

OBSAH

1. HMOŤA A ZÁŘENÍ Z BIOFYZIKÁLNÍHO HLEDISKA.....	1
1.1. NEJMENŠÍ ČÁSTICE HMOTY A JEJICH VLASTNOSTI	1
1.1.1. Čtyři základní interakce.....	1
1.1.2. Základní částice hmoty	2
1.1.3. Kvantové vlastnosti částic a jejich důsledky.....	3
1.2. VŠEOBECNÉ VLASTNOSTI ATOMŮ	6
1.2.1. Elektronový obal atomu.....	6
12.1.1.1. Struktura elektronového obalu atomu	6
12.1.2. Excitace a ionizace	9
12.1.3. Jádro atomu a jeho vlastnosti.....	11
1.3. RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ	13
1.3.1. Druhy radioaktivního rozpadu	14
13.1.1. Rozpad gama	14
13.1.2. Rozpad beta	14
13.1.3. Rozpad alfa.....	15
13.1.4. Jaderné štěpení.....	16
1.3.2. Zákonitosti radioaktivního rozpadu.....	17
1.3.3. Radioizotopy v medicíně.....	20
1.3.4. Interakce ionizujícího záření s látkou.....	20
13.4.1. Interakce záření rentgenového a záření γ s látkou	22
13.4.2. Interakce částicového jaderného záření	26
13.4.3. Jednotky používané pro měření ionizujícího záření	26
2. BIOKYBERNETIKA.....	29
2.1. CHARAKTERISTIKA KYBERNETIKY	29
2.2. KYBERNETICKÉ SYSTÉMY	30
2.2.1. Charakteristické znaky systému.....	30
2.2.2. Dynamické systémy a jejich vlastnosti.....	31
2.3. PRINCIPY TEORIE INFORMACE	33
2.3.1. Charakteristika informace, informační obsah	33
2.3.2. Informační systém.....	34
2.3.3. Informační pochody v živém organismu	35
2.4. ŘÍZENÍ A REGULACE	36
2.5. PRINCIPY MODELOVÁNÍ.....	37
2.6. VIRTUÁLNÍ REALITA A JEJÍ APLIKACE V LÉKAŘSTVÍ	39
2.6.1. Virtuální realita a její možnosti.....	39
2.6.2. Virtuální realita v lékařství.....	40
3. ÚVOD DO MOLEKULOVÉ BIOFYZIKY	41
3.1. FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI MOLEKUL A JEJICH STRUKTURA	41
3.1.1. Silné interakce mezi atomy - chemické vazby	41
3.1.2. Slabé chemické interakce.....	43
3.1.3. Kohezní síly a viskozita kapalin.....	45
3.2. ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI VODY	47
3.2.1. Voda a její vlastnosti	47
3.2.2. Funkce vody v organismu.....	48

3.3. BIOPOLYMERY A JEJICH STRUKTURA	49
3.3.1. Základní typy biopolymerů a jejich vlastnosti.....	49
3.3.2. Struktury bílkovin a jejich změny	52
3.3.3. Přehled metod studia struktury biopolymerů	55
3.4. DISPERZNÍ SOUSTAVY A JEJICH VLASTNOSTI.....	58
3.4.1. Druhy disperzních soustav	58
3.4.2. Koloidní disperze (soustavy) a jejich fyzikální vlastnosti.....	60
3.4.3. Metody analýzy koloidních roztoků a některých hrubých disperzí.....	62
4. ZÁKLADY TERMODYNAMIKY A BIOENERGETIKY	67
4.1. ZÁKLADNÍ POJMY A ZÁKONY ROVNOVÁŽNÉ TERMODYNAMIKY.....	67
4.1.1. Základní vlastnosti termodynamických systémů.....	67
4.1.2. Práce termodynamického systému (teplota a teplo).....	69
4.1.3. Stavové rovnice a základní děje v plynech	71
4.1.4. Termodynamické zákony	74
4.1.5. Termodynamické potenciály.....	75
4.1.6. Chemický potenciál	77
4.1.7. Chemická rovnováha a chemická práce.....	79
4.2. INTERPRETACE NĚKTERÝCH POZNATKŮ STATISTICKÉ FYZIKY.....	81
4.3. APLIKACE POZNATKŮ TERMODYNAMIKY	86
4.3.1. Osmotický tlak.....	86
4.3.2. Skupenské stavy látek a fázové rovnováhy	89
4.3.2.1. Skupenství a jejich přeměny.....	89
4.3.2.2. Fázová rovnováha a Raoultův zákon.....	91
4.3.2.3. Henryho zákon	92
4.3.2.4. Ebulioskopie a kryoskopie	93
4.3.3. Povrchové a adsorpční jevy	94
4.3.4. Galvanický článek	96
4.3.5. Klidové membránové napětí (potenciál)	98
4.3.5.1. Nernstova rovnice pro klidové membránové napětí.....	98
4.3.5.2. Donnanova rovnováha.....	101
4.4. NÁSTIN TERMODYNAMIKY ŽIVÝCH SYSTÉMŮ	102
4.4.1. Produkce entropie a stacionární stav.....	102
4.4.2. Příklady nerovnovážných termodynamických procesů.....	105
4.4.2.1. Difuze.....	105
4.4.2.2. Goldmanova rovnice (stacionární membránové napětí)	107
4.4.3. Nelineární termodynamika a disipativní struktury.....	108
4.5. ENERGETICKÉ PROCESY V ŽIVÝCH SYSTÉMECH.....	110
4.5.1. Zdroje a přeměny energie živých systémů.....	111
4.5.2. Spotřeba energie v živých systémech.....	113
5. BUŇKA JAKO BIOFYZIKÁLNÍ SYSTÉM	115
5.1. BUŇKA - ZÁKLADNÍ STRUKTURNÍ JEDNOTKA ŽIVÝCH SYSTÉMŮ	115
5.1.1. Obecná struktura buňky.....	115
5.1.2. Základní cytoplazma a její vlastnosti	116
5.1.2.1. Chemické složení základní cytoplazmy	117
5.1.2.2. Vlastnosti cytoplazmy	117
5.1.2.3. Cytoskeletální systém.....	118

5.13. Základní buněčné struktury	119
5.2. BJŇKA - ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ JEDNOTKA ŽIVÝCH SYSTÉMŮ	122
5.2.1. Buněčný pohyb.....	123
5.2.1.1. Buněčný pohyb vázaný na mikrofilamenta.....	123
5.2.1.2. Buněčný pohyb vázaný na mikrotubuly	124
5.2.2. Transportní mechanismy	125
5.2.2.1. Pasivní transport	125
5.2.2.2. Difuze bílkovinným kanálem	126
5.2.2.3. Aktivní transport.....	127
5.3. ELEKTRICKÉ PROJEVY BUNĚK	129
5.3.1. Klidový membránový potenciál (napětí).....	129
5.3.2. Měření membránového potenciálu	130
5.3.3. Vznik akčního potenciálu.....	131
5.3.4. Šíření akčního potenciálu	132
5.3.5. Synaptický přenos akčního potenciálu.....	134
5.3.5.1. Excitační a inhibiční synapse.....	135
5.3.5.2. Sumace postsynaptických potenciálů a vznik akčního potenciálu.....	136
5.3.6. Modelování elektrických vlastností buněčné membrány.....	136
6. BIOFYZIKA TKÁNÍ A ORGÁNŮ.....	139
6.1. MECHANICKÉ VLASTNOSTI TKÁNÍ	139
6.1.1. Rozdělení látek podle mechanických vlastností	139
6.1.2. Biofyzika podpůrně-pohybového systému.....	140
6.1.2.1. Statika a kinematika kostí a kloubů	141
6.1.2.2. Biomechanika svalového stahu.....	142
6.1.3. Biomechanika srdečně-cévního systému.....	144
6.1.3.1. Srdce jako pumpa	144
6.1.3.2. Fyzikální zákony proudění	145
6.1.3.3. Proudění krve.....	146
6.1.3.4. Mechanické vlastnosti cév.....	148
6.1.3.5. Proudění krve v kapilárách	150
6.1.3.6. Mechanické vlastnosti krve	151
6.1.4. Biofyzika dýchání.....	151
6.1.4.1. Mechanika dýchání.....	151
6.1.4.2. Dýchací odpory	152
6.1.4.3. Dechové objemy a kapacity	153
6.1.4.4. Mechanismus výměny plynů mezi vnějším a vnitřním prostředím	154
6.1.5. Lidský hlas a jeho vlastnosti.....	155
6.1.5.1. Vznik lidského hlasu	155
6.1.5.2. Akustická skladba lidské řeči	156
6.1.6. Biofyzika vyměšovacího systému	157
6.1.6.1. Složení ledvin	157
6.1.6.2. Glomerulární filtrace	158
6.1.6.3. Biofyzikální funkce tubulů	159
6.1.7. Biofyzika trávicího systému	160
6.2. ELEKTRICKÉ A MAGNETICKÉ VLASTNOSTI TKÁNÍ	161
6.2.1. Pasivní elektrické vlastnosti	161
6.2.2. Aktivní elektrické projevy tkání	163

6.2.2.1. Činnostní potenciály svalové.....	163
6.2.2.2. Elektrické projevy srdečního svalu	164
6.2.2.3. Činnostní potenciály mozkové	165
6.2.2.4. Činnostní potenciály jiných orgánů.....	165
6.2.3. Magnetické signály tkání.....	165
7. BIOFYZIKA PŘÍJMU A ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ.....	167
7.1. OBECNÁ CHARAKTERISTIKA SMYSLOVÉHO VNÍMÁNÍ	167
7.1.1. Rozdělení receptorů	167
7.1.2. Převodní funkce receptorů	168
7.1.3. Biofyzikální vztah podnětu a počítka.....	169
7.2. BIOFYZIKA VNÍMÁNÍ CHEMICKÝCH PODNĚTŮ	171
7.2.1. Struktura a funkce receptorů čichu a chuti	171
7.3. BIOFYZIKA VNÍMÁNÍ AKUSTICKÝCH SIGNÁLŮ	173
7.3.1. Fyzikální vlastnosti zvuku.....	173
7.3.2. Hlasitost, sluchové pole.....	173
7.3.3. Biofyzikální funkce ucha.....	175
7.3.3.1. Mechanismus převodu akustických signálů	175
7.3.3.2. Mechanismus recepcce akustických signálů	176
7.3.3.3. Elektrické jevy spojené s recepcí zvuku.....	178
7.3.5. Biofyzikální funkce vestibulárního systému.....	179
7.4. BIOFYZIKA VNÍMÁNÍ SVĚTELNÝCH PODNĚTŮ	179
7.4.1. Oko jako optický systém	180
7.4.1.1. Skladba oka a optické vlastnosti jeho světlolomných prostředí	180
7.4.1.2. Akomodace oka.....	182
7.4.2. Poruchy optického systému oka	183
7.4.2.1. Ametropie sférické	183
7.4.2.2. Ametropie asférická	184
7.4.3. Sítnice - biologický detektor světla.....	185
7.4.3.1. Struktura sítnice	185
7.4.3.2. Ostrost vidění	187
7.4.3.3. Vidění fotopické a skotopické.....	188
7.4.3.4. Barevné vidění a jeho poruchy	189
7.4.3.5. Elektrické projevy sítnice.....	190
8. BIOFYZIKA FAKTORŮ VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	193
8.1. ÚČINKY MECHANICKÝCH FAKTORŮ	193
8.1.1. Účinky tlakových změn.....	193
8.1.2. Účinky změn rychlosti	194
8.1.3. Škodlivé účinky mechanických sil.....	195
8.2. ÚČINKY AKUSTICKÝCH FAKTORŮ	195
8.2.1. Fyzikální charakteristika zvuku.....	196
8.2.2. Účinky zvukových polí.....	196
8.2.3. Účinky ultrazvuku.....	197
8.3. VLIV METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK NA ORGANISMUS.....	199
8.3.1. Vliv teplotních změn	200
8.4. ÚČINKY ELEKTRICKÝCH PROUDŮ.....	202
8.4.1. Vedení elektrického proudu tkáněmi	202

8.4.2. Elektrická dráždivost a elektrokinetické jevy.....	203
8.4.3. Úrazy elektrickým proudem.....	205
8.5. ÚČINKY MAGNETICKÝCH POLÍ.....	206
8.6. ÚČINKY NEIONIZUJÍCÍHO ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ.....	207
8.6.1. Fyzikální charakteristika viditelného záření.....	207
8.6.2. Zdroje záření	209
8.6.3. Biologické účinky optického záření	210
8.6.3.1. Molekulové mechanismy účinku	210
8.6.3.2. Účinky viditelného světla	211
8.6.3.3. Účinky ultrafialového záření	212
8.6.3.4. Účinky infračerveného záření.....	213
8.6.3.5. Účinky laserového záření	213
8.7. BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ.....	214
8.7.1. Mechanismy účinků	214
8.7.2. Relativní biologická účinnost záření.....	215
8.7.3. Biologické účinky jaderných výbuchů.....	216
8.7.4. Ochrana před zářením.....	217
9. BIOLOGICKÉ SIGNÁLY	219
9.1. LDSKÝ ORGANISMUS JAKO ZDROJ INFORMACE	219
9.2. BIOSIGNÁLY A JEJICH ROZDĚLENÍ.....	219
9.3. ZPRACOVÁNÍ BIOSIGNÁLŮ.....	221
10. MĚŘICÍ A ZÁZNAMOVÉ DIAGNOSTICKÉ METODY	223
10.1. DETEKCE A MĚŘENÍ MECHANICKÝCH VELIČIN.....	223
10.1.1. Měření tlaku.....	223
10.1.1.1. Měníče	223
10.1.1.2. Tlak krve.....	224
10.1.1.3. Další metody měření tlaku v lékařství	225
10.1.2. Měření mechanické práce a výkonu.....	226
10.1.3. Měření mechanických vlastností kapalin	226
10.1.4. Detekce nízkofrekvenčních mechanických vibrací a zvuku.....	227
10.2. MĚŘENÍ TEPLOTY	227
10.2.1. Kontaktní termometrické metody.....	228
10.2.2. Bezkontaktní termometrie	229
10.3. ELEKTRODIAGNOSTICKÉ METODY	229
10.3.1. Druhy elektrod.....	229
10.3.2. Zpracování elektrických biosignálů.....	230
10.3.3. Aktivní elektrodiagnostické metody	232
10.3.3.1. Elektrokardiografie (EKG).....	232
10.3.3.2. Elektromyografie (EMG).....	235
10.3.3.3. Elektroencefalografie (EEG)	236
10.3.3.4. Elektoretinografie (ERG)	237
10.3.4. Pasivní elektrodiagnostické metody.....	237
10.4. ELEKTROCHEMICKÉ ANALYTICKÉ METODY.....	239
10.4.1. Základní druhy elektrod.....	239
10.4.2. Konduktometrie	240
10.4.3. Polarografie a voltametrie	242

10.5. OPTICKÉ LABORATORNÍ METODY	243
10.5.1. <i>Spektrofotometrie</i>	243
10.5.2. <i>Polarimetrie</i>	245
10.5.3. <i>Refraktometrie</i>	247
10.6. METODY MIKROSKOPIE	249
10.6.1. <i>Optická mikroskopie</i>	249
10.6.1.1. Schéma optického mikroskopu a vlastnosti jeho optického systému	249
10.6.1.2. Varianty optického mikroskopu	252
10.6.1.3. Speciální optické mikroskopy	252
