

# Obsah

<b>1. Biofyzika a její význam pro zdravotnické obory</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Struktura živé hmoty</b> .....	<b>13</b>
2.1 Rekapitulace kvantové a jaderné fyziky .....	13
2.1.1 Submolekulární struktura hmoty .....	13
2.1.1.1 Čtyři základní interakce .....	13
2.1.1.2 Základní částice hmoty .....	14
2.1.1.3 Kvantové vlastnosti částic a jejich důsledky .....	15
2.1.2 Všeobecné vlastnosti atomů .....	17
2.1.2.1 Elektronový obal atomu .....	17
2.1.2.2 Jádro atomu a jeho vlastnosti .....	20
2.1.3 Radioaktivita a ionizující záření .....	22
2.1.3.1 Druhy radioaktivní přeměny .....	22
2.1.3.2 Zákonitosti radioaktivní přeměny .....	25
2.1.3.3 Interakce ionizujícího záření s látkou .....	26
2.1.4 Jednotky používané pro měření ionizujícího záření .....	31
2.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti molekul a jejich struktura .....	31
2.2.1 Silné interakce mezi atomy - chemické vazby .....	32
2.2.2 Slabé chemické interakce .....	34
2.2.3 Kohezní síly a viskozita kapalin .....	35
2.3 Základní vlastnosti vody .....	36
2.3.1 Voda a její vlastnosti .....	36
2.3.2 Funkce vody v organismu .....	37
2.4 Biopolymery a jejich struktura .....	38
2.4.1 Základní typy biopolymerů a jejich vlastnosti .....	38
2.4.2 Struktury bílkovin a jejich změny .....	40
2.4.3 Přehled metod studia struktury biopolymerů .....	42
2.5 Disperzní soustavy a jejich vlastnosti .....	44
2.5.1 Druhy disperzních soustav .....	44
2.5.2 Koloidní disperze (soustavy) a jejich fyzikální vlastnosti .....	46
2.5.3 Metody analýzy koloidních roztoků a některých hrubých disperzí .....	47
<b>3. Úvod do termodynamiky a bioenergetiky</b> .....	<b>51</b>
3.1 Základní pojmy a zákony rovnovážné termodynamiky .....	51
3.1.1 Základní vlastnosti termodynamických systémů .....	51
3.1.2 Práce termodynamického systému. Teplota a teplo. ....	52
3.1.3 Stavové rovnice a základní děje v plynech .....	54
3.1.4 Termodynamické zákony .....	56
3.1.5 Termodynamické potenciály .....	57
3.1.6 Chemický potenciál .....	60
3.1.7 Chemická rovnováha a chemická práce .....	61
3.2 Interpretace některých poznatků statistické fyziky .....	63
3.3 Aplikace poznatků termodynamiky .....	67
3.3.1 Osmotický tlak .....	67
3.3.2 Skupenské stavy látek a fázové rovnováhy .....	69
3.3.3 Povrchové a adsorpční jevy .....	73
3.3.4 Galvanický článek .....	75

