska nega I [24]

Estetka nega I detaljno obrađuje fizičke metode. Na strani 21. i 22. navedena je fizička dezinfekcija:

- a) flamaža;
- b) sagorevanje;
- c) kuwanje;
- d) naglo izlaganje materijala niskim temperaturama;
- e) smrzavanje;
- f) povišene temperature u odmrzavanju;

Takođe se obrađuje korišćenje baktericidnog efekta ultraljubičastih zraka (20 - 40 min-vreme dezinfekcije). U udžbeniku, na slici 9, na strani 21, šematski je prikazana lampa za dezinfekciju ultraljubičastim zracima. Na 22. i 23. strani navedene su slične/iste metode sterilizacije kao na ostalim medicinskim smerovima. Fizičke metode sterilizacije:

- sterilizacija vlažnom topotom;
- sterilizacija kuvanjem;
- sterilizacija u autoklavu koja se izvodi 20 min na 120 °C pod pritiskom od 101,3 kPa;
- suvom topotom;
- sterilizacija zračenjem – hladna metoda, ultravioletni zraci, jonizujući γ-zraci, ultrazvuk.

Na 99. strani–vibraciona masaža daje prostor da se razmatraju sledeći fizički pojmovi: pojam mehaničke vibracije, različiti intenziteti frekvencije i amplitude, pojam elektromotora i prenos oscilacija kroz prostor. Na 101. strani, obrađena je pneumo

masaža. Pneumomasaža je zajednički naziv za vrste masaže, kojima se pozitivan efekat postiže delovanjem smanjenog/negativnog ili povišenog /pozitivnog pritiska. Razlikuju se dve vrste masaže:

- vakuum masaža (negativan pritisak 0,05 - 0,1 bar);
- preso-masaža (povećan ili pozitivan pritisak).

Na 102. strani, obrađuje se vokusak masaža negativnim pritiskom (0,05–0,55 bar). Na 162. strani potpuno obrađeni pojmovi količine topote, kondukcije, konvekcije i radijacije. Od topotnog kapaciteta, topotne provodljivosti i gustine tela zavisi stepen zadržavanja topote veoma važan u kozmetičkim tretmanima. Na strani 176. srećemo se sa krioterapijom sa stanovišta kozmetologije. Krioterapija je kozmetoterapijska procedura pri kojoj se kao dejstvujući agens koristi ekstremno niska temperatura.

3.7.2. Pregled udžbenika Estetska nega 2 [25]

U III oblasti ovog udžbenika - Elektroterapijske procedure (navedene od 18-26. str.), potrebno je precizno poznavanje fizike struja. Obradeni su osnovni pojmovi vezani za proticanje struja, potom je izvršena klasifikacija struja (na jednosmernu i naizmeničnu). Zatim se izučava jednosmerna struja kontinuiranog i impulsnog toka. Nastavak čini primena galvanske struje (jednosmerna struja konstantnog kontinuiranog toka). Detaljno su obrađeni i procesi koji se dešavaju u tkivu, kao posledica proticanja galvanske struje, a to su:

- elektrosukcija;
- elektroosmoza;
- elektroliza;
- elektroforeza;

Na 21. strani objašnjen je princip rada aparata za galvanizaciju, zatim su razmotrene praktične vežbe tehnika aplikacije galvanske struje (22. str.), elektroliza i elektroforeza obrađene su u smislu aplikacija kozmetoterapijskih agenasa (25. str.). dok je tehnika izvođenja elektroforeze praktično obrađena na 28. str. Jednosmerna struja impulsnog toka, eksponencijalna struja i neofaradska struja obrađene su vrlo detaljno u ovom udžbeniku (30. i 31. str.). Kao nastavak na 32. str. razmatran je *MIOLIFTING*, u smislu upotrebe neofaradske struje. Od 35 – 42 strane obrađeni su svi vidovi naizmenične struje koji se sreću u *KOZMETOLOGIJI*

- niskofrekventne (v do 1000 Hz);
- srednjefrekventne (v od 1000 Hz do 100000 Hz)
- visokofrekventne (v > 100000 Hz).

Visokofrekventne struje su dalje podeljene na:

- Arsonvalove;
- dugotalasne;
- ultrakratkotalasne;
- mikrotalasne;

U IV oblasti, obrađene su fototerapijske procedure. Na 43. str. definisani su fizički parametri elektromagnetskog spektra vidljivih zraka. Od 44. do 63. str. obrađene su sledeće nastavne jedinice koje podrazumevaju ne samo primenu fizike, već i njenu esenciju:

- biološki značaj Sunčeve svetlosti (44. str.);
- infracrveni zraci (45. str.);
- UVA, UVB, UVC-zraci (46. str.);
- štetno dejstvo UV-zraka (46. str.);
- vrste fototerapijskih procedura (47. str.);

- sunčanje - helioterapija (47. str.);
- UV-terapija - (48. str.);
- infracrveni zraci u kozmetoterapiji (52. str.);
- vidljivi zraci - hromoterapijske procedure (56. str.);
- hromokozmetoterapija (56. str.);
- polihromatska svetlost - bioptron lampa (59. str.);
- monohromatska svetlost – laseri 61. str);
- kozmetoterapija i primena laserskih zraka (62. str.);
- primena ultrazvuka u estetskoj nezi (63. str.);
- kozmetosonoterapija (64. str. i 65. str.);
- primena ultrazvučne energije u estetskoj nezi (67. str.);
- sonoforeza (69. str.);
- primena magnetoterapije (73. str.);

MAGNETOTERAPIJA je oblast fizikalne medicine koja izučava biološko dejstvo i primene magnetnih i elektromagnetskih polja u lečenju povreda. Veliki deo kozmetoterapije zasniva se baš na ovoj činjenici. Treba napomenuti da magnetne linije sila na ljudski organizam deluju:

1. vazodilatorno;
2. analgetično;
3. antiinflamatorno;
4. spazmolitički;
5. poboljšavaju trofiku i regenerativnu sposobnost tkiva(75. str.);

U Estetskoj nezi III [26], fizika je zastupljena kroz tehniku koja se koristi. Biptron lampa, ultrazvuk, uređaj za elektroforezu. Izučavanjem stručnih predmeta na smeru Kozmetički tehničar, uočava se neophodnost ozbiljnog poznavanja opšte fizike u smislu razumevanja prakse u struci.

3.8. Smer Ginekološko-akušerska sestra

Od svih stručnih predmeta i udžbenika sa kojima se učenici sreću na ovom smeru, posebno su za fiziku bitne Hirurgija sa negom i Zdravstvena nega u akušerstvu (praktikum).

3.8.1. Pregled udžbenika Hirurgija sa negom [23]

U hirurgiji sa negom na 25. str. navedene su neke dopunske metode pregleda. Ove metode se zasnivaju na ubrzanim razvoju savremenih tehnologija i čine ih:

- rendgenska snimanja;
- ultrazvuk;
- kompjuterizovana tomografija (CT);
- endoskopija;

Na 43. strani u okviru fizičkih metoda sterilizacije, navedeni su vidovi sterilizacije sa kojima se učenici sreću i u drugim stručnim predmetima. Na istoj strani u okviru savremenih metoda sterilizacije izučava se:

Sterilizacija radijacijom

Korišćenje jonizujućih zraka, koji deluju razorno na mikrobe. Ova vrsta sterilizacije primenjuje se za sterilizaciju katetera od plastike, gume i druga koja bi se oštetila u autoklavu ili sterilizatoru. Jonizujuće zračenje se postiže gama zracima iz kobaltne bombe (Co) i elektronskim akceleratorom.

Sterilizacija pomoću ultrazvuka

Efekat UV se postiže samo u vodenoj suspenziji gde dolazi do zgrušavanja (koagulacije belančevina) u ćeliji mikroba. Više se koristi u farmaceutskoj industriji, a manje u hirurgiji.

Gasna sterilizacija

Sprovodi se pomoću hemijske materije u gasovitom stanju etilen–oksida na 55 °C i 5 atmosfera u toku 30-60 min.

Sterilizacija ultraljubičastom kvarcnom lampom.

Emituju se ultraljubičasti zraci koji su baktericidni. Na 82. i 83. str.

Odeljak 3 izučava urgentnu radiološku dijagnostiku i hirurgiju. Podela je jasna i uobičajena na radiografiju i radioskopiju. Podrazumeva se da radiografija može biti: nativna (bez kontrasta) i kontrastna. Kontrastne radiografije koje se izučavaju u Hirurgiji sa negom su:

- cerebralna angografija,
- aortografija–ruptura ili aneurizma aorte,
- arteriografija–povređena arterija,
- ezofagografija–perforacija jednjaka,
- pijelografija–povreda bubrega ili uretera,
- cistografija–kada se sumnja na povredu mokraćne bešike.

Na 82. str. pominje se urgentna endoskopija u hirurgiji:

- bronhoskopija;
- ezofago gastroduodenoskopija;
- cistoskopija;
- kolonoskopija;
- rektoskopija.

Na 137. str. navode se fizičke povrede podeljene prema uzroku na:

1. mehaničke;
2. termičke;
3. električne;
4. radioaktivne;

Na 142. str. proučava se sindrom

- udarnog talasa (blast syndrom);
- vazdušnog udara (air blast);
- vodenog udara (water blast);
- čvrstog udara (solid blast);
- KESONSKA BOLEST–nastala kao naziv za povrede koje nastaju pri promeni atmosferskog pritiska. Pogađa ljude koji rade pod vodom na velikim dubinama, u kesonu, kao gnjurci.

U drugom delu knjige, obrađene su različite vrste povreda i zbrinjavanje istih. Na 153. str. obradene su: povrede izazvane električnom strujom (electrocution);

Na strani 154.

- udar groma (fulguratio);
- povrede izazvane radijacijom;
- Sunčeve zračenje (opekotine, toplotni udar i sunčanica)

Zračenje kvarcne soluks lampe, rendgenska i radijumska zračenja (promene kod bolesnika, i kod radnika na rendgenu, nuklearna eksplozija

Na strani 155. navedena su tri dejstva nuklearne eksplozije:

- 50% mehaničko;
- 35% toplotno i svetlosno;

- 15% radioaktivno;

Na istoj strani, obrađena je radijaciona bolest (akutni radijacioni sindrom) kao i simptomi koji su posledica zračenja celog tela. Deo gradiva koji se odnosi na nuklearnu energiju na ovom smeru se proučava u Hirurgiji sa negom koju učenici kao predmet dobijaju u trećoj godini, a u fizici se nuklearna energija izučava u četvrtoj godini drugog polugodišta. Zaključak je da se o vremenskoj korelaciji ovih predmeta nije vodilo računa.

3.8.2. Pregled udžbenika Zdravstvena nega u akušerstvu (praktikum) [21]

Na stranama 22. i 23. (kao i u svim drugim udžbenicima) izučava se sterilizacija. Tri najbitinija vida sterilizacije, koji se upotrebljavaju u svim oblastima medicine su:

1. sterilizacija visokom temperaturom ($t=160^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$)
2. vlažna sterilizacija (u autoklavu - princip vodene pare i povećanog pritiska)
3. sterilizacija UV – lampama (24. str.)

Na strani 47. nabrojane su dijagnostičke metode u akušerstvu, a to su:

- *ULTRAZVUK;*
- *KARDIOTOKOGRAFIJA;*
- *AMNIOCENTEZA;*
- *CORDOCENTEZA;*
- *PH-METRIJA;*

Na 50. str. se obrađuje ultrasonografija i kvalitet slike. Na 53. str. izučen je fizički model formiranja kardiotokograma. (Kardiotokogram je dijagnostička metoda u akušerstvu kojom registrujemo srčane tonove ploda i uterusnu aktivnost–kontrakcije elektronskim putem).

Ultrazvuk kao nezamenljiva metoda dijagnostikovanja i terapije

Pažljivim razmatranjem sadržaja udžbenika stučnih predmeta, primećuje se da ultrazvuk i laser u mnogim granama medicine imaju primenu (terapijsku ili dijagnostičku). Sasvim je očekivano, uvažavajući ovu konstataciju, da se ove dve nastavne jedinice mogu naći u skoro svakom udžbeniku za stručni predmet U *stomatologiji* upotrebe lasera su učestale prilikom lečenja parodontopatije, afti, gingiva, u *fizikalnoj medicini* u terapiji bolnih tačaka, u *kozmetologiji* kod trajne epilacije. Ultrazvuk se primenjuje u dijagnostici i terapiji u urologiji, ginekologiji, hirurgiji, stomatologiji itd. Važno je da učenici u medicinskoj školi na svim smerovima izuče fizičke karakteristike ultrazvuka tako da budu sposobljeni da razumeju način formiranja UV-slike. Primer nastavne jedinice u kojoj se obrađuje ultrazvuk dat je u PRILOGU 7, Primer br. 2, strana 109.

ZAKLJUČAK: *Mali broj učenika poznaje ovaj vid upotrebe ultrazvuka. U medicinskoj školi, učenici moraju da budu podsticani da svoja znanja iz fizike i stručnih predmeta usvajaju postepeno i korelisano. Takođe je bitno, da učenici imaju istraživački stav prema medicinskim inovacijama i najnovijim dostignućima, tako da na poslu ne dođu u situaciju da su neobavešteni, ili da zaziru od uređaja, na kojem je predviđeno da rade (asistiraju lekaru).*

„**Doctrina est fructus dulcis radicis amarae**“
(Znanje je plod gorkog ukusa)

4. Pregled postojećih planova i programa fizike u medicinskim školama Srbije i okolnih zemalja

4.1. Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Republike Makedonije

U Makedoniji u srednjim medicinskim školama fizika se izučava dve godine sa po dva časa nedeljno.

(Plan i program Republike Makedonije je dat u PRILOGU 2, strana 70.)

Plan i Program fizike za medicinske škole u novoj reformisanoj školi Republike Makedonije sastoji se od osam tematskih celina i to su:

- Mehanika;
- Biomehanika lokomotornog sistema;
- Pritisak;
- Biomehanika tečnosti;
- Molekularna fizika;
- Transportne pojave;
- Mehaničke oscilacije i talasi;
- Bioakustika;

U okviru **OPŠTE MEHANIKE** deset časova je posvećeno biomehanici i definisanju fizičkih veličina kao što su brzina, ubrzanje, ugaona brzina, period i frekvencija. Standardno (kao u planovima i programima ostalih srednjih škola) izučavaju se veličine vezane za dinamiku, masa, impuls, Njutnovi zakoni i zakon održanja impulsa. Prilikom izučavanja inercijalnih i neinercijalnih sistema didaktički ciljevi su direktno okrenuti fizici ljudskog organizma. Trebalo bi izdvojiti bar dva:

- a) princip rada balistikardiografa;
- b) vestibularan aparat kao sistem orijentacije.

Potom se obrađuje centrifugalna sila, a u okviru ove nastavne jedinice didaktički ciljevi su:

- demonstracija rada centrifugalne mašine
- korišćenje centrifugalne sile u procesu separacije čestica;
- upotreba centrifugalne mašine u medicini;
- podela centrifugalnih mašina prema vrednosti frekvencije;

Sledeća tematska celina je **BIOMEHANIKA LOKOMOTORNOG SISTEMA**. Navedena je obavezna korelacija sa tematskom celinom biomehnika i sa vektorima iz matematike. Uče se uslovi ravnoteže, slaganje sila paralelnih pravaca, težište tela, vidovi ravnoteže, vidovi ravnoteže različitih mostova, a posebno naglašen didaktički cilj, jeste postavljanje jednačine ravnoteže preko momenata sila.

U tematskoj celini **PRITISAK** izučavaju se svojstva tečnosti i gasova, definišu se osobine idealnog gasa, Paskalov zakon, jedinica za pritisak, hidrostatički i aerostatički pritisak, merenje manometrom, barometrom, merenje krvnog pritiska. Učenici se upoznaju sa mehanizmom disanja, promenama u čovečijem organizmu prilikom disanja, kolebanju atmosferskog pritiska i uticaju ovog kolebanja na čoveka. Propisani didaktički zadaci su: merenje pritiska manometrom, merenje krvnog pritiska čoveka, merenje

atmosferskog pritiska barometrom. Naglašena je korelacija fizike sa hemijom i biologijom.

Tematska celina **BIOMEHANIKA TEČNOSTI** podrazumeva da učenik nauči laminarno i turbulentno kretanje, princip rada Polove aparature koja se koristi za izučavanje laminarnog i turbulentnog kretanja, pojma Rejnoldsovog broja, kinetičke viskoznosti, jednačine kontinuiteta, Bernulijeve jednačine i njene primene u aerosolnoj terapiji. Takođe se obrađuje pulverzator, viskoznost tečnosti, unutrašnje trenje, poznavanje kretanja tečnosti - trenje prilikom kretanja tečnosti kroz cevčice, fizički model krvnog sistema, kretanje krvi kroz krvne sudove, Ajnštajnov koeficijent, viskoznost krvi i brzina taloženja eritrocita.

Didaktički ciljevi su: demonstracija rada pulverzatora i medicinskog inhalatora, demonstriranje pulsnih talasa pri isticanju tečnosti iz cevi elastičnih sudova, merenje viskoznosti tečnosti; Hesov i Ostvaldov viskozimetar, demonstriranje površinskog napona. U ovom delu, takođe je naglašena korelacija sa hemijom i biologijom.

U okviru tematske celine **MOLEKULARNA FIZIKA TEČNOSTI**, predviđeno je da učenik savlada: površinska svojstva tečnosti, molekulski (unutrašnji) pritisak tečnosti, površinski napon i fizički smisao koeficijenta površinskog napona. Zakrivljenost slobodnih površina tečnosti (pojam i razlozi kvašenja i nekvašenja), pritisak ispod zakrivljene površine tečnosti, kapilarne pojave, izvođenje izraza za visinu izdizanja ili spuštanja u kapilarnoj cevi, **GASNA EMBOLIJA** kao kapilarna pojava, sve su to nastavne jedinice koje se izučavaju u ovoj tematskoj celini. Ključanje i isparavanje tečnosti, pri visokom pritisku kod sterilizatora, definisanje veličina, pomoću kojih se izražava vlažnost vazduha, važnost vlažnosti vazduha u procesu disanja čoveka; se takođe obrađuju u tematskoj celini koja je navedena. Didaktički ciljevi jesu da se izvrši demonstracija površinskog napona i kapilarne elevacije. Ponovo je naglašena korelacija sa hemijom i biologijom.

Šesta tematska celina se bavi **TRANSPORTNIM POJAVAMA**. Ilustracija transportnih pojava obrađena je u sledećim nastavnim jedinicama: slobodna difuzija tečnosti i gasova, vidovi difuzije, Fikov zakon slobodne difuzije, osmoza, osmotski pritisak pri bioprocесима, definicija procesa osmoze, Van - Hofov zakon za osmotski pritisak, primena osmoze kod hemodializatora, pasivan i aktivan transport supstance. Didaktički cilj je demonstracija osmotskog pritiska. Korelacija sa hemijom i biologijom i dalje naglašena.

Tematska celina **BIOENERGETIKA** bavi se izučavanjem unutrašnje energije tela, definisanjem temperature, topote, količine topote, prenošenjem topote zračenjem, provođenjem i konvekcijom, proučava takođe fiziološke mehanizme provodljivosti, koeficijent krvne provodljivosti, termodinamički sistem, prvi princip termodinamike, otvoren biološki termodinamički sistem, definiciju energijskog bilansa čovekovog organizma, Hesov zakon, kalorimetrijsku bombu, fiziološku toplotu sagorevanja, entropiju, slobodnu i vezanu energiju, homeostazu.

U tematskoj celini **MEHANIČKE OSCILACIJE I TALASI** obrađuje se oscilatorno kretanje i fizičke veličine koje opisuju ovaj vid kretanja, elongacija, amplituda, frekvencija, period, faza, mehanički talasi, talasno kretanje, širenje transverzalnih i longitudinalnih talasa u elastičnoj sredini. Didaktički cilj je demonstracija transverzalnih i longitudinalnih talasa talasnog mašinom.

Tematska celina **BIOAKUSTIKA** obrađuje fizičke i biološke karakteristike zvuka, predmet proučavanja bioakustike, fizičke osnove aparata za govor i slušanje (audioaparata), interval frekvencija koje može da registruje čovekovo uvo u formi zvuka, akustične veličine i jedinice, intenzitet zvuka, podela zvuka, visina i boja tona, akustičan spektar, oblas čujnosti i Vegelove krive, funkcija organa sluha, fizičke

karakteristike organa sluha, nivo intenziteta zvuka i jačina, zavisnost jačine zvuka od frekvencije zvuka, buka, borba protiv buke, akustična izolacija. Od primenljivih medicinskih tehnologija izučava se audiometrija, njen predmet izučavanja, karakteristike infrazvuka i ultrazvuka, pojava kavitacije, primena ultrazvuka u biologiji, medicini i veterini. Izučava se i stimulativno dejstvo ultrazvuka. Navodi se upotreba ultrazvuka u:

- medicinskoj dijagnostici;
- hirurgiji;
- fizioterapiji.

Doplerov efekat, je zavisnost frekvencije talasa koju prima prijemnik, u funkciji od medusobnog približavanja/udaljavanja prijemnika/izvora. Primena Doplerovog efekta u medicini-kardiologija. Didaktički cilj je demonstracija Doplerovog efekta ton generatorom i telefonskim slušalicama.

Pregledom ovih nastavnih celina uočava se da su izostavljene nastavne jedinice koje se obrađuju u Srbiji, kako u opštim tako i u školama zdravstvene struke. To su optika, fizika oka, miopija (kratkovidost), presbiopija (staračka dalekovidost), lupa, mikroskop, elektronski mikroskop, X-zračenje, vrste, načini dobijanja, rendgenoskopija/rendgenografija (kao izuzetno bitna dijagnostička disciplina), nuklearna fizika, radioizotopi, primena u medicini. Bez obzira na to, plan i program fizike koji dolazi iz Republike Makedonije je usmeren prema medicinskoj fizici i izvršena je odlična korelacija (skoro u svakoj nastavnoj jedinici) „čiste“ fizike i fizike ljudskog organizma. Jedina ozbiljnija primedba je da se predstavljen plan i program, ne bavi savremenim medicinskim tehnologijama.

4.2. Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Bosne i Hercegovine

U Bosni i Hercegovini u srednjim medicinskim školama fizika se proučava četiri godine. U prve dve sa dva časa nedeljno, a u trećoj i četvrtoj sa po jednim časom nedeljno. (Plan i Program Republike Bosne i Hercegovine, dat je u PRILOGU 3, strana 76.)

U tabelarnom prikazu u Prilogu 3 nalaze se originalni mesečni (operativni) planovi za drugi i četvrti razred medicinskih škola Bosne i Hercegovine (srednja medicinska škola iz Sarajeva). Ozbiljan problem u istraživanju bio je korišćenje kompjutera od strane kolega. U tom smislu, još uvek je mali broj planova i programa obrađen u digitalnoj formi i pristupačan na sajtu škole. U planovima i programima koji su aktuelni u BiH, postoji velika sličnost sa planovima i programima koji se izučavaju u ostalim pograničnim zemljama Srbije. Program fizike u srednjim medicinskim školama Bosne i Hercegovine je četvorogodišnji. Metodske jedinice koje se obrađuju podudaraju se u većini tematskih celina sa onim u Srbiji. Planovi koji su bili pristupačni bili su mesečni/operativni planovi za drugi i četvrti razred.

U drugom razredu, prvo se obrađuje Njutnov opšti zakon gravitacije, gravitaciono polje, jačina i potencijal, zatim se radi slaganje kretanja u polju Zemljine teže. U tom smislu, u onosu na planove i programe u Srbiji, redosled je nešto promenjen. Posle toga se izučavaju horizontalan, kosi i vertikalni hitac. Posle hitaca, kružno kretanje, centripetalna sila/ubrzanje, dinamika rotacije, granice primenljivosti klasične mehanike, kao i Lorentz-ove transformacije. U školama BiH izučavaju se Lorentz-ove transformacije dok se u Srbiji rade samo u četvrtoj godini Gimnazije i to prirodno-matematičkog smera. Takođe kod nas postoji sugestija od strane Ministarstva prosvete da se kosi hitac ne radi u gimnazijama, a kamoli u stručnim školama, odnosno da se ne radi na redovnoj nastavi, već da bude deo ili dodatne nastave ili nastave koja predstavlja pripremu za takmičenje. Potpuna novina u metodskim jedinicama koje se izučavaju u II razredu jesu: atmosfera, sastav i svojstva, zračenje Sunca, Zemlje i atmosfere, vлага u vazduhu, oblaci i padavine. Kod nas se ove metodske jedinice izučavaju samo u geografiji i ne postoji korelacija između fizike i geografije. U decembru se osim pismenim proverama i ispitivanju učenika, pažnja posvećuje izučavanju vremenskih (ne)prilika i metereološkim predviđanjima. U drugom polugodištu drugog razreda obrađuje se elektrostatika na isti način kao u Srbiji (manje detaljno). Takođe izučavaju se struje, Omov zakon i Faradejev zakon. Ono što je novo jeste metodska jedinica koja se tiče delovanja električnog polja na biološke sisteme. Nastavak na Faradejev zakon elektrolize, jeste provodljivost elektrolita, elektroforeza i elektroosmoza. Krajem školske godine osim učestalih provera učeničkih znanja, obrađuju se Kirhofsova pravila, Džul - Lencov zakon, delovanje struje na biološke sisteme. U junu sledi sistematizacija gradiva.

U četvrtom razredu fond časova fizike je jedan nedeljno. Učenje fizike započinje topotnim zračenjem, zakonima topotnog zračenja, Plankovom hipotezom kvanta, fotoefektom, Ajnštajnovom jednačinom fotoefekta. Drugo polugodište u četvrtoj godini izučavaju se modeli atoma, atomska fizika, laseri, građa atomskog jezgra, radioaktivnost, alfa, beta i gama zračenje, jonizujuća zračenja, nuklearne reakcije da bi se na kraju obradili procesi fisije i fuzije. Posebno bitna nastavna jedinica, jeste delovanje jonzućeg zračenja na biološke sisteme, kojoj je posvećena veća pažnja. Pri samom kraju obradjuju se elementarne čestice u svemiru. U maju, na samom kraju srednjoškolskog obrazovanja vrši se provera znanja učenika i i sistematizacija gradiva. Zaključak je da četvrta godina izučavanja fizike u srednjim medicinskim školama BiH

identična je četvrtoj godini medicinskih škola u Srbiji. Izuzetak – mnogo veća pažnja u Srbiji je posvećena nuklearnom zračenju, fizici zračenja, akceleratorima, dozimetriji i merama zaštite.

4.3. Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola iz Hrvatske

U Republici Hrvatskoj u srednjim medicinskim školama, fizika se izučava dve godine sa fondom od po dva časa.

(Plan i Program Republike Hrvatske se nalazi u PRILOGU 4, strana 84.)

U popisu nastavnih celina koje sam dobila iz Zagrebačke „Medicinske škole, Mlinarska”, medicinske fizike praktično i nema, ne insistira se na uzročnoj vezi fizike i medicine. Učenici izučavaju fiziku dve godine u četiri razreda smera medicinskih sestara. Nastavne teme/celine su iste, kao u fizici koja se obrađuje u medicinskim školama Makedonije, Srbije, Bosne i Hercegovine. U prvom razredu, radi se:

1. Kretanje/gibanje;
2. Sile i polja;
3. Rad i energija u toplinskim sastavima;

Kurs je vrlo precizan i koncizan i bavi se isključivo čistom fizikom.

U drugom razredu, izučavaju se sledeće nastavne celine:

1. Sile i polja;
2. Rad i energija u toplinskim sustavima;
3. Elektrostatika;
4. Elektrodinamika;
5. Mehaničko titranje i valovi;
6. Elektromagnetsko zračenje;
7. Optika i optički sustavi;

Nastavne celine koje se rade u drugom razredu srednjih medicinskih škola Hrvatske, većim delom se rade u drugom i trećem razredu srednjih medicinskih škola Srbije i Vojvodine. Mogu se primetiti dve činjenice:

- Prva bitna činjenica je da se na početku godine (mislim na drugi razred) vrši obnavljanje gradiva iz prve godine; Ponovo se radi pritisak, spoljašnji pritisak, hidrostatički i atmosferski pritisak, Bernulijeva jednačina, kalorimetrija, topotni kapacitet tela i vidovi prenosa topline. Nova nastavna tema se radi tek početkom novembra i to je elektrostatika.

- Druga bitna činjenica je da u drugom razredu učenici (samo informativno) obrađuju fiziku ljudskog organizma kroz dve nastavne jedinice:

1. Nastavna celina–Mehaničko titranje i valovi; nastavna tema: valovi zvuka, uho i ultrazvuk;
2. Nastavna celina–Optika i optički sustavi ; nastavna tema - Sočiva (leće), oko, kako vidimo?

