

(I. (őszi) félév)

1. Sugárzások.

Alapfogalmak: Sugárforrás, sugárzás, besugárzott test.

Jelenségek: A sugárzás „erősségének” csökkenése különböző okokból.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Kisugárzott teljesítmény (P), ki- és besugárzott felületi teljesítmény (M , E_{be}), energiaáram-erősség (I_E), energiaáram-sűrűség vagy intenzitás (J_E), térszög (Ω).

Törvények, összefüggések: A besugárzott felületi teljesítmény függése a sugárforrás szimmetriájától, a tőle mért távolságtól és a szögektől. Az intenzitás gyengülése közegen való áthaladáskor.

Alkalmazások: Röntgenkép. Terápiás sugárforrások besugárzásának tervezése.

2. A geometriai optika alapjai.

Alapfogalmak: A geometriai optika mint modell. Fénysugár, beesési merőleges. Fermat-elv.

Jelenségek: Egyenesvonalú fénytérjedés, fényvisszaverődés, fénytörés. Teljes visszaverődés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Szögek (α , β), abszolút és relatív törésmutató (n), közegbeli fénysebesség (c).

Törvények, összefüggések: Terjedési, visszaverődési és törési törvény.

Alkalmazások: Refraktometria. Endoszkópia.

3. Képképzés egyszerűbb optikai rendszerekben a geometriai optikai alapján.

Alapfogalmak: Fénysugár, beesési merőleges, optikai lencse, kép, Fermat-elv, optikai úthossz.

Jelenségek: Képképzés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Szögek (α , β), abszolút és relatív törésmutató (n), közegbeli fénysebesség (c), tárgy-távolság (t), képtávolság (k), fókusz-távolság (f), nagyítás (N).

Törvények, összefüggések: Snellius–Descartes-törvény. Egyetlen görbült felület leképezési törvénye. Több görbült felület leképezési törvénye, lencsetörvény.

Alkalmazások: Az emberi szem optikája. Látásélesség, felbontás (geometriai értelemben), korrekciós lehetőségek, akkomodáció. Lencsék leképezése, egyszerű nagyító, mélységélesség. A fénymikroszkóp képképzése.

4. A hullámoptika alapjai.

Alapfogalmak: Huygens–Fresnel-elv.

Jelenségek: Fényinterferencia, fényelhajlás, fénydiffrakció, fénypolarizáció, kettőtörés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Amplitúdó (A), frekvencia (f), periódusidő (T), hullámhossz (λ), fénysebesség (c), fázis (φ), fáziskülönbség ($\Delta\varphi$).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Út- és időkülönbségek fáziskülönbséggé alakítása. A szín jelentése (f , $\lambda_{\text{vákuum}}$).

Alkalmazások: A fénymikroszkóp diffrakciós határ miatti felbontóképessége, Abbe-elv.

5. A hullámoptika alapján megérthető egyszerűbb jelenségek.

Alapfogalmak: A hullámoptika mint modell. Rezgések, koherens és inkoherens hullámok. Huygens–Fresnel-elv. A megfigyelhető mintázat.

Jelenségek: Young-féle kísérlet kettős réssel. Fényelhajlás optikai rácson.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Amplitúdó (A), frekvencia (f), periódusidő (T), hullámhossz (λ), fénysebesség (c), fázis (φ), fáziskülönbség ($\Delta\varphi$).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Út- és időkülönbségek fáziskülönbséggé alakítása. Az ernyőn megfigyelhető mintázat létrejöttének leírása a rezgéseket szemléltető forgó vektorokkal.

Alkalmazások: A diffrakciós szerkezet-meghatározás alapelve. Abbe-elv. Fáziskontraszt-mikroszkóp.

6. A hullám–részecske-kettősség gondolata a fénysugárzás esetében.

Alapfogalmak: Az elektromágneses hullámok. Fotonok.

Jelenségek: Fényinterferencia, fénypolarizáció, kettőtörés, fotoelektromos hatás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Elektromos térerősség (E), mágneses térerősség (B), frekvencia (f), periódusidő (T), hullámhossz (λ), fénysebesség (c), fázis (φ), fáziskülönbség ($\Delta\varphi$), fotonenergia (ε).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Einstein-képlet.

Alkalmazások: Polarizációs mikroszkóp, optikai anizotropia. Fotocella.

7. A részecske-hullám kettősség bizonyítása az elektron esetében.

Alapfogalmak: Részecske, anyaghullám.

Jelenségek: Katódsugárzás, Thomson-kísérlet, Davisson–Germer-kísérlet.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Impulzus (p), hullámhossz (λ), hely (x), energia (E), állapotfüggvény ($\psi(x, t)$)

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. De Broglie-képlet. Heisenberg-féle határozatlansági reláció. A szabad elektron terjedési törvénye és összevetés a klasszikus esettel.

Alkalmazások: Elektronmikroszkópia.

8. Elektron kötött állapotban. Atommodellek.

Alapfogalmak: Szabad és a kötött elektron. Anyaghullám. Energiakvantum. További kvantált mennyiségek. Spin

Jelenségek: Rutherford-kísérlet, Franck–Hertz-kísérlet, Stern–Gerlach-kísérlet, Einstein–de Haas-kísérlet.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Impulzus (p), hullámhossz (λ), hely (x), energia (E), impulzusmomentum (L), kvantumszámok (n, l, m_l, m_s).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Bohr-képlet, de Broglie-képlet. Pauli-elv.

