

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai
1.2 Facultatea	Fizica
1.3 Departamentul	Departamentul de Fizica Stării Condensate și a Tehnologiilor Avansate
1.4 Domeniul de studii	Științe inginerești
1.5 Ciclul de studii	Licenta
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Fizica tehnologică

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Tehnologii criogenice						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. univ. Iosif G. Deac						
2.3 Titularul activităților de seminar	Conf. univ. Iosif G. Deac						
2.4 Titularul activităților de laborator	Conf. univ. Iosif G. Deac						
2.5 Anul de studiu	III	2.6 Semestrul	I	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	PD

### 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	3.7 seminar	14	3.8 laborator	14		
Distribuția fondului de timp:							ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe							14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren							4
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri							14
Tutoriat							3
Examinări							7
Alte activități:							0
3.9 Total ore studiu individual	42						
3.10 Total ore pe semestru	98						
3.11 Numărul de credite	4						

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fizică moleculară și căldură, Mecanica, Electricitate și magnetism</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea conceptelor de baza proprii științelor inginerești aplicate.</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>sala de curs dotată cu videoproiector și tablă</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului	<ul style="list-style-type: none"> <li>sala de seminar dotată cu tablă</li> </ul>
5.3 De desfășurare a laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>sala dotată cu calculatoare, videoproiector</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizarea adecvata a fundamentelor teoretice ale stiintelor ingineresti aplicate</li> <li>• Elaborarea unor algoritmi pentru rezolvarea problemelor.</li> <li>• Prelucrarea si gestionarea datelor utilizând sisteme informatice dedicate.</li> <li>• Analiza critica /constructiva, a rezultatelor obtinute, prin folosirea modelelor /teoriilor cunoscute</li> </ul>
<b>Competențe transversale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea oportunitatilor de formare continua si valorificarea eficienta a resurselor si tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.</li> <li>• Identificarea rolurilor si responsabilitatilor într-o echipa si aplicarea de tehnici de relationare si munca eficienta în cadrul echipei.</li> </ul>

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

<b>7.1 Obiectivul general al disciplinei</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Însușirea termenilor și conceptelor utilizate în criogenia tehnică. Analiza în detaliu a metodelor de cercetare și proiectare în criogenie. Se vor studia bazele criogeniei și criogeniei tehnice în legătură cu procesele industriale care au loc la temperaturi joase; lichidele criogenice și aplicațiile lor, optimizarea criosistemelor, tratamente termice, aplicații în criobiologie și criomedicină.</li> </ul>
<b>7.2 Obiectivele specifice</b>	<p>Studentii care vor absolvi această disciplină, vor fi capabili:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. să poată explica fenomenele care au loc la temperaturi joase.</li> <li>2. să poată exploata sisteme criogenice</li> <li>3. să proiecteze sisteme criogenice (criostate, refrigeratoare, etc.).</li> <li>4. să realizeze aranjamente experimentale și măsurători la temperaturi joase</li> </ol>

## 8. Conținuturi

<b>8.1 Curs</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
<b>1. Introducere în criogenie.</b> Scurt istoric.		2 ore
<b>2. Proprietățile materialelor la temperaturi joase.</b> Considerente termodinamice de bază. Diagrama temperatură-entropie. Principiile termodinamicii în contextul obținerii temperaturilor joase. Coeficienți de performanță. Căldura specifică și vibrațiile rețelei. Anomaliile căldurii specifice. Conductivitatea termică. Metale. Izolatori. Efectul impurităților.		2 ore
<b>3. Lichide criogenice</b> Azotul lichid. Oxigenul lichid. Argonul lichid. Neonul lichid. Hidrogenul. Heliul lichid. $^3\text{He}$ , $^4\text{He}$ . Suprafluiditatea.		2 ore

