



DR LILIOM KÁROLY

EGYETEMI DOCENS, PHD, DR HABIL

SEMMELWEIS EGYETEM

BIOFIZIKAI ÉS SUGÁRBIOLÓGIAI INTÉZET

1094 Budapest, Tűzoltó u. 37-47.

+36 30 824 6229

liliom.karoly@semmelweis.hu

karoly.liliom.mta@gmail.com

Digitális Fogászati Tervezés alapképzési szak harmadik félév – BIOFIZIKA

1. Követelményrendszer

A tantárgy célja a biológiai rendszerek és az emberi szervezet működési mechanizmusainak vizsgálatához és megértéséhez szükséges gondolkodásmód és tudás elsajátítása. A tantárgy az élő anyag szerkezetének és folyamatainak fizikai leírását, valamint a fogorvosi gyakorlatban használt fizikai módszereket tárgyalja és ismerteti.

A tantárgy keretein belül a hallgatók megismerik:

- A sugárzások típusait, a fény és anyag kölcsönhatásait.
- A lumineszcencia jelenségét, a lézerek működésének alapjait és alkalmazásait az fogorvostudományban.
- A röntgensugárzás előállítását, tulajdonságait, a röntgendiagnosztikai módszerek fizikai alapjait, a fogászati röntgenteknikákat.
- A magsugárzások fajtáit, jellemzőit és orvosi képkalkotó alkalmazásait.
- Egyes élettani folyamatok (véráramlás, érzékelés, bioelektromos jelenségek) fizikai alapjait.

2. Szemináriumok (FOK OC) tematikája (Liliom Károly, 2025-09-16)

2.1. Fény és anyag kölcsönhatásai (8:00-8:45)

Sugárzások osztályozása. A fény, mint elektromágneses hullám. Geometriai optika, Fermat-elv, törésmutató. Hullámoptika, Huygens-elv, fényelhajlás, interferencia. Színkép: a fehér fény felbontása prizmával és optikai ráccsal.

2.2. Lumineszcencia, lézer (9:00-9:45)

Hőmérsékleti sugárzás és lumineszcencia. Fluoreszcencia és foszforeszcencia: Jablonski-diagram, Kasha-szabály, Stokes-eltolódás. A fényerősítés elve: populáció-inverzió, spontán és indukált emisszió, optikai rezonátor. A lumineszcencia és a lézerek alkalmazása a fogorvostudományban.

2.3. Röntgensugárzás (10:00-10:45)

A Röntgen-cső működése: fékezési és karakterisztikus sugárzás. Röntgensugárzás elnyelődése anyagban: fotoeffektus és Compton-szórás. A röntgenkép minőségét befolyásoló tényezők. Szummációs kép és CT. Hounsfield-egység és ablakozás.

2.4. Magsugárzások (11:00-11:45)

Radioaktív bomlás. Alfa-, béta- és gamma-sugárzás jellemzői. Orvosi képalkotás gamma-sugárzással: gamma-kamera, SPECT, PET.

2.5. Transzportfolyamatok (12:00-12:45)

Áramlás csövekben, a véráramlás jellemzői. Diffúzió és ozmózis. Membrántranszport.

3. Gyakorlatok (Biofizika és Sugárbiológiai Intézet könyvtár) tematikája (Liliom Károly, Gresits Iván, 2024-11-04)

3.1. Membránpotenciál (9:00-9:45, LK)

Nyugalmi potenciál és akciós potenciál. Ingerületterjedés. EKG jel és mérése.

3.2. Érzékelés (10:00-10:45, LK)

Receptorsejtek, receptorpotenciál, akciós potenciál. Kompresszív és expanzív érzékelés. Pszichofizikai törvények. Hangosság- és súly-érzékelés mérése.

3.3. Optika (11:00-11:45, GI, LK)

Bemutató: fehér fény színeire bontása prizmával és optikai ráccsal, interferencia. Lencsék képalkotása. Mikroszkóp: nagyítás és felbontóképesség.

3.4. A szem optikája (12:00-12:45, GI, LK)

Közel- és távol-látás, akkomodáció. Redukált szem, látószöghatár, felbontóképesség.

4. Beadandó témák (~10000 karakter) listája

4.1. Jellemezze az elektromágneses sugárzások teljes spektrumát a rádióhullámoktól a gamma-sugárzásig, utalva gyakorlati alkalmazásokra.

