

Orvosi biofizika

Szerkesztette:

Damjanovich Sándor, Fidy Judit, Szöllősi János

Tartalomjegyzék

| | |
|--|----|
| I. Az „élő” anyag legfontosabb szerkezeti tulajdonságai és szerepük a biológiai funkciókban | 23 |
| I/1. Az atom szerkezete | 23 |
| I/1.1. A mai atomképhez vezető út főbb állomásai | 23 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente</i> | |
| I/1.1.1. Atom, elektron, atommag | 23 |
| I/1.1.2. Az energia kvantum közvetlen bizonyítéka | 24 |
| I/1.1.3. Az elektron, mint hullám | 26 |
| I/1.2. Az elektron viselkedésének matematikai megfogalmazása | 27 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente</i> | |
| I/1.2.1. A szabad elektron terjedési törvénye | 27 |
| I/1.2.2. A Heisenberg-féle határozatlansági reláció | 29 |
| I/1.2.3. A kötött állapotú elektron, atomi állapotok | 31 |
| I/1.3. A kvantummechanika eredményei a legegyszerűbb atom esetében | 32 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente</i> | |
| I/1.3.1. Diszkrét atomi energiaszintek, főkvantumszám | 32 |
| I/1.3.2. Külső elektromos tér hatása a kötött elektronra, alagútjelenség | 35 |
| I/1.3.3. A kovalens kémiai kötés | 36 |
| I/1.4. Az atomi elektronállapotok további kvantált tulajdonságai | 37 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente</i> | |
| I/1.4.1. Mellékkvantumszám és mágneses kvantumszám | 37 |
| I/1.4.2. Az elektron spinje és a hozzá tartozó mágneses momentum | 37 |
| I/1.4.3. A periódusos rendszer felépítése: Pauli-elv, elektronpálya, elektronhøj, Hund-szabály | 39 |
| I/1.5. Az atommag szerkezete | 40 |
| <i>Herényi Levente, Szöllösi János</i> | |
| I/1.5.1. Az atommagot jellemző adatok áttekintése | 40 |
| I/1.5.2. Az atommagot összetartó kölcsönhatás, tömeghiány, kötési energia | 41 |
| I/1.5.3. Magmodellek, a nukleonok kvantált energiaállapotai | 42 |
| I/1.5.4. Az atommag stabilitása | 43 |
| I/2. Atomi kölcsönhatások | 44 |
| I/2.1. Kötéstípusok | 44 |
| <i>Fidy Judit, Herényi Levente, Módos Károly</i> | |
| I/2.1.1. A kovalens kötés | 45 |
| I/2.1.2. Elektrosztatikus kölcsönhatás részvételével kialakuló kötéstípusok | 46 |
| I/2.1.3. Van der Waals kölcsönhatások | 47 |
| I/2.1.4. A H-kötés | 49 |
| I/2.1.5. A hidrofób kölcsönhatás | 50 |

| | |
|---|----|
| I/3. Sokatomos rendszerek, rend és rendezetlenség | 52 |
| I/3.1. Boltzmann eloszlás | 52 |
| <i>Fidy Judit, Herényi Levente</i> | |
| I/3.1.1. A részecskék állapotainak eloszlása | 52 |
| I/3.1.2. Milyen jelenségekben tapasztaljuk a Boltzmann-eloszlás érvényesülését? | 54 |
| I/3.2. Gázok | 57 |
| <i>Fidy Judit, Herényi Levente</i> | |
| I/3.2.1. Ideális gáz | 57 |
| I/3.2.2. A Boltzmann-eloszlás következményei ideális gázban: a Maxwell-féle sebességeloszlás | 58 |
| I/3.2.3. Reális gáz | 59 |
| I/3.3. Szilárd anyagok | 61 |
| <i>Fidy Judit, Herényi Levente</i> | |
| I/3.3.1. A kristályos állapot | 61 |
| I/3.3.2. Energiasávok | 62 |
| I/3.3.3. A tiltott sáv szélessége által meghatározott tulajdonságok; szigetelők, félvezetők, vezetők | 64 |
| I/3.3.4. „Félvezető tulajdonság” létrehozása szennyezéssel | 66 |
| I/3.3.5. A kristályszerkezet hibái | 67 |
| I/3.4. Folyadékok, folyadékkristályok | 68 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| I/3.4.1. A folyadék-állapot | 68 |
| I/3.4.2. Folyadékkristályok: anizotrop folyadékok | 69 |
| I/4. Az élő anyag szerkezeti egységei | 71 |
| I/4.1. A víz | 71 |
| <i>Damjanovich Sándor, Fidy Judit, Herényi Levente, Módos Károly</i> | |
| I/4.1.1. A vízmolekula szerkezete | 72 |
| I/4.1.2. A vízmolekulák H-hidas kötésrendszere | 73 |
| I/4.1.3. A víz szerepe az élő struktúrákban | 74 |
| I/4.2. Nukleinsavak | 76 |
| <i>Csik Gabriella</i> | |
| I/4.2.1. A nukleinsavak építőkövei és elsődleges szerkezete | 76 |
| I/4.2.2. A nukleinsavak másodlagos szerkezete | 77 |
| I/4.2.3. Az RNS másodlagos szerkezetének sajátosságai | 80 |
| I/4.2.4. A DNS harmadlagos szerkezete, szuperhelicitás | 80 |
| I/4.3. Fehérjék | 81 |
| <i>Fidy Judit, Módos Károly</i> | |
| I/4.3.1. A fehérjék elsődleges szerkezete, aminosavak | 81 |
| I/4.3.2. A fehérjék másodlagos szerkezete | 82 |
| I/4.3.3. A harmadlagos szerkezet és kialakulása | 83 |
| I/4.3.4. A térbeli szerkezet kialakításában szerepet játszó kölcsönhatások | 84 |
| I/4.3.5. Negyedleges szerkezet | 85 |
| I/4.4. Rend és rendezetlenség a makromolekuláris rendszerekben | 86 |
| <i>Fidy Judit</i> | |

| | |
|---|-----------|
| I/5. Szupramolekuláris szerveződés az élő anyagban | 88 |
| I/5.1. Biológiai membránok | 88 |
| <i>Matkó János, Voszka István</i> | |
| I/5.1.1. A lipid kettősréteg | 88 |
| I/5.1.2. Membránfehérjék | 90 |
| I/5.2. Az örökítő anyag szerveződése a sejtmagban | 94 |
| <i>Módos Károly</i> | |
| I/5.3. A citoszkeleton | 96 |
| <i>Kellemayer Miklós</i> | |
| II. Sugárzások és kölcsönhatásuk az „élő” anyaggal | 99 |
| II/1. A sugárzásokról általában | 99 |
| II/1.1. Radiometriai alapok | 99 |
| <i>Herényi Levente</i> | |
| II/1.1.1. Kisugárzott teljesítmény, felületi teljesítmény, energiaáram-erősség, energiaáram-sűrűség vagy intenzitás | 99 |
| II/1.1.2. Egyszerű törvények; a szimmetria, a távolságok és a szögek szerepe | 101 |
| II/1.1.3. A sugárzás intenzitásának gyengülése közegen való áthaladáskor | 102 |
| II/1.2. A sugárzások osztályozása | 106 |
| <i>Herényi Levente</i> | |
| II/2. Nem ionizáló sugárzások | 107 |
| II/2.1. A fény | 107 |
| <i>Herényi Levente</i> | |
| II/2.1.1. A Fermat-elv, mint a geometriai optika összegzése | 107 |
| II/2.1.2. Optikai leképezés, a Fermat-elv alkalmazása görbült felületekre | 110 |
| II/2.1.3. A fizikai optika vagy hullámoptika alapjai | 113 |
| II/2.1.4. Fényinterferencia | 115 |
| II/2.1.5. Fényelhajlás, diffrakció | 116 |
| II/2.1.6. A diffrakciós módszerek alapjai | 118 |
| II/2.1.7. Optikai anizotropia, a fény polarizációja | 120 |
| II/2.1.8. A fény mint elektromágneses hullám és mint fényrészecske-, foton-sugárzás | 121 |
| II/2.2. A fény keletkezése | 123 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Matkó János</i> | |
| II/2.2.1. Hőmérsékleti sugárzás | 123 |
| II/2.2.2. A feketetest sugárzás törvényei | 124 |
| II/2.2.3. A Planck-féle sugárzási törvény | 126 |
| II/2.2.4. Lumineszcencia | 128 |
| II/2.2.5. A fényerősítés gondolata | 129 |
| II/2.2.6. Fényforrások, fotometria | 131 |
| II/2.2.7. Lézerek | 134 |
| II/2.2.8. A lézersugárzás legfontosabb tulajdonságai, lézertípusok | 136 |
| II/2.3. A fény és anyag kölcsönhatása | 138 |
| <i>Csik Gabriella, Herényi Levente</i> | |
| II/2.3.1. Fényszóródás | 138 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| II/2.3.2. | Fényabszorpció | 140 |
| II/2.3.3. | A fény biológiai hatásainak általános megközelítése | 141 |
| II/2.3.4. | A fény hatása a szemre és a bőrre | 144 |
| II/2.4. | Hang - ultrahang | 146 |
| | <i>Derka István, Kaposi András, Mátyus László</i> | |
| II/2.4.1. | Általános fizikai tulajdonságaik | 146 |
| II/2.4.2. | A hang terjedése közegekben | 148 |
| II/2.4.3. | Közegek határán lejátszódó jelenségek | 152 |
| II/3. | Ionizáló sugárzások | 156 |
| II/3.1. | A röntgensugárzás | 156 |
| | <i>Fidy Judit, Módos Károly, Szabó Gábor</i> | |
| II/3.1.1. | Általános jellemzők | 156 |
| II/3.1.2. | A fékezési röntgensugárzás jelensége és spektruma | 157 |
| II/3.1.3. | A fékezési sugárzás során kisugárzott összeteljesítmény | 158 |
| II/3.1.4. | Karakterisztikus röntgensugárzás | 159 |
| II/3.1.5. | A röntgensugárzás abszorpciója | 160 |
| II/3.1.6. | A röntgensugárzás abszorpciójához vezető kölcsönhatások | 161 |
| II/3.2. | Magsugárzások, radioaktív izotópok | 164 |
| | <i>Fidy Judit, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/3.2.1. | A radioaktív bomlás módjai | 164 |
| II/3.2.2. | A radioaktív bomlás törvénye | 168 |
| II/3.2.3. | A magsugárzások kölcsönhatása atomi rendszerekkel | 170 |
| II/3.2.4. | Radioaktív izotópok felhasználása | 174 |
| II/3.2.5. | Az ionizáló sugárzások detektálása | 178 |
| II/3.2.6. | Részecskegyorsítók az orvostudományban | 178 |
| II/4. | Dozimetria | 181 |
| II/4.1. | Dózisfogalmak | 183 |
| | <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/4.1.1. | Fizikai dózisfogalmak | 185 |
| II/4.1.2. | Biológiai dózisfogalmak | 187 |
| II/4.1.3. | Származtatott dózisfogalmak | 188 |
| II/4.2. | Dóзимérő eszközök | 189 |
| | <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/4.2.1. | Gázionizáción alapuló eszközök | 189 |
| II/4.2.2. | Film doziméterek | 190 |
| II/4.2.3. | Termolumineszcens doziméterek | 190 |
| II/4.3. | Sugárvédelem | 191 |
| | <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/4.3.1. | A sugárvédelem szempontjai a nemzetközi ajánlásokban | 191 |
| II/4.3.2. | A sugárzások forrásai | 192 |
| II/4.4. | A sugárhatás dóziszfüggése | 194 |
| | <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/4.5. | A sugárhatás molekuláris elmélete | 197 |
| | <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllősi János</i> | |
| II/4.5.1. | DNS károsodás | 197 |
| II/4.5.2. | Fehérjék károsodása | 200 |

| | |
|--|------------|
| II.4.5.3. A szervezet szintjén jelentkező tünetek | 201 |
| II/4.6. A sugárhatást befolyásoló tényezők | 201 |
| <i>Fekete Andrea, Módos Károly, Szöllösi János</i> | |
| II/4.6.1. A sugárzás minősége | 202 |
| II/4.6.2. Időfaktor | 202 |
| II/4.6.3. Anyagcsere és hőmérséklet | 203 |
| II/4.6.4. Az oxigén hatása | 203 |
| II/4.6.5. Sugárzás ellen védő anyagok | 204 |
| II/4.6.6. Biológiai tényezők | 204 |
| II/4.7. A nemionizáló sugárzások és a vegyszerek hatásai | 205 |
| <i>Gróf Pál</i> | |
| III. Transzportjelenségek élő rendszerekben | 209 |
| III/1. Folyadékok és gázok áramlása | 209 |
| III/1.1. Alapfogalmak és alapegyenletek | 209 |
| <i>Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/1.1.1. Kontinuitási egyenlet | 211 |
| III/1.2. Ideális folyadékok áramlása | 212 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/1.2.1. Bernoulli törvénye | 213 |
| III/1.3. Reális folyadékok lamináris áramlása | 214 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/1.3.1. A Newton-féle súrlódási törvény | 214 |
| III/1.3.2. Áramlás csövekben | 216 |
| III/1.3.3. A Hagen–Poiseuille-törvény és alkalmazása a vérkeringésre | 217 |
| III/1.4. Turbulens áramlás | 222 |
| <i>Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/1.5. Gömb alakú test mozgása viszkózus közegben | 223 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/2. A diffúzió | 225 |
| III/2.1. A molekulák mozgása és a diffúzió | 225 |
| <i>Herényi Levente, Matkó János, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/2.1.1. A molekuláris mozgás jellemzői | 225 |
| III/2.1.2. A diffúzió jelensége, Fick I. törvénye | 226 |
| III/2.1.3. A diffúziós együttható további jellemzői | 231 |
| III/2.1.4. Fick II. törvénye | 232 |
| III/2.1.5. A bolyongási probléma és Fick II. törvényének kapcsolata | 235 |
| III/2.1.6. A diffúziós folyamatok időtől való függésének elemzése | 239 |
| III/2.1.7. A diffúzió által szabályozott kémiai reakciók | 240 |
| III/2.2. A diffúzió néhány különleges esete | 242 |
| <i>Herényi Levente, Matkó János, Tölgyesi Ferenc</i> | |
| III/2.2.1. Az ozmózis jelensége, van't Hoff-törvénye | 242 |
| III/2.2.2. Az ozmózisnyomás gyakorlati jelentősége | 244 |
| III/2.2.3. Laterális diffúzió biológiai membránokban | 246 |
| III/3. A transzportfolyamatok termodinamikai vonatkozásai | 249 |

