

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Fizică
1.3 Departamentul	Fizică Biomoleculară
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studiu	Fizică

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Particule elementare						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof.univ.dr. Grigore Damian						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. univ. dr. Grigore Damian						
2.4 Titularul activităților de laborator	Prof. univ. dr. Grigore Damian						
2.5 Anul de studiu	III	2.6 Semestrul	VI	2.7 Tipul de evaluare	Colocviu	2.8 Regimul disciplinei	de pregătire în domeniul licenței

### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care:					
3.2 curs	2	3.3 seminar	1	3.4 laborator	1		
3.5 Total ore din planul de învățământ	56	Din care:					
3.6 curs	28	3.7seminar	14	3.8 laborator	14		
Distribuția fondului de timp:							ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe							50
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren							45
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri							40
Tutoriat							3
Examinări							2
Alte activități:							-
3.9 Total ore studiu individual	140						
3.10 Total ore pe semestru	196						
3.11 Numărul de credite	5						

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Fizica nucleară, mecanică cuantică
4.2 de competențe	Teoria relativității, Elemente de teoria grupurilor

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	Amfiteatru dotat cu tablă, calculator, videoproiector și software adecvat – Power Point
5.2 De desfășurare a seminarului	Sală de seminar dotată cu tablă
5.3 De desfășurare a laboratorului	Laborator de fizica nucleului, dotat cu calculatoare și software specific

simulărilor din fizica particulelor elementare ( programul *JaxoDraw* în analiza diagramelor Feynmann)

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1. Cunoașterea și asimilarea noțiunilor fundamentale și a legilor specifice din fizica particulelor elementare</p> <p>C2. Utilizarea pachetelor software pentru analiza diagramelor de interacțiuni nucleare (diagrame Feynmann)</p>
Competențe transversale	<p>CT1. Aplicarea regulilor de munca riguroasă și eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, pentru valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în situații specifice, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională.</p> <p>CT2. Desfășurarea eficientă și eficientă a activităților organizate în echipă.</p>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Înșușirea noțiunilor, principiilor și fenomenelor fundamentale ale fizicii particulelor elementare.
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dezvoltarea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor din fizica particulelor elementare și evaluare practică a mărimilor caracteristice acestora, pe baza spectrelor și spectrogramelor.</li> <li>Consolidarea și dezvoltarea deprinderilor de utilizare și aplicare a cunoștințelor teoretice dobândite la curs</li> <li>Utilizarea programelor de calcul al interacțiunilor nucleare la energii relativiste</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<b>1. Istoric și noțiuni generale asupra particulelor elementare</b>	Prelegere	2 ore
<b>2. Sistemul de unități naturale utilizat în fizica particulelor elementare:</b> Definiție. Relații între mărimi. Corespondența cu sistemul internațional.	Prelegerea participativă, dezbateră, dialogul, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>3. Formalismul relativist cuadridimensional:</b> Noțiuni asupra metricii spațiului cuadridimensional. Conservarea impulsului și energiei în spațiul cuadridimensional	Prelegerea participativă, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore

<b>4. Noțiuni de mecanică cuantică relativistă:</b> Ecuția Schrodinger relativistă. Ecuția Klein-Gordon. Ecuția Dirac.	Prelegerea, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>5. Tipuri de interacțiuni:</b> Clasificarea interacțiunilor. Interacțiunea gravitațională (gravitonul). Interacțiunea electromagnetică (fotonul). Interacțiunea slabă (bosonii $W^\pm, Z^0$ ). Interacțiunea tare (gluonii și quarcii).	Prelegerea, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>6. Clasificarea particulelor elementare după momentul cinetic de spin.</b>	Prelegerea, expunerea	2 ore
<b>7. Fermionii</b> <i>Leptonii și antileptonii.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leptonii încărcați  Electronul <math>e^-</math> și pozitronul <math>e^+</math>  Mezonii <math>\mu</math> (miuonii).  Leptonul <math>\tau</math> (tauonul).</li> <li>• Leptonii neutri (neutrino <math>\nu</math>).</li> </ul> <i>Quarcii și antiquarcii.</i> Definire, clasificare și caracteristici. Noțiuni de cromodinamică cuantică.	Prelegerea participativă, expunerea, demonstrația, exemplificare video	2 ore
<b>8. Bosonii.</b> Definire, clasificare și caracteristici generale. Fotonul. Bosonii $W^\pm, Z^0$ . Gluonul (g). Bosonul Higgs (H). Gravitonul (G)	Prelegerea participativă, expunerea, demonstrația, exemplificare video	2 ore
<b>9. Particule compozite.</b> Hadronii. Barionii. Mezonii.	Prelegerea participativă, dezbateră, dialogul, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>10. Reprezentări în interacțiunile particulelor elementare. Diagramele Feynman.</b> Interacțiunea tare. Interacțiunea electromagnetică. Interacțiunea slabă.	Prelegerea participativă, dezbateră, dialogul, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>11. Numere cuantice specifice particulelor elementare (numere cuantice de aromă- “flavours”).</b> Numărul leptonic (L). Numărul barionic (B). Stranietatea (S). Farmecul (charm C). Numărul cuantic bottomness ( $B'$ ). Numărul cuantic topness (T). Sarcina electrică (Q). Spinul (s). Izospinul ( $I_Z$ ). Izospinul slab (weak- $I_3$ ). <i>Combinatii ale numerelor cuantice.</i> Hipsarcina (Y). Hipsarcina slabă ( $Y_w$ )	Prelegerea participativă, dezbateră, dialogul, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore

<b>12. Reprezentări ale particulelor elementare cu ajutorul grupului de simetrie SU(n) în modelul quark.</b> Simetria particulelor elementare. Grupuri unitare (SU); SU(1), SU(2), SU(3). Reprezentări în teoria unificată a particulelor elementare.	Prelegerea participativă, dezbateră, dialogul, expunerea, demonstrația, exemplificarea	2 ore
<b>13. Acceleratorii de particule.</b> Acceleratori în cascadă (Crockraft-Walton). Acceleratori electrostatici. Acceleratoare circulare; ciclotronul, betatronul. Acceleratori cu fascicule încrucișate și inele de stocare; colideri și supercolideri. Acceleratorul supercollider CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire=European Organization for Nuclear Research).	Prelegerea participativă, expunerea, demonstrația, exemplificare video	2 ore
<b>14. Notiuni privind detecția particulelor elementare.</b> Detectori cu gaz. Detectori cu lichide. Detectori solizi. Detectori Cerenkov	Prelegerea participativă, expunerea, demonstrația, exemplificare video	2 ore

#### Bibliografie

- LAZANU, Ionel. MIHUL, Alexandru. *Particule elementare : legi de invarianta, simetrii discete si continue, model cuarc, sistematica hadronilor, aplicatii*, Ed. Universitatii Bucuresti 2001
- EMMERSON John McLaren, *Symmetry principles in particle physics*, Oxford, Clarendon Press, 1972
- FRITZSCH, Harald, *Quarks*, Hardcover , 1983
- BILENKY S.M., *Introduction to Feynman diagrams and electroweak interactions physics*, Ed. Frontieres, 1994
- DAMIAN, Grigore *Surse de Radiații Nucleare*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2005
- LAZANU, Ionel, *Particule elementare - Probleme rezolvate*, Ed. Universității București, 2002
- Fizică nucleară; Culegere de probleme*, eds. R. Ion-Mihai, O.G.Duliu, M.Penescu, Ed. ALL, București, 1996
- BESLIU, Tatiana, MIHUL, Alexandru *Probleme de fizica particulelor elementare la energii înalte*, Ed. Tehnica, București, 1971
- DAMIAN, Grigore, *Reacții nucleare. Aplicații analitice*, Editura Universitatii "Babes-Bolyai" Cluj-Napoca, 2003
- <http://www-physics.ucsd.edu/students/courses/fall2007/physics214/>
- [http://www.helsinki.fi/~www\\_sefo/johdatus/](http://www.helsinki.fi/~www_sefo/johdatus/)
- <http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2002/feynman/index.html>
- <http://hep.physics.utoronto.ca/~orr/wwwroot/phy357/PHY357S.htm>
- I.E.Teodorescu, *Acceleratori de particule*, ed. Tehnică, București, 1967