<p><b>4. Transferul de căldură la temperaturi joase.</b> Conducția în fază solidă. Radiația. Convecția. Conducția prin gazul rezidual. Izolații termice la temperaturi joase. Izolația termică multistrat vidată (superizolația). Pulberi și fibre vidate. Izolații din materiale omogene și compozite .</p>		2 ore
<p><b>5. Criostate.</b> Stocarea lichidelor criogenice. Calculul termic al criostatelor. Prerăcirea criostatelor. Materiale pentru criostate. Rezistența mecanică a criostatelor</p>	<p>Prelegerea participativă, expunerea, exemplificarea, demonstrația, dialogul, dezbateră, problematizarea.</p>	2 ore
<p><b>6. Termometria temperaturilor joase.</b>Termometrul cu gaz. Termometrul cu rezistență electrică. Termocuple.Termometria magnetică</p> <p><b>Producerea vidului înalt.</b> Pompe de vid preliminar. Pompe de vid înalt. Sisteme de vidare. Măsurarea vidului.</p>		2 ore
<p><b>7. Producerea temperaturilor joase</b> .Refrigeratoare criogenice recuperative. Joule-Thomson. Brayton. Claude. Refrigeratoare criogenice regenerative. Stirling. Gifford-McMahon. Tub pulsator.</p>		2 ore
<p><b>8. Lichefierea gazelor.</b>Lichefierea azotului. Lichefierea heliului.</p>		2 ore
<p><b>9. Separarea și purificare gazelor prin metode criogenice</b> Separarea gazelor la temperaturi joase. Coloane de separare. Oxigenul. Azotul. Heliul. Separarea aerului prin metoda PSA.</p>		2 ore
<p><b>10.Criostate. Tipuri de criostate</b> Considerente generale în realizarea criostatelor. Criostate cu baie de lichid. Criostate cu flux de vapori. Criostate cu evaporare.</p>		2 ore
<p><b>11.Producerea câmpurilor magnetice intense.</b>Criostate pentru magneți supraconductori. Utilizarea bobinelor supraconductoare pentru producerea câmpurilor magnetice intense. Criostate cu imersie. Criostate cu refrigeratoare criogenice.</p>		2 ore
<p><b>12.Obținerea temperaturilor ultra joase (sub 1 K)</b>Amestecul lichidelor cuantice <math>^3\text{He}</math>-<math>^4\text{He}</math>. Obținerea temperaturilor ultra joase prin diluția <math>^3\text{He}</math>-<math>^4\text{He}</math>. Funcționarea refrigeratorului cu diluție. Răcirea magnetică.</p>		2 ore
<p><b>13.Criogenia și ingineria materialelor.</b>Tratamente termice ale materialelor la temperaturi criogenice. Criopomparea. Crioelectronica. Aplicații ale criogeniei în fizica energiilor înalte. MagLev.</p>		2 ore

<p><b>14. Elemente de criobiologie/criomedicină. Tratamentul criogenic al alimentelor. Siguranța în exploatare a sistemelor criogenice.</b> Comportarea țesuturilor la temperaturi joase. Stocarea celulelor biologice și a organelor la temperaturi criogenice. Efectul temperaturilor criogenice asupra alimentelor. Siguranța în exploatare a sistemelor criogenice.</p>		2 ore
---	--	-------

### Bibliografie

1. I. G. Deac, *Elemente de criogenie*, Ed. NapocaStar Cluj- Napoca, 2010.
2. I. G. Deac, *Temperaturi ultrajoase în fizica experimentală a solidului*, Ed. NapocaStar Cluj- Napoca, 2003.
3. Ch. Enss, S. Hunklinger, *Low-Temperature Physics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.
4. R.B. Scott, *Cryogenic Engineering*, Ed. a 5-a (Met-Chem Research, Boulder, CO 1988).
5. C.A. Bailey, *Advanced Cryogenics* (Plenum Press, London, New York 1971).
6. <http://iqsoft.co.in/textbooks/cryogenic%20engineering/files/cover.html>
7. <http://cryocourse.grenoble.cnrs.fr/>

### BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ

1. A. R. Jha, *Cryogenic Technology and Applications* (Butterworth-Heinemann, Burlington, 2006).
2. Dirk van Delft, *Freezing physics. Heike Kamerlingh Onnes and the quest for cold*, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam 2007
3. F. Pobell, *Matter and Methods at Low Temperatures* (Springer-Verlag 1992, 1996, 2007)
4. [http://tl.tkk.fi/wiki/Courses/Basics\\_of\\_cryoengineering\\_2011](http://tl.tkk.fi/wiki/Courses/Basics_of_cryoengineering_2011)
5. R.W. Vance, *Applied Cryogenic Engineering* (Wiley, New York, London 1961)

8.2 Seminar	Metode de predare	Observații
1. Transferul de căldură la temperaturi joase	Exercițiul, demonstrația, problematizarea	4 ore
2. Schimbătoare de căldură.	Exercițiul, demonstrația, problematizarea	2 ore
3. Dimensionarea criostatelor	Exercițiul, demonstrația, problematizarea	3 ore
4. Calculul refrigeratoarelor criogenice.	Exercițiul, demonstrația, problematizarea	3 ore

### Bibliografie

1. I. G. Deac, *Elemente de criogenie*, Ed. NapocaStar Cluj- Napoca, 2010.
2. I. G. Deac, *Temperaturi ultrajoase în fizica experimentală a solidului*, Ed. NapocaStar Cluj- Napoca, 2003.
3. Ch. Enss, S. Hunklinger, *Low-Temperature Physics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.

<b>8.3 Laborator (proponeri proiecte)</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
1. Criostate cu azot lichid	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Dimensionare mecanică/termică	Proiectele vor fi realizate în echipe de 2-3 studenți
2. Criostate cu heliu lichid	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Dimensionare mecanică/termică	
3. Controloare de temperatură	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Referat + exemplificare în laborator.	
4. Criostat cu refrigerator Gifford-McMahon pentru proprietăți de transport	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Referat	
5. Criostat cu refrigerator „tub pulsator” pentru proprietăți magnetice pentru proprietăți magnetice	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Referat	
6. Criostat cu heliu lichid pentru măsurători magnetice.	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Referat	
7. Lichefactor de azot –metoda Stirling-Phylips.	Ilustrarea rezultatelor prin aplicații practice. Referat	

#### **Bibliografie**

1. I. G. Deac, *Elemente de criogenie*, Ed. NapocaStar Cluj- Napoca, 2010.
2. manual de utilizare controlor de temperatură Lake Shore
3. manual de utilizare CFM 7T.
4. manual de utilizare magnetometru Cryogenic 12 T
5. manual de utilizare lichefactor Stirling Cryogenics.

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

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se face în alte centre universitare din țara și din străinătate. Pentru o mai bună adaptare la cerințele pieței muncii, conținutul disciplinei a fost adaptat la principalele tendințe manifestate în acest domeniu în cercetarea științifică, industria și mediul de afaceri regionale.

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
<b>10.4 Curs</b>	- corectitudinea și completitudinea cunoștințelor; - coerența logică; - gradul de asimilare a limbajului de specialitate;	Lucrare scrisă pe durata a 3 ore, cu circa 10-12 întrebări (sau probleme-întrebări) din tematica cursului.	45%
	- criteriile ce vizează conștiințiozitatea, interesul pentru studiu individual.	Participarea activă la cursuri	5%
<b>10.5 Seminar/ Laborator(proiect)</b>	- capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate;	Vor fi 2 teste din probleme+1 proiect (minim 5 pag.)	10%+20%
	Corectitudinea și originalitatea temelor de casa	Vor fi 3 teme de casa din probleme	10%
	Gradul de implicare	Prezența activă.	10%(Prezența este obligatorie în proporție de cel puțin 80%.)
<b>10.6 Standard minim de performanță</b>			
•cunoașterea elementelor fundamentale de criogenie, rezolvarea unei probleme simple, predarea proiectului, o tema de casa.			

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

Semnătura titularului de laborator

Data completării

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament