

## ELSŐ FÉLÉV

### A szem optikája

- 1 A szem fokális akkomodációja, mérésének módja. A szem törőközegei és képalkotása. A szem fénytörési hibái és azok korrekciója.
- 2 A redukált szem. Látászöghatár, látásélesség definíciója, mérésének módja. A látásélességet befolyásoló tényezők. A receptorsűrűség becslése.

### Fényemisszió

- 1 Hőmérsékleti sugárzás és lumineszcencia. A fényemissziós spektrum fajtái és jellemzésük. Fényforrások.
- 2 Spektrométer felépítése, monokromátorok fajtái. Lángfotométer és diagnosztikai alkalmazása.

### Refraktometria

- 1 A törésmutató definíciója. A fénytörés törvénye. Határszög. Teljes visszaverődés. Diszperzió.
- 2 A Snell-kör kialakulása. Az Abbé-féle refraktométer. Koncentráció meghatározása törésmutató-méréssel.

### Rezonancia

- 1 Harmonikus rezgés, szabadrezgés, csillapított szabadrezgés, kényszerrezgés. Kritikus csillapítás, rezonancia.
- 2 Rugalmas alakváltozás, Hooke-törvény. A rezonancia fogalma és a rezonanciagörbe értelmezése.

### Fényabszorpció

- 1 Abszorbancia és transzmisszió definíciója és kapcsolatuk. A Lambert-Beer törvény. Koncentráció meghatározása fényabszorpcióval.
- 2 Az abszorpciós spektrum definíciója. Az abszorpciós spektrumból nyerhető információ. Az abszorpciós spektrofotométer felépítése.

### Nukleáris alpmérés

- 1 A szcintillációs számláló felépítése. A szcintillációs kristályban lejátszódó folyamatok.
- 2 A szcintillációs számláló felépítése. A fotoelektron-sokszorozó. Jelszelektálás. Zajforrások. Jel/zaj viszony.

### Erősítő

- 1 Elektromos erősítés, lineáris átviteli függvény, torzítás. Teljesítményerősítés, feszültségerősítés, erősítésszint, átviteli sáv.
- 2 Erősítő frekvenciaátviteli karakterisztikája. Negatív visszacsatolás és hatása a karakterisztikára.

### Polarimetria

- 1 A poláros fény definíciója. A lineárisan és cirkulárisan poláros fény kapcsolata. Optikai aktivitás. A polariméter felépítése.
- 2 A Biot-törvény. A fajlagos forgatóképesség definíciója. A fajlagos forgatóképességet befolyásoló tényezők. A polariméter felépítése.

### Dozimetria

- 1 Ionizáló sugárzások fajtái, közvetlen és közvetett kémiai hatás, sztochasztikus és determinisztikus hatás. Szcintillációs számláló és termolumineszcens doziméter.
- 2 Dózismennyiségek definíciója (elnyelt, besugárzási, egyenérték, effektív), dózisteljesítmény. Ionizációs kamra működése.

### Gamma abszorpcó

- 1 A gamma-sugárzás gyengülési törvénye. Gyengítési együttható és felezési rétegvastagság. Tömeggyengítési együttható, felületi sűrűség, felező tömeg.
- 2 A tömeggyengítési együttható definíciója, felbontása atomi szintű kölcsönhatásokra, függésük a fotonenergiától. A szcintillációs számláló felépítése.

## MÁSODIK FÉLÉV

### Coulter számláló

- 1 A Coulter-elv. A Coulter számláló felépítése és működése. Vér alakos elemeinek számlálása Coulter számlálóval.
- 2 Integrál diszkriminátor és differenciál diszkriminátor működési elve. Optimális Ud-szint meghatározása vörösvértestekre.

### Bőrimpedancia

- 1 A bőr elektromos modellje. Impedancia fogalma és mérése.
- 2 Kapacitív ellenállás. A bőr specifikus ellenállásának és specifikus kapacitásának meghatározása.

### Röntgen

- 1 A röntgenső felépítése és működése. Fékezési és karakterisztikus sugárzás. Duane-Hunt törvény. A röntgensugárzás teljesítménye és a röntgenső határfoka.
- 2 A röntgensugárzás gyengülése, gyengítési együttható, felező rétegvastagság. Tömeggyengítési együttható és függése az anód anyagától.