8.2 Seminar	Metode de predare	Observații
1. Sistemului de unități naturale. Corespondența cu sistemul internațional.	Exercitiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
2. Metrica în spațiul cuadridimensional. Legi de conservare	Exercitiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
3. Ecuația Schrodinger relativista	Exercitiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
4. Reprezentări în teoria unificată a particulelor elementare. Modelul standard.	Exercitiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
5. Diagramele Feynman	Exercitiul,	2 ore

	demonstrația, exemplificarea	
6. Reprezentări ale particulelor elementare cu ajutorul grupului de simetrie SU(n)	Exercițiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
7. Determinarea maselor particulelor compozite în modelul standard	Exercițiul, demonstrația, exemplificarea	2 ore
Bibliografie		
1. LAZANU, Ionel, <i>Particule elementare - Probleme rezolvate</i> , Ed. Universității București, 2002		
2. BESLIU, Tatiana, MIHUL, Alexandru <i>Probleme de fizica particulelor elementare la energii înalte</i> , Ed. Tehnica, București, 1971		
8.3 Laborator	Metode de predare	Observații
1. Determinarea impulsului și energiei particulelor încărcate cu ajutorul urmelor de pe plăcile fotografice	experiment	2 ore
2. Studiul împrăștierii elastice a neutronilor pe protoni	Experiment, determinare teoretică	2 ore
3. Utilizarea programului <i>JaxoDraw</i> în analiza diagramelor Feynmann	Utilizarea programelor adecvate, lucru pe calculator	2 ore
4. Studiul fluctuațiilor statistice în interacțiunile la energii înalte	Determinari teoretice	2 ore
5. Fenomenologia modelului standard al particulelor elementare. Analiza și prezentarea unor rezultate experimentale standard.	Analiza rezultatelor experimentale din literatura de specialitate	2 ore
6. Studiul și documentare asupra caracteristicilor și funcționalității detectorilor de particule elementare.	Studiu documentar, Experiment,	2 ore
7. Sisteme de detecție folosite la CERN	Studiul documentar al experimentelor din literatura de specialitate	2 ore
Bibliografie		
1. LAZANU, Ionel. MIHUL, Alexandru. <i>Particule elementare : legi de invarianta, simetrii discete si continue, model cuarc, sistematica hadronilor, aplicatii</i> , Ed.Universitatii Bucuresti 2001		
2. MUHIN, K.N. <i>Fizică nucleară experimentală, vol.II. Fizica particulelor elementare</i> , Ed.Tehnică, București, 1982		
3. COZAR, Onuc, <i>Detectori de radiații. Spectroscopie gama</i> , Ed.Presa Universitară Clujeană, 2007		

### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se face în alte centre universitare din țară și din străinătate. Cerințele actuale ale din învățământul preuniversitar și al institutelor de fizica nucleului în contextul colaborării României cu CERN (Conseil européen pour la recherche nucléaire- Organizația Europeană pentru Cercetare Nucleară) necesită specialiști cu cunoștințe de bază în fizica interacțiunilor la energii relativiste. Cursul de Fizica particulelor elementare, constituie un element fundamental în pregătirea tinerilor pentru colaborări internaționale și a viitorilor profesori în predarea unor cunoștințe avansate la nivel preuniversitar.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	• corectitudinea, calitatea și	Evaluare finală în	50%

	modalitatea de prezentare a cunoștințelor asimilate la curs • gradul de asimilare a limbajului de specialitate • înțelegerea importanței disciplinei studiate și a legăturii cu celelalte discipline fundamentale	sesiunea de examene.	
10.5 Seminar	• capacitatea de asimilare a informațiilor de la curs și soluționare a problemelor • criterii ce vizează aspectele atitudinale: seriozitatea, interesul pentru studiul individual.	Participare activă la seminarii.	10%
	Teste periodice și evaluate de teme și proiecte	Lucrări scrise curente: teme, proiecte.	20%
10.6 Laborator	Efectuarea lucrărilor de laborator		10%
	Redactarea rezultatelor obținute, prezentarea și susținerea referatului de laborator		10%
10.7 Standard minim de performanță			
• însușirea corectă a noțiunilor teoretice și experimentale de bază din fizica particulelor elementare și aplicarea acestora în rezolvarea unor aplicații simple.			

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

Semnătura titularului de laborator

Data completării  
20.09.2017

Data avizării în departament  
20.02.2018

Semnătura directorului de departament