Alkalmazások: Kovalens kémiai kötés értelmezése. A periódusos rendszer felépítése. szingulett és triplett állapot, Lumineszcencia, MRI.

9. Az atomi és molekuláris kölcsönhatások általános leírása.

Alapfogalmak: Vonzó és taszító kölcsönhatások. Kovalens sugár, van der Waals-sugár.

Jelenségek: Kémiai reakciók, a különböző kötések létrejötte.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Potenciális energia (E_{pot}), kötéstávolság (r_0), kötési energia (E_k), elektromos dipólusmomentum (p).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések.

Alkalmazások: Atomerő-mikroszkópia.

10. Sokrészecskés rendszerek, ideális és reális gázok.

Alapfogalmak: Mikroállapot, kölcsönhatás, haladó- és forgómozgás, rezgés, makroállapot.

Jelenségek: Ütközések, a gázok nyomásának eredete. A gázok hőmérsékletének érzékelése.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Hely (x), sebesség (v), nyomás (p), térfogat (V), hőmérséklet (T), anyagmennyiség (ν).

Törvények, összefüggések: Gáztörvények és korrekciók.

Alkalmazások: Légzés.

11. A Boltzmann-eloszlás.

Alapfogalmak: Termikus egyensúly. Mikroállapot, makroállapot. Legvalószínűbb makroállapot.

Jelenségek: Az oxigén mennyiségének csökkenése a magas hegyekben. Koncentrációs elemek működése.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Energia (E), betöltési szám (n). Termikus energia (kT).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések, Boltzmann formula.

Alkalmazások: Barometrikus magasságformula, fémek termikus emissziója, Nernst-egyenlet, kémiai reakciók egyensúlya, sebessége.

12. Szilárdtestek.

Alapfogalmak: Kristályos állapot, térrács, elemi cella, energiasávok, kristályhibák, szennyezés, n- és p-típusú félvezetők.

Jelenségek: Elektromos vezetés, szigetelés, fényáteresztés, az anizotrópia megnyilvánulása.

Változók, paraméterek, mennyiségek: A tiltott sáv szélessége (ΔE), fajlagos vezetőképesség (σ).

Törvények, összefüggések: A tulajdonságok értelmezése a Boltzmann-képlet felhasználásával.

Alkalmazások: Szcintillációs és félvezető detektorok, mikroelektronika.

13. Folyadékkristályok.

Alapfogalmak: Anizotrop folyadékok, translációs és orientációs rend, termo- és liotrop rendszerek.

Jelenségek: Termo- és elektrooptikai jelenségek. Fázisátalakulások.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Hőmérséklet (T), koncentráció (c).

Törvények, összefüggések: A fázisátalakulások leírása makroszkopikusan és mikroszkopikusan.

Alkalmazások: Kontakt termográfia, LCD, liposzómák. Biológiai membránok.

14. A fény kölcsönhatása részecskékkel, atomokkal, molekulákkal.

Alapfogalmak: Fényszóródás, Rayleigh-szórás, Mie-szórás, fényelnyelődés.

Jelenségek: Kék ég, naplemente, fehér és szürke felhők, átlátszóság.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Fényintenzitás (J), elektromos dipólusmomentum (p), abszorbancia (A).

Törvények, összefüggések: A fényintenzitás gyengülése közegen való áthaladáskor. A szórt fény intenzitásának a hullámhossztól való függése. Lambert–Beer-törvény.

Alkalmazások: Statikusfényszórás és abszorpciómérés, abszorpciós spektrometria, koncentrációmeghatározás. Sötétlátóteres mikroszkóp.

15. Hőmérsékleti sugárzás.

Alapfogalmak: Abszolút fekete test, elektromágneses sugárzás.

Jelenségek: A gyertya árnyéka, az izzólámpa színe és fényessége.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Kisugárzott felületi teljesítmény (M), abszorpciós tényező (α), hőmérséklet (T), a maximális kisugárzott felületi teljesítményhez tartozó hullámhossz (λ_{\max}).

Törvények, összefüggések: Prévost-törvény, Kirchhoff sugárzási törvénye, Stefan–Boltzmann-törvény, Wien-féle eltolódási törvény.

Alkalmazások: Fényforrások, teletermográfia, az emberi szervezet hőleadása.

16. A lumineszcencia alapjai.

Alapfogalmak: Alap és gerjesztett állapot, szingulett és tripllett állapot, vibrációs szintek, fényemisszió, fluoreszcencia, foszforeszcencia, Jablonski-diagram.

Jelenségek: Szentjánosbogarak, láthatósági mellények, világító óralap. Fogzománc, fehér póló fénye diszkóban.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Fényintenzitás (J), a gerjesztett állapot élettartama (τ), fluoreszcencia kvantumhatásfok (Q_F).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések, Kasha-szabály, Stokes-féle eltolódás.

Alkalmazások: Fluoreszcens jelzés, diagnosztika, emissziós spektrometria, fluoreszcenciamikroszkóp.

17. Fényerősítés, lézerműködés.

Alapfogalmak: Spontán és indukált emisszió, az állapot telítődése, populációinverzió, optikai pumpálás, optikai rezonátor.

Jelenségek: Nagy teljesítményű lézermutatató fénycsővéja és az ezzel való „írás-rajzolás”.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Einstein-együtthatók (A , B), az átmenetek száma (ΔN), fényintenzitás (J).