10.6.2. <i>Elektronová mikroskopie</i>	256
10.6.2.1. Transmisní elektronová mikroskopie (TEM)	257
10.6.2.2. Rastrovací elektronová mikroskopie (SEM)	258
10.6.2.3. Skenovací tunelová elektronová mikroskopie	258
10.6.3. <i>Akustická mikroskopie</i>	259
10.7. METODY DETEKCE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	260
10.7.1. <i>Chemické a fotochemické detektory a dozimetry</i>	260
10.7.2. <i>Elektrické (ionizační) metody</i>	261
10.7.3. <i>Scintilační počítače</i>	263
10.8. METODY KOSTNÍ DENZITOMETRIE	265
10.8.1. <i>Rentgenové metody</i>	265
10.8.2. <i>Ultrazvukové metody</i>	265
10.9. MONITOROVÁNÍ A TELEMETRIE	266
11. ZOBRAZOVACÍ DIAGNOSTICKÉ METODY	269
11.1. OBCENÉ PRINCIPY DIAGNOSTICKÉHO ZOBRAZENÍ	269
11.1.1. <i>Algoritmus zobrazovacího procesu</i>	269
11.1.2. <i>Posuzování kvality obrazů</i>	270
11.2. <i>TERMOGRAFIE</i>	270
11.2.1. <i>Kontaktní termografie</i>	270
11.2.2. <i>Bezkontaktní termografie</i>	272
11.2.3. <i>Diagnostický význam termografie</i>	273
11.3. <i>ULTRAZVUKOVÉ ZOBRAZOVACÍ A DOPPLEROVSKÉ METODY</i>	273
11.3.1. <i>Mechanismus ultrazvukového zobrazení</i>	274
11.3.2. <i>Dopplerův jev a jeho aplikace v lékařské diagnostice</i>	276
11.3.3. <i>Duplexní a triplexní metody</i>	279
11.3.4. <i>Echokontrastní látky</i>	280
11.3.5. <i>Klinický význam ultrasonografie</i>	280
11.4. <i>ENDOSKOPICKÉ METODY</i>	281
11.4.1. <i>Endoskopická zrcadla</i>	281
11.4.2. <i>Endoskopy s pevnými tubusy</i>	282
11.4.3. <i>Fibroskopy</i>	283
11.5. <i>RENTGENOVÉ ZOBRAZOVACÍ METODY</i>	284
11.5.1. <i>Vznik rentgenového záření</i>	285
11.5.2. <i>Základní schéma rtg. přístroje</i>	287
11.5.3. <i>Vznik rentgenového obrazu</i>	288
11.5.3.1. <i>Chod rentgenových paprsků</i>	288
11.5.3.2. <i>Neostrost obrazu</i>	289
11.5.3.3. <i>Použití kontrastních prostředků</i>	290

11.5.3.4. Zesilovač obrazu.....	290
11.5.4. Nejvýznamnější metody a přístroje v rentgenové diagnostice	291
11.5.4.1. Rentgenové přístroje ve stomatologii	292
11.5.4.2. Xeroradiografie.....	292
11.5.4.3. Klasická (vrstvová) tomografie	292
11.5.5. Výpočetní tomografie (CT)	293
11.6. RADIONUKLIDOVÉ ZOBRAZOVACÍ A JINÉ DIAGNOSTICKÉ METODY.....	295
11.6.1. Stopování (tracing a radioimmunoassay).....	295
11.6.2. Scintilační počítač a pohybový scintigraf.....	295
11.6.3. Gama-kamera.....	296
11.6.4. SPECT a PET.....	297
11.7. ZOBRAZOVÁNÍ POMOCÍ JADERNÉ MAGNETICKÉ REZONANCE.....	298
11.7.1. Jev jaderné magnetické rezonance	298
11.7.2. Princip získání obrazové informace	301
11.7.3. Klinický význam metody	303
12. BIOFYZIKÁLNÍ ZÁKLADY NEINVAZIVNÍCH LÉČEBNÝCH METOD.....	305
12.1. LÉČEBNÉ METODY VYUŽÍVAJÍCÍ MECHANICKOU ENERGII.....	305
12.1.1. Ultrazvuková terapie	305
12.1.2. Litotripse rázovými vlnami	305