| | |
|---|-----|
| III/3.1. A diffúzió jelensége, ha a rendszer nincs termikus egyensúlyban | 249 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc, Sugár István</i> | |
| III/3.1.1. Termodiffúzió, hővezetés | 249 |
| III/3.2. A termodinamikai rendszer jellemzésére szolgáló mennyiségek és a transzportfolyamatok kapcsolata | 251 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc, Sugár István</i> | |
| III/3.2.1. Extenzív és intenzív mennyiségek | 252 |
| III/3.2.2. A transzportfolyamatok egységes leírása | 253 |
| III/3.3. A termodinamika főtételei | 255 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc, Sugár István</i> | |
| III/3.3.1. A termodinamika első főtétele és általánosítása | 256 |
| III/3.3.2. A kémiai potenciál és az elektrokémiai potenciál | 257 |
| III/3.3.3. A termodinamika második főtétele és az entrópia | 258 |
| III/3.3.4. Az entrópia statisztikus bevezetése | 259 |
| III/3.3.5. Az új entrópia fogalom néhány következménye, a termodinamika harmadik főtétele | 262 |
| III/3.4. A termodinamikai potenciálfüggvények | 265 |
| <i>Damjanovich Sándor, Herényi Levente, Tölgyesi Ferenc, Sugár István</i> | |
| III/3.4.1. Az entalpia | 267 |
| III/3.4.2. A szabadenergia és a szabadentalpia | 269 |
| III/3.4.3. A termodinamikai potenciálok változása kiegyenlítődési folyamatokban | 270 |
| III/3.4.4. A leggyakrabban használt termodinamikai potenciálfüggvények és néhány további tulajdonságuk | 271 |
| III/3.4.5. Híg oldatok szabadentalpiája és a komponensek kémiai potenciálja (kapcsolat a koncentrációval) | 273 |
| III/3.5. Az élő szervezet energiaforgalma | 274 |
| <i>Damjanovich Sándor</i> | |
| III/4. Transzportfolyamatok a biológiai membránon keresztül, membránpotenciál | 276 |
| III/4.1. Transzportjelenségek a sejt nyugalmi állapotában | 276 |
| <i>Csik Gabriella, Damjanovich Sándor, Fidy Judit, Krasznai Zoltán, Matkó János</i> | |
| III/4.1.1. Töltéssel nem rendelkező részecskék passzív diffúziója | 277 |
| III/4.1.2. Ionok passzív diffúziója | 279 |
| III/4.1.3. Aktív transzport | 282 |
| III/4.1.4. Makromolekula- és részecsketranszport | 284 |
| III/4.2. A nyugalmi membránpotenciál | 284 |
| <i>Csik Gabriella, Fidy Judit, Krasznai Zoltán</i> | |
| III/4.2.1. A nyugalmi membránpotenciál értelmezése a Goldmann-Hodgkin-Katz (GHK) egyenlettel | 285 |
| III/4.2.2. A nyugalmi membránpotenciál és a Nernst-egyenlet kapcsolata | 286 |
| III/4.3. Membránpotenciál-változások az ingerküszöb alatt | 290 |
| <i>Csik Gabriella, Fidy Judit, Krasznai Zoltán</i> | |
| III/4.3.1. Helyi (elektrotónusos) membránpotenciál-változások és elektromos modelljük | 290 |
| III/4.3.2. A membrán elektromos modelljéből származó eredmények | 292 |
| III/4.4. A membránpotenciál tulajdonságai ingerületi állapotban: az akciós potenciál | 294 |
| <i>Csik Gabriella, Fidy Judit, Krasznai Zoltán</i> | |

| | |
|---|------------|
| III/4.4.1. Az akciós potenciál jelalakja | 294 |
| III/4.4.2. Ionáramok az akciós potenciál alatt | 295 |
| III/4.4.3. Az akciós potenciál terjedése | 296 |
| IV. Az érzékszervek biofizikája | 301 |
| IV/1. Az érzékelés folyamatának általános törvényszerűségei | 301 |
| IV/1.1. A folyamat alapvető elemei és jellemzői | 301 |
| <i>Derka István</i> | |
| IV/1.1.1. Érzékelősejtek, receptorok, érzékszervek | 301 |
| IV/1.1.2. A receptorok fajtái, szerepe | 302 |
| IV/1.1.3. A receptorok és az idegrost | 303 |
| IV/1.2. Az inger és az érzet közötti összefüggések | 306 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/1.2.1. Abszolút és relatív küszöbinger | 306 |
| IV/1.2.2. A Weber törvény | 306 |
| IV/1.2.3. A Weber–Fechner törvény | 307 |
| IV/1.2.4. A Stevens törvény | 307 |
| IV/2. A látás | 309 |
| IV/2.1. A szem vázlatos szerkezete | 309 |
| <i>Osváth Szabolcs, Szabó Gábor</i> | |
| IV/2.1.1. A szem és a retina felépítése | 310 |
| IV/2.1.2. A fotoreceptor sejtek szerkezete | 311 |
| IV/2.2. A látás biofizikai alapjai | 312 |
| <i>Osváth Szabolcs, Szabó Gábor</i> | |
| IV/2.2.1. Optikai leképezés a szemben | 312 |
| IV/2.2.2. A szem képalkotásának hibái és azok korrigálása | 314 |
| IV/2.2.3. A szem feloldóképessége | 315 |
| IV/2.2.4. A látási ingerület kialakulása a retinában | 317 |
| IV/2.2.5. A fotoreceptor sejtek érzékenysége | 318 |
| IV/2.2.6. Fotokémiai folyamatok a receptor sejtekben | 318 |
| IV/2.2.7. Színlátás | 321 |
| IV/3. A hallás | 323 |
| IV/3.1. A hallható hangok néhány közös tulajdonsága | 323 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/3.1.1. A hang magassága | 323 |
| IV/3.1.2. A hang színezete | 323 |
| IV/3.1.3. Az irányhallás | 325 |
| IV/3.1.4. Hangok és hallás | 325 |
| IV/3.1.5. Intenzitásszint | 325 |
| IV/3.2. Az emberi fül felépítése és működése | 327 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/3.2.1. A külső fül | 327 |
| IV/3.2.2. A középfül | 329 |
| IV/3.2.3. A belső fül | 330 |
| IV/3.2.4. A Corti-szerv anatómiája | 333 |

| | |
|---|------------|
| IV/3.3. A szőrsejtek szerepe a hallás folyamatában | 333 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/3.3.1. A külső szőrsejtek, mint molekuláris motorok | 335 |
| IV/3.3.2. Adaptációs mechanizmusok | 338 |
| IV/3.4. Az akusztikus információ kódolása | 339 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/3.4.1. Hely teória | 339 |
| IV/3.4.2. A röplabda elmélet | 340 |
| IV/3.5. Pszichoakusztika, hangosság | 340 |
| <i>Derka István, Szabó Gábor</i> | |
| IV/3.5.1. A phonskála | 341 |
| IV/3.5.2. A sonskála | 342 |
| IV/3.5.3. A zajszint és mérése | 344 |
| V. Biomechanika | 345 |
| V/1. A szubcelluláris és sejtes struktúrák biomechanikája | 345 |
| V/1.1. A citoskeletális rendszer biofizikája | 345 |
| <i>Kellermayer Miklós, Nyitrai Miklós</i> | |
| V/1.1.1. A citoskeletális filamentumok rugalmassága | 345 |
| V/1.1.2. A citoskeletális filamentumok polimerizációja | 347 |
| V/1.1.3. A citoskeletális rendszer komponensei | 348 |
| V/1.1.4. Sejtmozgás, motilitás | 350 |
| V/1.2. A motorfehérjék biofizikája | 351 |
| <i>Kellermayer Miklós, Nyitrai Miklós</i> | |
| V/1.2.1. Motorfehérjék csoportosítása | 351 |
| V/1.2.2. Motorfehérjék közös tulajdonságai | 352 |
| V/1.3. Az izomműködés biofizikája | 353 |
| <i>Kellermayer Miklós, Nyitrai Miklós</i> | |
| V/1.3.1. Izomtípusok | 354 |
| V/1.3.2. A harántcsíkolt izom szerkezete | 354 |
| V/1.3.3. A harántcsíkolt izom működése | 355 |
| V/1.4. Az izom-összehúzódás szabályozása | 356 |
| <i>Kellermayer Miklós, Nyitrai Miklós</i> | |
| V/1.4.1. A tropomiozin-troponin alapú szabályozás | 357 |
| V/2. A mozgásszervek biomechanikája | 359 |
| V/2.1. A csontrendszer | 359 |
| <i>Csernátony Zoltán, Vereb György</i> | |
| V/2.1.1. A csontszövet mint anyag | 359 |
| V/2.1.2. A csont, mint szerv | 365 |
| V/2.1.3. A csontváz, mint szervrendszer | 367 |
| V/2.2. Az ízületek biomechanikája | 371 |
| <i>Csernátony Zoltán, Vereb György</i> | |
| V/2.2.1. Statika, reológia | 371 |
| V/2.2.2. Kinetika | 372 |
| V/2.2.3. Tribológia | 373 |

| | |
|--|-----|
| VI. A molekuláris és sejtdiagnosztika fizikai módszerei | 375 |
| VI/1. Szedimentációs és elektroforetikus módszerek | 375 |
| VI/1.1. Szedimentációs módszerek | 375 |
| <i>Damjanovich Sándor, Fidy Judit</i> | |
| VI/1.1.1. Szedimentációs sebességi módszer | 376 |
| VI/1.1.2. Szedimentációs egyensúlyi módszer | 377 |
| VI/1.2. Elektroforézis és izoelektromos-fokuszálás | 379 |
| <i>Damjanovich Sándor, Fekete Andrea, Fidy Judit</i> | |
| VI/1.2.1. Szabad elektroforézis | 379 |
| VI/1.2.2. Gélelektroforézis | 381 |
| VI/1.2.3. Izoelektromos fókuszálás. | 381 |
| VI/1.2.4. Blotting-technikák | 381 |
| VI/2. Mikroszkópos módszerek | 384 |
| VI/2.1. Az egyszerű nagyító (lupe) | 384 |
| <i>Herényi Levente, Kis-Petik Katalin, Szabó Gábor</i> | |
| VI/2.2. A fénymikroszkóp | 387 |
| <i>Herényi Levente, Kis-Petik Katalin, Vereb György</i> | |
| VI/2.2.1. A fénymikroszkóp képkalkotása | 387 |
| VI/2.2.2. Felbontóképesség, Abbe elv | 389 |
| VI/2.3. Speciális mikroszkópok | 393 |
| <i>Herényi Levente, Kis-Petik Katalin, Módos Károly, Vereb György</i> | |
| VI/2.3.1. Sztereomikroszkóp | 393 |
| VI/2.3.2. Ultramikroszkóp | 393 |
| VI/2.3.3. Fluoreszcenciamikroszkóp | 394 |
| VI/2.3.4. Polarizációs mikroszkóp | 395 |
| VI/2.3.5. Fáziskontraszt-mikroszkóp | 396 |
| VI/3. Optikai spektroszkópiai módszerek | 398 |
| VI/3.1. Abszorpciós spektroszkópia az UV- és a látható tartományban | 398 |
| <i>Fidy Judit, Lakos Zsuzsa, Somogyi Béla</i> | |
| VI/3.1.1. Fényelnyelés híg oldatokban | 398 |
| VI/3.1.2. Abszorpciós spektrofotométerek | 400 |
| VI/3.1.3. Abszorpciós sávok a spektrumban | 401 |
| VI/3.2. Infravörös spektroszkópia | 404 |
| <i>Smeller László</i> | |
| VI/3.2.1. A molekularezgések | 405 |
| VI/3.2.2. Vegyületek, molekulák azonosítása, az IR-spektroszkópia analitikai alkalmazásai | 407 |
| VI/3.3. Lumineszcencia spektroszkópia | 410 |
| <i>Fidy Judit, Lakos Zsuzsa, Somogyi Béla</i> | |
| VI/3.3.1. A fényemisszió jelensége: fluoreszcencia és foszforeszcencia | 410 |
| VI/3.3.2. A lumineszcencia jellemzése | 411 |
| VI/3.3.3. A fluoreszcencia gyakorlati alkalmazásának területei | 416 |
| VI/3.4. Fényszóráson alapuló eljárások | 420 |
| <i>Módos Károly</i> | |
| VI/4. Áramlási citometria és sejtszeparálás | 422 |