Törvények, összefüggések: A relatív betöltöttség a Boltzmann-eloszlás szerint. A fényintenzitás változása a fordított betöltöttségű közegen való áthaladáskor. Rezonanciafeltétel.

Alkalmazások: Lézersebészet, bőrgyógyászat, szemészet, CD-lejátszó.

18. Atommag, magsugárzások.

Alapfogalmak: Proton, neutron, magerők, instabil atommagok, α -, β^- , β^+ - és γ -részecske, neutrínó, antineutrínó.

Jelenségek: Tömegdefektus, α -, és β -bomlás, γ -sugárzás keletkezése, magizoméria, szétsugárzás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Kötési energia (E_k), részecskeenergia (ε).

Törvények, összefüggések: Megmaradási törvények. A részecskespektrumok törvényszerűségei és magyarázatuk.

Alkalmazások: Nyomjelzés.

19. Radioaktív izotópok, bomlástörvény.

Alapfogalmak: Proton, neutron, instabil atommagok, izotóp, α -, β -, és γ -részecske.

Jelenségek: radioaktív bomlás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: A még el nem bomlott atomok száma (N), aktivitás (A), bomlási állandó (λ), átlagos élettartam (τ), felezési idő (T).

Törvények, összefüggések: Bomlástörvény: differenciális alak, integrális alak.

Alkalmazások: Nyomjelzés, diagnosztika.

20. A magsugárzások kölcsönhatásai és hatásuk az élő szervezetre.

Alapfogalmak: α -, β -, és γ -részecske, proton, neutron, Bragg-csúcs.

Jelenségek: Direkt ionizáció, indirekt ionizáció, fotoeffektus, Compton-effektus, párképződés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Lineáris ionsűrűség (n/l), fékezőképesség (s), részecskeenergia (ε), hatótávolság (x).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Energiamegmaradás.

Alkalmazások: Sugárvédelem, sugárterápia.

21. Dozimetria, dózisfogalmak.

Alapfogalmak: Ionizáló sugárzások, veszélyek, kockázat.

Jelenségek: Direkt és indirekt sugárhatás, sztochasztikus és determinisztikus, akut és krónikus sugárkárosodás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Elnyelt dózis (D), besugárzási dózis (X), sugárzási súlytényező (w_R), egyenértékű dózis (H), testszöveti súlytényező (w_T), effektív dózis (E).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. dóziskorlátok, ALARA-elv, cost-benefit-elv.

Alkalmazások: Sugárvédelem.

22. Nukleáris méréstechnika. Dózismérő eszközök.

Alapfogalmak: Szcintillációs számláló, gázionizációs kamra, Geiger–Müller-cső, termolumineszcens dózismérő.

Jelenségek: Szcintilláció, ionizáció, termolumineszcencia.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Ionizációs feszültség (U), ionizációs áram (I), részecske energia (ε).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések.

Alkalmazások: Diagnosztikai berendezések detektorai, gammakamera, sugárvédelem.

23. Izotópdiagnosztika. A megfelelő izotóp kiválasztásának elvei.

Alapfogalmak: Nyomjelzés, *in vitro* és *in vivo* vizsgálatok, radiofarmakonok.

Jelenségek: α -, β -, és γ -sugárzás, β^+ -bomlás, szétsugárzás, szcintilláció.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Aktivitás (A), felezési idő (T), részecskeenergia (ε).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések, a bomlástörvény kiterjesztése.

Alkalmazások: Gammakamera, statikus és dinamikus vizsgálatok, planáris szcintigráfia, SPECT, PET.

24. A biológiai jelek fajtái, jelfeldolgozás.

Alapfogalmak: Analóg és digitális jel, periodikus jel, impulzusjel, detektorok, jelátalakítók, zaj, visszacsatolás, frekvenciaátviteli karakterisztika. Mintavételezés.

Jelenségek: Feszültségosztás, egyenirányítás, erősítés, zajsűrés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Feszültség (U), áramerősség (I), kapacitás (C), feszültségerősítés (A_U), teljesítményerősítés (A_P), teljesítményerősítés-szint (n), visszacsatolási tényező (β).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések, Ohm-törvény. Fourier-tétel. Shannon–Nyquist-tétel.

Alkalmazások: Feszültségosztó, RC-kör, egyenirányító, erősítő, LCD.

(II. (tavaszi) félév)

25. A röntgensugárzás előállítása, jellemzése, röntgendiagnosztikai alapok.

Alapfogalmak: Röntgenső, röntgenspektrum, részecskegyorsítók, kemény és lágy röntgensugárzás, szűrők, kontrasztanyagok, elektronikus röntgenkép-erősítő, szummációs kép.

Jelenségek: Katódsugárzás, fékezési és karakterisztikus röntgensugárzás, röntgenabszorpció, mikroszkopikus kölcsönhatások, fotoeffektus, Compton-effektus.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Anódáram ($I_{\text{anód}}$), anódfeszültség ($U_{\text{anód}}$), határhullámhossz (λ_{min}), röntgenteljesítmény (P_{Rtg}), rendszám (Z), hatásfok (η), gyengítési együtthatók (μ , τ , σ), Hounsfield-egység (HU).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések az emisszióra és az abszorpcióra vonatkozóan. Duane–Hunt-törvény.

Alkalmazások: Röntgendiffrakció, röntgenképalkotás, DSA, hagyományos rétegfelvétel, CT.