4.2. Hasonlítsa össze az ionizáló sugárzások fajtáit, utalva a biológiai hatásokra.

- 4.3. Hasonlítsa össze a fény szóródását a hullámhossznál kisebb és azzal összevethető méretű részecskéken.
- 4.4. Fejtse ki a szuperpozíció elvét és következményeit (interferencia).
- 4.5. Hasonlítsa össze a fehér fény színekre bontását prizmával és optikai ráccsal, utalva az előnyökre és hátrányokra is.
- 4.6. A point-spread function (PSF) kapcsolata a lencsék felbontóképességével.
- 4.7. Fejtse ki, miért volt forradalmi elképzelés a Plank-féle energia-kvantum bevezetése a hőmérsékleti sugárzás leírásánál.
- 4.8. Hasonlítsa össze a fluoreszcencia és a foszforeszcencia jellemzőit, utalva gyakorlati alkalmazásokra.
- 4.9. Hogyan értelmezzük a Jablonski-diagramot az anyag szerkezetének ismeretében.
- 4.10. Hasonlítsa össze a főbb lézertípusokat.
- 4.11. Mi a Duane-Hunt szabály fizikai magyarázata, vezesse le az összefüggést.
- 4.12. Fejtse ki miért alkalmasabb a molibdén anódú röntgenső lágy szövetek vizsgálatára, mint a wolfram anódú.
- 4.13. Ismertesse a CT generációkat, előnyeiket és hátrányaikat.
- 4.14. Ismertesse a Hounsfield-egység tartományokat a főbb szövetekre.
- 4.15. Ismertesse a magsugárzások alkalmazási lehetőségeit orvosi képalkotásra.
- 4.16. Milyen szempontok alapján választana gamma-sugárzó izotópot orvosi képalkotás céljára?
- 4.17. Miért kell kollimátor a gamma-kamerába?
- 4.18. Ismertesse a pozitron-emissziós tomográfia (PET) működését, előnyeit.
- 4.19. Fejtse ki a röntgen-sugárzáson alapuló és a gamma-sugárzáson alapuló orvosi képalkotó eszközök kombinált alkalmazásának előnyeit.
- 4.20. Mi a következménye az artériák rugalmasságának?
- 4.21. Hogyan jelenik meg az artériás rendszerben a szélkazan-effektus?
- 4.22. A vesedálízis alapja: ozmózis vagy diffúzió?
- 4.23. Hasonlítsa össze különböző kémiai természetű anyagok plazmamembránon keresztüli diffúzióját, permeabilitását.

5. Tételsor

1. A sugárzás definíciója, osztályozása, főbb típusai. Elektromágneses spektrum.
2. A fény izotróp közegekben: geometriai optika, Fermat-elv, prizma, lencsék képalkotása. Mikroszkóp.
3. A fény terjedése: Huygens-elv, szuperpozíció elve, interferencia, optikai rács.
4. Lencsék felbontóképessége, Abbé-elv, Abbé-képlet.
5. Fény keletkezése: hőmérsékleti sugárzás és lumineszcencia.
6. Fluoreszcencia és foszforeszcencia jellemzése. Jablonski-diagram, Kasha-szabály, Stokes-eltolódás.
7. A lézer működésének elvi alapjai: populáció-inverzió, spontán és indukált emisszió, optikai rezonátor. A lézerfény tulajdonságai.
8. Röntgensugárzás előállítása: a röntgencső működése, fékezési és karakterisztikus sugárzás, a röntgencső hatásfoka.
9. Röntgensugárzás elnyelődése: fotoeffektus, Compton-szórás, függésük az anyagi minőségtől és a fotonenergiától.
10. A röntgenkép minőségét meghatározó tényezők. Szummációs kép és a CT elve.
11. CT-készülék generációk, hagyományos fogászati röntgenkép és fogászati CT.
12. Hounsfield egység és az ablakozás szerepe a CT-kép kontrasztfokozásában.
13. Radioaktivitás jellemzése. Magsugárzások típusai és jellemzésük.
14. Az izotópkiválasztás szempontjai orvosi diagnosztikai eljárásokhoz.
15. Orvosi képalkotás gamma-sugárzással: gamma-kamera, SPECT, PET.
16. Folyadékáramlás csövekben, alkalmazás az artériás vérkörre.
17. Diffúzió és ozmózis, biológiai jelentőségük.
18. Membrántranszport, nyugalmi membránpotenciál és akciós potenciál.
19. Az érzékelési folyamat jellemzése, pszichofizikai törvények.
20. Az emberi szem képalkotásának jellemzése, redukált szemmodell, látásélesség.