

Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar - osztatlan általános orvos képzés
A gesztorintézet (és az esetleges közreműködő intézetek) megnevezése:
Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

A tárgy neve: Orvosi biofizika I.
Angol neve: Medical biophysics I.
Német neve: Medizinische Biophysik I.

Tantárgy kreditértéke: 4
Szemeszter: 1. szemeszter
(amelyben a mintatanterv szerint történik a tantárgy oktatása)

Heti óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
4.0	1.0	3.0	0.0

Féléves óraszám	Előadás	Gyakorlat	Szeminárium
0.0	0.0	0.0	0.0

Tantárgy típusa:
kötelező

Tanév:
2026/27

Kötelezően- vagy szabadon választható tantárgy esetén a képzés nyelve:

Tantárgy kódja:
AOKFIZ1090_1M
(Új tárgy esetén Dékáni Hivatal tölti ki, jóváhagyást követően)

Tantárgyfelelős neve: Dr. Kellermayer Miklós (Intézet igazgató)
Tantárgyfelelős munkahelye, telefonos elérhetősége: SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet,
06-1-4591500/60200
Tantárgyfelelős beosztása: egyetemi tanár, igazgató
Tantárgyfelelős habilitációjának kelte és száma: 2004 PTE ÁOK 7/2004/habil

A tantárgy oktatásának célkitűzése, helye az orvoscépzés kurrikulumban:

A tantárgy célja a biológiai rendszerek és az emberi szervezet működési mechanizmusainak egzakt és kvantitatív vizsgálatához és megértéséhez szükséges gondolkodásmód és tudás elsajátítása

A tantárgy feldolgozásának módja (előadás, csoportmunka, gyakorlat stb.):

A tárgy sikeres elvégzése milyen kompetenciák megszerzését eredményezi:

Az életműködések fizikai alapjainak és a szervezetre ható környezeti tényezők (sugárzások) tulajdonságainak és hatásainak megismerése, mérések önálló elvégzése és kiértékelése, mérési jegyzőkönyv készítése

Tantárgyi kimeneti javaslat (kapcsolódó tárgyak megjelölése KÓDJA):

A tárgy felvételéhez, illetve elsajátításához szükséges előtanulmányi feltétel(ek):

-

Több féléves tárgy esetén a párhuzamos felvétel lehetőségére, illetve engedélyezésének felvételeire vonatkozó álláspont:

Semmilyen indokkal nem járulunk hozzá a párhuzamos felvételhez, csak az Orvosi biofizika I-ből tett sikeres vizsga után vehető fel az Orvosi biofizika II.

A kurzus megindításának hallgatói létszámfeltételei (minimum, maximum), a hallgatók kiválasztásának módja:

Maximum az I. évre felvett, valamint a tárgyat ismétlő hallgatók összlétszáma. Jelentkezés a Semmelweis egyetemi Neptun rendszeren keresztül.

A tárgy részletes tematikája amennyiben a tárgy modulokra osztható, kérem jelezze): (Az elméleti és gyakorlati oktatást órákra (hetekre) lebontva, sorszámozva külön-külön kell megadni, az előadók és a gyakorlati oktatók nevének feltüntetésével, megjelölve a vendégoktatókat. Mellékletben nem csatolható! Vendégoktatókra vonatkozóan minden esetben szükséges CV csatolása!)

Oktatási hét	Előadás - 1 óra/hét	Gyakorlat - 3 óra/hét
1	Bevezető. Az orvostudomány és a biofizika kapcsolata. Sugárzások a medicinában.	Bevezető, laborbiztonsági szabályok. Adatok rögzítése, egyszerű módosítása, ábrázolása táblázatkezelőben.
2	A fény mint elektromágneses hullám és mint fényrészecske.	Optikai leképezés. A fénymikroszkóp működése. Átlag, szórás, relatív gyakorisági eloszlás.
3	Orvosi optikai eszközök működése a geometriai optika és a hullámoptika alapján.	Fénytörés. Refraktometria. Egyenes illesztése, predikció.