Na drugim smerovima fizika se obrađuje nešto šire, u smislu da se obrađuju laseri, infraviz, ultrazvuk, X-zračenje, dejstvo na čoveka, mere zaštite od zračenja i dozimetrija.

4.4. Pregled plana i programa fizike srednjih medicinskih škola Srbije

U Republici Srbiji, fond časova je dva nedeljno, sve četiri godine. Planovi i programi u Republici Srbiji od prve do četvrte godine pokazuju da se izučavaju nastavne jedinice koje se bave fizikom ljudskog organizma i medicinskim tehnologijama.

U **prvom razredu**, obrađuju se dve nastavne jedinice značajne za dalje razumevanje medicine i stručnih predmeta, a to su poluge I, II i III vrste i merenje radne sposobnosti mišića – ergometar (iste nastavne jedinice se izučavaju na smeru fizioterapeut u III godini, u stručnom predmetu: Kineziologija). Uredaj za sedimentaciju, se pominje u okviru nastavne jedinice centrifugalna/centripetalna sila.

U **drugom razredu** medicinske fizike je nešto više. Izučava se difuzija i Braunovo kretanje, sa čim su se učenici već sreli u anatomiji i biologiji prve godine. U okviru toplove izučava se biokalorimetrija, kod tečnosti se rade različiti pritisci pa, između ostalog i krvni pritisak, fizički model KVS-a i merenje krvnog pritiska. Pri samom kraju godine izučava se elektroforeza. U **trećem razredu** obrađuju se sledeće nastavne jedinice: biostruje i elektrostimulacija, uvo (građa i funkcija), auskultacione tehnike, infrazvuk, ultrazvuk i njihova primena, Doppler snimanja, elektrografija, elektrokardiografija, oko (građa i funkcija), mane oka, pojam endoskopije i endoskopskih pregleda.

U **četvrtom razredu** izučavaju se nastavne jedinice koje se na potpuno isti način obrađuju i u stručnim predmetima: rendgensko zračenje, rendgenska cev, vrste zračenja i primena, pojam rendgenoskopije/rendgenografije, laseri, primena u medicini, radiaktivni izotopi, radiofarmaceutici, fiziološko dejstvo i zaštita od radioaktivnog zračenja, anihilacija i kreacija elektronsko-pozitronskog para. Može se slobodno reći da je fizika četvrtog razreda potpuno okrenuta savremenim kretanjima u medicini i fizici. Posebno značajna nastavna jedinica jeste rendgensko zračenje i mere zaštite. Ona je praktično obrađena na svakom smeru u medicinskoj školi, bilo kao dijagnostička, bilo kao terapijska metoda.

4.5. Upoređivanje planova i programa pograničnih zemalja sa planom i programom fizike Republike Srbije

Sumirajući pregled ovih planova i programa pograničnih zemalja mogu se doneti sledeći zaključci:

1. Plan i program fizike u medicinskim školama Makedonije je najviše okrenut/posvećen medicini (strukci) kao i sprezi medicine i fizike; Sve pojave u organizmu koje se mogu objasniti zakonima fizike su obuhvaćene. Mana je što se ovi planovi malo ili skoro nimalo ne bave savremenim medicinskim tehnologijama, metodama dijagnostike i vidovima različitih snimanja.

2. U Hrvatskoj se strogo izučava čista fizika i nema upliva medicinske fizike, niti obrade nastavnih jedinica koje će ukazati na uzročno-posledičnu vezu fizike i medicine. Poslednje dve godine počinje da se razvija medicinska fizika kao odvojena grana koja se ne naslanja na fiziku koja se izučava u samoj srednjoj stručnoj školi. U tom smislu, društvo pod nazivom E-MEDICA, podstiče istraživačke radove učenika i profesora, koji su vezani za fiziku ljudskog organizma, fizika oka i uha. (Detaljnije informacije se mogu pogledati na sajtu E-MEDICE).

3. Fizika koja se izučava u Bosni i Hercegovini najsličnija je onoj koja se izučava u Republici Srbiji. Fizika se izučava četiri godine, s tim da je nedeljni fond časova u četvrtoj godini jedan. Medicinskoj fizici nije poklonjena dovoljna pažnja, posebno onoj koja se tiče zračenja, naprednih vrsta snimanja i upotrebe savremenih medicinskih tehnologija u dijagnostici i terapiji.

4. Planovi i programi fizike po kojima se radi u medicinskim školama Srbije i Vojvodine su puni matematičkog formalizma, prilično zastareli, kruti, bez mogućnosti da učenici uoče preko potrebno izučavanje zakona fizike za razumevanje medicinskih dešavanja. Medicinska fizika sa akcentom na primenljivost u praksi, bi trebalo da

dominira u odnosu na opštu fiziku i jako izražen matematički formalizam u trenutnim planovima.

Kombinovanjem programa Republike Makedonije i Srbije, uz male kompromise, mogao bi se napraviti zanimljiv i opreativan program fizike za učenike koji pohađaju škole zdravstvene struke.

„Discere est mater studiorum“
(Učenje je majka studiranja)

II DEO: NAČIN I PRISTUP NASTAVNIKA U REALIZACIJI SADRŽAJA FIZIKE – MEDICINSKA FIZIKA

5. Predstavljanje sadržaja seminara „Fizika u Medicinskoj edukaciji“

(Detaljan izgled Seminara i sadržaj aktivnosti, dat je u PRILOGU 5, strana 89.) Treba jasno naznačiti da navedeni seminar svojom koncepcijom omogućava nastavnicima fizike koji rade u srednjim školama zdravstvene struke da se usavrše i edukuju za specifičnost škole u kojoj rade. Ovako zamišljen i realizovan Seminar, zapravo predstavlja putokaz ostalim stručnim školama kako treba da prilagode programe uvažavajući različitosti struke za koje se učenici obrazuju.

Seminar „FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI“, koji je bio akreditovan i nalazio se u KATALOGU PROGRAMA STRUČNOG USAVRŠAVANJA ZAPOSLENIH U OBRAZOVANJU za školsku 2007/2008. godinu pod rednim brojem 159, namenjen je prvenstveno profesorima fizike u srednjim medicinskim školama. Ovaj seminar je dobio akreditaciju i za 2008/09. godinu u malo drugačijem obliku.

DETALJAN OPIS SADRŽAJA I VRSTA AKTIVNOSTI

Fizika ima dve važne oblasti primene u medicini – fiziku ljudskog organizma (koja se ponekad naziva i fizika fiziologije) i fiziku instrumentacije koja se koristi u dijagnostici i terapiji.

Ponudeni program pokriva sve oblasti medicine u kojima se koriste osnovni principi fizike na nivou koji je primeren profesorima fizike u medicinskim školama i on može biti od velike koristi svim profesorima, koji žele da obogate svoja predavanja i učine ih interesantnijim i svrshishodnim za učenike čije će osnovno obrazovanje biti medicina.

Program seminara koncipiran je tako da se profesori u toku jedne školske godine upoznaju sa osnovnim sadržajem svih oblasti koje pokrivaju primenu fizike u medicini. Te oblasti (sa detaljnijim sadržajem datim u zagradi) su:

- ◆ Lokomotorni sistem čoveka (elementi lokomotornog sistema; funkcionisanje lokomotornog sistema – modeliranje; realni sistemi)
- ◆ Kardiovaskularni sistem čoveka (idealne tečnosti; realne tečnosti; kardiovaskularni sistem; površinski efekti u kardiovaskularnom sistemu)
- ◆ Ljudski organizam kao termodinamički sistem (termodinamički sistemi, toplotna ravnoteža; prvi i drugi zakon termodinamike; toplotne promene u ljudskom organizmu)
- ◆ Bioelektricitet, električna struja, električno i magnetno polje u medicinskoj dijagnostici i terapiji (električni signali u organizmu, registrovanje električnih signala – EKG, EEG, ERG, EOG; primena elektriciteta i magnetizma na ljudski organizam–elektrostimulacija, elektroterapija, elektroforeza)
- ◆ Bioakustika; ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji (zvuk; ljudsko uho kao slušni aparat; ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji)

- ◆ Fizika oka i viđenja (anatomija i optički sistem oka; optički nedostaci oka)
- ◆ Jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici i terapiji (rendgenski i gama zraci i njihova interakcija sa tkivom; rendgenska dijagnostika – kompjuterizovana tomografija; radioterapija)
- ◆ Nuklearna medicina (gama kamera, PET, NMR)

Seminar se sastojao od četiri modula. Na svakom od modula su bile obradene po dve gore navedene teme. Predavanja su sadržala osnove pojedinih oblasti i neke konkretne primere primene fizike u medicini iz tih oblasti.

Prvi modul:

1. Lokomotorni sistem čoveka
2. Kardiovaskularni sistem čoveka

Drugi modul:

1. Ljudski organizam kao termodinamički sistem
2. Bioelektricitet, električna struja, električno i magnetno polje u medicinskoj dijagnostici i terapiji



Slika 1. Predavanje prof dr Slobodanke Stanković, (I modul)

Treći modul:

1. Bioakustika; ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji
2. Fizika oka i viđenja

Četvrti modul:

1. Jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici i terapiji
2. Nuklearna medicina



Slika 2. Analiza elektrokardiograma (II modul dr Otto Barak)

Struktura svih modula bila je ista i sastojala se od sledećih delova:

Prvi dan

- Od 9,00 – 13,00 predavanja koja se odnose na prvu oblast (svi učesnici su bili obuhvaćeni)
- Od 13,00 – 15,00 Pauza
- Od 15,00 – 18,00 mali eksperimenti i/ili simulacije koje se odnose na prvu oblast (učesnici su bili podeljeni u grupe od po osam učesnika)
- Od 18,00 – 19,00 pretraživanje interneta

Drugi dan

- Od 9,00 – 13,00 predavanja koja se odnose na drugu oblast
(svi učesnici su bili obuhvaćeni)
- Od 13,00 – 15,00 Pauza
- Od 15,00 – 18,00 mali eksperimenti i/ili simulacije koje se odnose na drugu oblast
(učesnici su bili podeljeni u grupe od po osam učesnika)
- Od 18,00 – 19,00 pretraživanje interneta

Treći dan

- Od 9,00 – 13,00 poseta odgovarajućoj medicinskoj ustanovi (klinike medicinskog fakulteta u Novom Sadu) gde je bila demonstrirana upotreba odgovarajućih aparata u medicinskoj dijagnostici ili terapiji. Učesnici su bili podeljeni u dve grupe. Obe grupe su simultano posetile dva medicinska centra u toku prva dva sata, a zatim je izvršena zamena grupa.

- 4. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u medicini? (uvjet da Vara je pravilna)
- 5. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u fizici?
- 6. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u kemijskim naukama?
- 7. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u fizici?
- 8. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u medicini? (uvjet da Vara je pravilna)
- 9. Da li znate za koju naučnu konferenciju je ove godine dodijeljena Nobelova nagrada u medicini? (uvjet da Vara je pravilna)

5.1. Analiza ulazne ankete učesnika Seminara

Pre nego što sam se odlučila za evaluaciju seminara, sprovedla sam ispitivanje strukture polaznika. Ispitivanjem i analizom strukture polaznika, dobila smo dragocen podatak o profesorima koji koriste engleski jezik, računar ili da li su eventualno vršili korelaciju fizike sa stručnim predmetima. Ulazna anketa koju su popunili svi profesori koji su prisustvovali seminaru izgledala je ovako:

STRUKTURA POLAZNIKA SEMINARA

Upitnik za profesore:

- | | | |
|---|----|----|
| 1. Govorite li engleski ? | da | ne |
| 2. Koristite li kompjuter ? | da | , |
| 3. Koliko imate godina radnog staža? | | |
| • do 5 godina; | | |
| • od 5-10 godina; | | |
| • od 10-20 godina; | | |
| • od 20-30 godina; | | |
| • preko 30 godina; | | |
| 4. Koliko pratite savremenu medicinu i napredak medicinske tehnologije? | | |
| • uvek sam u toku; | | |
| • pratim povremeno; | | |
| • ne pratim uopšte; | | |
| 5. Koliko vaši učenici sagledavaju povezanost poznavanja fizike sa mehanizmima unutar organizma, kao i savremenom medicinskom tehnologijom? | | |
| • uočavaju vezu i značaj iste; | | |
| • delimično primećuju povezanost; | | |
| • ne uočavaju uzročnu povezanost; | | |
| 6. Da li ste do sada pripremali časove u korelaciji sa profesorima stručnih predmeta? | da | ne |
| (ako jeste, navedite koje su nastavne jedinice u pitanju i predavači kojih stručnih predmeta su saradivali sa Vama) | | |
| Na ova pitanja odgovaraju oni koji koriste kompjuter | | |
| 7. Koliko često koristite računar u nastavi fizike? | | |
| • dva puta godišnje; | | |
| • do pet puta godišnje; | | |
| • više od 5 puta (upiši broj _____) | | |
| 8. Koliko često pretražujete Internet u cilju otkrivanja savremenih kretanja u Vašem predmetu? | | |
| • svaki dan; | | |
| • nekoliko puta nedeljno; | | |
| • po potrebi; | | |
| 9. Da li znate za koja naučna istraživanja je ove godine dodeljena Nobelova nagrada iz medicine? (navedite ako Vam je poznato) | | |

Hvala Vam na saradnji
Tatjana Marković Topalović

Što se tiče rezultata ulazne ankete strukture polaznika Seminara, ona je bila sledeća. Od 32 anketirana profesora, engleski koristi 24, a osam ne, 27 profesora koristi kompjuter, 5 ne, jedan profesor ima manje od 5 godina radnog staža, sedmoro ima između 5 i 10 godina radnog staža, osmoro ima između 10 i 20 godina, jedanaestoro radi između 20 i 30 godina i petoro radi preko trideset godina. Savremenu medicinu uvek prati petoro, a 27 povremeno. Na pitanje profesorima da li njihovi učenici uočavaju vezu između fizike i medicine, 15 učesnika nije odgovorilo, 16 se izjasnilo za opciju delimično primećuju, jedno da ne uočavaju pomenutu vezu. Što se tiče korelacije sa drugim predmetima, 10 profesora je navelo saradnju sa profesorima stručnih predmeta, a 22 nije imalo korelaciju. Pomenute su korelacije sledeće vrste:

- KVS, trenje zajedničko predavanje sa ortopedom
- Fizikalna terapija-fizičar
- KVS-profesor anatomiјe
- Hemija, matematika-fizika
- Lekari-interna medicina, ginekologija-UV u medicini
- Više medicinske sestre-elektrokardiografija
- Učenici- Rö-zračenje, primena lasera u medicini
- U okviru Gimnazije (jer su i profesori Novosadske gimnazije bili učesnici Seminara)
- Astronomija (predavanje profesora Univerziteta u Novom Sadu)
- Kvantna fizika (predavanje profesora Univerziteta u Novom Sadu)
- Fizička hemija (predavanje profesora Univerziteta u Novom Sadu)

Na pitanje da li koriste računar u nastavi fizike, 11 profesora se izjasnilo potvrđno , a 16 profesora ga ne koristi. Internet 1 profesor pretražuje svakodnevno, devetoro ga pretražuje nekoliko puta nedeljno, a 14 po potrebi. Frekventnost korišćenja računara u nastavi fizike je sledeća:šestoro ga koristi dva puta godišnje, petoro do pet puta godišnje, osmoro ga koristi 15 do 20 puta godišnje. Na pitanje da li znaju kome i zašto je dodeljena Nobelova nagrada iz medicine za 2007. нико nije dao odgovor. (Odgovor je: Mario Kapeki, sir Martin Evans i Oliver Smitiz – „za otkriće principa za predstavljanje specifičnih modifikacija gena kod miševa korišćenjem embrionalnih matičnih ćelija”).

Nakon svakog modula vršila se evaluacija Seminara (dakle četiri puta: oktobar, decembar, februar, april).

Seminar sam evaluirala sa dva stanovišta:

- sa pozicije profesora standardizovanom anketom Ministarstva;
- sa pozicije učenika;

5.2. Rezultati anketiranja na osnovu standardizovanog upitnika ZOUV-a

Rezultati standardizovane ankete koje je propisalo Ministarstvo prosvete dati su sledećim tabelama: Propisana anketa nalazi se u PRILOGU 6 na stranama 102. i 103.

I modul

	4	3	2	1	0
Pitanje 1	17	-	-	-	-
Pitanje 2	14	3	-	-	-
Pitanje 3	15	2	-	-	-
Pitanje 4	17	-	-	-	-
Pitanje 5	17	-	-	-	-
Pitanje 6	15	2	-	-	-
Pitanje 7	17	-	-	-	-
Pitanje 8	17	-	-	-	-
Pitanje 9	17				

II modul

	4	3	2	1	0
Pitanje 1	15	-	-	-	-
Pitanje 2	14	1	-	-	-
Pitanje 3	14	1	-	-	-
Pitanje 4	15	-	-	-	-
Pitanje 5	9	6	-	-	-
Pitanje 6	14	1	-	-	-
Pitanje 7	14	-	1	-	-
Pitanje 8	14	1	-	-	-
Pitanje 9	14	1			

III modul

	4	3	2	1	0
Pitanje 1	22	5	-	-	-
Pitanje 2	23	4	-	-	-
Pitanje 3	21	6	-	-	-
Pitanje 4	23	3	1	-	-
Pitanje 5	22	5	-	-	-
Pitanje 6	19	7	1	-	-
Pitanje 7	25	2		-	-
Pitanje 8	23	4	-	-	-
Pitanje 9	24	3	-		

IV modul

	4	3	2	1	0
Pitanje 1	17	3	-	-	-
Pitanje 2	15	5	-	-	-
Pitanje 3	16	4	-	-	-
Pitanje 4	15	5	-	-	-
Pitanje 5	16	4	-	-	-
Pitanje 6	14	6	-	-	-
Pitanje 7	18	2	-	-	-
Pitanje 8	16	4	-	-	-
Pitanje 9	17	3	-		

Modul I, II i III

	4	3	2	1	0
Pitanje 1	54	5	-	-	-
Pitanje 2	51	8	-	-	-
Pitanje 3	50	9	-	-	-
Pitanje 4	55	3	1	-	-
Pitanje 5	48	11	-	-	-
Pitanje 6	48	10	1	-	-
Pitanje 7	56	2	1	-	-
Pitanje 8	54	5	-	-	-
Pitanje 9	55	4	-	-	-

A: Rezultati ankete (obrađeno 59 listića)

1. Obrađeni sadržaji su u skladu sa postavljenim ciljevima: 4* – 54(92%); 3 – 5(8%)
2. Izbor metoda i oblika rada je odgovarajući: 4 – 51(86%); 3 – 8(14%).
3. Ciljevi su ostvareni: 4 – 50(85%); 3 – 9(15%)
4. Program doprinosi sticanju znanja, veština i sposobnosti: 4 – 55(93%); 3 – 3(5%); 2 – 1(2%)
5. Program je koristan za moj dalji rad: 4 – 48(81%), 3 – 11(19%)
6. Program je primenljiv u praksi: 4 – 48(81%); 3 – 10(17%); 2 – 1(2%)
7. Realizatori uspešno prezentiraju sadržaj: 4 – 56(95%); 3 – 2(4%); 2 – 1(2%)
8. Ostvarena je dobra komunikacija realizatora sa učesnicima: 4 – 54(92%); 3 – 5(8%)
9. Seminar je uspešan u celini: 4 – 55(93%); 3 – 4(7%)

* 4 je maksimalna ocena

B: Opšta ocena seminara od strane realizatora prof. dr Slobodanke Stanković i dr Olivere Klisurić

Seminaru je, pored profesora fizike u srednjim medicinskim školama, prisustvovao i manji broj profesora fizike iz pojedinih gimnazija.

Ocene manje od 4 su uglavnom dali profesori koji predaju fiziku u gimnaziji, što je i razumljivo, jer je program bio prilagođen prvenstveno profesorima koji predaju fiziku u medicinskim školama.

U razgovoru su učesnici seminara izneli brojne pohvale i veliko zadovoljstvo što su prisustvovali ovako koncipiranom seminaru. U svakom modulu su učesnici, pored predavanja i vežbi na Departmanu za fiziku, imali priliku da posete neku od katedri i klinika Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, gde im je demonstriran rad najnovijih mašina koje se upotrebljavaju u medicinskoj dijagnostici i terapiji. Takođe im je omogućeno pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku prema izraženoj želji.

Učesnici seminara su bili iz Beograda, Čačka, Kraljeva, Šapca, Leskovca, Kragujevca, Zaječara, Subotice, Sombora, Sremske Mitrovice, Zrenjanina i Novog Sada.

Ukupna ocena seminara je 3,91 od mogućih 4,00. Od svih učesnika modula bilo je oko 30 profesora koji rade u srednjim medicinskim školama, oko desetak u gimnazijama i jedan u srednjoj poljoprivrednoj školi.

5.3. Analiza ankete učenika za svaki modul

Drugi vid evaluacije bio je testiranje učenika u različitim gradovima (njih oko 60 u svakom gradu za svaki modul), iz kojih su profesori došli na Seminar. Anketiranje je obavljeno u sledećim gradovima:

I modul (anketirano 284 učenika)

Novi Sad - prof Gordana Radovanov
Zaječar - prof Ljiljana Todorović
Valjevo - prof Željka Šević
Subotica - prof Stojanka Zonai
Šabac - prof Tatjana Marković Topalović

II modul (anketirano oko 300 učenika)

Novi Sad- prof. Gordana Radovanov
Beograd - prof. Slobodan Kljajić
Valjevo – prof Vesna Mitrović
Subotica - prof Stojanka Zonai
Šabac – prof Tatjana Marković Topalović

III modul (anketirano oko 300 učenika)

Novi Sad - prof Gordana Radovanov
Beograd – prof Slobodan Klajić
Valjevo – prof Vesna Mitrović
Subotica. – prof Stojanka Zonai
Šabac – prof Tatjana Marković Topalović

IV modul (anketirano oko 240 učenika)

Novi Sad –prof Gordana Radovanov;
Valjevo-prof Vesna Mitrović;
Subotica-prof Stojanka Zonai;
Šabac- prof Tatjana Marković Topalović;

Anketirano je 1028 učenika. Ograničavajući faktor je pre svega bio što su anketu mogli sprovesti profesori koji su bili učesnici seminara «Fizika u medicinskoj edukaciji». U tom smislu sarađivala sam sa kolegama koji su učenike informisali o tematiki Seminara i uspeli da implementiraju stečena znanja i veštine u gradivo koje su u tom periodu predavali. Presudan značaj je imala činjenica da je sadržaj sa Seminara učenicima prezentovan u multimedijalnoj učionici. Svaki anketni listić u proseku je sadržavao 10 do 12 tvrdnji koje su se ticale tema obrađenih na Seminaru. Sa leve strane anketnog listića, trebalo je da učenici na skali od 1 do 4 procene važnost tvrdnje i značaj pitanja za njihovu struku ili značaj razumevanja pojedinačnog znanja, radi sticanja opštih znanja.

Anketni listići, i pie-prikaz, histogramski i radarski prikaz , priloženi su ispod tabela za svaki modul Seminara. Potrudila sam da anketa ne liči na proveru znanja niti na test, da bi učenici bili opušteniji prilikom popunjavanja. U samoj anketi, po mojoj proceni, a u razgovoru sa instruktorkama (višim medicinskim sestrama i višim fizioterapeutima) navedene su činjenice (za prepostavljeni nivo znanja), koje treba da su im poznate. Ograničavajući faktori su bili:

- Anketirani učenici nisu obrađivali pomenute nastavne jedinice ni u fizici ni u stručnim predmetima (jer nisu u odgovarajućem razredu);
- Profesori koji su sprovodili anketu morali su da pripreme učenike u multimedijalnoj učionici i da prezentuju materijal dobijen na Seminaru;
- Nezainteresovanost jednog broja učenika za bilo koji vid školovanja, pa samim tim i za popunu ankete;
- Prilaz ovim anketama nije bio vremenski korelisan sa srodnim predmetima.



Slika 3. Odeljenje IV₅ radi anketu vezanu za IV modul Seminara



Slika 4. Odeljenje IV₅ radi anketu vezanu za IV modul Seminara

5.3.1. I modul – Lokomotorni i kardiovaskularni sistem čoveka

Ovom anketom obuhvaćeni su učenici iz Novog sada, Zaječara, Valjeva, Subotice i Šapca

VAŽNO				TVRDNJA/ISKAZ	TAČNO	
1	2	3	4		1	2
				1. U predavanjima iz fizike KVS-a, mogu da koristim svoje predznanje iz anatomije i fiziologije.		
				2. Razlikujem laminarno i turbulentno kretanje fluida i uočavam vezu sa kretanjem krvi u krvnim sudovima i srcu.		
				3. Merenje krvnog pritiska je direktna posledica fizičkih procesa u čovečijem organizmu..		
				4. Razumem rad srca i srčani pritisak sa stanovišta fizike.		
				5. Formula za izvršeni rad srca je fizička formula koja mi je poznata od ranije iz fizike.		
				6. U predavanjima vezanim za fiziku kostiju mogu da koristim svoje predznanje iz anatomije sa fiziologijom.		
				7. Polugu smo učili na isti način i u fizici i u anatomiji.		
				8. Bitno mi je da znam poluge I, II i III vrste koje postoje u ljudskom organizmu.		
				9. Računski zadaci iz dinamike fluida koji su vezani za KVS su mi jasni, primenljivi i očigledni.		
				10. Smatram da ovakav vid predavanja u fizici ima veliki značaj za moje buduće zanimanje, kao i način razumevanja procesa u ljudskom organizmu.		

Rezultati ankete su dati tabelarno po gradovima.