| | |
|--|------------|
| VI/4.1. Az áramlási citométerek működésének általános elvei | 423 |
| <i>Mátyus László</i> | |
| VI/4.2. A mérési eredmények feldolgozása, adattárolás | 428 |
| <i>Mátyus László</i> | |
| VI/4.3. Sejtszeparálás | 430 |
| <i>Mátyus László</i> | |
| VI/4.4. Az áramlási citometria néhány alkalmazása | 431 |
| <i>Mátyus László</i> | |
| VI/4.4.1. DNS-tartalom-mérés | 431 |
| VI/4.4.2. Immunofluoreszcencia | 432 |
| VII. Elektromos jelek és módszerek az orvosi gyakorlatban | 435 |
| VII/1. Elektromos jelek feldolgozása | 435 |
| VII/1.1. Az orvosi gyakorlatban előforduló jelek osztályozása, feldolgozása | 435 |
| <i>Derka István, Smeller László</i> | |
| VII/1.1.1. A jelek osztályozása | 436 |
| VII/1.1.2. A zaj csökkentése átlagolással | 437 |
| VII/1.1.3. Jelek Fourier felbontása | 437 |
| VII/1.1.4. Orvosi jelfeldolgozó lánc elvi felépítése | 439 |
| VII/1.2. Analóg elektromos alapáramkörök | 441 |
| <i>Smeller László</i> | |
| VII/1.2.1. Feszültségosztó | 441 |
| VII/1.2.2. RC-körök egyenáramú áramkörben | 442 |
| VII/1.2.3. Váltóáramú szűrőkörök | 446 |
| VII/1.2.4. LC-kör (rezgőkör) | 447 |
| VII/1.3. Félvezető áramköri elemek | 448 |
| <i>Smeller László</i> | |
| VII/1.3.1. Félvezető dióda | 448 |
| VII/1.3.2. Tranzisztorok | 448 |
| VII/1.3.3. FET (field effect transistor) | 449 |
| VII/1.3.4. MOS (Metal Oxide Semiconductor)-FET és CMOS (Complementer Metal Oxide Semiconductor)-FET | 449 |
| VII/1.4. Elektromos erősítő | 450 |
| <i>Smeller László</i> | |
| VII/1.4.1. Az erősítő jellemző adatai | 450 |
| VII/1.4.2. Az erősítő karakterisztikája | 451 |
| VII/1.4.3. A visszacsatolás | 452 |
| VII/1.5. Jelátalakítás, jelszelektálás | 454 |
| <i>Smeller László</i> | |
| VII/1.5.1. Analóg-digitális átalakítók | 454 |
| VII/1.5.2. Zajsűrés | 458 |
| VII/1.5.3. Impulzusjelek szelektálása | 458 |
| VII/1.6. Megjelenítők | 459 |
| <i>Derka István, Herényi Levente, Smeller László</i> | |
| VII/1.6.1. Katódsugárcső | 460 |

