

Ministerul Educației și Tineretului al Republicii Moldova  
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți  
Facultatea Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică  
Catedra Fizică și Metodica Predării Fizicii

**CURRICULUM**  
la disciplina  
**FIZICA MOLECULARĂ ȘI BAZELE TERMODINAMICII**  
(specialitatea „Educație tehnologică”, cod 141.14)

Autor: **MIHAIL POPA, lect.sup. dr**

Discutată la ședința Catedrei  
Fizică și Metodica Predării Fizicii  
din \_\_\_\_\_ 2008  
Proces verbal Nr. \_\_\_\_\_

Aprobată la ședința Consiliului Facultății  
Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică  
din \_\_\_\_\_ 2009  
Proces verbal Nr. \_\_\_\_\_

Bălți 2001

## I. PRELIMINARII

Fizica aparține științelor fundamentale care constituie baza pregătirii teoretice a inginerilor și joacă rolul unei temelii fără de care este imposibilă activitatea rodnică a inginerului în orice domeniu al tehnicii moderne.

Sub titlul *Fizică moleculară* sunt cuprinse, după cum ne-o confirmă literatura de specialitate, studiul fenomenelor și proprietăților corpurilor determinate de caracteristicile moleculelor constitutive, precum și de interacțiunile lor. Este un domeniu foarte vast al fizicii clasice cuprinzând în primul rând caracteristicile mecanice și termice ale corpurilor, dar și legile generale care le guvernează, legile termodinamicii și ale fizicii statistice care sunt esențiale în studiul tuturor proceselor fizice. Stabilirea unor relații corecte între lumea microscopică și cea macroscopică face posibilă înțelegerea fenomenelor fizice și permite utilizarea rezultatelor teoretice în domeniul aplicativ.

Cursul de *FIZICĂ MOLECULARĂ ȘI BAZELE TERMOTEHNICII* are următoarele scopuri. În primul rând, de a comunica studenților cu profil tehnic principiile și legile de bază ale fizicii moleculare; de a-i familiariza cu fenomenele fizice de bază, cu metodele de observare și studiere experimentală a lor. În al doilea rând, de a deprinde studentul cu metodele principale de măsurare exactă a mărimilor fizice, precum și cu cele mai simple metode de prelucrare a datelor experimentale. În al treilea rând, de a crea o concepție corectă despre rolul fizicii moleculare în progresul tehnico-științific și de a dezvolta curiozitatea, priceperea și interesul pentru soluționarea problemelor cu caracter tehnico-științific sau aplicativ.

Cunoștințele acumulate în cadrul acestui curs vor contribui la studierea cu succes a științelor tehnico-tehnologice: mecanicii mașinilor, electrotehnicii, termotehnicii, radiotehnicii etc.

## II. CERINȚE FAȚĂ DE PREGĂTIREA ANTERIOARĂ A STUDENȚILOR

### a) cunoștințe de matematică:

- definiția funcțiilor trigonometrice, paritatea și periodicitatea acestora;
- relații de bază existente între funcțiile trigonometrice;
- derivate, reguli de derivare;
- integrale de bază, reguli de integrale;
- operații cu funcții logaritmice și exponențiale;

### b) cunoștințe de fizică:

- noțiuni de temperatură, presiune, viteză pătratică medie;
- formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare, ecuația de stare a gazului ideal;
- izoprocese, legile gazului ideal;
- noțiuni de energie internă, lucru în termodinamică, cantitate de căldură;
- principiile termodinamicii;
- randamentul ciclului Carnot;
- tensiunea superficială, fenomene capilare;
- noțiuni de structură a solidelor.

### c) deprinderi:

- de rezolvare a ecuațiilor de gradul I și II;
- de calcul al derivatelor;
- de calcul al integralei definite și a integralei improprii;
- de măsurare a temperaturii și presiunii;
- de demonstrare a formulelor de calcul;
- de explicare a fenomenelor fizice observate în natură sau laborator;
- de calcul al erorilor de măsură ;
- de aplicare a cunoștințelor din cursul liceal la rezolvarea problemelor de fizică;
- de studiere de sine stătător a unor teme.

### III. OBIECTIVELE GENERALE ALE DISCIPLINEI

- cunoașterea conceptelor fundamentale, a mărimilor fizice, a postulatelor fizice, modelelor, teoremelor, teoriilor și legilor fizice necesare explicării științifice a fenomenelor fizice abordate;
- analiza logico-matematică a ipotezelor, metodelor, teoremelor și teoriilor fizicii generale;
- aplicarea expresiilor matematice ale legilor fizicii generale la rezolvarea problemelor specifice, formarea priceperilor de a rezolva de sine stătător probleme de fizică generală;
- formarea deprinderilor de mânăuire a aparatelor și instalațiilor fizice, căpătarea anumitor priceperi privind efectuarea măsurărilor în cadrul lucrărilor de laborator;
- analiza cantitativă și calitativă a rezultatelor de laborator;
- evidențierea conexiunilor intra- și interdisciplinare ale fizicii;

### IV. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Codul disciplinei în planul de învățământ	Anul de studii	Seme-s-trul	Numărul de ore			Evaluarea		Responsabil de disciplină
			prelegeri	semi-nare	laborator	Nr. de credite	Forma de evaluare finala	
F.02.0.009	I	II	24	8	16	7	Examen	Mihail Popa, lect.sup.dr.

### V. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

#### V.I. Tematica și repartizarea orientativă a orelor la prelegeri

Obiectivele de referință	Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să descrie obiectul fizicii moleculare și metodele de cercetare a proprietăților fizice ale sistemelor macroscopice;</li> <li>- să definească noțiunile: sistem termodinamic, mediul exterior, sistem deschis, sistem închis, sistem izolat mecanic, sistem adiabatic, parametri termodinamici (extensivi și intensivi, externi și interni), proces termodinamic;</li> <li>- să definească caracteristicile gazului ideal;</li> <li>- să deducă expresia presiunii gazului ideal funcție de energia cinetică medie a mișcării de translație a moleculelor;</li> <li>- să deducă expresia presiunii gazului ideal funcție de concentrația moleculelor și de temperatură;</li> <li>- să formuleze ecuația fundamentală a teoriei cinetico-moleculare a gazului ideal;</li> <li>- să deducă ecuația de stare a gazului ideal;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 1.</b> Obiectul fizicii moleculare. Metodele statistică (cinetico-moleculară) și termodinamică de cercetare a proprietăților fizice ale sistemelor macroscopice. Sisteme termodinamice. Parametri și procese termodinamice. Gazul ideal. Ecuația fundamentală a teoriei cinetico-moleculare. Ecuația de stare a gazului ideal.</p>	2	<p>[1], pag.84-89,100-101;            [2], pag.174-183;            [3], pag.235-236,251-256;            [5], pag. 64-65, 67-70;            [6], pag. 76-81, 101-106;            [7], pag. 11-19, 61-65;</p>

Obiectivele de referință	Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice termenii: distribuția staționară a vitezelor și spațiul tridimensional al vitezelor;</li> <li>- să deducă legea distribuției după viteze a moleculelor gazului aflate în echilibru termodinamic;</li> <li>- să explice condiția de normare a funcției de distribuție a moleculelor gazului după viteze;</li> <li>- să deducă și să definească expresia vitezei cele mai probabile;</li> <li>- să reprezinte grafic și să explice curbele de distribuție a moleculelor gazului după viteze pentru diferite temperaturi ale gazului;</li> <li>- să deducă expresiile pentru viteza medie aritmetică și viteza pătratică medie, să explice sensul fizic al acestora;</li> <li>- să stabilească legăturile matematice dintre cele trei viteze;</li> <li>- să descrie experiența lui Stern pentru determinarea experimentală a vitezei termice a moleculelor;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 2.</b> Legea de distribuție a moleculelor gazului după viteze (legea lui Maxwell). Viteza cea mai probabilă. Viteza medie aritmetică. Viteza pătratică medie. Experiența lui Stern.</p>	2	<p>[1], pag.101-105;  [2], pag.187-197;  [3], pag.277-286;  [4], pag.161-169;  [5], pag. 70-71, 74;  [6], pag. 97-101,110-116;  [7], pag. 33-37, 57 - 58;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice distribuția concentrației și a presiunii aerului odată cu creșterea înălțimii de la suprafața Pământului;</li> <li>- să deducă formula barometrică (formula lui Halley) și să explice cum variază presiunea cu înălțimea în funcție de natura gazului și de temperatura acestuia;</li> <li>- să reprezinte grafic curbele <math>p = f(h)</math> pentru <math>T = \text{const}</math>, <math>M \neq \text{const}</math> și pentru <math>M = \text{const}</math>, <math>T \neq \text{const}</math>;</li> <li>- să explice funcționarea dispozitivului special numit <u>altimetru</u>;</li> <li>- să deducă legea de distribuție a concentrației moleculelor (<math>n</math>) în funcție de înălțime și să explice cum variază <math>n</math> pentru cazul când <math>T \rightarrow +\infty</math> și <math>T \rightarrow 0K</math>;</li> <li>- să reprezinte grafic curbele <math>n = f(h)</math> pentru două temperaturi diferite;</li> <li>- și deducă legea lui Boltzmann pentru distribuția particulelor într-un câmp potențial exterior;</li> <li>- să descrie metoda de determinare a numărului lui Avogadro de către fizicianul francez J. Perrin.</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 3.</b> Formula barometrică. Legea lui Boltzmann pentru distribuția particulelor într-un câmp potențial exterior. Determinarea numărului lui Avogadro de către J. Perrin.</p>	2	<p>[1], pag. 105- 107;  [2], pag. 184-187;  [3], pag. 287- 292;  [4], pag. 156- 158;  [5], pag. 71-73;  [6], pag. 117-124;  [7], pag. 48-57;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice și să definească noțiunile: drumul liber, drumul liber mediu, numărul mediu de ciocniri a moleculelor într-o unitate de timp, rază efectivă a moleculei, diametru efectiv a moleculelor, secțiunea efectivă de ciocnire;</li> <li>- să deducă formula lui Maxwell pentru drumul liber mediu al moleculelor;</li> <li>- să exemplifice calculul drumului liber mediu și a numărului mediu de ciocniri a moleculelor într-o unitate de timp pentru moleculele de azot aflate în condiții normale de temperatură și presiune;</li> <li>- să deducă expresia dependenței de presiune a drumului liber mediu și să exemplifice cum se modifică drumul liber mediu al moleculelor de aer la micșorarea presiunii de la 1 torr până la <math>10^4</math> torr.</li> <li>- să scrie formula lui Sutherland, ce exprimă dependența de temperatură și a secțiunii efective de ciocnire și a drumului liber mediu, și să exemplifice aplicarea acestor relații;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 4.</b> Ciocniri intermoleculare. Drumul (parcursul) liber mediu al moleculelor. Secțiunea efectivă de ciocnire. Formula lui Maxwell pentru drumul liber mediu. Dependența de temperatură și presiune a drumului liber mediu.</p>	2	<p>[1], pag. 107 - 109;  [2], pag. 197 - 202;  [3], pag. 293- 296;  [4], pag. 174 - 177;  [5], pag. 73;  [6], pag. 128 -135;  [7], pag. 68-73;</p>

Obiectivele de referință	Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice apariția fenomenelor de transport în sistemele fizice ce prezintă neuniformități de temperatură, de masă sau de impuls;</li> <li>- să caracterizeze fenomenul de difuzie și să definească mărimile fizice: curentul de difuzie, densitatea curentului de difuzie; să definească legea lui Fick și să explice sensul fizic și unitatea de măsură al coeficientului de difuzie; să scrie și să explice dependența coeficientului de difuzie de drumul liber mediu și de viteza medie aritmetică;</li> <li>- să caracterizeze fenomenul de conductibilitate termică și să definească mărimile fizice: fluxul de căldură, densitatea fluxului de căldură; să definească legea lui Fourier și să explice sensul fizic și unitatea de măsură al coeficientului de conductibilitate termică; să scrie și să explice dependența coeficientului de conductibilitate termică de drumul liber mediu, viteza medie aritmetică, densitate și de căldura specifică la volum constant;</li> <li>- să caracterizeze fenomenul de viscozitate și să formuleze legea lui Newton; să explice sensul fizic și unitatea de măsură al coeficientului de viscozitate; să scrie și să explice dependența coeficientului de viscozitate de drumul liber mediu, viteza medie aritmetică, și densitatea gazului;</li> <li>- să stabilească relațiile cantitative dintre coeficienții fenomenelor de transport;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 5.</b> Fenomene de transport în gaze (difuziunea, conductivitatea termică și viscozitatea). Legile lui Fick, Fourier și Newton. Coeficienții fenomenelor de transport și relațiile dintre ei.</p>	2	<p>[1], pag. 109 - 113;  [2], pag. 248 - 255;  [3], pag. 296 - 307;  [4], pag. 177 - 183;  [5], pag. 75 - 77;  [6], pag. 138 - 151;  [7], pag. 73-89;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să definească noțiunile: proces reversibil, proces ireversibil, proces ciclic (ciclu), ciclu direct, ciclu indirect și să dea exemple de asemenea procese din natură;</li> <li>- să determine prin metoda grafică lucrul gazului efectuat în decursul unui proces ciclic;</li> <li>- să descrie ciclul Carnot și să analizeze realizarea practică al acestuia;</li> <li>- să definească noțiunea de randament termic al ciclului și să deducă formula de calcul al randamentului ciclului Carnot.</li> <li>- să explice funcționarea mașinii frigorifice și să descrie ciclul Carnot invers;</li> <li>- să definească coeficientul frigorific al ciclului Carnot invers;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 6.</b> Procese reversibile și ireversibile. Procese ciclice. Ciclul Carnot. Randamentul ciclului Carnot. Ciclul Carnot invers și coeficientul frigorific al acestuia.</p>	2	<p>[1], pag. 118 - 121;  [2], pag. 217-222, 227-229;  [3], pag. 332-334, 336-342;  [4], pag. 140-142, 147-149;  [5], pag. 86 - 90;  [6], pag. 177 - 182;  [7], pag. 160-168;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice utilitatea motoarelor termice cu ardere internă într-o societate industrializată;</li> <li>- să analizeze detaliile tehnice și funcționarea în patru timpi a motorului Otto;</li> <li>- să reprezinte grafic ciclul de funcționare al motorului Otto și să deducă formula de calcul al randamentului motorului Otto;</li> <li>- să analizeze detaliile tehnice și funcționarea în patru timpi a motorului Diesel;</li> <li>- să reprezinte grafic ciclul de funcționare al motorului Diesel și să deducă formula de calcul al randamentului motorului Diesel;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 7.</b> Ciclul de funcționare al motorului Otto și al motorului Diesel. Randamentul motoarelor termice.</p>	2	<p>[2], pag. 223 - 227;</p>

Obiectivele de referință	Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să definească noțiunea de căldură redusă;</li> <li>- să descrie înlocuirea unui ciclu reversibil printr-o înfinitate de cicluri Carnot în diagrama P-V și să definească noțiunea de entropie a sistemului termodinamic;</li> <li>- să deducă în baza primului principiu al termodinamicii relațiile pentru variațiile entropiei gazului ideal;</li> <li>- să stabilească legătura dintre caracterul variației entropiei și sensul procesului schimbului de căldură;</li> <li>- să definească inegalitatea lui Clausius pentru procesele ireversibile;</li> <li>- să formuleze principiul II al termodinamicii;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 8.</b> Entropia. Entropia gazului ideal. Inegalitatea lui Clausius. Principiul al doilea al termodinamicii.</p>	2	<p>[1], pag. 121-122, 126-128;  [2], pag. 215-217, 229-238;  [3], pag. 335-336, 345-352, 359-361;  [4], pag. 135-140;  [5], pag. 90 - 92;  [6], pag. 183 - 191;  [7], pag. 156-160, 168-179, 190-192;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să descrie cauzele importante care determină deosebirea dintre gazele reale și gazul ideal;</li> <li>- să explice necesitatea luării în considerare a volumului propriu al moleculelor și să definească corecția respectivă Van der Waals;</li> <li>- să explice necesitatea luării în considerare a forțelor de atracție reciprocă dintre molecule și să definească corecția respectivă Van der Waals;</li> <li>- să scrie ecuația de stare a gazelor reale pentru un mol de gaz ideal și pentru o masă arbitrară de gaz;</li> <li>- să precizeze soluțiile ecuației Van der Waals;</li> <li>- să reprezinte grafic soluțiile ecuației Van der Waals;</li> <li>- să definească noțiunile: stare critică, parametrii critici și să deducă relațiile de calcul ale presiunii critice, temperaturii critice și a volumului critic;</li> <li>- să reprezinte izotermele experimentale ale lui Th. Andrews și să analizeze domeniile stărilor de agregare ale bioxidului de carbon;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 9.</b> Gazele reale. Ecuația lui Van der Waals. Izotermele gazelor reale. Starea critică. Parametrii critici.</p>	2	<p>[1], pag. 133-140;  [2], pag. 202-205;  [3], pag. 312 - 325;  [4], pag. 125-127;  [5], pag. 92 - 96;  [6], pag. 196-213;  [7], pag. 216-219, 225-236, 322-323;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să deducă expresia energiei interne a gazului real;</li> <li>- să explice efectul Joule-Thomson și realizarea practică al acestuia;</li> <li>- să deducă expresia pentru variația temperaturii gazului real funcție de volumul acestuia;</li> <li>- să construiască curba de inversie și să definească noțiunea de curbă de inversie;</li> <li>- să explice construcția și principiul de funcționare a instalației pentru lichefierea azotului;</li> <li>- să explice utilizarea vaselor Dewar;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 10.</b> Energia internă a gazului real. Efectul Joule – Thomson. Lichefierea gazelor.</p>	2	<p>[1], pag. 141-143;  [3], pag. 326-331;  [4], pag. 153 - 155;  [5], pag. 96 - 99;  [6], pag. 214-219;  [7], pag. 236-249;</p>

Obiectivele de referință	Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să analizeze poziția intermediară a stării lichide între gaze și solide și să explice „modelul cvasicristalin de goluri” privind structura moleculară a lichidelor;</li> <li>- să descrie apariția forței de tensiune superficială și să definească noțiunile: sfera de acțiune moleculară, rază de acțiune moleculară, strat superficial, presiune moleculară;</li> <li>- să demonstreze că forța de tensiune superficială este proporțională cu lungimea conturului ce mărginește suprafața liberă a lichidului;</li> <li>- să definească sensul fizic al coeficientului de tensiune superficială;</li> <li>- să explice apariția presiunii capilare și să deducă formula lui Laplace;</li> <li>- să analizeze situațiile când lichidul este aderent (udă corpul solid) și neaderent (nu udă corpul solid), și să explice formarea meniscului concav și convex;</li> <li>- să definească termenul „unghi de racordare” și să analizeze valorile acestuia pentru meniscul concav și convex;</li> <li>- să explice fenomenele de ascensiune capilară și depresiune capilară și să deducă legea lui Jurin;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 11.</b> Structura lichidelor. Tensiunea superficială. Energia liberă a stratului superficial. Formula lui Laplace. Fenomene capilare. Unghi de racordare. Legea lui Jurin.</p>	2	<p>[3], pag.370-382;  [5], pag. 99 - 105;  [6], pag.220-240;  [7], pag.377-390;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să evidențieze deosebiriile dintre corpul solid cristalin și corpul solid amorf, dintre substanțele izotrope și anizotrope;</li> <li>- să definească noțiunile de monocristal și policristal;</li> <li>- să analizeze formarea celulei Bravais, precum și tipurile acestor celule;</li> <li>- să descrie sistemele cristalografice (singoniile) rețelelor cristaline;</li> <li>- să descrie tipurile fizice de rețele cristaline;</li> <li>- să definească capacitatea calorică la volum constant pentru solidele cristaline;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 12.</b> Starea cristalină. Mono- și policristale. Anizotropia cristalelor. Celula cristalină elementară (celula Bravais). Sistemele cristalografice. Tipurile fizice de rețele cristaline. Mișcarea termică în cristale. Capacitatea termică a cristalelor.</p>	2	<p>[2], pag.633-640;  [3], pag.361-370;  [5], pag.105-112;  [6], pag.244-255;  [7], pag.250-265;</p>

**Total 24h**

## V.II. Repartizarea temelor pentru studiu individual

Obiectivele de referință	Conținuturi	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să definească procesul izotermic, să formuleze legea lui Boyle-Mariotte și să reprezinte izotermele gazului ideal în diferite diagrame;</li> <li>- să definească coeficientul de compresibilitate izotermă;</li> <li>- să definească procesul izobar, să formuleze legea lui Gay-Lussac și să reprezinte izobarele gazului ideal în diferite diagrame;</li> <li>- să definească coeficientul de dilatare izobară;</li> <li>- să definească procesul izocor, să formuleze legea lui Charles și să reprezinte izocorele gazului ideal în diferite diagrame;</li> <li>- să definească coeficientul de dilatare izocoră;</li> <li>- să deducă și să formuleze legea lui Avogadro și ecuația lui Clapeyron;</li> <li>- să precizeze amestecurile de gaze și să formuleze legea lui Dalton; să definească noțiunea de presiune parțială a unui component al amestecului de gaze;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 13.</b> Izoprocese. Legile gazului ideal (Boyle-Mariotte, Gay-Lusac, Charles, Avogadro, Clapeyron și Dalton). Reprezentarea grafică a izoproceselor.</p>	<p>[3], pag.247-250, 257; [4], pag. 123-124; [5], pag. 65-67; [6], pag. 81-87; [7], pag.21-26;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să definească energia internă a unui sistem termodinamic ca funcție de stare al acestui sistem;</li> <li>- să descrie tipurile principale ale schimbului de căldură;</li> <li>- să definească cantitatea de căldură și lucrul ca funcții de proces;</li> <li>- să definească (matematic și analitic) primul principiu al termodinamicii;</li> <li>- să determine expresia lucrului mecanic în termodinamică la dilatarea și comprimarea gazului;</li> <li>- să definească coeficienții calorici: capacitatea termică, capacitatea termică specifică și capacitatea termică molară;</li> <li>- să scrie ecuația primului principiu al termodinamicii folosind coeficienții calorici;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 14.</b> Primul principiu al termodinamicii. Energia internă a sistemului termodinamic. Lucrul și căldura. Capacitatea termică (capacitatea calorică), capacitatea termică specifică (căldura specifică), capacitatea termică molară (căldura molară).</p>	<p>[1], pag. 90-94; [2], pag. 205-210; [3], pag. 239 – 245, 265-266; [4], pag.127-129; [5], pag. 80 - 84; [6], pag.152-158; [7], pag. 120-131, 133, 135-141;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să deducă expresiile pentru variația energiei interne, cantitatea de căldură și lucrul efectuat de gazul ideal în procesele izocor, izobar și izotermic și să stabilească relația lui Mayer;</li> <li>- să explice determinarea grafică a lucrului în diferite izoprocese;</li> <li>- să descrie procesul adiabatic, să deducă ecuația lui Poisson și să explice sensul fizic al exponentului adiabatic;</li> <li>- să deducă expresiile lucrului mecanic al gazului ideal în procesul adiabatic;</li> <li>- să reprezinte grafic procesul adiabatic;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 15.</b> Aplicații ale primului principiu al termodinamicii la diferite izoprocese. Ecuația lui Mayer. Procesul adiabatic. Ecuația lui Poisson. Exponentul adiabatic. Lucrul efectuat de gazul ideal în procesul adiabatic.</p>	<p>[1], pag. 94-99; [2], pag. 211-215; [3], pag. 267 – 273, 275-276; [4], pag.133-135; [5], pag. 84 - 86; [6], pag.158-159, 168-176; [7], pag. 131-132, 147-149;</p>



Obiectivele de referință	Conținuturi	Referințe bibliografice
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să definească noțiunile: fază, sistem de diferite faze, echilibrul a două faze, transformări de faze;</li> <li>- să caracterizeze fenomenele de evaporare și condensare și să definească căldura specifică de evaporare;</li> <li>- să caracterizeze fenomenele de topire și cristalizare pentru corpurile cristaline și amorfe;</li> <li>- să deducă ecuația lui Clapeyron-Clausius și să interpreteze această ecuație la diferite transformări de fază;</li> <li>- să reprezinte diagrama de stare și să caracterizeze punctul triplu al substanței;</li> <li>- să aplice relațiile matematice studiate la rezolvarea problemelor.</li> </ul>	<p><b>Tema 16.</b> Transformări de fază. Echilibrul fazelor. Evaporarea și condensarea. Topirea și solidificarea. Ecuația lui Clapeyron - Clausius. Punctul triplu. Diagrama de stare.</p>	<p>[1], pag. 137-140;  [2], pag. 238-245;  [3], pag. 383 – 393;  [4], pag.149-152;  [5], pag. 112 - 116;  [7], pag. 396-401;</p>

### V.III. Tematica și repartizarea orientativă a orelor la seminare

Nr.crt.	Temă	Numărul de ore
1	Formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare. Ecuația de stare a gazului ideal. Legile gazului ideal.	1
2	Viteza cea mai probabilă. Viteza medie aritmetică. Viteza pătratică medie. Formula barometrică.	1
3	Drumul liber mediu al moleculelor. Fenomene de transport în gaze.	2
4	Primul principiu al termodinamicii. Aplicații la diferite izoprocese. Procesul adiabatic. Ecuația lui Poisson.	2
5	Tensiunea superficială. Formula lui Laplace. Legea lui Jurin.	1
7	Probă de evaluare la <i>FIZICĂ MOLECULARĂ și BAZELE TERMODINAMICII</i>	1

**Total 8h**

### V.IV. Tematica lucrărilor de laborator:

1. Determinarea umidității aerului prin diferite metode.
2. Determinarea coeficientului de viscozitate a lichidelor cu ajutorul viscozimetruului Ostwald-Pinchevici.
3. Determinarea coeficientului de dilatare liniară a solidului.
4. Determinarea coeficientului de dilatare volumetrică a lichidelor cu ajutorul vaselor comunicante.
5. Determinarea caldurii specifice a lichidelor și a caldurii latente de vaporizare cu ajutorul electrocalorimetruului.
6. Determinarea coeficientului de conductibilitate termică a metalelor.
7. Determinarea raportului căldurilor specifice ale gazului după metoda lui Clement – Desormes.
8. Determinarea coeficientului de tensiune superficială a lichidelor.
9. Determinarea coeficientului de frecare interioară a gazului.
10. Determinarea capacității termice a metalelor prin metoda răcirii.

## Repartizarea activităților la lucrările de laborator:

Nr.crt.	Denumirea activității	Numărul de ore
1	Introducere. Informație privind activitatea în laborator și calculul erorilor. Regulile tehnicii securității în laboratorul didactic.	2
2	Efectuarea lucrărilor de laborator. Calculul și interpretarea rezultatelor	2
3	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2
4	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2
5	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2
6	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2
7	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2
8	Efectuarea și susținerea lucrărilor de laborator	2

**Total 16h**

## VI. EVALUAREA DISCIPLINII

### VI.I. Evaluarea curentă:

La prelegeri se realizează evaluări formative, care exclud aprecierea prin note.

La seminare studentul rezolvă probleme și obține note. La ultimul seminar fiecare student susține o probă de evaluare. Media aritmetică a notelor de la seminare reprezintă *media I*.

Lucrările de laborator se apreciază cu note și media aritmetică a notelor de laborator reprezintă *media II*. Media aritmetică dintre mediile I și II reprezintă *nota reușitei curente*.

### VI.II. Mostre de probe de evaluare continuă:

#### *Varianta I*

##### **Rezolvați problemele:**

1. Viteza medie pătratică a moleculelor unui anumit gaz în condiții normale de temperatură și presiune este de 461m/s. Determinați numărul de molecule ce se conțin într-un gram din acest gaz.
2. Să se afle coeficientul de conductibilitate termică al aerului la temperatura de 10<sup>0</sup>C și presiunea de 10<sup>5</sup> N/cm<sup>2</sup>. Diametrul moleculei de aer se consideră egal cu 3×10<sup>-8</sup>cm.

#### *Varianta II*

##### **Rezolvați problemele:**

1. La ce înălțime densitatea unui gaz reprezintă 50% din densitatea acestuia la nivelul mării? Temperatura se consideră constantă și egală cu 0<sup>0</sup>C. Să se rezolve problema pentru: 1) aer; 2) oxigen.
2. O masă de 10g de oxigen se află la presiunea de 3×10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> și temperatura de 10<sup>0</sup>C. După încălzire la presiune constantă gazul a ocupat un volum de 10l. Să se afle: 1) cantitatea de căldură, primită de gaz, 2) variația energiei interne a gazului, 3) lucrul, efectuat de gaz la dilatare.

### VI.III. Evaluarea finală:

Evaluarea finală se realizează în formă de examen (în scris). Durata desfășurării examenului – 2 ore astronomice. Subiectele la examen cuprind însărcinări de la două discipline: „Fizica moleculară și bazele termodinamicii” și „Optica”, care se promovează consecutiv în semestrul II de studii.

Nota finală = 0.6 \* Nota reușitei curente + 0.4 \*Nota de la examen

## **VI.IV. Chestionar:**

### ***Cap. I. Teoria cinetico-moleculară a gazelor***

1. Obiectul fizicii moleculare. Metodele statistică (cinetico-moleculară) și termodinamică de cercetare a proprietăților fizice ale sistemelor macroscopice. Sisteme termodinamice. Parametri și procese termodinamice. Gazul ideal. Ecuația fundamentală a teoriei cinetico-moleculare. Ecuația de stare a gazului ideal.
2. Izoprocese. Legile gazului ideal (Boyle-Mariotte, Gay-Lusac, Charles, Avogadro, Clapeyron și Dalton). Reprezentarea grafică a izoproceselor.
3. Legea de distribuție a moleculelor gazului după viteze (legea lui Maxwell). Viteza cea mai probabilă. Viteza medie aritmetică. Viteza pătratică medie. Experiența lui Stern.
4. Formula barometrică. Legea lui Boltzmann pentru distribuția particulelor într-un câmp potențial exterior. Determinarea numărului lui Avogadro de către J. Perrin.
5. Ciocniri intermoleculare. Drumul (parcursul) liber mediu al moleculelor. Secțiunea efectivă de ciocnire. Formula lui Maxwell pentru drumul liber mediu. Dependența de temperatură și presiune a drumului liber mediu.
6. Fenomene de transport în gaze (difuziunea, conductivitatea termică și viscozitatea). Legile lui Fick, Fourier și Newton. Coeficienții fenomenelor de transport și relațiile dintre ei.

### ***Cap. II. Bazele termodinamicii și termotehnicii***

7. Primul principiu al termodinamicii. Energia internă a sistemului termodinamic. Lucrul și căldura. Capacitatea termică (capacitatea calorică), capacitatea termică specifică (căldura specifică), capacitatea termică molară (căldura molară).
8. Aplicații ale primului principiu al termodinamicii la diferite izoprocese. Ecuația lui Mayer. Procesul adiabatic. Ecuația lui Poisson. Exponentul adiabatic. Lucrul efectuat de gazul ideal în procesul adiabatic.
9. Procese reversibile și ireversibile. Procese ciclice. Ciclul Carnot. Randamentul ciclului Carnot. Ciclul Carnot invers și coeficientul frigorific al acestuia.
10. Ciclul de funcționare al motorului Otto și al motorului Diesel. Randamentul motoarelor termice.
11. Entropia. Entropia gazului ideal. Inegalitatea lui Clausius. Principiul al doilea al termodinamicii.

### ***Cap. III. Gaze reale***

12. Gazele reale. Ecuația lui Van der Waals. Izotermele gazelor reale. Starea critică. Parametrii critici.
13. Energia internă a gazului real. Efectul Joule-Thomson. Lichefierea gazelor.

### ***Cap. IV. Starea lichidă. Starea solidă. Tranziții de fază***

14. Structura lichidelor. Tensiunea superficială. Energia liberă a stratului superficial. Formula lui Laplace. Fenomene capilare. Unghi de racordare. Legea lui Jurin.
15. Starea cristalină. Mono- și policristale. Anizotropia cristalelor. Celula cristalină elementară (celula Bravais). Sistemele cristalografice. Tipurile fizice de rețele cristaline. Mișcarea termică în cristale. Capacitatea termică a cristalelor.
16. Transformări de fază. Echilibrul fazelor. Evaporarea și condensarea. Topirea și solidificarea. Ecuația lui Clapeyron - Clausius. Punctul triplu. Diagrama de stare.

## VI.V. Mostre de probe de evaluare finală:

### *Varianta I*

#### **Expuneți tema:**

Legea de distribuție a moleculelor gazului după viteze (legea lui Maxwell). Viteza cea mai probabilă. Viteza medie aritmetică. Viteza pătratică medie. Experiența lui Stern.

#### **Rezolvați problema:**

O masă de 10g de oxigen, ce se află în condiții normale, se comprimă pînă la volumul de  $1.4 \times 10^{-3} \text{m}^3$ . Să se afle presiunea și temperatura oxigenului după comprimare, dacă oxigenul se comprimă adiabatic. Determinați, de asemenea, lucrul efectuat la comprimare oxigenului.

### *Varianta II*

#### **Expuneți tema:**

Aplicații ale primului principiu al termodinamicii la izoprocese gazului ideal. Ecuația lui Mayer. Procesul adiabatic. Ecuația lui Poisson. Exponentul adiabatic. Lucrul efectuat de gazul ideal în procesul adiabatic.

#### **Rezolvați problema:**

De câte ori este mai mare coeficientul de frecare interioară al oxigenului decît coeficientul de frecare interioară al azotului? Temperatura gazelor este aceeași.

### *Varianta III*

#### **Expuneți tema:**

Structura lichidelor. Tensiunea superficială. Energia liberă a stratului superficial. Formula lui Laplace. Fenomene capilare. Unghi de racordare. Legea lui Jurin.