I MODUL NOVI SAD (60 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	6	12	41	53	7
2.	1	8	15	36	50	10
3.	0	5	14	41	57	3
4.	2	7	18	33	46	14
5.	9	10	19	22	38	22
6.	4	10	12	34	39	21
7.	3	16	17	24	33	27
8.	4	12	11	33	42	18
9.	11	19	16	14	32	28
10.	6	8	15	31	42	18

I MODUL ZAJEČAR (57 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	6	12	38	42	15
2.	6	6	9	36	29	28
3.	4	5	12	36	52	5
4.	12	4	14	27	34	23
5.	20	8	11	18	35	22
6.	9	4	10	34	44	13
7.	31	11	6	10	41	16
8.	18	9	5	25	32	25
9.	14	8	8	27	32	25
10.	2	3	5	47	51	6

I MODUL VALJEVO (59 UČENIKA)

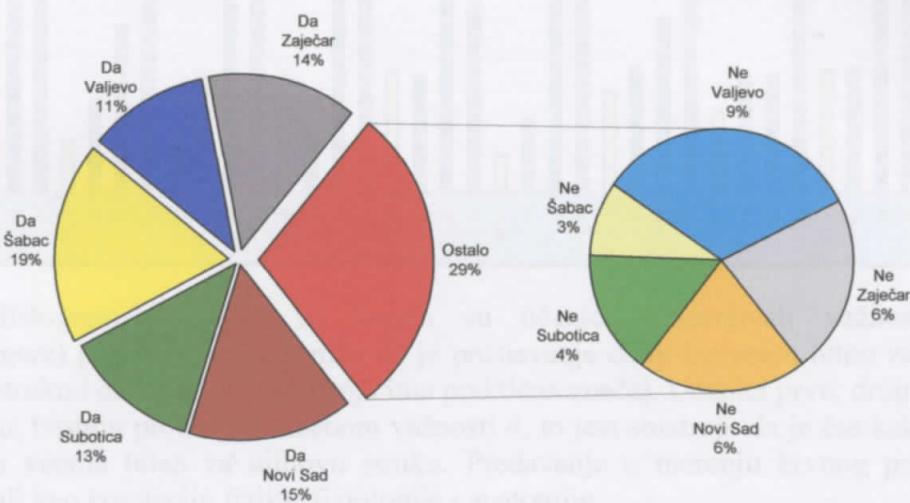
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	10	8	16	25	46	13
2.	10	11	9	30	52	9
3.	6	21	31	0	31	28
4.	0	0	6	53	1	57
5.	12	5	6	39	36	18
6.	1	9	10	41	37	21
7.	0	2	6	50	6	52
8.	0	0	3	55	2	56
9.	2	4	5	47	46	12
10.	1	3	6	48	54	4

I MODUL SUBOTICA (48 UČENIKA)

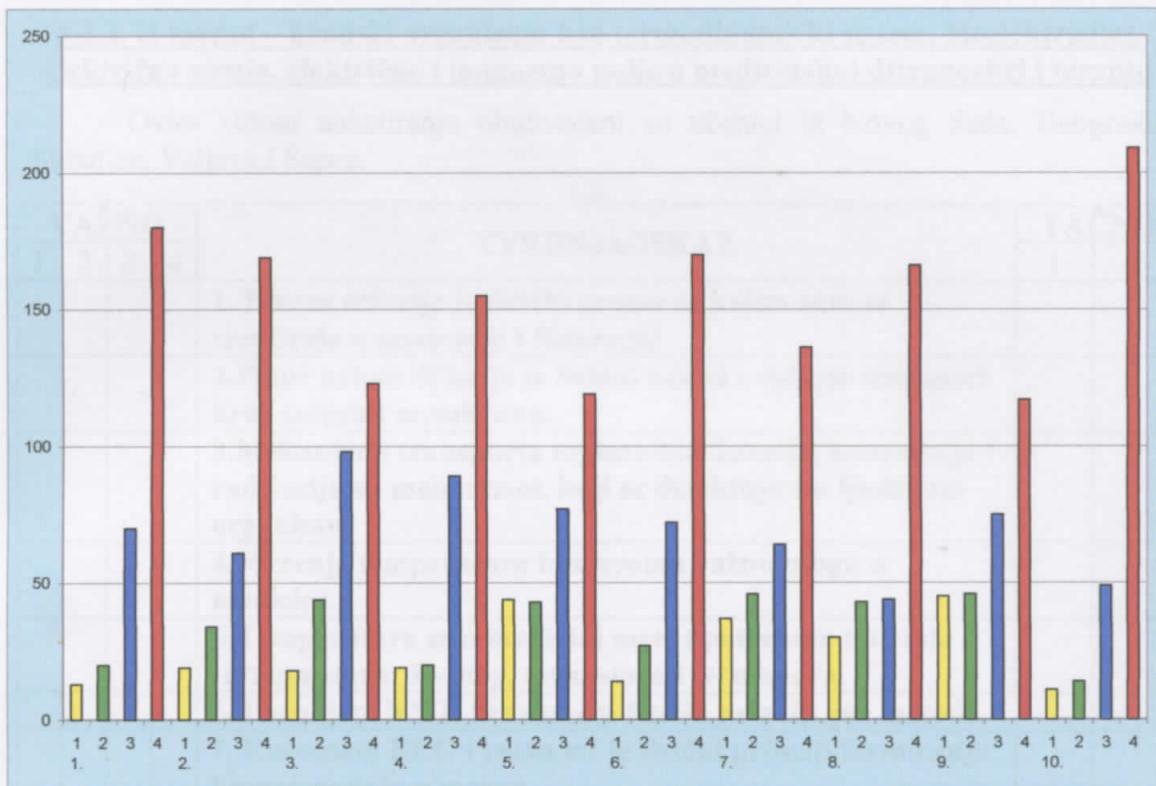
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	0	0	15	33	43	5
2.	0	3	11	34	46	2
3.	0	8	19	21	44	4
4.	2	2	22	22	43	5
5.	8	12	16	12	14	34
6.	0	3	26	19	38	10
7.	0	8	25	15	33	15
8.	4	15	16	13	25	23
9.	12	3	22	11	22	26
10.	0	0	13	34	47	1

I MODUL ŠABAC (60 UČENIKA)

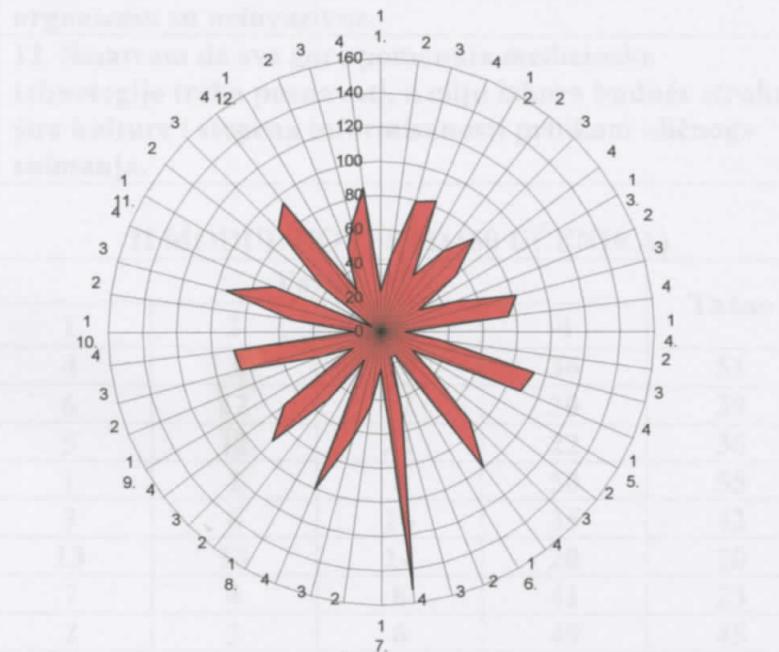
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	0	15	44	57	3
2.	2	6	17	35	54	6
3.	7	5	22	25	55	5
4.	3	7	29	21	49	11
5.	3	6	23	28	49	11
6.	0	3	15	42	59	1
7.	4	9	20	37	48	12
8.	4	7	9	40	57	3
9.	6	10	24	18	40	20
10.	2	0	8	50	58	2



Na pie-prikazu, prikazani su rezultati anketiranja učenika nakon predstavljanja I modula. Ukupno je anketirano 284 učenika. Posle kratkog prikaza materijala sa Seminara, učenici su popunjavali anketu. Rezultati su očekivani: 29% učenika odgovorilo je da su ponudene tvrdnje netačne. Najveći procenat ispravnih odgovora dobijen je u Šapcu i Novom Sadu. Što se tiče netačnih odgovora oni su posle razmatrani na manjem kružnom prikazu. Ovakva koncepcija analize je ista za svaki modul. Nivo optimalnog očekivanja ankete bio bi da učenici zapravo na sva pitanja odgovore pozitivno. Međutim njihovi odgovori su u jednom domenu bili indukovani činjenicama koje su im profesori fizike prezentovali, a sa druge strane su zavisili od načina kako su im pomenuti sadržaji prezentovani u anatomiji, fiziologiji, fizikalnoj terapiji, kineziologiji kao i u zdravstvenoj nezi. Najnepovoljniji odgovori su dobijeni na poznавању полуге (vrlo oskudno se obrađuje u fizici, tvrdnje 7. i 8.) i na razgraničavanju zadataka iz dinamike fluida koji su vezani za proticanje krvi. Učenici u manjoj meri uočavaju vezu među zadatka vezanih za protok, jednačinu kontinuiteta i Bernulijevu jednačinu i proticanja krvi kroz krvne sudove (tvrdnja 9). Posle ankete za koju su učenici, bar iz mog ličnog iskustva, bili vrlo zainteresovani sledi činjenica, da sami uviđaju važnost multidisciplinarnog prilaza kako fizici, tako i stručnim predmetima.



Histogramski prikaz na kojem su učenici procenjivali važnost svake tvrdnje,(gore) pokazuje stav učenika da je poznavanje datih činjenica bitno za njihovu buduću struku i da najveći deo pitanja ima praktičan značaj. Učenici prvu, drugu, šestu i poslednju, tvrdnju procenjuju ocenom važnosti 4, to jest smatraju da je čas kakav im je predviđen veoma bitan za njihovu struku. Predavanje o merenju krvnog pritiska su prepoznali kao korelaciju fizike, fiziologije i anatomije.



5.3.2. II modul – Ljudski organizam kao termodinamički sistem, bioelektricitet, električna struja, električno i magnetno polje u medicinskoj dijagnostici i terapiji

Ovim vidom anketiranja obuhvaćani su učenici iz Novog Sada, Beograda, Subotice, Valjeva i Šapca.

VAŽNO				TVRDNJA/ISKAZ	TAČNO	
1	2	3	4		1	2
				1. Proces difuzije je fizički proces sa kojim sam se sreo/srela u anatomiji i fiziologiji.		
				2. Fikov zakon difuzije je fizički zakon i opisuje transport kroz ćelijsku membranu.		
				3. Mehanizmi transporta toplote: kondukcija, konvekcija i radijacija su mehanizmi, koji se detektuju i u ljudskom organizmu.		
				4. Merenje temperature ima veoma važnu ulogu u medicini.		
				5. Temperatura se u medicini meri upotrebom tri vrste termometara: živinog, termistora i termopara.		
				6. Poznajem NMR i razumem fizički princip ove metode.		
				7. Razumem EEG i jasan mi je fizički princip formiranja biopotencijala u mozgu.		
				8. EKG je metoda snimanja srčane aktivnosti koja se zasniva na fizičkim principima.		
				9. Elektrookulogram je metoda ispitivanja električne aktivnosti oka.		
				10. Elektromiografija je metoda koja meri promene biopotencijala u mišićima.		
				11. Sve metode detektovanja biopotencijala u ljudskom organizmu su neinvazivne.		
				12. Smatram da sve gore pomenute medicinske tehnologije treba poznavati, u cilju izbora buduće struke, šire kulture i stepena informisanosti prilikom «ličnog» snimanja.		

II MODUL NOVI SAD (60 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	4	3	17	36	51	9
2.	6	12	12	30	39	21
3.	5	12	21	22	36	24
4.	1	1	8	50	55	5
5.	3	6	16	35	42	18
6.	13	13	14	20	20	40
7.	7	4	8	41	23	37
8.	2	3	6	49	45	15
9.	3	7	17	33	38	22
10.	7	3	13	37	34	26
11.	4	6	12	38	40	20
12.	2	5	16	37	51	9

II MODUL BEOGRAD (53 UČENIKA)

(ovde jedno odeljenje broji manji broj učenika, jer se radi o pilot odeljenju)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	2	4	15	32	42	11
2.	3	21	22	7	22	31
3.	2	15	28	8	24	29
4.	3	5	11	34	40	13
5.	7	13	20	13	27	26
6.	7	15	18	13	34	19
7.	8	14	11	20	25	28
8.	4	5	13	31	43	10
9.	6	15	23	10	27	26
10.	6	9	19	17	35	18
11.	2	11	24	16	33	20
12.	2	9	14	29	48	5

II MODUL SUBOTICA (49 UČENIKA)

Sledeća anketa je obavljena u Subotici i uzorak je nešto manji - 49 učenika

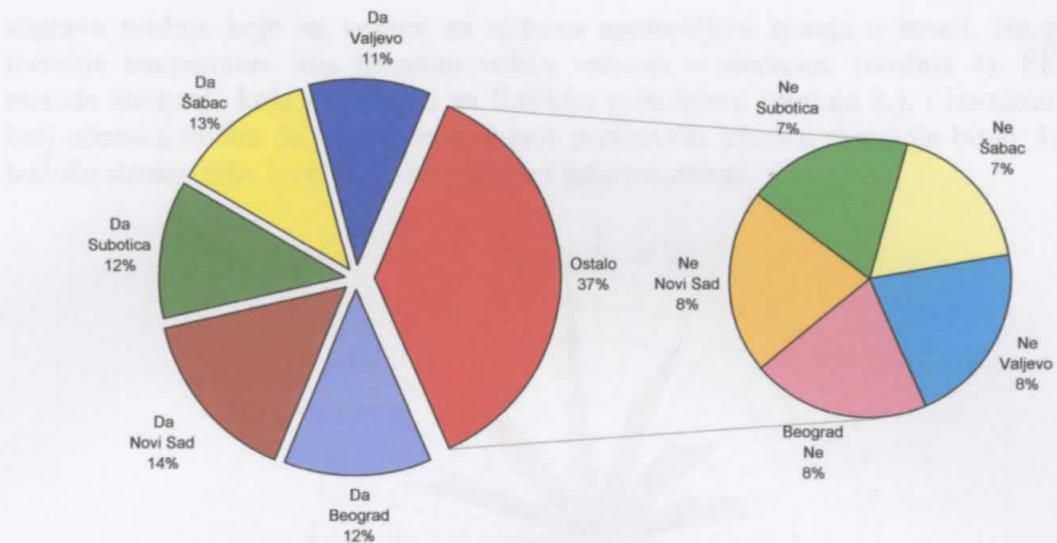
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	4	4	23	18	47	2
2.	5	17	17	10	27	22
3.	3	8	7	31	38	11
4.	1	10	4	25	47	2
5.	3	13	11	23	31	18
6.	25	10	8	6	12	37
7.	10	5	10	24	26	23
8.	4	3	13	29	45	4
9.	17	6	18	8	26	23
10.	6	3	31	9	8	41
11.	4	14	22	9	19	30
12.	/	10	8	31	44	5

II MODUL VALJEVO (48 UČENIKA)

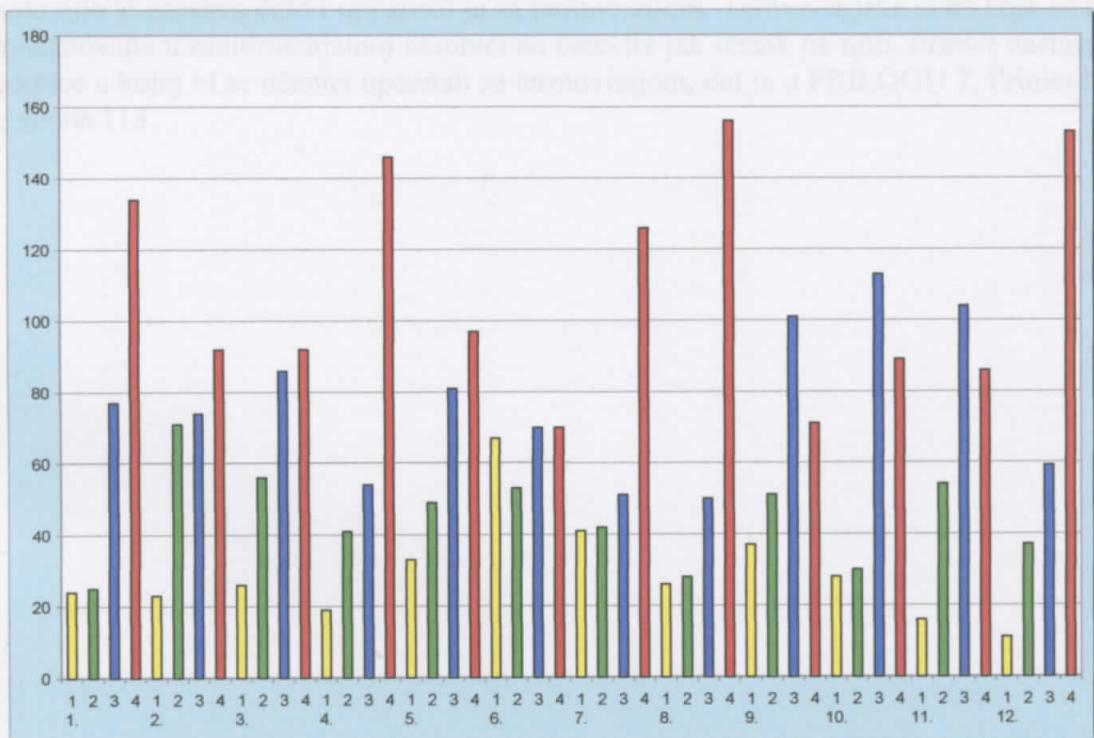
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	5	4	11	28	38	10
2.	6	16	12	14	22	26
3.	3	17	10	18	28	20
4.	6	10	12	20	42	6
5.	8	9	17	14	29	19
6.	12	6	14	16	11	37
7.	10	9	11	18	25	23
8.	5	7	13	23	44	4
9.	3	14	23	9	23	25
10.	5	5	26	12	8	40
11.	4	12	23	9	19	29
12.	3	6	9	30	44	4

II MODUL ŠABAC (50 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	9	10	11	20	42	8
2.	3	5	11	31	32	18
3.	13	4	20	13	28	22
4.	8	11	14	17	46	4
5.	12	8	18	12	40	10
6.	10	9	16	15	20	30
7.	5	16	6	23	15	45
8.	11	10	5	24	35	15
9.	8	9	22	11	30	20
10.	3	9	24	14	28	22
11.	2	6	23	9	36	14
12.	4	7	12	27	41	9

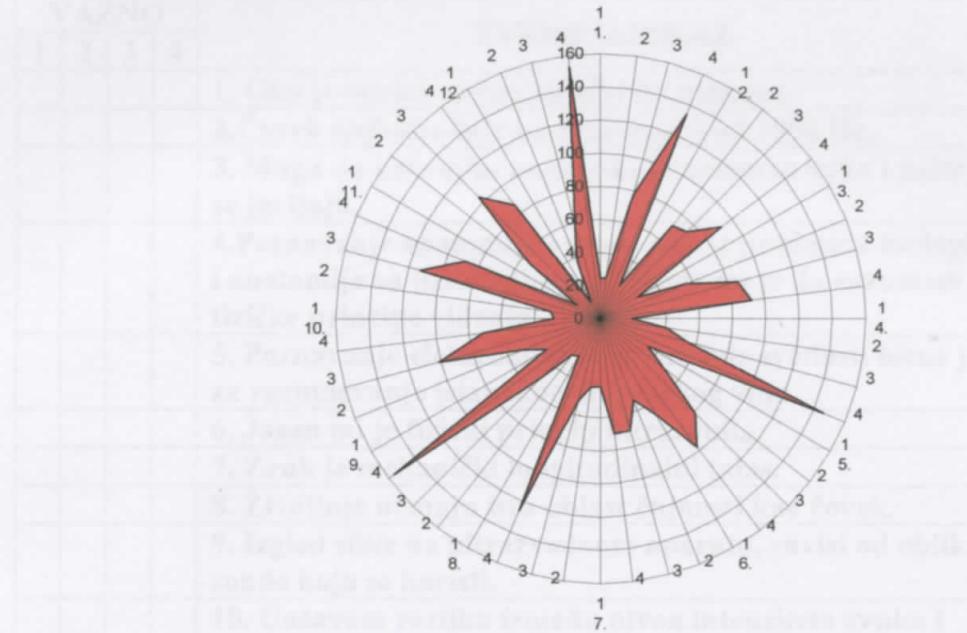


Prilikom anketiranja vezanog za II modul, očigledno je da učenici najbolje poznaj difuziju i Fikov zakon (tvrdnja 1. i 2.) jer je obraduju iz četiri predmeta u I godini (anatomija i fiziologija, biologija, hemija i fizika-II godina). Učenici su se najmanje snašli kod pojma MR-a i EEG-a (fizički principi su im delimično poznati ili potpuno nepoznati – tvrdnja 7. i 8.). Netačnih odgovora je bilo za 8% više nego u prethodnoj anketi I modula. Razlozi su sledeći: ova materija je učenicima nepristupačna i ne obrađuje se u okviru struke (osim kod medicinskih tehničara), a drugi razlog je što su kolege koje su anketirale đake veliki broj anketnih listića plasirali u oglednim odeljenjima koja imaju dvogodišnji program fizike.



Histogramski prikaz i radarski prikaz odgovaraju klasi važnosti i pitanjima koje su učenici smatrali važnim ili tvrdnjama koje su po njihovom mišljenju bile od značaja za njihovu struku. Tvrđnje 8., 10. i 4. su po njihovom mišljenju najvažnije. To su

zapravo tvrdnje koje su vezana za njihova upotrebljiva znanja u struci. Na primer, merenje temperature ima izuzetno veliku važnost u medicini. (tvrdnja 4). EKG je metoda snimanja koja se zasniva na fizičkim principima (tvrdnja 8.), i izuzetno veliki broj učenika smatra da je poznavanje svih pomenutih tehnika snimanja bitno, kako za buduću struku, tako i u cilju opšte kulture i informisanosti.



Mada su se učenici izjasnili da je merenje temperature veoma bitno u medicini, malo njih je zapravo čulo i upoznato je sa termovizijom. Termovizijske slike koje su im prezentovane u multimedijalnoj učionici su ostavile jak utisak na njih. Primer nastavne jedinice u kojoj bi se učenici upoznali sa termovizijom, dat je u PRILOGU 7, Primer br. 3, strana 113.

5.3.3. III modul – Bioakustika, ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji;
fizika oka i fizika viđenja

Ovom anketom, bili su obuhvaćeni učenici iz Beograda, Subotice, Novog Sada, Valjeva i Šapca

VAŽNO				TVRDNJA/ISKAZ	TAČNO	
1	2	3	4		1	2
				1. Oko je veoma složen optički instrument.		
				2. Čovek najbolje čuje na frekvenciji od 3000 Hz.		
				3. Mogu da nabrojam mane oka i razumem kako i zašto se javljaju.		
				4. Poznavanje anatomije i građe oka iz predmeta biologija i anatomija sa fiziologijom, pomoglo mi je da razumem fizičke principe viđenja.		
				5. Poznavanje elektromagnetne prirode svetlosti bitno je za razumevanje istančanosti ljudskog vida.		
				6. Jasan mi je fizički princip ultrazvuka.		
				7. Zvuk je mehanički longitudinalni talas.		
				8. Životinje nemaju istu oblast čujnosti kao čovek.		
				9. Izgled slike na ultrazvučnom aparatu, zavisi od oblika sonde koja se koristi.		
				10. Uočavam razliku između nivoa intenziteta zvuka i nivoa čujnosti.		
				11. Unutrašnje uho ima posebne zone osjetljive na različite frekvencije.		
				12. Fizika i fiziologija uha i oka su neraskidivo povezane, prožimaju se i zavise jedna od druge.		

III MODUL, BEOGRAD (48 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	3	2	42	47	1
2.	1	6	24	16	33	15
3.	1	7	13	27	24	24
4.	/	7	26	15	33	15
5.	1	13	22	12	30	18
6.	3	9	19	16	28	20
7.	1	11	20	16	44	4
8.	1	14	18	15	39	9
9.	1	16	24	7	24	24
10.	5	6	23	14	29	19
11.	1	6	20	21	33	15
12.	2	7	12	30	37	11

III MODUL SUBOTICA (60 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	10	6	8	36	27	33
2.	9	16	19	16	41	19
3.	8	20	19	13	46	14
4.	10	13	14	23	29	31
5.	12	11	24	13	34	26
6.	12	12	21	15	39	21
7.	4	9	17	30	19	41
8.	8	17	13	22	20	40
9.	12	18	18	12	42	18
10.	15	21	14	10	30	30
11.	6	18	18	18	28	32
12.	10	9	23	18	33	27

III MODUL, NOVI SAD (60 UČENIKA)

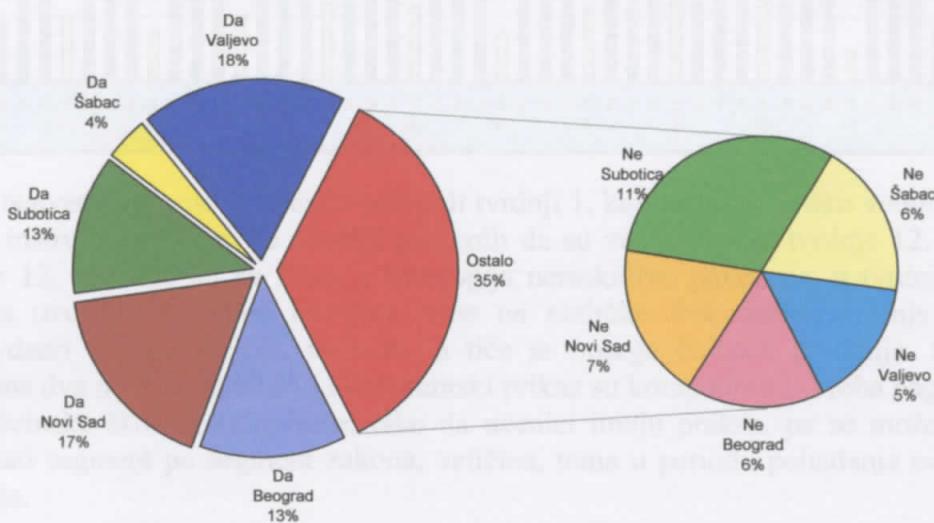
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	1	19	39	43	17
2.	6	17	22	15	35	15
3.	3	13	24	20	40	20
4.	6	4	18	32	41	19
5.	3	14	22	21	42	18
6.	2	4	17	37	40	20
7.	5	9	12	34	53	7
8.	9	20	16	15	46	14
9.	6	8	10	36	36	24
10.	4	8	21	27	43	17
11.	1	10	16	33	49	11
12.	2	9	18	31	46	14

III MODUL, VALJEVO (60 UČENIKA)

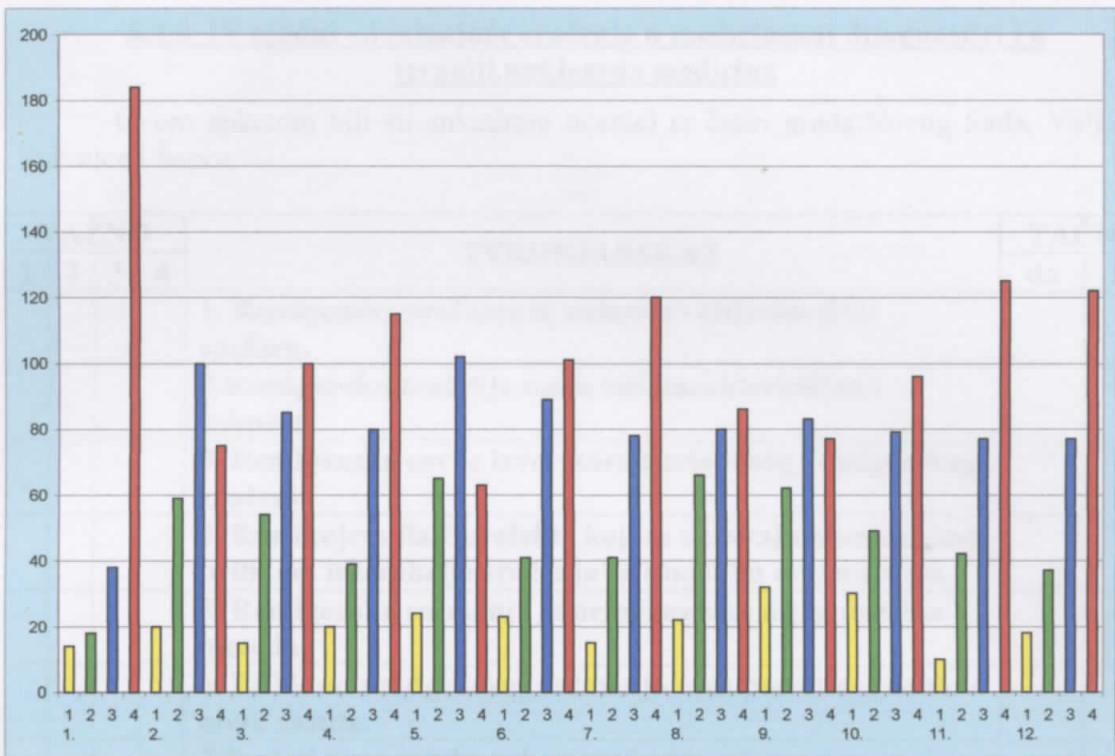
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	/	7	5	48	57	3
2.	1	25	27	7	33	27
3.	/	11	15	34	51	9
4.	3	12	12	33	48	12
5.	6	21	23	10	41	19
6.	3	9	23	25	44	16
7.	2	7	19	32	57	3
8.	2	10	23	25	50	10
9.	12	15	20	13	7	53
10.	3	12	10	35	58	2
11.	1	5	15	39	58	2
12.	2	10	15	33	51	9

III MODUL, ŠABAC(26 UČENIKA)

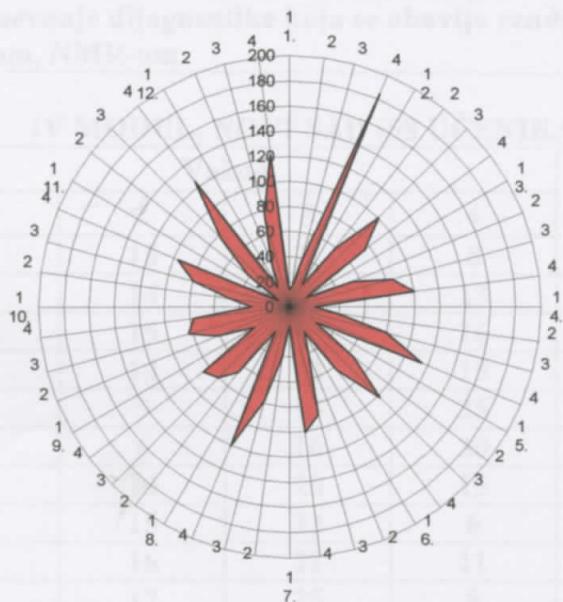
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	2	1	4	19	4	22
2.	1	3	5	17	5	21
3.	3	3	14	6	19	7
4.	1	3	10	12	13	13
5.	2	6	11	7	6	20
6.	3	6	9	8	14	12
7.	3	5	10	8	5	21
8.	2	5	10	9	8	18
9.	1	5	11	9	9	17
10.	3	2	11	10	14	12
11.	1	3	8	14	6	20
12.	3	3	10	10	11	15



U anketi trećeg modula, treba izdvojiti nekolike tvrdnje koje su stvarale nedoumicu kod učenika. Učenici nisu sigurni na kojoj frekvenciji čovek najbolje čuje (2. tvrdnja). Najlošiji odgovor je u tom smislu dobijen u Šapcu (u odnosu na uzorak), i u Valjevu. Na tvrdnju 6. učenici su takođe u velikoj meri dali nepovoljan odgovor. Naime, priličan procenat (75%) tvrdi da ne poznaje fizički princip nastajanja **ultrazvuka**. (Prilog 7, Primer br. 2, strana 109.) Deo učenika i pored predavanja ne razlikuje nivo intenziteta i nivo čujnosti (tvrdnja 11). Ono što me je prijatno iznenadilo jeste da su učenici svesni da je oko vrlo složen optički instrument (tvrdnja 1). Izbor navedenih tvrdnji u anketi je bio teorijski opravdan a praktično primenljiv. Cilj uvođenja ili produbljivanja medicinskih znanja nije da učenici tek na poslu traže zagubljena znanja iz fizike, već da takvim znanjima budu upućivani i vođeni još u srednjoj školi.



