

TRNAVSKÁ UNIVERZITA V TRNAVE
FAKULTA ZDRAVOTNÍCTVA A SOCIÁLNEJ PRÁCE



Recenzenti

doc. ing. Stanislava Blažičková, PhD.

RNDr. Mária Dubovská, PhD.

Návody na praktické cvičenia
z predmetu

BIOFYZIKA

doc. RNDr. Martina Horváthová, PhD.

Mgr. Zuzana Bárdyová, PhD.

© On-line vysokoškolské skriptá pre odbory Laboratórne vyšetrovacie metódy
a Verejné zdravotníctvo

© Katedra laboratórnych vyšetrovacích metód v zdravotníctve,
Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce, Trnavská univerzita v Trnave

ISBN 978-80-568-0042-3

OBSAH

Zoznam obrázkov.....	6
Zoznam tabuliek.....	7
Meranie tlaku krvi.....	9
Test kondície – ruffierova funkčná skúška.....	12
Meranie prúdenia krvi.....	15
Transkutánná elektrická nervová stimulácia (tens).....	17
Meranie povrchovej a telesnej teploty – termometria.....	19
Spirometria – meranie pľúcnych objemov a kapacít.....	23
Meranie funkčnosti zrkovového analyzátora, oftalmoskopia.....	27
Meranie funkčnosti sluchového analyzátora.....	31
Meranie hluku zvukomerom.....	33
Meranie osvetlenia pomocou luxmetra.....	37
Pozorovanie spektra svetelného zdroja spektroskopom.....	40
Meranie elektromagnetického poľa.....	45
Meranie ultrafialového žiarenia.....	47
Meranie vlhkosti vzduchu assmanovým aspiračným psychrometrom.....	50
Meranie prúdenia vzduchu hillovým katateplomerom a anemometrom....	54
Meranie ph roztokov.....	57
Meranie koncentrácie farebných roztokov.....	59
Meranie koncentrácie čírych látok pomocou refraktometra.....	58
Meranie koncentrácie opticky aktívnych látok polarimetrom.....	63
Meranie dávového príkonu od bodového žiariča gama.....	71
Prenosová charakteristika zosilňovača.....	74
Graf závislosti teplotnej zotrvačnosti termostatu od typu ohrievača.....	77
Použitá literatúra.....	80

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1. Princíp merania krvného tlaku	9
Obrázok 2. Miesta merania pomocou TENS	18
Obrázok 3. Body merania teploty kože pravej a ľavej ruky	21
Obrázok 4. Schéma spirometra zatvoreného systému	23
Obrázok 5. Spirometer otvoreného systému	24
Obrázok 6. Turbínový spiromete	24
Obrázok 7. Princíp Snellenovho optotypu	27
Obrázok 8. Graf perimetrie	30
Obrázok 9. Audiogram	32
Obrázok 10. Schéma hlukomera	33
Obrázok 11. Schéma lomu svetla na optickom hranole	40
Obrázok 12. Schéma spektroskopu	41
Obrázok 13. Schéma spektrofotometra	60
Obrázok 14. Vzor kalibračnej krivky	61
Obrázok 15. Schéma refraktometra	64
Obrázok 16. Vzor kalibračnej krivky	65
Obrázok 17. Schéma polarimetra	69
Obrázok 18. Schéma GM trubice	71
Obrázok 19. Schéma zapojenia zosilňovača	74
Obrázok 20. Prenosová charakteristika zosilňovača	75
Obrázok 21. Schéma zapojenia kontaktného teplomera v termostate	78
Obrázok 22. Graf tepelnej zotrvačnosti	79

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1.	Hodnoty krvného tlaku podľa WHO	11
Tabuľka 2.	Namerané hodnoty krvného tlaku	11
Tabuľka 3.	Vyhodnotenie Ruffierovho testu	13
Tabuľka 4.	Hodnoty optimálnej a maximálnej tepovej frekvencie podľa veku	14
Tabuľka 5.	Namerané hodnoty pre výpočet Ruffierovho Indexu	14
Tabuľka 6.	Hodnoty tepovej frekvencie	14
Tabuľka 7.	Výsledky merania	16
Tabuľka 8.	Výsledky merania pomocou TENS	18
Tabuľka 9.	Namerané hodnoty teploty kože pravej a ľavej ruky	21
Tabuľka 10.	Hodnoty teploty tela a prostredia	21
Tabuľka 11.	Výpočet daných parametrov	22
Tabuľka 12.	Základné charakteristiky vyšetrovaného	25
Tabuľka 13.	Namerané hodnoty dychových objemov a kapacít	26
Tabuľka 14.	Vyhodnotenie vízusu	29
Tabuľka 15.	Vyhodnotenie vízusu	29
Tabuľka 16.	Vyhodnotenie audiogramu	32
Tabuľka 17.	Korekcia pre výpočet hluku na pracovisku	34
Tabuľka 18.	Korekcia pre výpočet hluku vo vnútorných priestoroch nevýrobných budov	34
Tabuľka 19.	Najvyššie prípustné ekvivalentné hladiny hluku vo vonkajších priestoroch	35
Tabuľka 20.	Najvyššie prípustné hodnoty ekvivalentných hladín hluku v budovách	36
Tabuľka 21.	Výsledky merania zvukomerom	36
Tabuľka 22.	Výsledky merania hluku	36
Tabuľka 23.	Požiadavky na osvetlenie pracovných priestorov umelým osvetlením	38
Tabuľka 24.	Výsledky merania osvetlenia	38
Tabuľka 25.	Popis spektra podľa tvaru	42
Tabuľka 26.	Výsledky merania spektroskopom	42
Tabuľka 27.	Vlnová dĺžka svetla a farebný vnem	43
Tabuľka 28.	Tabuľka charakteristických spektrálnych čiar prvkov vo viditeľnej oblasti spektra	44
Tabuľka 29.	Namerané hodnoty	46

Tabuľka 30. Namerané hodnoty magnetickej indukcie v závislosti na vzdialenosti od zdroja	46
Tabuľka 31. Intenzita UV žiarenia podľa veľkosti UV indexu	48
Tabuľka 32. Výsledky merania	48
Tabuľka 33. Tabuľka na výpočet relatívnej vlhkosti vzduchu (%)	51
Tabuľka 34. Tabuľka na stanovenie rosného bodu	51
Tabuľka 35. Výsledky merania Assmanovým psychrometrom	53
Tabuľka 36. Optimálne hodnoty prúdenia vzduchu v uzavretom priestore	55
Tabuľka 37. Výsledky merania Hillovým katateplomerom	56
Tabuľka 38. Výsledky merania anemometrom	56
Tabuľka 39. Výsledky merania pH	58
Tabuľka 40. Výsledky merania spektrofotometrom	61
Tabuľka 41. Doplnkové farby absorbovaného svetla	62
Tabuľka 42. Prepočtová tabuľka % Brix na index lomu nD cukrového roztoku	66
Tabuľka 43. Výsledky merania refraktometrom	67
Tabuľka 44. Merná otáčavosť niektorých látok	70
Tabuľka 45. Výsledky merania polarimetrom	70
Tabuľka 46. Výsledky merania dávkového príkonu	73
Tabuľka 47. Výsledky merania	76
Tabuľka 48. Výsledky merania	79

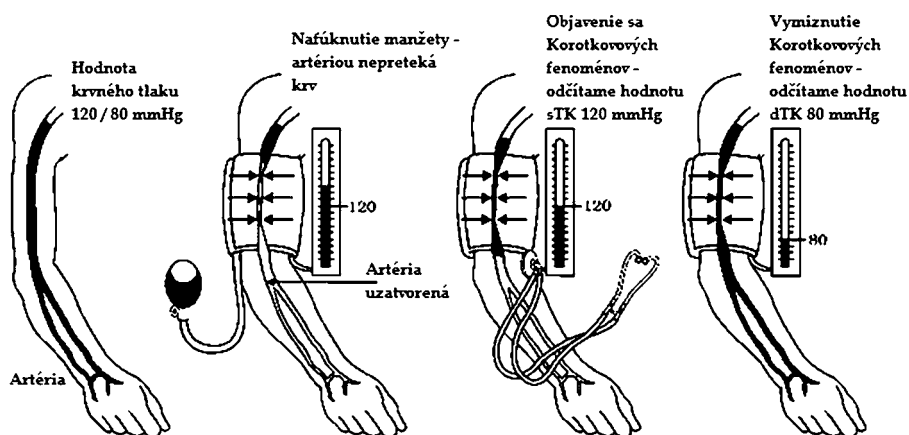
NÁZOV: MERANIE TLAKU KRVÍ

POMÔCKY A PRÍSTROJE: tlakomer, fonendoskop

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Do manžety založenej na ruke vo výške srdca sa vháňa vzduch balónikom s uzáverom a dochádza k nafúknutiu manžety na tlak, ktorý postačí na uzatvorenie tepny (vyšší ako je systolický krvný tlak). Nafúknutím manžety dochádza k stlačeniu artérie (a. brachialis, a. radialis). Pri vypúšťaní vzduchu tlak v manžete poklesne na hodnotu uzatvárajúcu tepnu a zúženým miestom začne pretekať krv. Prúdenie krvi je turbulentné, čo vedie k vzniku akustického chvenia krvi a stien ciev, ktoré je možné zachytiť pomocou fonendoskopu priloženého do lakťovej jamky ako tzv. Korotkovove fenomény (ozvy). V tomto momente je možné na manometri odčítať hodnotu systolického krvného tlaku (TK_s). Pri ďalšom vypúšťaní vzduchu je tep stále zreteľnejší, až dosiahne maximum, po ktorom zase klesá na hodnoty menej počuteľné, až vymizne v momente, keď vonkajší tlak nestačí na uzatvorenie tepny. V tomto momente sa odpočíta na manometri diastolický krvný tlak (TK_d) (Obrázok 1).

Krvný tlak sa zvyčajne meria na ľavom ramene, pričom manžeta sa nachádza na úrovni srdca asi 2 – 3 cm nad lakťovou jamkou. Ak sa nedodržia podmienky správneho merania krvného tlaku, namerané hodnoty nekorešpondujú so skutočnou hodnotou. Túto skutočnosť je možné overiť pomocou



Obrázok 1. Princíp merania krvného tlaku.

tlakovej diferencie, ktorá by nemala byť väčšia ako 10 jednotiek a môžeme ju vypočítať podľa vzťahu:

$$\text{tlaková diferencia} = TK_s - TK_d$$

Okrem systolického a diastolického krvného tlaku sa v praxi využíva stredný krvný tlak (STK), ktorý je definovaný ako stredná hodnota krvného tlaku počas jedného srdcového cyklu. Jeho hodnota vyjadruje perfúziu (prietok krvi) jednotlivých orgánov. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že stredný arteriálny tlak vyšší ako 60 mmHg je postačujúci na udržanie orgánov v činnosti a môžeme ho vypočítať podľa vzťahu:

$$STK = \frac{(TK_s + 2TK_d)}{3}$$

Pulzný tlak (PTK) predstavuje rozdiel medzi systolickým a diastolickým krvným tlakom. Pri vysokých hodnotách pulzného tlaku je možné predpokladať stratu elasticity, t.j. rigiditu (tvrdosť) aorty. Pulzný tlak môžeme vypočítať podľa vzťahu:

$$PTK = TK_s - TK_d$$

POSTUP MERANIA:

1. Pacient sedí v klude, lakeť má voľne opretý o podložku
2. Manžetu založíme na ľavé rameno vo výške srdca (2-3 cm nad laktovú jamku)
3. Do manžety vháňame vzduch balónikom s uzáverom (o 30 mmHg viac nad očakávanú hodnotu TK_s)
4. Do laktovej jamky umiestnime fonendoskop a následne začneme pomaly vypúšťať vzduch z manžety (rýchlosť cca 2-6 mm/s) a sledujeme Korotkovove ozvy
5. V momente objavenia sa Korotkovových oziev odpočítame hodnotu systolického TK
6. V momente vymiznutia oziev odpočítame hodnotu diastolického TK

ÚLOHA 1:

Určte hodnotu krvného tlaku spolužiakovi v daných polohách:

- Posediačky s lakťom opretým na podložke
- Postojačky s rukou nad hlavou
- Postojačky s pripaženou rukou

Do Tabuľky 2 zaznačte svoju hodnotu krvného tlaku a vypočítajte tlakovú diferenciu, stredný krvný tlak a pulzný tlak.

ÚLOHA 2:

Podľa tabuľky 1 posúďte svoju hodnotu krvného tlaku, ktorá bola nameraná poseďačky s laktom opretým o podložku.

Tabuľka 1. Hodnoty krvného tlaku podľa WHO.

	systolický tlak (mmHg)	diastolický tlak (mmHg)	riziko vzniku KVCH najbližších 10 rokov (%)
Optimálny	menej než 120	menej než 80	–
Normálny	120 – 129	80 – 84	–
vyšší normálny	130 – 139	85 – 89	menej než 15
mierna hypertenzia	140 – 159	90 – 99	15 – 20
stredná hypertenzia	160 – 179	100 – 109	20 – 30

VÝSLEDKY:

Tabuľka 2. Namerané hodnoty krvného tlaku.

Lavá ruka	Namerané hodnoty (mmHg)		Tlaková diferencia	Stredný krvný tlak	Pulzný tlak
	TK _s	TK _d			
Na podložke					
Pripažená					
Vzpažená					

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: TEST KONDÍCIE – RUFFIEROVA FUNKČNÁ SKÚŠKA

POMÔCKY A PRÍSTROJE: lekársky tlakomer, fonendoskop, stopky

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Tepová frekvencia (pulz) udáva počet úderov srdca za jednu minútu. Normálna tepová frekvencia je rôzna u každého človeka a závisí od viacerých faktorov ako sú napr. vek, stavba tela, kardiovaskulárne ochorenia, stupeň pohybovej aktivity, užívanie medikamentov, emócie atď. Čím je človek viac v správnej kondícii, tým je srdcová frekvencia nižšia, v dôsledku toho, že svaly myokardu pracujú efektívnejšie. Najjednoduchším miestom pre meranie pulzu je zápästie alebo strana krku. Pre správne meranie pulzu sa využívajú dva prsty a spočíta sa počet tepov za 60 sekúnd.

Pre dospelých vo veku nad 18 rokov sa normálna tepová frekvencia pohybuje v rozmedzí 60 až 100 tepov za minútu, v závislosti od fyzického stavu osoby a veku osoby. Fyzicky aktívni ľudia môžu mať tepovú frekvenciu nižšiu ako 60 tepov za minútu. Podľa American Heart Association je optimálna tepová frekvencia 50 – 69 % maximálnej tepovej frekvencie pri mierne intenzívnej aktivite. Naopak pri vyššej fyzickej aktivite to je asi 70% až 90% maximálnej tepovej frekvencie. Maximálnu tepovú frekvenciu je možné vypočítať podľa vzťahu:

$$t_{max} = 220 - vek$$
$$50 \% t_{max} = t_{max} \times 0,50$$
$$85 \% t_{max} = t_{max} \times 0,85$$

Funkčnosť kardiovaskulárneho systému je možné hodnotiť pomocou funkčných testov. K jedným najznámejším funkčným testom obehovej sústavy sa radí Ruffierov test, ktorý je definovaný ako submaximálny záťažový test obehovej sústavy. Týmto testom je možné stanovenie funkčného stavu kardiovaskulárneho systému ako aj pripravenosť organizmu k zaťaženiu. Test zahŕňa tri základné kroky. Prvým krokom je zaznamenanie pulzu vyšetrovaného v pokoji (P_1). Druhým krokom je uskutočnenie 30 drepov počas nasledujúcich 30 sekúnd, ktoré zvýšia pulzovú frekvenciu. Bezprostredne po uskutočnení fyzickej námahy je nutné opätovné zmeranie pulzu (P_2). Tretí krok zahŕňa meranie pulzu po 1 minúte, pričom v pokoji sa frekvencia tepu opäť vráti do pokojovej fázy (P_3).

(V prípade kardiovaskulárneho ochorenia vyšetrovaného, záťažový test nerobíť!)

Z nameraných hodnôt pulzovej frekvencie sa vypočíta Ruffierov index (I) podľa vzťahu:

$$I = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 - 200)}{10}$$

POSTUP MERANIA:

1. Po 5 minútach sedu v pokoji zmeriame vyšetrovanému krvný tlak (KT_1).
2. Na zápästí, poprípade na krku zmeriame pulzovú frekvenciu vyšetrovaného v pokoji (P_1) za 1 minútu.
3. Za 30 sekúnd vyšetrovaný uskutoční za sebou 30 hlbokých drepov s predpaženými rukami v drepe a ich pripažením v stojí. Frekvencia drepov je 1 drep za sekundu.
4. Ihneď po ukončení cvičenia (ešte v stojí) opäť zmeriame pulz (P_2) a krvný tlak (KT_2).
5. Vyšetrovaný oddychuje v sede 1 minútu a opäť odmeriame pulz (P_3) a krvný tlak (KT_3).
6. Vypočítame Ruffierov index (I)

ÚLOHA 1:

Vypočítajte Ruffierov index (tabuľka 5) a následne určite podľa priloženej tabuľky 3 svoj funkčný stav kardiovaskulárneho systému.

Tabuľka 3. Vyhodnotenie Ruffierovho testu.

Popis	Hodnota Ruffierovho indexu
Vynikajúci funkčný stav	Menej ako 0
Dobrý funkčný stav	0 – 5
Priemerný funkčný stav	5 – 10
Slabý funkčný stav	10 – 15
Veľmi zlý funkčný stav	Viac ako 15

ÚLOHA 2:

Vypočítajte svoju optimálnu tepovú frekvenciu (tabuľka 6) a výsledky porovnajte s hodnotami v tabuľke 4.

Tabuľka 4. Hodnoty optimálnej a maximálnej tepovej frekvencie podľa veku.

Vek	Optimálna tepová frekvencia (tep/minúta) 50 – 85 %	Maximálna tepová frekvencia (tep/minúta) 100 %
20 rokov	100 – 170	200
30 rokov	95 – 162	190
35 rokov	93 – 157	185
40 rokov	90 – 153	180
45 rokov	88 – 149	175
50 rokov	85 – 145	170
55 rokov	83 – 140	165
60 rokov	80 – 136	160
65 rokov	78 – 132	155
70 rokov	75 – 128	150

VÝSLEDKY:

Tabuľka 5. Namerané hodnoty pre výpočet Ruffierovho Indexu.

Hodnoty krvného tlaku a pulzu						
KT ₁ [mmHg]	KT ₂ [mmHg]	KT ₃ [mmHg]	P ₁ [min ⁻¹]	P ₂ [min ⁻¹]	P ₃ [min ⁻¹]	I

Tabuľka 6. Hodnoty tepovej frekvencie.

tepová frekvencia [pulz / minúta]		
t _{max}	50 % t _{max}	85 % t _{max}

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE PRÚDENIA KRVI

MATERIÁL A POMÔCKY: prístroj na meranie prúdenia krvi (VasoDop)

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Ultrazvukové vlnenie o frekvencií 4 MHz preniká do ľudského organizmu a umožňuje pozorovanie prúdenia krvi v hlbších vrstvách. Počas vyšetrenia prístroj vysiela prostredníctvom sondy do tela úzky ultrazvukový lúč s nízkou intenzitou, ktorý sa odráža od vnútorných, navzájom odlišných tkanív. Odrazené vlny sú detegované sondou. Keď sú vnútorné povrchy v pohybe, zmení sa frekvencia odrazeného signálu. Zmena sa nachádza vo frekvenčnom pásme, ktoré je počuteľné ľudským sluchom. Miera Dopplerovho posunu, teda výška akustického signálu je v priamej závislosti s rýchlosťou pohybu sledovanej štruktúry. Sledovaním výšky tónu je možné sledovať zmenu prietoku krvi počas jednej srdčej periódy. Vysoký tón znamená rýchly pohyb, hlboký tón pomalý pohyb a žiadny tón žiadny pohyb. Ostré, krátke signály signalizujú rýchly pohyb, vysoký odpor v žilách (t.j. zúženie, ktoré má za následok rýchle prúdenie) a pomalý kolísavý tón signalizuje uspokojivý stav krvného riečiska. Pre artériu je charakteristický silný pulzujúci zvuk a pre venu je charakteristický monotónny šum.

POSTUP MERANIA:

1. Pri vyšetrení prúdenia krvi veľmi opatrne priložíme sondu prístroja k sledovanej cieve, aby sa zbytočným tlakom nezmenil krvný prúd. (Medzi sondou a pokožkou však nemôže byť vzduchová medzera.) Sonda a sledovaná cieva zvierajú uhol cca 45°. Keď je sonda kolmo na cievu, môžeme sledovať len pohyb cievnej steny a pohyb krviniek nebude sledovateľný.
2. Po priložení sondy k pokožke stlačíme tlačidlo, ktoré sa nachádza na rukoväti sondy, čím prístroj zapneme. Tlačidlo držíme stlačené počas celého vyšetrenia a sledujeme zvukové signály. Hlasitosť nastavíme regulátorom hlasitosti.
3. Pred každým vyšetrením je potrebné čelo sondy očistiť a sterilizovať izopropyl alkoholom.

ÚLOHA 1:

Pozorujte prúdenie krvi na 5 rôznych miestach tela a popíšte signál (tabuľka 7)

VÝSLEDKY:

Tabuľka 7. Výsledky merania.

Miesto merania	Popis signálu

ZÁVER:

NÁZOV: TRANSKUTÁNNÁ ELEKTRICKÁ NERVOVÁ STIMULÁCIA (TENS)

MATERIÁL A POMÔCKY: prístroj na meranie transkutánnej elektrickej nervovej stimulácie (TENS AT1), elektródy

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Pod pojmom TENS (transkutánná elektrická stimulácia nervov) sa rozumie elektrické stimulovanie nervov cez pokožku.

Ide o metódu využívajúcu veľmi krátke elektrické impulzy, pomocou ktorých je možné selektívne dráždiť nervové vlákna, ktoré vedú motorické a senzitivné vzruchy.

Elektródy je možné upevniť na rôznych častiach tela, pričom elektrické impulzy nie sú škodlivé ani bolestivé. Pri určitých aplikáciách pacient pociťuje len jemné mravenčenie alebo vibrovanie. Elektrické impulzy vysielané do tkaniva ovplyvňujú prenos vzruchov v nervových vedeniach ako aj v nervových uzloch a svalových skupinách v oblasti aplikácie.


Nastavenie stupňa intenzity impulzov závisí individuálne od subjektívneho pocitu každého jedného používateľa a je určená množstvom veličín, ako sú miesto aplikácie, prekrvenie pokožky, hrúbka pokožky ako aj kvalita elektródového kontaktu. Nastavenie intenzity impulzu nesmie vyvolať pocity bolesti v mieste aplikácie.

(Vyšetrenie neuskutočňujú osoby s epilepsiou, tetániou!)

POSTUP MERANIA:

1. Z končatín odložíme všetky kovové predmety.
2. Miesto umiestnenia elektród dostatočne navlhčíte vodou a umiestnite elektródy na vybrané miesta (Obrázok 2).
3. Nastavte intenzitu na hodnotu vyvolania pocitu jemného mravenčenia alebo vibrovania. Hodnotu intenzity zapíšete do tabuľky.

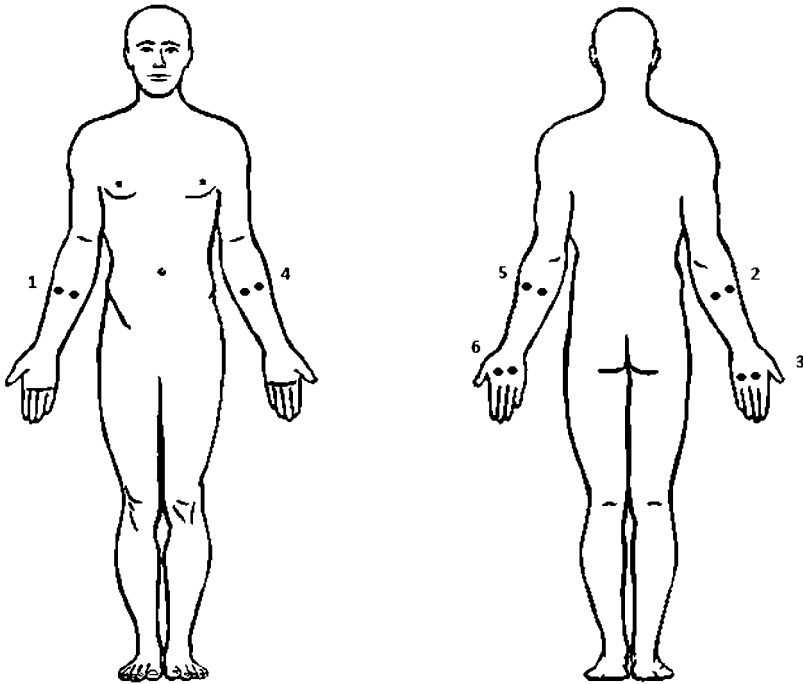
Vysvetlivky:

 *Vstupný prúd [mA]*

 *Frekvencia [Hz]*

ÚLOHA 1:

Stanovte hodnotu intenzity potrebnej na vyvolanie účinku TENS na 6 vybraných miestach končatiny (obrázok 2). Popíšte, či pri danej hodnote vstupného prúdu a frekvencie došlo k pocitu mravčenia alebo bolesti (tabuľka 8).



Obrázok 2. Miesta merania pomocou TENS.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 8. Výsledky merania pomocou TENS.

Miesto merania		Vstupný prúd [mA]	Frekvencia [Hz]	Vyvolaný pocit
Pravá ruka	1			
	2			
	3			
Ľavá ruka	4			
	5			
	6			

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE POVRCHOVEJ A TELESNEJ TEPLoty – TERMOMETRIA

MATERIÁL A POMÔCKY: Lekársky gálievový teplomer, kontaktný teplomer, teplomer na meranie teploty vzduchu, bezkontaktný teplomer

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Normálna vnútorná teplota v priebehu dňa pravidelne kolíše v rozmedzí medzi 0,5 – 0,8 °C. Najnižšia je v priebehu spánku, vyššia je v stave bdlosti a v pokoji, a stúpa s činnosťou organizmu. Medzi nižšou teplotou prostredia a vyššou teplotou tela sa utvára teplotný spád, ktorý sa dá zistiť meraním teploty tela v rozličných miestach.

Teplota vnútorných orgánov tela je najvyššia, teplota tkanív postupne smerom k povrchu tela klesá a teplota kože sa ustáli takmer na úrovni teploty prostredia, tým sa znižia straty na minimum. Najvyššie teploty sú pri rektálnom meraní a najnižšie pri axilárnom. Normálny rozsah teploty pri rektálnom meraní je 36,2 – 37,7 °C. Pri orálnom meraní (líce, jazyk) sú teploty o 0,3 – 0,8 °C nižšie a axilárnom meraní sú o 0,5 až 1,5 nižšie ako pri rektálnom. Za najlepšie definovanú teplotu telového obalu sa považuje teplota kože. Kožná teplota na rôznych častiach tela je odlišná – distálne časti tela majú nižšiu teplotu, chrbát a čelo majú vyššiu kožnú teplotu.

V medicíne sa telesná teplota tela meria digitálnym teplomerom alebo bezkontaktným teplomerom. Do roku 2009 sa využíval klasický ortuťový teplomer, avšak pre toxicitu ortute bola ortuť zakázaná a nahradená gáliom alebo iným liehom, pričom princíp zostáva rovnaký. Lekársky teplomer má stupnicu od 35 °C do 42 °C delenú po desatinách stupňa. Dôležitým prvkom lekárskeho gálieveho teplomera je „krčok“ uzatvárajúci rezervoár gália pred ústím do kapiláry. Toto zúženie prierezu kapiláry má za úlohu udržať maximálnu dosiahnutú teplotu t_2 . Pri poklese teploty, zúženie kapiláry spôsobí „odtrhnutie“ gálieveho stĺpca od gália v rezervoári, a tak uchová výšku stĺpca zodpovedajúceho nameranej maximálnej teplote, pokiaľ sa gálieum mechanicky nestrasie späť do rezervoára. Ďalším typom lekárskeho teplomerov sú tzv. rýchlobežky, ktoré slúžia na meranie teploty tela novorodencov v rekte, pričom hlavnou nevýhodou je, že gálievový stĺpec rýchlo klesá dôsledkom toho, že na teplomere sa nenachádza zúženie, ktoré spôsobuje odtrhnutie gálieveho stĺpca od gália v rezervoári.

Najnovším typom lekárskeho teplomera je infračervený teplomer, ktorý je určený na bezkontaktné meranie teploty tela. Pracuje na princípe Planckovho vyžarovacieho zákona. Pracuje v infračervenej oblasti elektromagnetického spektra.

Na meranie teploty ovzdušia sa využíva kvapalinový – liehový teplomer. Princípom merania je teplotné rozťahnutie teplomernej kvapaliny. Povrchovú teplotu tela je možné merať kontaktným teplomerom a vyjadrujeme ju formou „teplotných spádov“, z ktorých môžeme posudzovať aj prekrvenie meranej oblasti.

Z nameraných hodnôt teploty v miestnosti t_m , telesnej teploty v axile t_1 , telesnej teploty bezkontaktným teplomerom t_2 a strednej teplotnej úrovne tela meranej na koži t_{ks} môžeme určiť teplotné spády (vonkajší a vnútorný teplotný spád):

Strednú teplotu t_{ks} vypočítame podľa vzťahu:

$$t_{ks} = \frac{(t_{kmax} + t_{kmin})}{2} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Vonkajší teplotný spád vypočítame podľa vzťahu:

$$\Delta t_{von} = t_{ks} - t_m$$

Vnútorný teplotný spád vypočítame podľa vzťahu:

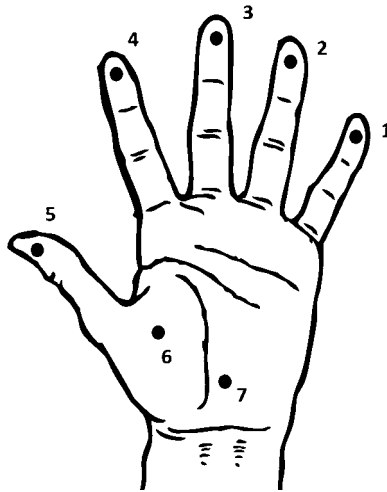
$$\Delta t_{vnut} = t_1 - t_{ks}$$

POSTUP MERANIA:

1. Na čele zmeriame telesnú teplotu vyšetrovaného t_1 lekárske bezkontaktným teplomerom, teplotu t_2 v axile lekárske gáliovým teplomerom a liehovým teplomerom teplotu vzduchu v miestnosti t_m
2. Kontaktným teplomerom zmeriame povrchovú teplotu kože t_k na viacerých bodoch na dlani pravej (t_{kp}) a ľavej ruky (t_{kl}).
3. Vypočítame strednú teplotnú úroveň ruky, vonkajší a vnútorný teplotný spád

ÚLOHA 1.

Zmerajte jednotlivými druhmi teplomerov teplotu tela a kontaktným teplomerom zmerajte teplotu kože pravej a ľavej ruky na bodoch zaznačených v obrázku 3.



Obrázok 3. Body merania teploty kože pravej a ľavej ruky.

ÚLOHA 2.

Vypočítajte strednú teplotnú úroveň pravej a ľavej ruky, vonkajší a vnútorný teplotný spád pravej a ľavej ruky (tabuľky 9 - 11).

VÝSLEDKY:

Tabuľka 9. Namerané hodnoty teploty kože pravej a ľavej ruky.

číslo	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
t_{kp}							
t_{kt}							

Tabuľka 10. Hodnoty teploty tela a prostredia.

teplota miestnosti t_m [°C] (liehový teplomer)	teplota tela t_1 [°C] (gálieový teplomer)	teplota tela t_2 [°C] (bezkontaktný teplomer)

Tabuľka 11. Výpočet daných parametrov.

Parameter	Pravá ruka	Ľavá ruka
stredná teplotná úroveň t_{ks} [°C]		
vnútorný teplotný spád Δt_{vnut} [°C]		
vonkajší teplotný spád Δt_{von} [°C]		
pomer vonkajšieho a vnútorného teplotného spádu $\Delta t_{von}/\Delta t_{vnut}$ [°C]		

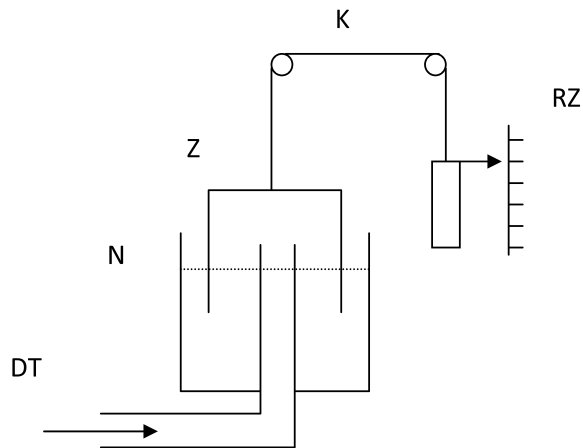
ZÁVER:

NÁZOV: SPIROMETRIA – MERANIE PLŮCNYCH OBJEMOV A KAPACÍT

MATERIÁL A POMÔCKY: spirometer zatvoreného a otvoreného systému

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

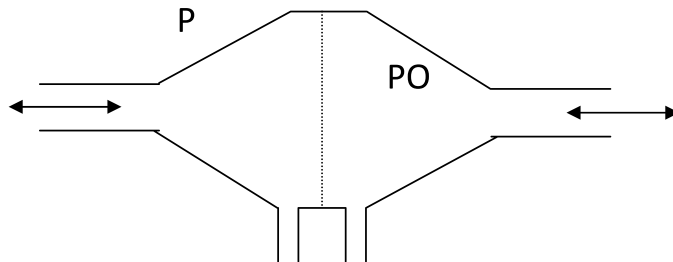
Spirometer zatvoreného systému pracuje na princípe posúvania objemov vzduchu z pľúc do spirometra a opačne. Pohybovou súčasťou spirometra je spirometrický zvon, ktorý je ponorený do nádoby s vodou. Nad hladinu vody ústi trubica, na ktorú je hermeticky pripojený pacient. Spirometrický zvon je pomocou kladiek spojený so závažím, na ktoré je upevnený zapisovač. Výchylka zaznamenaná zapisovačom je priamoúmerná objemu vzduchu, ktorý pacient vydýchol (obrázok 4).



Legenda: DT – dýchacia trubica, N – nádoba spirometra s vodou, RZ – registračné zariadenie (závažie, stupnica), Z – spirometrický zvon, K – kladky

Obrázok 4. Schéma spirometra zatvoreného systému.

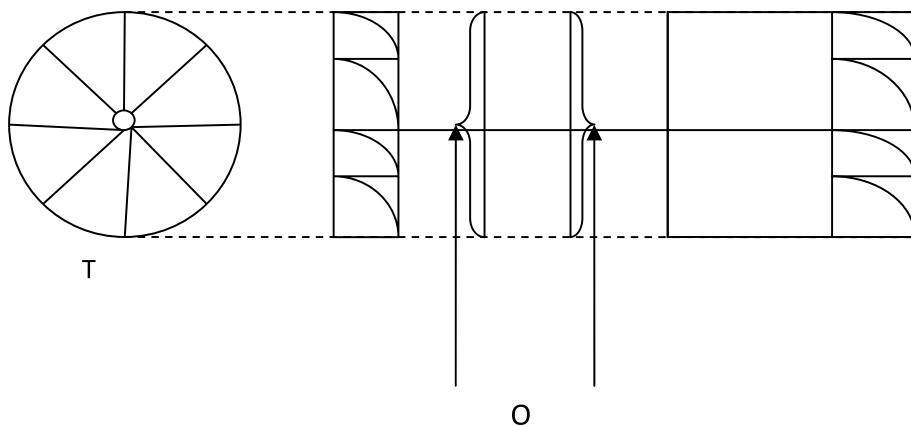
Poznáme dva základné typy spirometra otvoreného systému. Prvý typ spirometra otvoreného systému pracuje napríklad na princípe tlakového rozdielu na pneumatickom odpore umiestnenom v dychovej trubici. Pneumatický odpor predstavuje jemná hustá kovová sieťka, ktorá je vyhrievaná na teplotu ľudského tela, aby na nej nedošlo k zrážaniu vodných pár. Po oboch stranách sieťky sú snímané zmeny tlaku tzv. prietokovým snímačom. Rozdiel tlaku na vstupe a výstupe pneumatického odporu je úmerný prietoku plynu trubicou (obrázok 5).



Legenda: P – prietokový snímač, PO – pneumatický odpor

Obrázok 5. Spirometer otvoreného systému.

