

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți
Facultatea de Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică
Catedra de fizică și metodică predării fizicii

CURRICULUM
la disciplina
TERMODINAMICA
(specialitatea „*Fizică și Informatică*”)

Autor: dr., conf. univ. Mihail Popa

Discutat și aprobat la ședința Catedrei de
fizică și metodică predării fizicii
din **17 martie 2011**_____,
proces-verbal Nr. **8**__

Aprobată la ședința Consiliului Facultății de
Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică
din **23 iunie 2011**_____
proces-verbal Nr. **11**__

Bălți, 2011

I. DESCRIEREA UNITĂȚII DE CURS

Ia. Preliminarii

Termodinamica reprezintă un curs de fizică teoretică și aparține științelor fundamentale care constituie baza pregătirii teoretice a viitorilor fizicieni și profesori de fizică.

Termodinamica studiază din punct de vedere energetic proprietățile generale ale substanțelor și legile care guvernează mișcarea termică, fără a se ține seama de natura mișcărilor și interacțiunilor moleculare. Metodele termodinamicii nu au la bază nici un model de reprezentare atomo-moleculară a substanței și din acest motiv termodinamica este o știință fenomenologică. În cadrul termodinamicii se stabilesc relații între mărimi direct observabile, adică între mărimi măsurabile în experiențe macroscopice, cum ar fi volumul, presiunea, temperatura, concentrația soluțiilor, intensitatea câmpului electric și magnetic, etc. Astfel, studiul diverselor procese din termodinamică nu impune cunoașterea mecanismului fenomenelor ce conduc la procesele respective.

Termodinamica este o disciplină aplicabilă numeroaselor probleme practice cu care se confruntă societatea noastră și trebuie să arătăm destulă pricepere în studiul său pentru a o aplica cu folos oriunde, în lumea reală în care trăim. Fie că problema ar fi menținerea calității aerului pe care-l inspirăm, a apei pe care o bem, a integrității resurselor naturale, producerea hranei, reciclarea nenumăratelor produse și resurse minerale, producerea directă și utilizarea combustibililor nucleari, geotermali, fosili, a energiei geotermale sau solare, etc. Termodinamica intervine chiar și în probleme de comunicații, prin intermediul entropiei.

Cursul de *TERMODINAMICĂ* are următoarele scopuri. În primul rând, de a comunica studenților principiile și legile de bază ale termodinamicii, 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 sistemul deductiv al termodinamicii și cu aplicarea acestuia la alte sisteme termodinamice din alte compartimente ale fizicii. În al treilea rând, de a crea o concepție corectă despre rolul termodinamicii 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 pregătirea temeinică a specialiștilor de la specialitatea „Fizică și Informatică”.

Ib. Administrarea disciplinei

Codul disciplinei în planul de învățământ	Anul de studii	Semestrul	Numărul de ore			Evaluarea		Numele cadrului didactic care predă unitatea de curs
			prelegeri	seminare	laborator	Nr. de credite	Forma de evaluare finală	
S1.07.A.59	IV	VII	36	18	-	3	Examen	Mihail Popa, dr., conf. univ.

Metode de predare și învățare utilizate: conversația didactică, explicația, prelegerea, problematizarea, demonstrația, modelarea, algoritmizarea, exercițiul etc.

Limba de predare: româna. Unitatea de curs poate fi predată și în limba rusă (după necesitate).

Ic. Obiectivele cursului exprimate în finalități de studiu și competențe

Finalități de studii:

La finele cursului studenții vor fi capabili:

- să definească principiile, postulatele și legile de bază a termodinamicii;
- să explice științific corect fenomenele fizice, modelele fizice și teoriile termodinamicii;
- să cunoască sistemul deductiv al termodinamicii;
- să aplice expresiile matematice ale legilor termodinamicii la rezolvarea problemelor specifice, să posede priceperi și deprinderi de a rezolva de sine stătător probleme de termodinamică;
- să înțeleagă conexiunile intra- și interdisciplinare ale termodinamicii cu alte ramuri ale fizicii;
- să aplice sistemul deductiv al termodinamicii în cazul gazelor ideale, radiației termice, soluțiilor, elementelor galvanice, sistemelor elastice, dielectrice, magnetice și supraconductoare etc.

Competențele vizate:

- Recunoașterea, explicarea, ilustrarea, prelucrarea și esențializarea conținutului științific specific teoriilor termodinamicii;
- Descrierea, înțelegerea, construirea și aplicarea modelelor fizice;
- Rezolvarea de probleme cu grad sporit de dificultate, calitative și cantitative, utilizând conținutul cursului respectiv;
- Evidențierea conexiunilor intra- și interdisciplinare ale termodinamicii;
- Capacitatea de a căuta, prelucra și analiza informații dintr-o varietate de surse bibliografice și întocmirea unor referate științifice;
- Capacitatea de a aplica cunoștințele din termodinamică la rezolvarea unor probleme concrete din alte domenii ale fizicii, cum ar fi: fizica stării solide, electricitate și magnetism, optică etc.

Id. Condiționările și exigențele prealabile

Înainte de începerea studierii cursului dat studentul trebuie să îndeplinească planul de învățământ (să susțină toate probele de evaluare preconizate, să efectueze și să susțină lucrările de laborator, să susțină examene) la toate cursurile de *Fizică generală* (Mecanică și bazele acusticii, Fizică moleculară și bazele termodinamicii, Electricitate și Magnetism, Optica, Fizica atomului și nucleului), precum și la unele cursuri de *Fizică teoretică* (Mecanica teoretică, Modelele fizicii matematice, Electrodinamica și Teoria specială a relativității, Mecanica cuantică).

De asemenea, studentul trebuie să îndeplinească planul de învățământ la *Matematică superioară* și *Informatica generală*.

II. CONȚINUTUL CURSULUI

IIa. Tematica și repartizarea orelor la prelegeri

Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
Tema 1. OBIECTUL DE STUDIU AL TERMODINAMICII: - Obiectul de studiu al termodinamicii; - Metode de studiu ale sistemelor macroscopice; - Noțiuni fundamentale ale termodinamicii.	1	[1], pag. 8-9,14-16, 21-24; [2], pag. 4, 9-14; [3], pag. 5 -13; [4], pag. 9 -13; [5], pag. 11-20.

Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
Tema 2. POSTULATELE TERMODINAMICII: <ul style="list-style-type: none"> - Postulatele termodinamicii. Principiul zero al termodinamicii; - Ecuația termică și calorică de stare. Ecuația de stare în formă diferențială; - Coeficienții termodinamici și corelația dintre ei; - Ecuații de stare ale gazului ideal și ale gazelor reale. 	2	[1], pag. 17-20, 29-33; [2], pag. 5-7, 14-21; [3], pag. 14-30; [4], pag. 30-31; [5], pag. 41-45, 57-59.
Tema 3. PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII: <ul style="list-style-type: none"> - Funcții de stare și funcții de proces; - Lucrul mecanic în termodinamică; - Energia internă; - Cantitatea de căldură; - Primul principiu al termodinamicii (diferite formulări echivalente). 	2	[1], pag. 24-29, 36-39; [2], pag. 7-9, 21-26, 32-36; [3], pag. 35-41, 44-45; [4], pag. 31 - 41; [5], pag. 20-24, 59 - 61;
Tema 4. CAPACITĂȚI CALORICE. CĂLDURI LATENTE.: <ul style="list-style-type: none"> - Capacități calorice; - Ecuația diferențială ce exprimă legătura dintre capacitățile calorice; - Ecuația lui Mayer; - Călduri latente. 	2	[1], pag. 39-42; [2], pag. 41-44; [3], pag. 47-50; [4], pag. 28-30, 47, 128-131; [5], pag. 61-67.
Tema 5. TRANSFORMAREA POLITROPĂ: <ul style="list-style-type: none"> - Transformarea politropă; - Ecuația politropei în formă diferențială și integrală; - Exponentul (indicele) politropic; - Lucrul, energia internă și căldura în transformarea politropă. 	2	[1], pag. 42-44; [3], pag. 55-58; [4], pag. 247-254; [5], pag. 73-75.
Tema 6. TRANSFORMĂRI TERMODINAMICE ALE GAZULUI IDEAL : <ul style="list-style-type: none"> - Transformarea izotermă; - Transformarea izobară; - Transformarea izocoră; - Transformare adiabatică; - Capacitatea calorică, lucrul, energia internă și cantitatea de căldură în aceste transformări; - Reprezentarea grafică a transformărilor. 	2	[1], pag. 44-45; [2], pag. 38-41, 47-53; [3], pag. 51- 55; [4], pag. 16-22, 230-247; [5], pag. 75-79.
Tema 7. ECUAȚIILE DE LEGĂTURĂ DINTRE MODULII DE ELASTICITATE, CAPACITĂȚILE CALORICE ȘI VITEZA SUNETULUI: <ul style="list-style-type: none"> - Modulii de elasticitate izotermă și adiabată; - Legătura dintre modulii de elasticitate și capacitățile calorice; - Legătura dintre modulii de elasticitate și viteza sunetului. 	1	[1], pag. 45-46; [2], pag. 53-56; [3], pag. 58-60;
Tema 8. PRINCIPIUL AL DOILEA AL TERMODINAMICII: <ul style="list-style-type: none"> - Principiu al doilea al termodinamicii (diferite formulări echivalente); - Egalitatea lui Clausius. Entropia ca funcție de stare. Inegalitatea lui Clausius. Forma matematică a principiu al doilea al termodinamicii; - Interpretarea statistică a principiului II al termodinamicii. Formula lui Boltzmann; - Entropia gazului ideal. 	3	[1], pag. 49-60, 67-77; [2], pag. 74-92, 103-109; [4], pag. 92-98, 113-130; [5], pag. 61-62, 87-100; [6], pag. 86-93, 100-103, 160-162.

Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
<p>Tema 9. LEGĂTURA DINTRE ECUAȚIA CALORICĂ ȘI ECUAȚIA TERMICĂ DE STARE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecuția fundamentală a termodinamicii pentru procesele reversibile; - Legătura dintre ecuația calorică și ecuația termică de stare și consecințe ale acesteia. 	2	<p>[1], pag. 64-67; [3], pag. 49-50; [5], pag. 111 – 112.</p>
<p>Tema 10. EFECTUL JOULE - THOMSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiența lui Joule. - Efectul Joule-Thomson; - Coeficientul Joule-Thomson; - Entalpia ca funcție de stare; - Temperatura de inversie. 	2	<p>[1], pag. 183-187; [2], pag. 44-47, 118-123; [3], pag. 167-170; [4], pag. 42-43, 254-265; [5], pag. 165-169.</p>
<p>Tema 11. METODE DE STUDIU ÎN TERMODINAMICĂ. METODA CICLURILOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificarea metodelor de studii în termodinamică; - Metoda ciclurilor aplicată la determinarea unor relații fizice. - Aplicație practică: Stabilirea prin metoda ciclurilor a dependenței tensiunii superficiale de temperatură. 	1	<p>[1], pag. 99-100; [2], pag. 129; [3], pag. 106-108.</p>
<p>Tema 12. METODA CICLURILOR APLICATĂ LA MAȘINILE TERMICE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motoarele cu combustie internă: clasicarea, principii de funcționare, avantaje și dezavantaje. - Ciclurile motoarelor cu combustie internă, cu piston (ciclul Otto, ciclul Diesel și ciclul Trinckler). - Randamentele motoarelor termice. 	2	<p>[2], pag. 72-81; [3], pag. 338-350; [5], pag. 128-132.</p>
<p>Tema 13. METODA POTENȚIALELOR TERMODINAMICE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metoda potențialelor termodinamice (a funcțiilor caracteristice); - Energia internă ca potențial termodinamic; - Energia liberă (potențialul lui Helmholtz) ca potențial termodinamic; - Entalpia ca potențial termodinamic; - Potențialul Gibbs (entalpia liberă) ca potențial termodinamic; - Ecuțiile lui Maxwell, expresiile capacităților calorice și a coeficienților termodinamici; - Relații între funcțiile caracteristice. Ecuțiile Gibbs-Helmholtz. 	4	<p>[1], pag. 101-109; [2], pag. 130-137; [3], pag. 151-162; [4], pag. 123-128; [5], pag. 104-111, 112-113.</p>
<p>Tema 14. TERMODINAMICA ELEMENTELOR GALVANICE ȘI A TERMOELEMENTELOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecuția Gibbs-Helmholtz pentru sistemul nemecanic; - Ecuția Helmholtz pentru elementul galvanic; - Calculul afinității chimice. 	2	<p>[1], pag. 178-183; [2], pag. 160-163; [3], pag. 163-165; [4], pag. 426-434.</p>
<p>Tema 15. PRINCIPIUL AL TREILEA AL TERMODINAMICII. CONSECINȚE ALE PRINCIPIULUI AL III-LEA AL TERMODINAMICII.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principiul al III-lea al termodinamicii (diferite formulări echivalente); - Imposibilitatea realizării unui ciclu Carnot în care temperatura sursei reci este de 0K; - Capacitățile calorice și coeficienții termodinamici la 0K; - Potențialele termodinamice U, H, F și G la 0K . 	2	<p>[1], pag. 91-97; [2], pag. 239-249; [4], pag. 525-529; [5], pag. 123-127.</p>