12.1.3. Léčení rázovými vlnami.....	307
12.2. LÉČEBNÉ METODY VYUŽÍVAJÍCÍ ELEKTRICKÝ PROUD.....	307
12.2.1. Účinky stejnosměrného proudu	307
12.2.2. Účinky střídavých proudů a elektrických impulsů.....	308
12.3. PRINCIPY LÉČBY MAGNETICKÝMI POLI	310
12.3.1. Druhy magnetických polí a jejich interakce s biologickými systémy	310
12.3.2. Hlavní složky léčebného působení magnetických polí	311
12.4. LÉČEBNÉ METODY VYUŽÍVAJÍCÍ TEPLO	312
12.4.1. Léčebné metody s využitím převodu tepla vedením	313
12.4.2. Léčebné metody využívající převodu tepla prouděním	313
12.4.3. Léčebné metody s využitím převodu tepla zářením.....	313
12.4.4. Léčebné metody využívající vysokofrekvenční proud	314
12.4.5. Tepelné působení ultrazvuku	315
12.5. LÉČEBNÉ METODY VYUŽÍVAJÍCÍ SVĚTLO	315
12.5.1. Léčení laserovým zářením.....	315
12.5.2. Léčení polarizovaným světlem.....	317
12.5.3. Léčebné využití fotodynamického účinku.....	317
12.5.4. Léčebné zdroje ultrafialového záření	318
12.6. FYZIKÁLNÍ PRINCIPY LÉČBY IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM.....	319
12.6.1. Faktory ovlivňující výsledek léčby.....	319
12.6.2. Zdroje záření	320
12.6.2.1. Radioaktivní zdroje.....	320
12.6.2.2. Neradioaktivní zdroje	320
12.6.2.3. Charakteristika vysílaného záření.....	323
12.6.3. Geometrie ozařování	324
13. BIOFYZIKÁLNÍ PRINCIPY INVAZIVNÍCH LÉČEBNÝCH METOD.....	325
13.1. FYZIKÁLNÍ PRINCIPY MODERNÍCH CHIRURGICKÝCH NÁSTROJŮ	325

13.1.1. Elektrotomie a elektrokoagulace.....	325
13.1.2. Laserové chirurgické nástroje.....	325
13.1.3. Ultrazvukové chirurgické přístroje	327
13.1.4. Přístroje pro kryochirurgii.....	327
13.1.5. Vodní skalpel.....	328
13.2. FYZIKÁLNÍ PRINCIPY HLAVNÍCH STOMATOLOGICKÝCH NÁSTROJŮ	328
13.2.1. Rotační nástroje	328
13.2.2. Pákové nástroje.....	330
13.3. PŘÍSTROJE PODPORUJÍCÍ NEBO NAHRAZUJÍCÍ FUNKCI ORGÁNŮ.....	331
13.3.1. Přístroje pro podporu dýchání	331
13.3.2. Podpora a náhrada funkce srdce	332
13.3.3. Náhrada funkce ledvin	333
13.3.4. Korekce vad optického systému oka	334
13.3.5. Korekce vad slyšení.....	337
13.3.6. Končetinové protézy.	339
13.3.7. Zubní náhrady	339
13.3.8. Injekční pumpy	340
13.3.8.1. Injekční pumpy pro všeobecné použití	340
13.3.8.2. Trombolytická pumpa	341
13.3.8.3. Inzulínové pumpy	341
14. MATEMATICKÉ MINIMUM	343
14.1. FUNKCE, JEJÍ VYJÁDŘENÍ A VLASTNOSTI.....	343
14.2. DERIVACE FUNKCE A JEJÍ VÝZNAM	347
14.3. INTEGRÁL FUNKCE A JEHO VÝZNAM.....	353
14.4. NEJJEDNODUŠŠÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE A JEJICH ŘEŠENÍ.....	355
14.5. ELEMENTY VEKTOROVÉHO POČTU	357
APPENDIX I - VELIČINY A JEJICH JEDNOTKY, VÝZNAMNÉ KONSTANTY	377
APPENDIX II - POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA (VÝBĚR)	380