

KÖVETELMÉNYRENDSZER

<p>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar A gesztorintézet (és az esetleges közreműködő intézetek) megnevezése: Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet</p>					
<p>A tárgy neve: Orvosi biofizika II. Angol nyelven¹: Medical biophysics II. Német nyelven¹: Medizinische Biophysik II. Kreditértéke: 4</p>					
<p>Teljes óraszám: 56 előadás: 21 gyakorlat: 35 szeminárium:- Tantárgy típusa: <u>kötelező</u> kötelezően választható szabadon választható</p>					
<p>Tanév: 2022/2023 II. félév</p>					
<p>Tantárgy kódja²: AOKFIZ668_2M</p>					
<p>Tantárgyfelelős neve: Dr. Kellermayer Miklós Munkahelye, telefonos elérhetősége: SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, 06-1-4591500/60200 Beosztása: egyetemi tanár, igazgató Habilitációjának kelte és száma: 2004 PTE ÁOK 7/2004/habil</p>					
<p>A tantárgy oktatásának célkitűzése, helye az orvosképzés kurrikulumában: A tantárgy célja a biológiai rendszerek és az emberi szervezet működési mechanizmusainak egzakt és kvantitatív vizsgálatához és megértéséhez szükséges gondolkodásmód és tudás elsajátítása.</p>					
<p>A tárgy oktatásának helye (előadóterem, szemináriumi helyiség, stb. címe): Elméleti Orvostudományi Központ Szent-Györgyi Albert előadóterme, 1094 Budapest, Tűzoltó u. 37-47.</p>					
<p>A tárgy sikeres elvégzése milyen kompetenciák megszerzését eredményezi: Az életműködések fizikai alapjainak és a szervezetre ható környezeti tényezők (sugárzások) tulajdonságainak és hatásainak megismerése. Az orvosi diagnosztikában és terápiában alkalmazott eszközök működési elvének megismerése. Mérések önálló elvégzése és kiértékelése, mérési jegyzőkönyv készítése.</p>					
<p>A tantárgy felvételéhez, illetve elsajátításához szükséges előtanulmányi feltétel(ek): Orvosi biofizika I.</p>					
<p>A kurzus megindításának hallgatói létszámfeltételei (minimum, maximum), a hallgatók kiválasztásának módja: Maximum az I. év 2. félévére jutott, valamint a tárgyat ismétlő hallgatók összlétszáma. Jelentkezés a Semmelweis egyetemi Neptun rendszeren keresztül.</p>					
<p>A kurzusra történő jelentkezés módja: Semmelweis egyetemi Neptun rendszeren keresztül.</p>					
<p>A tárgy tematikája (lehetőleg heti bontásban, sorszámozva):</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;">Oktatási hét</td> <td style="width: 33%; border: none;">Előadás – 1,5 óra/hét</td> <td style="width: 33%; border: none;">Gyakorlat - 2 óra/hét</td> </tr> </table>			Oktatási hét	Előadás – 1,5 óra/hét	Gyakorlat - 2 óra/hét
Oktatási hét	Előadás – 1,5 óra/hét	Gyakorlat - 2 óra/hét			

1	Röntgensugárzás előállítása és tulajdonságai	Dozimetria, dózismérő eszközök.
2	Röntgendiagnosztikai alapok	Coulter-elv, elektronikus véresejtszámlálás. Kumulált gyakorisági eloszlások.
3	Az elektromosság orvosi alkalmazásai	Röntgensugárzás keltése, spektruma, elnyelődése.
4	Termodinamika - egyensúly, változás, főtételek	Jelfeldolgozás, jelerősítés.
5	Diffúzió, Brown-mozgás, Ozmózis	Gamma-energia meghatározás, kettős izotópjelzés
6	Folyadékok és gázok áramlása. A véráramlás biofizikája	EKG fizikai alapjai.
7	Bioelektromos jelenségek	Audiometria, hallásküszöb görbe meghatározása
8	Hang, ultrahang	Impulzusgenerátor. A pacemaker és defibrillátor fizikai alapjai.
9	Érzékszervek biofizikája, látás, hallás	Képpalkotás gamma sugárzással (gamma-kamera, SPECT).
10	Az élő anyag építőkövei: víz, makromolekulák, szupramolekuláris rendszerek	Diffúzió. A diffúziós állandó meghatározása.
11	A biológiai mozgás molekuláris mechanizmusai. Biomechanika, biomolekuláris és szöveti rugalmasság	Folyadékáramlás, a vérkeringés biofizikai alapjai.
12	A biomolekuláris szerkezet és dinamika vizsgálómódszerei. Az MRI alapjai	Érzékszervi működés modellezése. Logaritmikus összefüggések.
13	A biomolekuláris szerkezet és dinamika vizsgálómódszerei. Röntgendiffrakció, tömegspektrometria, infravörös spektrometria	A CT működési elve
14	A légzés és a szív működés biofizikája. Fizikális vizsgálat	Pótlás, értékelés, vizsgamegbeszélés. Nagyobb adathalmazok értékelése, konfidencia intervallum.

Az előadások előadói: Dr. Kellermayer Miklós Sándor Zoltán, Dr. Zrínyi Miklós, Dr. Bérces Attila, Dr. Mártonfalvi Zsolt, Dr. Herényi Levente, Dr. Kaposi András, Dr. Schay Gusztáv, Dr. Smeller László, Dr. Tölgyesi Ferenc, Dr. Veres Dániel Sándor.

A gyakorlatok oktatói: Dr. Agócs Gergely, Dr. Balogh Erika, Dr. Bérces Attila, Dr. Bozó Tamás, Dr. Bócskei-Antal Barnabás, Csányi Csilla, Dr. Csík Gabriella, Derka István, Dr. Feller Tímea, Dr. Fidy Judit, Dr. Galántai Rita, Dr. Gál-Somkuti Judit, Dr. Haluszka Dóra, Dr. Jedlovszky-Hajdú Angéla, Dr. Juriga Dávid, Dr. Herényi Levente, Dr. Kaposi András, Dr. Kellermayer Miklós Sándor Zoltán, Dr. Kis-Petik Katalin, Dr. Kósa Nikolett, Dr. Liliom Károly, Dr. Mártonfalvi Zsolt, Dr. Orosz Ádám, Dr. Schay Gusztáv, Sipos Evelin, Dr. Smeller László, Dr. Szöllösi Dávid, Dr. Tölgyesi Ferenc, Dr. Veres Dániel Sándor, Dr. Voszka István, Dr. Zolcsák Ádám.

Az adott tantárgy határterületi kérdéseit érintő egyéb tárgyak (kötelező és választható tárgyak egyaránt!). A tematikák lehetséges átfedései:

Orvosi élettan, Orvosi képpalkotás, Szemészet, Orvosi statisztika, informatika és telemedicina, Orvosi biofizika haladóknak, Az orvosi biofizika matematikai és fizikai alapjai

A tantárgy sikeres elvégzéséhez szükséges speciális tanulmányi munka⁴:

-

A foglalkozásokon való részvétel követelményei és a távolmaradás pótlásának lehetősége:

A foglalkozások legalább 75% kötelező a jelenlét, a gyakorlatokról mérési jegyzőkönyvet kell készíteni. Az elmulasztott gyakorlatok pótlása a 3 hetes mérési cikluson belül lehetséges más csoportnál, a gyakorlatvezetővel történő egyeztetés után. A mulasztott gyakorlat anyagából, amennyiben a pótlás nem lehetséges, a gyakorlatvezetőnek kell beszámolni.

A megszerzett ismeretek ellenőrzésének módja a szorgalmi időszakban⁵:

A félév első hetében tesszük közzé az intézeti honlapon

A félév aláírásának követelményei: A gyakorlatok legalább 75 %-án való részvétel, A mérési jegyzőkönyvek elfogadása a gyakorlatvezető által.

A vizsga típusa: szigorlat

Orvosi Biofizika szigorlati tételsor

I. félév

1. Sugárzások alapfogalmai, a geometriai optika alapjai

A sugárzások fajtái. A radiometria mennyiségei (ki és besugárzott felületi teljesítmény, intenzitás), irányfüggés, térszög. A detektált intenzitás távolságtól való függése különböző geometriájú sugárzók esetén grafikus szemléltetéssel. A sugárzás gyengülése közegen való áthaladáskor (a törvény differenciális és integrális alakja, értelmezése). A geometriai optika, mint modell. A Fermat-elv. Abszolút és relatív törésmutató, a visszaverődés és a törés törvénye. A kritikus szög számítása. Teljes belső visszaverődés jelensége és alkalmazása.

2. Egyszerű optikai rendszerek képalkotása

Egyetlen görbült felület leképezése, törőerősség, a leképezés törvénye. Képalkotás lencsékkel: nevezetes sugármenetek, lencsetörvény. Nagyítás és szögnagyítás. Lencserendszerek: egymás mellé helyezett lencsék eredő törőerőssége. A mikroszkóp felépítése, sugármenetek, nagyítás.

3. A hullámoptika alapjai

Rezgések és hullámok, hullámok típusai. Huygens–Fresnel-elv, interferencia, elhajlás résen és rácson. Az elhajlási szög számítása. A polarizált fény fogalma. A polarizáció alkalmazásai: polarimetria, fáziskontraszt- és polarizációs mikroszkópia (röviden, az elve). A feloldóképesség hullámoptikai korlátja. A színek hullámoptikai jelentése.

4. A fény kettős természete

A hullámtermészetre utaló jelenségek és értelmezésük. A teljes elektromágneses spektrum. A fényelektromos jelenség, annak einsteini magyarázata és alkalmazásai. Fotonenergia, az eV-skála. A fény impulzusának (lendületének) értelmezése, alkalmazás: lézercsipesz. Az anyaghullám fogalma. Az elektronmikroszkóp felépítése és feloldóképessége.

5. Atommodellek, az elektron, mint részecske és hullám

Atommodellek. Bohr-féle atommodell. Frank–Hertz-kísérlet. Az anyaghullám fogalma és számítása. Az elektron hullámtermészete (hullámhossz, kísérleti bizonyítékok). A szabad elektron hullámtulajdonságai, a Heisenberg-féle határozatlansági reláció. A kötött elektron jellemzése, kvantumszámok. A periódusos rendszer felépítése.

6. Atomi és molekuláris kölcsönhatások

Kölcsönhatások a fizikában. Az atomon belüli és az atomok közti kölcsönhatások általános leírása; potenciális energia, kötéstávolság és kötési energia fogalma és szemléltetése grafikonon. Az elektronegativitás fogalma. Elsődleges kötések (kovalens, fémes, ionos). Másodlagos kölcsönhatások (dipól-dipól, van der Waals, hidrogénhid, hidrofób). Atomsugarak. Pásztázó tűszondás mikroszkópiák típusai. STM, AFM (alapelv, felépítés, alkalmazások).

7. Sokrészecskés rendszerek I.: ideális és reális gázok

Makroállapot és mikroállapot. Az entrópia boltzmanni definíciója. Ideális gáz. Kinetikus gázelmélet. Az ideális gázok nyomásának eredete. A Maxwell–Boltzmann-féle sebességeloszlás. A reális gázok állapotegyenlete (van der Waals-egyenlet). A Boltzmann-eloszlás és érvényességének feltételei. Barometrikus magasságformula, fémek termikus emissziója, Nernst-egyenlet, reakcióegyensúly és reakciósebesség, Arrhenius-féle ábrázolás. Kötéserőségek, különböző típusú kötések felszakadásának értelmezése a Boltzmann-eloszlás segítségével. Félvezetők elektromos vezetőképességének hőmérsékletfüggése.

8. Sokrészecskés rendszerek II.: szilárd anyagok, folyadékok és folyadékkristályok

A kristályos állapot jellemzése, elemi cella, kristályhibák. Energianívók kristályokban, sáv szerkezetek (szigetelők, vezetők, szerkezeti és adalékolt félvezetők). Kristályos anyagok elektromos és optikai tulajdonságainak értelmezése. A félvezető dióda működése. A folyadékállapot jellemzői, rendezettsége. A mezomorf állapot tulajdonságai. Termotróp és liotróp folyadékkristályos szerkezetek. Biológiai példák folyadékkristályos tulajdonságú rendszerekre. Elektro- és termooptikai jelenség és alkalmazásaik.

9. A fény kölcsönhatása atomokkal és molekulákkal

Fényszórás: Rayleigh-szórás és Mie-szórás példákkal. Turbidimetria, nephelometria. Dinamikus fényszórás és a belőle nyerhető információ. A sugárgyengülési törvény és ebből a Lambert–Beer-törvény levezetése. Az abszorpciós színek mérése (mérőműszer felépítése és működése), jellemző paraméterei és a belőlük nyerhető információ. Atomok és molekulák energiaszintjei és spektrumai.

10. A hőmérsékleti sugárzás

A hőmérsékleti sugárzás energetikája. Az abszolút fekete test. Kirchhoff-törvény, Stefan–Boltzmann-törvény, Wien-törvény. A Planck-féle magyarázat. Az abszolút fekete test emissziós spektruma. Néhány jelenség magyarázata (gyertyaláng árnyéka, különböző színű izzó testek). Hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrások. A hőmérsékleti sugárzás orvosi alkalmazásai.

11. A lumineszcencia és formái

A lumineszcencia típusai (a gerjesztés, valamint a relaxáció módja szerint) példákkal. Atomok fényemissziós mechanizmusa. Molekulák elektron-energiaszerkezete, Jabłoński-diagram (szingulett és triplétt nívók, vibrációs relaxáció, *intersystem crossing*), Kasha-szabály. Lumineszcencia spektrumok, Stokes-eltolódás magyarázata. Kvantumhatásfok, élettartam. A fluoreszcencia spektrométer felépítése és működése. A fluoreszcencia orvosi biológiai alkalmazásai: FRET, FRAP, lumineszcens mikroszkópiai módszerek.

12. Lézer

A lézersugárzás keltésének alapjai: spontán és indukált (stimulált) emisszió, populációinverzió, optikai rezonátor, a rezonancia feltételei. A lézerfény tulajdonságai. Lézertípusok. A lézerfény speciális tulajdonságainak orvosi (sebészeti, szemészeti és bőrgyógyászati) és egyéb alkalmazásai példákkal.

13. Atommag, izotópok. Radioaktív bomlás módjai, magsugárzások

Az atommag felépítése és a stabilitását befolyásoló tényezők. Izotópok. Bomlástípusok felsorolása és részletes ismertetése. Mitől függ, hogy melyik bomlástípus lép fel? Az elektron és a pozitron (összehasonlítás, illetve a keletkezés és megsemmisülés értelmezése a megmaradási törvényekkel). A gammasugárzás keletkezése. Az α -, β - és γ -sugárzások energiaspektrumai. Izotópok létrejöttének és mesterséges előállításának módjai.

14. A radioaktív bomlástörvény. A radioaktív izotópok jellemzői. Magsugárzások kölcsönhatása az anyaggal

Az aktivitás definíciója. A bomlástörvény differenciális és integrális alakja. Felezési idő és átlagos élettartam. Az aktivitás csökkenése az idővel. Ionizáló sugárzások felosztása az anyaggal való kölcsönhatás módja szerint. Az α -, β^- , β^+ , és γ -sugárzások kölcsönhatása az anyaggal. Neutronsugárzás hatása. Protonsugárzás, a Bragg-csúcs és jelentősége.

15. Magsugárzások mérése

A magsugárzások mérésére szolgáló eszközök felépítésének és működési elvének ismertetése: szcintillációs számláló, gázionizáción alapuló detektorok, termolumineszcens doziméter, fotográfiai (film) módszerek, félvezető detektorok. Alkalmazási területük.

16. Dozimetria, dóziszfogalmak, sugárvédelem

Az ionizáló sugárzás biológiai hatása: a sugárhatás mechanizmusa (fizikai, kémiai, biológiai fázisok), sztochasztikus és determinisztikus hatás.

Dóziszfogalmak: elnyelt dózis, besugárzási dózis, egyenértékűdózis, effektív dózis, dózisteljesítmény. A besugárzási dózis mérése, a levegőben és szövetben fellépő dózisos viszonyai, súlytényezők jelentése.

Sugárvédelem: ALARA-elv (grafikus magyarázat), dóziskorlátok, küszöbdózisok.

17. Izotópdiagnosztika alapjai. A megfelelő izotóp kiválasztásának elvei

Az izotópdiagnosztikával nyerhető információ. *Cost-benefit*-elv. Az izotóp kiválasztásának szempontjai: kémiai elem (radiofarmakon definíciója), aktivitás, felezési idő, emittált sugárzás típusa és energiája, ezek gyakorlati jelentősége. Tc-generator felépítése és működése.

18. Izotópdiagnosztikai eljárások, a sugárterápia alapjai

Az izotópdiagnosztikai eljárások osztályozása. A gammakamera felépítése és működése. Szcintigráfia. Dinamikus felvétel, ROI. Tipikus izotópfelvételi görbe értelmezése. Egy szerv biológiai felezési idejének meghatározása. SPECT. A PET elve és felépítése. Multimodális eljárások. A sugárzás kiválasztása az elnyelődés és az okozott ionizáció alapján. A relatív mélydózis. Az alkalmazott dózis. Sugárforrások. Teleterápia: geometriai szempontok, kollimátor fogalma és szerepe (példák), gammakés. A brachiterápia elve.

19. A biológiai jelek fajtái, jelfeldolgozás

A jelek osztályozása különféle szempontok szerint, példákkal. Jelek összehasonlítása (decibelskála). Fourier-tétel periodikus és aperiodikus jelekre, példákkal. Biológiai jelek tipikus frekvencia- és amplitúdótartományai. Feszültségosztó és váltóáramú szűrők felépítése és működése. Erősítő működése és a működést szemléltető függvények; a visszacsatolás hatása. Analóg jelek digitalizálása, Shannon–Nyquist-tétel. Impulzusjelek feldolgozása, példák orvosi alkalmazásokra.

II. félév

20. A röntgensugárzás előállítása, jellemzése és az anyaggal való kölcsönhatása

A röntgensugárzás tipikus hullámhossz- és fotonenergia tartománya. A röntgensugárzás keltése: a röntgenső felépítése és működése. A fékezési röntgensugárzás spektruma. A röntgenső teljesítménye és hatásfoka. Duane–Hunt-törvény. A karakterisztikus röntgensugárzás keletkezése, spektruma és alkalmazási területei.

21. A röntgendiagnosztika alapjai

A röntgensugárzás elnyelődésének mechanizmusai és azok energiafüggései. A diagnosztikában használt energiatartomány. A szummációs kép. Kontrasztanyagok, képerősítő, DSA. Röntgendetenzitometria. A komputertomográfia elve, a CT-generációk, képrekonstrukció. Hounsfield egység, ablakozás. A modern CT-képpalkotás speciális lehetőségei. A CT hátrányai. Nagyenergiájú röntgensugárzás keltése és alkalmazási területe.

22. Folyadékáramlás

Alapfogalmak: Térfogati áramerősség, áramvonalak. viszkozitás. Az áramlások típusai. Az ideális folyadékok: Kontinuitási egyenlet. Bernoulli-törvény, plazma lefölezés. A reális folyadékok: Newton-féle súrlódási törvény, a Reynolds-szám, kritikus sebesség. Stokes-törvény, Hagen–Poiseuille-törvény, Áramlási ellenállás. Összehasonlítás az elektromos ellenállással. A vér viszkozitásának meghatározó faktorai.

23. A diffúzió és törvényei. Ozmózis

A diffúzió fogalma. Hőmozgás, Brown-mozgás. Részecske bolyongása. Az anyagtranszport leírásához használt fizikai mennyiségek. Fick I. törvénye és annak érvényességi feltétele. A diffúziós állandó. Einstein–Stokes-összefüggés. Gázcsere a vér és a tüdőhólyagocskák között. Fick II. törvénye. Termodiffúzió. Hővezetés, Fourier-törvény. Ozmózis, ozmózisnyomás, ozmolaritás. Az ozmózis orvosi jelentősége.

24. Termodinamika I

Termodinamikai rendszerek típusai. Az emberi test mint termodinamikai rendszer. Energiafajták a termodinamikai rendszerben, belső energia, annak járuléka. A belső energia megváltozása. Extenzív és intenzív mennyiségek. A termodinamika I. főtétele, alkalmazása biológiai rendszerre. Entrópia, termikus és konfigurációs entrópia, kapcsolat a rendezettséggel.

25. Termodinamika II

Termodinamikai valószínűség. Az entrópia statisztikus definíciója. A II. főtétel, folyamatok iránya, kapcsolat az evolúcióval. A III. főtétel. A belső energia hasznosítható része különböző

(izobár, izoterm, izoterm-izobár) rendszerekben. Termodinamikai potenciálok. Folyamatok iránya elszigetelt, izoterm, valamint izoterm-izobár rendszerekben. Az egyensúly feltétele.

26. Bioelektromos jelenségek I. A nyugalmi potenciál

Inger, ingerület. Nyugalmi potenciál, ioneloszlás, ionok diffúziója a membránon keresztül. Donnan-egyensúly elmélete és annak korlátai. A transzportmodell kiindulópontjai. Goldman–Hodgkin–Katz-egyenlet. A membrán elektromos modellje. A membrán potenciálváltozása ingerlés hatására (kísérlet, biológiai példák). A membránpotenciál-változás az idő és a térkoordináta függvényében, az ezeket befolyásoló tényezők.

27. Bioelektromos jelenségek II. Az akciós potenciál és terjedése

Az akciós potenciál során bekövetkező potenciál- és ionáram-változások az idő függvényében. Elektrokémiai potenciál mint hajtóerő. Az akciós potenciál terjedése, szaltatorikus terjedés, a terjedési sebesség, refrakter stádium és szerepe. Szinapszis. Testfelszínen mérhető elektromos jelek, azok detektálása és a hozzájuk kapcsolódó diagnosztikai módszerek.

28. Ultrahang előállítás és jellemzése. Ultrahang-diagnosztika és -terápia

A hang, mint hullám, frekvencia és intenzitástartományok, intenzitásszint. Az ultrahang keltése, és detektálása, piezoelektromos jelenség. Az UH terjedése, sebessége és elnyelődése. Akusztikus impedancia. Refrakció és reflexió, reflexióképesség. Doppler-effektus. Az UH hatásai, terápiás alkalmazások. Az UH-diagnosztika elve, képképző módok (A, B, M), alkalmazási példák.

29. A víz és a biológiai makromolekulák

Molekulaszerkezet, a vízmolekula mérete, dinamikája. Szerkezetek folyadék és szilárd halmazállapotban. A víz különleges fizikai tulajdonságai és az ezekből eredő jelenségek (jó oldószer, élővizek hőmérsékleteloszlása, kapillaritás). Fázisdiagram.

Biopolimerek: alegség, kötés, példák. Bolyongó mozgás és polimerek konformációjának analógiája. Kontúrhossz, perzisztenciahossz. Entropikus rugalmasság. A DNS szerkezete és rugalmassága. Erőgörbék felvétele lézercsípesszel. Fehérjék szerkezete, a szerkezetet stabilizáló kölcsönhatások. Fehérje gömbölyödés, egyedi fehérje kitekerése AFM-el.

30. Az érzékszervek biofizikája

Érzékszervi receptorok. A jelátalakítás lépései. Információkódolás a receptor- és az akciós potenciál esetében. Pszichofizikai törvények. Adaptáció. A látás biofizikája: a szem felépítése, fotoreceptorok, a fényérzékelés alapjául szolgáló fotokémiai reakció. A színérzékelés alapja. A hang, mint mechanikai hullám: frekvencia és intenzitástartományok. Phon és son skálák. A fül egyszerűsített vázlata. Jeltovábbítás és erősítés a középfülben. Belső fül, csiga, szőrsejtek, Békésy féle haladóhullámok.

31. Biomechanika: biomolekuláris és szöveti mechanika

Alapfogalmak: feszültség, deformáció. Feszültség–deformáció-diagram és tartományai, Hooke-törvény, Young-modulus. Rugalmas artériák biomechanikája. Kollagén és elasztin, disztenzibilitás. Laplace–Frank-egyenlet. Csontszövet, fogzománc biomechanikai jellemzői. Viszkoelaszticitás: mechanikai modell, feszültségrelaxáció, energiaveszteség. Példák: porckorong, periodontális ligamentum. Az izomszövet rugalmassága, titin. Szonoelasztográfia.

32. A biológiai mozgás molekuláris mechanizmusai

Motorfehérjék szerkezete és típusai. Munkaciklus, tipikus erő- és munkatávolság-tartomány, processzivitás. Az izomműködés biofizikájának alapjelenségei: rángás, szummáció, tetanusz, izometriás és izotóniás kontrakció, izommunka, teljesítmény. Erő–sebesség-görbe. Csúszófilamentum-modell. A kontraktilis apparátus tagjai, a miozin munkaciklusa, az izom-összehúzódás szabályozása.

33. A biomolekuláris szerkezet vizsgálata: Röntgenkristallográfia és tömegspektrometria.

A diffrakció jelensége, a diffrakció feltétele. Bragg-diffrakció. Molekulaszerkezet-meghatározás röntgenkristallográfiával. A tömegspektrometria elve. Ionizációs módszerek: elektropray, MALDI. Töltött részecske mozgása elektromos és mágneses térben. Tömeganalízis mágneses és repülésiidő-módszerrel. Alkalmazások: proteomika, diagnosztika, onkokés.

34. A biomolekuláris szerkezet vizsgálata: rádióspektroszkópiák

Stern–Gerlach-kísérlet, mágneses momentum, energiaszintek felhasadása mágneses térben (Zeeman-effektus), Larmor-precesszió, rezonanciafeltétel. Makroszkópikus mágnesezettség (Boltzmann-eloszlás). Relaxációk, relaxációs idők (T1, T2). Spin echo. NMR és ESR spektroszkópiák. Az MRI alapjai: térbeli kódolás, képalkotás: protonszűrőség, T1 és T2 súlyozás. Speciális MRI-módszerek.

35. A vérkeringés és szívműködés biofizikája

Az érrendszer feladata. Az áramlás mint transzportfolyamat. A nyomás, az érkeresztmetszet, az összkérsztmetszet, és az áramlási sebesség változásai az érrendszerben. A rugalmas érfal mechanikája. Nyomásviszonyok az artériás rendszerben, a vérkeringés segéderői. A szív mechanikai és elektromos működésének együttes leírása. Nyomásváltozások a szív ciklus során. A szív munkája.

36. A légzés biofizikája. A fizikális vizsgálat biofizikai alapjai

Az egytetemes gáztörvény, parciális nyomás, Henry-törvény, kapilláris jelenség. Az emberi légzőrendszer: doboz, csőrendszer, gázcserefelület. Intrapulmonáris, pleurális és transzpulmonáris nyomások. Légzési térfogatok és kapacitások. A légzési ciklus eseményei, és dinamikája. Compliance, Hagen–Poiseuille-törvény. A légzési munka. Megtekintés. Tapintás: biomechanika, viszkoelaszticitás. Kopogtatás: hang, rezonancia. Hallgatóság: Korotkov-féle hang, turbulens áramlás, szívzörejek és légzési hangok.

Ezen kívül példamegoldás és egy gyakorlati tétel is lesz. Ez utóbbiban a gyakorlat elméleti háttéréről kell beszélni és a megadott mérési adatokat feldolgozni.

Az osztályzat kialakításának módja és típusa⁷:

A vizsgatételekre adott osztályzatok átlaga.

A vizsgára történő jelentkezés módja: A Semmelweis egyetemi Neptun rendszeren keresztül.

A vizsga megismétlésének lehetőségei: A Szerkezeti és Működési Szabályzat II. részében foglaltak szerint.

A tananyag elsajátításához felhasználható nyomtatott, elektronikus és online jegyzetek, tankönyvek, segédletek és szakirodalom (online anyag esetén html cím):

Oktatási anyagok (előadásdiák, házi feladatok) a Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet honlapján
Orvosi biofizikai gyakorlatok (szerk. Kellermayer Miklós), Semmelweis Kiadó, Bp. 2017,
ISBN 978 963 331 417 3

Orvosi Biofizika (szerk. Damjanovich S., Fidy J., Szöllősi J.) Medicina Könyvkiadó Rt.,
Budapest, 2006.

A tárgyat meghirdető habilitált oktató (tantárgyfelelős) aláírása:

A gesztorintézet igazgatójának aláírása:

Beadás dátuma: 2019. 06. 05.

OKB véleménye:

Dékáni hivatal megjegyzése:

Dékán aláírása:

¹ Csak abban az esetben kell megadni, ha a tárgy az adott nyelven is meghirdetésre kerül.

² Dékáni Hivatal tölti ki, jóváhagyást követően.

³ Az elméleti és gyakorlati oktatást órákra (hetekre) lebontva, sorszámozva külön-külön kell megadni, az előadók és a gyakorlati oktatók nevének feltüntetésével. Mellékletben nem csatolható!

⁴ Pl. terepgyakorlat, kórlapelemzés, felmérés készítése, stb.

⁵ Pl. házi feladat, beszámoló, zárthelyi stb. témaköre és időpontja, pótlásuk és javításuk lehetősége.

⁶ Elméleti vizsga esetén kérjük a tételsor megadását, gyakorlati vizsga esetén a vizsgáztatás témakörét és módját .

⁷ Az elméleti és gyakorlati vizsga beszámításának módja. Az évközi számonkérések eredményeink beszámítási módja.