Druhým typom spirometra otvoreného systému sú tzv. turbínové spirometre, ktoré merajú rotáciu turbíny. Čím je tok vydychovaného vzduchu väčší, tým sa turbínaspirometra rýchlejšie otáča. V spirometri sa nachádza detektorsvetla, ktorý slúži na detekciu rýchlosti, ktorou je prerušované svetlo vyžarované zo svetelného zdroja prechodom cez turbínu. Následne je možné vyhodnotiť informačný tok. Výsledky turbínového spirometra sú spoľahlivé s možnosťou opakovania, a zároveň nie je nutná kalibrácia ani termostat. Prostredníctvom turbínového spirometra je možné stanoviť viaceré druhy dychových objemov a kapacít (obrázok 6).



Legenda: O – os otáčania so zdrojom a senzorom svetla, T – turbína

Obrázok 6. Turbínový spirometer.

POSTUP MERANIA:

Spirometer zatvoreného systému

1. Pacient sa maximálne usilovne nadýchne mimo dýchacej trubice, obopne perami trubicu spirometra a vydýchne maximálnym usilovným výdychom vzduch do trubice
3. Spirometer zaznamená danú vitálnu kapacitu pľúc

Spirometer otvoreného systému

1. Na spirometri sa nastaví základné charakteristiky vyšetřovaného (vek, výška, váha, pohlavie)
2. Vyšetřovaný si chytí nos, obopne perami trubicu spirometra a pomaly plynulo dýcha cez trubicu
3. Po pokyne sa pacient cez trubicu spirometra maximálne usilovne nadýchne a následne rýchlo vydýchne maximálnym usilovným výdychom vzduch do trubice
4. Vyšetřovaný opäť plynulo dýcha cez trubicu spirometra a následne opäť uskutoční maximálny hlboký nádych a výdych
5. Postup sa opakuje do znamenia spirometra, ktorý výsledky vyhodnotí

ÚLOHA:

Zistite svoje dýchacie objemy a výsledky zaznamenajte do tabuľky 12 a 13.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 12. Základné charakteristiky vyšetřovaného.

Základné charakteristiky		
Vek	Výška (cm)	Váha (kg)

Tabuľka 13. Namerané hodnoty dychových objemov a kapacít.

Parametre	BTPS	Predikované	Namerané	Predikované %
<i>FEV6</i>	L			
<i>FVC</i>	L			
<i>FEV1</i>	L			
<i>FEV1/FVC</i>	%			
<i>PEF</i>	L/s			
<i>FEF2575</i>	L/s			
<i>ELA</i>	Vek			
<i>FIVC</i>	L			
Interpretácia hodnôt:				

Legenda:

- BTPS* – index prepočtu podľa teploty a tlaku
FVC – Usilovná vitálna kapacita (L)
FEV1 – Usilovný vydýchnutý objem v 1. sekunde (L)
FEV1/FVC – $FEV1/FVC \times 100$ (%)
PEF – Maximálny výdychový prietok (L/s)
FEV6 – usilovný vydýchnutý objem v počiatočných 6 sekundách (L)
FEF2575 – Priemerný prietok medzi 25% a 75% FVC (L/s)
ELA – Odhad veku pľúc (rok)
FIVC – Usilovná nádychová vitálna kapacita (L)

ZÁVER:

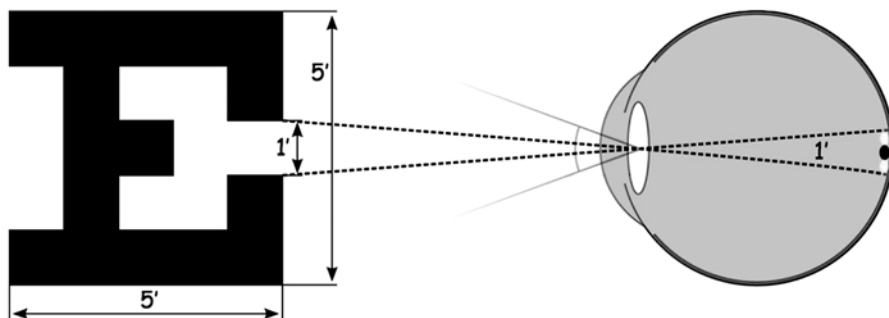
NÁZOV: MERANIE FUNKČNOSTI ZRAKOVÉHO ANALYZÁTORA, OFTALMOSKOPIA

MATERIÁL A POMÔCKY: Snellenov optotyp, perimeter

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Meranie centrálného zrakového videnia - Hodnotenie zrakovej ostrosti

Na hodnotenie zrakovej ostrosti sa využívajú optotypy. Najčastejšie používanými optotypmi sú tzv. Snellenove optotypy. Optotypy sa vyrábajú najmä pre pozorovacie vzdialenosti 4,5m a 6m. Snellenov optotyp je zhotovený tak, že veľkosť celého obrazca (čísllice alebo písmena) je z danej vzdialenosti viditeľná pod zorným uhlom 5 minút a detail obrazca je viditeľný pod uhlom 1 minúty (obrázok 7). Poznáme optotypy tlačené, svetelné, projekčné a optotypy do blízka a do ďaleka.



Obrázok 7. Princíp Snellenovho optotypu.

Zrakovú ostrosť vyjadruje vízus. Vízus predstavuje zlomok, v ktorom v čitateli je pozorovacia vzdialenosť v metroch d (m) a v menovateli číslo riadky správne rozlíšeného obrazca D (číslo riadka hovorí o vzdialenosti, z akej by mal byť daný znak dobre rozoznatelný). Obrazy pozorovaných predmetov vznikajú v sietnici.

Meranie periférneho zrakového videnia

Na hodnotenie periférneho videnia sa využíva perimeter, ktorý slúži na zmapovanie zorného uhla. Perimetria sa delí na kinetickú, statickú a počítačovú.

Kinetická perimetria sa uskutočňuje na tzv. Försterovom oblúkovom perimetri, Kugelovom alebo Goldmanovom svetelnom oblúkovom perimetri, ktorého princíp spočíva v tom, že po jeho vnútornej ploche sa posúva vyšetrovacía značka rôznej veľkosti a farby, pričom sa do grafu (obrázok 8) zaznamenáva miesto, na ktorom vyšetrovaný spozoroval pohyb značky. Vyšetrenie sa uskutočňuje v rôznych meridiánoch, do ktorých sa oblúk prístroja natáča.

Pri statickej perimetrii je svetelný podnet veľmi malý a na rovnakom mieste pôsobí krátky časový interval, pričom sa mení jeho intenzita.

Počítačová perimetria využíva prístroje oblúkovitého tvaru s polomerom 33 cm, pozadie je štandardne osvetlené a svetelné stimuly majú štandardnú intenzitu. Aby bolo možné stanovenie prahu citlivosti sú náhodne na vnútornú plochu prístroja vysielané svetelné impulzy, takým spôsobom, aby nedošlo k ovplyvneniu adaptácie sietnice. Pacient následne ohlásí vyvolaný vnem stlačením tlačidla.

POSTUP MERANIA:

Hodnotenie zrakovej ostroti

1. Vyšetrovaný stojí 6m od Snellenovho optotypu a jednou rukou si zakryje jedno oko
2. Vyšetrovateľ ukazuje striedavo znaky na optotype od najväčšieho po najmenší
3. Vyšetrovaný hovorí o aký znak ide, ak zle prečíta, prejdeme o riadok vyššie
4. Zapišeme vzdialenosť a číslo celého správne prečítaného riadku a vypočítame vízus
5. Postup opakujeme pre pravé aj ľavé oko a podľa tabuľky 14 vyhodnotíme

Hodnotenie periférneho videnia

1. Vyšetrovaný si priloží pod oko perimenter, druhou rukou si zakryje druhé oko a vyšetrovaným okom sa stále pozerá na bielu značku na perimetri.
2. Vyšetrovateľ farebným ukazovákou prechádza po vnútornej osi perimetra
3. Keď vyšetrovaný zbadá farebný ukazovák a rozlíši farbu, odčítame z osi perimetra hodnotu a znázorníme ju do plánika
4. Postup opakujeme pre pravé aj ľavé oko

ÚLOHA 1:

Vypočítajte vízus pravého a ľavého oka, výsledky vyhodnotte podľa tabuľky 14 a zaznačte do tabuľky 15.

Tabuľka 14. Vyhodnotenie vízusu.

VÍZUS	
Zlomok	Hodnotenie
6/3	Vynikajúci
6/4	veľmi dobrý
6/6	Dostatočný
6/9	Znížený
6/12	
6/18	veľmi znížený
6/24	
6/36	
6/60	

ÚLOHA 2:

Zhodnotte svoje periférne videnie. Do predznačeného grafu (obrázok 8) zaznačte 12 hodnôt v rôznych smeroch a uhloch (6 pre ľavé oko a 6 pre pravé oko)

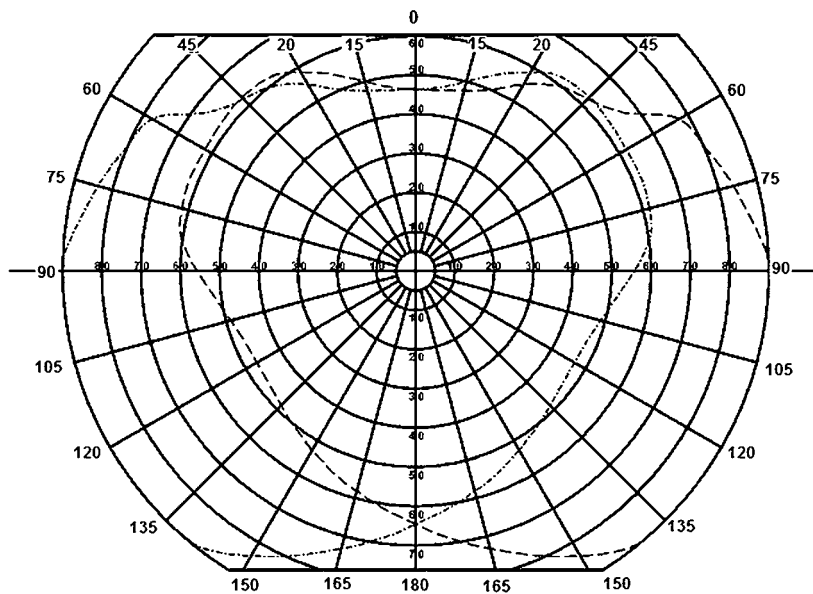
VÝSLEDKY:**Tabuľka 15.** Vyhodnotenie vízusu.

Hodnota				
	d [m]	D	d/D	Vyhodnotenie
Pravé oko				
Ľavé oko				

Výpočet:

Kugel-
Perimeter R/L

Vysvetlivky: P : x P L
 L : o L L



Obrázok 8. Graf perimetrie.

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE FUNKČNOSTI SLUCHOVÉHO ANALYZÁTORA

MATERIÁL A POMÔCKY: audiometer s príslušenstvom

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Zvuk je charakterizovaný ako mechanické vlnenie častíc pružného prostredia, šíri sa vo vlnách. Frekvencia zvukových vln sa meria v Herzoch (Hz) a hlasitosť v decibeloch (dB). Frekvencia počuteľná pre ľudské ucho je 16 – 20tisíc Hz. Podstatou merania funkčnosti sluchového analyzátoru je spôsob vnímania zvuku v Cortiho orgáne vnútorného ucha. Keď sa do priestoru vnútorného ucha privedie akustické vlnenie, dochádza k presunu mechanickej energie z tzv. perilymfy a k jej rozkmitaniu. Zvukové vlnenie sa do Cortiho orgánu privádza dvoma spôsobmi – vzdušné vedenie a kostné vedenie. Audiometer sa využíva na stanovenie sluchového prahu pre jednotlivé tóny. Sluchový prach sa bežne vyšetruje vo frekvenciách 125, 250, 500, 1000, 4000 a 8000Hz. Vyšetrenie sa začína na uchu, ktorým sa slabšie počuje.

POSTUP MERANIA:

1. Vyšetrovaný si nasadí na uši slúchadlá
2. Vyšetrojúci postupne mení frekvencie (250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz) prepínačom
3. Pri každej frekvencii vyšetrojúci plynulo mení hlasitosť od – 10 dB po hodnotu hlasitosti, až kým vyšetrovaný nesignalizuje, že tón počuje.
4. Namerané hodnoty sa zaznamenajú do audiogramu a vyhodnotia sa
5. Postup sa zopakuje pre ľavé aj pravé ucho

ÚLOHA 1:

Zistite, pri akej intenzite (dB) počujete dané frekvencie (250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000Hz) pre pravé a ľavé ucho. Výsledky zaznačte do audiogramu (obrázok 9)

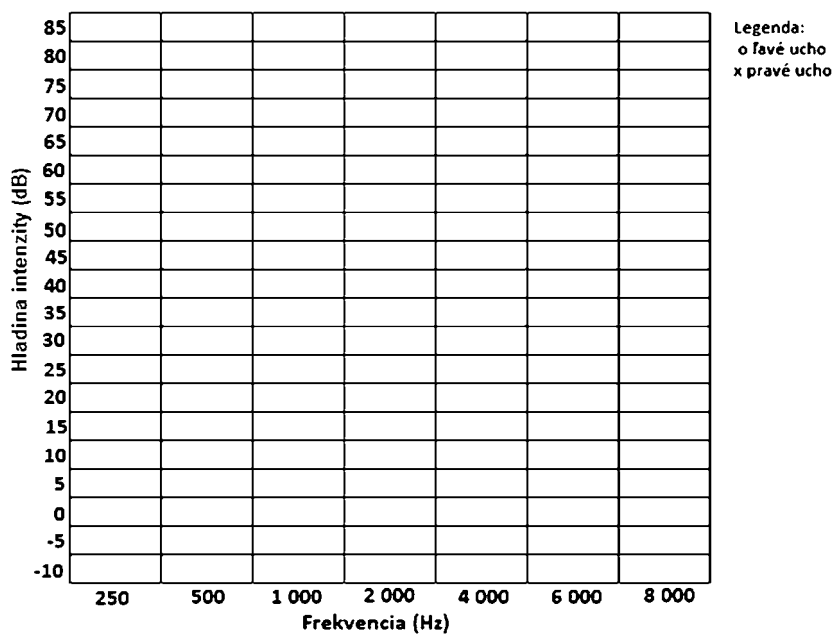
ÚLOHA 2:

Výsledky audiometrie vyhodnotte podľa tabuľky 16.

Tabuľka 16. Vyhodnotenie audiogramu.

Hodnotenie	Hlasitosť (dB)
Zdravý sluch	25 a menej
Lahká strata sluchu	25 – 40
Stredná strata sluchu	40 – 55
Stredne ťažká strata sluchu	50 – 70
Ťažká strata sluchu	70 – 90
Úplná strata sluchu	90 a viac

VÝSLEDKY:



Obrázok 9. Audiogram.

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE HLUKU ZVUKOMEROM

MATERIÁL A POMÔCKY: zvukomer

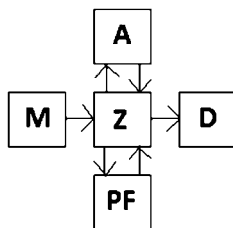
PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Zvuk možno definovať ako mechanické chvenie častíc pružného prostredia, ktoré sa postupným prenosom kmitavého pohybu šíri prostredím konštantnou rýchlosťou ako vlnenie. Náhodne a nepravidelne kmitajúce telesá vyvolávajú nepravidelné zvukové vlnenie, ktoré vnímame ako hluk. Ako zdroj zvuku vzbudzuje vlnenie, ktorého priebeh sa periodicky opakuje, nadobúda zvuk charakter tónu. Každý tón je charakterizovaný svojím zafarbením, výškou a intenzitou. Pre porovnanie intenzít dvoch alebo viacerých zvukov bol zavedený pojem hladina intenzity. Je to logaritmus podielu určitej intenzity a referenčnej hodnoty intenzity. Jej jednotkou je Bel.

$$L = 10 \log I / I_0 \text{ (dB)}$$

Hluk možno merať metódou nepriamou, napr. záznam na magnetofón a následná analýza v laboratóriu, alebo priamo – zvukomerom. Zvukomer sa skladá z troch základných častí: zosilňovača, ku ktorému sa pripájajú pásmové filtre (PF) pre hodnotenie frekvenčných zložiek hluku, mikrofónu s guľovou charakteristikou, a displeja, kde odčítajme hodnotu intenzity priamo v dB (obrázok 10).

Pri posudzovaní škodlivých účinkov hluku na ľudský organizmus sa najčastejšie používa váhový filter A, jeho krivka sa najviac približuje škodlivým účinkom hluku na sluch. Váhové filtre sú zabudované priamo v zvukomeroch.



Legenda: Z – zosilňovač, M – mikrofón, D – display

Obrázok 10. Schéma hlukomera.

POSTUP MERANIA:

1. Na prístroji nastavíme rozsah podľa predpokladaného hluku na príslušnom stanovišti
2. Na každom stanovišti odčítame 5 hodnôt s časovou konštantou 20 s, ktoré zaznačíme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu

ÚLOHA 1:

Zmerajte veľkosť hluku na 5 rôznych stanovištiach (tabuľka 21), vypočítajte priemernú hodnotu a stanovte korekciu podľa druhu činnosti (tabuľka 17) a podľa druhu miestnosti (tabuľka 18).

Tabuľka 17. Korekcia pre výpočet hluku na pracovisku.

Kategória	Druh činnosti	Nároky	Korekcia (dB)
I.	Práca koncepčná s prevahou tvorivého myslenia vyžadujúca mimoriadne tiché pracovné prostredie		-40
II.	Duševná práca veľmi náročná a zložitá spojená s mimoriadnou zodpovednosťou a sústredením	Mimoriadne Bežné	-35 -30
III.	Duševná práca vyžadujúca značnú pozornosť, sústredenosť, s možnosťou dorozumenia rečou	Mimoriadne Bežné	-25 -20
IV.	Duševná práca rutínnej povahy so sledovaním a kontrolou sluchom	Mimoriadne Bežné	-15 -10
V.	Fyzická práca náročná na presnosť a sústredenie, občasná kontrola sluchom		-5
VI.	Fyzická práca bez nárokov na duševné sústredenie, sledovanie a kontrola sluchom a dorozumievane rečou		0
VII.	Fyzická práca bez zvláštnych nárokov na duševnú a zmyslovú činnosť – vo zvlášť odôvodnených prípadoch		+ 5

Tabuľka 18. Korekcia pre výpočet hluku vo vnútorných priestoroch nevýrobných budov

Druh miestnosti	Korekcia (dB)
Nemocničné izby	-5
Operačné sály	-5
Obytné miestnosti, hotelové izby	0
Lekárske ordinácie, čítárne	0
Prednáškové siene, posluchárne	+ 5
Konferenčné miestnosti, súdne siene	+ 10
Kultúrne zariadenia, kaviarne, reštaurácie	+ 15
Športové haly, predajne	+ 20

ÚLOHA 2:

Vypočítajte najvyššiu prípustnú ekvivalentnú hladinu hluku a určte, či je dané stanovište vhodné na vykonávaný druh činnosti (tabuľka 21) podľa vzťahu:

$$L_A = L_{AZ} + \text{korekcia}$$

kde L_A je najvyššia prípustná ekvivalentná hladina hluku, L_{AZ} je základná hodnota ekvivalentnej hladiny hluku, pričom platí:

L_{AZ} pre pracovné prostredie: 85 dB

L_{AZ} pre vnútorné prostredie nevýrobných budov: 40 dB

L_{AZ} pre prostredie vo vnútri dopravných prostriedkov: 80 dB

L_{AZ} pre vonkajšie priestory: 50 dB

ÚLOHA 3.

