



FIȘA DISCIPLINEI

2022/2023

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași
1.2 Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3 Departamentul	Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică medicală aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Interacțiunea radiațiilor ionizante cu substanța						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. dr. Catalin-Gabriel BORCIA						
2.3 Titularul activităților de lab.	Conf. dr. Catalin-Gabriel BORCIA						
2.4 An de studiu	I	2.5 Semestru	1	2.6 Tip de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei*	OB

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele					48
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					42
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					35
Tutoriat					14
Examinări					5
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					144
3.8 Total ore pe semestru					200
3.9 Număr de credite					8

4. Precondiții (dacă este cazul)

4.1 De curriculum	Fizică nucleară; Detectors, dozimetrie și radioprotecție
4.2 De competențe	—

5. Condiții (dacă este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	—
5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului	Acces la internet, noțiuni de utilizare a unui sistem de operare Linux/Debian sau Ubuntu

**6. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	C1 - identificarea și utilizarea adecvată a legilor, principiilor, noțiunilor și metodelor fizice în diverse contexte, cu accent pe utilizarea radiațiilor ionizante în scop de diagnostic și tratament; C2 - analiza și comunicarea informațiilor cu caracter educațional, științific și de popularizare din domeniul Fizicii Medicale; C3 - stăpânirea metodelor și tehnicilor de utilizare a echipamentelor și dispozitivelor medicale sau dispozitivelor de control specifice specializării Fizică Medicală, cât și a celor de cercetare științifică; C4 - utilizarea unor baze de date, aplicații on-line, instrumente informatice și pachete software pentru simulare numerică în fizică medicală, analiza și prelucrarea datelor experimentale, monitorizare în funcționare și asigurarea calității.
Competențe transversale	CT1 - abilități de a acționa cu autonomie, responsabilitate și etică profesională pentru realizarea în siguranță a sarcinilor profesionale cu respectarea legislației, deontologiei specifice și cu respect față de mediul înconjurător. CT2 - abilități de a interacționa cu alte persoane într-o manieră constructivă și de a lucra într-o echipă multidisciplinară, cu respect pentru diversitate, de a prelua diverse roluri în cadrul echipei pentru gestionarea eficientă a timpului, resurselor umane, materiale și financiare. CT3 - autocontrolul procesului de învățare, diversificarea formelor și stilurilor de învățare, diagnoza nevoilor de formare, analiza reflexivă a propriei activități profesionale și proiectarea prospectivă a unor ținte profesionale. CT4 - înțelegerea și capacitatea de aplicare a principiilor și valorilor eticii profesionale și ale cercetării științifice.

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general	1. Identificarea și utilizarea corectă a noțiunilor fizice, legilor și principiilor legate de interacțiunea radiațiilor ionizante cu substanța, într-un context dat și capacitatea de a aplica aceste cunoștințe în practică 2. Abilitatea de a lucra în echipă pentru rezolvarea problemelor experimentale și tehnologice, demonstrând determinare și perseverență în realizarea sarcinilor și îndeplinirea responsabilităților 3. Interpretarea informațiilor privind interacțiunea cu radiații ionizante și comunicarea acestora într-o formă coerentă și accesibilă 4. Identificarea și utilizarea resurselor bibliografice pentru învățarea, formarea și dezvoltarea continuă
7.2 Obiectivele specifice	După finalizarea cu succes a acestui curs, studenții vor putea: 1. Să identifice și să utilizeze în mod adecvat principalele legi și principii fizice legate de interacțiunea radiațiilor ionizante cu substanța într-un context dat 2. Să explice care sunt metodele potrivite pentru a modela interacțiunea radiațiilor ionizante, în raport cu o aplicație vizată 3. Să utilizeze echipamente de laborator pentru a determina efectele interacțiunilor radiațiilor ionizante 4. Să analizeze și să discute datele de modelare măsurate sau numerice și prezentați un raport privind efectele interacțiunii radiațiilor ionizante cu diverse materiale

8. Conținut

8.1	Curs	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Noțiuni fundamentale de fizica radiațiilor ionizante.	Expunere magistrală , dezbateri.	4 ore, ref. 1, 3
2.	Câmpul de radiații; mărimi radiometrice	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 1, 2
3.	Interacțiunea particulelor încărcate grele cu substanța.	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 1,3



4.	Interacțiunea particulelor încărcate ușoare cu substanța	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 1, 3
5.	Interacțiunea fotonilor cu substanța	Expunere magistrală , dezbateri.	6 ore, ref. 5, 6
6.	Interacțiunea electronilor cu substanța (descriere macroscopică)	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 2, 3
6.	Interacțiunea neutronilor cu substanța	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 3
7.	Distribuții în adâncime ale energiei eliberate către substanță de către fascicule de particule încărcate	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 1, 2, 3
8.	Distribuții în adâncime ale energiei eliberate către substanță de către fascicule de fotoni	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 1, 2, 3
9.	Originea iradierii în aplicații medicale cu aplicații în protecția radiologică	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 2, 4
10.	Elemente fundamentale de interacțiune a radiațiilor cu substanța vie	Expunere magistrală , dezbateri.	2 ore, ref. 3, 6, 7

Referințe bibliografice:

- [1] D. Mihăilescu, C. Borcia – “Interacțiunea radiațiilor ionizante cu substanța. Partea I: radiații încărcate electric”, Ed. Sedcom Libris, Iași, 2007.
- [2] D. Mihăilescu – “Dozimetria radiațiilor ionizante”, Ed. Universității “Al.I.Cuza”, Iași, 2001.
- [3] E. B. Podgoršak - “Radiation Physics for Medical Physicists”, Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [4] E. B. Podgoršak (editor) - “Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students”, IAEA, Viena, 2003.
- [5] P. Andreo et. Al. – “Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry”, Ed. Wiley-VCH, 2017
- [6] F. Khan – „The Physics of Radiation Therapy”, Williams & Wilkins, 1994.
- [7] James E. Martin – “Physics for Radiation Protection – A Handbook”, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006

8.2	Laborator	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Instalarea și testarea sistemului de operare și a utilităților de simulare	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 1, 2
2.	Metode și software pentru modelarea interacțiunii radiațiilor ionizante cu substanța	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
3.	Distribuții energetice și unghiulare de particule încărcate grele în substanța iradiată	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
4.	Distribuții energetice și unghiulare de electroni și pozitroni în substanța iradiată	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
5.	Distribuția energetică și unghiulară a fotonilor în substanța iradiată	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
6.	Distribuția energetică și unghiulară a neutronilor în substanța iradiată	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
7.	Spectre de radiații X generate de un fascicul de electroni care lovesc o țintă	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 3
8.	Studiul influenței naturii substanței asupra distribuțiilor energetice și unghiulare de particule încărcate grele	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2



9.	Studiul influenței naturii substanței asupra distribuțiilor energetice și unghiulare a electronilor și fotonilor	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
10.	Studiul influenței naturii substanței asupra distribuțiilor energetice și unghiulare a fotonilor	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
11	Studiul influenței naturii substanței asupra distribuțiilor energetice și unghiulare a neutronilor	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
12	Calculul spectrelor gamma înregistrate cu diferiți detectori	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
13.	Calculul coeficienților de împrăștiere pentru particulele încărcate în diverse materiale	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2
14.	Prezentarea proiectelor individuale	Discuții , lucrări practice	2 ore, ref. 2

Referințe

[1] FLUKA: a multi-particle transport code, CERN 2005-10 (2005), INFN/TC_05/11, SLAC-R-773".

doi:10.5170/CERN-2005-010

[2] A. Fasso, A. Ferrari, J. Ranft, Fluka manual, available online at <http://www.fluka.org/fluka.php?id=manuals>

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Acest curs își propune să pregătească studenții pentru a lucra ca fizicieni medicali sau ca fizicieni în domeniile fizicii radiațiilor. Acesta oferă fondul necesar pentru susținerea examenelor profesionale în vederea obținerii autorizației lor ca lucrători calificați în domeniul radiațiilor eliberat de Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare. Absolvenții își vor putea folosi cunoștințele în diverse domenii care acoperă fizica medicală, protecția împotriva radiațiilor sau orice alt domeniu care implică utilizarea radiațiilor ionizante.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere în nota finală (%)
10.4 Curs	Analizarea și discutarea diferitelor aspecte teoretice și practice care rezultă din curs	Examen	70%
10.5 Laborator	Prezentarea unui proiect individual (eseu) pe o problemă din curs	Rapoarte de laborator	30%

10.6 Standard minim de performanță

Analiza critică a metodelor și criteriilor utilizate pentru a selecta soluțiile corecte pentru a atinge performanța specificată într-o aplicație dată

Interpretarea fizică a rezultatelor măsurărilor experimentale sau a calculelor teoretice, utilizând metode numerice sau statistice adecvate

Aplicarea unui algoritm pentru o aplicație software de complexitate medie (achiziție și analiză date, modele de fenomene fizice)

Elaborarea unui proiect individual prin analiza rezultatelor prezentate în literatura de specialitate

Data completării
21.09.2022

Titular de curs
Conf. dr. Catalin-Gabriel BORCIA

Titular de laborator
Conf. dr. Catalin-Gabriel BORCIA

Data avizării în departament

Director de departament
Conf. dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI**

2022/2023

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Univeristatea Alexandru Ioan Cuza din Iași
1.2 Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3 Departamentul	Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică Medicală Aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Surse de radiații și protecție radiologică				
2.2 Titularul activităților de curs	conf.dr. habil.Lavinia-Petronela Curecheriu lect.dr. Cătălin Agheorghiesei				
2.3 Titularul activităților de seminar	conf.dr. habil. Lavinia-Petronela Curecheriu lect.dr. Cătălin Agheorghiesei				
2.4 An de studiu	I	2.5 Semestru	1	2.6 Tip de evaluare	E
2.7 Regimul disciplinei*					OB

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele					50
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					40
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					35
Tutoriat					14
Examinări					5
Alte activități Proiect individual					
3.7 Total ore studiu individual					144
3.8 Total ore pe semestru					200
3.9 Număr de credite					8

4. Precondiții (dacă este cazul)

4.1 De curriculum	Fizica nucleului, Dozimetrie
4.2 De competențe	noțiuni de bază privind sursele de radiații, radioprotecție, legislație specifică

5. Condiții (dacă este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	Sală de curs cu videoproiector și acces la internet precum și acces la platformele online Zoom și CISCO Webex
-------------------------------	---



5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului	Sală de curs cu videoproiector și acces la internet precum și acces la platformele online Zoom și CISCO Webex, laborator de Fizică Nucleară
--	---

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C1. Identificarea și utilizarea adecvată a legilor, principiilor, noțiunilor și metodelor fizice în diverse contexte, cu accent pe utilizarea radiațiilor ionizante în scop de diagnostic și tratament; C2. stăpânirea metodelor și tehnicilor de utilizare a echipamentelor și dispozitivelor medicale sau dispozitivelor de control specifice specializării Fizică Medicală, cât și a celor de cercetare științifică; C3. Utilizarea unor baze de date, aplicații on-line, instrumente informatice și pachete software pentru simulare numerică în fizică medicală, stabilirea de planurilor de tratament, statistică medicală, analiza și prelucrarea datelor experimentale, comisionarea dispozitivelor medicale, monitorizare în funcționare și asigurarea calității.
Competențe transversale	CT1. Abilități de a acționa cu autonomie, responsabilitate și etică profesională pentru realizarea în siguranță a sarcinilor profesionale cu respectarea legislației, deontologiei specifice și cu respect față de mediul înconjurător. CT2. Abilități de a interacționa cu alte persoane într-o manieră constructivă și de a lucra într-o echipă multidisciplinară, cu respect pentru diversitate, de a prelua diverse roluri în cadrul echipei pentru gestionarea eficientă a timpului, resurselor umane, materiale și financiare. CT3. Autocontrolul procesului de învățare, diversificarea formelor și stilurilor de învățare, diagnoza nevoilor de formare, analiza reflexivă a propriei activități profesionale și proiectarea prospectivă a unor ținte profesionale. CT4. Înțelegerea și capacitatea de aplicare a principiilor și valorilor eticii profesionale și ale cercetării științifice.

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general	Dobândirea de cunoștințe necesare pentru desfășurarea în siguranță a activităților medicale și de cercetare ce implică utilizarea unor surse și echipamente radiologice
7.2 Obiective specifice	La sfârșitul cursului studenții trebuie să fie capabili: • să înțeleagă natura și proprietățile radiațiilor ionizante • să cunoască principalele mărimi și unități dozimetrice; • să poată face măsurători dozimetrice; • să cunoască cerințele de bază de protecție și securitate radiologică • să înțeleagă și să aplice principiile de bază ale radioprotecției; • să se familiarizeze cu conceptele de asigurarea și controlul calității în radioprotecție; • să fie capabili să evalueze riscurile potențiale care decurg din utilizarea surselor de • să realizeze calcule de radioprotecție

8. Conținut

8.1	Curs	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Introducere în fizica radiațiilor ionizante	Prelegerea, expunerea, observația, explicația,	2h [1-10] -online



		demonstrația și dialog permanent cu studentul	
2.	Activitatea unei surse: definiții, legea dezintegrării radioactive, metode de determinare	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
3.	Surse de radiații ionizante; surse naturale de radiații	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
4.	Surse de radiații X	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
5.	Acceleratori de particule: acceleratorii liniari	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
6.	Betatronul	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
7.	Ciclotronul; Sincrociclotronul	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
8.	Radioprotecția: introducere, instituții internaționale, recomandările ICRP	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
9.	Efecte biologice ale radiațiilor ionizante	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
10.	Cadrul conceptual al protecției radiologice	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
11.	Mărimi și unități fizice utilizate în dozimetrie și radioprotecție	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
12.	Expunerea externă și internă	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
13.	Ecranarea surselor de radiații	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]
14.	Protecția radiologică în practica medicală. Radioprotecția populației și a mediului înconjurător	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2h [1-10]

**Bibliografie**

1. Oncescu M.: Conceptele radioprotecției, Ed. Horia Hulubei, București, Măgurele, 1996
2. Borcia C.: Surse de radiații și radioprotecția, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2005
3. Mihăilescu C: Curs dozimetrie, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2003
4. Ion Chiosila: Radiațiile și viața, București, 1998
5. S. Mănescu: Tratat de igienă, vol II, Ed. Medicală, 1985
6. Ord. 14/24.01.2000 privind aprobarea Normelor fundamentale de securitate radiologică publicat în MO 404/29.08.2000
7. Directiva 2013/59/EURATOM a Consiliului din 5.12.2013
8. NSR-01 Norme fundamentale de securitate radiologică aprobate prin Ord. Preș. CNCAN 14/24.01.2000 și publicate în MO Partea I nr. 404bis/29.08.2000
9. NSR-11 Normele de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională aprobate prin ordinul CNCAN nr. 173/16.10.2003 și publicate în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 924/23.12.2003
10. NSR-04 Norme privind radioprotecția persoanelor în cazul expunerilor medicale la radiații ionizante aprobate prin Ordinul Ministrului Sănătății și Familiei nr. 285/19.04.2002, Ordinul Președintelui CNCAN nr. 79/04.03.2002 și publicate în Monitorul Oficial al României Partea I, nr. 446bis/25.06.2002.