4	A látás optikai háttere, színlátás, színkeverés. A görbült felületek leképezése, törőerősség.	Vérnyomásmérés, eredmények értékelése. Kvantilisok.
5	Anyagszerkezet, anyaghullám, atomi illetve molekuláris kölcsönhatások.	Speciális mikroszkópok: polarizáció, fáziskontraszt, interferencia, konfokális.
6	Sokrészecskés rendszerek, Boltzmann eloszlás. Gázok, szilárdtestek, folyadékkristályok szerkezete, optikai és elektromos tulajdonságai.	A szem optikája.
7	Fénysugárzás anyaggal való kölcsönhatásai. Az intenzitás gyengülése, fényszóródás, fényabszorpció.	Fényemisszió. Emissziós spektroszkópia. Valószínűség és határfok. Gauss eloszlás.
8	Lumineszcencia	Polarimetria. Vektorok.
9	hőmérsékleti sugárzás és alkalmazásai.	Fényelnyelődés. Abszorpciós fotometria.
10	Lézerek és orvosi alkalmazásuk.	Nukleáris mérések alapjai. Szcintilláció. Poisson eloszlás.
11	Atommag, radioaktivitás, magsugárzások.	Vezetőképeség. Bőrimpedancia mérése. Hatványösszefüggések - predikciók.
12	Dozimetria, sugárvédelem. Nukleáris méréstechnika.	Rugalmasság. Rezonancia. Az atomerőmikroszkóp működése. Módusz. Meredekség értelmezése.
13	A nukleáris medicina főbb problémái. A radioaktív sugárzás az orvosi gyakorlatban.	Gamma abszorpció. Gamma sugárvédelem alapjai. Exponenciális összefüggések - predikciók.
14	Jelfeldolgozás. A jelek osztályozása	Pótlás, értékelés, vizsgamegbeszélés.

Az előadások előadói: Dr. Kellermayer Miklós Sándor Zoltán, Dr. Balog Erika, Dr. Bozó Tamás, Dr. Kiss Balázs, Dr. Mártonfalvi Zsolt, Dr. Herényi Levente, Dr. Schay Gusztáv, Dr. Smeller László, Dr. Bérces Attila, Dr. Voszka István, Dr. Veres Dániel Sándor

A gyakorlatok oktatói: Dr. Agócs Gergely, Dr. Balog Erika, Dr. Balogh-Molnár Andrea, Dr. Bérces Attila, Dr. Bozó Tamás, Dr. Böcskei-Antal Barnabás, Dr. Budavári Bálint, Dr. Czigléczi Janka Zsófia, Dr. Csányi Csilla, Dr. Fehér Bence, Dr. Ferenczy György, Dr. Forgách László, Dr. Galántai Rita, Dr. Gál-Somkuti Judit, Dr. Gresits Iván, Dr. Haluszka Dóra, Dr. Jedlovszky-Hajdú Angéla, Juhász Ákos György, Dr. Juriga Dávid, Halmóczy Sarolta, Dr. Herényi Levente, Dr. Kellermayer Miklós Sándor Zoltán, Dr. Kis-Petik Katalin, Dr. Kiss Balázs, Dr. Kiss Bálint, Dr. Kósa Nikolett, Dr. Liliom Károly, Matkovicsné Dr. Varga Andrea, Dr. Mártonfalvi Zsolt, Dr. Molnár Kristóf, Dr. Molnárné Dr. Krisch Enikő, Dr. Orosz Ádám, Dr. Padányi Rita, Pálos veronika Teréz, Dr. Schay Gusztáv, Sipos Evelin, Dr. Simonné Dr. Nagy Krisztina, Dr. Smeller László, Dr. Sziklai Dominik, Dr. Török György, 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 (ezek egyeztetése és az átfedések minimalizálása) - KÓDJÁNAK kiválasztása kötelező):

A foglalkozásokon való részvétel követelményei és a távolmaradás pótlásának lehetősége, az igazolás módja a foglalkozásokról való távollét esetén:

A saját (neptun regisztrációnak megfelelő) csoportban elvégzendő gyakorlatokról legfeljebb 3 alkalommal lehet hiányozni a szemeszter során. A gyakorlaton elhangzottakról mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, amely feltöltése a megfelelő oldalra a jelenlét igazolásának feltétele. Az elmulasztott gyakorlatok pótlása a 4-6 hetes mérési cikluson belül (akár „előre is”) lehetséges más csoportnál, a gyakorlatvezetővel történő egyeztetés után. A gyakorlat más csoportban történt elvégzése nem számít jelenlétnek, azaz nem csökkenti a hiányzások számát. A gyakorlatról való hiányzást nem kell igazolni. Az előzőektől eltérés az intézetvezető engedélyével vagy felsőbb egyetemi utasításra lehetséges.