Najveću važnost su učenici pripisali tvrdnji 1. koja kaže da je oko veoma složen optički instrument. Zatim su učenici procenili da su veoma važne tvrdnje 12. 11. i 8. Tvrđnja 12. sugerira da su fizika i fiziologija neraskidivo povezane, u tvrdnji 11. se tvrdi da uvo ima posebno osetljive zone na različite frekvencije, tvrdnja 8. ima neopravdano visoku poziciju važnosti, a tiče se opsega čujnosti životinja. Kao i u prethodna dva modula radarski i histogramski prikaz su kompatibilni. Treba naglasiti da su medicinske škole kontinuirane, tako da učenici imaju praksu, pa se može ciljano obrađivati segment po segment zakona, veličina, tema u periodu pohađanja određenih odeljenja.



5.3.4. IV modul - Jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici i u terapiji.nuklearna medicina

Ovom anketom bili su anketirani učenici iz četiri grada: Novog Sada, Valjeva, Subotice i Šapca

VAŽNO				TVRDNJA/ISKAZ	TAČNO	
1	2	3	4		da	ne
				1. Rendgensko zračenje se nalazi u vidljivom delu spektra.		
				2. Rendgensko zračenje može biti karakteristično i zakočno.		
				3. Rendgenska cev je izvor karakterističnog rendgenskog zračenja.		
				4. Razlikujem fizičke efekte koji se dešavaju u organizmu prilikom interakcije zračenja sa ljudskim organizmom.		
				5. Rendgensko snimanje je neinvanzivna dijagnostička metoda.		
				6. Prilikom rendgenskog snimanja nisu potrebne posebne mere zaštite.		
				7. Postoji prag rendgenskog zračenja.		
				8. CT ili skener, je dijagnostička metoda koja je opasnija od rendgenskog zračenja		
				9. Pacijent koji se «provlači» kroz skener, mora uvek biti obeležen radioaktivnim kontrastom.		
				10. Poznavanje magnetnog momenta atoma je neophodno za razumevanje principa rada NMR-a		
				11. NMR je neinvanzivna dijagnostička metoda, koja ima svoja ograničenja prilikom primene.		
				12. Poznavanje atomske fizike mi je neophodno za razumevanje dijagnostike koja se obavlja rendgenom, CT –om, NMR-om.		

IV MODUL, NOVI SAD (58 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	14	15	21	8	20	38
2.	10	14	21	13	41	17
3.	8	15	19	16	49	9
4.	6	14	23	15	39	19
5.	11	9	13	25	43	15
6.	6	6	16	30	31	27
7.	9	14	20	15	49	9
8.	4	15	33	6	32	26
9.	10	16	21	11	30	28
10.	8	17	25	8	38	20
11.	3	15	24	16	42	16
12.	16	15	12	15	30	28

IV MODUL, VALJEVO (58 UČENIKA)

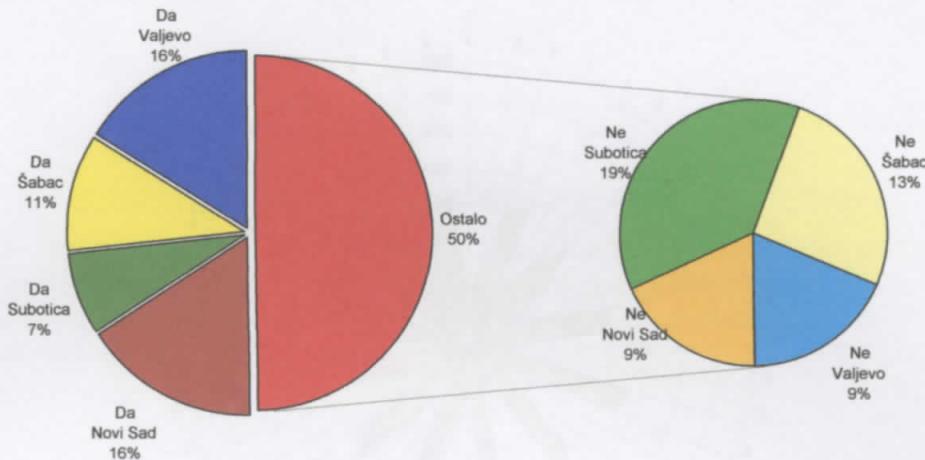
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	6	12	25	15	4	54
2.	15	12	23	8	52	6
3.	14	11	24	9	42	16
4.	2	12	16	28	43	13
5.	4	13	16	24	43	14
6.	6	5	11	35	11	44
7.	2	12	21	18	46	11
8.	4	13	21	18	24	33
9.	2	10	24	22	28	29
10.	3	15	18	21	46	11
11.	2	14	17	24	48	9
12.	5	13	16	23	52	5

IV MODUL, SUBOTICA (60 UČENIKA)

Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	1	1	19	39	17	43
2.	6	17	22	15	25	35
3.	2	4	17	37	20	40
4.	6	4	18	32	19	41
5.	3	14	22	21	18	42
6.	2	4	17	37	20	40
7.	5	9	12	34	7	53
8.	9	20	16	15	14	46
9.	6	8	10	36	24	36
10.	4	8	21	27	17	43
11.	1	10	16	33	11	49
12.	2	9	18	31	14	46

IV MODUL, ŠABAC (54 UČENIKA)

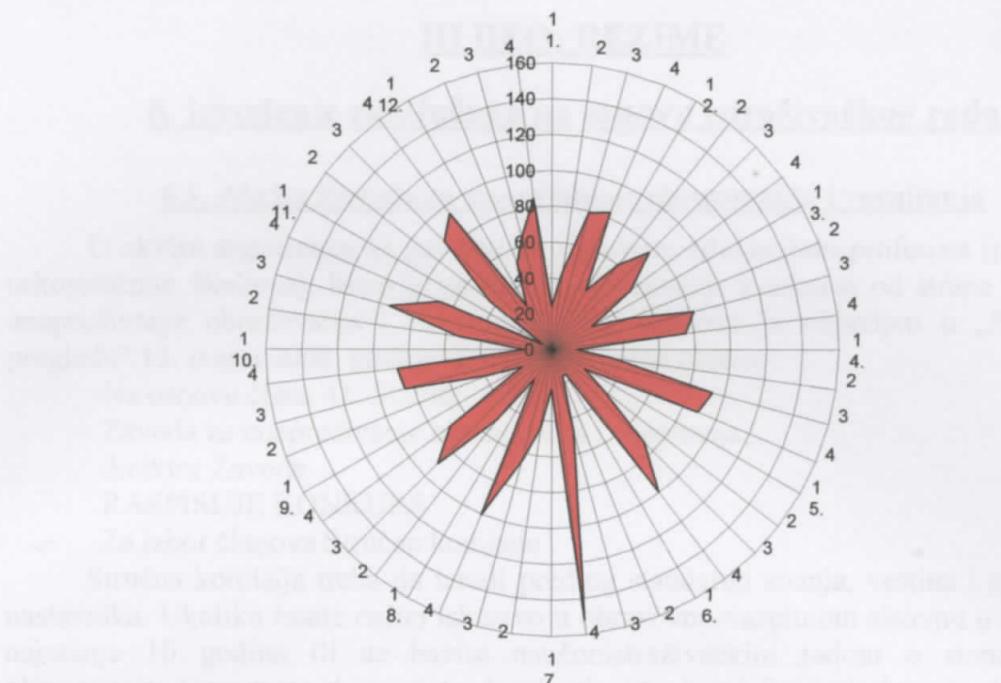
Broj pitanja	Važno				Tačno	Netačno
	1	2	3	4		
1.	3	16	14	21	2	52
2.	7	17	11	19	54	/
3.	2	17	22	14	17	37
4.	/	4	35	15	38	16
5.	2	1	22	29	20	34
6.	1	/	2	51	6	48
7.	4	5	11	34	7	45
8.	2	1	20	31	5	49
9.	1	4	31	18	7	47
10.	/	13	30	11	45	9
11.	/	5	27	22	50	4
12.	5	14	19	16	45	9



U IV modulu, anketirani učenici su dali na ukupnom uzorku čak 50% nepovoljnih odgovora. Ova anketa je jasno ukazala da učenici znaju veoma malo o savremenim metodama imidžinga. Najviše brine što je veliki broj učenika odgovorio nepovoljno na tvrdnju o postojanju praga rendgenskog zračenja i merama zaštite (6. i 7). Ovakav odgovor je posledica nemogućnosti obavljanja prakse na rendgenologiji. (napomenuto na strani 15. prilikom razmatranja udžbenika Zdravstvene nege) Takođe brine što veliki broj učenika smatra da je rendgensko snimanje neinvanzivna metoda snimanja (5).



Na prikazu važnosti od 1 do 4, jasno se izdvaja pik za pitanje broj 6. Najveći broj učenika zna da je prilikom rendgenskog snimanja neophodno preduzeti sve mere zaštite. Tvrđnju 5, da je rendgensko zračenje neinvanzivna metoda, učenici smatraju veoma važnom. Sličan stepen važnosti, su učenici pripisali 7. i 11. tvrdnji.



Sadržajni profil je rezultat analize učenja studenta na predmetu Matematička statistika i optimizacija. U svakom od 12 segmenta je navedeno koliko je studenta u svakom od 16 godina ili više bilo s učenjem tog predmeta. Analiza je izvršena tako da obnovljajući studenti do matice su učili samo kompjuterske programove za optimizaciju i optimizaciju. Razmatrani su i studenti koji su učili i preuzeeli učivo i studenti koji su učili i koristili kompjuterske programove za optimizaciju.

Potpunih fakulteta postoji prepoznatljiv profil učenja. Šezdeset osam posto studenta učuju matematiku i optimizaciju. Četvrtina profesora uči učivo i optimizaciju. Desetina (10, 1100) Beograd, na univerzitetu Svetosav korišćenje je učivo i optimizaciju.

Knjiga je objavljena 15 aprila 2008. godine.

Knjiga je učivo i optimizaciju je poslana komitetu za vrednost.

Nepoznat je studentičko učivo i optimizaciju i njegova razvojnost. Komitet je potrebiti učivo, bez obzira da je nastavni proces dve decenije obrazovanje profesor – student, da tako se samo razvijači studentičkih i profesorskih znanja, a ovim potiče i nastavnik da uči u činu, razvijajući učivo i uspešno stvarajući svoje znanje, vrednost i sposobnosti.

Vecina je bilo da je Komitet otvoren i javni. Komitet studentičkih delova organizuje da studenti učuju i optimizaciju putem nastavnika. Kako su studenti učili učivo i optimizaciju.

Uvek punje učivo, punje na radionicama učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju škole.

Deklaracija studenta učivo i optimizaciju jasno odražava učivo, tip i učivo i optimizaciju, na kojem se svaki nastavnik i dekan predmeta može učiti učivo, učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju, učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju.

Učimo se i učimo učivo i optimizaciju. Učimo učivo i optimizaciju, učivo i optimizaciju, na kojem se svaki nastavnik koji je posao posluje učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju, da bi učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju učivo i optimizaciju.

III DEO: REZIME

6. Izvođenje zaključaka na osnovu istraživačkog rada

6.1. Akcija Zavoda za unapređenje obrazovanja i vaspitanja

U okviru argumentacije potrebe za dodatnom edukacijom profesora (pre svega u uskostručnim školama), bitno je pomenuti raspisivanje konkursa od strane Zavoda za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja. Ovaj konkurs je objavljen u „Prosvetnom pregledu“ 13. marta 2008. godine. Tekst je izgledao ovako:

Na osnovu člana 41. Statuta

Zavoda za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja,
direktor Zavoda

RASPISUJE KONKURS

Za izbor članova Stručne komisije

Stručna komisija treba da izradi predlog standarda znanja, veština i sposobnosti nastavnika. Ukoliko imate radno iskustvo u obrazovno-vaspitnom sistemu u trajanju od najmanje 10 godina ili se bavite naučnoistraživačkim radom o standardima u obrazovanju i smatrati da možete doprineti radu komisije, potrebno je da popunite formular za prijavljivanje. Formular možete preuzeti na sajtu Zavoda za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja: www.zouv.sr.gov.yu.

Popunjten formular pošaljite preporučenom pošiljkom na adresu: Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja/Centar za profesionalni razvoj zaposlernih, Fabrisova 10, 11000 Beograd, sa naznakom „Stručna komisija za izradu standarda-Konkurs“.

Konkurs je otvoren do 15.aprila 2008. godine.

KOMENTAR:Ovaj vid obraćanja je veoma koristan iz više razloga:

1. Neophodna je standardizacija veština, sposobnosti i znanja nastavnika. Konkurs je potpuna novina; bez obzira što je nastavni proces dvosmeran: učenik – profesor, profesor – učenik, do sada se samo razmatrala standardizacija učeničkih znanja, a ovim potezom i nastavnik ulazi u žihu, razmatraju se i donose standardi njegovih znanja, veština i sposobnosti.
2. Veoma je bitno da je Konkurs otvoren i javan, čime i nastavnici, dobijaju mogućnost da direktno učestvuju u definisanju potreba nastavnika, koji su zaposleni u različitim školama.
3. Prvi put je obraćena pažnja na različitost zahteva kod nastavnika u skladu sa specifičnostima škola.
4. Definisanje standarda bi u perspektivi jasno odredilo izgled, tip i sadržaj seminara, na kojem se svaki nastavnik iz određenog predmeta može usavršavati, a koji bi bio u korelaciji sa specifičnošću škole u kojoj nastavnik radi.
5. Uzimajući sve navedeno u obzir, seminar „Fizika u medicinskoj edukaciji“ prirodno se nameće kao seminar koji je preko potreban nastavniku fizike, zaposlenom u medicinskoj školi, da bi u svojim predavanjima uvažio specifičnost škole u kojoj predaje fiziku.

6.2. Predlog korekcije postojećeg izučavanja fizike

Da bi se nastava fizike u školama zdravstvene struke, prilagodila struci i podržavala je, mogući pristup bio bi:

- doraditi postojeći četvorogodišnji plan i program;
- pored klasičnog izučavanja fizike, uvesti novi usmereni predmet Medicinska fizika.

6.2.1. Korekcija postojećeg plana i programa

Treba napomenuti da su znanja i veštine koje su profesori stekli na Seminaru, ipak primjenjeni stohastički. Ova neuređenost je imala više objektivnih i opravdanih faktora. Pravi posao bi bio organizovana implementacija svih sadržaja u postojeće programe fizike medicinske škole, a potom preoblikovanje samog nastavnog procesa fizike i prilagođavanje, odnosno povezivanje fizike i medicine. Bazne fizičke zakone i principe koji već postoje i izučavaju se u medicinskim školama treba ostaviti, eventualno smanjiti matematički formalizam, ali svakako uvesti nova znanja iz medicinske fizike. U tom smislu imam sugestiju u izradi plana i programa medicinskog tehničara (opšti smer) i fizioterapeutskog tehničara. Prvi smer je intersantan jer je u svim medicinskim školama najmasovniji (u proseku se upisuju tri odeljenja godišnje), a drugi jer je najčvršće vezan za fiziku kao baznu nauku. Novina jeste predlog, da nastavnici fizike sa učenicima sa fizičkog aspekta obrade uređaje koji se u medicini kopriste za različita merenja, terapije ili sterilizaciju.

SMER MEDICINSKI TEHNIČAR

Pre svega, potrebno je uspostaviti vremensku korelaciju Fizike i Zdravstvene nege, a zatim implementirati sadržaje iz fizike, koji su neophodni za izučavanje. Predlog bi se sastojao u sledećem:

–U ***PRVOM*** razredu trebalo bi osim upoznavanja učenika sa SI-sistemom, uraditi merenje temperature (termometrom), merenje pritiska manometrom (veza između paskala i mm Hg). Veliku pažnju treba posvetiti i metodama sterilizacije, koje se uče u I razredu. Trebalo bi da na nivou informisanosti čuju od profesora fizike kratak prikaz o gama-zracima, X-zracima, ultrazvučnim talasima itd. (zbog vidova sterilizacije koje rade već u prvoj godini iz Zdravstvene nege). Veću pažnju treba posvetiti merenju i izračunavanju frekvencije, perioda kod oscilatornog kretanja, budući da je merenje pulsa kod čoveka jedna od prvih veličina koje uče da mere od svojih instruktora Zdravstvene nege. Pre svega treba da spoznaju fizičku prirodu tih veličina. Učenici se moraju upoznati sa milimetarskim papirom i ucrtavanjem tačaka na njemu, jer je to zapravo i šema temperaturne/dijagnostičke liste. U okviru ovih uvodnih predavanja o fizičkim veličinama, učenici zapravo treba da budu obučeni da pravilno „procitaju“ grafik (zavisno i nezavisno promenljive). Dalje, treba da urade rad, snagu i energiju kroz prizmu ljudskog organizma. Posebnu pažnju treba posvetiti ergometru – merenju radne sposobnosti mišića. To je u skladu sa savremenim trenutkom i sa pojavom sve većeg korišćenja trenažnog bicikla u kući ili teretani. Naime, treba da uoče da čovek, osim spoljašnjeg rada koji neprekidno vrši, jeste sazdan od organa koji takođe imaju svoj sopstveni mehanički rad koji se može izračunati, upoznati ili proceniti. Takođe, u ovom razredu je statici i problematici poluge posvećena mala ili skoro nikakva pažnja. U tom smislu trebalo bi obraditi poluge I, II i III vrste, dati primere u ljudskom organizmu i objasniti fizički povoljnosti pravilnog ponašanja prema kostima i različitim pokretima koje čovek izvodi. Posebnu pažnju treba posvetiti ravnoteži poluge, kroz primere koji su isključivo vezani za naš organizam.

–U **DRUGOM** razredu, najveći je problem vremenska korelacija. Praktično celu drugu godinu učenici rade rendgensko zračenje i metode snimanja svih delova organizma sa/bez kontrasta, a u fizici srednje škole rendgensko zračenje se pominje tek na početku IV razreda. U tom smislu se mora napraviti dogovor o vremenskoj uskladenosti Zdravstvene nege i Fizike. Za neke vrste zračenja, i mere zaštite od istih, kao i radioaktivnim kontrastima, učenici treba da čuju od fizičara, odnosno na odgovarajući način krenu od teorijskih znanja, čiji će kvalitet uobičići medicinski stručnjak u praksi. To bi dovelo do „pretumbavanja“ sadašnjeg Plana i programa II i IV godine. Takođe, u drugom razredu, učenici treba da spoznaju način kretanja krvi kroz krvne sudove, sa jasnim razgraničenjem laminarnog i turbulentnog kretanja (biomehaniku tečnosti). Trebalo bi napomenuti da je klasičan-uobičajen redosled proučavanja fizike više posledica istorijskih nego pedagoških razloga, te promena redosleda proučavanja nije nikakvo svetogrde – postoje u svetu programi fizike sasvim različiti od našeg uobičajenog. Posebno je bitno da urade merenje krvnog pritiska fizičkom metodologijom i da ga objasne sa stanovišta fizičkih principa. Naime, merenje krvnog pritiska je čisto fizičko merenje sa medicinskom konotacijom. Jedna od veoma bitnih veličina na koju fizičar mora da obrati pažnju jeste PRITISAK, i to ne samo krvni, hidrostaticki, atmosferski, već i Laplasov i osmotski pritisak. Korisno i opravdano bi bilo pomeriti jednosmerne struje i magnetno polje u treći razred, jer se tada radi i primena u medicini, pa bi vremenska korelacija bila ispoštovana.

–U **TREĆEM** razredu, neophodno bi bilo uraditi struje, kako jednosmerne, tako i naizmenične, ali klasifikaciju struja prilagoditi onoj koju učenici uče iz stručnih predmeta (niskofrekventne, visokofrekventne ili galvanske, faradske). Posebnu pažnju treba posvetiti svim metodama u medicini koje se bave merenjem električne aktivnosti u organizmu čoveka (elektrokardiografija, elektroencefalografija, elektromiografija, elektrookulografija i drugo). U ovoj godini učenici rade talase, te se sreću kako sa zvučnim, tako i sa elektromagnetnim. Obavezno i detaljno treba izučiti uvo kao akustični instrument, i oko kao najsavršeniji optički instrument. Uz prijemnike vida i sluha, fizičar mora da bude upoznat i sa najnovijim metodama/tehnologijama kojima se meri ili poboljšava njihov kvalitet ili sa uređajima koji to omogućavaju (audiometrija, timpanometrija). Zatim se mora izučiti pojам buke, kao savremenog agresora na ljudski život. Takvim pristupom bi profesori mogli uticati na ekološku svest učenika.

–U **ČETVRTOM** razredu najviše pažnje treba posvetiti vidovima radioaktivnog zračenja i merama zaštite od istih. Takođe, veliki deo završne četvrte godine trebalo bi da bude posvećen savremenim tehnologijama snimanja i dijagnosticiranja. U tom smislu bi učenicima najkorisniji bio izlazak na teren i susretanje sa savremenim medicinskim tehnologijama (skener, magnetna rezonanca, pozitronska emisiona tomografija, mamograf, rendgen) uz objašnjenja koja mu može ponuditi profesor fizike. Medicinski tehničar 21. veka biće prinuđen da jako dobro poznaje jezik napredne tehnologije zatim način kako da zaštiti pacijenta, sebe i okolinu od štetnih dejstava imidžinga. U tom smislu izuzetno je bitno da učenici jasno spoznaju koje metode snimanja su invanzivne, a koje ne.

Kroz četvorogodišnje obrazovanje iz fizike u medicinskoj školi potrebno je napisati zbirke zadataka sa problemima koji su okrenuti sistemima sa kojima se učenici sreću u medicini. Na primer, kada se studira tok tečnosti onda treba da se formulišu zadaci koji se odnose na tok krvi u venama, tok tečnosti u špricu, tok tečnosti u boci za infuziju itd. Zadaci iz EM zračenja treba da se povežu sa uticajem optičkog, IF i UV zračenja na čoveka. Zadaci o energiji i topлоти takodje treba da se vežu za različite energetske promene u ljudskom organizmu. (Koristan primer obrade termovizije, kao

porška izučavanju nastavne jedinice: „Temperatura i količina toplote” nalazi se u PRILOGU 7, Primer br. 3, strana 113.)

SMER FIZIOTERAPEUTSKI TEHNIČAR

Neophodno je razmotriti smer Fizioterapeutski tehničar i fiziku kojom se oni bave. Ovde je naznačena veza toliko tesna da je nemoguće napraviti granicu. Navedeni smer bi morao da radi po programu koji bi bio potpuno drugačije korelisan u odnosu na druge P programe smerova, koji pretenduju da se u nekim delovima poklapaju. Njihova fizika bi morala da bude sasvim prilagođena potrebama smera i sticanju manuelnih veština koje oni nužno treba da poseduju.

–U ***PRVOM*** razredu ovog smera, trebalo bi „pojačati” oblast statike. Iz fizike, treba detaljno obraditi pojам poluge (I, II i III vrste), težišta, vrste ravnoteže, spreg sila, moment sile i moment sprega sila. U okviru izučavanja, izuzetno je bitno sa učenicima uraditi računske zadatke koji su primenjeni na ljudski organizam/kosti. Cilj takvog izučavanja jeste razvijanje svesti o fizičkoj funkcionalnosti našeg organizma. Takođe treba obraditi rad, snagu i energiju sa stanovišta fizike i primeniti izračunavanje ovih fizičkih veličina na konkretnе vrednosti koje odgovaraju ljudskom organizmu.

–U ***DRUGOM*** razredu, najviše pažnje treba posvetiti jednosmernoj struji. Klasifikacija struja u fizikalnoj terapiji i fizici nije ista, i tu bi profesor fizike trebalo da se potrudi da obradi više tipova podele i upotrebe jednosmernih struja u terapiji. U periodu proučavanja struja, neophodno je da se učenici upoznaju sa tehnologijama terapije preko jasno definisanih fizičkih parametara (da poznaju vidove interakcija pri uključivanju interferentnih struja, dijatermijskih ili pri elektroforezi različitih lekova). Dobar potez bio bi da u ovoj godini izučavaju i naizmenične struje, tako da bi sve primene struja mogli da izuče odjednom i da budu spremni da u trećoj godini primene svoja znanja (budući da se primena struja radi u Fizikalnoj terapiji 2, u trećoj godini). To praktično znači da bi trebalo nešto ranije izučiti određene nastavne jedinice u Fizici, nego u Fizikalnoj terapiji, čime bi bili spremni da u svojoj struci plasiraju bazna znanja iz fizike.

–U ***TREĆOJ*** godini bi trebalo da učenici obrađuju magnetno polje (što inače iz fizike rade na kraju druge godine), pre svega zbog magnetne terapije. Budući da bi naizmenične struje sada radili u drugoj godini, otvorio bi se veći prostor za izučavanje zvuka/ultrazvuka koji je neprikosnovena metoda u fizikalnoj terapiji.

–U ***ČETVRTOJ*** godini, nastavnik bi se mogao posvetiti fizici elektromagnetskih talasa/sunčevoj svetlosi kao i fizici lasera, ozbiljnije i detaljnije nego što je to sada slučaj. Proširivanje ovih oblasti bi uticalo na to, da se recimo, potpuno izbacи fizika elementarnih čestica, koja učenicima nije bliska i nema praktičnu primenu u njihovoj struci.

6.2.2. Predlog plana i programa usmerenog predmeta Medicinska fizika

Ovaj predlog je sačinjen na osnovu odslušanog predavanja i propratnog materijala na seminaru „Fizika u medicinskoj edukaciji”, i sledećih udžbenika:*Grupa autora, udžbenici fizike za I, II, III i IV razred srednjih stručnih škola (područje rada: zdravstvo i socijalna zaštita.) Prof. dr Slobodanka Stanković, Fizika ljudskog organizma za studente medicinske fizike i medicine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet Departman za fiziku, Novi Sad 2006.[16] J. R. Cameron J.G.Skofronick, R.M., Physics of the body, Grant 2nd edition, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin, 1999. [24]*

1. UVOD

- Oblast delovanja medicinske fizike

2. FIZIKA SKELETA

- Sastav kostiju
- Koliko su kosti jake? (deformacija, Hukov zakon)
- Podmazivanje zglobova (sila trenja)
- Merenje minerala u kostima (fizičke metode, X-zraci)

3. BIOMEHANIKA LOKOMOTORNOG SISTEMA*

- Sistemi poluga (poluge I, II, i III vrste)*
- Mehanizam mišićne kontrakcije (izometrička, izotonična); sile mišića*
- Sistemi poluga. Sile mišića (kičmeni stub, stabilnost dok stojimo,dizanje i čučanje, sile koje deluju na kuk i but)*

4. BIOMEHANIKA TEČNOSTI

- Hidrostatika, hidrodinamika (jednačina kontinuiteta, Bernulijeva jednačina)
- Realne tečnosti (Njutnov zakon viskoznosti; njutnovske i nenjutnovske tečnosti)
- Laminarno proticanje (Poazejev zakon, protok krvi)
- Turbulentno proticanje (Rejnoldsov broj, njegova vrednost za krv)
- Primena turbulentog proticanja na merenje krvnog pritiska (auskultacijski metod, direktni metod)
- Hemodinamički procesi (efekat zida, Hesov viskozimetar, pulsni talas)
- Udarni volumen srca, mehanički rad srca
- Površinski pritisak, dodatni pritisak u sferi, gasna embolija

5. PRITISAK

- Merenje pritiska u telu
- Pritisak unutar lobanje
- Očni pritisak
- Pritisak u sistemu za varenje
- Pritisak u mokraćnoj bešici
- Efekti pritiska tokom ronjenja
- Hiperbarična O₂(kiseonična) terapija (HOT)

6. ENERGIJA, TOPLOTA, RAD I SNAGA

- Energetske promene u telu
- Rad i energija
- Gubitak toplote iz tela (zračenjem,konvekcijom,disanjem,znojenjem)

7. TERMODINAMIKA I TRANSPORTNI PROCESI

- Primena termodinamičke ravnoteže na biološke sisteme
- Osmoza
- Difuzija (transport supstancije)
- Fikov zakon difuzije
- Transport supstancije kroz membranu (pasivni transport, olakšani transport, prolazanje molekula kroz pore, aktivni transport)
- Elektroforeza*

8. BIOAKUSTIKA

- Subjektivne karakteristike zvuka
- Perkusija u medicini, dizajn stetoskopa

- Fizika uha; pretvaranje zvučnog u nervni impuls
- Vestibularni aparat kao inercijalni sistem reference
- ULTRAZVUK*
- Generatori i detektori, fizičke karakteristike ultrazvuka*
- Dejstvo ultrazvuka na biološke sisteme*
- Ultrazvučna dijagnostika i terapija* (A-skan tehnika, B-skan tehnika, 3D - i 4D – tehnika, kolor Doppler)

9. BIOELEKTRIČNE POJAVE I PRIMENA MAGNETIZMA NA LJUDSKI ORGANIZAM

- Biostruje i biopotencijali*
- Membranski potencijal
- Akcioni potencijal, kretanje akcionog potencijala duž nervne ćelije
- Elektrode*
- Merenje biopotencijala
- Dejstvo jednosmerne i naizmenične struje na organizam čoveka*;
- Dijatermija* (primena Džulovog efekta)

10. PRIMENA ELEKTRICITETA I MAGNETIZMA NA LJUDSKI ORGANIZAM

- Osnovi magnetizma; magnetni moment elektrona, atoma i molekula
- Biomagnetizam
- Nuklearna magnetna rezonanca (MR i MRI)

11. OSNOVI MEDICINSKE ELEKTRONIKE

- Funkcionalna dijagnostika (elektrografija, endometrija i radiotelemetrija)
- Elektrokardiografija
- Elektroencefalogram
- Elektromiogram
- Elektrookulogram
- Elektroretinogram
- Elektrostimulacija*
- Elektroterapija*

12. ELEKTROMAGNETNO ZRAČENJE

- Osnovne osobine i spektar em. zračenja; ionizujuće i nejonizujuće zračenje
- Primena infracrvenog (IC) i ultravioletnog zračenja (UV) u medicini;
- Svetlost i njene osnovne osobine*
- Primena vidljive svetlosti u medicini (endoskopija, transiluminacija, detekcija hidrocefala, helioterapija)*
- Laseri (princip rada)*
- Primena lasera u medicini (radikalna keratotomija, fizikalna terapija*)

13. OPTIČKI SISTEMI, OPTIČKA I ELEKTRONSKA MIKROSKOPIJA

- Optički sistem oka
- Mrežnjača-svetlosni detektori oka
- Koliko malo svetla čovek može da vidi
- Difrakcioni efekti oka
- Kolika je oština čovekovog vida
- Optičke varke i srodni fenomeni
- Mane oka i korekcija vida (miopija, hiperopija, astigmatizam, presbiopija)
- Instrumenti koji se koriste u oftamologiji

- Optička i elektronska mikroskopija (šema elektronskog mikroskopa)

14. RENDGENSKO ZRAČENJE

- Osobine i dobijanje rendgenskog zračenja
- Interakcija rendgenskog zračenja sa materijom
- Specifičnosti interakcije rendgenskog zračenja sa tkivom
- Fizički osnovi rendgenodijagnostike
- Neke posebne radiodijagnostičke tehnike – mamografija; kompjuterizovana tomografija
- radioterapija

15. RADIONUKLIDI I NJIHOVE KARAKTERISTIKE

- Nuklearne sile i energija veze
- Radioaktivnost
- Vrste radioaktivnih raspada, period poluraspada
- Zakon radioaktivnog raspada, aktivnost;
- Radioizotopi, primena radionuklida u medicini;

*označava da se sadržaj odnosi na smer FIZIOTERAPEUTSKI TEHNIČAR

6.3. Dalje usmeravanje i planovi koji proističu iz ovog istraživanja

Jedna od velikih prednosti ovog rada jeste što je problematiku predmeta Fizika u medicinskim školama sagledao/istražio iz više uglova. Problem je sagledan:

- sa aspekta prisutnosti fizike u stručnim predmetima na svim smerovima koji se javljaju u pomenutim školama;
- iz ugla profesora koji su zaposleni u školama zdravstvene struke;
- sa stanovišta učenika koji pohađaju medicinske škole i obrazuju se za buduće zdravstvene radnike;
- sa aspekta akreditovanih Seminara koji nude specifična znanja profesorima zaposlenim u stručnim školama;
- sa pozicije Planova i programa fizike Srbije i okolnih zemalja (BIH, Makedonija, Hrvatska)
- iz ugla ZOUV-a i Ministarstva prosvete uz uvažavanje njihovih zahteva za usavršavanjem i prilagodavanjem profesora u „novoj reformi”

Ideja rada nije bila da ponudi gotova rešenja. Ovo istraživanje treba da bude putokaz koji će otvoriti vrata rešavanju problema savremenog obrazovanja:

1. Konačno definisati neophodnost izučavanje Fizike u srednjim školama zdravstvene struke kao predmeta od izuzetne važnosti za dalje sticanje znanja učenika (fizika—opštatestručni predmet);
2. Definisati znanja i veštine koje treba da poseduje svaki profesor fizike koji radi u srednjoj medicinskoj školi (rešenje leži u dodatnom obrazovanju u oblasti medicinske fizike, na primer: obavezna prisutnost na seminaru koji je već promovisan u radu);
3. Definisati standarde znanja i veština koje učenici moraju da poseduju iz fizike, nakon okončanja obrazovanja u školama zdravstvene struke (pisanje standardizovanih testova);
4. Prilagoditi, napisati i osavremeniti Planove i Programe fizike koji uvažavaju specifičnost škole;
5. Napisati udžbenik sa odgovarajućim praktikumom koji će biti primeren izučavanju fizike u medicinskim školama (akcenat, pre svega na posete u kliničke centre koji poseduju savremene metode snimanja);

U slučaju postojanja ovakvog vida studije za svaki predmet čija se uloga ispituje pojedinačno Strategija nove reforme, bi mogla da se definiše. Ne bi bilo lutanja u pisanju novih udžbenika, Planova i programa, niti u definisanju znanja i veština koje profesor mora da poseduje da bi obrazovao učenike iz određenog predmeta.

***„VRLO VAŽNA STVAR JE NE STATI SA PITANJIMA.
RADOZNALOST IMA SVOJ RAZLOG POSTOJANJA. ČOVEK MORA DA
BUDE ZADIVLJEN KAD RAZMIŠLJA O TAJNI VEĆNOSTI, O ŽIVOTU,
O VELIČANSTVENOJ STRUKTURI I STVARNOSTI”***

*Albert Ajnštajn, nemački fizičar, nobelovac
(1879–1955)*

IV PRILOZI

PRILOG 1. Osnovni podaci o medicinskim školama na teritoriji Srbije

1.1.Baza podataka svih profesora srednjih medicinskih škola Srbije

U tabeli su zasenčeni podaci škola u kojima su anketirani učenici u funkciji evaluacije seminara „Fizika u medicinskoj edukaciji”

<i>Redni broj</i>	<i>Naziv škole</i>	<i>Okrug</i>	<i>Adresa škole</i>	<i>Telefon</i>	<i>Ime profesora</i>
1.	Srednja medicinska škola	Severnobanatski	Trg Maršala Tita 12 24400 Senta	024/814-198	Nad Abonji Zoltan (fizičar-direktor) Laslo Čizofski +zamena
2.	Medicinska škola	Srednjebanatski	Narodnog fronta 3	023/561-413	Jovanka Janošev-Maljucić Aleksandra Markov
3.	Hemijsko-medicinska škola	Južnobanatski	Sterijina 113 26300 Vršac	013/821-292	Šari Lajoš Barbara Tot
4.	Medicinska škola „Stevica Jovanović“	Južnobanatski	Pasterova 2 26100 Pančevo	013/511-772	Ankica Pejin Jelica-Lipar Simonović
5.	Srednja medicinska škola	Severnobački	Ivana Milutinovića BB,24100 Subotica	024/558-336	Stojanka Zonai Eva Tut
6.	Srednja medicinska škola „Dr Ružica Rip“	Zapadnobački	Podgorička 9 25100 Sombor	025/469-540	Milena Konjević, Sanja Balać, Jovan Beljanski
7.	Medicinska škola „7. April“	Južnobački	Vojvode Knićanina 1 21100 Novi Sad	021/541-299	Nadežda Mirković, Zora Subić, Ljiljana Mihajlović, Gordana Radovanov

<i>Redni broj</i>	<i>Naziv škole</i>	<i>Okrug</i>	<i>Adresa škole</i>	<i>Telefon</i>	<i>Ime profesora</i>
8.	Medicinska škola „Draginja Nikšić”	Sremski	Stari šor 47 22000 Sremska Mitrovica	022/221-647	Drago Milošević, Milosava Kranik, Branislava Utvić, Marija Tanasić
9.	Medicinska škola	Braničevski	Lole Ribara 6 12000 Požarevac	012/223-397	Svetislav Ljubisavljević, Dragan Avramović
10.	Škola za negu lepote	Grad Beograd	Jovana Subotića 2A Voždovac 11000 Beograd	011/4440-617	/
11.	Medicinska škola	Grad Beograd	Veljka Dugoševića BB Zvezdara 11000 Beograd-deo	011/415-455	Milka Petrović, Milka Vuletić, Slobodan Kljajić, Snežana Bećirić
12.	Farmaceutsko-fizioterapeutska škola	Grad Beograd	Donska 27-29 11000 Zvezdara Beograd-deo	011/404-912	Nemanja Zdravković, Gordana Marković
13.	Medicinska škola „Nadežda Petrović”	Grad Beograd	Nade Dimić 4 Zemun 11080 Beograd	011/618-058	Branislav Belodedić, Mirjana Konić, Snežana Šundarić, Tatjana Damjanac
14.	Medicinska škola „Beograd”	Grad Beograd	Deligradska 31 Savski venac 11000 Beograd-deo	011/684-544	Branko Radivojević, Vera David, Dobrilna Davidović, Tamara Drobac, Radomir Dokić i Milena Carić

<i>Redni broj</i>	<i>Naziv škole</i>	<i>Okrug</i>	<i>Adresa škole</i>	<i>Telefon</i>	<i>Ime profesora</i>
15.	Medicinska škola	Zaječarski	Kneginje Ljubice 3-5 19000 Zaječar	019/422-164	Ljiljana Todorović, Dragica Kostadinović, Rašević Dragana (10%), Mladen Šljivović (apsolvent)
16.	Medicinska škola „Užice”	Zlatiborski	Trg Svetog Save 34 31000 Užice	013/513-137	Gordana Milićević, Nataša Smilljanić i Petrija Šišić
17.	Medicinska škola	Jablanički	B. Dimitrijevića 1 16000 Leskovac	016/241-022	Boško Stojanović, Živko Ilić, Srđan Đorđević i Ljiljana Sudar
18.	Medicinska škola „Dr Miša Pantić”	Kolubarski	Karadordeva 118 14000 Valjevo	014/221-265	Žarko Živanović, Željka Šević, Vesna Mitrović
19.	Medicinska škola „Dr Andra Jovanović”	Mačvanski	Dušanova 9 15000 Šabac	015/342-175	Lazar Đurić, Đorđe Simić Tatjana Marković Topalović
20.	Medicinska škola	Moravički	Nikifora Maksimovića 8 32100 Čačak	032/222-755	Mara Nikolić, Ružica Beodranski , Katarina Milutinović
21.	Medicinska škola „Dr Milenko Hadžić”	Nišavski	Zetska 55 18100 Niš	018/530-508	Lalica Rašić, Branka Kocić, Jasmina Radovanović, Suzana Stanimirović
22.	Medicinska škola sa domom učenika „Sestre Ninković”- Kragujevac-delatnost van sedišta	Podunavski	Glavaševa 81 11420 Smederevska Palanka	026/322-137	Živomir Tatomirović, Zorica Mitić

<i>Redni broj</i>	<i>Naziv škole</i>	<i>Okrug</i>	<i>Adresa škole</i>	<i>Telefon</i>	<i>Ime profesora</i>
23.	Medicinska škola „Danilo Dimitrijević“	Pomoravski	Rada Končara 3 35230 Čuprija	035/470-030	Milanka Avramović, Tamara Milošević
24.	Medicinska škola	Pčinjski	Partizanska 12 17500 Vranje	017/415-604	Dobri Stanković, Vidanka Ilić
25.	Medicinska škola	Rasinski	Luke Ivanović 13 37000 Kruševac	037/30-039	Milosija Božić, Zorica Ćirić, Dragan Vuksanović
26.	Medicinska škola	Raški	Dositejeva 46 36100 Kraljevo	036/22-548	Ružica Karavesović, Marina Trailović
27.	Medicinska škola Kraljevo-delatnost van sedišta	Raški	28. Novembra 163 36300 Novi Pazar	020/312/208	Ismet Beganić, Aćif Ćirić
28.	Medicinska škola „Dr Aleksa Savić“	Toplički	Ratka Pavlovića 20 18400 Prokuplje	027/324-462	Obrad Vesić, Vujadin Petrušić
29.	Medicinska škola sa domom učenika „Sestre Ninković“	Šumadijski	Radoja Domanovića 2 34000 Kragujevac	034/370-201	Stana Jevtić, Čairović Mirjana, Sonja Igrutinović
30.	Medicinska škola	Kosovski	Gračanica 38100 Priština	038/65220	/
31.	Medicinska škola Priština	Kosovski	Donja Gušterica Priština		/
32.	Medicinska škola Priština	Kosovski	Kosovo polje Priština		/
33.	Medicinska škola Priština	Kosovski	Plemetine 38000 Priština		/
34.	Medicinska škola	Kosovskomitrovacki	Drvarska 1 38220 Kosovska Mitrovica	028/425-158	Vukadinović Branimir Biševac Marina Arsić Danijela

<i>Redni broj</i>	<i>Naziv škole</i>	<i>Okrug</i>	<i>Adresa škole</i>	<i>Telefon</i>	<i>Ime profesora</i>
35.	Medicinska škola Gnjilane-delokrug van sedišta	Kosovskopomoravski	Pasjane- Gnjilane		
36.	Medicinska škola-Gnjilane-delokrug van sedišta	Kosovskopomoravski	Šilovo	028075168	
37.	Medicinska škola	Kosovskopomoravski	Veliko Ropotovo Kosovska Kamenica		
38.	Zubotehnička škola Beograd	Grad Beograd		011/244291	Nemanja Zdravkovuć, Aleksandra Mijović, Mihajlo Petrović, Špiro Đinović (30%)
PRIVATNE ŠKOLE					
39.	Stručna škola za estetiku, stil i kulturu tela	Grad Beograd	Petra Čajkovskog 2A 11000 Beograd	011/2650-589 011/181-408 064-181-408	Zora Kovačević
40.	Škola opštег zdravlja i lepote „Milutin Milanković”	Grad Beograd	Patrijarha Dimitrija 11 11000 Beograd	011/3564-698 011/3564-182 063/7717-016	Nema podataka
41.	Škola opšteg zdravlja „Milutin Milanković”	Jagodina		035/243-713 064/2110-713	Ivana Krulj

Magistarski rad: Tatjana Marković Topalović

PRILOG 2. Plan i program srednjih medicinskih škola u republici Makedoniji

ФАРЕ – ПРОГРАМА ЗА РЕФОРМА НА СРЕДНОТО СТРУЧНО ОБРАЗОВАНИЕ И ОБУКА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
ОПШТА ГРУПА ЗА РАЗВОЈ НА КУРИКУЛУМИ

**НАСТАВНА ПРОГРАМА ЗА
ФИЗИКА**

Скопје, мај 1999. година

Тематски целини	Број на часови	Конкретни цели	Дидактички насоки	Корелација меѓу тем. целини и меѓу предметите
1.ВОВЕД	1	-Ученикот да го осознае нашето место во просторат и времето, ефектите од гравитацијата брз животите организми, електромагнетите полиња, живиот свет и периодичноста.		
2. БИОМЕХАНИКА <i>2.1. Кинематика</i>	11	<ul style="list-style-type: none"> -Ученикот да се запознае со физичките величини: -брзина и забрзување; -линиска и аголна брзина; -период и фреквенција. -Ученикот да научи што е маса, поле и сила; -да знае кои се инерцијални а кои неинерцијални системи. -да ја знае релација меѓу сила и маса, единица за сила, сила на акција и реакција -да ја знае релација меѓу импулс на сила и импулс на тело; 	<p>Демострациони обиди:</p> <p>-Праволиниско рамномерно движење;</p> <p>-Закон за патот и времето при праволиниско движење</p> <p>-правац на линиската брзина при движење по кружница;</p>	<p>-Со тематска целина „Вовед“ од физика.</p>

Тематски целини	Број на часови	Конкретни цели	Дидактички насоки	Корелација меѓу тем. целини и меѓу предметите
2.3. <i>Неинерцијални системи</i>		<ul style="list-style-type: none"> -да дефинираат физичките основи на балистокардиографијата; -дефинирање на Законот за за запазување на импулсот на телото; -принцип на работа на балистокардиографот. -Ученикот да ги сфати: -инерцијалите сили во инерцијален систем што се движи праволиниски со константно забрзување и рамномерно забрзано ротационо; -инерцијалите сили при лансирање и атерирање на ракета; -вестибуларниот апарат; 	<ul style="list-style-type: none"> -да се демонстрира принципот на работа на балистокардиографот. 	
2.4. <i>Централни сили</i>		<ul style="list-style-type: none"> -да научи изведување на равенка за центрипетална сила; -динамичка рамнотежа меѓу центрипетална и центрифугална сила; 	<ul style="list-style-type: none"> -Да се демонстрира вестибуларниот апарат како систем за ориентација. 	

Тематски целини	Број на часови	Конкретни цели	Дидактички насоки	Корелација меѓу тем. целини и меѓу предметите
3. БИОМЕХАНИКА НА ЛОКОМОТОРНИОТ СИСТЕМ	11	<ul style="list-style-type: none">-користење на центрифугалната сила во процесот на сепарација на честиците;-градбата на центрифугалната машина;-поделба на центрифугалните машини според фреквенцијата на ротирање;-Ученикот да научи рамнотежа на тело;-сабирање на сили под згол и паралелни сили;-тежиште на тело и видови на рамнотежа;-видови на лостови и услов за рамнотежа лосгот;	<ul style="list-style-type: none">-да се демонстрира модел на центрифугална машина.	<ul style="list-style-type: none">-Со тематска целина „Биомеханика”; од физика.- Со тематска целина „Вектори”; од математика.

4.2. Наставни методи и активности на учење

Основните методи што ќе се користат во настава по физика се: фронтално предавање, демонстрација, експериментирање, дискусија, тимска настава, активно учење, решавање на нумерички и графички задачи, едноставни истражувања во група или индивидуално, независни задачи, активна демонстрација на учениците, учење преку диференциран пристап.

Активности на ученикот: набљудува, чита, вежба и експериментира самостојно или во група, демонстрира, открива односи и законитости, учи самостојно, проверува, истражува во група или самостојно, дискутира, применува.

Активност на наставникот: планира, организира, подготвува, демонстрира, експериментира, дискутира, објаснува, дава инструкции, поставува прашања, организира работа во групи, води проекти, ги следи истражувањата на учениците, оценува задачи, регистрира.

4.3. Организација и реализација на наставата

Процесот на учење ќе се изведува преко општообразовна настава во училиница и лабораторија опремена со универзална наставна техника, наставни средства, технички помагала и материјали.

Некои наставни содржини во зависност од нивната природа, ќе се реализираат во соодветни специјализирани институции.

Образовните активности ќе се реализираат преку неделен распоред на часовите, во текот на целата учебна година.

4.4. Наставни средства и помагала

4.4.1. Наставни средства: според *Стандардот за простор, опрема, наставни средства и технички помагала за наставата по физика*.

4.4.2. Учебници и друга литература:

- Учебник по физика
- Збирка задачи по физика
- Прирачник за практични вежби
- Друга стручна и методска литература за наставата по физика

5. ОЦЕЊУВАЊЕ НА ПОСТИГАЊАТА НА УЧЕНИЦИТЕ

Оцењувањето на постигања на учениците ќе се врши континуирано во текот на целата учебна година и тоа според барањата на програмата.

Оцењувањето е јавно, односно на ученикот му се соопштува оценката со образложение што се е вреднувано со дадената оценка.

При оценувањето наставникот има главна улога, меѓутоа должност на наставникот е да ги научи учениците сами да ги оценуваат своите знаења и знаењата на своите другари.

Ке се оценува степенот на совладаноста на теориските содржини, практичниот дел (демонстрации и лабораториски вежби), решавањето на нумеричките задачи, како и реализирањето на одделни истражувања проекти.

При оценувањето ќе се користат и писмени тестови.

За учениците кои не ја совладале програмата, ќе се постапи според законската регулатива за средно образование.

6. КАДРОВСКИ И МАТЕРИЈАЛНИ ПРЕДУСЛОВИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЈА НА НАСТАВНАТА ПРОГРАМА

6.1. Основни карактеристики на наставниците

Покрај условите пропишани во Законот на средно образование, наставникот како:

-предавач: соопштува информации, опишува, појаснува, демонстрира, дефинира, воспоставува врски меѓу поимите, изведува, трансформира, акцентира битно меѓу поимите и др.

-организатор на наставата: планира активности, постапки, наставни средства и технички помагала и редослед на примена, формулира прашања и соопштенија, одредува времетраење на активностите и др.

-партнер во педагошка комуникација: дава мислења, иницира разговор, мотивира, поттикнува и охрабрува, пофалува, насочува дискусија, врши трансфер на знаења од другите наставни предмети и искуството на учениците.

-стручњак за својата наставна област: создава модел на техники, стратегии за интелектуална работа во наставата по физика, перманентно го следи развојот на физиката и сл.

-оценувач и проценувач: објективно ги евалвира активностите на ученикот во областа на знаењето како и на обнесувањето и карактеристиките на личноста на ученикот.

-личност: влијае врз ученикот со својата појава, начин на обнесување и изразување, особини на личноста, узглед, систем на вредности и идеали и сл.

PRILOG 3. Plan i program srednjih medicinskih škola u republici Bosni i Hercegovini

PLAN RADA

Predmet: Fizika Mjesec: Septembar Školska godina
2007./2008.

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Upoznavanje učenika sa nastavnim planom i programom 2. Njutnov zakon opšte gravitacije		
2 od do	3. Gravaciono polje, jačina i potencijal 4. Utvrđivanje gradiva. Gravaciono polje		
3 od do	5. Slaganje kretanja 6. Horizontalni hitac		
4 od do	7. Kosi hitac 8. Utvrđivanje gradiva, kretanje projektila		

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika Mjesec: Oktobar Školska godina
2007./2008.

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1.Ravnomjerno kružno kretanje 2.Centripetalna sila i centripetalno ubrzanje		
2 od do	3.Utvrdavanje gradiva, ravnomjerno kružno kretanje 4.Obrtno kretanje		
3 od do	5.Dinamika obrtnog kretanja 6.Utvrdavanje gradiva, obrtno kretanje		
4 od do	7. Granice primjenjivosti klasične mehanike 8. Osnovni elementi Ajnštajbove relativističke mehanike		
5 od do	9. Lorencove transformacije 10. Utvrđivanje gradiva, relativistička mehanika		

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Novembar

**Školska godina
2007./2008.**

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Kristalna i amorfna tijela 2. Deformacije čvrstih tijela		
2 od do	3. Hukov zakon 4. Utvrđivanje gradiva, deformacije čvrstih tijela		
3 od do	5. Atmosfera, sastav i svojstva 6. Zračenje Sunca, Zemlje i atmosfere		
4 od do	7. Vлага u vazduhu 8. Oblaci i padavine		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Decembar

**Školska godina
2007./2008.**

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Utvrđivanje gradiva, računske vježbe 2. Utvrđivanje gradiva, računske vježbe		
2 od do	3. Prva školska pismena zadaća 4. Ispravak prve školske pismene zadaće		
3 od do	5. Vazdušna strujanja, prognoziranje vremena 6. Utvrđivanje gradiva, fizika atmosfere		
4 od do	7. Sistematisacija gradiva 8. Sistematisacija gradiva, zaključivanje ocjena		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika **Mjesec:** Februar **Školska godina**
2007./2008.

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Osnovne elektrostatičke pojave 2. Elektricitet i atomska struktura materije		
2 od do	3. Električni naboј, zakon održanja električnog naboja 4. Kulonov zakon		
3 od do	5. Utvrđivanje gradiva, električni naboji 6. Električno polje		
4 od do	7. Utvrđivanje gradiva, električno polje 8. Kretanje nanelektrisanih čestica u električnom polju		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika **Mjesec:** Mart **Školska godina**
2007./2008.

Razred:

II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Djelovanje električnog polja na biološke sisteme 2.Utvrdjivanje gradiva, elektricitet		
2 od do	3. Prenošenje naboja, gustoća električne struje 4. Stalne struje		
3 od do	5. Omov zakon 6. Utvrđivanje gradiva, Omov zakon		
4 od do	7. Električna struja u metalima 8. Električna struja u tečnostima, elektrolitička disocijacija		
5 od do	9. Elektroliza, Faradejev zakon elektrolize 10. Utvrđivanje gradiva, elektroliza		

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: April

**Školska godina
2007./2008.**

Razred: II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Provodljivost elektrolita,elektroforeza i elektroosmoza 2.Utvrdavanje gradiva, električna struja u tečnostima		
2 od do	3. Električna struja u gasovima, električno pražnjenje u nerazrijeđenim i razrijeđenim gasovima 4. Katodne i kanalske zrake, plazma		
3 od do	5. Utvrđivanje gradiva, električna struja u gasovima 6. Električno kolo		
4 od do	7. Električni izvori 8. Utvrđivanje gradiva, električno kolo i električni izvori		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Maj

**Školska godina
2007./2008.**

Razred: II

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Utvrđivanje gradiva, računske vježbe 2. Utvrđivanje gradiva, računske vježbe		
2 od do	3. Druga školska pismena zadaća 4. Ispravak druge školske pismene zadaće		
3 od do	5. Kirhofova pravila 6. Džul-Lencov zakon		
4 od do	7. Djelovanje struje na biološke sisteme 8. Utvrđivanje gradiva, električna struja		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Jun

**Školska godina
2007./2008.**

Razred: II

Sedmica i datumi		Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1	od do	1. Sistematizacija gradiva 2. Sistematizacija gradiva, zaključivanje ocjana		
2	od do			
3	od do			
4	od do			
5	od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: **Fizika**

Mjesec: Septembar

Školska godina
2007./2008.

Razred: IV

Sednica i datum	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Upoznavanje učenika sa nastavnim planom i programom		
2 od do	2. Toplotno zračenje		
3 od do	3. Zakoni topotognog zračenja		
4 od do	4. Plankova hipoteza kvanta		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: **Fizika**

Mjesec: Oktobar

Školska godina
2007./2008.

Razred: IV

Sednica i datum	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Fotoelektrični efekat		
2 od do	2. Ajnštajnovovo tumačenje fotoelektričnog efekta		
3 od do	3. Utvrđivanje gradiva, fotoelektrični efekat		
4 od do	4. Utvrđivanje gradiva, računske vježbe		
5 od do	5. Modeli atoma		

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Decembar

**Školska godina
2007./2008.**

Razred: IV

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Prva školska pismena zadaća		
2 od do	2. Ispravak prve školske pismene zadaće		
3 od do	3. Utvrđivanje gradiva, Atomska fizika		
4 od do	4. Utvrđivanje gradiva, zaključivanje ocjena		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Februar

**Školska godina
2007./2008.**

Razred: IV

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Laseri i primjena		
2 od do	2. Građa atomskog jezgra		
3 od do	3. Radioaktivnost		
4 od do	4. Alfa, beta i gama raspad		
5 od do			

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: Mart

Školska godina
2007./2008.

Razred: IV

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Utvrđivanje gradiva, radioaktivnost		
2 od do	2. Jonizirajuće zračenje		
3 od do	3. Nuklearne reakcije		
4 od do	4. Fisija i fuzija		
5 od do	5. Djelovanje jonizirajućeg zračenja na biološke sisteme		

Potpis nastavnika:

Direktor

PLAN RADA

Predmet: Fizika

Mjesec: April

Školska godina
2007./2008.

Razred: IV

Sedmica i datumi	Metodska jedinica	Ogledi; nastavna sredstva i lektira	Napomena
1 od do	1. Elementarne čestice		
2 od do	2. Svet mir		
3 od do	3. Sistematisacija gradiva		
4 od do	4. Sistematisacija gradiva, yaključivanje ocjena		

Potpis nastavnika:

Direktor

PRILOG 4. - Plan i program srednjih medicinskih škola u Republici Hrvatskoj

**POPIS NASTAVNIH CJELINA I TEMA FIZIKE
ŠKOLA ZA MEDICINSKE SESTRE MLINARSKA
RAZRED: 1A, 1B, 1C, 1D**

NASTAVNA CJELINA	NASTAVNA TEMA
1. GIBANJE	1.1.A SI- sustav 1.1.B Pretvaranje mjernih jedinica 1.1. Put i pomak 1.2. Brzina 1.3. Jednoliko pravocrtno gibanje 1.4. Akceleracija 1.5. Jednoliko ubrzano gibanje 1.6. Jednoliko ubrzano gibanje s početnom brzinom 1.7. Slobodni pad 1.8. Kružno gibanje
2. SILE I POLJA	2.1. Sila i masa 2.2. Newtonovi zakoni mehanike 2.3. Količina gibanja i impuls sile 2.4. Zakon očuvanja količine gibanja 2.5. Sila trenja 2.6. Centripetalna sila 2.7. Gravitacijska sila, jakost polja, kozmičke brzine 2.8. Inercijski i neinercijski sustavi 2.9. Moment sile, poluga 2.10. Ravnoteža krutog tijela 2.11. Sile u tekućinama i plinovima, tlak, vanjski tlak 2.12. Hidrostatski i atmosferski tlak 2.13. Uzgon
3. RAD, ENERGIJA I SNAGA	3.1. Mehanički rad, rad gravitacijske i elastične sile 3.2. Kolotur i koloturje 3.3. Energija: kinetička i potencijalna 3.4. Snaga i korisnost 3.5. Zakon očuvanja energije 3.6. Protjecanje fluida 3.7. Bernoullijeva jednadžba 3.8. Temperatura, unutrašnja energija i toplina 3.9. Toplinsko rastezanje čvrstih tvari i tekućina 3.10. Plinski zakoni 3.11. Toplinski kapacitet tijela 3.12. Kalorimetrija 3.13. Prijenos topline

**POPIS NASTAVNIH CJELINA I TEMA FIZIKE
ŠKOLA ZA MEDICINSKE SESTRE MLINARSKA
RAZRED: 2A, 2B, 2C, 2D**

NASTAVNA CJELINA	NASTAVNA TEMA
1. SILE I POLJA	1.1. Mehanika fluida u mirovanju- tlak, vanjski tlak 1.2. Hidrostatski i atmosferski tlak 1.3. Mjerenje tlaka 1.4. Uzgon 1.5. Protjecanje fluida 1.6. Bernoullijeva jednadžba 1.7. Sile u realnim tekućinama
2. RAD I ENERGIJA U TOPLINSKIM SUSTAVIMA	2.1. Temperatura, unutrašnja energija i toplina, mjerenje temperature 2.2. Plinski zakoni 2.3. Toplinski kapacitet tijela, prijenosi topline 2.4. Kalorimetrija 2.5. Zakoni termodinamike
3. ELEKTROSTATIKA	3.1. Coulombov zakon 3.2. Električno polje 3.3. Električni potencijal i napon 3.4. Električni kapacitet i kondenzator
4. ELEKTRODINAMIKA	4.1 Električna struja 4.2. Vodič, izolatori; učinci električne struje 4.3. Električni otpor 4.4. Ohmov zakon 4.5. Otpornici. Spajanje opornika 4.6. Magnetska sila 4.7. Magnetski tok 4.8. Elektromagnetska indukcija 4.9. Električni generatori 4.10. Izmjenična struja. Transformatori
5. MEHANIČKO TITRANJE I VALOVI	5.1. Valno gibanje 5.2. Valovi zvuka, uho, ultrazvuk
6. ELEKTROMAGNETSKO ZRAČENJE	6.1. Nastajanje i rasprostiranje EMG- valova. Brzina svjetlosti 6.2. Spektar EMG- valova
7. OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI**	7.1. Obilježja svjetlosti 7.2. Osnovni zakoni geometrijske optike 7.3. Odbijanje svjetlosti. Zrcala 7.4. Lom i disperzija svjetlosti 7.5. Leće 7.6. Oko, kako vidimo?
8. ATOMI I KVANTI; ATOMSKA JEZGRA**	8.1. Valno- čestična obilježja pri opisu prirode 8.2. Razvoj modela atoma 8.3. Primjena spoznaja o atomu 8.4. Struktura atomske jegre. Nuklearne sile 8.5. Radioaktivnost 8.6. zakon radioaktivnog zračenja 8.7. Fisija, fuzija 8.8. Čovjek i zračenje

Redni broj sata	Naziv nastavne celine i nastavne jedinice	Broj sati	
		P	V
1	2	3	
I. GIBANJE			
1.	Uvodni sat	1	
2.	Sustav mjernih jedinica (SI)	1	
3.-4.	Put i pomak	1	1
5.-6.	Srednja i trenutna brzina	1	1
7.-8.	Srednja i trenutna akceleracija	1	1
9.	Jednoliko pravocrtno gibanje	1	
10.-11.	Jednoliko ubrzano i jednoliko usporeno pravocrtno gibanje	1	1
12.	Slobodni pad	1	
13.	Translacija i rotacija	1	
14.	Ponavljanje nastavne celine GIBANJE		1
15.-16.	Pismeni ispit i analiza		2
II. SILE I POLJA			
17.	Sila i masa	1	
18.	Količina gibanja	1	
19.-21.	Newtonovi zakoni mehanike	2	1
22.-23.	Gravitacijska sila i polje	1	1
24.-25.	Električna sila i polje	1	1
26.	Magnetska sila i polje	1	
27.	Sila trenja	1	
28.	Elastična sila	1	
29.	Sile u plinovima i tekućinama . Tlak	1	
30.	Atmosferski i hidrostatski tlak	1	
31.-32.	Uzgon	1	1
33.	Ponavljanje celine SILE I POLJA		1
34.-35.	Pismeni ispit i analiza		2
III. RAD I ENERGIJA U MEHANIČKIM SUSTAVIMA			
36.	Mehanički rad	1	
37.	Rad gravitacijske sile	1	
38.	Djelotvornost i mehanička prednost stroja	1	
39.	Energija	1	
40.-41.	Kinetička energija	1	1
42.-43.	Potencijalna energija	1	1
44.-45.	Zakon očuvanja energije	2	
46.	Snaga	1	
47.	Ponavljanje celine RAD I ENERGIJA U MEHANIČKIM SUSTAVIMA		1
48.-49.	Pismeni ispit i analiza		2
IV. RAD I ENERGIJA U TOPLINSKIM SUSTAVIMA			
50.	Temperatura, unutarnja energija i toplina	1	
51.	Temperaturne ljestvice	1	
52.	Toplinski kapacitet tijela	1	
53.	Kalorimetrija	1	
54.	Prijenos topline	1	
55.	Prvi zakon termodynamike	1	
56.-57.	Rad u termodinamici	1	1
58.	Drugi zakon termodynamike	1	
59.	Toplinski strojevi	1	
60.	Ponavljanje celine RAD I ENERGIJA U TOPLINSKIM SUSTAVIMA		1

Redni broj sata	Naziv nastavne cjeline i nastavne jedinice	Broj sati	
		P	V
1	2	3	
V. RAD I ENERGIJA U ELEKTROMAGNET. SUSTAVIMA			
61.	Električna potencijalna energija	1	
62.-63.	Potencijal i napon	1	1
64.-65.	Rad i snaga u električnim sustavima	1	1
66.	Električni kapacitet i kondenzatori	1	
67.	Ponavljanje cjeline		1
68.-69.	Pismeni ispit i analiza		2
70.	Sistematisiranje gradiva i zaključivanje ocjena		1

Redni broj sata	Naziv nastavne celine i nastavne jedinice	Broj sati	
		P	V
1	2	3	
I. ELEKTRODINAMIKA			
1.	Uvodni sat	1	
2.	Gibanje naboja pod utjecajem elektr. polja	1	
3.-4.	Električna struja	1	1
5.-6.	Električni otpor	1	1
7.	Ohmov zakon	1	
8.-9.	Ohmov zakon za cijeli strujni krug	1	1
10.-11.	Otpornici. Spajanje otpornika	1	1
12.	Instrumenti za mjerjenje struje i napona	1	
13.	Magnetska sila	1	
14.-15.	Sila na vodič kojim teče struja u magnetsk. polju	1	1
16.	Magnetsko polje struje. Magnetski tok	1	
17.	Elektromagnetska indukcija	1	
18.-19.	Meduindukcija i samoindukcija	1	1
20.	Električni generator	1	
21.	Ponavljanje celine ELEKTRODINAMIKA		1
22.-23.	Pismeni ispit i analiza		2
II. MEHANIČKO TITRANJE I VALOVI			
24.-25.	Harmonijsko titranje	1	1
26.	Prigušeno i prisilno titranje. Rezonancija	1	
27.-28.	Valno gibanje. Brzina vala	1	1
29.	Refleksija vala. Stojni val	1	
30.	Zvučni valovi	1	
31.-32.	Infračvuk i ultrazvuk	1	1
33.	Elektromagnetski titraji	1	
34.	Nastanak i rasprostiranje elektromagnetskih valova	1	
35.	Brzina svjetlosti	1	
36.	Spektar elektromagnetskih valova	1	
37.	Ponavljanje celine TITRANJE I VALOVI		1
38.-39.	Pismeni ispit i analiza		2
III. OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI			
40.	Obilježja svjetlosti	1	
41.	Osnovni zakoni geometrijske optike	1	
42.	Odbijanje svjetlosti. Ravno zrcalo	1	
43.	Konkavna zrcala	1	
44.-45.	Konveksna zrcala	1	1
46.	Lom i disperzija svjetlosti	1	
47.	Leće. Sabirne leće	1	
48.-49.	Rastresne leće	1	1
50.	Oko kao optički sustav	1	
51.	Interferencija svjetlosti		
52.	Ponavljanje celine OPTIKA I OPTIČKI SUSTAVI		1
53.-54.	Pismeni ispit analiza		2
IV. ATOMI I KVANTI			
55.	Valnočestićna obilježja pri opisu prirode	1	
56.	Valna obilježja mikročestica	1	
57.	Razvoj modela atoma	1	
58.	Primjena spoznaje o atomu. X-zrake	1	
59.	Laser	1	
60.	Ponavljanje celine ATOMI I KVANTI		1
V. ATOMSKA JEZGRA			
61.	Struktura atomske jezgre	1	

PRILOG 5. Prikaz satnice seminara i fotografije

**PROGRAM PRVOG MODULA SEMINARA
„FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI”**



Slika 1. Zajednička slika učesnika seminara – I modul

PRVI DAN – petak 26.10.2007.

LOKOMOTORNI SISTEM ČOVEKA

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 09.00 – 09.30 Uvod u program seminara (Prof. Dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.30 – 10.00 Značaj medicinske fizike u medicini – medicinski «imaging» (S. Stanković)
10.00 – 10.30 Pauza
10.30 – 11.30 Elementi lokomotornog sistema; sistemi poluga (Doc. Dr Olivera Klisurić, PMF)
11.30 – 12.30 Uloga mišića u lokomotornom sistemu (Prof. Dr Slobodanka Stanković, PMF)
12.30 – 13.30 Fiziološki aspekti snage (Dr. Miodrag Drapšin, spec. sportske medicine, MF)

PRVA GRUPA (MEDICINSKI FAKULTET, PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU)

- 16.00 – 17.00 Praktični rad na Klinici za rehabilitaciju (Prof. Dr Ksenija Bošković)
18.00 – 19.00 Pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku - PMF

DRUGA GRUPA (PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU, MEDICINSKI FAKULTET)

- 16.00 – 17.00 Pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku - PMF
17.30 – 18.30 Praktični rad na Klinici za rehabilitaci

DRUGI DAN – subota 27.10.2007.

KARDIOVASKULARNI SISTEM ČOVEKA

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 09.00 – 09.30 Uvod u program drugog dana seminara (Prof. Dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.30 – 10.30 Fizika idealnih i realnih fluida – primeri (Doc.dr Olivera Klisurić, PMF)
10.30 – 11.00 Pauza
11.00 – 12.00 Fizika kardiovaskularnog sistema (Prof. Dr Slobodanka Stanković, PMF)
12.00 – 13.00 Fiziološke osnove poremećaja u radu KVS (Dr. Otto Barak, asistent, MF)

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 15.00 – 16.00 Primeri iz prakse nastavnika
16.00 – 17.00 Mali eksperimenti
17.00 – 17.30 Pauza
17.30 – 19.00 Pretraživanje interneta

TREĆI DAN – nedelja 28.10.2007.

MEDICINSKI FAKULTET

- 09.00 – 10.30 Prva i druga grupa – Praktični rad na Katedri za fiziologiju
10.30 – 12.00 Prva i druga grupa – Praktični rad na Katedri za fiziologiju



Slika 2. Praktični rad na fiziologiji – Otto Barak

**PROGRAM DRUGOG MODULA SEMINARA
„FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI”**



Slika 3. Zajednička slika učesnika seminara – II modul

PRVI DAN – petak 14.12.2007.

LJUDSKI ORGANIZAM KAO TERMODINAMIČKI SISTEM

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 09.00 – 09.15 Uvod u program prvog dana seminara (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.15 – 10.00 Merenje temperature u medicini (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
10.00 – 10.30 Život i Drugi zakon termodinamike (Doc. dr Olivera Klisurić, PMF)
10.30 – 11.00 Pauza
11.00 – 12.00 Transportni procesi – Transport supstancije kroz ćelijsku membranu
(Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
12.00 – 13.00 Termoregulacija (Dr. Otto Barak, asistent, MF)

DOM ZDRAVLJA NOVI SAD, Zmaj Ognjena Vuka

- 15.30 – 17.30 Praktični rad – termovizija (Dr. Zeremski)

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 18.00 – 19.00 Nuklearna magnetna rezonanca (NMR) u medicinskoj dijagnostici
(Prof. dr Miroslav Vesković, PMF)

DRUGI DAN – subota 15.12.2007.

**BIOELEKTRICITET (BIOPOTENCIJALI); ELEKTRIČNA STRUJA,
ELEKTRIČNO I MAGNETNO POLJE U DIJAGNOSTICI I TERAPIJI**

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

09.00 – 09.30 Uvod – elektromagnetizam organizma / elektromagnetizam primenjen na organizam

(Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)

09.30 – 10.30 Generisanje i prostiranje električnih signala u organizmu čoveka
(Doc. dr Olivera Klisurić, PMF)

10.30 – 11.00 Pauza

11.00 – 12.00 Elektrografija – Električni signali u dijanostici (EMG, EKG, EEG, EOG, ERG,...)

(Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)

12.00 – 13.00 EKG – patologija (Dr Otto Barak, asistent, MF)

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

15.00 – 16.30 Prezentacije iz prakse profesora (Tatjana Marković Topalović)

MEDICINSKI FAKULTET – Institut u Sremskoj Kamenici

17.00 – 18.30 Praktični rad – Nuklearna magnetna rezonanca

19.00 – 20.00 Pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku – PMF (Ivan Mađarević)



Slika 4. Predavanje Prof. Dr Slobodanke Stanković

TREĆI DAN – nedelja 16.12.2007.

MEDICINSKI FAKULTET - Katedra za fiziologiju

09.00 – 12.00 Neurofiziološko testiranje – evocirani potencijali (EMG)
EKG – merenje i analiza
(Dr Otto Barak, asistent, MF - sa saradnicima)



Slika 5. Priprema za elektrokardiografiju

09.00 – 10.00 Elektrokardiografija (Prof. dr. Miroslav Stanković, Prof.)

10.00 – 10.30 Uvod u elektrofiziologiju (Drs. dr. Bojan Šimović, MF)

10.30 – 11.00 Elektrofiziologija (Prof. dr. Miroslav Stanković, Prof.)

10.30 – 11.00 Elektrofiziologija

11.00 – 12.00 Kardiološko seliranje (Prof. dr. Miroslav Stanković, Prof.)

12.00 – 13.00 Rezultati eksperimenata (Drs. dr. Zoran Koprivica, MF)

MEDICINSKI FAKULTET – Katedra za stomatofiziologiju

13.00 – 13.30 Rezultati rad – Merenje opsegova deponija (Dr. Koprivica)

13.30 – 14.00 Deponija

Prof. DEPARTMAN ZA FIZIKU

14.00 – 16.00 Prezentacija rezultata na Departmanu za Fiziku – MF (Dr. Marković)

**PROGRAM TREĆEG MODULA SEMINARA
„FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI”**



Slika 6. Zajednička slika učesnika seminara – III modul

PRVI DAN – petak 08.02.2008.

BIOAKUSTIKA; ULTRAZVUK U MEDICINSKOJ DIJAGNOSTICI I TERAPIJI

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

09.00 – 09.15 Uvod: Infra-, audibilni i ultrazvuk (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.15 – 10.00 Ultrazvuk u dijagnostici: 2D, 3D i 4D ultrasonografija
(Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
10.00 – 10.30 Dopplerska ultrasonografija (Doc. dr Olivera Klisurić, PMF)

10.30 – 11.00 Pauza

11.00 – 12.00 Uho kao slušni aparat (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
12.00 – 13.00 Ispitivanje funkcije uha (Doc. dr. Zoran Komazec, MF)

MEDICINSKI FAKULTET – Klinika za otorinolaringologiju

15.00 – 17.00 Praktični rad – Merenje opsega čujnosti (Dr Komazec)

17.30 – 18.00 Pauza

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

18.00 – 19.00 Pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku – PMF (Ivan Mađarević)



Slika 7. Predavanje Doc. dr. Zoran Komazec

DRUGI DAN – subota 09.02.2008.

FIZIKA OKA I VIĐENJA

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

09.00 – 09.30 Uvod – vidljiva svetlost u medicini (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.30 – 10.30 Struktura oka; Fizika oka i viđenja (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)

10.30 – 11.00 Pauza

11.00 – 12.00 Optički nedostaci oka (Doc. dr Olivera Klisurić, PMF)
12.00 – 13.00 Bolesti oka (Dr. Otto Barak, asistent, MF)

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

15.00 – 17.00 Demonstracija - model oka i korekcija nedostataka oka – Doc. dr Igor Savić

17.00 – 17.30 Pauza

17.30 – 19.00 Prezentacije iz prakse profesora



Slika 8. Predavanje Doc. dr Igor Savić

TREĆI DAN – nedelja 10.02.2008.

MEDICINSKI FAKULTET - Katedra za fiziologiju
09.00 – 12.00 Ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici

Učilište: Medicinski fakultet

ULTRAZVUK U MEDICINSKOJ DIJAGNOSTICI

MF – DEPARTMAN ZA FIZIOLOGIJU

09.00 – 09.30 Uvod u predavanje prof. dr. Stanislava Stankovića, 2008.
09.30 – 10.00 Radiogeneza sonika u dijagnostici, kontrastna radiografija,
prof. dr. Branislav Šešić (MF)

10.00 – 10.30 Sonografska postavka i ulogovanje kognitivnih funkcija u sonografiji
prof. dr. Miroslav Vučković, MF

10.30 – 11.00 Rani

11.00 – 11.30 Akustičke lipomaneji. Četiri kursevi prof. dr. Ivana Mihajlovića, MF
11.30 – 12.00 Teorijska predavanja sonografije (PWS) (Prof. dr. Vesna Špirić, MF)

MEDICINSKI FAKULTET – Katedra za radiologiju

13.30 – 17.30 Predavanje „Kognitivni postupci dijagnostike“ prof. dr. Bojan Živković, MF

MF – DEPARTMAN ZA FIZIOLOGIJU

18.00 – 19.00 Prezentacija rezultata na Departmanu za fiziologiju – MF (prof. Mihailović)

**PROGRAM ČETVRTOG MODULA SEMINARA
„FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI”**



Slika 9. Zajednička slika učesnika seminara – IV modul

PRVI DAN – petak 11.04.2008.

JONIZUJUĆE ZRAČENJE U MEDICINSKOJ DIJAGNOSTICI

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

09.00 – 09.15 Uvod u prvi dan programa (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)

09.15 – 10.00 Rendgenski zraci u dijagnostici: konvencionalna radiografija,
(Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)

10.00 – 10.30 Rendgenski zraci u dijagnostici: kompjuterizovana tomografija (CT)
(Prof. dr Miroslav Vesković, PMF)

10.30 – 11.00 Pauza

11.00 – 12.00 Gama zraci u dijagnostici: Gama kamera (Prof. dr Jasna Mihajlović, MF)

12.00 – 13.00 Pozitronska emisiona tomografija (PET) (Prof. dr. Vesna Spasić Jokić, FTN)

MEDICINSKI FAKULTET – Klinika za radiologiju

15.30 – 17.30 Praktični rad – Rendgenski zraci u dijagnostici – ST (Prof. dr Viktor Til, MF)

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

18.00 – 19.00 Pretraživanje interneta na Departmanu za fiziku – PMF (Ivan Mađarević)



Slika 10. Predavanje Prof. Dr Slobodanke Stanković



Slika 11. Predavanje Prof dr Vesne Spasić Jokić

DRUGI DAN – subota 12.04.2008.

JONIZUJUĆE ZRAČENJE U TERAPIJI

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 09.00 – 09.30 Uvod u drugi dan seminara (Prof. dr Slobodanka Stanković, PMF)
09.30 – 10.30 Jonizujuće zračenje u terapiji - standardi i kontrola kvaliteta (Prof. dr. Vesna Spasić Jokić, FTN)
10.30 – 11.00 Pauza
11.00 – 12.00 Interakcija jonizujućeg zračenja sa materijom (Prof. dr Miroslav Vesković, PMF)
12.00 – 13.00 Planiranje u radioterapiji (Mr Borislava Marković, MF)

MEDICINSKI FAKULTET – Institut u Sremskoj Kamenici

- 15.30 – 17.30 Praktični deo: poseta Centru za radioterapiju
18.00 – 19.00 Prezentacije iz prakse profesora

TREĆI DAN – nedelja 13.04.2008.

PMF - DEPARTMAN ZA FIZIKU

- 09.00 – 12.00 Sumiranje rezultata seminara

**Autor i realizator programa
Prof. dr Slobodanka Stanković**

REZIME PROGRAMA

Naziv programa:

FIZIKA U MEDICINSKOJ EDUKACIJI

Autori/autor programa:

- dr Slobodanka Stanković, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu,
- dr Miroslav Vesović, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Organizacija/institucija koja podržava program:

Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku, Univerzitet u Novom Sadu

Koordinator (adresa – ulica i broj/poštanski broj/mesto, broj telefona, faks, E-mail):

dr Slobodanka Stanković, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu; PMF - Departman za fiziku, 21000 Novi Sad

Trg Dositeja Obradovića 4

tel: 021/485-28-08, 021/485-28-00

06 /540- 1; faks: 021/459- 67

e-mail: cica@uns.ns.ac.yu

Realizatori:

1. prof. dr Slobodanka Stanković;
2. prof. dr Miroslav Vesović;
3. Olivera Klisurić, asistent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu;
4. Gordana Radovanov, profesor fizike u Medicinskoj školi „7. april” u Novom Sadu;
5. Tatjana Marković-Topalović, profesor fizike u Medicinskoj školi „Dr Andra Jovanović” u Šapcu.

Ciljevi programa:

da se profesori fizike u medicinskim školama, koji su završili klasične studije fizike, upoznaju sa osnovama i značajem primene fizike u medicini kroz dve osnovne oblasti: fizika funkcionisanja ljudskog organizma i fizika instrumentacije koja se koristi u medicinskoj dijagnostici i terapiji; da se profesori osposobe da u okviru predviđenog programa fizike u svakoj pojedinoj oblasti primene osnovne zakone fizike na brojne primere njihovog korišćenja u medicini, čime će povećati zainteresovanost učenika i dokazati svrshishodnost izučavanja fizike u medicinskim školama; da se profesori fizike osposobe da aktivno učestvuju u ukupnoj aktivnosti škole kroz kreativno uključivanje u realizaciju drugih programa i sadržaja, organizovanje sekcija, školskih i međuškolskih takmičenja, maturskih radova i slično.

Teme koje se obrađuju:

Lokomotorni sistem čoveka; Kardiovaskularni sistem čoveka; Ljudski organizam kao termodinamički sistem; Bioelektricitet, električna struja, električno i magnetno polje u medicinskoj dijagnostici i terapiji; Bioakustika i ultrazvuk u medicinskoj dijagnostici i terapiji; Fizika oka i viđenja; Jonizujuće zračenje u medicinskoj dijagnostici i terapiji; Nuklearna medicina.

Ciljna grupa:

program je namenjen profesorima fizike u medicinskim školama

Trajanje programa u satima i danima:

20 sati efektivnog rada / 2,5 radna dana.

Broj učesnika u grupi:
maksimalno 32 učesnika.

Cena programa po učesniku i šta ona uključuje:

3.000 dinara po danu i uključuje radni materijali (osim knjige), postavljanje predavanja na sajt, nadoknada realizatorima programa, 20% instituciji, osveženje u pauzama (sokovi i kafa).

Iz gore predstavljenog Seminara, jasno je da je definisano vrlo operativno i temeljno dodatno obrazovanje nastavnika fizike. Seminar je mnogim nastavnicima otvorio na samo vrata za sasvim novo poimanje i primenu fizike, već je dao putokaz i materijal u kom smeru nastavnik može da se usavršava i usmerava svoje djake. Interesantno je da su seminar sa velikom radoznalošću i otvorenosću pratili, pohađali i aktivno ucestvovali nastavnici fizike koji rade u gimnazijama.

PRILOG 6. Obrasci od strane ministarstva

Ovako je izgledao propisan obrazac od strane Ministarstva:

СПИСАК УЧЕСНИКА СЕМННАРА

І НАЗИВ ПРОГРАМА

三

2. БРОЈ ПРОГРАМА

3. МЕСТО ИЗВОЂЕЊА СЕМИНАРА (Општина)

10 of 10

4. ДАТУМ ИЗВОЂЕЊА СЕМИНАРА
(уписати у кућице)

(даты) (месяц) (година)

5. УКУТАН БРОЈ УЧЕСНИКА СЕМИНАРА

6. РЕАЛИЗАТОРИ

РЕАЛИЗАТОР

3

Подпись реализатора

1

Потоки реализатора



ЗАВОД ЗА УНАПРЕЂИВАЊЕ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА
ЦЕНТАР ЗА ПРОФЕСИОНАЛНИ РАЗВОЈ ЗАПОСЛЕНИХ
Фабрична 10, Београд; www.zuvov.sr.gov.yu

УПИТНИК ЗА УЧЕСНИКЕ СЕМИНАРА

Овај упитник је сачињен у циљу процене квалитета програма стручног усавршавања.
Молимо Вас да га попуните.

Мушки 1

1. Пол Женски 2

2. Године радног стажа у ОВ установама

3. Последња завршена школа (одсек/смер) _____

4. Радно место _____

Назив програма: _____

Место и датум одржавања: _____

Име и презиме реализатора: _____

Одговорите на следећа питања заокруживањем једне од оцена.

	Потпуно се слажем	Углавном се слажем	Делимично се слажем	Углавном се не слажем	Уопште се не слажем
1. Обрађени садржаји су у складу са постављеним циљевима	4	3	2	1	0
2. Избор метода и облика рада је одговарајући	4	3	2	1	0
3. Циљеви су остварени	4	3	2	1	0
4. Програм доприноси стицању знања, вештина и способности	4	3	2	1	0
5. Програм је користан за мој даљи рад	4	3	2	1	0
6. Програм је применљив у пракси	4	3	2	1	0
7. Реализатори успешно презентирају садржај	4	3	2	1	0
8. Остварена је добра комуникација реализатора са учесницима	4	3	2	1	0
9. Семинар је успешан у целини	4	3	2	1	0

Додатна запажања и предлоге можете написати на полеђини упитника.