8.2	Seminar / Laborator	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Introducere: surse de radiații și radioprotecție	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10] -online
2.	Acceleratoare liniare de particule	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
3.	Acceleratoare circulare	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
4.	Interaciunea radiațiilor cu substanța, atenuarea radiațiilor	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
5.	Mărimi și unități fizice de radioprotecție	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
6.	Principiile de funcționare ale dozimetrelor și debitmetrelor	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
7.	Absorbția radiațiilor ionizante	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
8.	Expunerea la surse de radiații	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
9.	Ecranarea surselor de radiații	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
10.	Calculul ecranelor de radioprotecție pentru radiațiile primare	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
11.	Calculul ecranelor de radioprotecție pentru radiațiile secundare	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
12.	Optimizarea pentru expunerile medicale în radiologie	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
13.	Materiale utilizate pentru radioprotecție	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]
14.	Colocviu de laborator	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2h [1-10]

**Bibliografie**

11. Oncescu M.: Conceptele radioprotecției, Ed. Horia Hulubei, București, Măgurele, 1996
12. Borcia C.: Surse de radiații și radioprotecția, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2005
13. Mihăilescu C: Curs dozimetrie, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2003
14. Ion Chiosila: Radiațiile și viața, București, 1998
15. S. Mănescu: Tratat de igienă, vol II, Ed. Medicală, 1985
16. Ord. 14/24.01.2000 privind aprobarea Normelor fundamentale de securitate radiologică publicat în MO 404/29.08.2000
17. Directiva 2013/59/EURATOM a Consiliului din 5.12.2013
18. NSR-01 Norme fundamentale de securitate radiologică aprobate prin Ord. Preș. CNCAN 14/24.01.2000 și publicate în MO Partea I nr. 404bis/29.08.2000
19. NSR-11 Normele de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională aprobate prin ordinul CNCAN nr. 173/16.10.2003 și publicate în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 924/23.12.2003
20. NSR-04 Norme privind radioprotecția persoanelor în cazul expunerilor medicale la radiații ionizante aprobate prin Ordinul Ministrului Sănătății și Familiei nr. 285/19.04.2002, Ordinul Președintelui CNCAN nr. 79/04.03.2002 și publicate în Monitorul Oficial al României Partea I, nr. 446bis/25.06.2002.

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Evoluția tehnicilor de diagnostic și tratament ce implică surse de radiații ionizante au impus și o serie de reglementări privind radioprotecția ceea ce necesită o înțelegere aprofundată a conceptelor legate de aplicațiile radiațiilor în diagnostic și tratament.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere în nota finală (%)
10.4 Curs	Corectitudinea tratării subiectelor de teorie și a aplicațiilor	Examen	50%
10.5 Seminar/ Laborator	Înțelegerea corectă și completă a aplicațiilor propuse pentru temele de seminar/laborator	verificare pe parcurs	50%
10.6 Standard minim de performanță			
Cunoștințe minime privind înțelegerea conceptelor, teoriilor și metodelor de bază ale domeniului și ariei de specializare precum și utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională			

Data completării
26.09.2022

Titular de curs
Conf. Dr. Habil. Lavinia-Petronela
Curecheriu

Titular de seminar
Conf. Dr. Habil. Lavinia-Petronela
Curecheriu

Lect. Dr. Cătălin Agheorghiesei

Lect. Dr. Cătălin Agheorghiesei

Data avizării în departament



Director de departament
Conf. univ. dr. Iordana ASTEFANOAEI



FIȘA DISCIPLINEI

2022/2023

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași
1.2 Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3 Departamentul	Departamentul de Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică medicală aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Metode de simulare numerică în fizică medicală						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf dr Cătălin BORCIA, Lect dr Radu TANASĂ						
2.3 Titularul activităților de seminar	Conf dr Cătălin BORCIA, Lect dr Radu TANASĂ						
2.4 An de studiu	1	2.5 Semestru	1	2.6 Tip de evaluare	EVP	2.7 Regimul disciplinei*	OB

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studii după manual, suport de curs, bibliografie și altele					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutoriat					20
Examinări					9
Alte activități					0
3.7 Total ore studiu individual					119
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Număr de credite					7

4. Precondiții (dacă este cazul)

4.1 De curriculum	-
4.2 De competențe	Competențe la nivel elementar în utilizarea calculatorului.

5. Condiții (dacă este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	Sală cu acces la internet, videoproiector și tablă
5.2 De desfășurare a seminarului/ laboratorului	Studentii vor avea acces individual la computere conectate la internet

**6. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	C1 Identificarea și utilizarea corectă a legilor, principiilor, noțiunilor și metodelor fizice legate de interacțiunea radiațiilor ionizante în diverse circumstanțe. C2 Aplicarea corectă a metodelor de analiză și a criteriilor de selecție pentru soluțiile care vizează un anumit scop în situații practice C3 Planificarea strategiilor de analiză folosind metodele disponibile. C4 Stăpânirea metodelor și tehnicilor de cercetare, specifice specializării Fizică medicală aplicată. C5 Analiza și comunicarea informațiilor din fizică având caracter didactic, științific și de popularizare.
Competențe transversale	CT1 Desfășurarea, sub asistență calificată, a sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil, respectând regulile specifice domeniului. CT2 Competențe în limba română și engleză de comunicare în ceea ce privește rezultatele științifice, abilitatea de a realiza o prezentare științifică referitoare la metodele Monte Carlo aplicate în fizica medicală. CT3 Competența de a coopera și de a lucra în echipă. CT4 Utilizarea software-ului pentru analiza și procesarea datelor experimentale și pentru efectuarea experimentelor virtuale. CT5 Competența de a realiza un proiect personal de cercetare bibliografică sau științifică. CT6 Atitudine deschisă și pozitivă pentru rezolvarea problemelor și asumarea principiilor și valorilor deontologice profesionale.

