

## Obsah

1. STAVBA HMOTY .....	9
1.1 Elementární částice, formy hmoty .....	9
1.2 Energie .....	11
1.3 Kvantové jevy .....	12
1.3.1 Kvantová čísla .....	14
1.4 Atom vodíku .....	16
1.4.1. Spektrum atomu vodíku .....	18
1.5 Struktura elektronového obalu těžších atomů .....	19
1.6 Excitace, emise a ionizace, vazebná energie elektronu .....	20
1.7 Vlnově mechanický model atomu .....	22
1.8 Jádro atomu .....	22
1.8.1 Vazebná energie jádra .....	23
1.8.2 Magnetické vlastnosti jader .....	25
1.9 Síly působící mezi atomy .....	25
1.9.1 Iontová vazba .....	26
1.9.2 Kovalentní vazba .....	26
1.10 Hmotnostní spektroskopie .....	27
2. MOLEKULÁRNÍ BIOFYZIKA .....	29
2.1 Náplň molekulární biofyziky .....	29
2.2 Síly působící mezi molekulami .....	29
2.3 Skupenské stavy hmoty .....	30
2.3.1 Plyny .....	30
2.3.2 Kapaliny .....	32
2.3.3. Tuhé látky .....	32
2.3.4 Skupenství plazmatické .....	33
2.3.5 Změny skupenství .....	33
2.4 Disperzní systémy .....	34
2.4.1 Gibbsův zákon fází .....	34
2.4.2 Klasifikace disperzních systémů .....	35
2.4.3 Analytické disperze .....	36
2.4.4. Koloidní disperze .....	39
2.4.4.1 Sedimentace .....	39
2.4.4.2 Dialýza .....	40
2.4.4.3 Nefelometrie .....	40
2.4.4.4 Elektrická dvojvrstva koloidních částic .....	41
2.4.4.5 Pohyb koloidních částic v elektrickém poli .....	41
2.4.4.6 Lyofilní a lyofobní koloidní roztoky .....	42
2.5 Voda jako rozpouštědlo .....	43
2.5.1 Polární chování vody .....	43
2.5.2 Ostatní fyzikální vlastnosti vody .....	44
2.5.3 Těžká voda .....	44
2.5.4 Voda v organismu .....	44
2.6 Transportní jevy .....	45
2.6.1 Viskozita .....	45
2.6.1.1 Kapilární viskozimetry .....	46
2.6.1.2 Tělískové viskozimetry .....	47
2.6.2 Difuze .....	47
2.6.3 Vedení tepla .....	48
2.7 Koligativní vlastnosti roztoků .....	48
2.7.1 Snížení tenze par .....	48
2.7.2 Zvýšení bodu varu – ebullioskopie .....	49
2.7.3 Snížení bodu tuhnutí – kryoskopie .....	49
2.7.4 Osmotický tlak .....	49

2.7.4.1 Význam osmotického tlaku pro živý organismus.....	50
2.8 Jevy na rozhraní fází .....	51
2.8.1 Povrchové napětí .....	51
2.8.2 Adsorbce .....	51
3. BIOENERGETIKA A TERMODYNAMIKA V LÉKAŘSTVÍ .....	53
3.1 Základní pojmy a definice .....	53
3.1.1 Základní termodynamické pojmy .....	53
3.1.2 Práce a teplo .....	55
3.1.3 Stavové funkce .....	56
3.1.3.1 Vnitřní energie .....	56
3.1.3.2 Entalpie .....	56
3.1.3.3 Entropie .....	57
3.1.3.4 Volná energie .....	59
3.1.3.5 Volná entalpie .....	59
3.1.4 Chemický potenciál .....	60
3.1.5 Měrná tepelná kapacita .....	60
3.2 Termodynamika živých systémů .....	61
3.3 Transformace a akumulace energie v živých systémech .....	62
3.3.1 Tepelné ztráty .....	63
3.4 Význam termodynamiky pro transport membránami .....	65
3.4.1 Prostá difuze .....	65
3.4.2 Elektrodifuze iontů .....	65
3.4.3 Přestup iontovými kanály .....	65
3.4.4 Pasivní zprostředkovaný transport .....	65
3.4.5 Aktivní transport .....	65
3.4.6 Skupinový přenos .....	66
3.4.7 Endocytóza a exocytóza .....	66
3.5 Léčebné užití tepla .....	67
3.6 Měření a regulace teploty .....	67
3.6.1 Kapalinové teploměry .....	67
3.6.1.1 Lékařský teploměr .....	68
3.6.1.2 Kalorimetrický teploměr .....	68
3.6.1.3 Termistor .....	68
3.6.1.4 Termočlánky .....	68
3.6.2 Regulace teploty .....	68
3.7. Tepelná zařízení .....	69
3.7.1 Termostaty .....	69
3.7.2 Sterilizátory a autoklávy .....	69
3.7.3 Vodní lázně .....	69
3.7.4 Temperované operační stoly .....	69
3.7.5 Chladicí zařízení .....	70
4. BIOFYZIKA ELEKTRICKÝCH PROJEVŮ A ÚČINKŮ	
ELEKTRICKÉ METODY .....	71
4.1 Základní pojmy a definice .....	71
4.1.1 Coulombův zákon, permitivita látek a hydratace .....	71
4.1.2 Elektrický potenciál, potenciály na fázovém rozhraní .....	72
4.2 Elektrické projevy v živém organismu .....	75
4.2.1 Klidový membránový potenciál buňky .....	75
4.2.2 Akční potenciál nervového vlákna .....	76
4.2.3 Potenciály na ostatních biologických membránách .....	78
4.3 Použití elektřiny v lékařské diagnostice .....	79
4.3.1 Elektrokardiografie .....	80
4.3.2 Ostatní metody .....	81
4.4 Účinky elektrického proudu na organismus .....	82
4.4.1 Vedení proudu v organismu .....	82

4.4.2 Účinky různých druhů proudu na organismus .....	84
4.5 Využití elektřiny v terapii .....	85
4.5.1 Galvanoterapie .....	85
4.5.2 Elektroléčba střídavými a přerušovanými proudy .....	86
4.5.3 Elektrostimulace .....	86
4.5.4 Defibrilace .....	87
4.5.5 Vysokofrekvenční terapie .....	87
4.5.6 Elektrochirurgie .....	87
4.6 Měření elektrických veličin .....	88
4.6.1 Měření elektrického napětí .....	88
4.6.2 Měření elektrického proudu .....	90
4.6.3 Měření elektrického odporu .....	90
4.6.4 Osciloskop .....	91
4.7 Elektrické fyzikálně chemické metody, definice pH .....	92
4.7.1 Potenciometrie .....	92
4.7.1.1 Elektrochemický potenciál .....	93
4.7.1.2 Elektrody k měření koncentrace vodíkových iontů .....	93
4.7.1.3 Elektroda ke stanovení různých látek v roztoku .....	94
4.7.1.4 Srovnávací elektrody, spojování elektrod v články .....	94
4.7.2 Konduktometrie .....	95
5. BIOMECHANIKA .....	97
5.1 Mechanické vlastnosti tkání .....	97
5.1.1 Deformace kostí .....	97
5.1.2 Deformace měkkých tkání .....	98
5.2 Biofyzika svalů .....	99
5.3 Mechanická práce srdce .....	100
5.4 Biofyzika krevního oběhu .....	101
5.5 Krevní tlak a jeho měření .....	105
5.6 Biofyzika dýchání .....	106
6. BIOAKUSTIKA .....	109
6.1 Základní pojmy a veličiny .....	109
6.2 Teorie slyšení .....	118
6.3 Bioelektrické projevy vnitřního ucha .....	118
6.4 Akustika hlasu a řeči .....	119
6.5 Vyšetření sluchu .....	120
6.6 Ultrazvuk .....	121
6.6.1 Fyzikální vlastnosti ultrazvukových vln .....	121
6.6.2 Účinky ultrazvuku .....	123
6.6.3 Terapeutické využití ultrazvuku .....	124
6.6.4 Využití ultrazvuku v diagnostice .....	124
6.6.5 Využití akustické energie rázové vlny v terapii .....	127
7. FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY POUŽITÍ OPTIKY V LÉKAŘSTVÍ .....	129
7.1 Světlo .....	129
7.1.1 Záření látek .....	129
7.1.2 Zdroje světla .....	131
7.1.2.1 Luminiscenční zdroje .....	131
7.1.2.2 Tepelné zdroje .....	131
7.1.2.3 Výbojové zdroje .....	131
7.1.2.4 Lasery .....	132
7.1.3 Fotometrie .....	133
7.2 Interakce světla s prostředím .....	134
7.2.1 Fermatův princip .....	134
7.2.2 Disperze světla .....	135
7.2.3 Rozptyl světla .....	136
7.2.4 Absorpce světla .....	137