| | |
|---|------------|
| VII/1.6.2. Folyadékkristályos képernyők (LCD) működése | 462 |
| VII/1.7. Terápiás célú elektromos készülékek felépítése és működésük alapjai | 463 |
| <i>Módos Károly, Smeller László</i> | |
| VII/2. Testfelszíni elektromos jelek feldolgozása | 465 |
| VII/2.1. Elektrokardiográfia | 465 |
| <i>Damjanovich Sándor, Voszka István</i> | |
| VII/2.1.1. Egy rost akciós potenciálja | 465 |
| VII/2.1.2. Bipoláris elvezetések | 465 |
| VII/2.1.3. Unipoláris elvezetések | 467 |
| VII/2.1.4. Az EKG-jel feldolgozása | 468 |
| VII/2.1.5. Vektorkardiográfia | 469 |
| VII/2.2. Elektroencefalográfia | 469 |
| <i>Damjanovich Sándor, Voszka István</i> | |
| VII/2.3. Elektromiográfia | 470 |
| <i>Damjanovich Sándor, Voszka István</i> | |
| VII/2.4. Elektroretinográfia | 471 |
| <i>Damjanovich Sándor, Szabó Gábor, Voszka István</i> | |
| VII/3. Audiometria | 473 |
| VII/3.1. Hangaudiometria | 474 |
| <i>Derka István</i> | |
| VII/3.2. Objektív audiometria | 475 |
| <i>Derka István</i> | |
| VIII. Képkeltő módszerek | 477 |
| VIII/1. A képi megjelenítés | 477 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| VIII/2. Felületi térképek | 479 |
| VIII/2.1. Endoszkópia | 479 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| VIII/2.1.1. Száloptika | 479 |
| VIII/2.1.2. Az endoszkópi kép keletkezése | 479 |
| VIII/2.1.3. Endoszkópiai eljárások | 480 |
| VIII/2.2. Termográfia | 480 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| VIII/2.3. Elektromos feszültségtérképek | 481 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| VIII/3. Szummációs eljárások | 482 |
| VIII/3.1. Röntgen sugárzás abszorpcióján alapuló módszerek | 482 |
| <i>Fidy Judit, Voszka István</i> | |
| VIII/3.1.1. Röntgenátvilágítás | 482 |
| VIII/3.1.2. Elektronikus röntgen-képerősítő | 483 |
| VIII/3.1.3. Digitális röntgenképkeltés | 484 |
| VIII/3.1.4. Digitális szubtrakciós angiográfia (DSA), röviden: digitális angiográfia (DA) | 485 |
| VIII/3.2. Izotópos nyomjelzés technikák: szcintigráfia | 485 |
| <i>Krasznai Zoltán, Módos Károly</i> | |

| | |
|---|------------|
| VIII/4. Tomográfiai módszerek | 489 |
| VIII/4.1. Mágneses magrezonanciás képalkotás, MRI – Direkt tomográfia 1. | 489 |
| <i>Fidy Judit, Gáspár Rezső</i> | |
| VIII/4.1.1. Az MRI alapvető mérési elve | 489 |
| VIII/4.1.2. A szekvenciális pont módszer | 490 |
| VIII/4.1.3. A kétdimenziós Fourier-transzformációs (2DFT) módszer | 492 |
| VIII/4.1.4. Az axiális irányú mágneses tér által kiválasztott szelet voxeleinek elkülönítése | 492 |
| VIII/4.1.5. Az MRI speciális területei és technikái | 496 |
| VIII/4.2. Ultrahangos képalkotás —Direkt tomográfia 2. | 498 |
| <i>Kaposi András, Mátyus László</i> | |
| VIII/4.2.1. Piezoelektromos hatás, inverz piezoelektromos hatás | 498 |
| VIII/4.2.2. Az UH forrás felépítése | 498 |
| VIII/4.2.3. Az UH nyaláb kialakulása és tulajdonságai | 500 |
| VIII/4.2.4. Impulzus-echó módszerek, UH képek | 502 |
| VIII/4.2.5. A pásztázás megoldásai | 506 |
| VIII/4.2.6. UH-képek feloldóképessége | 506 |
| VIII/4.2.7. Háromdimenziós rekonstrukció | 507 |
| VIII/4.2.8. Doppler-módszerek | 508 |
| VIII/4.2.9. A Doppler-effektus gyakorlati felhasználása | 509 |
| VIII/4.3. Röntgenabszorpciós CT | 515 |
| <i>Fidy Judit, Krasznai Zoltán</i> | |
| VIII/4.4. Magsugárzáson alapuló technikák | 519 |
| <i>Fidy Judit, Krasznai Zoltán</i> | |
| VIII/4.4.1. Fotonemissziós számítógépes tomográfia, SPECT | 519 |
| VIII/4.4.2. Pozitronemissziós tomográfia, PET | 520 |
| IX. Terápiás módszerek fizikai alapjai | 527 |
| IX/1. Lézerek terápiás alkalmazása | 527 |
| IX/1.1. A lézergusárzás kölcsönhatása szövetekkel | 527 |
| <i>Fidy Judit, Vereb György</i> | |
| IX/1.2. Lézerek sebészeti alkalmazásai | 529 |
| <i>Fidy Judit, Vereb György</i> | |
| IX/1.2.1. Koaguláció | 529 |
| IX/1.2.2. Vaporizáció, karbonizáció | 530 |
| IX/1.2.3. Atomizáció | 532 |
| IX/1.2.4. Ionizáció | 533 |
| IX/2. A fény terápiás alkalmazása – fototerápia, fotokemoterápia | 535 |
| IX/2.1. PUVA terápia | 535 |
| <i>Csik Gabriella</i> | |
| IX/2.2. Fotodinamikus terápia | 536 |
| <i>Csik Gabriella</i> | |
| IX/2.3. Kékfény terápia | 536 |
| <i>Csik Gabriella</i> | |
| IX/3. Sugaréterápia | 538 |

| | |
|--|------------|
| IX/3.1. Az alkalmazandó sugárzás megválasztása | 538 |
| <i>Smeller László</i> | |
| IX/3.1.1. α -sugárzás | 538 |
| IX/3.1.2. β -sugárzás és elektronsugárzás | 539 |
| IX/3.1.3. γ - és röntgensugárzás, összefoglaló néven fotonsugárzás | 540 |
| IX/3.1.4. Protonsugárzás | 541 |
| IX/3.2. A sugárzás eljuttatása a besugározandó gócba | 542 |
| <i>Smeller László</i> | |
| IX/3.2.1. A képalkotó eljárások és a besugárzás együttes alkalmazása | 542 |
| IX/3.2.2. Kollimátorok | 543 |
| IX/3.2.3. Forgó besugárzás | 544 |
| IX/3.2.4. Egy speciális sugárterápiás eszköz, a gamma kés | 544 |
| IX/3.2.5. Az izotópkezelés kivitelezése | 545 |
| IX/4. Elektromos áram terápiás alkalmazásai | 546 |
| IX/4.1. Egyenáram alkalmazása | 546 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/4.2. Ingeráram-terápia | 546 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/4.3. Szívritmus-szabályozó | 548 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/4.4. Defibrillátor | 548 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/5. Hőterápiás eljárások | 549 |
| IX/5.1. Ultrahang-terápia | 549 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/5.2. Nagyfrekvenciás hőterápia | 551 |
| <i>Smeller László, Vereb György, Voszka István</i> | |
| IX/5.3. Elektromos sebészet | 553 |
| <i>Vereb György, Voszka István</i> | |
| X. Az élettudományi kutatómunka fizikai módszerei | 555 |
| X/1. Optikai spektroszkópiai módszerek | 555 |
| X/1.1. Lumineszcencia-spektroszkópián alapuló eljárások | 555 |
| <i>Lakos Zsuzsa, Somogyi Béla</i> | |
| X/1.1.1. Förster típusú rezonancia-energiaátadás (energiatranszfer) | 555 |
| X/1.1.2. Fluoreszcencia-kioltás | 557 |
| X/1.1.3. A fluoreszcencia-polarizáció mérése és alkalmazásai | 561 |
| X/1.1.4. Időfüggő fluoreszcencia-paraméterek meghatározása | 562 |
| X/1.2. Infravörös spektroszkópia | 566 |
| <i>Smeller László</i> | |
| X/1.2.1. Molekuláris biofizikai alkalmazás: fehérjekonformáció meghatározása | 566 |
| X/1.2.2. Közeli infravörös (NIR-) spektroszkópia | 567 |
| X/1.3. Fényszórásmérés | 567 |
| <i>Módos Károly</i> | |
| X/1.3.1. Statikus fényszórásmérés | 568 |

| | |
|--|------------|
| X/1.3.2. Dinamikus fényszórásmérés | 569 |
| X/1.4. Cirkuláris dikroizmus (CD) – spektroszkópia | 570 |
| <i>Módos Károly</i> | |
| X/1.4.1. Optikai aktivitás | 570 |
| X/1.4.2. Cirkulárisan és elliptikusan poláros fény | 570 |
| X/1.4.3. A CD-spektroszkópia alkalmazása makromolekulák szerkezetvizsgálatában | 571 |
| X/2. Pásztázó mikroszkópos módszerek | 573 |
| X/2.1. A pásztázás elve | 574 |
| <i>Damjanovich Sándor</i> | |
| X/2.2. Az atomerő-mikroszkópia, AFM | 575 |
| <i>Damjanovich Sándor, Vereb György</i> | |
| X/3. Modern fénymikroszkópiai eljárások | 578 |
| X/3.1. Konfokális lézer-pásztázómikroszkópia, CLSM | 578 |
| <i>Damjanovich Sándor, Vereb György</i> | |
| X/3.2. A közeli mező optikai mikroszkópia, NSOM | 584 |
| <i>Damjanovich Sándor, Vereb György</i> | |
| X/3.3. „Továtűnő” (evaneszcens) fluoreszcencia | 586 |
| <i>Lakos Zsuzsa, Matkó János, Somogyi Béla</i> | |
| X/3.4. Az optikai csipesz | 587 |
| <i>Damjanovich Sándor, Lakos Zsuzsa, Matkó János, Somogyi Béla, Vereb György</i> | |
| X/4. Rádióspektroszkópiai módszerek: mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR) és elektronspin rezonancia spektroszkópia (ESR) | 590 |
| X/4.1. Az NMR és az ESR fizikai alapjai | 590 |
| <i>Gróf Pál, Gáspár Rezső</i> | |
| X/4.2. Az ESR spektroszkópia néhány biológiai vonatkozása | 596 |
| <i>Gróf Pál, Gáspár Rezső</i> | |
| X/5. Elektronmikroszkópia | 599 |
| X/5.1. Az elektronmikroszkóp felbontása | 599 |
| <i>Fidy Judit, Kis-Petik Katalin</i> | |
| X/5.2. Az elektronmikroszkóp felépítése | 599 |
| <i>Fidy Judit</i> | |
| X/5.3. Az elektron-nyaláb kölcsönhatása a mintával, mérési lehetőségek | 600 |
| <i>Fidy Judit</i> | |
| X/5.3.1. Transzmissziós elektronmikroszkópia: TEM | 600 |
| X/5.3.2. Pásztázó (schanning) elektronmikroszkópia: SEM | 600 |
| 16. X/6. Röntgen-diffrakció | 602 |
| <i>Damjanovich Sándor</i> | |
| X/7. Tömegspektrometria | 605 |
| <i>Damjanovich Sándor, Osváth Szabolcs</i> | |
| A legfontosabb, könyv alakban megjelent irodalmi források | 611 |
| Tátgymutató | 613 |