7. Obiectivele disciplinei (din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general	1. Identificarea și utilizarea corectă a metodelor și a algoritmilor necesari simulării și modelării fenomenelor ce au loc în urma interacțiunii radiațiilor ionizante cu substanța aplicabile domeniului fizică medicală și capacitatea de a aplica aceste cunoștințe în practică. 2. Abilitatea de a lucra în echipă pentru rezolvarea problemelor experimentale și tehnologice, demonstrând determinare și perseverență în realizarea sarcinilor și îndeplinirea responsabilităților. 3. Interpretarea rezultatelor simulării numerice și comunicarea acestora într-o formă coerentă și accesibilă. 4. Identificarea și utilizarea resurselor bibliografice pentru învățarea, formarea și dezvoltarea continuă
7.2 Obiectivele specifice	După finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să: ▪ Simuleze transportul radiației într-o geometrie experimentală de măsurare, utilizând metodele Monte Carlo pentru a calcula distribuția energiei transmise sau alți parametri relevanți; ▪ Înțeleagă ipotezele și aproximațiile care stau la baza programelor ce implementează metode Monte Carlo și care afectează astfel acuratețea rezultatelor calculate; ▪ Identifice și să discute aspectele privind utilitatea și relevanța programelor implementate și gradul de aplicabilitate; ▪ Analizeze comparativ proprietățile materialelor în diverse situații practice, căutarea eventualelor aplicații.

8. Conținut

8.1	Curs	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1	Prezentare generală a metodelor de simulare numerică în fizica medicală.	Prelegere. Descriere. Problematică	2h [1,2,3,5]
2	Elemente de bază ale mediului de simulare FLAIR.	Prelegere. Descriere. Problematică	2h [1,4,5]
3	Introducere în metoda Monte Carlo. Scurt istoric. Aplicații și avantaje ale metodei Monte Carlo.	Prelegere. Studiu de caz. Descriere. Problematică	1h [1,2,3,5]



4	Numere aleatoare. Generarea numerelor pseudo-aleatoare uniform distribuite. Testarea numerelor aleatoare. Evaluare impreciziei în simulările Monte Carlo.	Prelegere. Studiu de caz. Descriere. Problematizare	3h [1,2,3,5]
5	Generarea numerelor aleatoare după o distribuție dată. Esantionarea prin eliminare și prin utilizarea distribuțiilor inversabile. Distribuții Gauss, exponențiale. Alte distribuții.	Prelegere. Studiu de caz. Descriere. Problematizare	2h [1,2,3,5]
6	Evaluarea integralelor cu ajutorul metodei Monte Carlo.	Dezbateri. Prelegere. Problematizare	2h [1,2,3,5]
7-8	Tehnici de eficientizare a simulărilor numerice de tip Monte Carlo (reducerea varianței, condensarea istoriei particulelor).	Prelegere. Exemplificare. Problematizare	4h [1,2,3,5]
9-10	Mediul de simulare FLAIR / FLUKA – nivel intermediar.	Prelegere. Exemplificare. Problematizare	4h [1,2,3,5]
11	Modelarea geometriei pentru simularea fenomenelor de transport.	Prelegere. Exemplificare. Problematizare	2h [1, 6]
12	Metode de definire a materialelor pentru simularea interacțiunilor	Prelegere. Exemplificare. Problematizare	2h [6]
13-14	Simularea Monte-Carlo în aplicații medicale.	Online. Prelegere. Exemplificare. Problematizare	4h [1, 6]

Bibliografie**Referințe principale:**

- [1] A. Bielajev – „Fundamentals of the Monte Carlo method for neutral and charged particle transport”, Univ. of Michigan, 2001.
- [2] G.S.Fishman, Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications, Springer Verlag, New York. (1995)
- “Monte Carlo Methods in Statistical Physics”, ed. K. Binder, Springer- Verlag 1979
- [3] K. Binder. and D.W. Heermann, Monte Carlo Simulation in Statistical Physics. An Introduction (4th edition). Springer. (2002)
- [4] <https://flair.web.cern.ch>
- [5] <http://stoner.phys.uaic.ro/moodle>
- [6] A. Fasso, A. Ferrari, J. Ranft, Fluka manual, @ <http://www.fluka.org/fluka.php?id=manuals>

8.2	Seminar / Laborator	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1-2	Simularea iradierii cu protoni a unei ținte de plumb utilizând FLAIR / FLUKA. Principalele etape ale unei simulări Monte Carlo.	discuție, explicare	4h [2,3]
3-4	Probabilități. Algoritmi pentru generarea numerelor pseudo-aleatoare uniform distribuite. Metode pentru testarea generatoarelor de numere aleatoare.	discuție, explicare	4h [1,4]
5	Generarea distribuțiilor Gauss și exponențiale. Evaluarea parametrilor statistici caracteristici. Metoda Monte Carlo pentru rezolvarea integralelor.	discuție, explicare	2h [1,4]



6	Generare și vizualizare fascicul de particule.	discuție, explicare	2h [1,4]
7	Interacțiunea unor fascicule de particule cu ținte realizate din materiale compozite	discuție, explicare	2h [2,3,4]
8	Reducerea varianței în simulările Monte Carlo. Efectul definirii regiunilor cu ponderi diferite	discuție, explicare	2h [2,3,4]
9	Efectul câmpului magnetic asupra unui fascicul de particule încărcate electric	discuție, explicare	2h [2,3,4]
10	Proiectarea numerică a unei proceduri de radio-terapie	discuție, explicare	2h [2,3,4]
11	Metode de definire a geometriei de iradiere utilizând interfața Flair pentru Fluka	discuție, explicare	2h [2, 3]
12	Metode de utilizare și/sau definire a materialelor utilizând interfața Flair pentru Fluka	discuție, explicare	2h [2, 3]
13	Exemple de aplicații medicale utilizând Fluka	discuție, explicare	4h [2,3]