Porovnajte nami nameranú priemernú hodnotu hluku jednotlivých stanovišť s najvyššou prípustnou hodnotou hluku odporúčanou smernicou (tabuľka 19, 20). Výsledky zaznačte do tabuľky 22.

Tabuľka 19. Najvyššie prípustné ekvivalentné hladiny hluku vo vonkajších priestoroch.

Kategória	Objekty a územia	Najvyššie prípustné hodnoty (dB)			
		Hluk z dopravy		Hluk z iných zdrojov	
		Denný čas	Nočný čas	Denný čas	Nočný čas
I.	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. veľké kúpeľné a liečebné areály	45	35	40	35
II.	Vonkajší priestor v obytnom území. Priestor pred oknami chránených miestností školských budov a viacpodlažných budov. Rekreačné územia, územia nemocníc a územia iných budov vyžadujúcich tiché prostredie	50	40	5	40
III.	Vonkajší priestor v obytnom území v okolí diaľnic, letísk, ciest I. a II. triedy, zberných mestských komunikácií a hlavných železničných ťahov	60 50	50 40		
IV	Výrobné zóny, areály závodov, územie v okolí diaľnic, letísk, ciest I. a II. triedy a hlavných železničných ťahov, všetko bez obytnej funkcie	70	70		

Tabuľka 20. Najvyššie prípustné hodnoty ekvivalentných hladín hluku v budovách.

Druh chráneného priestoru	Najvyššia prípustná hodnota (dB)	
	Denný čas	Nočný čas
Nemocničné izby	35	35
Operačné sály, špecializované lekárske vyšetrovne, hľadiská divadiel	35	35
Obytné miestnosti, hotelové izby, ubytovne	40	30
Prednáškové sály, zasadačky, učebne, posluchárne, čítárne, študovne, súdne siene, ordinácie	40	40
Miestnosti pre styk s verejnosťou, kultúrne strediská, konferenčné miestnosti	45	45
Reštaurácie, školské dielne	50	50
Čakárne, vestibuly, predajne, herne	55	55
Nenáročné prostredie na rozhovor, telocvične, športové haly	60	60

VÝSLEDKY:**Tabuľka 21.** Výsledky merania zvukomerom.

Por. číslo	názov stanovišťa	Meranie (dB)					korekcia	dB		spĺňa/nespĺňa
		L1	L2	L3	L4	L5		Priemer L	L _{AZ}	
1										
2										
3										
4										
5										

Tabuľka 22. Výsledky merania hluku.

Por. číslo	L (dB)	Najvyššia prípustná hodnota hluku odporúčaná smernicou

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE OSVETLENIA POMOCOU LUXMETRA

MATERIÁL A POMÔCKY: luxmeter

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Snímacím senzorom luxmetra je fotočlánok. Fotočlánok pracuje na princípe vonkajšieho fotoefektu. Skladá sa z vákuovanej sklenenej banky, v ktorej sú umiestnené fotokatóda a anóda. Fotokatóda sa nachádza na vnútornej strane banky oproti vstupnému otvoru svetla vonkajšieho zdroja. Anóda je umiestnená v strede banky a pripojená na kladný pól jednosmerného zdroja cez pracovný odpor R . Fotokatóda je pripojená na záporný pól. Pri dopade svetla na fotokatódu emituje fotokatóda na základe vonkajšieho fotoefektu elektróny a tie sú priťahované k anóde. Elektrický okruh je fotobunkou uzavretý a pracovným odporom tečie elektrický prúd. Na pracovnom odpore vzniká výstupné elektrické napätie, ktoré spúšťa ďalšie elektrické okruhy.

Pri hodnotení podmienok pracovného prostredia sa používa veličina osvetlenie. Jej jednotkou je lux (lx). Intenzitu osvetlenia meriame luxmetrom a vyjadrujeme priamo v luxoch. Interiér môže byť osvetlený svetlom denným, umelým alebo oboma súčasne (združené osvetlenie). Intenzitu umelého osvetlenia meriame na všetkých pracovných plochách (priestor sa rozdelí na štvorce o strane 1m a intenzita sa meria uprostred štvorcov vo výške pracovnej roviny – 0,85m). Z nameraných hodnôt sa určuje:

- Priemerná osvetlenosť (E_p) ako aritmetický priemer jednotlivých nameraných hodnôt
- Minimálna osvetlenosť (E_{\min}) ako najnižšia hodnota osvetlenosti v rozsahu pracovnej plochy
- Maximálna osvetlenosť (E_{\max}) ako najvyššia hodnota osvetlenosti v rozsahu pracovnej plochy
- Rovnomernosť osvetlenia ako pomer minimálnej a maximálnej osvetlenosti v rozsahu pracovnej plochy ($E_{\min} : E_{\max}$).

Na objektivizáciu osvetlenia je možné vypočítať činiteľa dennej osvetlenosti D , ktorý sa udáva v %. D je charakterizovaný ako pomer osvetlenia E v danom bode danej roviny vo vnútornom priestore k súčasnému porovnávaciemu osvetleniu E_h vonkajšej nezatienenej vodorovnej roviny. D je možné vyjadriť vzťahom:

$$D = \frac{E}{E_h} (\%)$$

POSTUP:

1. Prístroj zapneme stlačením tlačidla „ON“
2. Odstránime kryt zo senzora
3. Podržíme senzor rukou oproti meranému zdroju osvetlenia, na displeji sa zobrazí meraná hodnota
4. Na každom stanovišti odčítame 5 hodnôt s časovou konštantou 20 s, ktoré zaznačíme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu

ÚLOHA 1:

Určite hodnotu vnútorného osvetlenia 5 rôznych stanovišť a zhodnoťte, či osvetlenie daného miesta zodpovedá triede vykonávanej práce podľa Tabuľky 23. Výsledky zaznačte do tabuľky 24.

Tabuľka 23. Požiadavky na osvetlenie pracovných priestorov umelým osvetlením.

Typ miestnosti, úlohy alebo činnosti	Priemerná hodnota osvetlenia (lx)
Uličky bez obsluhy	20
Kryté nástupištia a podzemné dráhy pre cestujúcich (podchody)	50
Komunikačné priestory, chodby, sklady na učebné pomôcky, oddychové miestnosti, Skladištia a zásobárne	100
Schodiská, eskalátory, pohyblivé chodníky, nakladacie rampy, Uličky s obsluhou, kontrolné stanovištia	150
Vstupné haly, študentské spoločné miestnosti a miestnosti na zhromažďovanie, knižnice (police na knihy), školské jedálne, bufety, kuchynky, šatne, umývárne, toalety, kúpeľne, Prevádzkové miestnosti, vnútorné rozvodne, Archívy, Staničná hala, hala na výdaj lístkov, čakárne	200
Miestnosti na hranie, spálne detí, triedy, kabinety, miestnosti na hudobné cvičenia, miestnosti na počítačové cvičenia (vedené programom), jazykové laboratórium, miestnosti vyučujúcich, športové haly, telocvičňa, plavárne, Expedície a baliarne, Archivovanie dokladov, kopírovanie, recepcia, Kancelárie a pulty na výdaj lístkov a batožiny	300
Miestnosti na ručné práce, triedy na večerné štúdium a vzdelávanie dospelých, prednáškové miestnosti, čierna tabuľa, demonštračný stôl, miestnosti na vytváranie umenia, miestnosti na praktické cvičenia a laboratóriá, vyučovací seminár, miestnosti na prípravu a semináre, knižnice (priestory na čítanie), kuchyne, Ošetrovne, miestnosti pre lekársku starostlivosť, Poštová miestnosť, telefónna ústredňa, Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov, konferenčné a zasadacie miestnosti	500
Miestnosti na vytváranie umenia na umeleckých školách, miestnosti na technické kreslenie,	750

VÝSLEDKY:

Tabuľka 24. Výsledky merania osvetlenia.

Por. číslo	názov stanovišta	Meranie (lx)						spĺňa/ nespĺňa
		1	2	3	4	5	Priemer	
1								
2								
3								
4								
5								

ZÁVER:

NÁZOV: POZOROVANIE SPEKTRA SVETELNÉHO ZDROJA POMOCOU SPEKTROSKOPU

MATERIÁL A POMÔCKY: spektroskop, rôzne zdroje svetla

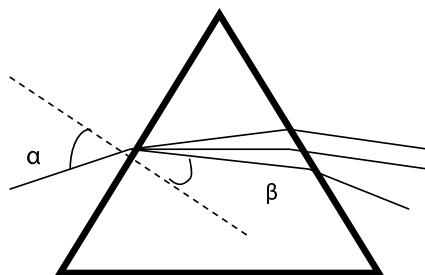
PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Svetlo je elektromagnetické žiarenie v rozmedzí vlnových dĺžok $\lambda = 380 - 780$ nm. Biele svetlo je teda zmesou vlnení s rozličnými frekvenciami. Najväčšiu frekvenciu má vo viditeľnom žiarení fialové svetlo, čomu zodpovedá $\lambda=380$, najmenšiu svetlo červené ($\lambda = 780$). Rozklad žiarenia na jednotlivé vlnové dĺžky nazývame disperzia. Disperzia je závislosť optických vlastností látok od vlnovej dĺžky dopadajúceho svetla. Disperziu možno dosiahnuť použitím optického hranola. Pri prechode hranolom láme sa elektromagnetické vlnenie na oboch jeho lámavých stenách podľa Sneliusovho-Descartovho zákona:

$$\sin \alpha / \sin \beta = n$$

kde n je relatívny index lomu stýkajúcich sa prostredí

Pretože index lomu n je funkciou vlnovej dĺžky, vlny s rôznymi vlnovými dĺžkami sa lámu do rôznych smerov, aj keď na hranol dopadajú pod rovnakým uhlom (obrázok 11).



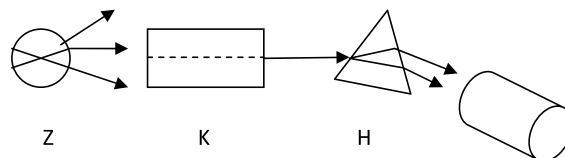
Obrázok 11. Schéma lomu svetla na optickom hranole.

Optický hranol predstavuje hlavnú súčasť zariadenia – spektroskopu, ktoré umožňuje pozorovať spektrálne čiary vzniknuté disperziou.

Spektrálna analýza je jednou z najpresnejších a najcitlivejších metód určovania prvkov v rozličných zlúčeninách. Je založená na meraní vlnových dĺžok

elektromagnetického žiarenia, ktoré emitujú atómy každého prvku v plynnom stave, ak sú nejakým spôsobom privedené do vzbudeného stavu. Energia vyžiarená pri návrate excitovaného elektrónu do pôvodného energetického stavu je pre každý prvok špecifická, a teda aj vlnová dĺžka vyžarovaného elektromagnetického žiarenia je pri každom prvku iná. Táto skutočnosť umožňuje na základe merania vlnových dĺžok emitovaného žiarenia zisťovať prítomnosť i nepatrných množstiev rozličných prvkov v zlúčeninách.

Spektroskop je optické zariadenie, ktoré rozkladá dopadajúce elektromagnetické vlnenie na jednotlivé vlny podľa rozličných hodnôt vlnových dĺžok a súčasne umožňuje spektrálne čiary pozorovať vizuálne. Aby sa dosiahla väčšia disperzia, nemajú hranolové spektroskopy obyčajne jeden hranol, ale sústavu hranolov postavených tak, aby sa nimi svetlo postupne vychyľovalo a rozkladalo. Najjednoduchší typ spektroskopu sa skladá z kolimátora so štrbinou, optického hranola a z ďalekohľadu. Svetlo vychádzajúce zo zdroja (Z) sa sústreďuje na šošovku do štrbiny, ktorá je umiestnená v ohnisku objektívu kolimátora (K). Šírku štrbiny možno meniť otáčaním skrutky a nastavovať tak, aby spektrálne čiary boli čo najužšie a najintenzívnejšie. Rozbiehavé lúče premenené kolimátorom na rovnobežný zväzok dopadajú na hranol (H), ktorý mení ich smer v závislosti od vlnovej dĺžky. Rovnobežné zväzky lúčov po prechode hranolom, na ktorom nastala ich disperzia, dopadajú na objektív ďalekohľadu (D), kde ich môžeme pozorovať (obrázok 12).



Legenda: Z – zdroj, K – kolimátor, H – optický hranol, D – ďalekohľad

Obrázok 12. Schéma spektroskopu.

POSTUP:

1. Spektroskop namierime na zdroj svetla. Pozeráme sa do ďalekohľadu a pohybom okulára zaostríme spektrum, ktoré vidíme
2. Pri porovnávaní dvoch zdrojov svetla, páčkou pri zrkadielku rozdelíme pozorovanú štrbinu na dve polovice. Zrkadielko nastavíme tak, aby v jednej polovici štrbiny sme videli spektrum svetla, do ktorého sa pozeráme priamo a v druhej polovici spektrum svetla odrazeného pomocou zrkadielka

ÚLOHA:

Pozorujte spektrum rôznych zdrojov svetla (slnečné žiarenie, žiarovka, žiarivka, sodíková lampá). Podľa tabuľky 25 určite druh spektra a jednotlivé spektrá popíšte pomocou tabuliek v prílohe. Výsledky zaznačte do tabuľky 26.

Tabuľka 25. Popis spektra podľa tvaru.

Spektrum	Látka	Fyzikálny princíp	Farebný vnem
Spojité spektrum	Vyžarujú ho pevné alebo kvapalné látky	Vzniká pri žiarení zahriatych telies. Atómy látky telesa kmitajú tepelným pohybom a pritom vyžarujú elektromagnetické vlnenie. Je závislé od vlastností a teploty povrchu telesa.	Vzniká súvislý farebný pruh, v ktorom farby prechádzajú jedna do druhej.
Čiarové spektrum	Vyžarujú ho plynné látky.	Vzniká pri vysokých teplotách pri vyžiarení (výboji) atómov plynov alebo pár prvkov. Obsahuje len niektoré vlnové dĺžky (spektrálne čiary)	Spektrum sa skladá z jednotlivých čiar, medzi ktorými je tmavý priestor. Čiary sú jednoduché (singulety), dvojité (dublety), trojité (triplety) alebo viacnásobné (multiplety). Každá čiara v spektre má určitú šírku a rozloženie intenzity. Hrúbky čiar sú závislé od tepelného pohybu atómov plynov.
Pásové spektrum	Vyžarujú ho žiariace molekuly látky.	Vzniká ak plyn alebo para skladajúca sa z molekúl vydáva žiarenie, ktorého spektrum obsahuje veľké množstvo spektrálnych čiar.	Spektrum sa skladá z niekoľkých pásov, pričom každý je na jednej strane ohraničený a na druhej strane mizne dostratena.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 26. Výsledky merania spektroskopom.

Zdroj svetla	Spektrum	Popis

ZÁVER:

PRÍLOHA:

Tabuľka 27. Vlnová dĺžka svetla a farebný vnem.

Vlnová dĺžka (nm)	Farebný vnem
380-440	Fialový
440-460	Fialovomodrý
460-475	Modrý
475-495	Modrozelený
495-535	Zelený
535-575	Zelenožltý
575-580	Žltý
580-585	Oranžovožltý
585-595	Oranžový
595-620	Oranžovočervený
620-760	Červený

Tabuľka 28. Tabuľka charakteristických spektrálnych čiar prvkov vo viditeľnej oblasti spektra.

795,0 Rb	616,2 Ca	572,5 Au	537,9 Ca	515,4 Co	476,6 Mn	433,9 Hg
781,1 Rb	616,0 N	572,4 Rb	537,7 Mn	515,3 Cu	475,5 Ni	432,7 Pt
769,9 K	614,3 Ne, Co	572,3 Al	537,3 Pb	515,0 Fe	475,4 Mn	432,5 Fe
766,5 K	613,6 Fe	571,9 Ne	537,0 Fe	514,3 Ni	479,9 Co	431,8 Ca
728,1 He	612,2 Co, Ca	571,6 Ni	536,9 Co	513,9 Fe	473,9 Mn	430,7 Ca
724,5 Ne	610,8 Ni	571,4 Fe	535,8 Ne	513,0 Co	472,7 Mn	430,2 K
706,5 He	610,3 Li	570,8 Fe	535,4 K	511,5 Ni	472,2 Zn	428,1 Mn
703,2 Ne	609,5 Fe	570,0 Cu	535,3 Co	510,0 Ni	470,4 Cu	427,8 Mo
697,3 Cs	609,0 V	569,6 Al	535,0 Ti	509,9 Fe	470,3 Mg	427,4 Cr
693,8 K	607,4 Ne	569,5 Ni	534,1Ne, Mn	508,5 Rb	468,0 Yn	427,1 Fe
692,9 Ne	604,5 Fe	568,8Na, Mo	534,0 Fe, Co	508,1 Ni	467,8 Cd	426,7 C
692,8 Zn	604,1 Pb	568,3 Na	533,8 Cd	506,9 Fe	466,9 Ag	426,6 Mn
691,1 K	603,0 Mo	568,1 Ni	533,5 K	506,4 Au	466,3 Al	426,1 Mn
690,7 Hg	602,2 Pt	565,8 Fe	533,1 Sn, Ne	506,0 Pt	465,1 Cu	426,0 Fe
672,3 Cs	601,7 Mn	565,6 Au	532,6 Fe	505,7 Al	464,7 Ni	425,4 Cr
671,7 Ne	601,0 Cs	564,8 Rb	530,8 Zn	504,8 Fe	463,0 Zn	425,1 Fe
670,8 Li	600,4 Co	564,1 Co	530,2 Fe, Pt	504,6 Pb	460,2 Li	424,6 Pb
667,8Ne, He	600,2 Pb	562,4 Fe	529,2 Cu	504,2 Ca	458,6 Ca	423,6 Fe
665,7 Pb	599,1 Hg	561,4 Fe	528,3 Fe	503,9 Fe	458,1 Co	423,5 Mn
659,9 Ne	598,7 Co	560,8 Pb	528,0 Co	503,5 Ni	455,5 Cs	422,7 Ca
656,3 H	598,4 Pt	560,1 Fe	527,0 Ca	502,1 Rb	455,3 Ag	422,6 Fe
652,3 Pt	598,0 Fe	559,5 Hg	526,7 Co	501,7 Ni	453,3 Co	421,6 Rb
650,6 Ne	597,5 Ne	559,4 Ca, Fe	526,6 Fe	500,5 Pb	453,1 Fe	421,2 Ag
649,9 Ca	596,5 Ne	559,3 Al	526,3 Ca	500,4 Fe	453,0 Al	420,2 Rb
646,7 Ca	595,7 Au	558,9 Ca	525,9 Rb	498,5 Fe	452,5 Sn	419,1 Fe
646,2 Fe	594,5 Ne	558,6 Fe	525,4 Mn	498,3 Na, Ni	452,4 Pt	416,7 Pb
645,3 Pb	592,5 Au	557,1 Fe	524,8 Fe	497,9 Na	451,1 Al	415,4 Fe
643,9 Ca	591,6 Fe	557,0 Mo	523,4Co, Mn	495,9 Fe	450,2 Mn	414,3 Fe
640,2 Ne	589,6 Na	556,3 Sn	523,2 Fe	494,0 Fe	450,1 Pt	413,4 Fe
640,0 Fe	589,0 Na	554,7 Pb	523,0 Au	493,6 Ni	448,8 Au	411,9 Co
638,3 Ne	58808 Mo	553,2 Mo	522,7 Pt	492,3 Fe	448,3 Mg	411,1 V
638,0 Cu	4588,2 Ne	552,8 Mg	521,8 Cu	492,2 He	447,9 Al	410,2 H
637,1 Al	587,8 He	551,6 Mn	521,2 Co	491,8 Ni	447,3 Ag	408,4 Mn
637,0 Si	587,5 Pb	550,8 Ni	521,0 Fe	491,6 Hg	447,1 Ni, He	407,8 Hg
636,2 Zn	586,2 Au	550,6 Mo	520,9 Ag	490,7 Fe	446,1 Ni	407,1 Fe
635,0 Fe	585,7Ca,	550,1 Cs	520,8 Cr	490,5 Ni	445,5 Ca	406,3 Fe
634,6 Si	Mo, Ni	549,5 Fe	520,6 Cr	489,1 Fe	445,2 V	405,8 Pb
634,5 Al	585,2 Ne	548,3 Co	520,2 Co	487,9 Pt	444,2 Pt	405,5 Mn
633,4 Ne	584,5 Pt, Cs	547,7 Ni	520,1 Pb	487,5 V	443,6 Mn	404,5 Fe
632,0 Ca	583,7 Au	547,6 Pt	519,5 Mn	487,4 Fe, Ni	443,5 Ca	404,4 K
630,0 Fe	583,2 K	546,5 Ag	519,4 Rb, Co	486,8 Co	442,5 Ca	404,1 Mn
629,8 Rb	581,2 K	546,1 Cs, Hg	519,2 Fe	486,6 Ni	441,5 Fe	402,6 He
627,8 Au	580,4 Ne	545,5 Fe	518,9 Ca	486,1 Fe, H	441,3 Cd	399,8 Co
626,6 Na	580,2 K	545,3 Co	518,3 Mg	484,8 Co	440,8 V	
624,5 Fe	579,9 Sn	544,4 Co, Fe	518,0 Fe	483,2 Ni	440,4 Fe	
624,4 Al	579,2 Mo	542,9 Rb	517,6 Ni	482,4 Ni	440,1 Ni	
623,4 Al, Hg	579,0 Hg	542,0 Mn	517,5 Co	481,5 Co	438,9 V	
623,0 Fe	578,2 Cu, K	541,3 Mn	517,2 Mg	481,3 Au	438,4 V	
621,9 Cu	577,0 Hg	540,5 Fe	516,8 Ni, Fe	481,0 Zn	438,3 Fe	
621,3 Cs	576,4 Ne	540,1 Ne	516,7 Mg	480,0 Cd	437,9 V	
620,6 Rb	576,2 Fe	539,3 Mn	516,1 Rb	479,3Au, Co	437,2 Co	
620,2 Ca	575,8 Pt	539,2 Fe	515,6 Ni	478,7 Ni	435,8 Hg	
619,1 Fe	575,1 Mo	539,0 Pt	510,9 Fe	478,4 Mn	434,7 Hg	
617,7 Ni	574,8 Ne	538,2 Fe	510,6 Cu	478,0 Cd	434,0 H	

NÁZOV: MERANIE ELEKTROMAGNETICKÉHO POĽA

MATERIÁL A POMÔCKY: prístroj na meranie elektromagnetického žiarenia – EMF Tester 827

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Žiarenie emitované z mobilných telefónov, veží mobilných operátorov, Wi-Fi, TV a FM vysielateľov a mikrovlnnej rúry je nazývané elektromagnetické žiarenie. Elektromagnetické žiarenie je prenos energie v podobe elektromagnetického vlnenia. Elektromagnetické vlnenie alebo elektromagnetická vlna je lokálne vzniknutá zmena elektromagnetického poľa (periodický dej), pri ktorom dochádza k priestorovej a časovej zmene vektora intenzity elektrického poľa (E) a súčasne vektora magnetickej indukcie (B).

Elektromagnetické vlny vznikajú dvoma spôsobmi:

- každá častica, ktorá sa pohybuje s nenulovým zrýchlením, vyžaruje elektromagnetické vlny (tento mechanizmus sa uplatňuje napr. privysielaní televíznych alebo rádiových vln)
- druhý spôsob vyžarovania súvisí so zmenami vo vnútornej štruktúre jednotlivých atómov a molekúl. Pri týchto zmenách sa mení pohybový stav elektrónov v atóme a atóm vysiela elektromagnetické žiarenie

Elektromagnetické žiarenie zahŕňa elektromagnetické spektrum: gama žiarenie, röntgenové žiarenie, ultrafialové žiarenie, viditeľné žiarenie, infračervené žiarenie, mikrovlnné žiarenie, rádiové žiarenie. Základnou vlastnosťou spoločnou všetkým druhom EM vlnenia je prenos energie.

Elektromagnetické pole je zložené z dvoch polí: elektrického, ktoré je podmienené existenciou napätia a magnetickeho, ktoré je podmienené existenciou elektrického prúdu prechádzajúceho vodičmi. Šírenie elektromagnetického poľa od miesta k miestu má vlnový charakter (sínusový priebeh), je spojené s prenosom energie a je definované niekoľkými fyzikálnymi veličinami. Mikrovlnné zariadenia a mobilné telefóny, televízne a rádiové vysielateľe, mikrovlnné rúry a radar vytvárajú rádiové frekvenčné pole.

Jednotkou pre meranie nízkofrekvenčného magnetickeho poľa je tesla (T). Tesla je magnetická indukcia, pri ktorej v rovinatej ploche s obsahom 1 štvorcového metra umiestnenej kolmo na smer magnetickej indukcie, prechádza magnetický indukčný tok 1 webera. 1 T predstavuje veľmi vysokú úroveň expozície, a preto sa viac používajú jednotky nižšie, ako sú militesla (mT), mikrotesla (μT) a nanotesla (nT). 1 T je ekvivalentný 1 000 mT, 1 mT je rovný 1 000 μT a 1 μT je rovný 1 000 nT. Vysokofrekvenčné EMP (rádiové a mik-

rovné žiarenie) je merané vo wattoch na meter štvorcový (W/m^2). Tiež sa používa jednotka miliwatt na centimeter (mW/cm^2). V oboch prípadoch sa používa pojem výkonová hustota.

POSTUP:

1. Zapneme prístroj a na prístroji nastavíme predpokladaný rozsah elektromagnetického žiarenia vyžarovaného vybraným zariadením
2. Senzor priložíme k zdroju elektromagnetického žiarenia.
3. Pri každom zariadení odčítame 3 hodnoty s časovou konštantou 20 s, ktoré zaznačíme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu

ÚLOHA 1:

Porovnajme magnetickú indukciu piatich vybraných zariadení (rôzne typy mobilných telefónov, PC, rádio,...) (tabuľka 29). Na jednom zariadení odmerajte magnetickú indukciu v závislosti na vzdialenosti od meraného zariadenia spredu, z boku, zozadu, zhora (tabuľka 30).

VÝSLEDKY:

Tabuľka 29. Namerané hodnoty.

Prístroj	Magnetická indukcia [μT]			
	Meranie 1.	Meranie 2.	Meranie 3.	Priemer

Tabuľka 30. Namerané hodnoty magnetickej indukcie v závislosti na vzdialenosti od zdroja.

Prístroj	Magnetická indukcia [μT]			
	Spredu	Zboku	zozadu	Zhora

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE ULTRAFIALOVÉHO ŽIARENIA

MATERIÁL A POMÔCKY: UV Light Meter

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Ultrafialové žiarenie patrí do tzv. optického spektra elektromagnetického žiarenia. Do tohto spektra radíme:

- žiarenie ultrafialové (vlnová dĺžka pod 400 nm)
 - UV-A (310-400 nm)
 - UV-B (280-310 nm)
 - UV-C (200-280 nm)
- žiarenie viditeľné (vlnová dĺžka 400 až 750 nm)
- žiarenie infračervené (vlnová dĺžka viac ako 750 nm)

Prirodzeným zdrojom optického spektra elektromagnetického žiarenia je slnko. Viditeľné žiarenie tvorí asi 45 % dopadajúceho žiarenia, pričom jeho podiel je vyšší pri zatahnutej oblohe, kde môže dosiahnuť až 60 %. Príkon (intenzita) žiarenia dopadajúceho na povrch zemskej atmosféry je 1373 W/m^2 . Toto množstvo sa nazýva tzv. solárna konštanta a je to teoreticky maximálna možná nameraná hodnota.

Množstvo dopadajúceho UV žiarenia na zemský povrch sa udáva pomocou UV indexu. UV index (UVI) je daný úrovňou tzv. erytémového slnečného ultrafialového žiarenia a je medzinárodne štandardizovaná bezrozmerná veličina, vyjadrujúca biologický efekt žiarenia na ľudské zdravie. Vyjadruje hustotu toku UV žiarenia a tým aj zaťaženie kože UV žiarením. Najvyššie hodnoty nadobúda na poludnie v letnom období, keď je slnko najvyššie. S nadmorskou výškou UV index rastie. Na hodnotu UVI majú vplyv: poloha slnka, oblaky, nadmorská výška, sneh a voda, ročné obdobie, zemepisná šírka (čím bližšie k rovníku tým vyššie UVI). Hodnota 1 odpovedá hustote toku 25 mW/m^2 .

Podľa veľkosti indexu delíme intenzitu slnečného UV žiarenia do 4 kategórií:

- 0 - 4 - nízka (január, február, október, november, december)
- 4 - 7 - mierna (marec, apríl, september)
- 7 - 9 - vysoká (máj, jún, júl, august)
- nad 9 - extrémne vysoká (u nás sa zatiaľ nevyskytuje)

UVI je možné vypočítať pomocou štyroch základných faktorov:

- hrúbka ozónovej vrstvy nad sledovaným mestom (detegované pomocou družíc)
- Mračná nad sledovaným mestom (Mračno zachytáva a bráni prechodu UV žiarenia)

- Ročné obdobie (v zimnom období je intenzita UV žiarenia nižšia ako v lete v dôsledku odlišného uhla dopadajúceho slnečného žiarenia)

POSTUP:

1. Prístroj zapneme stlačením tlačidla „ON“
2. Odstránime kryt zo senzora
3. Nastavíme predpokladaný rozsah meraného UV žiarenia pomocou stlačenia tlačidiel „2mW/cm²“ alebo „20mW/cm²“
4. Podržíme senzor rukou oproti meranému zdroju ultrafialového žiarenia, na displeji sa zobrazí meraná hodnota
5. Z prístroja odčítame 3 hodnoty s časovou konštantou 20 s, ktoré zaznačíme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu

ÚLOHA 1:

Stanovte intenzitu ultrafialového žiarenia zo slnečného žiarenia (tabuľka 32). Na základe nameranej intenzity vypočítajte UV index, pričom

ÚLOHA 2:

Na základe tabuľky 31 vyhodnoťte hodnotu UV indexu.

Tabuľka 31. Intenzita UV žiarenia podľa veľkosti UV indexu.

Hodnota UVI	Vyhodnotenie
0 – 4	Nízka (január, február, október, november, december)
4 – 7	Mierna (marec, apríl, september)
7 – 9	Vysoká (máj, jún, júl, august)
Nad 9	Extrémne vysoká (na SR sa zatiaľ nevyskytuje)

VÝSLEDKY:

Tabuľka 32. Výsledky merania.

Čas a dátum merania	Intenzita [mW/cm ²]			
	Meranie 1.	Meranie 2.	Meranie 3.	Priemer
<i>UV index</i>				

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE VLHKOSTI VZDUCHU ASSMANOVÝM ASPIRAČNÝM PSYCHROMETROM

MATERIÁL A POMÔCKY: Assmanov aspiračný psychrometer

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Vlhkosť vzduchu je daná obsahom vodných pár v určitom objeme vzduchu, ich množstvo je premenlivé a závislé od teploty vzduchu. Absolútna vlhkosť vzduchu je množstvo vodných pár v gramoch v 1m³ vzduchu. Relatívna vlhkosť vzduchu je pomer absolútnej vlhkosti k maximálnej vlhkosti pri danej teplote, vyjadrený v percentách. Vyjadruje stupeň nasýtenia vzduchu vodnými parami. Ak sa znižuje teplota vzduchu pri nezmenenej absolútnej vlhkosti, zvyšuje sa relatívna vlhkosť až k maximálnej hodnote 100%. Pri ďalšom znížení teploty sa vodné pary začnú zrážať. Teplotu, pri ktorej sa vodné pary vo vzduchu stávajú nasýtenými (začínajú sa zrážať), nazývame rosný bod. Priame odčítanie relatívnej vlhkosti vzduchu v percentách umožňuje vlasový vlhkomer. Na presné meranie relatívnej a absolútnej vlhkosti slúži Assmanov aspiračný psychrometer.

Princíp metódy je založený na výparnom teple, ktoré spôsobuje ochladenie vlhkého teplomera, ktorého ortuťová banka je omotaná gázou a je zvlhčená destilovanou vodou. Neďaleko vlhkého teplomera je umiestnený suchý teplomer (rovnakej citlivosti). Banky oboch teplomerov sú umiestnené v osobitných kovových trubicach tak, aby okolo nich mohol prúdiť vzduch. Rovnomerné prúdenie vzduchu trubicami zabezpečuje aspirátor, ktorý týmito trubicami nasáva vzduch rýchlosťou cca 2 m/s. Psychrometrický rozdiel, t.j. pokles teploty na vlhkom teplomere oproti teplote, ktorú udáva suchý teplomer, je úmerný rozdielu napätia nasýtených vodných pár E' pri teplote t' a skutočného napätia vodných pár E pri teplote t .

$$\varphi_r = [E' - Ab(t-t')]/E$$

kde A je konštanta pre Assmanov psychrometer a b je atmosférický tlak

Pre prax sú na určenie relatívnej vlhkosti zostavené tabuľky alebo nomogram.

POSTUP:

1. Do nádoby nalejeme studenú vodu a ponoríme do nej vlákno z teplomera, ktorý udáva tzv. vlhkú teplotu.
2. Zapneme aspirátor a prístroj držíme na mieste merania s upaženým ramenom, aby sme dýchaním čo najmenej zvlhčovali vzduch v okolí psychrometra.
3. Po 2 minútach zastavíme aspirátor a odčítame suchú teplotu T a vlhkú teplotu T' . Hodnoty zaznačíme do tabuľky.

ÚLOHA 1:

Meranie uskutočnite na 5 rôznych stanovištiach. Podľa nameraných hodnôt T , T' a rozdielu suchej a vlhkej teploty odčítajte z priloženej tabuľky 33 relatívnu vlhkosť vzduchu pre každé stanovište. Výsledky zaznačte do tabuľky 35.

Tabuľka 33. Tabuľka na výpočet relatívnej vlhkosti vzduchu (%).

Suchá teplota T (°C)	Rozdiel suchej a vlhkej teploty $T - T'$ (°C)																				Suchá teplota T (°C)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
6	86	73	60	47	35	23															6	
7	87	74	61	49	37	26	15															7
8	87	75	63	51	40	29	18															8
9	88	76	64	53	42	31	21															9
10	88	76	65	54	44	34	24	15														10
11	88	77	66	56	45	36	26	17														11
12	89	78	68	57	48	38	29	20														12
13	89	79	69	59	49	40	31	23	15													13
14	90	79	70	60	51	42	33	25	17													14
15	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12												15
16	90	81	71	63	54	46	37	30	22	15	8											16
17	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10	4										17
18	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13	7										18
19	91	82	74	66	58	50	43	36	29	22	15	9	3									19
20	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18	12	6									20
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	20	14	8	3								21
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	16	11	5								22
23	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	24	18	13	8	3							23
24	92	84	77	70	63	56	49	43	37	31	26	20	15	10	5							24
25	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27	21	17	12	7	3						25
26	92	85	78	71	64	58	52	46	40	34	29	24	19	14	9	5						26
27	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36	30	25	21	16	11	7	3					27
28	93	85	78	72	65	59	53	47	42	37	32	27	22	18	13	9	5	1				28
29	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33	28	24	19	15	10	7	3				29
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34	30	25	21	17	13	9	5	1			30
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		

ÚLOHA 2:

Podľa priloženého príkladu a tabuľky 34 stanovte hodnotu rosného bodu pre jednotlivé stanovištia. Výsledky zaznačte do tabuľky 35.

Tabuľka 34. Tabuľka na stanovenie rosného bodu.

Teplota °C	Tlak pár kPa	Abs. Vlhkosť g/m ³	Teplota °C	Tlak pár kPa	Abs. Vlhkosť g/m ³
-30	0,052	0,46	6	0,933	7,3
-29	0,057	0,51	7	1,0	7,8
-28	0,063	0,55	8	1,066	8,3
-27	0,063	0,60	9	1,146	8,8
-26	0,075	0,65	10	1,226	9,4
-25	0,081	0,71	11	1,306	10,0
-24	0,089	0,78	12	1,40	10,7
-23	0,097	0,85	13	1,493	11,4
-22	0,107	0,92	14	1,60	12,1
-21	0,117	1,01	15	1,706	12,8
-20	0,128	1,10	16	1,813	13,6
-19	0,133	1,2	17	1,933	14,5
-18	0,147	1,3	18	2,066	15,4
-17	0,160	1,4	19	2,20	16,3
-16	0,173	1,5	20	2,33	17,3
-15	0,187	1,6	21	2,493	18,4
-14	0,213	1,8	22	2,640	19,5
-13	0,227	1,9	23	2,813	20,6
-12	0,240	2,0	24	3,0	21,8
-11	0,267	2,2	25	3,173	23,0
-10	0,293	2,4	26	3,360	24,4
-9	0,307	2,6	27	3,573	25,8
-8	0,333	2,8	28	3,786	27,3
-7	0,360	3,0	29	4,0	28,8
-6	0,387	3,2	30	4,240	30,4
-5	0,427	3,4	31	4,493	32,1
-4	0,453	3,7	32	4,759	33,9
-3	0,493	4,0	33	5,026	35,7
-2	0,533	4,2	34	5,319	37,6
-1	0,573	4,5	35	5,626	39,6
0	0,613	4,9	36	5,946	41,8
1	0,653	5,2	37	6,297	44,0
2	0,707	5,6	38	6,626	46,3
3	0,760	6,0	39	7,0	48,7
4	0,813	6,4	40	7,373	51,2
5	0,867	6,8			

Príklad k stanoveniu rosného bodu:

Relatívna vlhkosť

70 %

Teplota

+6°C

Maximálny tlak pár pri teplote +6°C

$0,933 \cdot 70 = 0,933 \text{ kPa}$

70% maximálneho tlaku pár pri +6°C

100

Maximálny tlak pár 0,6531 kPa zodpovedá podľa tabuľky teplote +1 °C.

Rosný bod je pri teplote +1 °C.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 35. Výsledky merania Assmanovým psychrometrom.

Stanovište	Suchá teplota T (°C)	Vlhká teplota T' (°C)	T - T'	Relatívna vlhkosť (%)	Rosný bod (%)

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE PRÚDENIA VZDUCHU HILLOVÝM KATATEPLOMEROM A ANEMOMETROM

MATERIÁL A POMÔCKY: Anemometer, Hillov katateplomer, stopky, varič, nádoba s vodou, teplomer

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Na meranie rýchlosti prúdenia vzduchu sa používajú anemometre: mechanické, elektromagnetické alebo termické. Na meranie rýchlosti prúdenia vzduchu v uzavretých priestoroch používame Hillov katateplomer (termický anemometer). Hillov katateplomer je liehový teplomer, ktorého kapilára je na oboch koncoch rozšírená a rozsah jeho stupnice je od 38 °C do 35 °C. Princíp merania Hillovým katateplomrom je založený na ochladzovaní banky liehového teplomera prúdiacim vzduchom. To znamená, že musíme poznať plochu banky teplomera, ktorú udáva výrobca konštantou teplomera F. Konštanta F udáva množstvo tepla uvoľneného z plochy 1 cm² rezervoára pri ochladení teplomera z 38 °C na 35 °C. Hodnota konštanty F je zvyčajne vyznačená na kapiláre teplomera.

Pri zahriatí teplomera nad 38 °C vystúpi lieh do hornej banky. Ak umiestnime takto pripravený katateplomer v mieste merania, začne klesať liehový stĺpec teplomera. Čas, za ktorý klesne teplota z hodnoty 38 °C na 35 °C sa nazýva katačas T. Z pomeru konštanty katateplomera F a katačasu T vypočítame refrigeračnú hodnotu H, ktorá vyjadruje komplexný vplyv teploty a prúdenia vzduchu na organizmus:

$$H = \frac{F}{T}$$

Pre výpočet rýchlosti prúdenia vzduchu je potrebné poznať aj hodnotu Q:

$$Q = 36,5 - t$$

*t je aktuálna teplota vzduchu v mieste merania

Rýchlosť prúdenia vzduchu v vypočítame podľa nasledujúcich kritérií:

a) Pre rýchlosti < ako 1m/s → 0,2 < H/Q < 0,6

$$v = [(H/Q - 0,2) / 0,4]^2$$

- b) Pre rýchlosti $>$ ako $1 \text{ m/s} \rightarrow H/Q \geq 0,6$
 $v = [(H/Q - 0,13) / 0,47]^2$

*ak je $H/Q \leq 0,2 \rightarrow$ prúdenie vzduchu považujeme za nulové

POSTUP:

Meranie rýchlosti prúdenia vzduchu Hillovým katateplomerom v uzatvorených priestoroch

1. Pripravíme vodný kúpeľ, v ktorom zohrejeme vodu na cca 40°C a ponoříme do nej katateplomer tak, aby lieh vystúpil do polovice hornej banky. Teplomer po vybratí osušime.
2. Premiestnime sa na príslušné stanovište a meriame stopkami čas, za ktorý klesne lieh z teploty 38°C na 35°C . Súčasne meriame teplotu vzduchu.
3. Namerané hodnoty zaznačíme do tabuľky a podľa príslušných vzorcov vypočítame rýchlosť prúdenia vzduchu na jednotlivých stanovištiach.

Meranie rýchlosti prúdenia vzduchu anemometrom vo vonkajšom priestore

1. Zapneme anemometer a prístroj držíme na mieste merania.
2. Na každom stanovišti odčítame 5 hodnôt s časovou konštantou 20 s, ktoré zaznačíme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu

ÚLOHA 1:

Meranie rýchlosti prúdenia vzduchu Hillovým katateplomerom v uzatvorených priestoroch

Meranie uskutočnite na 5 rôznych stanovištiach. Vypočítajte rýchlosť prúdenia vzduchu na jednotlivých stanovištiach (tabuľka 37). Porovnajte namerané hodnoty na jednotlivých stanovištiach s optimálnymi hodnotami uvedenými v tabuľke 36.

Tabuľka 36. Optimálne hodnoty prúdenia vzduchu v uzavretom priestore vzhľadom na teplotu vzduchu.

Teplota vzduchu ($^\circ\text{C}$)	Rýchlosť prúdenia vzduchu (m/s)
20	0 – 0,15
22	0 – 0,25
23	0 – 0,30
24	0,2 – 0,35
25	0,35 – 0,45
26	0,50

ÚLOHA 2:**Meranie rýchlosti prúdenia vzduchu anemometrom vo vonkajšom priestore**

Meranie uskutočnite na 5 rôznych stanovištiach (tabuľka 38).

VÝSLEDKY:**Tabuľka 37.** Výsledky merania Hillovým katateplomerom.

Stanovište	Teplota vzduchu t (°C)	Katačas T (s)	Konštanta katateplomeru F	Refri-geračná hodnota H	Q	Rýchlosť prúdenia vzduchu v (m/s)

Tabuľka 38. Výsledky merania anemometrom.

Stanovište	Rýchlosť prúdenia vzduchu (m/s)					
	1.meranie	2.meranie	3.meranie	4.meranie	5.meranie	Priemer

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE PH ROZTOKOV

MATERIÁL A POMÔCKY: pH meter, pH elektróda, indikátorové papieriky pH, roztoky s neznámym pH

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Koncentráciu ľubovoľného vodného roztoku možno vyjadriť ako funkciu koncentrácie vodíkových iónov v roztoku. Roztoky, v ktorých je rovnaké množstvo $[H^+]$ a $[OH^-]$ sú neutrálne. U kyslých roztokov je $[H^+] > 10^{-7}$, u alkalických $[H^+] < 10^{-7}$. V praxi je koncentrácia vodíkových iónov číselne charakterizovaná záporným logaritmom koncentrácie: $pH = -\log [H^+]$ (vodíkový exponent). Pre veľmi zriedené kyseliny a zásady platí: $pH > 7$ – zásaditá reakcia, $pH < 7$ – kyslá reakcia, $pH = 7$ – neutrálna reakcia

Pretože je možné merať len rozdiel potenciálov, pH metre sa musia skladať z dvoch poločlánkov: jedným je meraný roztok s ponorenou elektródou a druhým je poločlánok s presne udaným potenciálom elektródy. Obidva poločlánky sú vzájomne galvanicky spojené. Rozdiel potenciálov dvoch elektród takto vzniknutého galvanického článku je úmerný aktívnej koncentrácii vodíkových iónov v meranom roztoku. Z uvedeného vyplýva, že pH metre sú elektronické voltmetre s veľkým vnútorným odporom vzhľadom na vnútorný odpor takto vytvoreného galvanického článku.

Pri meraní pH sa najčastejšie používajú sklenené elektródy. Sklenená elektróda je zhotovená z tenkostennej banky, s hrúbkou 0,05-0,1. Banka je naplnená kontrolným roztokom a ponorená do meraného roztoku. Na hranici sklo-roztok vzniká potenciál, ktorý je závislý od koncentrácie vodíkových iónov v meranom roztoku.

POSTUP:

1. Umiestnime prístroj na rovnú plochu, ktorá je chránená pred účinkami intenzívneho osvetlenia a tepla.
2. Prístroj zapneme klávesou ON/OFF. Na displeji sa krátko zobrazí test displeja. Potom sa prístroj prepne do naposledy nastaveného režimu merania.
3. Pripojíme k prístroju pH-elektrodu
4. Teplomermom zmeriame aktuálnu teplotu meraných roztokov
5. Nameranú hodnotu teploty nastavíme na prístroji klávesami ↓ alebo ↑.
6. Ponoríme pH elektródu do meranej vzorky
7. Klávesou AR aktivujeme funkciu AutoRead, ktorá kontroluje stálosť meraného signálu. Ten má významný vplyv na reprodukovateľnosť meraných

hodnôt. Potom klávesou RUN ENTER spustíme funkcie AutoRead. Na displeji začne blikať symbol AR až kým sa meraná hodnota neustáli. Keď symbol AR prestane blikať, odčítame nameranú hodnotu.

8. Pred meraním nasledujúcej vzorky elektródu preperieme v destilovanej vode. Po ukončení merania je nutné elektródu očistiť v 10% roztoku kyseliny citrónovej.

ÚLOHA 1:

Určite pH pripravených roztokov a porovnajte hodnoty stanovené pomocou indikačných papierikov s hodnotami nameranými pomocou pH metra. Výsledky zaznačte do tabuľky 39.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 39. Výsledky merania pH.

Vzorka	pH indikátorový papierik	pH pHmeter	Kyselina/zásada/ neutrálna

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE KONCENTRÁCIE FAREBNÝCH ROZTOKOV

MATERIÁL A POMÔCKY: spektrofotometer, roztoky CuSO_4 s rôznou koncentráciou

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Svetlo pri prechode optickým prostredím je čiastočne absorbované, tzn. Že jeho intenzita po výstupe z daného optického prostredia je menšia ako pred vstupom do meraného prostredia. Množstvo absorbovaného svetla závisí od koncentrácie absorbujúcej látky. Tento vzťah vyjadruje Lambert-Beerov zákon pre doplnkovú farbu monochromatického svetla:

$$I = I_0 \cdot e^{-\epsilon \cdot c \cdot d}$$

kde I je intenzita svetla pri výstupe z absorbátora, I_0 je intenzita svetla pred vstupom do absorbátora, ϵ je základ prirodzeného logaritmu, ϵ je absorbný koeficient, c je koncentrácia a d je dĺžka dráhy svetla absorbátorom

Pomer svetla dopadajúceho k svetlu vystupujúcemu sa nazýva absorbanca (extincia):

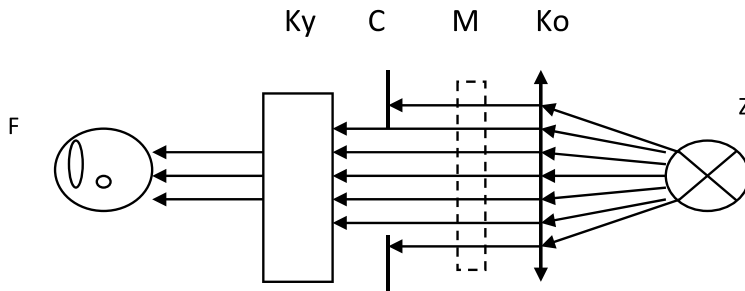
$$A = \log I_0 / I$$

kde I_0 je intenzita svetla dopadajúceho a I je intenzita svetla vystupujúceho zo vzorky

Absorbanca je priamoúmerná koncentrácii roztoku. Závisí od vlnovej dĺžky použitého svetla, preto sa pri určovaní koncentrácie roztoku robia merania v maxime absorbných krivky (doplnková farba farby meraného roztoku). (Príloha)

Na meranie absorbancie za použitia monochromatického svetla sa používajú spektrofotometre. Skladajú sa zo zdroja konštantného svetla, z ktorého svetlo prechádza kondenzorom na monochromátor, kde dochádza k rozkladu svetla. Ďalším variantom monochromátora je použitie filtra, ktorý vymedzí príslušnú vlnovú dĺžku. Monochromatické svetlo prechádza kvetou s meraným roztokom a je čiastočne absorbované. Zoslabený svetelný lúč dopadá na fotočlánok, kde dochádza k zmene svetelnej energie na elektrickú, a po zosilnení signálu elektrického prúdu zosilňovačom je zaznamenaný vhodným indikátorom. (Obrázok 13)

Zmeraním absorbancie sady roztokov so známou koncentráciou sa zostrojí kalibračná krivka, z ktorej sa dá potom ľahko určiť neznáma koncentrácia roztoku.



Legenda: Z- zdroj svetla, C - clona, Ko- kondenzor, Ky - kyveta so vzorkou, M - monochromátor, F - fotočlánok

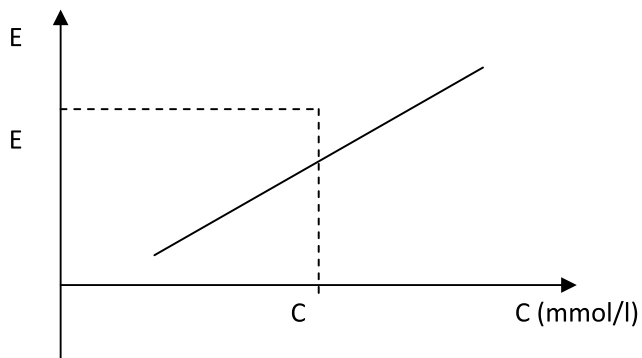
Obrázok 13. Schéma spektrofotometra.

POSTUP:

1. Prístroj zapneme do zdroja napätia
2. Nastavíme prístroj na meranie absorbancie (extinkcie)
3. Vložíme filter s vlnovou dĺžkou, pri ktorej absorbuje skúmaný roztok (tabuľka 41)
4. Prístroj vynulujeme
5. Do kyvetora vložíme kyvetu so skúmaným roztokom
6. Na displeji odčítame hodnotu extinkcie E
7. Po odmeraní kyvetu opláchneme destilovanou vodou a vysušíme.
8. Postup opakujeme pri všetkých roztokoch.

ÚLOHA 1:

Na základe známych koncentrácií roztokov a nameranej extinkcie zostrojíte kalibračnú krivku (obrázok 14)



Obrázok 14. Vzor kalibračnej krivky.

ÚLOHA 2:

Z kalibračnej krivky zistíte neznámu koncentráciu roztoku na základe jeho extinkcie (tabuľka 40)

VÝSLEDKY:

Tabuľka 40. Výsledky merania spektrofotometrom.

Roztok	Extinkcia E	Koncentrácia (%)

Nákres:

ZÁVER:

PRÍLOHA:

Tabuľka 41. Doplnkové farby absorbovaného svetla.

λ (nm)	Farba roztoku	Farba absorbovaného svetla
380-435	Žltozelená	Fialová
435-480	Žltá	Modrá
480-490	Oranžová	Zelenomodrá
490-500	Červená	Modrozelená
500-550	Červenofialová	Zelená
550-570	Fialová	Žltozelená
570-595	Modrá	Žltá
595-610	Zelenomodrá	Oranžová
610-750	Modrozelená	Červená

NÁZOV: MERANIE KONCENTRÁCIE ČÍRYCH LÁTOK POMOCOU REFRAKTOMETRA

MATERIÁL A POMÔCKY: ručný refraktometer, roztok neznámej koncentrácie, destilovaná voda

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Vo vákuu sa šíri svetlo rôznych vlnových dĺžok rovnakou rýchlosťou. V rôznych priehľadných prostrediach (sklo, voda) je rýchlosť svetla rôzna. Pri prechode svetla z jedného homogénneho prostredia do druhého dochádza na rozhraní oboch prostredí k zmene jeho rýchlosti. Pri dopade svetla na rozhranie (okrem kolmého dopadu) zapríčiňuje zmena jeho rýchlosti odchýlku od pôvodného smeru. Uvedený jav sa nazýva lom svetla alebo svetelná refrakcia. Zákonitosť lomu svetla je vyjadrená Snellovým vzťahom:

$$n_{1,2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

kde

c_1 a c_2 sú rýchlosti svetla v jednotlivých prostrediach

λ_1 a λ_2 sú príslušné vlnové dĺžky

α je uhol dopadu

β je uhol lomu

$n_{1,2}$ udáva relatívny index lomu prechodu svetla z jedného prostredia do druhého

Ak prechádza svetlo z prostredia opticky redšieho, kde je rýchlosť svetla väčšia do prostredia hustejšieho nastáva lom ku kolmici. V opačnom prípade sa svetlo láme od kolmice. Pri prechode svetla rovnobežne s rozhraním (uhol dopadu je 90°) sa svetlo láme do prostredia s väčším indexom lomu pod uhlom, ktorý sa označuje medzný uhol. Pri opačnom prechode svetla z opticky hustejšieho prostredia do opticky redšieho prejde iba to svetlo, ktoré dopadá na rozhranie pod menším uhlom ako je medzný uhol. Svetlo s väčším uhlom dopadu ako je medzný uhol neprechádza vôbec do druhého prostredia, pretože sa odrazí na rozhraní a dochádza k totálnej reflexii. Pre tento medzný uhol (ε) platí vzťah:

$$\frac{\sin \varepsilon}{\sin 90^\circ} = \sin \varepsilon = \frac{n_2}{n_1}$$

Ak pozorujeme ďalekohľadom v smere uhla ε , tak časť zorného poľa vidíme osvetlenú a časť tmavú.