### Gamma energia

- 1 A szcintillációs számláló felépítése és működése. A gamma sugárzás impulzusamplitúdó-spektruma differenciál diszkriminátorral felvéve.
- 2 A fotocsúcs helyzetét és amplitúdóját befolyásoló tényezők. A gamma-energia meghatározása fotocsúcsok mérésével.

### Diffúzió

- 1 Anyagáramlás diffúzió révén, Fick törvények. A diffúziós állandó meghatározása képanalízissel.
- 2 Véletlen bolyongás és diffúzió kapcsolata. Az átlagos diffúziós távolság időfüggése.

### Szenzor

- 1 A szenzoros működés alapjai. Kompresszív és expanzív érzékelés. Pszichofizikai törvények hangosságérzet mérésekor. Phon és son skálák.
- 2 Receptorsejt, receptor-potenciál, amplitúdó és frekvencia kódolás. Pszichofizikai törvények súlyérzet mérésekor.

### Áramlás

- 1 Stacionárius áramlás, kontinuitási egyenlet. Hagen-Poiseuille törvény: térfogati áramerősség nyomásfüggése.
- 2 Lamináris és turbulens áramlás. Hagen-Poiseuille törvény: térfogati áramerősség függése a cső sugarától.

### Izotópdiaosztika

- 1 Izotópdiaosztika elve. Izotópkiválasztási szempontok. Izotóptárolási görbe és effektív felezési idő. Technécium generátor.
- 2 Képkalkotó eljárások a nukleáris medicinában (gamma kamera, SPECT, PET). A kollimátor szerepe a képkalkotásban.

### EKG

- 1 Az EKG jel keletkezése. Differens és indifferens elektród, bipoláris és unipoláris elvezetés, Wilson-pont. A szív elektromos tengelye.
- 2 Einthoven-féle standard elvezetések. Az EKG jel paramétereinek meghatározása, az integrálvektor szerkesztése.

### Impulzusgenerátor

- 1 Kétállapotú rendszerek. Impulzusok előállítása, időállandó, triggerjel, impulzusgenerátorok. Pacemaker jellemző paraméterei.
- 2 Monostabil és astabil multivibrátorok az orvosi gyakorlatban. A pacemaker jel modellezése. Impulzus energiája és töltése.

### Audiometria

- 1 Hang, emberi hallástartomány, hallásküszöbgörbe, audiogram, hallásvesztés.
- 2 Egyenlő hangosságú görbék, phon és son skálák. Hangdózis. Hallásvesztés fajtái és halláskárosodás az audiogramon.

### Ultrahang

- 1 Ultrahang keltése és detektálása, transzducer. Akusztikus impedancia, reflexióképesség. Az impulzus-echo elv: hangsebesség meghatározása és távolságmérés.
- 2 Képpalkotás ultrahanggal: A- és B-mód. Különböző közeggel töltött fantomok vizsgálata B-módban. A Doppler-elv alkalmazása áramlásmérésre.

### Röntgen CT

- 1 Képpalkotás röntgensugárral. Szummációs kép. Denzitás, elemi denzitás, 3D-rekonstrukció elve.
- 2 Röntgensugárzás elnyelődése csontban és lágy szövetekben. Kontraszt fokozási módszerek. HU-skála, ablakozás.

## FOK – ELMÉLETI TÉTELEK – 21t

### ELSŐ FÉLÉV

- 1 Sugárzás definíciója, típusai, jellemző fizikai mennyiségek, példák sugárzásokra
- 2 Sugárzás-gyengülési törvény, differenciális és integrális alak, alkalmazása az orvosi és laboratóriumi gyakorlatban
- 3 Fény és anyag kölcsönhatásai-1: geometriai optika, fénytörés, Fermat-elv, fénytörés törvénye és alkalmazásai: prizma, optikai szál
- 4 Fény és anyag kölcsönhatásai-2: fényvisszaverődés, spektrális reflektancia, fényszórás: Rayleigh-, Mie-, Raman-szórás
- 5 Az emberi szem optikája: képpalkotás, redukált szem, látószöghatár, látásélesség, felbontóképesség, Airy korong
- 6 Optikai képpalkotás és orvosi alkalmazásai: geometriai optika, lencsék képpalkotása, mikroszkóp nagyítása és felbontóképessége, Abbe-elv
- 7 A fény, mint elektromágneses hullám: a hullámok jellemzői, elektromágneses spektrum
- 8 A fény hullámtermészete: Huygens elv, fényelhajlás, szuperpozíció, interferencia, optikai rács, fehér fény felbontása
- 9 A fény, mint részecske: fotoelektromos hatás jellemzése, a foton koncepciója, a fotoelektromos hatás gyakorlati alkalmazásai
- 10 Fényelnyelődés mechanizmusa, abszorpciós spektrum, Lambert-Beer törvény és alkalmazásai, fényabszorpció mérése: fényforrások, monokromátorok, detektorok
- 11 Hőmérsékleti sugárzás: keletkezése, abszorpcióképesség, emisszióképesség, Kirchhoff-törvény, abszolút fekete test emissziós spektruma, Wien-féle eltolódási törvény
- 12 Infradiagnosztika: Stefan-Boltzmann törvény, Wien-féle eltolódási törvény, az emberi test sugárzása, termográfia, gyakorlati alkalmazások

- 13 Lumineszcencia-1: spontán emisszió, fluoreszcencia és foszforeszcencia, Kasha szabály, emissziós spektrum, Stokes-eltolódás, fluoreszcencia-életidő, kvantumhatásfok
- 14 Lumineszcencia-2: lumineszcencián alapuló fényforrások, orvosi/gyakorlati alkalmazások
- 15 Lézerfény előállítás-1: a fényerősítés elve, populáció-inverzió optikai pumpálással, indukált emisszió
- 16 Lézerfény előállítás-2: optikai rezonátor, a lézerfény tulajdonságai, lézertípusok
- 17 Lézerek orvosi alkalmazásai: a lézerfény jellemzői, biológiai hatásai, orvosi alkalmazások
- 18 Röntgensugárzás előállítása: röntgenső szerkezete és működése, Duane-Hunt törvény, fékezési és karakterisztikus sugárzás spektruma, röntgenső hatásfoka
- 19 Röntgensugárzás elnyelődése: lineáris és tömeggyengítési együttható, az elnyelődés részfolyamatai, effektív rendszám
- 20 Röntgendiagnosztika-1: a röntgenkép keletkezése, képminőséget befolyásoló tényezők, kontraszt-anyagok, DSA
- 21 Röntgendiagnosztika-2: szummációs kép, a CT elve, CT-készülék generációk, Hounsfield-egység, röntgen-képerősítő
- 22 Magsugárzások: atommag összetétele és stabilitása, magerő, tömegdefektus, radioaktív bomlás jellemzői, aktivitás
- 23  $\alpha$ -,  $\beta$ -, és  $\gamma$ -sugárzások: bomlási mechanizmusok, energia-spektrumok, áthatoló-képesség
- 24 Izotópdiagnosztika-1: izotóp-kiválasztás szempontjai, radiofarmakon, izotóp-tárolási görbe, effektív életidő, statikus és dinamikus vizsgálatok
- 25 Izotópdiagnosztika-2: gamma-kamera, SPECT, PET
- 26 Modern fénymikroszkópos eljárások: fluoreszcencia mikroszkópia, konfokális lézer-mikroszkóp, kétfotonos gerjesztés
- 27 Elektron-mikroszkópia: elve, felbontóképessége, TEM, SEM
- 28 Biostatistika-1: véletlen változó, valószínűség-eloszlás, normális eloszlás és paraméterei
- 29 Biostatistika-2: minta és tulajdonságai, a várható érték és a szórás becslése mintából
- 30 Biostatistika-3: lineáris regresszió, korreláció
- 31 Hipotézisvizsgálatok-1: t-eloszlás, konfidencia intervallum, null-hipotézis, elsőfajú és másodfajú hiba
- 32 Hipotézisvizsgálatok-2: egymintás és kétmintás t-próba, korrelációs t-próba

## MÁSODIK FÉLÉV

- 1 Jelek fajtái, példák orvosi jelekre. Analóg és digitális jel. Fourier transzformáció periodikus és nem-periodikus jelek esetén.
- 2 Elektromos erősítők jellemzése, átviteli sáv. Negatív visszacsatolás. A/D átalakítás: mintavételezés. Shannon-Nyquist tétel.
- 3 Ingerküszöb-görbe, rheobázis, kronaxia. Nagyfrekvenciás hőterápia, galvánáram-kezelés, iontoforézis.
- 4 Impulzusgenerátorok az orvosi gyakorlatban: defibrillátor, pacemaker. Időálló, kitöltési tényező, impulzus-energia.
- 5 A hang, mint mechanikai hullám jellemzése, frekvencia-tartományok, hangsebesség, akusztikus impedancia. Ultrahang keltése és detektálása.
- 6 Ultrahang elnyelődése és reflexiója, fajlagos csillapítás, reflexiós tényező. Impulzus-echo elv. Távolságmérés, szonográfia.
- 7 Képpalkotás ultrahanggal: A-, B-, 2D-B és (T)M képek, 3D-rekonstrukció. Axiális és laterális felbontóképesség.
- 8 Doppler-effektus és alkalmazása. Véráramlás sebességének mérése. Pulzus-Doppler, színkódolás. Ultrahang-terápia.
- 9 Ionizáló sugárzások dozimetriája: az ionizáló sugárzások fajtái, hatásai. Dózisfogalmak. Dózisteljesítmény.