#### **Rezolvați problema:**

Într-un vas de volum  $V = 2l$  se află  $N = 4 \times 10^{22}$  molecule a unui gaz biatomic. Coeficientul de conductibilitate termică al gazului  $\chi = 0,014 \text{ W}/(\text{m} \times \text{grad})$ . Să se afle coeficientul de difuzie al gazului în aceste condiții.

## VII. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE\*

– de bază:

1. Detlaf, A.A., Iavorski, B.M., Curs de fizică, Chișinău, „Lumina”, 1991, 606 p. [53(075.8) / D34] (în limba rusă: Детлаф, А.А., Яворский, Б.М., Милковская, Л.В., Курс физики, том 1, Механика, основы молекулярной физики и термодинамики, Москва, «Высшая школа», 1973, 384 с. [53(075.3) / K937];
2. Pasnicu, C., Istrate M., Ursu D., Mateescu, N., Curs de fizică (ingineri seral), vol. I-II, Institutul Politehnic Iași, Facultatea de Mecanică, 1987, 493 p. [53(075.8) / C95] ;
3. Савельев, И. В., Курс де физикэ женералэ, вол. I, Меканика, осчилаций ши унде, физика молекуларэ, Кишинэу, Едитура «Лумина», 1972, 398 п. [53(075.8) / C128] (în limba rusă: Савельев, И. В., Курс физики, том 1, Механика и молекулярная физика, Москва, «Наука», 1989, 350 с. [53(075) / C128];
4. Crețu, Tr. I., Fizică. Curs universitar, București, Editura tehnică, 1996, 671 p. [53(075.8) / C85];
5. Трофимова, Т.И., Курс физики, Москва, «Высшая школа», 1985, 432 с. [53(075) / T761];
6. Зисман, Г.А., Тодес, О.М., Курс общей физики, том 1, Механика, молекулярная физика, колебания и волны, Москва, «Наука», 1967, 339 с. [53(075.3) / 3645];
7. Радченко, И. В., Молекулярная физика, Москва, «Наука», 1965, 679 с. [539.1(075.3) / P154];

\*

În paranteze pătrate se indică cota publicației în Biblioteca Științifică a Universității de Stat „Alec Russo” din Bălți

– *suplimentare:*

8. Georgescu, V., Sorohan, M., Fizică moleculară, Iași, Editura Universității „Al. I. Cuza”, 1996, 354p. [539.1(075.8) / G32];
9. Neaga, A., Mecanica, fizica moleculară și termodinamică: curs de prelegeri, Chișinău, Editura Universității Tehnice a Moldovei, 2006, 260 p. [531(075.8) / N31];
10. Фриш, С.Е., Тиморева, А.В., Курс де физикэ женералэ, вол. I, Базеле физисе але меканичий. Физика молекуларэ. Осцилаций ши унде, Кишинэу, Едитура «Лумина», 1958, 507 п. [53(075.3) / F91] (*în limba rusă*: Фриш, С.Е., Тиморева, Курс общей физики, том 1, Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны, Москва, «Наука», 1967, 339 с. [53(075.3) / Ф645];
11. Кикоин, А.К., Кикоин, И.К., Молекулярная физика, Москва, «Наука», 1976, 480с. [530.3(075.3) / K389];
12. Геворкян, Р.Г., Курс физики, Москва, «Высшая школа», 1979, 656 с. [53(075.3) / Г276];
13. Шебалин, О.Д., Молекулярная физика, Москва, «Высшая школа», 1978, 187с. [530.3(075.3) / Ш361];
14. Кудрявцев, Б.Б., Курс физики, Теплота и молекулярная физика, Москва, «Просвещение», 1965, 224 с. [536(075.3) / K889];
15. Телеснин, Р. В., Молекулярная физика, Москва, «Высшая школа», 1965, 298 с. [530.3 (075.3) / Т311];
16. Епифанов, Г.И., Физика твердого тела, Москва, «Высшая школа», 1965, 276 с. [531.9 / Е676];
17. Киттель Ч Введение в физику твердого тела, Москва, «Фитматгиз», 1963, 696 с. [531.9 / К455];
18. Волкенштейн, В.С., Кулежере де проблеме де физикэ женералэ, Кишинэу, Едитура «Лумина», 1971, [53(076.18) / V87];
19. Андроникашвили, Э. Л., Гамцемлидзе, Г. А., Канчели, О. А., Мамаладзе, Ю. Г., Лабораторные работы по физике, Механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, Москва, «Наука», 1961, 184с. [53(075.3) / Л125];
20. Кортнев, А.В., Рублев, Ю.В., Куценко, А.Н., Практикум по физике (для втузов), Москва, «Высшая школа», 1965, 568 с. [53(075.3) / K696];
21. Лабораторный практикум по общей физике, под. ред. Е. М. Гершензона и Н. Н. Малова, Москва, «Просвещение», 1985, 351 с. [53(075) / Л125];
22. Лабораторные занятия по физике, под. ред. Л. Л. Гольдина, Москва, «Наука», 1983, 704 с. [53(075) / Л125];

\*

În paranteze pătrate se indică cota publicației în Biblioteca Științifică a Universității de Stat „Alecu Russo” din Bălți