26. A folyadékok és gázok áramlása.

Alapfogalmak: Áramvonalak, lamináris és turbulens áramlás, stacionárius áramlás, ideális és reális folyadékok, newtoni folyadékok.

Jelenségek: Turbulencia, ideális folyadékban is bekövetkező áramlás miatti nyomáscsökkenés, belső súrlódás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Térfogati áramerősség (I_V), súrlódási erő (F), viszkozitás (η), sebességcsés ($\Delta v / \Delta h$).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Kontinuitási egyenlet. Bernoulli-törvény. Newton-féle súrlódási törvény.

Alkalmazások: Nagyvérkör, plazmalefölvész.

27. Áramlás csövekben.

Alapfogalmak: Sebességprofil, nyomáscsökkenés, pulzáló áramlás, kritikus Reynolds-szám, nem newtoni folyadékok.

Jelenségek: Nyomáscsökkenés reális áramló folyadékban, turbulencia.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Térfogati áramerősség (I_V), nyomáscsökkenés ($\Delta p / \Delta l$), viszkozitás (η), a cső áramlási ellenállása ($R_{\text{cső}}$), kritikus sebesség (v_{krit}).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Hagen–Poiseuille-törvény.

Alkalmazások: Vérkeringés, légzés.

28. A diffúzió és törvényei. Ozmózis.

Alapfogalmak: Hőmozgás, diffúzió, ozmotikus egyensúly.

Jelenségek: Brown-mozgás. Fick-kísérlet.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Részecskeáram erőssége (I_N), anyagáram-sűrűség (J_V), koncentrációcsökkenés ($\Delta c / \Delta x$), diffúziós együttható (D), ozmózis nyomás (p_{ozm}).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Fick-törvények, általánosított kontinuitási egyenlet, van't Hoff-törvény.

Alkalmazások: Oldódás, hashajtó sók, izotóniás oldat.

29. A diffúzió mikroszkopikus leírása.

Alapfogalmak: Hőmozgás, bolyongás.

Jelenségek: Brown-mozgás. KMnO₄-kísérlet.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Átlagos szabad úthossz (l), driftsebesség (v_{drift}), mozgékonyosság (u), viszkozitás (η), átlagos eltávolodás ($R_{\text{atl}}(t)$), koncentráció eloszlása ($c(x, t)$), diffúziós együttható (D).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Stokes-törvény, Einstein–Stokes-féle összefüggés.

Alkalmazások: Gázcsere a vér és a tüdőhólyagocskák között.

30. Termodiffúzió és hővezetés.

Alapfogalmak: Diffúzió termikus egyensúly hiányában.

Jelenségek: Ludwig–Soret-effektus.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Hőmérséklet csökkenés ($\Delta T / \Delta x$), anyagáram-sűrűség (J_V), energiaáram-sűrűség (J_E).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Fourier-törvény.

Alkalmazások: Az emberi test kihűlése.

31. A transzportfolyamatok egységes leírása.

Alapfogalmak: Termodinamikai rendszer. Extenzív és intenzív mennyiségek. Kereszteffektus.

Jelenségek: Részecsketranszport, töltéstranszport, energiatranszport.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Általánosított áramsűrűség (J), termodinamikai erő (X), vezetési együttható (L).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Onsager-féle lineáris összefüggés.

Alkalmazások: Diffúzió, termodiffúzió, hővezetés, elektromos vezetés.

32. A termodinamika főtételei.

Alapfogalmak: Termodinamikai rendszer. Egyensúly. Energiamegmaradás, a termodinamikai folyamatok iránya.

Jelenségek: Spontán kiegyenlítődési folyamatok. Nem megfordítható folyamatok.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Belső energia (E), nyomás (p), térfogat (V), hőmérséklet (T), hő (Q_E), kémiai potenciál (μ), elektrokémiai potenciál (μ_e), anyagmennyiség (ν), elektromos potenciál (ϕ), töltés (Q), ionérték (z), Faraday-állandó (F), entrópia (S).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. 0. 1. 2. 3. főtétele.

Alkalmazások: Hatásfok, kémiai reakciók.

33. Az entrópia statisztikus bevezetése. Termodinamikai potenciálfüggvények.

Alapfogalmak: Makroállapot, mikroállapot. Potenciális energia.

Jelenségek: Az entrópia tulajdonságai. A termodinamikai folyamatok iránya.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Termodinamikai valószínűség (Ω). Entrópia (S), entalpia (H), szabadenergia (F), szabadentalpia (G), nyomás (p), térfogat (V), hőmérséklet (T), kémiai potenciál (μ), anyagmennyiség (ν).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Gibbs–Duhem-reláció.

Alkalmazások: Boltzmann-eloszlás. Hess-tétel.

34. Bioelektromos jelenségek.

Alapfogalmak: Inger, ingerület, akcióspotenciál, elektromos membránmodell.

Jelenségek: Transzportfolyamatok biológiai membránon keresztül. Passzív és aktív transzport. Membránpotenciál-változások. Hiperpolarizáció, hipopolarizáció, depolarizáció, akcióspotenciál terjedés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Anyagáram-sűrűség (J_v), koncentrációsérés ($\Delta c/\Delta x$), permeabilitási együttható (p_m), membránpotenciál ($\phi^{\text{II}} - \phi^{\text{I}} = U$), időállandó (τ), térkonstans (λ).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Donnan-egyensúly, Nernst-egyenlet, Goldman–Hodgkin–Katz-egyenlet.

Alkalmazások: Testfelszíni elektromos jelek, EKG, EEG, EMG, *patch clamp*, *voltage clamp*.

35. Terápiás célú elektromos jelek, orvosbiológiai elektromos módszerek.

Alapfogalmak: Elektromos négyszögimpulzusok, multivibrátorok, ingeráram-karakterisztika, reobázis, kronaxia, szinuszoszcillátor.

Jelenségek: Időztetés RC-körrel. Galvani kísérlete. Izom-összehúzódás, hőhatás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Elektromos töltés (Q), elektromos térerősség (E), feszültség (U), áramerősség (I), ellenállás (R), fajlagos ellenállás (ρ), fajlagos vezetőképesség (σ), impulzus idő (τ), kapacitás (C), önindukciós együttható (L).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Az ingeráram-karakterisztika matematikai közelítése. Az impulzusenergia, valamint a hő kiszámítása.

Alkalmazások: Szívritmus-szabályozó, defibrillátor, hőterápiás eszközök, elektromos sebészet.

36. Ultrahang előállítása és jellemzése. Ultrahang-diagnosztika és -terápia.

Alapfogalmak: Szinuszoszcillátor, mechanikai hullám, hang és ultrahang, csatoló közeg.

Jelenségek: Piezoelektromos jelenség, elnyelődés, visszaverődés, Doppler-effektus.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Terjedési sebesség (c), frekvencia (f), hullámhossz (λ), intenzitás (J), akusztikus impedancia (Z), csillapítás (α), reflexióképesség (R).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. A Doppler-eltolódás kiszámítása.

Alkalmazások: Ultrahangos képalkotás, impulzusecho-módszer, UH-képek, Doppler-módszer. Terápiás alkalmazások.

37. Az érzékelés általános törvényszerűségei.

Alapfogalmak: Receptorok, inger, adekvát inger, érzet, érzékszervek.

Jelenségek: Adaptáció, lokalizáció.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Receptorpotenciál (U), akcióspotenciál-frekvencia (f), az inger és az érzet paraméterei (Φ, Ψ).

Törvények, összefüggések: Pszichofizikai törvények, Weber–Fechner-törvény, Stevens-törvény.

Alkalmazások: Látás, hallás, fájdalom érzékelése, szagérzékelés.

38. Az emberi szem mint érzékszerv.

Alapfogalmak: Retina, csapok, pálcikák, fovea, elektromágneses spektrum, látható fény, színek.

Jelenségek: Az emberi szem érzékenysége, színlátás, optikai csalódások.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Fényhullámhossz (λ), fényintenzitás (J), fázis (φ), az Airy-korong átmérője (d).

Törvények, összefüggések: A szem optikai és biológiai feloldóképessége, a fényérzékelés molekuláris folyamata.

Alkalmazások: Színkeverés, színkódolás, szürkületi vakság.

39. Az emberi fül mint érzékszerv.

Alapfogalmak: Külső-, közép- és belsőfül, hangmagasság, oktáv, szinuszos hang, hangszín, felharmonikusok, hangosság.

Jelenségek: Az emberi fül érzékenysége. Hangszínezet. Lebegés.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Frekvencia (f), intenzitás (J), intenzitásszint (n), hangosságsszint ($H_{\text{phon}}, H_{\text{son}}$).

Törvények, összefüggések: Nyomáserősítés a középfülben, frekvenciadiszkrimináció és jelerősítés a belsőfülben.

Hallásméleletek.

Alkalmazások: Audiometria, halláskárosodás.

40. A víz biofizikája.

Alapfogalmak: Molekulaszerkezet, halmazállapot, fázisdiagram, hálós szerkezetű H-kötések.

Jelenségek: A tenger kék színe, hópolyhek szimmetriája, élet a befagyott tó alatt, a molnárka futása a víz felületén.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Felületi feszültség (α), sűrűség (ρ), dielektromos állandó (ε), olvadáshő (L_o), forráshő (L_f).

Törvények, összefüggések: A víz anomális tulajdonságainak magyarázata.

Alkalmazások: Hidratáció, hidrofób kölcsönhatás, mikrohullámú sütő.

41. A biológiai makromolekulák biofizikai megközelítése.

Alapfogalmak: Monomer, polimer, elsődleges és másodlagos kötés, szerkezeti hierarchia, rugalmasság, stabilitás.

Jelenségek: A polimerláncok alakú fluktuációja, fehérjedenaturáció, fehérjégombolyodás

Változók, paraméterek, mennyiségek: Kontúrhossz (L), perzisztenciahossz (L_p), vég–vég-távolság (R), hélix menetmagassága (h), szabadentalpia (G).

Törvények, összefüggések: Boltzmann-eloszlás, négyzetgyöktörvény és a bolyongás analógiája, Levinthal-féle paradoxon.

Alkalmazások: Egyedi makromolekulák manipulációs lehetőségei.

42. Motorfehérjék.

Alapfogalmak: Motorfehérjék szerkezete és típusai, az erő kifejtés módjai: lineáris és rotációs mozgás.

Jelenségek: Munkaciklus, munkacsapás, ATP-hidrolízis-ciklus

Változók, paraméterek, mennyiségek: Erő (F), munkatávolság (δ), csapássebesség.

Törvények, összefüggések: Munkaciklusarány (r), processzivitás.

Alkalmazások: Intracelluláris mozgás, vezikuláris transzport, transzkripció

43. A harántcsíkolt izom működése.

Alapfogalmak: Szarkomer szerkezete, miofilamentumok

Jelenségek: Rángás, tetanusz, kontrakció típusai, excentrikus és koncentrikus izomműködés

Változók, paraméterek, mennyiségek: Rövidülési sebesség (v), izommunka (W), teljesítmény (P).

Törvények, összefüggések: Erő-sebesség összefüggés, Fenn-effektus, csúszófilamentum-modell, keresztkötésmodell.

Alkalmazások: Gyors és lassú izomrostok erő kifejtése és rövidülési sebessége

44. Biomechanika. Citoszkeletális rendszer.

Alapfogalmak: Monomer, polimer, vékony és intermediér filamentumok, mikrotubulusok.

Jelenségek: Rugalmas és képlékeny alakváltozás, viszkoelaszticitás, feszültség-relaxáció, hiszterézis.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Mechanikai feszültség (σ), deformáció (ε), Young-modulus (E), viszkozitás (η), kontúrhossz (L), perzisztenciahossz (L_p), vég-vég távolság (R).

Törvények, összefüggések: Hooke-törvény, feszültség-deformáció görbe, citoszkeletális filamentumok polimerizációja.

Alkalmazások: Porckorongok biomechanikai szerepe, artériák rugalmassága, citoszkeletális filamentumok intracelluláris funkciói.

45. A biomolekuláris szerkezet vizsgálata: a lumineszcencia alkalmazásai.

Alapfogalmak: Lumineszcencia spektroszkópia, fluorofór, donor, akceptor. Konfokális és kétfoton mikroszkópia.

Jelenségek: Energia transzfer, lumineszcencia kioltás, multifoton jelenség.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Fluoreszcencia-élettartam (τ), kvantumhatásfok (Q), transzferhatásfok (E), donor-akceptor-távolság (R).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések.

Alkalmazások: FRET mint molekuláris mérőszalag, *in vivo* mikroszkópia.

46. A biomolekuláris szerkezet vizsgálata: tömegspektrometria.

Alapfogalmak: Atomtömeg, molekulatömeg, mágneses kvadrupólus.

Jelenségek: Gázállapotba hozás, ionizáció, elektronionizáció, lézerdeszorpció.

Változók, paraméterek, mennyiségek: tömeg (m), elektromos tér (E), repülési idő (t).

Törvények, összefüggések: Töltött részecske mozgása elektromos és mágneses térben.

Alkalmazások: Gyorsdiagnosztika tömegspektrometriával.

47. Fényszórásmérés. Abszorpciós spektrometria. Infravörös-spektroszkópia.

Alapfogalmak: Statikus és dinamikus fényszórás, fluktuáció, autokorrelációs függvény, monokromátor, Fourier-transzformáció.

Jelenségek: Rayleigh-szórás, fényabszorpció, molekularezgések, interferencia.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Intenzitás (J), abszorbancia (A), frekvencia (f), hullámszám ($1/\lambda$).

Törvények, összefüggések: A jellemző fizikai mennyiségek közötti összefüggések. Lambert–Beer-törvény

Alkalmazások: Labordiagnosztika. Fehérjeaggregáció követése FTIR-spektroszkópiával.

48. A biomolekuláris szerkezet vizsgálata: rádióspektroszkópiák.

Alapfogalmak: gerjesztés, spektrum, relaxáció.

Jelenségek: Stern–Gerlach-kísérlet, energiaszintek felhasadása mágneses térben, rezonancia.

Változók, paraméterek, mennyiségek: a mágneses tér jellemzői (H , B), mágnesezettség (M), fotonenergia (ε), T1 és T2 relaxációs idők.

Törvények, összefüggések: az energia mágneses térerősségtől való függése, rezonanciafeltétel (elnyelődés), relaxációs folyamatok.

Alkalmazások: ESR-spektroszkópia és spinjelölés. NMR-spektroszkópia, az MRI alapjai.

49. A szív működés biofizikája, az EKG fizikai alapjai.

Alapfogalmak: A szív üregei, billentyűk, nagyerek, a szív elektromos vezetési rendszere.

Jelenségek: Izomösszehúzódás, a szív ciklusos működése, depolarizáció, repolarizáció.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Nyomás (p), térfogat (V), sztatikus és dinamikus munka (W), elektromos dipólusmomentum (p), elektromos térerősség (E), elektromos potenciál (φ), feszültség (U), integrálvektor.

Törvények, összefüggések: A szív munkája, az EKG-görbe jellemzői.

Alkalmazások: Fizikai paraméterek változása patológias állapotokban.

50. A vérkeringés biofizikája.

Alapfogalmak: Keringési rendszer, anomális folyadék, nemnewtoni folyadék.

Jelenségek: Lamináris és turbulens áramlás, nem stacionárius áramlás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Perctérfogat (V), parciális nyomás (p_{O_2}), vérnyomás (p_{szisz} , p_{diasz}), áramlási sebesség (v).

Törvények, összefüggések: Az összkeresztmetszet, nyomás és áramlási sebesség viszonyai az érrendszer mentén; a kontinuitási egyenlet, Hagen-Poiseuille-törvény alkalmazása az emberi érrendszerre, Laplace-törvény.

Alkalmazások: A vérkeringés segéderői.

51. A légzés biofizikája.

Alapfogalmak: Az emberi légzőrendszer, doboz, csőrendszer, gázcserefelület, vezetési zóna, gázcserezóna.

Jelenségek: Lamináris és turbulens áramlás, nem stacionárius áramlás, a légzés ciklusos működése.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Intrapulmonáris, pleurális és transzpulmonáris nyomás (p), légzési térfogatok (V), parciális nyomás (p_{O_2}), nyúlékonyság (disztenzibilitás) ($C = \Delta V / \Delta p$), felületi feszültség (α).

Törvények, összefüggések: Gáztörvények, Dalton-törvény, Henry-törvény, Laplace-egyenlet, nyomás- és áramlási viszonyok a légzési ciklus során.

Alkalmazások: A légzési ciklus dinamikus vizsgálata, a légzési munka, fizikai paraméterek változása patológiás állapotokban.

52. A fizikális vizsgálat biofizikai alapjai.

Alapfogalmak: Megtekintés (inspekció), tapintás (palpáció), kopogtatás (perkusszió), hallgatózás (auszkultáció), hang, zaj, zörej, dőrej.

Jelenségek: Bőrszín elváltozás, térsztatapintás, dobos hang, fényabszorpció, hangterjedés, rugalmas alakváltozás.

Változók, paraméterek, mennyiségek: Szín (f), kompresszibilitás (κ), viszkozitás (η), Reynolds-szám (Re).

Törvények, összefüggések: Lambert–Beer-törvény, rugó-dugattyú modell, Bernoulli-törvény, szív- és légzési hangok és zörejek kialakulása.

Alkalmazások: Néhány fizikális vizsgálati tünet, jelenség bemutatása: szederjesség (cyanosis), sárgaság (icterus), bőrpír (erythema), vizenyő (oedema), Korotkov-hang.

Gyakorlati tételek 2017/18 tanév

I. (őszi) félév

1. Mikroszkópia I.

Elméleti háttér:

- optikai lencsék fajtái, jellemző adataik
- gyűjtőlencsék képalkotása
- lencsetörvények
- a mikroszkóp képalkotása és nagyítása
- a mikroszkóp feloldóképessége (Abbé-elv)

A megadott adatok alapján meghatározandók:

az okulár-mikrométer hitelesítési értéke valamint a tárgy mérete.

2. Refraktometria

Elméleti háttér:

- a fénytörés törvénye, a törésmutató definíciója
- határszög, teljes visszaverődés
- a Snell-kör kialakulása
- a törésmutató nagyságát befolyásoló tényezők
- az Abbé-féle refraktométer felépítése és működése

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandók:

az ismeretlen koncentrációk.

3. Fényabszorpció

Elméleti háttér:

- a Lambert-Beer törvény származtatása az abszorpciós törvényből
- abszorbancia, transzmissziós tényező és kapcsolatuk
- az abszorpciós spektrum és az abból nyerhető információk
- az abszorpciós spektrofotométer felépítése
- az abszorbanciamérés alkalmazása a laboratóriumi diagnosztikában

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandó:

az elektronátmenethez tartozó fotonenergia eV-egységben.

4. Polarimetria

Elméleti háttér:

- lineárisan poláros, cirkulárisan poláros fény és kapcsolatuk

- az optikai aktivitás és értelmezése
 - Biot-törvény, fajlagos forgatóképesség
 - a polariméter felépítése és működése
- A megadott adatok alapján meghatározandók:*
az adott cukorfajta és az ismeretlen koncentráció.

5. A szem optikája

Elméleti háttér:

- a szem törőközegei és képalkotása
- az akkomodáció
- a szem fénytörési hibái és azok korrekciós lehetőségei
- látószöghatár, látásélesség (visus), a látásélességet befolyásoló tényezők
- fotoreceptorok elhelyezkedése a retinán

A megadott adatok alapján meghatározandók:

az akkomodációs képesség és a látásélesség.

6. Nukleáris alpmérés

Elméleti háttér:

- a szcintillációs számláló felépítése
- a szcintillációs kristályban lezajló lehetséges folyamatok
- a foto-elektronsokszorozóban lejátszódó folyamatok
- jelszelektálás, a diszkriminátor működése, a zajimpulzusok forrásai
- a szcintillációs számláló optimális beállítása

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandó:

az optimális diszkriminációs szint.

7. Gamma-abszorpció

Elméleti háttér:

- a sugárzás intenzitásgyengülésének törvénye, gyengítési együttható, tömeggyengítési együttható
- a gyengülés atomi szintű folyamatai (fotoeffektus, Compton-szórás, párképződés, rugalmas szóródás)
- a részfolyamatokra jellemző tömeggyengítési együtthatók fotonenergiától való függése
- sugárvédelmi szempontok

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandók:

D , μ , μ_m , az összes anyagra vonatkozóan, továbbá ε , τ_{mPb} , σ_{mPb} .

8. Rezonancia

Elméleti háttér:

- rugalmas alakváltozás, a rugalmassági (Hooke)-törvény
- harmonikus rezgés
- csillapítatlan és csillapított szabadrezgés
- kényszerrezgés, rezonancia
- külső, (távolságtól függő) erő hatása a kényszerrezgésre (az AFM működési elve)

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandó:

a rugóállandó.

9. Bőrimpedancia

Elméleti háttér:

- az impedancia definíciója és összetevői
- a bőr elektromos modellje és a modellen végrehajtható egyszerűsítések
- a kapacitív ellenállás frekvenciától való függése, a bőrimpedancia közelítő meghatározása kis és nagy frekvenciák esetén
- az impedanciamérés gyakorlati alkalmazásai

A megadott adatok alapján meghatározandók:

a bőr fajlagos ellenállása és fajlagos kapacitása.

II. (tavaszi) félév

1. Dozimetria

Elméleti háttér:

- a legfontosabb dozimetriai alapfogalmak
- a termolumineszcens dózismérő eszköz működésének ismertetése
- az ionizációs kamra dózisteljesítmény-mérőként való alkalmazása

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandók:

Az ábrán megfigyelhető tartományok elnevezése. A besugárzási dózisteljesítmény és a levegőre vonatkozó elnyelt dózisteljesítmény.

2. Coulter-számláló

Elméleti háttér:

- a berendezés felépítése és működésének elve
- az ID, a DD és a sokcsatornás analizátor működése
- kiegészítő eljárások a különböző típusú véralkotók számának meghatározásához

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandók:

A hitelesítési érték, az ismeretlen vérsajt-koncentráció, az RBC diszkriminációs szint.

3. Diffúzió

Elméleti háttér:

- a diffúzió jelensége és matematikai leírása: Fick I. és II. törvénye
- Fick II. törvényének megoldása a konkrét, felsorolandó kísérleti feltételek teljesülése esetén
- a kidiffundált anyagmennyiség meghatározása a vezetőképesség méréssel

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandó:

A diffúziós együttható, valamint a K^+ és Cl^- ionok hidrát burokkal együtt mért Stokes sugara

4. Erősítő

Elméleti háttér:

- az erősítés mértéke, erősítésszint
- a frekvenciaátviteli karakterisztika
- negatív visszacsatolás
- a visszacsatolás előnyei, hátrányai

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandók:

A maximális erősítés, az átviteli sáv határai. Jó-e EKG-jel erősítésére?

5. Röntgen I.

Elméleti háttér:

- a röntgenső felépítése és működése
- a röntgensugárzás keletkezése, spektruma és diagnosztikus energiatartománya
- a fékezési röntgensugárzás teljesítménye és a röntgenső hatásfoka

A megadott spektrumok alapján készítsen egy olyan ábrát, mely a Duane–Hunt-törvényt igazolja!

6. Röntgen II.

Elméleti háttér:

- a röntgensugárzás intenzitásának gyengülése
- a megfelelő szűrő kiválasztása
- a gyengülés részfolyamatai, és a hozzájuk tartozó tömeggyengítési együtthatók függése a fotonenergiától
- az összefüggés és alkalmazása a röntgendiagnosztikában

A megadott adatok alapján készítsen egy olyan ábrát, mely a fotoeffektusra vonatkozó tömeggyengítési együttható az abszorbens rendszáma között fennálló összefüggést igazolja!

7. Gamma energia

Elméleti háttér:

- energiaátalakulások a szcintillációs számlálóban, energiaszelektivitás
- a diszkriminátorok alkalmazási lehetőségei
- a gammasugárzás spektruma és az impulzusamplitúdó-spektrum
- példa a kettős izotópjelzés előnyére

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után meghatározandó:

Az ismeretlen fotonenergia.

8. Audiometria

Elméleti háttér:

- a hang jellemzői
- az emberi hallástartomány, hallásküszöb, fájdalomküszöb
- hangosság, hangosságsszint, és kapcsolatuk
- audiogram és annak értelmezése

A megadott adatok alapján szerkessze meg a hallásküszöbgörbét és az audiogramot!

9. Impulzusgenerátor

Elméleti háttér:

- négyszögimpulzusok jellemző adatai
- multivibrátorok fajtái és gyakorlati alkalmazásai

Határozza meg a mellékelt ábrán látható impulzussorozat jellemzőit (amplitúdó, impulzusidő, periódusidő, frekvencia, kitöltési tényező, valamint egy impulzus energiáját)!

10. EKG

Elméleti háttér:

- az EKG görbe kialakulása és értelmezése
- az EKG elvezetések fajtái
- Einthoven-háromszög, integrálvektor
- az EKG készülék felépítése, differenciálerősítő

A mellékelt EKG görbék alapján szerkessze meg az integrálvektort és határozza meg a szívfrekvenciát!

11. Áramlás

Elméleti háttér:

- stacionárius és pulzáló, lamináris és turbulens áramlás
- a Hagen–Poiseuille-törvény és érvényességi feltételei
- a nyomás, a keresztmetszet és az áramlási sebesség változásai a nagyvékörben
- az érrendszer elektromos modellezése (analógiák)

A megadott adatok alapján meghatározandó az ágak száma a modell B és C részében!

12. Szenzor

Elméleti háttér:

- a szenzoros működés modellezése
- receptorpotenciál, akciós potenciál
- a feszültség-frekvencia konverzió értelmezése
- pszichofizikai törvények

A megadott adatok alapján a megfelelő ábrázolás elvégzése után eldöntendő, hogy a modell a Weber–Fechner, vagy a Stevens-törvényt támasztja alá.

13. Röntgen-CT

Elméleti háttér:

- a röntgendetektálás és HU
- a szummációs kép és a CT kép összehasonlítása
- a hagyományos rétegfelvétel és CT-kép összehasonlítása
- a CT-kép elkészítésének háttere

A megadott adatok alapján meghatározandó a modellben az elnyelő gócok helye.