ХВАЛА НА САРАДЊИ !

PRILOG 7. Primeri obrade nastavne jedinice iz medicinske fizike

Primer br. 1

NASTAVNA JEDINICA: Elektroforeza;

TEMA: Jednosmerne struje i primena u medicini;

TIP ČASA: Obrada novog gradiva;

VASPITNI CILJ ČASA: Negovanje lične, društvene odgovornosti i zaštite zdravlja;

OBRAZOVNI CILJ ČASA: Obraditi sa učenicima elektroforezu i pokretljivost jona sa stanovišta fizike, objasniti im značaj plasiranja baznih fizičkih znanja u struci i uputiti ih na upotrebljivost znanja koja su slična, a javljaju se u srodnim stručnim predmetima na različitim smerovima;

METODE RADA: Metod razgovora i usmenog izlaganja;

OBLIK RADA: Frontalan;

SREDSTVA RADA: Kompjuter i multimedijalna prezentacija u vidu podrške;

LOKACIJA RADA: Kabinet fizike i fizikalne terapije;

LITERATURA: Udžbenik fizike za II razred srednjih stručnih škola (područje rada: zdravstvo i socijalna zaštita), Fizikalna terapija 2, S: Trenkovski, R. Smiljanić, T. Smiljaković, G. Marinkov, Sretenović 1985 „Osnovi teorije elektroforeze i mogućnosti primene“ Fizikalna terapija 1, 24. str. Podela (Gordon 1975, Andvers 1986, Bier 1967, Castimpoolas 1978)

PLAN ČASA

I DEO Uvodni deo. (10 min)

Obnoviti jednosmerne struje i porazgovarati sa učenicima o pojmu elektroforeze sa kojom su se sreli u stručnim predmetima.

Elektroforeza je metoda, proces i elektrokinetička pojava. Ako elektroforezu smatramo pojmom, može se reći da ona podrazumeva kretanje nanelektrisanih čestica pod dejstvom homogenog električnog polja prema katodi ili anodi kroz rastvor slabog elektrolita. Elektroforeza se može nazvati i procesom jer smo u mogućnosti da menjamo uslove, pod kojima se mogu dobiti ciljani rezultati. Kao proizvod elektroforeze dobija se elektroforeogram. U literaturi se sreće i pojam *zimogram*, ali za samu sliku, kaže se elektroforeza. Kod elektroforeze (na primer, proteina) svaki protein, DNA, gen i egzon daje svoju sliku koja se može uporediti sa genetskim otiskom prsta. Trebalo bi razlikovati elektrolizu i elektroforezu (učenici ih najčešće poistovećuju). Kod elektrolize ne dolazi do hemijske promene na elektrodama. Za primenu elektroforeze na razdvajanju proteina Andre Tisellius je dobio 1948. Nobelovu nagradu. Trebalo bi naglasiti da se elektroforetsko unošenje lekova ili separacija koristi u više grana medicine: stomatologiji (elektroforeza fluora i drugih lekova), u fizikalnoj terapiji^{1*} i kao metoda za razdvajanje proteina u preparativne i u analitičke svrhe.

II DEO: Fizika elektroforeze (25 min)

Prilikom elektroforeze kreću se čestice koje mogu biti:

- koloidne čestice;
- proteini;
- imunoglobulini;
- jedinjenja proteinske prirode;
- aminokiseline;
- nukleotidi;
- geni;

Podela elektroforeze

Zavisno od toga da li ima nosač ili ne, deli se na:

- slobodnu (istorijski značaj)
- zonsku.

Prema naponu deli se na:

- standardnu;
- visokonaponsku
- egzoni.

Tokom elektroforeze dolazi do kretanja nanelektrisanih čestica određenim brzinama. Vrednost brzine zavisi od:

- nanelektrisanja čestice;
- veličine i oblika nanelektrisane čestice;
- jačine električnog polja;
- temperature;
- karakteristike potporne sredine.

Kada se dve elektrode povežu sa izvorom jednosmerne struje (određenog napona) između njih se stvara električno polje, sposobno da deluje nekom silom F na česticu sfernog oblika, čija je količina nanelektrisanja q

$$F = Eq \quad (1)$$

Suprotno od pogonske sile na čestici koja se kreće deluje sila trenja data Štoksovim zakonom:

$$F_t = 6\eta\pi rv \quad (2)$$

U trenutku kada se ove dve sile izjednače čestica se kreće konstantnom brzinom v , koja se može izraziti relacijom:

$$v = \frac{Eq}{6\pi\eta r} \quad (3)$$

Gde je: - η - viskozitet rastvora;

- v - brzina kretanja ;

- r – poluprečnik čestice:

Iz izraza se vidi da brzina zavisi upravo proporcionalno od jačine polja E i v nanelektrisanja čestice, a obrnuto proporcionalna poluprečniku čestice i viskozitetu sredine, što znači pad ili razliku potencijala na svakom santimetru između elektroda i dobija se deljenjem napona izvora struje U na elektrodama sa udaljenostima među elektrodama d

$$E = \frac{U}{d}.$$

Da bi se brzina čestica u poljima različite jačine mogla uporediti svaka se izmerena brzina preračunava na vrednost koja se dobija u polju jačine

$$1 \frac{[Volt]}{[m]}$$

Brzina čestice u polju jačine $1 \frac{[V]}{[m]}$, zove se njena pokretljivost ($V=Volt$)

$$\mu = \frac{v}{E} \quad (4)$$

μ – pokretljivost;

$$v = \frac{1}{t}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

t – vreme;

v – brzina.

$$\mu = \frac{Ld}{Ut} \quad 1 \text{JEFP} = 1 \cdot 10^{-9} \frac{m^2}{Vs}$$

V – Volt;

s – sekund.

Albumin ima elektroforetsku pokretljivost $2,67 \cdot 10^{-9} \frac{m^2}{Vs} \text{JEFP}$.

Pokretljivost nanelektrisane čestice može da se definiše, ispiše simbolima i obračuna. Ona predstavlja fizičku konstantu za datu nanelektrisanu česticu. Elektroforeza se izvodi kroz rastvor slabog elektrolita (pufer).

Formulom (4) smo matematički izrazili pokretljivost $\mu = \frac{V}{E}$ odakle je $V = \mu \cdot E$;

Pod definisanim uslovima pokretljivost je konstantna a brzina kretanja je proporcionalna jačini polja. Nju možemo da povećamo ako povećamo jačinu električnog polja, odnosno napon između elektroda. Kako je provodljivost sistema u skladu sa Omovim zakonom:

$$I = \frac{U}{R}$$

U – napon;

I – jačina struje;

R – otpor.

Kada se poveća napon povećava se i jačina struje, dakle i ukupna snaga, oslobađa se toplota (Džulov efekat) i zagrevanje sistema je jače. Čovečiji organizam se sastoji od različitih bioloških tečnosti koje sadrže velike količine jona a koji učestvuju u različitim procesima razmene. Ako se organizam nađe u električnom polju, nastaje kretanje datih jona. Delovanje stalne električne struje na organizam zavisi od jačine električne struje, zbog čega je električna otpornost tkiva a naročito kože veoma važna. Vlažnost kože veoma smanjuje električnu otpornost i može biti uzrok nastanka znatnih električnih struja u organizmu. Brzina kretanja jona zavisi od njihove vrste. Naišavši na ćelijsku membranu, oni se na njoj nagomilavaju. Zaključujemo da je primarno delovanje istosmerne električne struje vezano za kretanje jona, njihovo razdvajanje i promenu koncentracije u raznim delovima tkiva. Neprekidna stalna električna struja dobijena iz izvora napona 60 – 80 V koristi se za lečenje u fizikalnoj terapiji. To je takozvana galvanizacija.

Deo koji sledi treba predavati i predočiti na smeru Fizioterapeutski tehničar.

Elektroforeza (najčešće greške fizioterapeuta kod aplikacije)

U fizikalnoj terapiji, elektroforeza lekova je jedna od čestih metoda za otklanjanje bola. Ova metoda je praćena propuštanjem galvanske (jednosmerne) struje kroz kožu u kombinaciji sa odgovarajućim lekom. Aplikacija se vrši istim aparatom kao i galvanizacija onda će priprema aparata i pacijenta kao i određivanje intenziteta i vremena trajanja biti istovetna galvanizaciji.

Važno je da fizioterapeut ima u vidu:

1. Elektroforeza se aplikuje preko istih metalnih elektroda kao direktna galvanizacija.
2. Gaze za elektroforezu moraju biti posebne, za svaki lek zasebna gaza koja će se koristiti samo za natapanje istim lekom.

Posle svake upotrebe gazu prati u destilovanoj vodi i prosušiti (ovoj činjenici se na fizikalnoj terapiji ne pridaje dovoljna pažnja).

Ovaj vid elektroforeze naziva se **jonoforeza**. Jonoforeza predstavlja udruženi efekat delovanja pozitivnog i negativnog pola galvanske struje i lokalni efekat unetog leka.

Količina unetog leka direktno je srazmerna intenzitetu struje u mA i vremenu proticanja struje u minutima prema formuli:

$$Q = I \cdot T$$

Prema osobinama leka kao što su:

- njegovo poreklo (neorgansko/organsko);
- veličine čestice;
- prodorna moć kroz kožu i tkiva
- lokalni nadražajni efekat;

za svaki lek postoji određena vrednost mA/min. Prema tome intenzitet galvanske struje određuje se za svakog pacijenta individualno, a to znači prema osetljivosti pacijenta (osećaj peckanja, mrvinja). Ukoliko je povratna informacija od strane pacijenta pouzdana (odnosno sačuvan mu je senzibilitet) fizioterapeut će se osloniti na njegov stav. Ali ako je senzibilitet poremećen, fizioterapeut se mora pridržavati dozvoljenog odnosa površine elektroda u cm^2 i intenziteta struje u mA. Prosečna vrednost iznosi 0,25 do 0,30, mA na cm^2 . Kada se dobije vrednost intenziteta, deli se sa brojem mA/min za lek koji aplikujemo i dobijamo vreme trajanja aplikacije u minutima.

Otuda, dužina trajanja elektroforeze je strogo individualna za svakog pacijenta, jer ne zavisi samo od vrste leka koji se unosi veći od individualne podnošljivosti na galvansku struju, što se postiže određenim brojem mA/min za lek koji unosimo. U velikom broju slučajeva fizioterapeut ne izračuna dozu ispravno ili je uopšte ne računa.

Greške fizioterapeuta kod nanošenja leka

1. Jedna od najtežih grešaka je ako se gaza na koju se nanosi lek natopi fiziološkim rastvorom. U tom slučaju, pri aplikaciji galvanske struje više dolazi do same galvanizacije (»parazitarni jon«), nego do unošenja leka u organizam. Joni iz vode se lakše razlažu i brže putuju pod dejstvom struje nego nanelektrisane čestice pojedinih lekova (ukupni joni) pa se efekat elektroforeze smanjuje na minimum.

2. Sledeća greška (u mnogim medicinskim ustanovama) natapanje gaza za elektroforezu običnom vodom, ispiranje, pa ponovno natapanje lekovima.

3. Događa se da gaza na kojoj je bio lek koji se unosi sa katode, posle jedne obavljene terapije natapa lekom koji se unosi sa pozitivnog pola. Uočava se obojenost gaza jodom koji se kao elementaran izdvaja na mestu pozitivne elektrode.

4. Jedna od grešaka je i postavljanje gaza koje su natopljene hladnom vodom ili rastvorom. Ova greška je jako izražena ako se učini prilikom aplikacije na lice (na primer pareza facialis). Uvodna terapija je sa IR zracima koji greju kožu lica, te je štetna vazokonstrikcija još jače izražena.

Greške fizioterapeuta koje su vezane za rad sa galvanskom strujom

1. **Metalne elektrode su ispucale**, korodirane, neravne ili talasaste i u labavoj vezi sa provodnikom. Ako tehičar radi na ovakovom aparatu dolazi do zgušnjavanja linija sila na ispučlim delovima a to ima za posledicu neravnomerno raspoređen efekat u toku aplikacije. Patinirane, korodirane elektrode imaju smanjenu provodljivost. Tada je fizioterapeut primoran da daje jače jači intenzitet. Nepravilan kontakt provodnika i elektrode ima za posledicu prekidanje strujnog kola u toku primene, što prouzrokuje male »strujne udare« i vrlo neprijatan osećaj jakog peckanja na mestu gde su elektrode fiksirane.

2. Potenciometri na velikom broju uređaja su **neispravni**.

Pri uključenju i pojačanju intenziteta ovakvim potenciometrom dolazi do jačeg udara galvanske struje, jer se jačina struje ne može kontrolisati i dozirati. Taj udar struje nije toliko jak, koliko može izazvati psihički šok kod pacijena (naročito kod dece) i potpuno odustajanje od dolaska u medicinsku ustanovu i nastavka terapije.

3. Provodnici od aparata do pacijenta su **dodatajali**, izolacioni materijal popucao, provodnik je ogoljen. Rad ovakvim provodnicima nije dozvoljen iz dva razloga:

- dodir dva provodnika dovodi do prekida strujnog kola;
- ako pacijent ili fizioterapeut dodirne ogoljeni deo i da on bude prekidač struje;

Ovakvi provodnici se moraju zameniti. Zamena je opravdana, laka, materijal jeftin, a stručno lice ne mora biti prisutno (može ga zameniti sam fizioterapeut).

Mogućnosti elektroforeze

Elektroforeza je moćna laboratorijska i terapijska metoda. Mogućnost elektroforeze zavise od vrste koja se koristi. Osnovni cilj je da se primenom ove metode sazna više o fiziološkim i metaboličkim procesima koji su povezani sa osnovnim funkcijama organizma, ishranom, zdravstvenim stanjem i genetikom. Ova metoda služi za razdvajanje proteina kako u preparativne tako i analitičke svrhe, kao i za određivanje njihovih genetskih varijanti. Metode elektroforeze koje su na raspolaganju mogu da otkriju samo jedan deo nasledne promenljivosti, jer mnoge promene koje se dešavaju na nivou molekula, pre svega promene u sekvenci neutralnih aminokiselina koje ne dovode do promene električnog opterećenja, ne mogu da se otkriju. Elektroforeza se u medicini (stomatologija, dermatologija, fizikalna terapija), farmaciji, veterini i stočarstvu primenjuje za ispitivanje telesnih tečnosti, kao što su: krv, serum, plazma, urin, cerebrospinalni likvor, hormoni, izoenzimi i hidrolizati mišića. U najnovije vreme ispituju se DNA, njeni delovi i geni.

III DEO: Ponavljanje nastavne jedinice. (10 min)

Kratak film o elektroforezi lekova u različitim granama medicine (stomatologiji, fizikalnoj terapiji, analizi DNK).

Pitanja za obnavljanje:

1. Šta je elektroforeza?
2. Koje sile deluju na česticu koja se kreće između elektroda?
3. Od kojih fizičkih veličina zavisi brzina?
4. Šta je pokretljivost i od čega zavisi?

Dodatna pitanja za fizioterapeute.

1. Navedi najčešće greške fizioterapeuta, prilikom elektroforeze lekova.
2. Navedi najčešće greške prilikom primene galvanske struje.

* U dogовору са kolegom, вишим fizioterapeutom, profesor fizike и ученци mogu zajedno oticiti na praksi u bolnici i pratiti i analizirati rad uređaj i rad obučenog medicinskog osoblja.

Primer br. 2

NASTAVNA JEDINICA: Ultrazvuk, dijagnostičko-terapijska primena u medicini;

TEMA: Akustika (bioakustika);

TIP ČASA: Obrada novog gradiva;

VASPITNI CILJ ČASA: Negovanje lične, društvene odgovornosti i zaštite zdravlja;

OBRAZOVNI CILJ ČASA: Obraditi sa učenicima ultrazvuk, fizičke veličine koje ga opisuju. Osposobiti učenike da bez bojazni asistiraju lekaru na ultrazvučnim aparatima širokog spektra primene. Objasniti im značaj plasiranja baznih fizičkih znanja u struci.

METODE RADA: Metod razgovora, usmenog izlaganja i metoda demonstracije;

OBLIK RADA: Frontalan;

SREDSTVA RADA: Kompjuter (multimedijalna prezentacija u vidu podrške), različiti oblici sonde

LOKACIJA RADA: Kabinet fizike i fizičalne terapije;

LITERATURA: Udžbenik fizike za III razred srednjih stručnih škola (područje rada: zdravstvo i socijalna zaštita), grupa autora Fizičalna terapija 2, [24], Prof. dr Slobodanka Stanković, Fizika ljudskog organizma za studente medicinske fizike i medicine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet Departman za fiziku, Novi Sad 2006.[16]

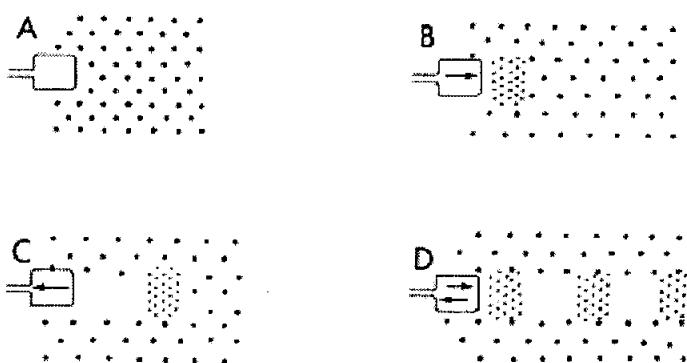
PLAN ČASA

I DEO Uvodni deo (10 min).

Kroz odgovarajuća pitanja obnoviti učenička znanja iz fizike i struke. Koji je predmet proučavanja akustike (bioakustike)? Navedi frekventni opseg čujnosti čoveka? Šta je infra, a šta ultrazvuk. Na koji način ste se sreli sa UV u stručnim predmetima, na praksi? Kako nastaje UV?

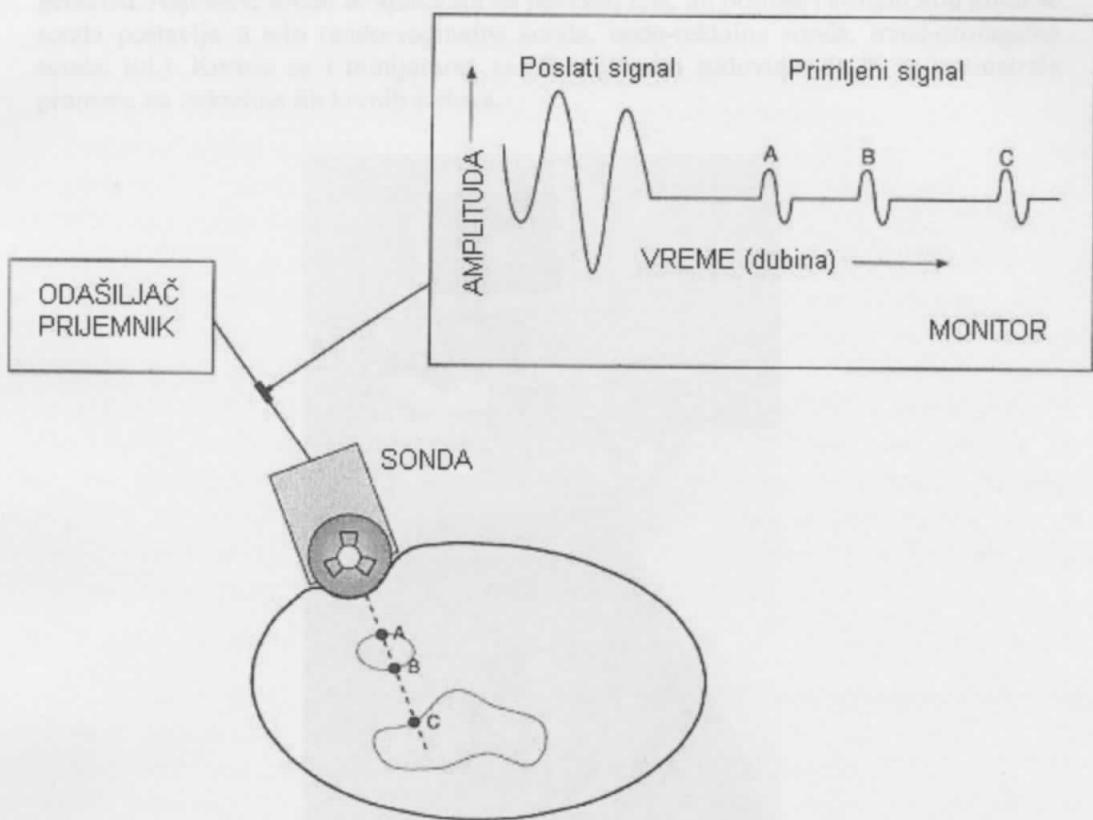
II DEO: Ultrazvuk, način formiranja ultrazvučnog talasa, snimanje, terapija. Malo poznata primena ultrazvuka (obrada 25 min).

Ultrazvuk je proces prenošenja energije longitudinalnim oscilacijama čestica sredine (slika 1.1) na učestanostima koje su veće od 20 kHz. Longitudinalne oscilacije su pojava pri kojoj je oscilovanje čestica u odnosu na ravnotežni položaj u istom pravcu u kom je prostiranje talasa. Osnovni fizički efekat na kojem se zasniva dobijanje ultrazvuka je piezoelektričan efekat.



Slika 12. Šematski prikaz prostiranja longitudinalnog talasa. Izvor zračenja generisanjem pomeranja površine (B) izaziva promenu gustine, u blizini površine, a ta promena gustine prenosi silu na susedne slojeve u pravcu deformacije i dobija se longitudinalni prenos energije.

Ultrazvuk se prostire različitim brzinama i ima različita slabljenja u materijalima različitih fizičkih karakteristika. To je od značaja s obzirom da ljudsko telo čine tkiva i organi koji su kombinacije fluida, gasova i čvrstih materija. Zvuk pri prostiranju kroz sredinu slab (apsorpcija), a pri nailasku na sredinu sa drugačjom gustinom se delimično reflektuje, a delimično prodire u nju. Deo reflektovane energije (echo) se može registrovati. Položaj echo na vremenskoj skali je korelisan sa rastojanjem do granice dve sredine, a korelisanost je određena kratkeristikama sredina kroz koje se prostire ultrazvuk. S obzirom da ultrazvuk prodire u tkiva i ne dovodi do njihovog oštećenja, a da se izvor i detektor zračenja mogu postaviti na površinu tela na jednostavan i neinvazivan način razvijena je medicinska tehnika koja se naziva „sonografija“. S obzirom da se radi o longitudinalnim oscilacijama u analizi efekata se mogu primeniti sva pravila i zakoni koji važe za talasna kretanja (zakoni prelamanja, odbijanja, apsorpcije itd).



Slika 13. Osnovni delovi i princip rada sonografa. Primljeni signali označeni slovima A, B, i C pokazuju da postoje dve granične linije koje odvajaju 3 dela sa različitim gustinom. Rastojanje na vremenskoj osi (interval) pomnožen sa brzinom prostiranja u pojedinoj je jednak debljini tog sloja.

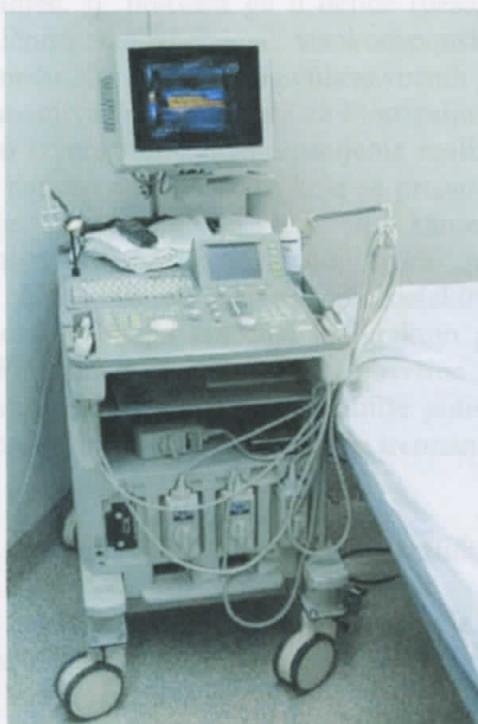
Karakteristike ultrazvuka

Prostiranje ultrazvuka kroz tkivo se može karakterisati koeficijentom slabljenja, karakterističnom impedansom i polutalasnim slojem. Slabljenje u supstanci je određeno eksponencijalnim zakonom $I = I_0 \cdot e^{-\alpha x}$. Koeficijent $\alpha = f^\beta$ gde je f učestanost, a β broj veći od jedan koji zavisi od supstance predstavlja koeficijent slabljenja. Dubina prodiranja opada sa povećanjem učestanosti. Ovo direktno ukazuje da za posmatranje površina u dubini tela treba primeniti ultrazvuk na nižim učestanostima. Rezolucija pri

posmatranju zavisi od talasne dužine, i najmanja rastojanja su uporediva sa četvrtinom talasne dužine. Radi jednostavnijeg razmatranja ultrazvučnih merenja u medicini koeficijent slabljenja α se smatra konstantnim na celom posmatranom objektu.

Sonografija je vrlo efikasna neinvazivna metoda za prikazivanje mekih tkiva. Organi i tkiva bliski površini tela (npr. mišići, tetine, grudi, kortikalne strukture kod novorođenčadi, itd.) se mogu prikazati koristeći eho ultrazvuka na učestanostima od 7 do 18 MHz sa odličnom aksijalnom i lateralnom oštrinom. Organi i tkiva koji su dublje u telu (dalje od mesta na koje se postavlja izvor i detektor zračenja) prikazuju se koristeći ultrazvuk na nižim učestanostima (1 do 6 MHz), pri čemu je oštrina slike manja u odnosu na primenu viših učestanosti. Osnovne primene sonografije su najčešće u **kardiologiji, endokrinologiji, gastroenterologiji, ginekologiji i praćenju trudnoće, oftamologiji, urologiji, miografiji, intravaskularnoj sonografiji, biopsiji, itd.**

Osnovni element sonografa (slika 1.3) je generator ultrazvuka za koji se koristi termin „sonda“. Pokazati učenicima sonde različitog oblika i napomenuti da izgled slike u velikoj meri zavisi od oblika sonde. S obzirom na primene u raznim oblastima medicine i na raznim delovima tela koriste se različite sonde po obliku i po učestanosti koju generišu. Najčešće, sonde se apliciraju na površini tela, ali postoje i sistemi kod kojih se sonda postavlja u telo (endo-vaginalna sonda, endo-rektalna sonda, trans-ezofagalna sonda, itd.). Koriste se i minijатурne sonde u krvnim sudovima da bi se posmatrale promene na zidovima tih krvnih sudova.



Slika 14. Izgled sonografa

Ultrazučna terapija (obaveštenost učenika)

Pored merenja ultrazvuk se koristi i za terapiju. Koristi se opseg učestanosti od 0.8 do 3.5 MHz, sa snagom od 0.2 do 3 W/cm², a pri tome davač ima aktivnu površinu S=5 cm². S obzirom da možemo da generišemo i ultrazvuk veće snage, napravljeni su medicinski uređaji koji mogu da izazovu različite efekte, od kojih je najznačajniji razbijanje „kamena” stvorenog u nekom organu (npr. bubregu).

Ovakvi uređaji generišu ultrazvuk velike energije, koji se fokusirano i impulsno usmerava na mesto na kome se nalazi „kamen”. Pri ovom delovanju, pacijent sedi na pokretnoj stolici koja se nalazi u tzv. ultrazučnoj kadi. Kada je od nerđajućeg čelika i napunjena je demineralizovanom i degasifikovanom vodom. Subjekat stabilno i mirno sedi, a robotski mehanizam podešava položaj stolice u kadi tako da se „kamen” nađe u žiži ultrazučnog snopa koji se impulsno generiše. Pozicioniranje kamena se obezbeđuje primernom dva rendgenska sistem (fluoroskopija), a žiža usmerenog ultrazučnog snopa je obavezno u perifernom delu kamena da ne bi dovela do „eksplozije” kamena, već smo njegovog perifernog „mrvljenja”. Ultrazvuk se u ovakvoj kadi generiše visoko-naponskim pražnjenjem u cevi koja generiše jak i praskavi ton, praćen ultrazvukom velike snage. Slabljene ultrazvuka u vodi, kao i u organizmu na putu do kamena je malo tako da veći deo energije deluje na kamen, i usled vibracionog delovanja usitjava kamen, tj. pretvara ga u delice (pesak) koji se mogu eliminisati mokrenjem. U praktičnim realizacijama visokonaponsko pražnjenje se realizuje naponima u opsegu između 20 i 30 kV. Snaga ultrazučnih talasa je reda 50 W/cm². Drugi, danas češće primenjivan oblik uređaja za litotripsijsku terapiju ne koristi ultrazučnu kadi, već je interfejs između izvora ultrazvuka i pacijenta realizovan primenom fleksibilne komore (kese) koja je napunjena tečnošću i koja se prisno oslanja na telo i na sondu i omogućuje prostiranje ultrazvuka do tela, tj. kamena. U ovom slučaju se fluoroskopskim sistemom određuje položaj koji treba „gadati” i pozicionira u žižu ultrazučnog sistema. Ultrazvuk se generiše piezoelektričnim pretvaračem, koji je pobuđen visokim naponom. Snaga zračenja je direktno proporcionalna sa naponom napajanja, jer on direktno utiče na deformaciju površine piezoelektričnog kristala. U velikom broju slučajeva primena litotripsije eliminiše potrebe za radikalnim hirurškim intervencijama, pa na taj način olakšava medicinski tretman.

III DEO: Ponavljanje nastavne jedinice. (10 min)

Prikazati kratku prezentaciju 7- 10 slajdova o različitim primenama ultrazvuka.
Pitanja za obnavljanje.

1. U kom frekventnom intervalu je ultrazvuk? (da li ga čuje čovek?)
2. Šta je piezoelektrični efekat?
3. Kako različita tkiva ljudskog tela „upijaju zvuk”?
4. U kojim granama medicine se koristi ultrazvuk?
5. Šta je to litotipsija?
6. Da li znaš za još neku primenu ultrazvuka, koja nije pomenuta na času fizike?
7. Da li ti ovo predavanje pomaže da bolje razumeš i savladaš primenu ultrazvuka u struci (stručnom predmetu)?

Primer br. 3

NASTAVNA JEDINICA: Temperatura, količina toplote, termovizija kao savremena metoda snimanja.

TEMA: Osnove molekulsko-kinetičke teorije, termodinamika;

TIP ČASA: Obrada novog gradiva;

VASPITNI CILJ ČASA: Negovanje lične, društvene odgovornosti i zainteresovanosti za nova kretanja u medicini i zaštiti zdravlja; Obrazovanje istraživačkog stava prema struci.

OBRAZOVNI CILJ ČASA: Obraditi sa učenicima temperaturu, različite temperaturne skale i termoviziju kao naprednu metodu snimanja ljudskog organizma. Objasniti učenicima značaj praćenja novih metoda imidžinga u medicini i važnost usvajanja savremenih znanja. Naglasiti višestruki značaj praćenja temperature svakog dela tela čoveka. (Osvrt na ažuriranje temperaturne liste). Patološke promene koje se detektuju kroz temperaturne razlike različitih delova tela ljudskog organizma;

METODE RADA: Metod razgovora, usmenog izlaganja i metoda demonstracije;

OBLIK RADA: Frontalan;

SREDSTVA RADA: Termovizijske slike različitih delova tela u boji;

LOKACIJA RADA: Kabinet fizike, multimedijalna učionica;

LITERATURA: Udžbenik fizike za II razred srednjih stručnih škola (područje rada: zdravstvo i socijalna zaštita), grupa autora Fizikalna terapija 2, [24], Prof. dr Slobodanka Stanković, Fizika ljudskog organizma za studente medicinske fizike i medicine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet Departman za fiziku, Novi Sad 2006.[16] Zvonko Damnjanović, Zoran Stević, Goran Bogdanović, Vidoje Radosavljević, Zoran Stojković, XXVI Timočki medicinski dani - Zaječar, 25-26. maj 2007. TERMOVIZIJSKI SKENER [34]

PLAN ČASA

I DEO: Uvodni deo. (5 min)

Kroz odgovarajuća pitanja obnoviti učenička znanja o temperaturi i količini toplote iz osnovne škole. Šta je temperatura? Čime se meri? Koja je merna jedinica za temperaturu u SI-sistemu? Da li znaš da napišeš vezu između celzijusove i kelvinove skale? Da li si čuo za termoviziju?

II DEO: Obrada nastavne jedinice (25 min)

-Temperatura, def. Vrste temperaturnih skala, merne jedinice. Pojam apsolutne nule. Količina toplote (def. i merna jedinica). Termovizija kao napredna metoda snimanja.

*U ovoj nastavnoj jedinici, termovizija i osnovna znanja o njoj usvajaju se kao podrška predavanju o temperaturi i količini toplote u II razredu srednje medicinske škole.

Termovizija

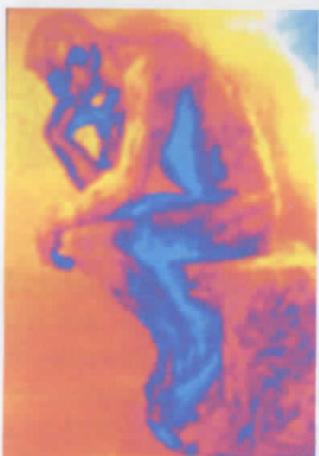
Termovizija (od grčke reči **termo** - toplo i latinskog glagola **video**, videre - videti, gledati, u bukvalnom prevodu: „gledanje topline”, je sistem snimanja toplote objekata.

Termovizijsko snimanje

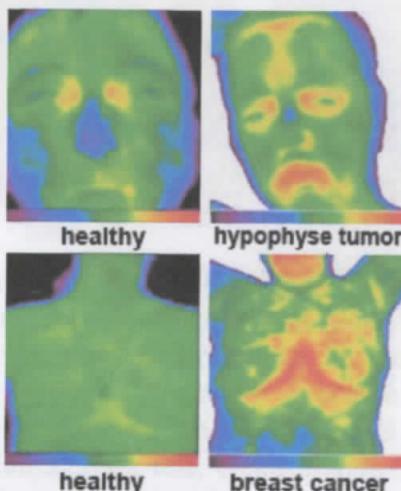
Termovizijsko snimanje predstavlja nekontaktni metod kojim se u deliću sekunde registruje emitovanje topline, odnosno infracrveno zračenje. Sva tela emituju infracrveno zračenje, pa čak i led. Kamere za termovizijsko snimanje su po spoljašnjem izgledu slične filmskim kamerama, ali su posebno prilagođene da „vide” onaj deo

infracrvenog spektra koji je za ljudsko oko nevidljiv, te se zato nazivaju još i infracrvenim kamerama.

Tumačenje termograma



Slika 15. www.kastelgrad.hr



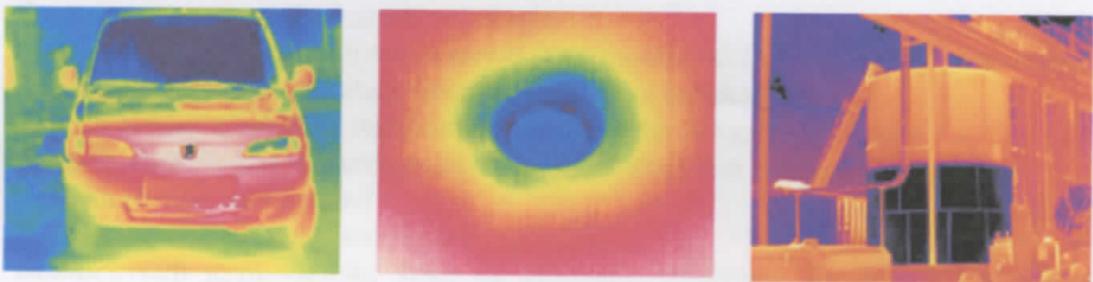
Slika 16. www.termovizija.com

Termovizijske *fotografije* privlače pažnju zbog svojih živopisnih boja i činjenice da prikazuju svet koji je ljudskom oku nedostupan. Ipak, njihova svrha je da realno prikažu postojeće stanje emitovanja toplice, a tek nakon njihove obrade mogu se izvoditi zaključci. Svaki termogram predstavlja sliku za sebe, jer poseduje sopstvenu paletu boja, *i dva termograma se ne mogu poređati po bojama*, čak i u slučaju kada se radi o istim objektima. Stoga, uz svaki termogram mora postojati **skala boja**, koja boje dovodi u vezu sa temperaturom. Da bi se precizno mogle odrediti temperature, termovizijska kamera sačinjava i **temperaturni dijagram** koji prikazuje promenu temperature na objektu i to samo duž linije koja je povučena na termogramu. Što su boje ujednačenje na termogramu, to je ujednačenje odavanje toplice, i obrnuto. Da bi se ustanovila okvirna mera odavanja toplice potrebno je uzeti u obzir razliku između spoljašnje i unutrašnje temperature (spoljašnji i unutrašnji snimak). Svetlige i tople boje (žuta, crvena) ukazuju na toplja mesta, a tamnije i hladne boje (plava, ljubičasta) na hladna mesta. Svaki objekat na temperaturi iznad apsolutne nule (-273 °C) emituje termalnu energiju u infracrvenom regionu elektromagnetskog spektra, ali njen veliki deo biva rasejan i apsorbovan u atmosferi. U okvirima ovih prozora apsorpcija je minimalna i u njima se vrši detektovanje i praćenje. Detekcija i praćenje objekata u ovim dugotalasnim regionima se zasniva na merenjima temperature i emitanse između objekata i pozadine. Ključna kola u ovim merenjima su kvantni detektori. Najzastupljeniji materijal je kadmijum merkuri telurid (CMT-Cadmium Mercury Telurid), koji menja električnu otpornost kada primi kvant toplice.

– pacijent na crnom pozadi vidi svoje oboljenje, a dobija sve informacije, taj merenje suvremenije od drugih metoda.

Še ovim metodom mogu biti dobiti veoma precizno dijagnostičko sredstvo za dojavu raka. Kako znaci hrvatski ravnatelj, stručnjak, hrvatski, prenosi hrvatski i stručnjaci druge oboljenja. Ova metoda može biti pouzdana i u boljim vremenskim razdobljima. Termovizija je poznata kao najbolja metoda za praćenje od Američke kočnice za lječenje i hrvatske Fudbalske Raspodjeljene novčane MZ.

Osnovne tehnike formiranja termalnih slika



Slika 17.

Slika nastala termovizijskim sistemom (slika 17.) predstavlja objekte i scenu u kojima je kontrast slike rezultat zračenja i emisivnosti tela na različitim temperaturama objekta i pozadine. Sam proces stvaranja termalne slike se razlikuje od načina formiranja slike u vidljivom delu spektra. Termalno zračenje zavisi samo od temperature i emisivnosti tela i ako je temperatura tela veća od apsolutne nule (-273.16°C) po teorijskom modelu zračenja crnog tela, elektromagnetski spektar teorijski obuhvata sve talasne dužine. Međutim, u praksi objekti se nalaze na pozadini koja menja njihovu temperaturnu signaturu, i objekti ne zrače kao idealna crna tela. Ove činjenice ukazuju da termalna slika nosi više informacija nego standardna slika u vidljivom delu spektra, dobijena procesom refleksije zračenja izvan samih objekata. Svi postojeći termovizijski senzori mogu se razvrstati po principu rada na dve osnovne vrste. To su:

- **termovizijski sistemi sa linijskim skeniranjem (IRLS- Infra Red Line Scanning)** i
- **termovizijski sistemi sa detektorima u fokusnoj ravni (FPA-Focal Plane Array).**

Termovizija kao dijagnostika u medicini

„Infracrvena termografija je neinvazivna metoda za praćenje temperaturnih promena objekta, u ovom slučaju ljudskog tela. Ovom metodom se ne dodiruje telo niti se izlaže bilo kojoj vrsti radijacije, tako da je potpuno bezopasna. Infracrvena termalna slika daje pouzdan i opravdan rezultat, a sama tehnika uspostavlja nove standarde. U medicinskoj primeni ovi standardi su zasnovani na osnovnim zakonima fizike o topotili i zračenju kao i fiziologiji ljudskog tela.“ Specijalna kamera registruje infracrveno zračenje tela koje se menja pri promeni temperature i od stotinke stepena, a kao rezultat patoloških procesa u organizmu. Posle kompjuterske obrade na ekranu se pojavljuje topotni portret čoveka sa zonama povećane ili smanjene temperature koja je od značaja za dijagnozu. Prednosti termovizije nad klasičnim aparatima za dijagnostiku su:

- bezopasna metoda (nema zračenja ili nekog drugog štetnog delovanja);
- dijagnostikuje bolest u začetku;
- testira sve funkcije i sisteme tela;
- otkriva veliki broj raznih oboljenja;
- ne zahteva posebne pripreme;
- pacijent na ekranu sam vidi svoje oboljenje, a dobije sve snimke, tzv. termograme na kraju snimanja.

Sa ovim metodom mogu još uvek da se izvrši precizno dijagnostikovanje oboljenja dojki, štitne žlezde, srca i krvnih sudova, stomačna, bubrežna, neurološka, reumatološka i mnoga druga oboljenja. Ova metoda mora biti praćena još nekom vrstom imidžinga. Termovizija je odobrena kao metod rane dijagnostike od Američke komisije za hranu i lekove FDA i Ruske akademije nauka.[34]

III DEO: Ponavljanje nastavne jedinice. (10 min)

Ponavljanje nastavne jedinice kroz pitanja.

1. Kako možemo definisati temperaturu sa termodinamičkog/statističkog stanovišta?
2. Koje su telesne temperature tolerantne za život čoveka?
3. Da li si čuo za još neku temperaturnu skalu osim dve gore pomenute?
4. Da li umeš da ažuriraš temperaturu na bolesničkoj listi pacijenta?
5. Kako nastaje termogram?
6. Šta zapravo detektuje termovizijski snimak?

Domaći: Nađi termovizijske slike na Internetu, odštampaj ih, donesi i analiziraj na sledećem času.

Otkrij vezu između farenhajtove, celzijusove i kelvinove skale; Napiši, nacrtaj i donesi uporedne skale za sledeći čas.

Primer br. 4

NASTAVNA JEDINICA: Fizički model krvnog sistema. Rad srca. Merač krvnog pritiska;

TEMA: Agregatna stanja i fazni prelazi (dinamika fluida)

TIP ČASA: Obrada novog gradiva;

VASPITNI CILJ ČASA: Negovanje lične, društvene odgovornosti i zainteresovanosti za nova kretanja u medicini i zaštiti zdravlja; Obrazovanje istraživačkog stava prema struci. Važnost poznavanja fizičkih/medicinskih merenja;

OBRAZOVNI CILJ ČASA: Obraditi sa učenicima merenje krvnog pritiska sa fizičkog stanovišta; naglasiti fizičku prirodu ovog merenja.

METODE RADA: Metod razgovora, usmenog izlaganja, merenje krvnog pritiska kod aktivnog sportiste i kod rekreativca;

OBLIK RADA: Frontalan, merenje u paru;

SREDSTVA RADA: Klasični i digitalni merač krvnog pritiskai;

LOKACIJA RADA: Kabinet fizike, multimedijalna učionica;

LITERATURA: Učebnik fizike za II razred srednjih stručnih škola (područje rada: zdravstvo i socijalna zaštita), udžbenik Zdravstvena nega 1 [7] Prof. dr Slobodanka Stanković, Fizika ljudskog organizma za studente medicinske fizike i medicine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet Departman za fiziku, Novi Sad 2006.[16]

PLAN ČASA

I DEO: Uvodni deo. (5 min)

Kroz odgovarajuća pitanja obnoviti učenička znanja o temperaturi i količini toplote iz osnovne škole. Šta je temperatura? Čime se meri? Koja je merna jedinica za temperaturu u SI-sistemu? Da li znaš da napišeš vezu između celzijusove i kelvinove skale? Da li si čuo za termoviziju?

II DEO: Obrada nastavne jedinice (25 min)

Podsetiti se jednačine kontinuiteta i Bernulijeve jednačine. Naglasiti učenicima obrnutu srazmernost površine poprečnog preseka i brzine. Napisati formulu za brzinu preko Poazejevog zakona i primeniti je na krvni sud. Doneti klasični i digitalni merač krvnog pritiska. Izvršiti merenje krvnog pritiska jednom učeniku i dati objašnjenje.

Trebalo bi da učenik u medicinskoj školi zna da je kretanje krvi kroz krvne sudove (uglavnom) laminarno. Ova primedba je u skladu sa težnjom organizma da za svoje

funkcionisanje troši minimalnu energiju. Jedan od razloga da laminarno kretanje pređe u turbulentno jeste suženje krvnog suda (na primer, arterije u kojoj je nastala stenoza (delimično suženje). U slučaju suženja, raste brzina proticanja, raste brzina krvi u skladu sa jednačinom kontinuiteta. Povećanjem pritiska u manžetni, dolazi do kolapsa arterije *brahialis* (kao i *arterije ulnaris*). Vazduh u manžetni se pomalo ispušta, pritisak se snižava, dok ne postane jednak sistolnom – gornjem pritisku. U tom trenutku, kroz arteriju jurne mlaz krvi velikom brzinom, jer je površina poprečnog preseka krvnog suda ispod manžetne bitno manja. Zbog toga mlaz krvi ima turbulentni tok, krv se kroz arteriju kreće u vidu pulsnih talasa, sve dok pritisak u manžetni ne postane jednak dijastolnom pritisku. Merilac zapravo na stetoskopu čuje turbulentne talase. Suštinski, meri se razlika pritisaka pri laminarnom i turbulentnom kretanju. Činjenica koja sledi: merenje pritiska je „čisto“ fizičko merenje sa medicinskom konotacijom. Učenicima se u okviru ovog razmatranja mogu ponuditi različite situacije:

Merenje:

- hipertenzije;
- hipotenzije;
- merenje klasičnim i digitalnim meračem pritiska;
- merenje pritiska sportista.

Vidovi merenja koje su učenici izučavali i pitanja sa kojima su se susretali doveli su do nužne korelacije između Zdravstvene nege 1 i Fizike. Posle predstavljanja I modula Seminara, učenici su pokazali veliko interesovanje za merenje krvnog pritiska u okviru fizike.

U ovom slučaju fizika je značajna podrška merenju koje svakodnevno obavljaju na praksi iz Zdravstvene nege 1. Bernulijeva jednačina i jednačina kontinuiteta postaju im bliskije i razumeju njihovu primenu u medicinskoj dijagnostici. Na slikama dole, prikazano je merenje hipotenzije i hipertenzije, kao i merenje klasičnim i digitalnim meračem krvnog pritiska.



Slika 18. Merenje hipertenzije

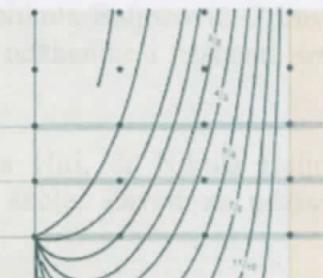


Slika 19. Merenje hipotenzije

III DEO: Zanimljive informacije o merenju pritiska. (Pročitati učenicima)

Novi vidovi merenja krvnog pritiska

Širokoj naučnoj publici poznato je neobično svojstvo kristala kvarca, zvano piezoelektricitet, da odaje slabu električnu struju kada se izloži mehaničkom naprezanju. Na tom principu radile su, sada već gotovo zaboravljene, kristalne zvučnice na gramofonima. Neki novi egzotični materijali pokazuju slična svojstva. Nanocevčice od poluprovodnika cink-oksida stvaraju električnu struju na svojim krajevima reagujući na silu od svega nekoliko pikonutna, odnosno milijarditih delova njutna. U normalnom stanju, pozitivni i negativni joni cinka i kiseonika u takvoj cevčici stoje u ravnoteži, ali ako se cevčica savije stvara se neravnoteža, koja izaziva električni naboј na njenim krajevima. Druga korisna osobina nanocevčica je da su „biokompatibilne,” odnosno da ljudski organizam ne pokušava da ih odbaci kao strano telo. Naučnici na Institutu za tehnologiju, američke države Džordžije, u Atlanti, sada pokušavaju da konstruišu malecni senzor koji bi mogao da se usadi kraj nekog krvnog suda i tako neprestano meri krvni pritisak. Pulsiranje suda savijalo bi cevčicu i tako stvaralo slabe električne signale, koji bi mogli da se pojačavaju i bežičnim putem prenose do prijemnika van tela, na primer u vidu narukvice. Izvor struje za pojačavač davao bi takođe sićušni nanogenerator, konstruisan na istom institutu. Neki čak predviđaju ručne satove sa dodatnom funkcijom **merenja krvnog pritiska**.



Pitanja za ponavljanje lekcije:

1. Kolika je brzina širenja pulsног talasa, koji je posledica sistolnog pritiska? (6 - 8) m/s
2. Koliko iznosi brzina proticanja krvi u širim krvnim sudovima (0,3 - 0,5) m/s
3. Kako se krv kreće kroz krvne sudove?
4. Zašto nastaje turbulentno kretanje krvi pri merenju krvnog pritiska?
5. Kako se objašnjavaju šumovi koji se čuju na stetoskopu prilikom merenja pritiska?
6. Koji su najčešći uzroci hipotenzije?

Domaći zadatak: izmeriti krvni pritisak svojim ukućanima i izraziti ga u kPa.

V LITERATURA

1. Dr Dragić Jovanović, dr Vladimir Jovanović, Totalna proteza za treći razred zubotehničke škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, četvrti izdanje, 1996.
2. Dr Budimir Mileusnić, dr Dragić Jovanović, Ortodontski aparati sa osnovama ortodoncije za četvrti razred zubotehničke škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2003.
3. Dr Olga Janković, dr Niko Komlenić, Fiksna protetika II za treći razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, šesto izdanje, 2002.
4. Slobodanka Velimirović, dr Milan Jokanović, dr Ivan Ivanović, Laboratorijske tehnike, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, treće izdanje, 2002
5. Ružica Ratajac, Dragan Veselinović, Gligorije Antonović, Bogdan Bošković, Mirjana Cvetković, Ekologija i zaštita životne sredine za 1. ili 2. razred medicinske škole, prehrambene i srednje škole u delatnosti ličnih usluga, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
6. Dr Milan Plećaš, dr Novica Stajković, Dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija za III razred medicinske škole, drugo izdanje, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1995.
7. Dr Aleksandar Baljozović, dr Svetislav Kostić, dr Nikola Baljozović, Zdravstvena nega 1 za prvi razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, peto izdanje, 1999.
8. Dr Aleksandar Baljozović, Kovina Joikić, Ružica Hiti, dr Nikola Baljozović, Zdravstvena nega 2 za drugi razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, osmo izdanje, 2005.
9. Dr Radmila Popović, dr Petar Borović, Zdravstvena nega 3 za treći razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, sedmo izdanje, 2004.
10. Biljana Putniković, Milan Terzić, Sanja Mazić, Mirjana Alimpić, Slavka Marković, Zdravstvena nega 4 za četvrti razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, šesto izdanje, 2004.
11. Dr Danica Obradović, dr Branko Milutinović, dr Danica Ilić, dr Verica Božić-Krstić Kineziologija za 3 razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, peto izdanje, 2003.
12. Prim. dr Jelena Simeunović, prim. dr sci Predrag Zeković, Fizikalna terapija 1 za treći razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.

13. Prim. dr sci Predrag Zeković, dr Jelena Simeunović, Fizikalna terapija 2 za četvrti razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, sedmo izdanje, 2005.
14. D. Ristanović, J.Simonović, J.Vuković, R.Radovanović, Biofizika za studente medicine, Medicinske knjiga, Beograd, 1981.
15. S. Stanković, A. Kapor, M. Vesković (urednik - Slobodanka Stanković), Biofizika– III izdanje, Medicinski fakultet, Novi Sad, 1993.
16. Prof. dr Slobodanka Stanković, Fizika ljudskog organizma za studente medicinske fizike i medicine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet Departman za fiziku, Novi Sad 2006.
17. Dr Milena Pokrajac, dr Dragoljub Pavić, Farmaceutska hemija 1 i 2 za treći i četvrti razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, osmo izdanje, 2007.
18. Mr Ph. Ljiljana Vićentijević, Farmaceutska tehnologija 1 za drugi razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
19. Milenko Milošević, Vladislav Varagić, Farmakologija za drugi razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006.
20. Mr ph. Ljiljana Vićentijević, Farmaceutska tehnologija 2 za treći i četvrti razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.
21. Dr Dragomir Mladenović, dr Zorica Bogdanović, dr Aleksandra Mihailović, Akušerstvo sa negom za III razred, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.
22. Nedić Jovana, Pavlović Dragana, Zdravstvena nega u akušerstvu, priručnik, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
23. Zoran Komljenović, Tomislav Randđelović, Hirurgija sa negom 1 za III razred medicinske škole, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
24. Senka Mazić, Biljana Kovčić, Jadranka Marković, Estetska nega 1 za II razred medicinske škole, smer kozmetički tehničar, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, treće prerađeno izdanje, Beograd, 2006.
25. Senka Mazić, Sanja Mazić Radovanović, Mia Đujić, Nevenka Vujasinović, Estetska nega 2 za III razred medicinske i stručnih škola, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.
26. Senka Mazić, Sanja Mazić Radovanović, Milica Katančević, Estetska nega 3 za IV razred medicinske i stručnih škola, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.

27. mr Dejan Popović, Zbornik rešenih zadataka iz mehanike, Građevinska knjiga, Beograd, 1980.
28. Priručnik za samovrednovanje i vrednovanje rada škole, grupa autora, Prosvetni pregled, Beograd, 2005.
29. J. R. Cameron J.G.Skofronick, R.M., Physics of the body, Grant 2nd edition, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin, 1999.
30. G. B. Benedek, F.M.H.Villars, Physics with illustrative examples from medicine and biology eletricity and magnetisam, Biological Physics Series, 2nd editon, Springer, Verlag, New York-Berlin - Heidelberg, 2000.
31. Nenad Havelka, Bora Kuzmanović, Dragan Popadić, Metode i tehnike socijalnopsiholoških istraživanja, priručnik za vežbe iz socijalne psihologije I i socijalne psihologije II, Centar za primenjenu psihologiju Društva psihologa Srbije-Beograd 1998.
32. Општа група за развој на курикулуми, Phare – Фаре програма за реформа на средното стручно образование и обука во република Македонија, НАСТАВНА ПРОГРАМА ЗА ФИЗИКА, Скопје, мај 1999.
33. „Prosvetni pregled“ broj od 13. 3. 2008, strana 16. Konkurs za izbor članova Stručne komisije.
34. Zvonko Damnjanović, Zoran Stević, Goran Bogdanović, Vidoje Radosavljević, Zoran Stojković, XXVI Timočki medicinski dani - Zaječar, 25-26. maj 2007. TERMOVIZIJSKI SKENER
35. J.D. Cutnell and K.W. Johnson, John Wiley&Sons, PHYSICS, New York, 1995.
36. R. Wolfson and J.N. Pasachoff, PHYSICS with modern physics, Harper Collins, New York, 1995.

INTERNET ADRESE KOJIMA SAM PRISTUPILA

1. <http://www.mlinarska.hr> (pristupljeno 17.6.2008.)
2. <http://www.skolamedvinogradsk.hr> (pristupljeno 17.6.2008.)
3. <http://www.skola.msvrapce.hr> (pristupljeno 17.6.2008.)
4. <http://www.medskolazd.hr> (pristupljeno 28.5.2008.)
5. <http://www.ljubljana.medskolazd.hr> (pristupljeno 28.5.2008.)
6. <http://www.free.bft.cor>. (pristupljeno 28.5.2008.)
7. <http://www.sms.edub> (pristupljeno 25.8.2008.)
8. <http://www.ssmstsa.edub> (pristupljeno 1.6.2008.)
9. <http://www.szs.edu.ba>. (pristupljeno 25.8.2008.)
10. <http://www.srednjazdravstvenajubljana> (pristupljeno 28.5.2008.)
11. <http://www.uslugi.gov.mk>. (pristupljeno 25.8.2008.)
12. <http://www.dfee.gov.uk>. (pristupljeno 25.8.2008.)
13. <http://sr.wikipedia.org/sr-el/Termovizija> (pristupljeno 9.7.2009.)
14. <http://static.natinal.hr> (pristupljeno 12.9.2009.)
15. <http://www.termovizija.com> (pristupljeno 12.9.2009.)
16. <http://011info.com> (pristupljeno 12.9.2009.)
17. <http://www.fluke.co.uk> (pristupljeno 12.9.2009.)
18. <http://www.kostelgrad.hr> (pristupljeno 12.9.2009.)
19. <http://acord-speed.hr> (pristupljeno 12.9.2009.)
20. <http://www.sertis.it> (pristupljeno 12.9.2009.)