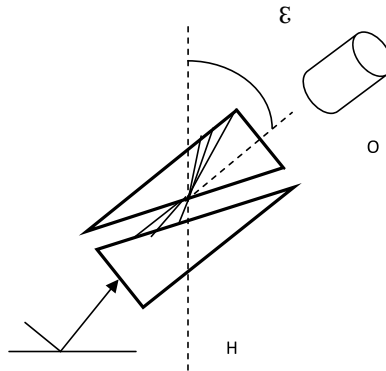
Index lomu je závislý od teploty, tlaku vzduchu a vlhkosti. Index lomu sa udáva pri určitej teplote a vlnovej dĺžke (napr. pri vlnovej dĺžke sodíkovej lampy). Pretože index lomu je priamo úmerný koncentrácii zisťovanej látky, používa sa refraktometria najčastejšie k stanoveniu koncentrácie látky v roztoku. Index lomu ovplyvňujú všetky zložky roztoku. Preto je pri meraní dôležité, aby ostatné látky prítomné v roztoku mali čo najmenšiu koncentráciu a tým aj zanedbateľný vplyv na index lomu.

Na meranie indexu lomu sa používajú refraktometre. Princíp merania refraktometrom je založený na meraní medzného uhla na rozhraní dvoch látok. Index lomu n_1 jednej látky (hranola) je známy a index lomu druhej látky n_2 môžeme vypočítať podľa vzťahu:

$$n_2 = n_1 \cdot \sin \varepsilon$$

Refraktometer sa skladá z merného hranola z optického skla s presne známym indexom lomu (n_1). Na jednu stenu hranola sa nanesie vzorka s neznámym indexom lomu (n_2). Svetlo dopadá v smere rozhrania obidvoch prostredí, t.j. 90° . Lom svetla na rozhraní sa pozoruje v okulári prístroja (obrázok 15).

V bežnej praxi sa na meranie pomocou refraktometrov používa denné svetlo. Jeho nevýhodou je rozklad (disperzia), ktorá sa javí ako farebné pruhy na rozhraní svetla a tieňa pri pozorovaní okulárom, čo zhoršuje podmienky merania. Tento nedostatok sa odstraňuje optickým kompenzátorom, napr. Amiciho hranolom. Amiciho hranol sa skladá z 2 hranolov z korunového skla a jedného hranola z flintového skla. V refraktometroch sa používajú 2 Amiciho hranoly, z ktorých jeden je pevný a druhý možno otáčať okolo jeho optickej



Legenda: ε – medzný uhol, H – sústava hranolov, O – okulár

Obrázok 15. Schéma refraktometra.

osi skrutkou. Amiciho hranol skladá rozložené svetlo späť na svetlo biele, aby rozhranie medzi svetlom a tieňom bolo ostré.

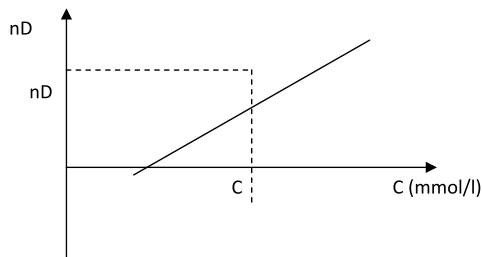
Meranie indexu lomu sa v praxi využíva ako kritérium čistoty látok. Možno nimi analyzovať vodné roztoky alkoholov, cukrov, glycerínu, kyselín, solí atď. V klinických laboratóriách sa používa na meranie koncentrácie bielkovín v sére alebo v plazme.

POSTUP:

1. Otvoríme kryciu platňu, na povrch hranola kvapneme niekoľko kvapiek destilovanej vody a zatvoríme kryciu platňu. Po uzatvorení musí byť destilovanou vodou pokrytá dostatočná plocha povrchu hranola. Prepínač rozsahov musí byť prepnutý do polohy 1. Vstupný otvor osvetlíme svetelným zdrojom nasmerovaním vstupného aj bočného otvoru na ten istý zdroj. Po zaostrení škály okulárom a rozhrania pomocou štrbinky by mala byť stupnica v okulári nastavená na hodnotu 0% Brix.
2. Rovnakým postupom ako je uvedené v bode 1 naniesieme na hranol meranú kvapalinu a pomocou krycej platne ju rozprestrieme po povrchu. Nasmerujeme povrch hranola na čo najintenzívnejší zdroj svetla. Prepínač rozsahov prepneme na príslušný rozsah a okulárom zaostríme. Zo stupnice odčítame meranú hodnotu. Ľavá stupnica je pre rozsah 1 a pravá pre rozsah 3. Pomocou teplomera na boku prístroja odčítame teplotu hranola a teda aj teplotu meranej vzorky, stupnice sú platné pre teplotu 20°C.
3. Po každom použití prístroja hranoly opláchneme destilovanou vodou a vyčistíme mäkkou handričkou.

ÚLOHA 1:

Na základe známych koncentrácií a zmeraných indexov lomu danej látky zostrojíte kalibračnú krivku (obrázok 16). (prepočtová tabuľka z % Brix na nD je v tabuľke 42)



Obrázok 16. Vzor kalibračnej krivky.

Tabuľka 42. Prepočtová tabuľka % Brix na index lomu nD cukrového roztoku.

%	Nd	%	Nd	%	nD
0	1,3330	31	1,3829	62	1,4464
1	1,3344	32	1,3847	63	1,4488
2	1,3359	33	1,3866	64	1,4511
3	1,3373	34	1,3884	65	1,4534
4	1,3388	35	1,3903	66	1,4558
5	1,3403	36	1,3922	67	1,4582
6	1,3418	37	1,3941	68	1,4606
7	1,3433	38	1,3960	69	1,4630
8	1,3448	39	1,3979	70	1,4654
9	1,3463	40	1,3998	71	1,4678
10	1,3478	41	1,4018	72	1,4703
11	1,3494	42	1,4037	73	1,4728
12	1,3509	43	1,4057	74	1,4753
13	1,3525	44	1,4077	75	1,4778
14	1,3541	45	1,4097	76	1,4804
15	1,3557	46	1,4118	77	1,4829
16	1,3573	47	1,4138	78	1,4855
17	1,3589	48	1,4159	79	1,4881
18	1,3605	49	1,4180	80	1,4907
19	1,3622	50	1,4200	81	1,4933
20	1,3638	51	1,4222	82	1,4960
21	1,3655	52	1,4243	83	1,4987
22	1,3672	53	1,4264	84	1,5014
23	1,3689	54	1,4286	85	1,5041
24	1,3706	55	1,4308	86	1,5068
25	1,3723	56	1,4329	87	1,5096
26	1,3740	57	1,4352	88	1,5123
27	1,3758	58	1,4374	89	1,5151
28	1,3776	59	1,4396	90	1,5179
29	1,3793	60	1,4419	91	1,5207
30	1,3811	61	1,4442	92	1,5235

ÚLOHA 2:

Z kalibračnej krivky určíte neznámu koncentráciu vzoriek na základe ich indexov lomu (tabuľka 43).

VÝSLEDKY:

Tabuľka 43. Výsledky merania refraktometrom.

Vzorka	Koncentrácia c (%)	Brix (%)	Index lomu (nD)

Nákres:

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE KONCENTRÁCIE OPTICKY AKTÍVNYCH LÁTOK POLARIMETROM

MATERIÁL A POMÔCKY: olarimeter, roztok neznámej koncentrácie, destilovaná voda

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

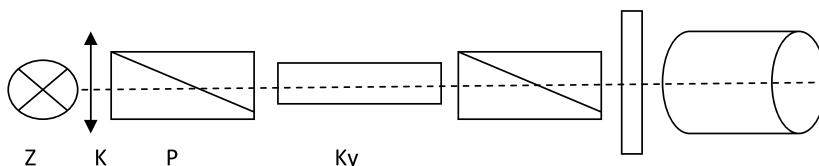
Svetlo ako elektromagnetické vlnenie kmitá za normálnych podmienok kolmo na smer šírenia vo všetkých smeroch. Svetlo, ktorého kmity majú presne určené smery sa nazývajú polarizované. Ak kmity zotrávajú stále v jednej rovine, svetlo je polarizované lineárne. Lineárne polarizované svetlo môžeme získať polarizáciou odrazom, lomom a dvojlomom. Zariadenie na polarizáciu sa nazýva polarizátor. Je založený na dvojlome, pri ktorom sa jeden lúč úplne odráža a dostáva sa mimo optickej sústavy, kým druhý lúč optickou sústavou prechádza. Prirodzeným dvojlomom sa vyznačujú niektoré kryštály, napr. kryštál islandského vápenca, ktorý sa štiepi a vytvára klenec. Ak na klenec islandského vápenca dopadá prirodzené svetlo, po jeho lome vzniknú dva lúče, ktoré postupujú rôznymi smermi. Jeden lúč postupuje ako v izotropnom prostredí, spĺňa zákon lomu a označuje sa ako riadny lúč. Druhý lúč je posunutý, neriadi sa zákonom lomu a nazýva sa mimoriadny lúč. Obidva lúče sú lineárne polarizované v navzájom kolmých rovinách. Riadny lúč je polarizovaný v rovine hlavného rezu, mimoriadny lúč v rovine kolmej na rovinu hlavného rezu. V kryštáli existuje jeden smer, v ktorom nenastane dvojlom. Takýto smer nazývame optická os.

Najznámejším polarizátorom je Nicolov hranol – nikol. Nikol sa skladá z dvoch pravouhlých hranolov islandského vápenca, ktoré sú stmelené kanadským balzomom. Optická os zvierá s prednou stenou nikolu uhol 48° . Ak na nikol dopadá prirodzené svetlo rovnobežne so základňou, pri vstupe do hranola sa rozdelí na riadny a mimoriadny lúč. Riadny lúč dopadá na vrstvu kanadského balzamu pod uhlom, ktorý je väčší ako medzný uhol pre toto rozhranie, a preto sa úplne odráža. Mimoriadny lúč prechádza rozhraním a preto vzniká za nikolom lineárne polarizované svetlo, ktorého kmity ležia v rovine hlavného rezu.

Polarimetria je analytická metóda, pri ktorej meriame uhol otáčania roviny polarizovaného svetla opticky aktívnou látkou. Z uhla otáčania roviny polarizovaného svetla môžeme vypočítať koncentráciu látky. Uhol otáčania roviny polarizovaného svetla opticky aktívnych látok meriame polarimetrami. Polarimeter sa skladá z dvoch niklov, pričom jeden slúži ako polarizátor a druhý,

vzdialenejší od zdroja ako analyzátor. Polarizátorom získavame lineárne polarizované svetlo. Analyzátorom možno otáčať okolo osi. Analyzátor je pevne spojený so stupnicou delenou v uhlových stupňoch. Objektívom nachádzajúcim sa za analyzátorom pozorujeme prechádzajúce svetlo. Ak sú obidva nikoly súvislé, vidíme v okulári plne osvetlené zorné pole. Ak otočíme analyzátorom o 360° , zatemní sa zorné pole dvakrát a dvakrát sa vyjasní (obrázok 17).

Vyšetrovaný roztok s opticky aktívnou látkou vkladáme do polarimetrickej kyvety medzi oba hranoly. Potom otáčame analyzátorom tak dlho, až dosiahneme plného osvetlenia alebo úplného zatmenia zorného poľa objektívu. Aby sme to docielili, musíme analyzátorom otočiť o rovnaký uhol, o ktorý otočila sledovaná vzorka rovinu polarizovaného svetla, ale smer otáčania analyzátoru musí byť opačný ako je smer otáčania sledovanej látky v polarizačnej kyvete.



Legenda: Z – zdroj svetla (sodíková lampa), P – polarizátor, A – analyzátor, D – ďalekohľad, K – kondenzor, Ky – kyveta, S – stupnica

Obrázok 17. Schéma polarimetra.

POSTUP:

1. Prístroj zapneme do zdroja napätia. Zapneme prístroj hlavným vypínačom. Počkáme cca 5 min., kým sa prístroj stabilizuje
2. Otvoríme priestor pre vzorky a vložíme do polarimetra kyvetu s destilovanou vodou
3. Pozeráme do okulára a na prístroji nastavíme optickú nulu (jasný obraz). Potom otáčame kolieskom pod okulárom pokiaľ na škále nie je na oboch stranách 0. V okulári musí byť vidieť rovnomerné osvetlenie poľa žltó-oranžovým svetlom.
4. Do priestoru pre vzorky umiestnime kyvetu s meranou vzorkou. Kyveta musí byť naplnená tak, aby s nej nebola nijaká vzduchová bublina
5. Pozorujeme obraz v okulári a zaostríme ho
6. Kolieskom pod okulárom otáčame, pokým nedosiahneme rovnomerné osvetlenie celého poľa
7. Na stupnici odčítame hodnoty na oboch stranách pomocou zväčšovacích šošoviek. (u väčšiny látok sa uhol rotácie redukuje o $0,3\%$ pri náraste teploty o 1° (pri 589nm)). Najpresnejší výsledok získame použitím vzťahu $a = (a_1 + a_2)/2$, kde a_1 a a_2 sú hodnoty odčítané na jednej a druhej strane.

ÚLOHA 1:

Z nameraných hodnôt vypočítajte koncentráciu meranej látky podľa vzťahu:

$$C = \frac{100 \times \alpha}{l \times \alpha_m}$$

kde

C – koncentrácia látky v g/100ml

α – uhol otočenia meraný pri 20°C

l – hrúbka vzorky (hrúbka trubice)

α_m – merná otáčavosť (tabuľka 44)

Tabuľka 44. Merná otáčavosť niektorých látok.

Látka	Merná otáčavosť
Glukóza + H ₂ O	-47,94
Škrob	+196,40
Laktóza + H ₂ O	+52,50
Maltóza	+130,63

VÝSLEDKY:

Tabuľka 45. Výsledky merania polarimetrom.

Vzorka	Výpočet	Koncentrácia c (g/100ml)

ZÁVER:

NÁZOV: MERANIE DÁVOVÉHO PRÍKONU OD BODOVÉHO ŽIARIČA GAMA

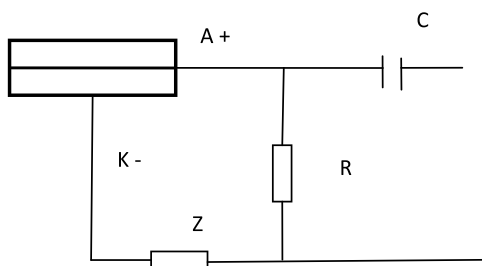
MATERIÁL A POMÔCKY: gama žiarič ^{60}Co , ^{55}Cs / detektor Gama-Beta žiarenia, pinzeta na žiarič, list papiera A_3 so súradnicovou sústavou, stopky, pásové meradlo

PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Ionizujúce žiarenie je také elektromagnetické alebo korpuskulárne žiarenie, ktoré pri prenikaní látkou vytvára priamo, alebo nepriamo iónové páry. Patrí sem žiarenie γ , rtg žiarenie, častice α , β , neutróny. Ionizujúce žiarenie nemožno vnímať zmyslovými orgánmi, detekcia ionizujúceho žiarenia je založená na jeho interakcii s látkou vhodného detektora. Detektor slúži k premene energie ionizujúceho žiarenia na inú formu energie, ktorú je možné registrovať vhodným prístrojom.

GM trubica patrí medzi detektory s plynovou náplňou. Tieto detektory k svojej práci využívajú tú vlastnosť plynov, že sú za normálnych podmienok nevodivé. Častice α , β a žiarenie γ v nich vyvolávajú ionizáciu, čo i umožňuje viesť elektrický prúd.

GM trubica je tvorená najčastejšie skleneným puzdrom, ktoré predstavuje jednu elektródu, pričom druhá elektróda je umiestnená v osi trubice. Trubica je naplnená zmesou plynov a pár organických látok pod tlakom nižším, ako je tlak atmosférický. Je pripojená ku zdroju vysokého napätia cez pracovný odpor R , na ktorom sa snímajú napäťové impulzy (Obrázok 18). Keď GM trubicou preletí častica, nastáva nárazová ionizácia. Vznikne veľký počet voľných elektrónov a vnútom trubic prejde impulz, ktorý vyvoláva na R merateľné napätie.



Legenda: A – anóda, R – pracovný odpor, K – katóda, C – oddeľovací kondenzor, Z – vysokonapäťový zdroj

Obrázok 18. Schéma GM trubice.

POSTUP:

1. Na list papiera so súradnicami umiestnime rádiometer na vyznačené miesto. Rádiometer nastavíme do režimu, v ktorom budeme merať (γ žiarenie, dávkový príkon v $\mu\text{Sv/h}$) a zapneme ho. Na prístroji odčítame hodnotu prírodného pozadia.
2. Pinzetou vyberieme žiarič z kontajnera a umiestnime ho na polkružnicu s polomerom $r = 5 \text{ cm}$ a uhlom 90° . (Súradnicu zapíšeme do tabuľky 46). Pri vyňatí zdroja z kontajnera zaznačíme čas začatia merania a vzdialenosť každého študenta od bodového zdroja (zdroj-stred trupu).
3. Po 1 minúte (ustálenie hodnoty na prístroji) začneme odčítavať hodnoty na príslušnej súradnici s časovou konštantou 20 s. Pre každú súradnicu uskutočníme 5 meraní, zapíšeme do tabuľky a vypočítame priemernú hodnotu.
4. Žiarič posúvame na danej polkružnici do rôznych uhlov. Meranie opakujeme na polkružniciach s polomeri 10, 15, 20 cm.
5. Na konci merania, po uložení žiariča do kontajnera, odčítame čistý čas celého merania.

ÚLOHA 1.

Stanovte veľkosť dávky D žiariča v 10 ľubovoľných vzdialenostiach a uhloch od rádiometra.

ÚLOHA 2.

Pre jednotlivé miesta merania vypočítajte efektívnu dávku podľa vzťahu:

$$E = (I_1/I_2)^2 \cdot D \text{ [}\mu\text{Sv]}$$

kde:

I_1 – vzdialenosť sondy od bodového žiariča (cm)

I_2 – vzdialenosť zdroj a stred trupu ($^\circ$)

D – najvyššia nameraná dávka

ÚLOHA 3:

Overte, či platí vzťah $D_1 r_1^2 = D_2 r_2^2$ (dávka klesá s druhou mocninou vzdialenosti)

VÝSLEDKY:

Tabuľka 46. Výsledky merania dávkového príkonu.

Žiarič			
Súradnice			
Vzdialenosť (cm)	Uhol (°)	Dávkový príkon H ($\mu\text{Sv/h}$)	Dr²
5	90		
10	90		
15	90		
20	90		

Výpočet:

ZÁVER:

NÁZOV: PRENOSOVÁ CHARAKTERISTIKA ZOSILŇOVAČA, URČENIE ZISKU ZOSILŇOVAČA

MATERIÁL A POMÔCKY: zosilňovač, zdroj napätia, RC generátor, voltmetre, spojovacie vodiče, semilogaritmický papier

FIZIKÁLNY PRINCÍP:

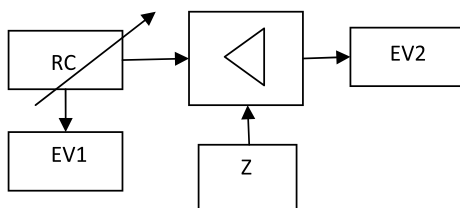
Elektronický zosilňovač je zariadenie, ktoré je schopné zväčšovať napätie alebo prúd na požadovanú hodnotu bez toho, aby skresľoval jeho priebeh. Elektrické zosilňovače delíme na zosilňovače jednosmerného signálu a zosilňovače striedavého signálu. My sa budeme venovať zosilňovačom striedavého napätia.

Pomer výstupného napätia (U_{vy}) a vstupného napätia (U_{vs}) zosilňovača nazývame zisk zosilňovača A . Je to bezrozmerné číslo a udáva koľkokrát zväčšuje zosilňovač vstupné napätie.

Pretože elektronický zosilňovač je veľmi zložitý elektrický zariadenie, nie je zisk v celom frekvenčnom rozsahu rovnaký, to znamená, že zisk zosilňovača je frekvenčne závislý $A(f)$. Túto závislosť nazývame prenosová charakteristika zosilňovača, za predpokladu konštantného vstupného napätia.

METÓDA:

Prenosovú charakteristiku elektronického zosilňovača získame tak, že na jeho vstup pripojíme generátor vstupného napätia sínusového priebehu (RC generátor) tak, aby sme mohli udržiavať jeho vstupné napätie na konštantnej hodnote, čo kontrolujeme paralelne pripojeným elektronickým voltmetrom na vstupe zosilňovača. Na výstup zosilňovača je pripojený elektrónkový voltmeter, podľa možnosti rovnakého typu, na ktorom sledujeme výstupné napätie v zosilňovači od frekvencie vstupného napätia. Aparatúru zostavíme podľa schémy (obrázok 19)



Legenda: – elektronický zosilňovač, RC – RC generátor s meniteľnou frekvenciou, EV1 – el. voltmeter na meranie vstupného napätia, EV2- el. voltmeter na meranie výstupného napätia

Obrázok 19. Schéma zapojenia zosilňovača.

POSTUP:

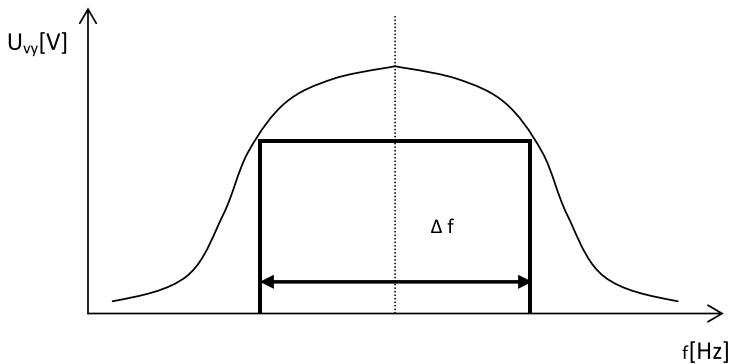
1. Zostavíme aparáturu podľa schémy.
2. Na vstup zosilňovača privádzame konštantné napätie U_{vs}
3. Pomocou generátora sínusových kmitov meníme frekvenciu vstupného napätia privádzaného na zosilňovač. Začneme pri $f= 20$ Hz a zvyšujeme najskôr po nižších hodnotách, až hodnoty výstupného napätia rastú v menšej miere. Potom meníme frekvenciu vo väčších intervaloch, kedy zosilnenie opäť klesá.
4. Namerané hodnoty zaznamenáme do tabuľky a zostrojíme graf prenosovej charakteristiky zosilňovača.

ÚLOHA 1:

Z prenosovej charakteristiky zosilňovača určte frekvenčné pásmo Δf , v ktorom daný zosilňovač prenáša s najnižším skreslením (tabuľka 47)

ÚLOHA 2:

Z nameraných hodnôt vypočítajte maximálny zisk zosilňovača (obrázok 20).



Obrázok 20. Prenosová charakteristika zosilňovača.

VÝSLEDKY:

Tabuľka 47. Výsledky merania.

f (Hz)	U_{vy} (V)
20	

ZÁVER:

NÁZOV: GRAF ZÁVISLOSTI TEPLOTNEJ ZOTRVAČNOSTI TERMOSTATU OD TYPU OHRIEVAČA

MATERIÁL A POMÔCKY: ponorný varič, liehový kahan, kontaktný teplomer, elektromagnetické relé, 2 banky s rovnakým množstvom vody, ortuťový teplomer, stopky, milimetrový papier

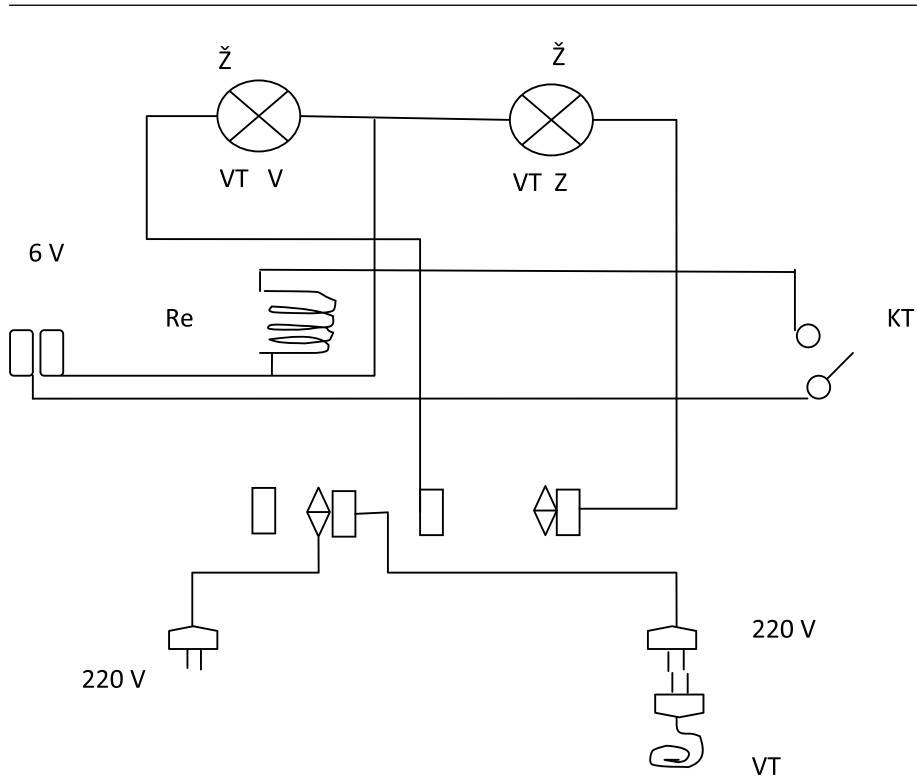
PRINCÍP A METÓDA MERANIA:

Kontaktný teplomer pracuje na princípe uzavretia, alebo rozpojenia elektrického okruhu po dosiahnutí vopred nastavenej hodnoty teploty. Kontaktný teplomer s ortuťovým teplotným médiom má v kapiláre umiestnený posúvateľný ocelový prúžok ovládaný zvonka permanentným magnetom. Je vybavený pomocnou stupnicou, ktorá umožňuje presne umiestniť hrot kontaktného vodiča v kapiláre.

METÓDA:

Termostat s kontaktným teplomerom pracuje na princípe dvoch nezávislých elektrických okruhov, ktoré sú navzájom prepojené elektromagnetickým relé. Prvý okruh je napojený na slaboprúdový zdroj. V jeho okruhu je zapojené elektromagnetické relé do série s kontaktným teplomerom, ktorý má funkciu vypínača. Druhý okruh je silnoprúdový, do ktorého je zapojené výhrevné teleso paralelne s kontrolnou žiarovkou cez vypínač, ktorým je spínacia časť elektromagnetického relé. (Obrázok 21)

Výhrevné teleso termostatu musí byť riešené tak, aby malo čo najmenšiu tepelnú zotrvačnosť. Veľká tepelná zotrvačnosť výhrevného telesa by spôsobila veľký tepelný rozkmit média okolo nastavenej hodnoty.



Legenda: KT – kontaktný teplomer, e – elektromagnetické relé, VT – výhrevné teleso

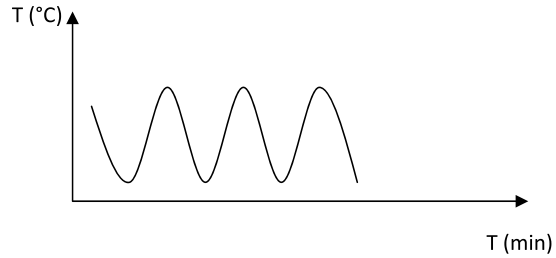
Obrázok 21. Schéma zapojenia kontaktného teplomera v termostate.

POSTUP:

1. Zostavíme aparatúru
2. Prístroje zapneme do zdroja napätia
3. Počkáme až teplota vystúpi na 37°C . Keď žiarovka zhasne:
Elektromagnetické relé automaticky vypne výhrevné teleso
Výhrevné teleso vypneme
4. Sledujeme nárast a následný pokles teploty a hodnoty zapisujeme do tabuľky s časovou konštantou 1 min
5. Keď teplota klesne pod 37°C , tak:
Elektromagnetické relé automaticky zapne výhrevné teleso
Zapneme výhrevné teleso
6. Zaznačíme medzičas (čas, za ktorý teplota znovu vystúpi na 37°C)
7. Postup opakujeme aspoň 2krát

ÚLOHA 1:

Zhotovte graf tepelnej zotrvačnosti termostatu (obrázok 22). Určite, ktorý tepelný zdroj by bol vhodnejší ako termostat s kvapalným médiom (tabuľka 48).



Obrázok 22. Graf tepelnej zotrvačnosti.

VÝSLEDKY

Tabuľka 48. Výsledky merania.

Čas T (min)	t_1 (°C)	t_2 (°C)

Nákres:

ZÁVER:

POUŽITÁ LITERATÚRA

- ÁGHOVÁ, L. Et al. 1993. Praktické cvičenia z hygieny. Bratislava: Polygrafické stredisko UK, 1993. 266 s. ISBN 80-217-0515-9.
- AKADÉMIA OZBROJENÝCH SÍL GENERÁLA MILANA RASTISLAVA ŠTEFÁNKA. 2017. Ruffierova funkčná skúška. [online] . 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <<http://www.aos.sk/struktura/katedry/utv/ruffier.html>>
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. 2016. TargetHeartRates. [online]. 2016. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.heart.org/HEARTORG/HealthyLiving/PhysicalActivity/FitnessBasics/Target-Heart-Rates_UCM_434341_Article.jsp#.WSgaJgjjIU>
- ČERNÁK, J. 1992. Laboratórna technika. Martin: Osveta, 1992. ISBN: 80-217-0495-0.
- ČIPERA, J. 1990. Fyzikálna chémia. Martin: Osveta, 1990.
- DZIBRÍKOVÁ, Z. 2015. Krvný tlak a jeho meranie. Bratislava: IUVENTA. [online]. 2015. [citované 27-05-2017] Dostupné na internete: <https://www.iuventa.sk/files/documents/2_olympiady/bio/49.%20ro%C4%8Dn%C3%ADk%202014-2015/s%C3%BA%C5%A5a%C5%BE%C3%A9%20%C3%BAlohy%20a%20rie%C5%A1enia/krajsk%C3%A9%20kolo/b49kkbpr115.pdf>.
- HORVÁTHOVÁ, M. – KARKUS, R. 2007. Vybrané kapitoly z lekárskej biofyziky. Trnava: FZa-SP. 2007. ISBN 80-89104-31-2.
- HORVÁTHOVÁ, M. 2007. Návod na cvičenia pre predmety Fyzikálne princípy prístrojovej techniky a Biofyzika. Trnava. 2007.
- HRAZDIRA, I. 1986. Biofyzika. Martin Osveta, 1986.
- HRAZDIRA, I. – MORNSTEIN, V. – ŠKORPIKOVÁ, J. 2006. Základy biofyziky a zdravotníckej techniky. Brno: NEPTUN. 2006. ISBN 80-86850-01-3.
- HRAZDIRA, I. – MORNSTEIN, V. 2001. Lékařská biofyzika a přístrojová technika. Brno: Neptun, 2001. 395 s. ISBN 80-902896-1-4.
- HUTYROVÁ, I. 2007. Zorné pole. Bakalárska práca: Masaryková univerzita. Lékařská fakulta. Optika a optometrie. 47 s. [online] . 2007. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <https://is.muni.cz/th/106741/lf_b/Bakalarska_praca_-_Zorne_pole..pdf>
- IAEA. 2006. Encyklopedický súbor bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Bratislava. 623 s., [online]. 2006. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/40/100/40100282.pdf>
- IAEA. 2009. Elektromagnetické pole ako fyzikálny stresový faktor životného prostredia obyvateľov obce Nolčovo. Bratislava. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/105/42105773.pdf>
- KOHÚTOVÁ, H. 2009. Ochrana proti UV žiareniu. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.uvzsr.sk/docs/bkv/info_pre_spotrebiteľov/UV_ziarenie_fototypy_dlzka_pobytu_na_slnku_ochrana.pdf>
- KOL. KATEDRY FYZIKY. 1984. Fyzika – Návod pre praktické cvičenia. Bratislava: SVŠT, 1984.
- KŘÍŽ, P. 2007. Zraková ostrosť. 2007. Bakalárska práca. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta.
- KUKUROVÁ, E. et al. 2013. Princípy lekárskej fyziky a biofyziky pre elektronické vzdelávanie zdravotníckych profesionálov. Bratislava: Asklepios. [online] . 2013. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.fmed.uniba.sk/uploads/media/Principy_lekarskej_fyziky_-_web.pdf>

-
- KUKUROVÁ, E. et al. 2013. Princípy lekárskej fyziky a biofyziky pre elektronické vzdelávanie zdravotníckych profesionálov. 2013. Bratislava: Asklepios. ISBN 978-80-7167-174-9.
- KURKUROVÁ, E. – KRALOVÁ, E. 2009. Pracovné listy k vybraným porovnávacím experimentom pre integrovanú výučbu lekárskej fyziky a princípov eHealth. Bratislava. 2009. ISBN 978-80-7167-143-5.
- KUKUROVÁ, E. – KRALOVÁ, E. 2004. Lekárska fyzika a biofyzika pre medicínsku prax. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava. ISBN 80-223-1824-8.
- Nariadenie vlády SR č. 391/2006 o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko
- Nariadenie vlády SR č. 40/2002 o ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami
- NAVRÁTIL, L. – ROSINA, J. et al. 2005. Medicínska biofyzika. Praha: GRADA Publishing. ISBN: 80-247-1152-4.
- ROSINA, J. – VRÁNOVÁ, J. et al. 2013. Biofyzika – Pro zdravotnícke a biomedicínske obory. Praha: HavlíčkůvBroad.a.s., 224 s. ISBN 978-80-4237-3.
- SCHWENDTOVÁ, V. – BRUNNER, G. 1998. Geometria a prístrojová optika. Martin: Osveta, 1998. 290 s. ISBN 80-217-0523-X.
- SPIROMETERS. 2017. MeasurementPrinciplesforSpirometers. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <<http://www.spirometers.org/measure.php>>
- SPIROMETRY. 2017. MethodsforMeasuringSpirometry. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <<https://www.spirometry.guru/methods.html>>
- ŠKOLY EURÓPSKEHO VÝZNAMU. 2017. Elektromagnetické žiarenie a jeho spektrum. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<http://www.dudva.sk/MF/F3_7.pdf>
- ŠOLC, M. – BALÁŽIKOVÁ. 2012. Hluk – jeden z faktorov vplyvujúcich na zdravie človeka. In Manažment v teórii a praxi.2012. [online]. Roč.8, č.4, S. 48 – 55. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<http://casopisy.euke.sk/mtp/clanky/2012-4_MTP.pdf>.ISSN 1336-7137.
- Technická norma STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovných miest. Časť 1: Vnútorne pracovné miesta.
- Technická norma STN EN 12464-2 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovných miest. Časť 2: Vonkajšie pracoviská.
- THE NATIONAL HEARING TEST. 2014. How to ReadanAudiogram and DetermineDegrees of HearingLoss. [online]. 2014. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<<http://www.nationalhearingtest.org/wordpress/?p=786>>
- ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SR. 2009. Ochrana proti UV žiareniu. [online]. 2009. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <http://www.uvzsr.sk/docs/bkv/info_pre_spotrebiteľov/UV_ziarenie_fototypy_dlzka_pobytu_na_slnku_ochrana.pdf>.
- Užívateľské príručky používaných prístrojov.
- VÍTEK, F. – RAKOVIČ, M. 1997. Základy lekárskej biofyziky. Praha: Karolinum, 1997.
- Vyhláška č. 541/2007 o podrobnostiach a požiadavkách na osvetlenie pri práci
- Zákon č.355 z roku 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE. 2017. Osvetlenie. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<<http://svf.uniza.sk/kpsu/pages/grunova/material/zan/osvetlenie.pdf>>

Zdroj obrázkov:

I-CREATIVE. 2017. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<<http://www.i-creative.cz/2011/10/18/lidske-telo-obrazky/>>

NILESH, K. 2016. Bloodpressure. [online]. 2016. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete: <<https://www.slideshare.net/nileshkate79/blood-pressure-58310571>>

TURBINESPIROMETRY.2017.[online].2017.[citované27-05-2017].Dostupnénainternet:<https://www.google.sk/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi3i-TboY7UAhUCQBoKHSxMBEEQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.google.com%2Fpatents%2FUS7618235&psig=AFQjCNEiVO9MI5bZcGDqTA_E__fck6nl-Lw&ust=1495912300321711http://afterimagia.pl/book/ostrosc-widzenia/>

ZEMER. R. 2017. [online]. 2017. [citované 27-05-2017]. Dostupné na internete:<<http://www.dr-rudolf-zemek.cz/celostni-medicina/alternativni-diagnostika-z-ruky>>

Martina Horváthová, Zuzana Bárdyová

Návody na praktické cvičenia
z predmetu

BIOFYZIKA

Zodpovedný redaktor Jozef Molitor
Grafická úprava a zalomenie Jana Janíková

Pre Fakultu zdravotníctva a sociálnej práce Trnavskej univerzity v Trnave pripravilo
v elektronickej verzii vydavateľstvo TYPUS UNIVERSITATIS TYRNAVENSIS,
spoločné pracovisko Trnavskej univerzity
a VEDY, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied, ako 221. publikáciu.

ISBN 978-80-568-0042-3