Conținuturi	Nr. de ore	Referințe bibliografice
Tema 16. CONDIȚIILE GENERALE ALE ECHILIBRULUI TERMODINAMIC ȘI STABILITĂȚII ACESTUIA: - Sistem izolat; - Sistem în termostat la volum constant; - Sistem în termostat la presiune constantă; - Sistem aflat la volum constant și entropie constantă; - Sistem aflat la presiune constantă și entropie constantă. - Sistem cu număr variabil de particule, aflat la temperatură constantă, volum constant și potențial chimic constant; - Condiții de echilibru al sistemului cu două faze și o componentă.	2	[1], pag. 119-126; [2], pag. 165-172; [3], pag. 180-187; [4], pag. 132-149; [5], pag. 186-188.
Tema 17. TRANZIȚII DE FAZĂ. TRANZIȚII DE FAZĂ DE SPEȚA I. - Clasificarea tranzițiilor de fază; - Tranziții de fază de speța I: exemplificări și particularitățile principale; - Ecuația Clausius - Clapeyron.	2	[1], pag. 233-237; [2], pag. 114-118, 214-220; [3], pag. 103 – 106, 207-211; [4], pag. 149-160; [5], pag. 188-191.
Tema 18. TRANZIȚII DE FAZĂ DE SPEȚA A II-A. - Tranziții de fază de speța a II-a; - Ecuațiile lui Ehrenfest; - Aplicațiile ecuațiilor lui Ehrenfest la tranziția în stare supraconductoare. Formula lui Rutgers.	2	[1], pag. 237-242; [2], pag. 220-222; [3], pag. 211-214; [5], pag. 198-199.

Total 36h

Iib. Repartizarea temelor pentru studiu individual

Conținuturi	Referințe bibliografice
Tema 19. APLICAȚII ALE PRIMULUI PRINCIPIU AL TERMODINAMICII ASUPRA FENOMENELOR ELECTRICE ȘI MAGNETICE: - Lucrarea lui Helmholtz „Despre conservarea forței”; - Deducerea legii conservării energiei la mișcarea unui conductor parcurs de curent și aflat într-un câmp magnetic sau la mișcarea magnetului în vecinătatea unui contur de curent.	[2], pag. 56-57;
Tema 20. PROCESE REVERSIBILE ȘI IREVERSIBILE. CICLUL CARNOT: - Procese reversibile și ireversibile. Cicluri termice; - Ciclul Carnot; - Randamentul ciclului Carnot.	[1], pag. 77-80; [2], pag. 63-74; [3], pag. 66-72; [4], pag. 54-61, 62-68, 378-381; [5], pag. 93-97.
Tema 21. SCARA TERMODINAMICĂ A TEMPERATURILOR: - Legătura dintre temperatura termodinamică (absolută) și temperatura empirică; - Scara absolută a temperaturilor; - Scarile Celsius, Fahrenheit și Reaumur și legăturile dintre ele .	[1], pag. 61-64; [2], pag. 110-114; [3], pag. 98-103; [4], pag. 73-87; [5], pag. 38-41.
Tema 22. TERMODINAMICA RADIAȚIEI TERMICE: - Legătura dintre coeficienții de absorbție, de transmisie și de reflexie; - Existența presiunii luminoase; - Legea lui Kirchhoff, legea lui Stefan-Boltzmann, legea lui Wien; - Formula lui Planck și consecințele acesteia.	[1], pag. 206-204; [2], pag. 123-128; [3], pag. 141-149; [5], pag. 140-145.

Conținuturi	Referințe bibliografice
<p>Tema 23. TERMODINAMICA SISTEMELOR CU TEMPERATURĂ TERMODINAMICĂ NEGATIVĂ .</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existența stărilor cu temperatură termodinamică negativă; - Sistemul termodinamic cu temperatură termodinamică negativă; - Termodinamica sistemelor cu temperatură negativă; - Condiții de stabilitate a sistemelor cu temperaturi negative. 	<p>[1], pag. 136-147; [2], pag. 249-258.</p>

Ic. Tematica și repartizarea orelor la seminare

Nr. d/o.	Temă	Numărul de ore
1	Ecuatii termice de stare. Determinarea parametrilor critici ale ecuațiilor de stare.	2
2	Lucrul, cantitatea de căldură și energia internă în transformările termodinamice ale gazului ideal.	2
3	Capacități calorice. Procese politrope.	2
4	Entropia și modificarea ei în diferite transformări termodinamice.	2
5	<i>Probă de evaluare nr. 1</i>	2
6	Metoda ciclurilor. Randamentele motoarelor termice.	2
7	Metoda funcțiilor caracteristice.	2
8	Echilibru termodinamic. Tranziții de fază	2
9	<i>Probă de evaluare nr. 2</i>	2

Total 18h

III. EVALUAREA DISCIPLINII

IIIa. Evaluarea curentă:

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

La seminare studentul rezolvă probleme, face demonstrații și deduceri și acumulează note. Tot aici se susțin *două probe de evaluare*, care conțin însărcinări atât teoretice, cât și practice. Media aritmetică a notelor de la seminare reprezintă *nota reușitei curente*.

IIIb. Mostre de probe de evaluare curentă:

Mostra nr. 1:

Formulați și deduceți:

1. Formulați trei enunțuri echivalente ale principiului al II-lea al termodinamicii;
2. Deduceți expresia randamentului termic pentru ciclul Carnot;
3. Deduceți formula generală ce exprimă legătura dintre capacitățile termice. Aplicați această formulă la gazul ideal și obțineți ecuația lui Mayer.

Rezolvați problemele:

4. Comprimând un gaz ideal biatomic pe o politropă cu indicele $n = 1,5$, se consumă o cantitate de căldură de 200J. Să se determine variația energiei interne a gazului și lucrul mecanic consumat din exterior.
5. De câte ori lucrul mecanic pentru comprimarea unui gaz ideal poliatomic de la 5l pînă la 1l într-un proces adiabatic este mai mare decît într-un proces izoterm?

Mostra nr. 2:

Explicați și deduceți:

1. Explicați particularitățile principale ale tranzițiilor de fază de speța I.
2. Deduceți expresia randamentului termic pentru ciclul Diesel;
3. Analizați cazul entalpiei ca potențial termodinamic. Deduceți ecuația a III-a a lui Maxwell și expresiile capacităților calorice și a coeficienților termodinamici.

Rezolvați problemele:

1. Determinați variația punctului de topire a gheții odată cu variația presiunii, dacă căldura latentă de topire a gheții la temperatura de 273K și presiunea de $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ este $\lambda = 80 \text{ kcal/kg}$, iar volumul specific al gheții $v_1 = 1,091 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ și al apei $v_1 = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$.
2. Să se calculeze randamentul unui mașini termice care lucrează după un ciclu format din două izobare (P, 2P) și două izocore (V, 2V), dacă substanța de lucru este un gaz ideal monoatomic. Se primește căldură în procesele 1-2 (p=const) și 2-3 (p=const).

IIIc. Evaluarea finală:

Evaluarea finală se realizează în formă de examen scris. Durata desfășurării examenului – 2 ore astronomice. Biletele de examinare cuprind două subiecte teoretice și o problemă. Nota finală = $0.6 \times \text{Nota reușitei curente} + 0.4 \times \text{Nota de la examen}$

III d. Chestionar:

1. Obiectul de studiu al termodinamicii. Metode de studiu ale sistemelor macroscopice. Noțiuni fundamentale ale termodinamicii.
2. Postulatele termodinamicii. Principiul zero al termodinamicii. Ecuația termică și calorică de stare. Ecuația de stare în formă diferențială. Coeficienții termodinamici și corelația dintre ei. Ecuații de stare ale gazului ideal și ale gazelor reale.
3. Funcții de stare și funcții de proces. Lucrul în termodinamică. Energia internă. Cantitatea de căldură. Primul principiu al termodinamicii (diferite formulări echivalente).
4. Capacități calorice. Ecuația diferențială ce exprimă legătura dintre capacitățile calorice. Ecuația lui Mayer. Călduri latente.
5. Transformarea politropă. Ecuația politropei în formă diferențială și integrală. Exponentul politropic. Lucrul, energia internă și căldura în transformarea politropă.
6. Transformări termodinamice (izotermă, izobară, izocoră și adiabetică) ale gazului ideal. Capacitatea calorică, lucrul, energia internă și cantitatea de căldură în aceste transformări. Reprezentarea grafică a transformărilor.
7. Module de elasticitate izotermă și adiatică. Legătura dintre module de elasticitate și capacitățile calorice. Legătura dintre module de elasticitate și viteza sunetului.
8. Procese reversibile și ireversibile. Cicluri. Ciclul Carnot. Randamentul ciclului Carnot.
9. Principiu al doilea al termodinamicii (diferite formulări echivalente). Egalitatea lui Clausius. Entropia ca funcție de stare. Inegalitatea lui Clausius. Forma matematică a principiului al doilea al termodinamicii. Interpretarea statistică a principiului II al termodinamicii. Formula lui Boltzmann. Entropia gazului ideal.
10. Ecuația fundamentală a termodinamicii pentru procesele reversibile. Legătura dintre ecuația calorică și ecuația termică de stare și consecințe ale acesteia.
11. Efectul Joule-Thomson. Coeficientul Joule-Thomson. Entalpia ca funcție de stare. Temperatura de inversie.
12. Metode de studii în termodinamică. Metoda ciclurilor aplicată la determinarea unor relații fizice. Stabilirea prin metoda ciclurilor a dependenței tensiunii superficiale de temperatură.
13. Motoarele cu combustie internă. Ciclurile motoarelor cu combustie internă, cu piston (ciclul Otto, ciclul Diesel și ciclul Trincpler). Randamentele motoarelor termice.

14. Metoda potențialelor termodinamice (a funcțiilor caracteristice). Energia internă. Energia liberă (potențialul lui Helmholtz). Entalpia. Potențialul Gibbs (entalpia liberă). Ecuațiile lui Maxwell, expresiile capacităților calorice și a coeficienților termodinamici. Ecuațiile Gibbs-Helmholtz.
15. Termodinamica elementelor galvanice și a termoelementelor. Ecuația Gibbs-Helmholtz pentru sistemul nemecanic. Ecuația Helmholtz pentru elementul galvanic. Calculul afinității chimice.
16. Principiul al III-lea al termodinamicii (diferite formulări echivalente). Imposibilitatea realizării unui ciclu Carnot în care temperatura sursei reci este de 0K. Capacitățile C_p și C_v la 0K. Coeficienții α și β la 0K. Potențialele termodinamice U, H, F și G la $T = 0K$.
17. Condițiile generale ale echilibrului termodinamic (sistem izolat, sistem în termostat la volum constant, sistem în termostat la presiune constantă, sistem aflat la volum constant și entropie constantă, sistem aflat la presiune constantă și entropie constantă, sistem cu număr variabil de particule, aflat la temperatură constantă, volum constant și potențial chimic constant). Condiții de echilibru al sistemului cu două faze și o componentă.
18. Tranziții de fază. Tranziții de fază de speța I. Ecuația Clausius - Clapeyron.
19. Tranziții de fază de speța a II-A. Ecuațiile lui Ehrenfest. Aplicațiile ecuațiilor lui Ehrenfest la tranziția în stare supraconductoare. Formula lui Rutgers.
20. Aplicații ale primului principiu al termodinamicii asupra fenomenelor electrice și magnetice.
21. Scara absolută a temperaturilor. Legătura dintre temperatura absolută și temperatura empirică. Scarile Celsius, Fahrenheit și Reaumur și legăturile dintre ele.
22. Termodinamica radiației termice. Legea lui Kirchhoff. Legea lui Stefan-Boltzmann. Legea lui Wien. Formula lui Planck și consecințele acesteia.
23. Termodinamica sistemelor cu temperatură negativă. Condiții de stabilitate a sistemelor cu temperaturi negative.

IIIe. Mostre de probe de evaluare finală:

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți
 Facultatea de Tehnică, Fizică, Matematică și Informatică
 Catedra de fizică și metodică predării fizicii

Bilet de examinare Nr. 1
Examen la Termodinamică (specialitatea „Fizică și Informatică”)

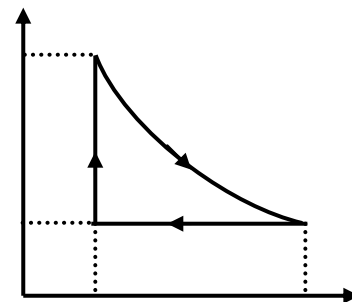
Aprob:
 Sef de catedră _____

Expuneți temele:

1. Ecuația fundamentală a termodinamicii pentru procesele reversibile. Legătura dintre ecuația calorică și ecuația termică de stare și consecințe ale acesteia.
2. Tranziții de fază de speța a II-A. Ecuațiile lui Ehrenfest. Aplicațiile ecuațiilor lui Ehrenfest la tranziția în stare supraconductoare. Formula lui Rutgers.

Rezolvați problema:

3. Determinați randamentul ciclului Lenoir, ce constă din procesele izocor, adiabatic și izobar (vezi figura alăturată). Parametrul ciclului se consideră raportul de creștere a presiunii $\delta = p_2 / p_1$.



Data _____

Examinator _____

Bilet de examinare Nr. 2
Examen la Termodinamică (specialitatea *Fizică și Informatică*)

Aprob
Sef de catedră _____

Expuneți temele:

1. Funcții de stare și funcții de proces. Lucrul în termodinamică. Energia internă. Cantitatea de căldură. Primul principiu al termodinamicii (diferite formulări echivalente).
2. Motoarele cu combustie internă. Ciclurile motoarelor cu combustie internă, cu piston (ciclul Otto, ciclul Diesel și ciclul Trinckler). Randamentele motoarelor termice.

Rezolvați problema:

3. Gazele reale pot fi descrise de ecuația lui Berthelot:

$$\left(P + \frac{a}{TV^2} \right) (V - b) = RT.$$

Determinați parametrii critici V_c , P_c și T_c în funcție de constantele a și b .

Data _____

Examinator _____

IV. BIBLIOGRAFIE

- obligatorie:

1. Базаров, И. П., *Термодинамика*, Москва, Высшая школа, 1991, 373с.;
2. Радужкевич, Л. В., *Курс термодинамики*, Москва, Просвещение, 1971, 288с.;
3. Ноздрев, В. Ф., *Курс термодинамики*, Москва, Просвещение, 1967, 247с.;
4. Kirillin, V.A., Sicev, V.V., Şeindlin, A.E., *Termodinamica*, Bucureşti, Editura didactică și pedagogică, 1985, 541 p.;
5. Moisil, G.G., *Termodinamica*, Bucureşti, Editura Academiei R.S. Romania, 1988, 264 p.;
6. Серова, Ф. Г., Янкина, А. А., *Сборник задач по термодинамике*, Москва, Просвещение, 1976, 156с. .

- suplimentară:

7. Popescu, I.M., *Fizica: Termodinamica*, Bucureşti, Ed. Politehnica Press, 2002, 519 p.;
8. Plăvițu, C. N., *Termodinamică*, Bucureşti, Editura Victor, 2000, 396 p.;
9. Radcenco, V., *Termodinamica generalizată*, Bucureşti, Editura Tehnică, 1994, 384 p.;
10. Квасников, И. А., *Термодинамика и статистическая физика*, Москва, Изд-во МГУ, 1991, 422 с.;
11. Țițeica, Ș., *Termodinamică*, Bucureşti, Editura Academiei R.S. Romania, 1982, 233 p.;
12. Румер, Ю. Б., Рывкин, М.С., *Термодинамика, статистическая физика и кинетика*, Москва, Наука, 1977, 552 с.;
13. Gabos, Z., Gherman, O., *Termodinamica și fizica statistică*, Bucureşti, Editura didactică și pedagogică, 1967, 290 p.;
14. Толпыго, К. Б., *Термодинамика и статистическая физика*, Киев, Издательство Киевского Университета, 1966, 364 с.;
15. Леонтович, М. А., *Введение в термодинамику*, Москва, Гостехиздат, 1962, 199 с..
16. *Сборник задач по теоретической физики*, под ред. Гречко, Л. Г., Сугаков, В. Н., Томасевич, О. Ф., Федорченко, А. М., Москва, Высшая школа, 1984, 184 с..