A megszerzett ismeretek ellenőrzésének módja a szorgalmi időszakban (beszámolók, zárthelyi dolgozatok száma témaköre és időpontja, értékelésbe beszámításuk módja, pótlásuk és javításuk lehetősége):
(beszámolók, zárthelyi dolgozatok száma témaköre és időpontja, értékelésbe beszámításuk módja, pótlásuk és javításuk lehetősége)

A félév során két évközi beszámolót tartunk: az 1. és a 2. gyakorlati ciklust követő héten, minden hallgató a saját (neptun regisztrációnak megfelelő) csoportjában, annak megfelelő időpontban.

A beszámoló az adott ciklus gyakorlatainak elméleti háttérét és gyakorlati anyagát (ábrázlás, kiértékelés) tartalmazza moodle teszt (egyszerű választásos, többszörös választásos, ábra, számolás) formájában. A tesztkérdéseket (részpontszámaikkal együtt) elérhetővé tesszük a tárgy moodle oldalán, ahol a hallgatók gyakorolhatják is a feladatok megoldását, így megismerve a helyes válaszokat. A számolós feladatoknál a számokat véletlenszerűen generáljuk, így a végeredmény pontos érték változhat, de a feladat helyes megoldását így is ismertnek tekinthetjük.

Az évközi beszámoló sikeresnek tekintett, amennyiben átlaguk eléri az 50%-ot.

A beszámoló pótolható, illetve az eredmény javítható az utolsó héten (a saját csoportban, a gyakorlat idejében), az eredeti beszámolóhoz hasonló formában írt dolgozattal, amely mindkét beszámoló anyagát tartalmazza. A sikerességhez ekkor ezen dolgozaton kell elérni az 50%-ot. Amennyiben szükséges (az eredmény nem érte el az 50%-ot) további javításra van mód hasonló formában és anyaggal a vizsgaidőszak első hetében kiírt alkalmon.

Amennyiben az 1. és 2. beszámolón írt beszámolók átlaga eléri a 80%-ot, a hallgató jogosult az írásbeli vizsgarész alóli mentességre.

Azon hallgatók, akiknek nem kell pót, illetve javítóvizsgát írniuk, az utolsó héten jogosultak versenyvizsga írására, amellyel megajánlott 5-ös érdemjegyet szerezhettek. Ezen versenyvizsga egyaránt tartalmaz az előzőekhez hasonló (de kissé nehezebb) zárt kérdéseket, de nyílt kérdéseket is.

A hallgató egyéni munkával megoldandó feladatainak száma és típusa, ezek leadási határideje:

A gyakorlaton elhangzottakról jegyzőkönyvet kell készíteni, amely feltöltése a megfelelő oldalra a jelenlét igazolásának feltétele. Más egyéni beadandó munka nincs.

A félév aláírásának feltételei:

A gyakorlatokról **legfeljebb 3 hiányzás** (lásd 24.) és az **évközi beszámolók sikeres teljesítése** (lásd 25.).

Számonkérés típusa:

kollokvium

Vizsgakövetelmények (tételsor, tesztvizsga témakörei, ill. a vizsgaként elismert projektfeladat választható témakörei)