Bibliografie

- [1] A. Bielajev – „Fundamentals of the Monte Carlo method for neutral and charged particle transport”, Univ. of Michigan, 2001.
[2] FLUKA: a multi-particle transport code, CERN 2005-10 (2005), INFN/TC_05/11, SLAC-R-773". doi:10.5170/CERN-2005-010
[3] A. Fasso, A. Ferrari, J. Ranft, Fluka manual, @ <http://www.fluka.org/fluka.php?id=manuals>
[4] <http://stoner.phys.uaic.ro/moodle>

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Obiectivele și conținuturile au fost selectate în conformitate cu așteptările principalilor angajatori (spitale, clinici medicale, institute de cercetare, universități, IMM-uri) în scopul favorizării inserției profesionale. Disciplina își propune să ofere abilități informatice viitorilor fizicieni medicali sau fizicieni în domeniul fizicii radiațiilor.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere în nota finală (%)
10.4 Curs	Prezență și implicare, feedback constructiv	Test din materia predată	50%
10.5 Seminar/ Laborator	Implicare, pregătirea activităților, calitatea contribuțiilor, activitățile în grup, colaborarea în grupul de lucru	Teste practice. Proiect personal.	50%

**10.6 Standard minim de performanță**

Identificarea și utilizarea noțiunilor IT de bază, compararea datelor modelelor numerice cu datele experimentale, proiectarea unui algoritm pentru o aplicație software complexă
Realizarea de grafice și rapoarte pentru a explica rezultatele obținute, evaluând gradul de încredere în rezultate.
Studentii vor fi capabili să realizeze cel puțin un mini-proiect individual de cercetare bibliografică sau științifică și să-l prezinte colegilor într-un mod coerent.

Data completării
26.09.2022

Titular de curs
Conf dr Cătălin BORCIA
Lect dr Radu TANASĂ

Titular de seminar
Conf dr Cătălin BORCIA
Lect dr Radu TANASĂ

Data avizării în departament

Director de departament
Conf.dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

**FIȘA DISCIPLINEI
2022-2023****1. Date despre program**

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași
1.2 Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3 Departamentul	Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică medicală aplicată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Tehnici neinvazive de diagnostic și tratament						
2.2 Titularul activităților de curs	Lector dr. Cătălin Agheorghiesei Lector dr. Radu-Paul Apetrei						
2.3 Titularul activităților de seminar	Lector dr. Cătălin Agheorghiesei Lector dr. Radu-Paul Apetrei						
2.4 An de studiu	I	2.5 Semestru	1	2.6 Tip de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei*	OP

* OB – Obligatoriu / OP – Opțional

3. Timpul total estimat (ore pe semestru și activități didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și altele					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutoriat					20
Examinări					9
Alte activități Proiect individual					
3.7 Total ore studiu individual					119
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Număr de credite					7

4. Precondiții (dacă este cazul)

4.1 De curriculum	Optica, Fizica atomului și moleculei, Mecanica cuantică, Oscilații și unde.
4.2 De competențe	- noțiuni privind utilizarea instrumentelor de laborator și cercetare

5. Condiții (dacă este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	Sală dotată cu ecran, proiector, calculator
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	Laborator dotat cu echipamente științifice și consumabile: laseri, sisteme de măsură și control pentru laseri; Laborator de Fizica Ultrasunetelor / Laborator mecanică

6. Competențe specifice acumulate



Competențe profesionale	- identificarea și utilizarea adecvată a legilor, principiilor, noțiunilor și metodelor fizice în diverse contexte, cu accent pe utilizarea radiațiilor ionizante în scop de diagnostic și tratament; - analiza și comunicarea informațiilor cu caracter educațional, științific și de popularizare din domeniul Fizicii Medicale și Optică și optometrie ; - stăpânirea metodelor și tehnicilor de utilizare a echipamentelor și dispozitivelor medicale sau dispozitivelor de control specifice specializării Fizică Medicală și Optică și Optometrie, cât și a celor de cercetare științifică; - utilizarea unor baze de date, aplicații on-line, instrumente informatice și pachete software pentru simulare numerică în fizică medicală, stabilirea de planurilor de tratament, statistică medicală, analiza și prelucrarea datelor experimentale, comisionarea dispozitivelor medicale, monitorizare în funcționare și asigurarea calității.
Competențe transversale	- abilități de a acționa cu autonomie, responsabilitate și etică profesională pentru realizarea în siguranță a sarcinilor profesionale cu respectarea legislației, deontologiei specifice și cu respect față de mediul înconjurător. - abilități de a interacționa cu alte persoane într-o manieră constructivă și de a lucra într-o echipă multidisciplinară, cu respect pentru diversitate, de a prelua diverse roluri în cadrul echipei pentru gestionarea eficientă a timpului, resurselor umane, materiale și financiare. - autocontrolul procesului de învățare, diversificarea formelor și stilurilor de învățare, diagnoza nevoilor de formare, analiza reflexivă a propriei activități profesionale și proiectarea prospectivă a unor ținte profesionale. - înțelegerea și capacitatea de aplicare a principiilor și valorilor eticii profesionale și ale cercetării științifice.