3.3.5 Klidové membránové napětí (potenciál) .....	77
3.3.5.1 Nernstova rovnice pro klidové membránové napětí .....	77
3.3.5.2 Donnanova rovnováha .....	79
3.4 Nástin termodynamiky živých systémů .....	80
3.4.1 Produkce entropie a stacionární stav .....	80
3.4.2 Příklady nerovnovážných termodynamických procesů .....	82
3.4.2.1 Difuze .....	82
3.4.2.2 Goldmanova rovnice (stacionární membránové napětí).....	83
3.4.3 Nelineární termodynamika a disipativní struktury .....	84
3.5 Energetické procesy v živých systémech .....	86
3.5.1 Zdroje a přeměny energie živých systémů .....	87
3.5.2 Spotřeba energie v živých systémech .....	88
<b>4. Mechanické vlastnosti živých systémů .....</b>	<b>91</b>
4.1 Základní pojmy mechaniky .....	91
4.1.1 Mechanika pevných látek .....	91
4.1.2 Biomechanika .....	95
4.1.3 Rozdělení látek podle mechanických vlastností .....	96
4.2 Struktura a mechanické vlastnosti buněk .....	96
4.2.1 Struktura eukaryontních buněk .....	96
4.2.2 Statické mechanické vlastnosti .....	98
4.2.3 Dynamické vlastnosti .....	99
4.3 Mechanické vlastnosti mnohobuněčných systémů .....	101
4.3.1 Mechanické vlastnosti zubů .....	101
4.3.2 Mechanické vlastnosti podpůrně-pohybového systému .....	101
4.3.2.1 Statika a kinematika kostí a kloubů .....	101
4.3.2.2 Biomechanika svalového stahu .....	103
4.3.3 Biomechanika srdečně-cévního systému .....	104
4.3.3.1 Srdce jako pumpa .....	105
4.3.3.2 Fyzikální zákony proudění .....	105
4.3.3.3 Proudění krve .....	106
4.3.3.4 Mechanické vlastnosti cév .....	108
4.3.3.5 Proudění krve v kapilárách .....	109
4.3.3.6 Mechanické vlastnosti krve .....	110
4.3.4 Biomechanika dýchání .....	111
4.3.4.1 Dýchací pohyby .....	111
4.3.4.2 Dýchací odpory .....	112
4.3.4.3 Dechové objemy a kapacity .....	112
4.3.4.4 Mechanismus výměny plynů mezi vnějším a vnitřním prostředím .....	114
4.3.5 Lidský hlas a jeho vlastnosti .....	114
4.3.5.1 Akustická skladba lidské řeči .....	115
4.3.6 Biofyzika vyměšovacího systému .....	116
4.3.6.1 Glomerulární filtrace .....	117
4.3.6.2 Biofyzikální funkce tubulů .....	117
4.3.7 Biomechanika trávicího systému .....	118
<b>5. Elektrické jevy a živé systémy .....</b>	<b>121</b>
5.1 Základní pojmy a zákony elektřiny .....	121
5.1.1 Elektrické pole .....	121
5.1.2 Elektrický proud .....	124

5.1.3	Práce a výkon ustáleného proudu .....	126
5.2	Elektrické projevy buněk .....	126
5.2.1	Klidový membránový potenciál (napětí) .....	126
5.2.1.1	Měření membránového potenciálu .....	127
5.2.2	Vznik akčního potenciálu .....	128
5.2.3	Šíření akčního potenciálu .....	129
5.2.4	Synaptický přenos akčního potenciálu .....	131
5.2.5	Modelování elektrických vlastností buněčné membrány .....	133
5.3	Elektrické vlastnosti tkání .....	134
5.3.1	Vedení elektrického proudu tkáněmi .....	134
5.3.2	Elektrická dráždivost .....	135
5.3.3	Pasivní elektrické vlastnosti .....	137
<b>6.</b>	<b>Obecná charakteristika smyslového vnímání .....</b>	<b>139</b>
6.1	Rozdělení receptorů .....	139
6.2	Převodní funkce receptorů .....	140
6.3	Biofyzikální vztah podnětu a počítku .....	141
6.4	Biofyzika vnímání chemických podnětů .....	142
6.5	Struktura a funkce receptorů čichu a chuti .....	143
<b>7.</b>	<b>Biofyzika vnímání akustických podnětů .....</b>	<b>145</b>
7.1	Základní pojmy akustiky .....	145
7.2	Hlasitost, sluchové pole .....	146
7.3	Biofyzikální funkce ucha .....	147
7.3.1	Mechanismus převodu akustických signálů .....	148
7.3.2	Mechanismus příjmu a analýzy akustických signálů .....	148
7.3.3	Elektrické jevy spojené s recepcí zvuku .....	151
7.4	Biofyzikální funkce vestibulárního ústrojí .....	151
7.5	Vady sluchu a jejich korekce .....	152
7.5.1	Fyzikální principy vyšetřování vad sluchu .....	152
7.5.2	Principy korekce sluchových vad .....	153
<b>8.</b>	<b>Příjem a zpracování optických podnětů .....</b>	<b>155</b>
8.1	Světlo – fyzikální vlastnosti a zdroje .....	155
8.2	Optické vlastnosti oka .....	160
8.2.1	Skladba oka a optické vlastnosti jeho světlolomných prostředí .....	160
8.2.2	Akomodace oka .....	162
8.2.3	Ametropie sférické .....	163
8.2.4	Ametropie asférická .....	164
8.3	Mechanismus vnímání světelných podnětů .....	165
8.3.1	Struktura sítnice .....	165
8.3.2	Vidění .....	166
8.3.3	Barevné vidění a jeho poruchy .....	168
8.3.4	Elektrické projevy sítnice .....	170
8.4	Korekce vad optického systému oka .....	171
8.4.1	Brýle .....	171
8.4.2	Kontaktní čočky .....	172
8.4.3	Nitrooční umělé čočky .....	172
8.4.4	Sítnicové implantáty .....	173
<b>9.</b>	<b>Účinky fyzikálních faktorů na živé systémy .....</b>	<b>175</b>
9.1	Účinky mechanických faktorů .....	175