- 1. Sugárzások:** Sugárzás definíciója, csoportosítási lehetőségei. A kisugárzott teljesítmény, kisugárzott felületi teljesítmény és intenzitás fogalmai, mértékegységei. A besugárzott felületi teljesítmény függése a sugárforrástól mért távolságtól. Pont-, vonal- és síksugárzók. Példák a sugárzások diagnosztikában és a terápiában való alkalmazására.
- 2. A fény:** A látható fény általános tulajdonságai. A hullámokat leíró fizikai mennyiségek és kapcsolatuk (fénysebesség, frekvencia, hullámhossz, fázis). Az elektromágneses spektrum. Példák a fény anyaggal való kölcsönhatására, illetve jelentőségére az orvostudományban.
- 3. Geometrikai optika:** A geometriai optika elvi alapjai. A fénysugár koncepciója. A Fermat-féle elv. A fénytörés és visszaverődés törvényei (ábrázolás). Diszperzió, fénytörés és visszaverődés alkalmazásai (optikai szál, refraktometria).
- 4. Optikai képalkotás:** Fénytörés görbült felületen. A lencsék típusai és képalkotása (ábrázolás). Törőerősség. A lencsetörvény. A kialakult kép tulajdonságai.
- 5. Fénymikroszkóp:** Képalkotás az összetett fénymikroszkópban (ábra?). Nagyítás és feloldóképesség. Az Abbé-elv és Abbé képlet. Speciális fénymikroszkópok.
- 6. A fény, mint hullám:** Hullámmozgás, hullámok fajtái. A Huygens-Fresnel elv. Fényelhajlás optikai rácson. A szuperpozíció elve, interferencia. A fehér fény spektrális felbontása. A hullámelhajlás korlátozó hatása az optikai képalkotásra (Airy disk).
- 7. Fény polarizáció:** A lineárisan és cirkulárisan poláros fény és kapcsolatuk. Optikai aktivitás. Polarimetria és a Biot-törvény. A polarizációs mikroszkóp.
- 8. A fény, mint részecske:** A fotoelektromos hatás. A foton koncepciója. A fotoelektromos hatás gyakorlati alkalmazásai (CCD kamera, PMT).
- 9. Az anyag, mint hullám:** Az elektron hullámtermészete. A de Broglie-féle képlet. A Davisson-Germer kísérlet. Anyaghullámok alkalmazása (TEM, cryo-EM).
- 10. Klasszikus atommodellek:** Korai atommodellek (Dalton, Thomson) A Rutherford-féle

kísérlet és modell. A Franck-Hertz kísérlet. A Bohr-féle atommodell és elvi jelentősége (fényemisszió, H-atom spektruma).

11. A kvantummechanikai atommodell: A kötött elektron, mint hullám. Heisenberg féle határozatlansági reláció. Kvantumszámok. A Pauli-elv és a Hund-szabály. A periódusos rendszer elvi felépítése.

12. Atomi kölcsönhatások: Elektronegativitás. Atomok közötti kölcsönhatások potenciális energiája a közöttük levő távolság függvényében. Elsődleges és másodlagos kötések. Atomi erőmikroszkópia (AFM) működése és feloldóképessége.

13. A Boltzmann-eloszlás: Boltzmann-eloszlás elvi alapjai, hőmérsékletfüggése és jelentősége. A Nernst-egyenlet. Kémiai reakciók sebessége és egyensúlya (Arrhenius-féle ábrázolás). A barometrikus magasságképlet. Félvezetők elektromos vezetőképessége.

14. Gázok: Az ideális gáz: kinetikus gázelmélet, a gázok nyomásának eredete, a Maxwell-féle sebességeloszlás. A reális gáz. A gázok állapotegyenletei.

15. Folyadékok és folyadékkristályok: A folyadék állapot jellemzői. Folyadékkristályok csoportosítása a molekuláris rendezettség alapján. Folyadékkristályok jelentősége és alkalmazásai az orvostudományban (termotróp és liotróp folyadékkristályok).

16. Szilárd anyagok: A kristályos állapot jellemzői. Az elemi cella fogalma és típusai. Kristályhibák. Elektromos vezetők és szigetelők energiasáv szerkezete, a Pauli-elv adaptálása kristályokra. Vezetők és szigetelők optikai tulajdonságai.

17. Félvezetők: Szerkezeti félvezetők energiasáv szerkezete. Adalékolt félvezetők típusai és alkalmazásai (félvezető dióda, félvezető doziméter).

18. Sugárgyengítés: A sugárintenzitás-gyengülés törvénye és matematikai leírása. A sugárgyengülés mértékét befolyásoló tényezők. Felező rétegvastagság, átlagos behatolási mélység, gyengítési együttható. A tömeggyengítési együttható definíciója és függése a fotonenergiától. Példák a sugárgyengítési törvény orvosi alkalmazásaira.

19. Fényabszorpció: Az általános sugárgyengítési törvény. Abszorbancia és transzmittancia. A fényelnyelés mechanizmusa. A Lambert-Beer törvény. Az abszorpció spektrum (ábra?), spektrofotometria.

20. Fényszórás: A fényszórás definíciója. Rayleigh- és Mie-féle szórás. A szórt fény intenzitását befolyásoló tényezők. A fényszórás alkalmazása az orvostudományban (dinamikus fényszórás, turbidimetria, nefelometria).

21. Hőmérsékleti sugárzás: A hőmérsékleti sugárzás definíciója, energiaforrása. A Kirchhoff sugárzási törvénye. Az abszolút fekete test koncepciója és emissziós spektruma. A Stefan-Boltzmann. A Wien-féle eltolódási törvény. A hőmérsékleti sugárzás gyakorlati alkalmazásai (fényforrások, testhőmérséklet-mérés, termográfia).

22. A lumineszcencia alapjai: lumineszcencia definíciója, fajtái, energiaforrása. Atomok és molekulák emissziós spektruma. A Jablonski-diagram, Kasha szabály, Stokes-eltolódás. Lumineszcencia élettartam és kvantumhatásfok.

23. A lumineszcencia alkalmazásai: FRAP, FRET, FACS. Fluoreszcencia, konfokális és szuperfelbontású mikroszkópiák. Lángfotometria, germicid lámpa.

24. A lézer alapjai: A fényerősítés koncepciója. Indukált emisszió, populáció-inverzió, energiapumpálás, optikai rezonátor.

25. A lézer alkalmazásai: A lézerfény tulajdonságai. Lézertípusok. Orvosi alkalmazások (sebészet, bőrgyógyászat, szemészet).

26. Radioaktivitás, magsugárzások: Az atommag összetétele és stabilitása. A tömegdefektus. Az izotóp fogalma. Radioaktív bomlások típusai, a magátalakulások mechanizmusai példákkal. Radioaktív sugárzások energiaspektrumai.

27. A radioaktivitás fizikai mennyiségei: Aktivitás fogalma és mértékegysége. A radioaktív bomlás törvény (ábra/grafikon?). Felezési idő, átlagos élettartam, bomlási állandó. Radioaktív izotópok orvosi alkalmazásai (diagnosztika, terápia).

28. Magsugárzások kölcsönhatása atomi rendszerekkel: Alfa-, béta- és gamma sugárzás kölcsönhatása atomokkal, maximális hatótávolságuk levegőben és szövetben. Neutron-, és protonsugárzás, Bragg-csúcs (ábra). A tömeggyengítési együttható fotonenergia függése.

29. Dozimetria: Direkt és indirekt ionizáció példákkal. Közvetlen és közvetett sugárhatás példákkal. Determinisztikus és sztochasztikus sugárhatások példákkal. Dózisfogalmak és mértékegységeik: elnyelt dózis, besugárzási dózis, egyenérték dózis, effektív dózis, dózisteljesítmény. Az ionizációs kamra felépítése, működése, feszültség/áram karakterisztikája, tartományok (ábra).

30. Sugárvédelem: Sugárvédelmi alapelvek, ALARA-elv, néhány jellemző dózis (medián halálos és halálos dózis; vérképzés csökkenés dózisa, Rtg és CT felvétel dózisa). Dózisteljesítmény-korlát (természetes háttérsugárzás). Lakossági és foglalkozási dóziskorlátok. A személyi doziméter (termolumineszcens doziméter) felépítése és működése.

31. Izotópdiaosztika: A radioizotópos nyomjelzés módszere. Az izotóp kiválasztásának szempontjai. A technécium generátor felépítése és működése. Izotópdiaosztikai eljárások: statikus és dinamikus mérések. Tipikus izotóptárolási görbe (ábra) és az ebből nyerhető diagnosztikai információk.

32. Képalotó eljárások az izotópdiaosztikában: A gamma kamera és SPECT felépítése és működése. A PET képalotás fizikai alapjai.

33. Sugárterápia: A sugárterápia fizikai alapjai. Direkt és indirekt ionizáció. Az alkalmazott sugárzás típusa, tipikus dózisek, a besugárzás technikái (teleterápia, brachyterápia, gamma

kés).

34. Orvosi jelfeldolgozás: Jel és információ fogalma, az információtartalom definíciója és mértékegysége. Jelek fajtái az orvoslásban példákkal. Az analóg és a digitális jel. Analóg jelek digitalizálása, a Shannon-Nyquist tétel. A Fourier tétel. Fourier transzformáció periodikus és nem-periodikus jelek esetén.

35. Elektromos jelerősítés: Az erősítő felépítése. Teljesítményerősítés, feszültségerősítés és erősítésszint fogalmai és matematikai összefüggései. Az erősítő frekvenciaátviteli karakterisztikája. Az átviteli sáv. Pozitív és negatív visszacsatolású erősítők. Alul- és felüláteresztő szűrőkörök felépítése és működése. Orvosi jelek tipikus feszültségamplitúdó és frekvencia tartományai.

Az írásbeli vizsgarész az évközi beszámolókhöz hasonló (lásd ott), azonban anyaga felöleli a teljes félév gyakorlatainak anyagát.

A számonkérés egyértelmű, konkrét minimumkövetelménye. (Az elégséges érdemjegy eléréséhez szükséges kötelezően elvárt fogalmak, paraméterek, ábrák, számítások listája, gyakorlati készségek, ill. a vizsgaként elismert projektfeladat témakörei teljesítésének és értékeléseinek kritériuma.) A tanszék honlapján közzétett, a tárgy minimumkövetelményeire mutató hivatkozás

A minimum követelmény: a tesztvizsga súlyozott átlaga elérje az 50%-ot; de <50% esetében szóban van lehetőség a vizsga kérdéseire adott válaszok értelmezésére, segítséggel való megválaszolására, amely az eredeti eredmény módosítja a szóbeli vizsgáztató megítélése alapján. A szóbeli vizsgarészen a minimum követelmény a vizsgáztató által megítélt 2-es érdemjegy. A vizsgáztatók standardizált vizsgáztatását az Intézet Oktatók-oktatása projektje segíti elő. A minimumkövetelmények listája a következő oldalon érhetőek el (az elérés változása esetében az adott kurzus moodle oldalán ezt jelezzük):

<https://itc.semmelweis.hu/moodle/mod/resource/view.php?id=366175>

Az érdemjegy kialakításának módja és típusa: (Az elméleti és gyakorlati vizsga beszámításának módja, Az évközi számonkérések eredményeinek beszámítási módja, A jegymegajánlás lehetőségei és feltételei)

A vizsga eredménye a szóbeli részen húzott 2 szóbeli tétel (szóbeli) és az írásbeli vizsga 3 vs. 2 súlyozású átlaga.

A vizsga eredménye a szóbeli részen húzott 2 szóbeli tétel (szóbeli) és az írásbeli vizsga 3 vs. 2 súlyozású átlaga.

Amennyiben az évközi 1. és 2. beszámolón írt beszámolók átlaga eléri a 80%-ot (lásd 25.), az írásbeli részt 5-ös érdemjeggyel számítjuk be.

A versenyvizsga (lásd 25.) alapján.

A tantárgy oktatása során alkalmazott mesterséges intelligencia rendszerek és azok felhasználásának módja

A tantárgy oktatása és hallgatása során az oktatók és a hallgatók gondos utángondolás és fenntartások mellett használják és használhatják a mesterséges intelligencia rendszereket. A vizsgán csak az adott feladathoz kapcsolódó, előre meghatározott mesterséges intelligencia rendszerek használhatóak. Előre nem meghatározott rendszer nem használható a vizsgán.

Nyomtatott segédanyagok:

Típus	Kötelező
Szerző	Damjanovich, Fidy, Szöllősi
Cím	Orvosi biofizika
Kiadó	Medicina
Kiadás éve	2006

Típus	Kötelező
Szerző	Kellermayer (szerk)
Cím	Orvosi biofizikai gyakorlatok
Kiadó	Semmelwei
Kiadás éve	2017

A tárgyat meghirdető habilitált oktató (tantárgyfelelős) aláírása:

A gesztorintézet igazgatójának aláírása:

Beadás dátuma:
