

FIZICA CORPULUI SOLID
1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronică și Inginerie Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	0714.5 Microelectronică și nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență);	3	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	6

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care					
	Ore auditoriale			Lucrul individual		
	Curs	Laborator	Seminar	Practică	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
180	45	30	15	30	30	30

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Fizica, Matematica superioară, Materiale și componente în electronică
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască conceptele de bază ale fizicii și matematicii superioare. Obținerea competențelor: noțiuni de structură cristalină; baza cristalografiei structurale; rețele cristaline; principiile de analiză structurală; determinarea numărului de stări în zona energetică și a funcției statistice de distribuție pentru semiconductoare extrinseci; înțelegerea generării și recombinării purtătorilor de sarcină. Proprietățile optice ale semiconductoarelor. În mod specific, solicitanții necesită un grad relevant de cunoștințe în domeniul fizicii și cristalelor.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/practică	Pentru petrecerea lucrărilor de laborator în sală este nevoie de tablă, cretă, echipamente necesare pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor din indicațiile metodice. Termenul de predare a raportului pe lucrarea de laborator – 2 săptămâni după finalizarea acesteia. Pentru predarea/depunerea cu întârziere a raportului final corect al lucrării de laborator aceasta se depunțtează cu 1pct./săptămână de întârziere.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP4. Definirea conceptelor, teoriilor, modelelor și metodelor specifice corpurilor solide. ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea fenomenelor din
-------------------------	--

	<p>corpurile solide.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicarea principiilor și metode de bază pentru calcularea proprietăților corpurilor solide. ✓ Utilizarea adecvată de criterii și metode de evaluare a structurii rețelelor cristaline. ✓ Organizarea experimentului de măsurare corectă cu instalațiile disponibile a solizilor. ✓ Determinarea parametrilor principali ai corpurilor solide. ✓ Aprecierea gradului de primejdie ecologică și la activitatea umană la cercetare. ✓ Proiectare, producere și exploatare a materialelor semiconductoare.
Competențe profesionale	<p>C1. Evaluarea și asigurarea proprietăților corpurilor solide.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrierea procedeeleor, tehnicilor și metodelor de bază necesare pentru asigurarea calității solidelor. Descrierea funcționării dispozitivelor și circuitelor electronice și a metodelor fundamentale de măsurare a marimilor electrice. ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea proceselor fizice în corpurile solide și asigurare a calității lor în relație cu echipamentele/aparatele finale asociate. ✓ Aplicarea de principii și metode de bază pentru evaluarea și asigurarea calității solidelor și interpretarea proceselor fizice asociate.
Competențe transversale	<p>CT1. Realizarea lucrului individual și a lucrărilor de laborator cu utilizarea corectă a surselor bibliografice și metodelor specifice, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată, precum și susținerea acestora cu demonstrarea capacității de evaluare calitativă și cantitativă a unor soluții științifice din domeniu.</p> <p>CT3. Identificarea necesității de formare profesională, cu analiza critică a propriei activități de formare și a nivelului de dezvoltare profesională și utilizarea eficientă a resurselor de comunicare și formare profesională (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc.), inclusiv folosind limbile străine: engleza, germana, ș.a.</p>

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Însușirea procedeeleor de calcul și proiectare constructivă a proprietăților corpurilor solide. Proprietățile corpurilor solide și efectele fizicii stării solide.
Obiectivele specifice	<p>Să înțeleagă și să descrie structura materialului nou, cristalelor.</p> <p>Să selecteze procedee adecvate pentru controlul proprietăților solidului nou.</p> <p>Să formeze un procedeu optim de aplicare a calculelor și proiectare a performanțelor solidului și ulterior a dispozitivului în baza lui.</p> <p>Să aplice corect procedeele de modelare, calcul și proiectare.</p>

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica prelegerilor		
T1. Introducere. Obiectivele disciplinei fizica corpului solid. Noțiuni de structură cristalină. Baza cristalografiei structurale. Rețele cristaline. Simetria cristalelor. Clasificarea cristalelor.	3	
T2. Reprezentarea analitică a cristalelor. Rețeaua reciprocă. Forma pătratică a cristalului. Rețele Bravais. Legătura cristalină. Stări electronice în cristale.	3	
T3. Radiații X Röntgen în analiza structurală. Difracția, împrăștierea radiației X pe cristale. Ecuația lui Laue. Metode difractometrice în analiza structurală. Metode microscopice în analiza structurală.	3	
T4. Împrăștierea radiației Röntgen de către o celulă elementară. Amplitudinea de	3	

structură. Defecte în cristale. Criteriile de clasificare a corpurilor solide. Benzi de energie în corpurile solide. Noțiuni de bază ale fizicii cuantice.		
T5. Rețeaua reciprocă. Zonele Brillouin. Ecuația lui Schrödinger pentru electroni liberi. Ecuația Schrödinger pentru cristale. Groapa de potențial 3D. Numărul de stări în zona energetică. Metale, semiconductoare și dielectrics. Masa efectivă a purtătorilor de sarcină. Goluri. Funcția de distribuție Fermi-Dirac.	3	
T6. Semiconductoare intrinseci și extrinseci. Nivele donoare. Nivele acceptoare. Concentrația electronilor în zona de conducție. Funcția statistică de distribuție pentru semiconductoare extrinseci. Ecuația neutralității electrice. Poziția nivelului Fermi intrinsec. Dependența de temperatură a poziției Fermi în semiconductoare.	3	
T7. Oscilațiile rețelei cristaline. Oscilațiile rețelei liniare, care conține un tip de atomi. Oscilațiile rețelei liniare din două tipuri de atomi. Energia de ionizare.	3	
T8. Conductibilitatea electrică semiconductoarelor în câmpuri electrice puternice. Efectul Gunn.	3	
T9. Semiconductori degenerați sau nedegerați. Ecuație neutralității electrice. Poziția nivelului Fermi. Generarea și recombinarea purtătorilor de sarcină. Produsul concentrațiilor electronilor și golurilor în echilibru și neechilibru. Cvasinivelurile Fermi.	3	
T10. Durata de viață a purtătorilor de neechilibru. Mecanismele de recombinare. Legile de conservare. Recombinarea purtătorilor de sarcină prin niveluri.	3	
T11. Supraconductibilitate. Date experimentale. Teoria Bardeen-Cooper-Schrieffer. Influența factorilor externi asupra supraconductibilității. Cuantificarea fluxului magnetic. Efectele Josephson. SQVID-ul. Aplicarea SQVID-ului	3	
T12. Proprietățile optice ale semiconductoarelor. Constante optice ale corpurilor solide. Coeficienții de absorbție, de reflecție și de transparență	3	
T13. Absorbția intrinsecă: legile de păstrare a energiei și vectorului de undă. Coeficientul de absorbție la tranziții directe și indirecte.	3	
T14. Fotoconductibilitatea intrinsecă și extrinsecă. Cinetica fotoconductibilității. Dependența spectrală a fotoconductibilității	3	
T15. Fenomene galvanomagnetice și termomagnetice. Efectele Hall și Ettingshausen. Fenomene termoelectrice.	3	
Total prelegeri:	45	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica lucrărilor de laborator		
LL1. Studiarea recombinării și difuziei purtătorilor de sarcină de neechilibru în semiconductoare.	4	
LL2. Efectul Hall în semiconductoare.	4	
LL3. Schimbarea rezistenței semiconductoarelor în câmpul magnetic.	4	
LL4. Măsurarea timpului de viață al purtătorilor de sarcină prin metoda de modulare a conductibilității în contactul punctiform.	4	
LL5. Proprietățile piezoelectricilor.	4	
LL6. Fotoconductibilitatea semiconductoarelor.	4	
LL7. Investigarea absorbției optice intrinsece în semiconductoare.	4	
LL8. Investigarea spectrelor de reflecție a semiconductoarelor.	2	

Total lucrări de laborator/seminare:		30	
Tematica activităților didactice	Numărul de ore		
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă	
Tematica lucrărilor practice			
LP1. Rezolvarea problemelor referitor la structura cristalină, rețeaua directă și reciprocă. Construirea zonei Brillouin pentru simple structuri cristaline.	2		
LP2. Rezolvarea problemelor referitor la rețeaua directă și rețeaua reciprocă. Construirea zonei Brillouin pentru structuri cristaline simple. Determinarea maselor efective ale electronilor și golurilor în funcție de structura benzilor energetice. Calculul energiei de ionizare a impurităților.	2		
LP3. Rezolvarea problemelor referitor la ecuația lui Schrödinger, corpurile solide și benzile de energie.	2		
LP4. Determinarea poziției nivelului Fermi pentru diferite concentrații a purtătorilor de sarcină la diferite temperaturi.	2		
LP5. Calcularea duratei de viață a purtătorilor de sarcină la diferite mecanisme de recombinare. Calculul lungimii Debay și timpul lui Maxwell.	2		
LP6. Determinarea concentrației purtătorilor de sarcină la diferite temperaturi.	2		
LP7. Rezolvarea problemelor referitor la supraconductibilitate. Aprecierea temperaturii critice. Estimarea câmpului magnetic critic. Determinarea lățimii benzii interzise la supraconductoare și la semiconductoare.	2		
LP8. Calculul parametrilor optici ai corpurilor solide.	1		
Total lucrări de laborator/seminare:		15	

8. Referințe bibliografice

Principale	<p>Ion Munteanu, Fizica Solidului, 722 pag, Editura Universității din București, București 2003/ versiune electronica/ 35 ex.</p> <p>I.Nicolaescu,V.Canțer,I.Tighineanu,Fizica corpului solid,Chișinău,1991,259p. / versiune electronica/ 35 ex.</p> <p>Г.И.Епифанов,Физика твердого тела,Москва,1977,178с. 57 buc./85%</p> <p>А.А.Штернов,Физические основы конструирования и микро Электроники,Москва,1981,248с, 10 buc./85%</p> <p>http://ebooks.unibuc.ro/Fizica/Munteanu/FIZICA%20SOLIDULUI.pdf/ versiune electronica/ 35</p> <p>N.Armencea, P.Metlinschi, Fizica corpului solid, îndrumar metodic,Chișinău,UTM,2003,106p.</p>
Suplimentare	Ч.Киттель ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ТВЕРДОГО ТЕЛА 1991,259p. / versiune electronica/ 100 ex.

9. Evaluare

Forma de învățământ	Periodică		Curentă	Lucrul individual	Examen final
	Atestarea 1	Atestarea 2			
Cu frecvență	15%	15%	15%	15%	40%
Standard minim de performanță					
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la lucrul individual, inclusiv calcularea problemelor desinestător; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii condițiilor de aplicare a procedeeleor de calcul a proprietăților solidelor.					