7. Obiectivele disciplinei(din grila competențelor specifice acumulate)

7.1Obiectivul general	- Înțelegerea principiilor de funcționare ale laserilor și configurația diferitelor tipuri de laseri - Însușirea de cunoștințe privind interacțiunea laserilor cu materia vie cu aplicații în medicină și biologie - Prezentarea de laseri și instalații cu laseri legate de aplicațiile medicale și de cercetare - Înțelegerea elementelor generale și specifice privind producerea și utilizarea ultrasunetelor în practica medicală (diagnostic și tratament) - Prezentarea de ecografe utilizate în aplicațiile medicale.
7.2Obiectivele specifice	La finalizarea cu succes a acestei discipline, studenții vor fi capabili să: ▪ Explice principiile de funcționare ale laserilor ▪ Descrie efectele radiației laser asupra tesuturilor biologice ▪ Analizeze propagarea radiației laser prin tesuturi, aplicațiile laserilor în medicina și biologie ▪ Explice fenomenele care stau la baza producerii undelor ultrasonore ▪ Descrie instrumentele de măsură și analiza folosite în producerea și detectia ultrasunetelor, cu aplicații în medicina și biologie

**8. Conținut**

8.1	Curs	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Lasere și aplicații în medicină, optică și optometrie – Introducere în tematică	Prelegerea, expunerea, observația, explicația, demonstrația și dialog permanent cu studentul	2 ore ([1])
2.	Absorbția, emisia spontană și emisia stimulată. Inversia de populație.		2 ore ([2,3,5,6])
3.	Rezonatori și condiția de stabilitate. Proprietățile radiației laser. Moduri ale cavităților laser		2 ore ([4, 6, 7])
4.	Optica țesuturilor. Propagarea luminii prin țesuturi. Interacțiuni laser-țesut Aplicații medicale		2 ore ([1])
5.	Efecte fotochimice și fotomecanice		2 ore ([1])
6.	Efecte fototermice		2 ore ([1])
7.	Ablația laser – Mecanisme și aplicații.		2 ore ([1])
8.	Elemente de vibrații, acustică și ultraacustică. Noțiuni generale privind ultrasunetele. Propagarea ultrasunetelor în diferite medii.		2 ore ([8,9,10,11])
9.	Producerea și utilizarea ultrasunetelor în medicină.		2 ore ([9,10,12,13])
10.	Efectele ultrasunetelor asupra țesuturilor: cavitația, efecte mecanice, calorice, chimice, biologice.		2 ore ([10,12])
11.	Ultrasunetele în diagnostic: neurologie, medicina internă, oftalmologie, cardiologie etc.		2 ore ([10,11,13,14])
12.	Ecografia clasică. Aplicații ale ecografiei pentru diagnostic: cardiologie, urologie, obstetrică, bolile ochiului etc.		2 ore ([13, 14])
13.	Ecografia Doppler. Aplicații clinice.		2 ore ([10,11,13,14])
14.	Tratamente cu ultrasunete.		2 ore ([10, 14])

Bibliografie

- Referințe:** 1. Dan C. Dumitraș, *Biofotonica. Bazele fizice ale aplicațiilor laserilor în medicina și biologie*, Ed. All Educational, București, 1999 ;
2. Wolfgang Demtroeder, *Laser Spectroscopy – Basic Concepts and Instrumentation*, Springer – Verlag Berlin Heidelberg
3. Gh.N.Singurel, *Fizica laserilor*, Ed. Univ. „Al.I.Cuza” – Iași, 2001;
4. B.E.A. Saleh and M.C.Teich, *Fundamental of Photonics*, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007;
5. Mitachi Strat și Georgeta Strat, „Spectroscopie și laseri”, Ed. Univ. „Al.I.Cuza” – Iași, 2001
6. Dan C. Dumitraș, *Tehnici laser și aplicații*, Ed. Univ. Buc., 2006
7. M.G.Delibas, *Curs de Optică*, Ed. Univ. „Al.I.Cuza”, Iași, 2001
8. A. Hristev, *Mecanica și acustica*, Editura didactică și pedagogică, 1982
9. G.Amza, D.Barb, Florica Constantinescu, *Sisteme ultraacustice*, Ed. Tehnica, 1988
10. I. Diaconu, Dana Ortansa Dorohoi; *Ultrasunete. Aplicații în medicina*; Ed. Tehnopress, Iași, 2005



11. M. Toma, Dana Ortansa Dorohoi, Ioana Rusu, M. Burlea, Elena Maxim, Denise Urzica, Tehnici biofizice pentru diagnostic si tratament, Ed.Univ.”Al.I.Cuza” Iasi, 2003;
 12. C. Tudose, Ultrasunetele, Ed. Stiintifica, Bucuresti, 1977
 13. J.D. Wicks, Kathleen S. Howe, Fundamentals of Ultrasonographic Technique, Y.B.Medical Publishers, 1983
 14. T. Pop, Ecografia clinica, Ed. Medicala, Bucuresti, 1998