- 10 Ionizáló sugárzások a sugárterápiában. Lineáris energia-transzfer, behatolási mélység, Bragg-csúcs. Sugárterápiás eszközök.
- 11 Sugárvédelem célja. Sugárterhelés természetes háttérsugárzás és orvosi tevékenység következtében. ALARA-elv, lakossági és foglalkozási dóziskorlátok.
- 12 Dózis- és dózisteljesítmény-mérők fajtái. Ionizációs kamra működési tartományai. Szilárdtest-doziméterek. Egyéni dózismérő eszközök.
- 13 Az érzékelési folyamat. Receptorsejtek fajtái. Receptorpotenciál jellemzői, adaptáció. Jeltovábbítás: akciós potenciál, frekvencia-kódolás. Folytonos-működésű receptorok.
- 14 Pszichofizika alapjai: érzeterősség függése az ingererősségtől. Legkisebb érzékelhető különbség. Weber-Fechner és Stevens összefüggések. Expanzív és kompresszív érzékelés.
- 15 Térfogati áramerősség, áramlás szemléltetése, stacionárius áramlás, kontinuitási egyenlet. Newton surlódási törvénye, folyadékok osztályozása viszkozitás alapján. Stokes törvény.
- 16 Térfogati áramlás csövekben: lamináris és turbulens áramlás, Reynolds szám. Bernoulli törvénye és a véráramlás.
- 17 Térfogati áramlás csövekben: Hagen-Poiseuille törvény, áramlási ellenállás, összehasonlítás Ohm törvényével.
- 18 Véráramlási viszonyok az érrendszerben, a vér viszkozitását befolyásoló tényezők.
- 19 Anyagáramlás diffúzióval: Fick I és II törvénye. Einstein-Stokes egyenlet. Diffúzió és Brown-mozgás modellezése véletlen bolyongással.
- 20 Ozmózis: Van't Hoff törvény. Az ozmózisnyomás orvosi jelentősége. Termodiffúzió, hővezetés, a transzportfolyamatok egységes leírása (Onsager-féle lineáris összefüggések).
- 21 Anyagtranszport sejtmembránon keresztül: permeabilitási együttható és függése a molekulák tulajdonságaitól. Passzív és aktív transzport, facilitált diffúzió.
- 22 Nyugalmi membránpotenciál kialakulása. Ionok diffúziója a membránon keresztül, elektrokémiai potenciál. Donnan-egyensúly, transzportmodell, Goldman-Hodgkin-Katz egyenlet. Na/K-pumpa szerepe.
- 23 A sejtmembrán passzív elektromos tulajdonságai: helyi potenciál, időálló, térkonstans. Térbeli és időbeli szummáció.
- 24 Akciós potenciál kialakulása. Ionáramok az akciós potenciál alatt. Refrakter periódus és az akciós potenciál terjedése. Vezetési sebesség axonokban. Szaltatórikus ingerületvezetés.
- 25 A látás biofizikája: a retina felépítése, sejtípusok és jellemzőik. A fényérzékelés molekuláris folyamata. Színérzékelés.
- 26 A hallás biofizikája: a hallószerv szerkezete, szerepe az ingertovábbításban. Az alaphártya deformációja a hangfrekvencia függvényében. Az ingerület keletkezése a szőrsejtekben.
- 27 Elsődleges és másodlagos kölcsönhatások szerepe a fehérjék térszerkezetének kialakulásában. A kooperativitás következményei a fehérjék dinamikájára.
- 28 Az MRI alapjai: spinek külső mágneses térben, Zeeman-felhasadás, Larmor frekvencia. Spinek rendeződése  $90^\circ$ -fokos impulzus hatására, spin-spin (T2) és spin-rács (T1) relaxáció.
- 29 Pixel, voxel: a képelemek fizikai tartalma az orvosi képalkotó eljárásokban. Számítógépes tomográfia.