

KÖVETELMÉNYRENDSZER

Semmelweis Egyetem, Fogorvostudományi Kar A gesztorintézet (és az esetleges közreműködő intézetek) megnevezése: Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet		
A tárgy neve: Biofizika II. Angol nyelven: Biophysics II. Német nyelven: Biophysik II. Kreditértéke: 3 Teljes óraszám: 56 előadás: 21 gyakorlat: 35 szeminárium:- Tantárgy típusa: <u>kötelező</u> kötelezően választható szabadon választható		
Tanév: 2022/2023 II. félév		
Tantárgy kódja: FOKOFIZ344_1M		
Tantárgyfelelős neve: Dr. Liliom Károly Munkahelye, telefonos elérhetősége: SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet+36 30 824-6229 Beosztása: habil, tudományos főmunkatárs		
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.		
A tárgy oktatásának helye (előadóterem, szemináriumi helyiség, stb. címe): Elméleti Orvostudományi Központ, 1094 Budapest, Tűzoltó u. 37-47.		
A tantárgy felvételéhez, illetve elsajátításához szükséges előtanulmányi feltétel(ek): Magyar: Biofizika I., Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai, Orvosi informatika		
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.		
A kurzusra történő jelentkezés módja: Semmelweis egyetemi Neptun rendszeren keresztül.		
A tárgy tematikája		
Oktatási hét	Előadás – 1,5 óra/hét	Gyakorlat - 2 óra/hét
1	Sugárterápia. Ionizáló sugárzások dozimetriája I	Dozimetria, dózismérő eszközök.
2	Ionizáló sugárzások dozimetriája II	Coulter-elv, elektronikus vérszámolás. Kumulált gyakorisági eloszlások.
3	Hang – Ultrahang (UH): A hang (ultrahang), mint fizikai jelenség; az UH előállítása	Röntgensugárzás keltése, spektruma, elnyelődése.
4	Az ultrahangos képalkotás alapelve	Jelfeldolgozás, jelerősítés.
5	MRI – a diagnosztikai képalkotás alapjai	Gamma-energia meghatározás, kettős izotópjelzés
6	Emberi test, mint jelgenerátor: jelek, jelfeldolgozás, jelmegjelenítés;	EKG fizikai alapjai.

7	Biomolekuláris rendszerek vizsgálata. Mikroszkópos technikák; AFM	Audiometria, hallásküszöb görbe meghatározása
8	Transzportfolyamatok 1: gázok, folyadékok áramlása csövekben	Impulzusgenerátor. A pacemaker és defibrillátor fizikai alapjai.
9	Transzportfolyamatok 2: diffúzió és szerepe a szervezetben	Képpalkotás gamma sugárzással (gamma-kamera, SPECT).
10	Transzportfolyamatok 3: membrántranszport	Diffúzió. A diffúziós állandó meghatározása.
11	Bioelektromos jelenségek I.: a nyugalmi membránpotenciál fizikai értelmezése	Folyadékáramlás, a vérkeringés biofizikai alapjai.
12	Bioelektromos jelenségek II.: az ingerületi állapot kialakulása, az akciós potenciál terjedése.	Érzékszervi működés modellezése. Logaritmikus összefüggések.
13	A szenzoros működés biofizikája	A CT működési elve
14	Nagyfrekvenciás hőterápia fizikai alapjai; impulzusgenerátorok	Pótlás, értékelés, vizsgamegbeszélés. Nagyobb adathalmazok értékelése, konfidencia intervallum.

Az előadások előadói: Dr. Liliom Károly, Dr. Schay Gusztáv

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 elektronikus mérési jegyzőkönyvet kell készíteni és feltölteni. Az elmulasztott gyakorlatok pótlása a 4 hetes mérési cikluson belül lehetséges más csoportnál, a gyakorlatvezetőkkel 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 legalább 75 %-ának elfogadása a gyakorlatvezető által.

A vizsga típusa: szigorlat

Vizgakövetelmények⁶: Az alábbi tételsor szerint

1. A sugárzásokról általában
 - a) példák sugárzásokra; közös tulajdonságuk és csoportosításuk
 - b) jellemző fizikai mennyiségek
2. Az intenzitás gyengülésének törvénye
 - a) a gyengülési törvény kísérleti háttere
 - b) a gyengülési törvény megfogalmazásai és érvényessége
 - c) példák a gyengülési törvény orvosi/laboratóriumi alkalmazására
3. Fénytani alapjelenségek (1)
 - a) fénytörés, Fermat-elv, Snellius-Descartes törvény
 - b) gyakorlati alkalmazások: prizma, optikai rost
4. Fénytani alapjelenségek (2)
 - a) Visszaverődés, reflexiós tényező
 - b) Szóródás: Rayleigh-, Mie-, Raman-szóródás
5. Az emberi szem optikája
 - a) görbült felületek leképezése, törőerősség
 - b) az életlen leképezés okai, mélységélesség, "szemüvegek"
6. Optikai képpalkotás és néhány orvosi alkalmazása
 - a) lencsék, lencserendszerek, mikroszkóp, szőgnagyítás
 - b) a mikroszkóp feloldóképessége, Abbe-elv

7. A fény, mint elektromágneses hullám
 - a) az elektromágneses hullám jellemző és paraméterei
 - c) egyéb elektromágneses sugárzások, az elektromágneses spektrum
8. A fény hullámtermészete
 - a) szuperpozíció, interferencia
 - b) fényelhajlás, optikai rács, a fehér fény felbontása
9. A fény, mint részecske
 - a) fotoelektromos effektus (kísérlet, a jelenség és magyarázata); a foton-koncepció
 - b) a fotoelektromos effektus gyakorlati alkalmazásai
10. Fényabszorpció
 - a) a fényelnyelődés mechanizmusa, abszorpciós spektrum
 - b) Lambert-Beer törvény és érvényessége; orvosi vonatkozásai
 - c) mérési eljárások: fényforrások, monokromátorok, detektorok
11. A hőmérsékleti sugárzás
 - a) abszorpcióképesség, emisszióképesség, Kirchhoff-törvény
 - b) a hőmérsékleti sugárzás keletkezése
 - c) az abszolút fekete test emissziós spektruma, Wien-féle eltolódási törvény
12. Az infradiagnosztika alapjai
 - a) Stefan-Boltzmann törvény
 - b) az emberi test sugárzása, termográfia
 - c) a hőmérsékleti sugárzás egyéb gyakorlati alkalmazásai
13. Lumineszcencia
 - a) spontán emisszió, fluoreszcencia – foszforeszcencia, Kasha-szabály,
 - b) az emissziós spektrum, Stokes-szabály
 - c) az emisszió lecsengése
14. A lumineszcencia gyakorlati alkalmazása
 - a) lumineszcencián alapuló fényforrások
 - b) a lumineszcencia orvosi/laboratóriumi felhasználása
15. A fényerősítés gondolata
 - a) populáció inverzió optikai pumpálással
 - b) indukált emisszió
16. A lézerefény előállítása
 - a) a lézerek működési feltételei
 - b) a lézerefény kialakulása és tulajdonságai
17. A lézerek néhány orvosi alkalmazása
 - a) A lézerek jellemzésének szempontjai
 - b) A lézerefény biológiai hatásai, orvosi alkalmazásai
18. Röntgensugárzás, előállítása, spektruma I.
 - a) röntgenső felépítése, működése
 - b) a fékezési röntgensugárzás keletkezése, spektruma
 - c) a spektrum paramétereit befolyásoló tényezők, orvosi röntgentartomány
19. Röntgensugárzás előállítása, spektruma II.
 - a) a fékezési röntgensugárzás teljesítménye és a röntgenső hatásfoka
 - b) karakterisztikus röntgensugárzás és keletkezésének mechanizmusa
20. Röntgensugárzás elnyelődése
 - a) tömeggyengítési együttható (definíció, mitől függ? szemléletes jelentése)
 - b) a gyengítés legfontosabb részfolyamatai, befolyásoló tényezők
21. A röntgensugárzás elnyelődésének gyakorlati alkalmazásai
 - a) az elnyelést befolyásoló paraméterek
 - b) a röntgen-diagnosztika és a sugárvédelem alapjai, a sugárzás energiájának szerepe, szűrők,
 - c) kontrasztanyagok
22. Röntgendiagnosztikai módszerek I
 - a) hagyományos átvilágítás, szummációs kép
 - b) röntgenkép-erősítő, DSA
23. Röntgendiagnosztikai módszerek II
 - a) CT, mérési elve, CT-kép fizikai tartalma, Hounsfield-skála, spirál CT, felbontás (időbeli, térbeli)
 - b) Készülékek generációi, gyors CT módszerek
24. Magsugárzások keletkezésének alapjai
 - a) az atommag felépítése, stabilitása
 - b) magerő jellemzése; tömegdefektus

25. Radioaktív bomlástörvény
 a) aktivitás, bomlási állandó
 b) a radioaktív atomok számának, ill. a preparátum aktivitásának időbeli változása, felezési idő, annak jelentősége
26. α - és β -sugárzás
 a) α -sugárzás keletkezése, spektruma, kölcsönhatása a közeggel, ezt jellemző mennyiségek
 b) β -sugárzások keletkezése, spektrumuk, kölcsönhatásuk közeggel; szétsugárzás
27. γ -sugárzás
 a) γ -sugárzás keletkezése, jellemzése, spektruma; magizoméria
 b) γ -sugárzás közeggel való kölcsönhatásának módjai
28. Az izotópdiagnosztika alapelvei
 a) az izotópdiagnosztika alapelvei; izotópdiagnosztikai módszerekkel nyerhető információk
 b) az izotóp kiválasztásának szempontjai
29. Izotópdiagnosztikai vizsgálatok I
 a) izotóp-felvételi görbe
 b) gammakamera (felépítése, működése és alkalmazása)
30. Izotópdiagnosztikai vizsgálatok II
 a) SPECT
 b) PET
31. Sugárterápia
 a) a sugárterápiában használatos sugárzások elnyelődése és ionizációja szövetekben
 b) relatív mélydózis
32. Rézecskegyorsítók és sugárterápiás eszközök
 a) lineáris gyorsító, ciklotron
 b) kollimátorok
 c) forgó besugárzás, izocentrum, gamma kés, brachyterápia
33. Ionizáló sugárzások dozimetriája
 a) a dozimetria célja, feltételek
 b) elnyelt dózis, besugárzási dózis (definíciók, egységek, érvényességi körök); levegőben, ill. szövetben elnyelt dózis számítása a besugárzási dózishoz
 c) a besugárzási dózis mérésének elve, körülményei
34. Ionizáló (atommag- és röntgen) sugárzások mérése I
 a) gázionizáción alapuló eszközök
 b) szcintillációs számláló
35. Környezeti ártalmak és egészségkárosító következményeik
 a) sztochasztikus és determinisztikus egészségkárosodás, jellemzésük, példák
 b) a sztochasztikus károsodás kialakulásának reakciósémája, primer radiofizikai események
36. Az ionizáló sugárzás biológiai hatásának jellemzése
 a) egyenértékűdózis, effektív dózis, egységek, a súlyozó tényezők szerepe, kockázatbecslés
 b) a háttérsugárzás eredete, biológiai jelentősége
37. Az ionizáló sugárterhelés és forrásai
 a) az orvosi tevékenységből származó sugárterhelés, egybevetése a háttérsugárzással, elfogadható kockázat
 b) ALARA-elv
38. Az ultrahang alkalmazásának fizikai alapjai
 a) mechanikai hullám, mint fizikai jelenség, hang, ultrahang, jellemző paraméterek
 b) közeg szerepe az UH terjedésében, határfelület – reflexió, akusztikus impedancia, abszorpció,
39. Az ultrahang előállítása
 a) UH keltés és detektálás, UH nyaláb jellemzése
 b) UH-impulzus technika, echo-elv
40. Ultrahangos képalkotás
 a) az UH-kép kialakulása és értelmezése
 b) A-, B- és (T)M képek
41. Doppler-echó, UH terápia
 a) Doppler-effektus, vér-áramlás sebességének mérésére, pulzus Doppler, szinkódolás
 b) UH hatásai, UH terápia
 c) lökéshullám terápia
42. Elektromos alapjelenségek
 a) Áramköri elemek ; tulajdonságaik, jellemzőik
 b) Biológiai struktúrák elektromos viselkedése
43. Elektromos jelek feldolgozása

- a) A jelek osztályozása ; az orvosi jelfeldolgozó lánc
- a) Elektromos erősítők jellemzése, típusai
- b) Fourier-tétel
- 44. A képelemek és fizikai tartalmuk a diagnosztikai módszerekben
 - a) kép, pixel, voxel
 - b) a képelem fizikai tartalma a különféle képalkotó eljárásoknál
- 45. A képalkotó eljárások osztályozása
 - a) tomográfiai képalkotó eljárások – CT módszerek és közvetlen tomográfiai módszerek
 - b) nem-tomográfiai képalkotó eljárások. Egyes módszerek esetén kapott képek fizikai tartalma.
- 46. A térfogati áramlás általános jellemzői
 - a) térfogati áramerősség, áramsűrűség és mérési lehetőségei erekben,
 - b) az ideális és a reális folyadék áramlásának kvalitatív összehasonlítása
- 47. Térfogati áramlás csövekben
 - a) a kontinuitási egyenlet és a véráramlás
 - b) a Bernoulli törvény és a véráramlás
- 48. Reális folyadék áramlása
 - a) a Newton-féle sűrűdési törvény és magyarázata, továbbá alkalmazása gömb alakú részecskére (Stokes törvény), viszkozitás,
 - b) a lamináris és turbulens áramlás összevetése, kritikus sebesség, turbulens áramlások
- 49. Az érrendszer modellezhetősége
 - a) Hagen-Poiseuille törvény, a H-P törvény érvényességének feltételei és teljesülése a véráramlásra
 - b) a Hagen-Poiseuille törvény és az Ohm törvény hasonlósága
- 50. A diffúzió jelensége 1.
 - a) Fick kísérlet ; Fick első törvénye
 - b) a diffúziós együttható ; permeabilitási együttható
- 51. A diffúzió jelensége 2.
 - a) Fick második törvénye
 - b) a diffúzió mint véletlen bolyongás
- 52. Ozmózis
 - a) Van't Hoff törvény
 - b) az ozmózisnyomás gyakorlati jelentősége
- 53. A transzportfolyamatok egységes leírása
 - a) hővezetés (termikus energiaáram)
 - b) az áramlások hasonlóságai, extenzív és intenzív mennyiségek, kémiai potenciál; Onsager-féle lineáris összefüggés ; egyensúly, a termodinamika 0. főtétele
- 54. Transzport a sejtmembránon keresztül
 - a) a transzportjelenségek csoportosítása, jellemzése
 - b) a permeabilitási állandó bevezetése, semleges részecskék diffúziója és elektrodifúzió membránon át
- 55. A nyugalmi membránpotenciál értelmezése
 - a) egyensúlyi és diffúziós modell jellemzése, összehasonlítása
 - b) a sejtmembrán elektromos tulajdonságai
- 56. A nyugalmi potenciál megváltozása I.
 - a) elektromos négyszögimpulzusra adott válaszjelek és értelmezésük - a membránpotenciál nyugalmi állapotban belüli perturbációjának tulajdonságai
 - b) a membrán térkonstansa és időállandója
- 57. A nyugalmi potenciál megváltozása II.
 - a) az akciós potenciál jellemzése, az ionáramok a jel lefutása alatt
 - b) a depolarizációs küszöb viselkedése a jel lefutása alatt
- 58. Az akcióspotenciál terjedése
 - a) a vezetés sebességét befolyásoló tényezők
 - b) jelátadás a szinapszisokban, térbeli és időbeli szummáció
- 59. A szenzoros működés biofizikája I.
 - a) az ingerek felosztása, fizikai-, pszicho-fizikai jellemzése
 - b) a receptorok jellemzése
 - c) a pszicho-fizikai törvények
- 60. A szenzoros működés biofizikája II.
 - a) a receptorpotenciál kialakulása, jellemzése, szerepe
 - b) az ingererősség hatása a receptorpotenciálra és az akciós potenciálra; a hatás értelmezése
- 61. Az érzékszervek működésének fizikai alapjai
 - a) a látás biofizikája

- b) a hallás biofizikája
- 62. Az elektromos áram orvosi alkalmazásai I.
 - a) nagyfrekvenciás hőterápia
 - b) galvánáram kezelés; iontoforézis
- 63. Az elektromos áram orvosi alkalmazásai II.
 - a) ingerkarakterisztika görbe
 - b) ingerlő impulzusok jellemzői; pacemaker
- 64. Az EKG fizikai alapjai
 - a) a szívizom, mint elektromos jelek forrása
 - b) az integrál vektor jelentése, kialakulása
 - c) elektródok és elvezetési rendszerek
- 65. Modern mikroszkópos technikák
 - a) Point Spread Function (PSF); Rayleigh-féle kritérium
 - b) fluoreszcencia mikroszkóp
 - c) konfokális lézer pásztázó mikroszkóp; kétfotonos gerjesztés
- 66. Az elektronmikroszkóp
 - a) az elektronmikroszkópia elve
 - b) TEM, SEM
- 67. A biostatisztika alapjai I
 - a) valószínűségi változó
 - b) normális eloszlás; a normális eloszlás paraméterei
- 68. A biostatisztika alapjai II
 - a) mintavétel, a minta statisztikai jellemzői
 - b) a várható érték becslése
- 69. A biostatisztika alapjai III
 - a) lineáris regresszió
 - b) korreláció
- 70. Hipotézisvizsgálatok (1)
 - a) t-eloszlás; null hipotézis; statisztikai döntés
 - b) korrelációs t-próba
- 71. Hipotézisvizsgálatok (2)
 - a) egymintás és kétmintás t-próba
 - b) kontingencia táblázatok; χ^2 próba

Az osztályzat kialakításának módja és típusa⁷:

A hallgató vizsgán mutatott felkészülését értékeljük 1-5-ig terjedő skálán. Az évközi számonkérések eredményeit nem vesszük tekintetbe az érdemjegy kialakításakor.

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

A vizsga megismétlésének lehetőségei: A Tanulmányi és Vizsgaszabályzat 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 oktató (tantárgyfelelős) aláírása:

Dr. Liliom Károly

A gesztorintézet igazgatójának aláírása:

Dr. Kellermayer Miklós

Beadás dátuma: Budapest, 2021. szeptember 1.

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.