8.2	Seminar / Laborator	Metode de predare	Observații (ore și referințe bibliografice)
1.	Istoric. Tipuri de laser si domeniul de emisie	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2 ore ([1])
2.	Scheme de principiu laser (cu 2, 3 si 4 nivele) si regimuri de funcționare laser	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2 ore ([1, 2])
3.	Mecanisme de excitație a laserilor	Expunerea, explicația, demonstrația, dialog,	2 ore ([1, 3])
4.	Laserul cu He-Ne. Funcționarea pe mai multe lungimi de unda. Aplicațiile laserului cu He-Ne in medicina si biologie	Prezentarea unor dispozitive laser pentru tratamentul medical si al altor aplicații, expunerea, explicația, dialog	2 ore ([1,3, 5])
5.	Laserul cu Nd:YAG. Aplicații: ablație laser	Prezentarea unor dispozitive laser pentru tratamentul medical si al altor aplicații	2 ore ([1, 2, 5])
6.	Diode laser. Principii de funcționare si aplicații (prezentare teoretica si practica). Aplicații in medicina si biologie	Prezentarea unor dispozitive laser pentru tratamentul medical si al altor aplicații	2 ore ([1, 2, 5])
7.	Tehnici de diagnostic și tratament folosind diverse tipuri de laseri	Prezentarea unor dispozitive laser pentru tratamentul medical si al altor aplicații	2 ore ([4])
8.	Noțiuni de vibrații, oscilații si unde. Determinarea constantelor elastice ale unor materiale folosind metode dinamice	Expunerea, explicația, demonstrația, dialogul, activitate practică	2 ore ([10, 11])
9.	Constantele caracteristice ale unor materiale piezoelectrice / magnetostrictive utilizate pentru producerea undelor ultrasonore.		2 ore ([10, 11])
10.	Determinarea vitezei de propagare a undelor ultrasonore in diferite medii.		2 ore ([7, 10, 11])
11.	Determinarea lungimii de unda a undelor ultrasonore in diferite medii		2 ore ([7, 10])
12.	Studiul campului ultrasonor.		2 ore ([10])
13.	Studiul unui ecograf.		2 ore ([7, 8, 9, 10])
14.	Ecografia Doppler. Aplicații in medicina.		2 ore ([10])

**Bibliografie:**

1. Dan C. Dumitraș, *Tehnici laser și aplicații*, Ed. Univ. Buc., 2006 ;
2. L.V.Tarasov, *Laserii. Realitate și speranță*, Ed. Tehnica, 1990 ;
3. Dan C. Dumitraș, *Laseri cu gaz*, Ed. Acad. RSR., București 1982
4. Dan C. Dumitraș, *Biofotonica. Bazele fizice ale aplicațiilor laserilor în medicina și biologie*, Ed. All Educational, București, 1999 ;
5. B.E.A. Saleh and M.C.Teich, *Fundamental of Photonics*, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007;
6. Surse informaționale și resurse de comunicare și formare profesională asistată (portaluri, Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line etc.) atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională
7. I. Diaconu, Dana Ortansa Dorohoi; *Ultrasunete. Aplicații în medicina*; Ed. Tehnopress, Iași, 2005;
8. M. Toma, Dana Ortansa Dorohoi, Ioana Rusu, M. Burlea, Elena Maxim, Denise Urzica, *Tehnici biofizice pentru diagnostic și tratament*, Ed.Univ."Al.I.Cuza" Iași, 2003;
9. J.D. Wicks, Kathleen S. Howe, *Fundamentals of Ultrasonographic Technique*, Y.B.Medical Publishers, 1983;
10. V. Anița, R. Apetrei, *Elemente de ultraacustică. Aplicații în medicină și biologie*, în curs de editare, 2022;
11. G.Amza, D.Barb, Florica Constantinescu, *Sisteme ultraacustice*, Ed. Tehnica, 1988.

9. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Evoluția aplicării laserilor în medicină și biologie face extrem de interesant domeniul pentru fizicienii medicali și impune o înțelegere aprofundată a conceptelor legate de fizica laserilor și a aplicațiilor acestora în medicină și biologie.

Subiectele cursurilor și lucrărilor de laborator au fost alese în așa fel încât să informeze studenții despre tehnicile și metodele folosite în producerea și utilizarea undelor ultrasonore în medicina și tehnica.

Cunostintele acumulate și deprinderile formate le vor fi utile pentru a convinge angajatorii și totodată de a fi capabili să dezvolte echipamente și cercetări noi în acest domeniu aflat într-o dezvoltare continuă.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere în nota finală (%)
10.4 Curs	Corectitudinea tratării subiectelor de teorie și a aplicațiilor	Examen	50%
10.5 Seminar/Laborator	Înțelegerea corectă a aplicațiilor laserilor și a undelor ultrasonore în medicina și efectuarea unei prezentări pe o temă dată.	Verificare pe parcurs	50%
10.6 Standard minim de performanță			
Cunostinte minime privind înțelegerea conceptelor, teoriilor și metodelor de bază ale domeniului și ale ariei de specializare precum și utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională; Utilizarea cunostintelor de bază pentru elaborarea unei prezentări pe baza unei teme date legate de aplicațiile laserilor și a undelor ultrasonore în medicina și biologie.			

Data completării:
22.09.2022

Titular de curs,
Lect. Dr. Cătălin Agheorghiesei

Titular de seminar,
Lect.dr. Cătălin Agheorghiesei

Lect. Dr. Radu-Paul Apetrei

Lect. Dr. Radu-Paul Apetrei

Data avizării în departament

Director de departament
Conf.dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI