

A biofizika alapjai

Szerkesztette

Tarján Imre
Rontó Györgyi

Hatodik, átdolgozott kiadás

Írta

Berkes László
Györgyi Sándor
Rontó Györgyi
Tarján Imre

Medicina Könyvkiadó · Budapest, 1987

Tartalom

Előszó	11
1 Anyagszerkezet. A szerkezet és a funkció molekuláris alapjai (Tarján Imre)	13
1.1 Az anyag alapformái	13
1.2 Az atom	15
1.2.1 A kvantumelmélet (kvantummechanika) főbb vonásai	15
1.2.2 Kvantumszámok. A hidrogénatom lehetséges energiaállapotai	16
1.2.3 A periódusos rendszer felépítése	27
1.3 Egyszerű molekulák	27
1.3.1 Kémiai kötések. Kötési energiák	27
1.3.2 Van der Waals-kötések. Hidrogénhid	32
1.3.3 Egyszerű molekulák energiaállapotai	33
1.4 Kondenzált rendszerek. Rend és rendezetlenség	34
1.4.1 A gáztörvények értelmezése	34
1.4.2 A kinetikus hőelmélet	37
1.4.3 Rácshibák	38
1.4.4 Folyadékok és amorf szilárd testek. Mezomorf állapot	40
1.4.5 A barométeres magasságformula. A Boltzmann-féle eloszlás néhány esete	44
1.4.6 Szilárdtestek (makromolekulák) elektronszerkezete. Energiasáv-modell	46
1.4.7 Energiaterjedés kristályokban (makromolekulákban)	50
1.5 Példák a szerkezet és a funkció közötti kapcsolatra	51
1.5.1 A víz tulajdonságai és szerkezete	51
1.5.2 Közös vonások a makromolekulák felépítésében	53
1.5.3 A fehérjék szerkezete és néhány tulajdonsága	55
1.5.4 A nukleinsavak szerkezete és néhány tulajdonsága	59
1.5.5 Biológiai membránok szerkezete és néhány tulajdonsága	65
2 Sugárzások. A sugárzások orvosi alkalmazásának fizikai alapjai (Tarján Imre)	70
2.1 A teljes elektromágneses spektrum	70
2.2 Kölcsönhatás atomi rendszerekkel	71
2.3 Sugárzásmérés –fénymérés	72

2.3.1	Sugázmérés (radiometria)	72
2.3.2	Fénymérés (fotometria)	75
2.3.3	Mérési módszerek	77
2.4	Hőmérsékleti sugárzás	78
2.5	Lumineszcencia	80
2.6	Fényforrások	82
2.7	A fény hatásai	86
2.8	A röntgensugárzásról általában	87
2.9	Röntgensugárforrások és színeképek	89
2.10	A röntgensugárzás gyengülése	92
2.10.1	A gyengülés törvénye	92
2.10.2	A gyengülés részfolyamatai	93
2.10.3	Gyengülési (abszorpció) színeképek	94
2.11	A röntgenszíneképek értelmezése	98
2.12	A diagnosztikai röntgenképalkotás néhány kérdése	100
2.13	Radioaktív izotópok. Bomlástörvény. Biológiai felezési idő	103
2.14	Magsugárzások és alkalmazásaik	106
2.14.1	Az α -sugárzás	106
2.14.2	A β -sugárzás	107
2.14.3	A γ -sugárzás	111
2.14.4	Neutron- és proton-sugárzás	112
2.14.5	Kozmikus sugárzás	114
2.14.6	Részecskegyorsítók a medicinában	114
2.15	Magsugárzások mérése	116
2.16	A dozimetria feladata. Alapvető dóziszfogalmak	120
2.16.1	Fizikai dóziszfogalmak	120
2.16.2	Biológiai dózis. Dózisegyenérték	123
2.17	A dózis mérése	125
2.17.1	Hitelesítésre szolgáló ionizációs kamrák	125
2.17.2	Dózismérés kisméretű ionizációs kamrákkal	126
2.17.3	Egyéb dózismeghatározó módszerek	128
2.18	Radioaktív izotópok mint nyomjelzők	130
2.19	Az ionizáló sugárzások és az élő szervezet. Sugárártalom—kémiai ártalom	137
2.20	Terápiás sugárforrások	142
3	Mikroszkópos és szubmikroszkópos módszerek a biológiai struktúrák vizsgálatában (Tarján Imre)	146
3.1	Fénymikroszkópok	146
3.1.1	A mikroszkóp nagyítása	146

3.1.2	A mikroszkóp feloldóképessége	148
3.1.3	Speciális fénymikroszkópok	149
3.2	<i>Elektronmikroszkópok</i>	151
3.2.1	Elektronlencsék	152
3.2.2	Az elektronmikroszkóp felépítése és feloldóképessége	153
3.2.3	Speciális üzemmódok	154
3.3	<i>Optikai spektrometria</i>	155
3.3.1	Emissziós spektrum és mérése	155
3.3.2	Abszorpciós spektrum és mérése	157
3.3.3	Fényszórás. Raman-spektrometria	158
3.3.4	Optikai aktivitás	161
3.4	<i>Diffrakció</i>	164
3.4.1	Röntgendiffrakció	164
3.4.2	Elektron- és neutrondiffrakció	165
3.5	<i>Egyéb módszerek</i>	166
3.5.1	Mágneses rezonanciaspektrometria	166
3.5.2	Tömegspektrometria	170
3.5.3	Szerkezetvizsgálat elektronspektrometriai módszerrel	171
3.5.4	Mikrokalorimetria	172
3.5.5	Szedimentáció	173
4	Transzportfolyamatok. Az életfolyamatok termodinamikai alapjai (Tarján Imre, Györgyi Sándor)	176
4.1	<i>Folyadékok és gázok áramlása</i>	176
4.1.1	Alapfogalmak	176
4.1.2	Bernoulli-törvény	177
4.1.3	Belső súrlódás. Stokes-törvény	177
4.1.4	Hagen – Poiseuille-törvény	179
4.1.5	Lamináris és turbulens áramlás	182
4.1.6	Áramlás rugalmas falú csövekben	183
4.2	<i>Diffúzió és ozmózis</i>	184
4.2.1	Fick törvényei	184
4.2.2	Van't Hoff törvénye	186
4.3	<i>A termodinamika első főtétele</i>	187
4.3.1	A termodinamikáról általában. Alapfogalmak	187
4.3.2	Az első főtétel. Belső energia	188
4.3.3	Kiegészítések az első főtételhez. Példák a főtétel alkalmazására	189
4.4	<i>A termodinamika második főtétele</i>	192
4.4.1	A második főtétel. Az entrópia statisztikai értelmezése	192
4.4.2	Termodinamikai értelemben reverzibilis és irreverzibilis folyamatok	195

4.4.3	Az entrópia fenomenológiai meghatározása	200
4.4.4	Adiabtikus folyamatok iránya és egyensúlya	202
4.4.5	Izoterm folyamatok iránya és egyensúlya. Szabadenergia és szabadentalpia	203
4.5	<i>Kiegészítések és alkalmazások</i>	207
4.5.1	Elegyek szabadentalpiája. Kémiai potenciál	207
4.5.2	A kémiai affinitás kvantitatív jellemzése	209
4.5.3	A tömeghatás törvénye. Egyensúlyi állandó	211
4.5.4	Elektródpotenciálok. Nernst-egyenlet	212
4.5.5	Egyfajta összefoglalás	213
4.6	<i>Nemegyensúlyi folyamatok</i>	214
4.6.1	Onsager-féle lineáris összefüggések	215
4.6.2	Elektrolitok diffúziója. Diffúziós potenciál	217
4.7	<i>Membrántranszport</i>	220
4.7.1	Membránegyensúlyok és membránpotenciálok	220
4.7.2	Transzportegyenletek membránok esetében	222
4.7.3	Az aktív transzport mint keresztteffektus	224
5	Bioelektronika (Berkes László)	227
5.1	<i>A jel mint információhordozó</i>	227
5.2	<i>Elektronikus rendszerek</i>	229
5.2.1	Elektronikus építőelemek és alapáramkörök	230
5.3	<i>Alapvető elektronikus funkciók</i>	237
5.3.1	Erősítő, erősítés	237
5.3.2	Megjelenítők és regisztrálók	241
5.3.3	Elektronikus energiaforrások	244
5.4	<i>Színuszoscillátorok alkalmazásai</i>	246
5.4.1	Az audiometria fizikai alapjai	246
5.4.2	Ultrahang	249
5.4.3	Nagyfrekvenciás hőkeltés	253
5.5	<i>Elektromos impulzusok alkalmazásai</i>	255
5.5.1	Ingerlés elektromos impulzusokkal	255
5.5.2	Elektromos impulzusok orvosi alkalmazásai	257
5.5.3	Elektromos veszély – elektromos biztonság	258
5.6	<i>Jelfeldolgozás</i>	259
5.6.1	Folyamatos jelek feldolgozása	259
5.6.2	Impulzusjelek feldolgozása	261
5.6.3	Telemetry	263
5.6.4	Orvosi elektronika és a számítógépek	263
5.6.5	Képfeldolgozás	264

6 Az ingerületi folyamatok biofizikája. Példák a fizikai modellalkotásra (Rontó Györgyi)	266
6.1 <i>A nyugalomban levő sejt elektromos tulajdonságai</i>	266
6.1.1 A nyugalmi potenciál értelmezése a Donnan-modell alapján (egyensúlyi modell)	267
6.1.2 A nyugalmi potenciál értelmezése a Hodgkin–Huxley–Katz-féle modell alapján (transzportmodell)	268
6.1.3 A hiper- és depolarizáció, valamint elektromos modelljük	269
6.2 <i>Az ingerületben levő sejt elektromos tulajdonságai</i>	273
6.2.1 Egyetlen rost akciós potenciálja	273
6.2.2 Az akciós potenciállal kapcsolatos jelenségek és modellizálásuk	274
6.2.3 Az akciós potenciál terjedése	279
6.2.4 Rostköteg akciós potenciálja. Dipólusmodell	280
6.3 <i>A test felületén regisztrálható feszültségek</i>	282
6.3.1 Az elektrokardiográfia	282
6.3.2 Az agy-, az izomműködéssel, valamint a fényérzékeléssel kapcsolatos feszültségek	285
6.4 <i>A szenzoros működések biofizikai vonatkozásai</i>	287
6.4.1 A szenzoros működésről általában	287
6.4.2 A hallás (példa a szenzoros működésre)	290
7 Hírközlés és szabályozás. A biokibernetika alapjai (Tarján Imre, Rontó Györgyi)	294
7.1 <i>Információtovábbítás</i>	294
7.1.1 Hírközlő rendszerek	294
7.1.2 Az információ mérése	295
7.1.3 Példák az információmennyiség felhasználására	298
7.2 <i>Az irányítás</i>	300
7.2.1 Szabályozás, szabályozó rendszerek funkcionális felépítése	300
7.2.2 Szabályozó rendszerek vizsgálata. Átmeneti függvények	303
7.3 <i>Áttekintés a biológiai modellalkotásról</i>	307
7.4 <i>Számítógépek</i>	309
7.4.1 A számítógépek működése, felépítése	310
7.4.2 A számítógépek orvosi alkalmazásának néhány lehetősége	313
8 Táblázatok	315
Irodalom	325
Tárgymutató	327