

SOCIETATEA FIZICIENILOR DIN MOLDOVA  
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGII INDUSTRIALE

**FIZICA**  
**ȘI**  
**TEHNOLOGIILE MODERNE**

*Revistă științifico-didactică și de popularizare a științei*

## Fizica și tehnologiile moderne

Revistă trimestrială științifico-didactică și de popularizare a științei. Cuprinde materiale de larg interes din domeniul fizicii și științelor conexe acesteia.

Redactor-șef	<b>Ion HOLBAN</b>
Redactor-șef adjunct	<b>Anatol SÂRGHI</b>
Secretar de redacție, redactor	<b>Ștefan TIRON</b>
Tehnoredactare, coperta	<b>Sergiu CÂRLIG</b>

### Colegiul de redacție

Ion <b>ANDRONIC</b>	Pavel <b>CATANĂ</b>	Iulia <b>MALCOCI</b>
Nicolae <b>BALMUȘ</b>	Virgil <b>CHEPTEA</b>	Mihai <b>MARINCIUC</b>
Oleg <b>BURSUC</b>	Valerian <b>DOROGAN</b>	Ion <b>NACU</b>
Valeriu <b>CANȚER</b>	Valeriu <b>DULGHERU</b>	Dormidont <b>ȘERBAN</b>
Anatolie <b>CASIAN</b>	Ion <b>ILIEȘ</b>	Ion <b>TIGHINEANU</b>

### Consiliul consultativ al revistei

Andrei <b>ANDRIEȘ</b> (Chișinău)	Emilian <b>MICU</b> (Brăila)
Emil <b>BURZO</b> (Cluj)	Zadig M. <b>MOURADIAN</b> (Paris)
Leonid <b>CAPTARI</b> (Dubna)	Vsevolod <b>MOSCALENCO</b> (Chișinău)
Viorica <b>CHIOREAN</b> (Baia Mare)	Mircea <b>ONCESCU</b> (București)
Leonid <b>CULIUC</b> (Chișinău)	Anatol <b>ROTARU</b> (Chișinău)
Nicolae <b>GAVALEȘCO</b> (Cernăuți)	Gheorghe <b>RUSU</b> (Iași)
Ion <b>GERU</b> (Chișinău)	Magda <b>STAVINSCHI</b> (București)
Alexandru <b>GLODEANU</b> (București)	Vasile <b>TRONCIU</b> (Chișinău)
Dan <b>IORDACHE</b> (București)	Gheorghe <b>ZEGREA</b> (Sanct-Petersburg)
Ștefan <b>MASHNIC</b> (Los Alamos, S.U.A.)	

**ISSN 1810-6498**

**Fiz. tehnol. mod**

Revista este înregistrată de Ministerul Justiției al Republicii Moldova la 29 aprilie 2004, cu numărul de înregistrare 161

© Institutul de Inginerie Electronică și Tehnologii Industriale

Revista apare sub egida **Societății Fizicienilor din Moldova**, cu sprijinul financiar al **Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al Academiei de Științe a Moldovei**.

#### Adresa redacției:

Societatea Fizicienilor din Moldova  
Str. Academiei 3/3, MD-2028 Chișinău  
Republica Moldova  
Tel. + (37322) 57 76 79; 23 23 06; 73 90 60;  
Fax. + (37322) 57 76 79

**web:** <http://sfm.asm.md/ftm/>  
**e-mail:** [holban@cnaa.md](mailto:holban@cnaa.md)  
[stefan.tiron@yahoo.com](mailto:stefan.tiron@yahoo.com)

**Materialele publicate în FTM exprimă punctul de vedere al autorilor, care nu coincide neapărat cu cel al redacției.**

## Cuprins

<b>CERCETARE</b>		
<b>STUDIUL PARAMETRILOR TERMICI AI METALELOR PRIN METODA UNDELOR RADIALE DE TEMPERATURĂ</b>		4
	SIMION BĂNCILĂ	
<b>RECUPERAREA MATERIALELOR NEFEROASE DIN BECURI UZATE PRIN SEPARAREA CU AJUTORUL FEROFUIDELOR</b>		7
	Viorica Chioran, Ioan Ardelean	
<b>ACTUALITĂȚI</b>		
<b>PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ PE 2010</b>		17
	Ștefan D. Tiron	
<b>DE CE FUNDAȚIA NOBEL SPUNE NU REFORMEI</b>		20
<b>PROBLEME, CONCURSURI, OLIMPIADE</b>		
<b>A 41-A OLIMPIADĂ INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ (CROAȚIA, 19-21 IULIE 2011). Probleme propuse</b>		21
<b>FIZICĂ</b>		
<b>EFACTUL DOPPLER ÎN CAZUL UNDELOR ELECTROMAGNETICE (ABORDARE ENERGETICĂ)</b>		39
	Mircea COLPAJIU, Tudor ȘTUBEI	
<b>METODICA PREDĂRII FIZICII</b>		
<b>UTILIZAREA MATERIALELOR ILUSTRATIVE PENTRU ACTIVIZAREA PROCESULUI DE STUDIERE A FIZICII</b>		41
	Virgil CHEPTEA, Tamara CIBOTA	
<b>LABORATORUL DE FIZICĂ</b>		
<b>TRUSA DE MECANICĂ ASISTATĂ DE CALCULATOR.</b>		
<b>V. VERIFICAREA EXPERIMENTALĂ A FORMULEI LUI GALILEO</b>		51
	ALEXANDRU RUSU	
<b>ASTRONOMIE</b>		
<b>SOARELE S-A „TREZIT”</b>		58
	ȘTEFAN D. TIRON	
<b>CELE MAI IMPORTANTE DESCOPERIRI ÎN ASTRONOMIE ÎN 2010</b>		58
<b>FILOSOFIA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE</b>		
<b>FUNDAMENTALITATEA APLICATIVĂ ȘI NOUA PARADIGMĂ A CERCETĂRII</b>		60
	BORIS FILIP	
<b>JOCURI DIDACTICE</b>		
		63

# STUDIUL PARAMETRILOR TERMICI AI METALELOR PRIN METODA UNDELOR RADIALE DE TEMPERATURĂ

Conf. univ. dr. Simion BĂNCILĂ  
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

## REZUMAT

*În lucrare sunt prezentate rezultatele experimentale pentru capacitatea calorică și difuzivitatea termică a metalelor lichide In, Tl, Pr și Ce la temperaturi de 1000 – 2100 K.*

## ABSTRACT

*The paper presents the experimental results on heat capacity and thermal diffusivity of the liquid metals In, Tl, Pr and Ce in the temperature range 1000 – 2100 K.*

## РЕЗЮМЕ

*В работе представлены экспериментальные данные по теплоемкости и теплопроводности жидких металлов In, Tl, Pr, Ce в интервале температур 1000- 2100 K.*

Prezenta lucrare are la bază un studiu experimental al metalelor lichide, realizat timp de mai mulți ani la Catedra de Științe Fizice și Inginerești a Universității de Stat „Alec Russo” din Bălți în colaborare cu Catedra de Fizică Moleculară a Universității de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova. Scopul principal al acestor cercetări constă în rezolvarea problemei privind caracterul mișcării termice în aceste medii. În această problemă un loc aparte revine cercetării proprietăților termice ale metalelor, cum ar fi difuzia, conductibilitatea termică, capacitatea calorică, dar și conductibilitatea electrică.

Studiul proprietăților metalelor lichide este, de asemenea, o problemă prioritară în tehnica modernă, dat fiind faptul că astăzi metalele lichide se folosesc pe scară tot mai largă în energetica nucleară, construcția de rachete, precum și în metalurgie.

Teoria stării lichide a substanței deocamdată nu este elaborată. De asemenea, nu sunt elaborate metode de descriere cantitativă a proprietăților lichidelor. Nu e întâmplător faptul că datele experimentale existente astăzi în domeniul proprietăților termice ale metalelor lichide sunt limitate ca volum și în mare măsură contradictorii. În acest context, un rol principal în studiul problemelor menționate se atribuie cercetărilor experimentale, în care a fost determinată dependența de temperatură a difuzivității (coeficientului de difuzie) și a capacității calorice ale unor metale ca In, Tl, Pr și Ce.

În prezenta lucrare; studiul întregului ansamblu de proprietăți (difuzivitatea termică, capacitatea calorică, conductivitatea termică) se bazează pe aplicarea metodei undelor radiale de temperatură. Proba supusă cercetării avea forma unei alveole cilindrice (umplută cu metal lichid), confecționate din tuburi de tantal cu pereții subțiri (de circa 0,1 mm) având diametrul de aproximativ 6 mm și 14 mm. Atât fundul, cât și capacul alveolei au fost confecționate din foițe de tantal având grosimea de circa 1,5 mm, prinse de cele două tuburi prin sudură cu fascicul de electroni.

Suprafața cavității a fost supusă unui tratament termic prin încălzire periodică cu variații în formă de  $\Pi$  ale temperaturii, realizat prin bombardare cu electroni în vid. Variația temperaturii suprafeței exterioare s-a înregistrat prin metoda oscilațiilor luminozității (fără

contact direct). În cazul geometriei impuse a sistemului, difuzivitatea termică s-a determinat în funcție de timpul caracteristic stabilit  $\delta t$  (fig. 1) în urma comparării curbelor periodice de variație a temperaturii și a puterii de încălzire. [1] [2]

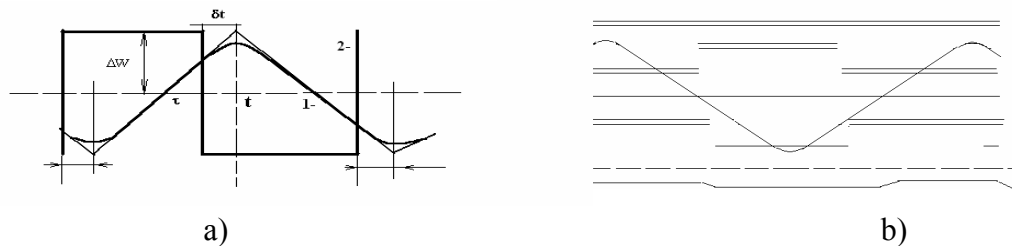


Fig. 1. Curbele în formă de  $\Pi$  ale oscilațiilor temperaturii pentru modularea puterii de încălzire.

a) curba teoretică, b) curba experimentală.

Pentru determinarea capacității calorice și a conductivității termice s-a recurs la prelucrarea informației conținute în curbele menționate, avându-se în vedere valoarea absolută a variației puterii de încălzire și temperaturii. Relația pentru capacitatea calorică are forma:

$$C_p = \frac{q}{2M \frac{dT}{d\tau}},$$

unde  $\frac{dT}{d\tau}$  este viteza de încălzire (răcire), iar  $q$  - puterea de încălzire periodică,  $M$  - masa probei.

Pentru calculul difuzivității termice s-a propus relația:

$$a = \frac{R_2^2}{8\delta t} \left[ 1 + \xi^2 + \frac{4\xi^2}{1 - \xi^2} \ln \xi \right],$$

în care  $\xi = \frac{R_1}{R_2}$  este raportul dintre razele tuburilor de tantal.

Instalația la care s-au realizat experimentele a fost descrisă în [2]. Prelucrarea datelor experimentale s-a realizat prin două metode: analiză armonică și studierea particularităților specifice ale încălzirii prin oscilații periodice în formă de  $\Pi$  ale temperaturii [4]. S-a constatat că relațiile de calcul, obținute pentru încălzirea interioară, sunt valabile și pentru încălzirea exterioară [1]. Metodologia măsurării difuzivității termice a fost testată în prealabil pe niobiu solid. Eroarea aleatorie în măsurări a constituit  $\pm 6\%$ , în timp ce eroarea sistematică era de aproximativ  $\pm 5\%$ , adică aceeași ca în cazul încălzirii interioare. La temperatura de 1400 K, s-a obținut valoarea  $\alpha = 0,245 \text{ cm}^2/\text{s}$  pentru difuzivitatea termică determinată prin metoda încălzirii interioare și  $\alpha = 0,240 \text{ cm}^2/\text{s}$  pentru cea obținută prin metoda încălzirii exterioare. Metoda încălzirii exterioare s-a folosit doar ca una de control, majoritatea experiențelor fiind efectuate prin metoda încălzirii interioare. În experiențe s-a utilizat una și aceeași fiolă confecționată din două tuburi de tantal.

Rezultatele măsurării parametrilor termici ai metalelor studiate sunt prezentate în tabelul 1, fig. 2 și fig. 3. Eroarea relativă la determinarea căldurii molare constituie cca 3÷5%, iar la determinarea difuzivității termice - cca 4-5 %.

Tabelul 1

Căldura molară a metalelor lichide studiate

$\frac{cal}{molK}$

T, K	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
<b>Metalul</b>											
<b>In</b>	6,95	6,87	6,79	6,71	6,63	6,55	6,47	6,39	6,31	6,23	6,15
<b>Tl</b>	9,25	8,61	8,05	7,58	7,19	6,90	6,69	-	-	-	-
<b>Pr</b>	-	9,01	8,89	8,77	8,65	8,54	-	-	-	-	-
<b>Ce</b>	-	9,43	9,33	9,31	9,18	9,08	8,95	8,8	8,2	-	-

(Nota red.: 1 cal (calorie)= 4,1868 J)

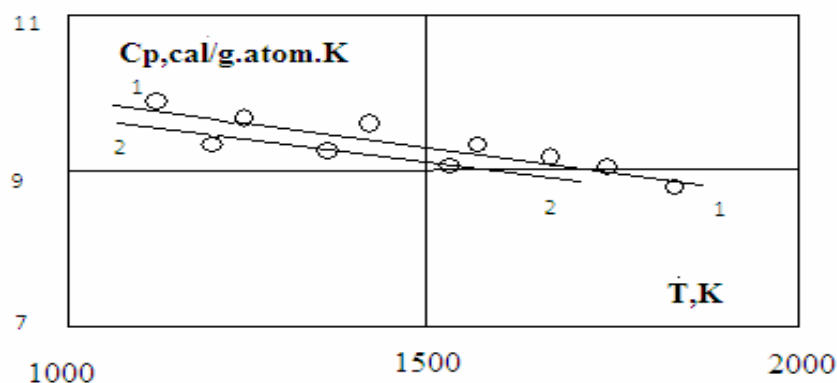


Fig. 2. Dependența căldurii molare a Ce de temperatură.  
1 – 1 –rezultatele autorului; 2 - 2 – Atalla C.P. [3]

(Nota red.: un gram-atom este cantitatea de substanță, egală numeric cu masa atomică exprimată în grame. În SI, unitatea de cantitate de substanță este un mol.)

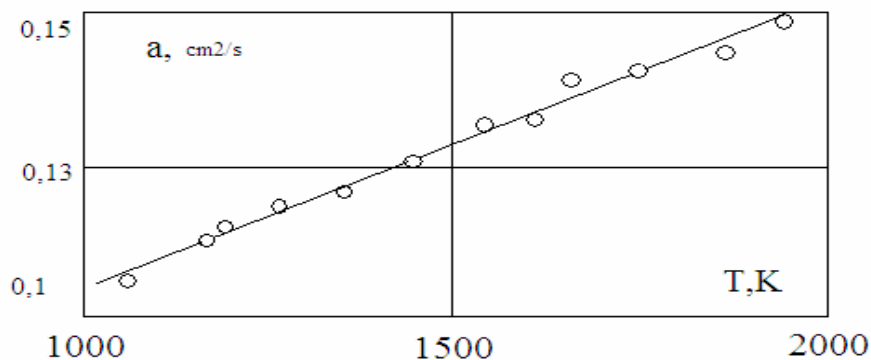


Fig. 3. Dependența difuzivității Ce de temperatură.

Probele au fost confecționate din metale având următoarea compoziție chimică:

Tabelul 2

<i>Tl</i>	Tl 99,9996; Fe $10^{-4}$ ; Cu $2 \cdot 10^{-5}$ ; As $10^{-4}$ ; Ni $2 \cdot 10^{-5}$ ; Hg $4 \cdot 10^{-5}$ ; In $10^{-4}$ .
<i>In</i>	In 99,92; Fe $5 \cdot 10^{-5}$ ; Cu $4 \cdot 10^{-5}$ ; Ni $2 \cdot 10^{-5}$ ; Pb $10^{-5}$ ; Sn $10^{-4}$ ; Zn $2 \cdot 10^{-5}$ ; Tl $10^{-5}$
<i>Pr</i>	Pr 99,76
<i>Ce</i>	Ce 99,79; Fe $10^{-2}$ ; Mn $10^{-2}$ ; Mg $1,2 \cdot 10^{-1}$ ; Si $10^{-3}$ ; Ni $10^{-1}$ ; Cu $10^{-2}$ .

## REFERINȚE

- [1]. Băncilă S. Исследование тепловых свойств жидких металлов при температурах до 200 К. Кандидатская диссертация. М., МГУ, 1972, 289 стр.
- [2]. Băncilă S. Studiul parametrilor termici ai metalelor prin metoda undelor radiale de temperatură. // Lucrările Conferinței Naționale de Temperatură, 23-27 mai 1997, ediția a VII-a, Vol. 2, Brașov, România, 1997, p. 25-28.
- [3]. Atalla S. R. Кандидатская диссертация. М., МГУ, 1971.
- [4]. Băncilă S., Filipov L.P. Теплофизика высоких температур. Т. 11, nr. 3, 1972, p. 668.

Primit la redacție: 1 decembrie 2010

## RECUPERAREA MATERIALELOR NEFEROASE DIN BECURI UZATE PRIN SEPARAREA CU AJUTORUL FEROFUIDELOR

Drd. Viorica CHIORAN, prof. univ. Ioan ARDELEAN  
Universitatea Babes Bolyai, Cluj Napoca, România

### REZUMAT

*Lucrarea prezintă rezultatele unui studiu privind tehnologia de separare selectivă a metalelor neferoase și feroase din corpurile de iluminat. Metoda propusă este separarea magnetofluidică cu ajutorul lichidelor magnetice [1]. În acest scop au fost selectate trei tipuri de deșeuri din becuri: becuri de iluminat obișnuite, becuri auto și tuburi fluorescente. S-au efectuat următoarele faze tehnologice: a) separarea părților componente din becuri; b) analiza fizică și chimică a materiei prime; c) condiționarea granulometrică a materiei prime; d) separarea magnetică uscată a componentelor feroși; e) separare magnetofluidică a materialului nemagnetic; f) recuperarea fluidului magnetic [2]. Din studiul efectuat rezultă că separarea magnetofluidică este rentabilă pentru becurile obișnuite și becurile auto, nu și pentru tuburi fluorescente.*

**CUVINTE CHEIE:** separarea magnetofluidică, lichid magnetic, corpuri de iluminat, metale neferoase.

## THE RECOVERY OF NON-FERROUS METALS FROM BROKEN LIGHT BULBS USING MAGNETIC FLUID BASED SEPARATION

### ABSTRACT

*The paper presents the results of a study on the selective separation technology of ferrous and non-ferrous metals from broken light bulbs. The proposed method is to use magnetic fluids to obtain a magnetic fluid based separation [1]. The study was conducted using three types of waste materials:*

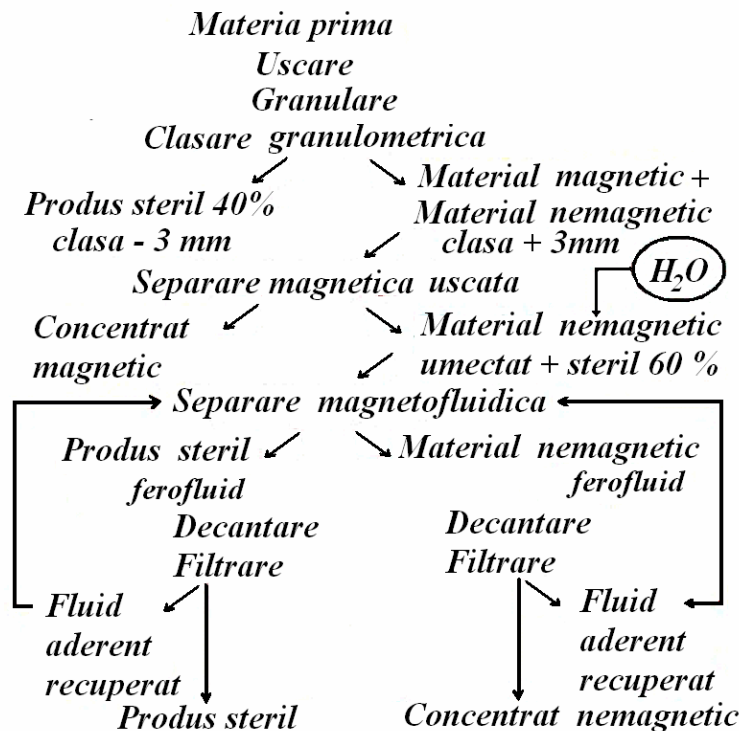
regular light bulbs, auto light bulbs and neon tubes. In order to process the waste materials, a six stages technologic flow was developed: a) separation of light bulbs components; b) physical and chemical analysis of raw materials; c) grain conditioning of the raw material; d) dry magnetic separation of ferrous components; e) magnetic fluid separation of non-magnetic material; f) recovery of the magnetic fluid adhered to the surface of the separated material grains [2]. This study shows that magnetic fluid separation is only profitable for regular and auto light bulbs and is not profitable in the case of neon tubes.

**KEY WORDS:** separation of ferrous, magnetic fluid, lighting sources, nonferrous metals.

### 1. INTRODUCERE

Utilizând metoda de separare magnetofluidică cu ajutorul lichidelor magnetice s-a urmărit elaborarea unor tehnologii neconvenționale, economice și nepoluante în domeniul separării în condițiile în care resursele de minereuri și concentrate neferoase sunt în continuă scădere, iar prețul de cost al acestora este în continuă creștere. Pe de altă parte, începând cu 1 septembrie 2009 a intrat în vigoare prevederea Consiliului Europei privind scoaterea de pe piață a becurilor cu filament tradițional de 100 W și a celor mate și înlocuirea acestora cu becuri economice, obiectivul UE fiind acela de scădere a emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20% până în 2020. În această situație considerăm că este oportună preocuparea de a găsi soluțiile potrivite pentru recuperarea și re folosirea metalelor conținute în becuri. În această lucrare se pune în evidență modul în care tehnica levitației se poate folosi și la reciclarea deșeurilor neferoase rămase în steril sau a celor conținute în becuri și tuburi fluorescente uzate sau rebutate [4].

### 2. CONDIȚII EXPERIMENTALE: FAZELE FLUXULUI TEHNOLOGIC





### a) Separarea părților componente din becuri

Prin sfărâmarea grobă a corpurilor de iluminat și separarea părților componente ale becurilor (dulie, filament, sticlă) s-au obținut componenții metalici și componenți nemetalici, precum și produși sterili ca sticlă, textolit, ebonită.

### b) Analiza materiei prime

Pentru experimentare în laborator s-a folosit ca materie primă câte 10 bucăți din diverse sortimente de deșuri electrotehnice, astfel: becuri auto cu fasung mare, mijlociu și mic; becuri de iluminat cu dulie de oțel și de alamă; tuburi fluorescente cu soclu de aluminiu și de alamă.

Pe lângă duliile de oțel și alamă au rezultat și cantități de metale feroase și neferoase (aliaje de nichel–cupru-zinc, plumb-staniu, cupru-zinc), precum și metale neferoase nealiatate în cantități foarte mici (wolfram, molibden).

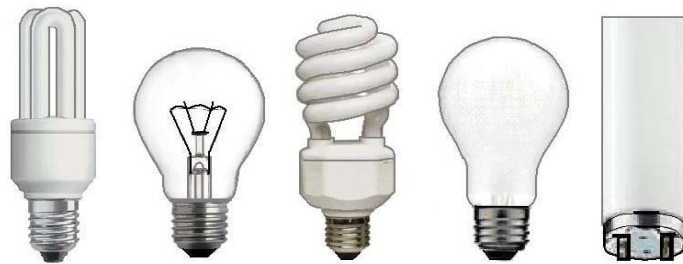


Fig.2 Sortimentele de deșuri electrotehnice: becuri și tuburi

c) **Condiționarea granulometrică a materiei prime** a constat în următoarele operații: *concasarea grobă a deșeurilor din corpurile de iluminat* (probele au fost sfărâmate și aduse la dimensiuni grobe), *granularea materialului grob* (efectuată în două trepte pe un granulator cu discuri, în prima treaptă distanța dintre discuri este de 5-8 mm, iar în treapta a doua discurile sunt la distanță de 1 mm) și *clasarea granulometrică a materialului granulat* (s-a efectuat pe ciurul de 5 mm, respectiv de 3 mm, în scopul eliminării unei cantități cât mai mari de steril aproximativ 40%). Granularea se efectuează cu scopul desfacerii asocierilor intime prin lipire dintre componenții metalici și cei sterili. Gradul de disociere determinat experimental este de 90%.