9.1.1	Účinky tlakových změn .....	175
9.1.2	Účinky změn rychlosti .....	176
9.1.3	Účinky mechanických sil .....	177
9.2	Účinky akustických faktorů .....	177
9.2.1	Účinky zvukových polí .....	178
9.2.2	Účinky ultrazvuku .....	179
9.3	Vliv meteorologických podmínek na organismus .....	180
9.4	Účinky elektrických proudů .....	183
9.4.1	Vedení elektrického proudu tkáněmi .....	183
9.4.2	Úrazy elektrickým proudem .....	184
9.5	Účinky magnetických polí .....	185
9.6	Účinky neionizujícího elektromagnetického záření .....	186
9.6.1	Fyzikální charakteristika viditelného záření .....	186
9.6.2	Biologické účinky optického záření .....	188
9.7	Biologické účinky ionizujícího záření .....	190
9.7.1	Mechanismy účinků .....	190
9.7.2	Biologické účinky jaderných výbuchů .....	192
9.7.3	Ochrana před ionizujícím zářením .....	193
<b>10.</b>	<b>Diagnostické metody a přístroje .....</b>	<b>195</b>
10.1	Biologické signály a jejich diagnostický význam .....	195
10.2	Zobrazovací metody, které využívají ionizující záření .....	197
10.2.1	Rentgenové zobrazovací metody .....	197
10.2.1.1	Vznik rentgenového záření .....	197
10.2.1.2	Základní schéma rentgenového přístroje .....	200
10.2.1.3	Vznik rentgenového obrazu - chod rentgenových paprsků .....	200
10.2.1.4	Specifické metody a přístroje v rentgenové diagnostice .....	203
10.2.1.5	Rentgenové přístroje ve stomatologii .....	203
10.2.2	Výpočetní tomografie (CT) .....	204
10.2.3	Radionuklidové zobrazovací a jiné diagnostické metody .....	205
10.2.3.1	Stopování (tracing) a radioimmunoassay .....	206
10.2.3.2	Scintilační počítač a pohybový scintigraf .....	206
10.2.4	SPECT a PET .....	207
10.3	Zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření .....	209
10.3.1	Termografie .....	210
10.3.1.1	Bezkontaktní termografie .....	210
10.3.1.2	Diagnostický význam termografie .....	211
10.3.2	Ultrazvukové diagnostické metody .....	212
10.3.2.1	Mechanismus ultrazvukového zobrazení .....	212
10.3.2.2	Dopplerovské metody .....	214
10.3.2.3	Kombinované metody .....	216
10.3.2.4	Diagnostický význam ultrasonografie .....	217
10.3.3	Endoskopické metody .....	218
10.3.3.1	Endoskopická zrcadla .....	218
10.3.3.2	Endoskopy s pevnými tubusy .....	219
10.3.3.3	Fibroskopy .....	220
10.3.4	Zobrazení pomocí magnetické rezonanční tomografie (MRI) .....	221
10.3.4.1	Jev jaderné magnetické rezonance .....	221
10.3.4.2	Princip získání obrazové informace .....	223

10.3.4.3 Klinicky význam metody .....	225
10.4 Elektrodiagnostické metody .....	225
10.4.1 Druhy elektrod a způsoby registrace .....	226
10.4.2 Metody založené na registraci činnostních potenciálů .....	228
10.4.2.1 Elektrokardiografie (EKG) .....	228
10.4.2.2 Elektromyografie (EMG) .....	231
10.4.2.3 Elektroencefalografie (EEG) .....	231
10.4.2.4 Elektoretinografie (ERG) .....	232
10.4.3 Metody založené na elektrické dráždivosti .....	233
10.5 Měřicí a záznamové diagnostické metody .....	234
10.5.1 Detekce a měření mechanických veličin .....	234
10.5.1.1 Měření tlaku .....	234
10.5.1.2 Tlak krve .....	235
10.5.1.3 Další metody měření tlaku v lékařství .....	236
10.5.1.4 Měření mechanické práce a výkonu .....	237
10.5.2 Detekce nízkofrekvenčních mechanických vibrací a zvuku .....	238
10.5.3 Monitorování a telemetrie .....	238
<b>11. Principy léčebných metod .....</b>	<b>241</b>
11.1 Biofyzikální základy neinvazivních léčebných metod .....	241
11.1.1 Léčení mechanickou energií .....	241
11.1.1.1 Základní formy masáže .....	241
11.1.1.2 Ultrazvuková terapie .....	241
11.1.1.3 Litotripse rázovými vlnami .....	242
11.1.1.4 Léčení rázovými vlnami .....	243
11.1.2 Elektroléčebné metody .....	244
11.1.2.1 Účinky stejnosměrného proudu .....	244
11.1.2.2 Účinky střídavých proudů a elektrických impulsů .....	244
11.1.3 Principy léčby magnetickými poli .....	246
11.1.3.1 Druhy magnetických polí a jejich interakce s biologickými systémy .....	246
11.1.3.2 Hlavní složky léčebného působení magnetických polí .....	247
11.1.4 Léčebné metody využívající teplo .....	248
11.1.4.1 Teploléčebné metody s využitím převodu tepla vedením .....	248
11.1.4.2 Teploléčebné metody využívající převodu tepla prouděním .....	249
11.1.4.3 Teploléčebné metody s využitím převodu tepla zářením .....	249
11.1.4.4 Teploléčebné metody s využitím vysokofrekvenčních proudů .....	249
11.1.4.5 Tepelné působení ultrazvuku .....	251
11.1.5 Léčebné metody využívající světlo .....	251
11.1.5.1 Léčení laserovým zářením .....	251
11.1.5.2 Léčení polarizovaným světlem .....	253
11.1.5.3 Léčebné využití fotodynamického účinku .....	253
11.1.5.4 Léčebné zdroje ultrafialového záření .....	253
11.1.6 Fyzikální principy léčby ionizujícím zářením .....	254
11.1.6.1 Faktory ovlivňující výsledek léčby .....	254
11.1.6.2 Zdroje záření .....	255
11.1.6.3 Urychlovače částic .....	256
11.1.6.4 Geometrie ozařování .....	259
11.2 Biofyzikální principy invazivních léčebných metod .....	260
11.2.1 Fyzikální principy alternativních chirurgických nástrojů .....	260

11.2.1.1	Elektrotomie a elektrokoagulace .....	260
11.2.1.2	Laserové chirurgické nástroje .....	261
11.2.1.3	Ultrazvukové chirurgické přístroje .....	262
11.2.1.4	Přístroje pro kryochirurgii .....	263
11.2.1.5	Řezání pomocí vodního proudu (vodní skalpel) .....	263
11.2.2	Fyzikální principy hlavních stomatologických nástrojů .....	264
11.2.2.1	Rotační nástroje .....	264
11.2.2.2	Pákové nástroje .....	265
11.2.3	Přístroje podporující nebo nahrazující funkci orgánů .....	266
11.2.3.1	Přístroje pro podporu dýchání .....	266
11.2.3.2	Podpora a náhrada funkce srdce .....	267
11.2.3.3	Náhrada funkce ledvin .....	268
11.2.3.4	Končetinové protézy .....	269
11.2.3.5	Zubní náhrady .....	270
11.2.3.6	Injekční pumpy .....	271
<b>12.</b>	<b>Laboratorní metody a přístroje .....</b>	<b>273</b>
12.1	Elektrochemické analytické metody .....	273
12.1.1	Základní druhy elektrod .....	273
12.1.2	Konduktometrie .....	274
12.1.3	Polarografie a voltametrie .....	275
12.2	Optické laboratorní metody .....	276
12.2.1	Spektrofotometrie .....	276
12.2.2	Polarimetrie .....	278
12.2.3	Refraktometrie .....	279
12.3	Metody mikroskopie .....	281
12.3.1	Optická mikroskopie .....	281
12.3.1.1	Schéma optického mikroskopu a vlastnosti jeho optického systému .....	281
12.3.1.2	Varianty optického mikroskopu .....	283
12.3.1.3	Speciální optické mikroskopy .....	284
12.3.2	Elektronová mikroskopie .....	286
12.3.2.1	Transmisní elektronová mikroskopie (TEM) .....	287
12.3.2.2	Rastrovací elektronová mikroskopie (SEM) .....	288
12.3.2.3	Skenovací tunelová elektronová mikroskopie .....	288
12.4	Pomocné laboratorní metody .....	289
12.4.1	Mechanická a ultrazvuková zařízení .....	289
12.4.2	Tepelná zařízení .....	291
12.4.3	Klimatizace .....	292
<b>Rejstřík .....</b>	<b>295</b>	
Appendix I - Veličiny a jejich jednotky, významné konstanty .....	307	
Appendix II - Použitá a doporučená literatura (výběr) .....	311	