7.2.5 Polarizace světla .....	137
7.3 Vlnová optika .....	138
7.3.1 Interference světla .....	139
7.3.2 Ohyb světla .....	139
7.4 Optické zobrazování .....	140
7.4.1 Zobrazení odrazem .....	140
7.4.2 Zobrazení lomem .....	141
7.4.2.1 Vady čoček .....	141
7.5 Optické přístroje a metody .....	142
7.5.1 Lupa .....	142
7.5.2 Mikroskop .....	142
7.5.3 Elektronový mikroskop .....	144
7.5.4 Endoskopie a klinické využití .....	145
7.5.5 Absorpční fotometrie .....	146
7.5.6 Spektrální fotometrie .....	147
7.5.7 Spektrální analýza .....	147
7.5.8 Refraktometrie .....	147
7.5.9 Polarimetrie .....	148
7.6 Účinek různých druhů světla na organismus .....	148
7.6.1 Infračervené záření .....	148
7.6.2 Viditelné světlo .....	149
7.6.3 Ultrafialové záření .....	149
7.7 Optika lidského oka .....	149
7.7.1 Hlavní optické části oka .....	149
7.7.1.1 Optická soustava oka .....	150
7.7.2 Refrakční vady oka .....	151
7.7.2.1 Sférická ametropie .....	151
7.7.2.2 Astigmatismus (ametropie asférická) .....	151
7.7.2.3 Akomodace oka .....	152
7.7.3 Korekce očních vad .....	152
7.7.4 Zraková ostrost .....	153
7.8 Biofyzika vidění .....	153
7.8.1 Struktura sítnice .....	153
7.8.2 Biofyzika tyčinek .....	154
7.8.2.1 Citlivost a adaptace oka .....	155
7.8.3 Biofyzika čípků .....	155
<b>8. FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY POUŽITÍ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ</b>	
<b>V LÉKAŘSTVÍ .....</b>	<b>156</b>
8.1 Vznik a absorpce rentgenového záření .....	156
8.1.1 Brzdné rentgenové záření .....	156
8.1.2 Charakteristické rentgenové záření .....	158
8.1.3 Rentgenový přístroj .....	158
8.1.3.1 Rentgenová lampa .....	158
8.1.3.2 Zdroje anodového a žhavicího napětí .....	159
8.1.3.3 Ovladač .....	160
8.1.3.4 Clony .....	160
8.1.4 Absorpce rentgenového záření .....	161
8.1.5 Kontrast .....	162
8.2 Použití rentgenového záření v diagnostice .....	163
8.2.1 Skiaskopie .....	164
8.2.2 Skiografie .....	165
8.2.3 Počítačová tomografie .....	166
8.3 Použití rentgenového záření v terapii .....	167
8.4 Ochrana před rentgenovým zářením .....	170
<b>9. RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ .....</b>	<b>171</b>

9.1	Přirozená a umělá radioaktivita .....	171
9.1.1	Radioaktivní rozpad .....	171
9.1.2	Radioaktivní rovnováha .....	174
9.1.3	Radioaktivní řady .....	175
9.1.4	Druhy radioaktivního rozpadu .....	176
9.1.4.1	Rozpad $\alpha$ .....	177
9.1.4.2	Rozpad $\beta$ .....	177
9.1.4.3	Jaderná izomerie .....	178
9.1.4.4	Spontánní štěpení .....	179
9.2	Druhy ionizujícího záření a jejich zdroje .....	179
9.2.1	Kladně nabitě částice .....	179
9.2.1.1	Lineární urychlovače .....	180
9.2.1.2	Kruhové urychlovače .....	181
9.2.2	Záporně nabitě částice – elektrony .....	181
9.2.3	Neutrony .....	182
9.2.4	Záření $\gamma$ .....	183
9.2.5	Kosmické záření .....	183
9.3	Interakce záření s hmotou .....	184
9.3.1	Interakce záření $\alpha$ .....	185
9.3.2	Interakce záření $\beta$ .....	185
9.3.3	Interakce záření $\gamma$ .....	187
9.3.3.1	Fotoelektrický jev .....	187
9.3.3.2	Comptonův rozptyl .....	187
9.3.3.3	Tvorba elektron-pozitronových párů .....	188
9.3.4	Interakce neutronů .....	189
9.4	Detekce ionizujícího záření .....	191
9.4.1	Ionizační komory .....	191
9.4.2	Geigerovy-Müllerovy počítače .....	193
9.4.3	Scintilační počítače .....	194
9.4.3.1	Termoluminiscenční detektor .....	195
9.4.4	Měření aktivity <i>in vitro</i> .....	195
9.4.5	Měření aktivity <i>in vivo</i> .....	196
9.4.5.1	Integrální a selektivní detekce záření $\gamma$ .....	197
9.4.5.2	Speciální detekční soupravy .....	197
9.5	Základní dozimetrické veličiny .....	198
9.5.1	Osobní dozimetrie .....	199

### Vytvářet základní charakteristický směr

- Základní fyzikální veličiny
- Základní fyzikální veličiny (cyklotrony, masivní částice) a jejich spektrální rozložení (vlnové délky)
- Základní fyzikální veličiny (klidová hmotnost, rychlost)
- Základní fyzikální veličiny (klidová hmotnost, rychlost) – není-li částice elektricky nabitá a pokud je magneticky neutrální

Podle fyzikální podstaty rozdělujeme částice na liché (neboli fermiony) a párové (neboli bosony). První skupina tvoří částice, jejichž celková hmotnost je vždy nenulová. To znamená, že existují částice s rychlostí světla. Neopak párové částice mohou mít i nulovou hmotnost a pohybovat se rychlostí světla (např. foton). Podle charakteru elementárních částic rozlišujeme také liché na fermiony a párové.

Fermyonická částice se vyskytuje typicky ve dvou skupinách: leptonůch a kvarkůch. Leptonůch jsou například elektrony a neutrina, kvarkůch jsou například protony a neutrony (které jsou