**Compoziția chimică a materiei prime** s-a determinat prin *analiza spectrală*, *analiza chimică* a componentelor de bază constituente ale fiecărui sort de deșeu electrotehnic și *analiza fizică* a fasungului, respectiv a suportului și a filamentului.

d) **Separarea magnetică uscată a componentelor ferosi** a constat în separarea componentelor cu susceptibilitate magnetică din amestecul granulat clasa +3 mm, pentru a rămâne materialul nemagnetic ce urmează a fi prelucrat prin procedeul magnetofluidic.

Separarea s-a realizat pe *separator electromagnetic pilot* (tip SEB 650) în scopul recuperării componentelor magnetici. Condițiile de lucru: tensiunea de alimentare 220 V, intensitatea câmpului magnetic 1000-1500 Öersted. Distanța dintre bandă și separator 30– 80 mm [5].

e) **Prin separarea magnetofluidică a materialului nemagnetic clasa +3 mm** se urmărește separarea componentelor nemagnetice din amestecul mecanic cu sterilul rămas după separarea magnetică uscată. S-a folosit un *separator magnetofluidic* a cărui schemă de principiu este prezentată în fig. 3.

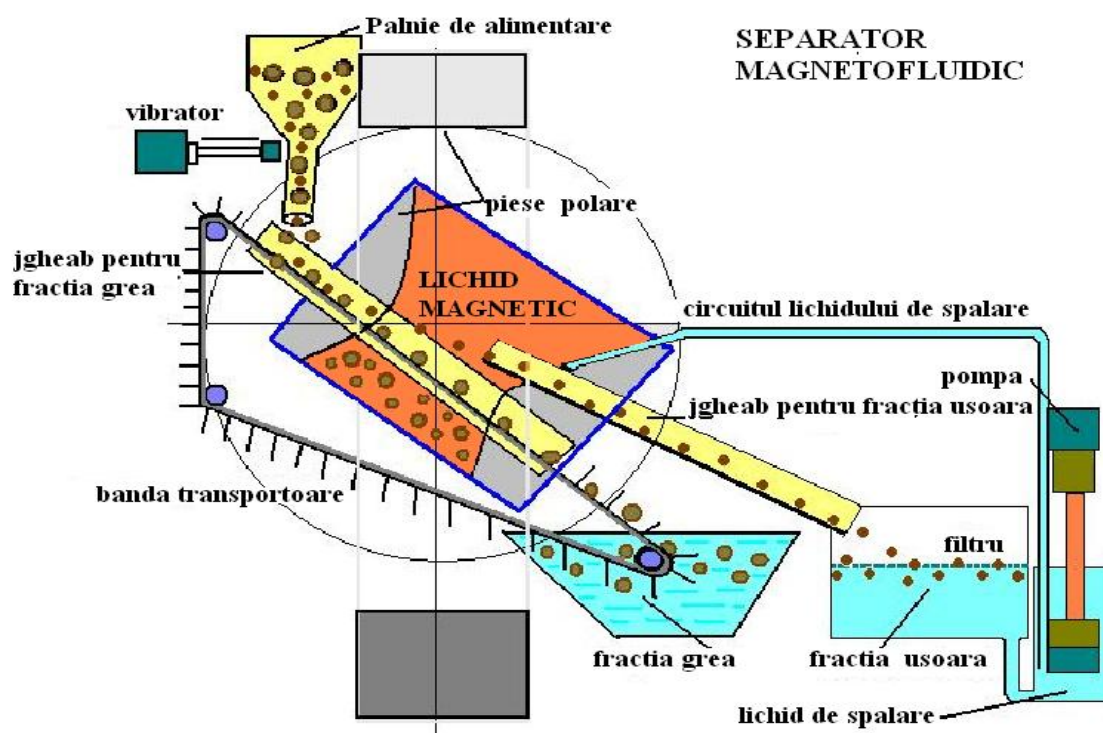


Fig. 3. Schema separatorului magnetofluidic tip SEB-650.

Condițiile de lucru au fost următoarele: volumul util al celulei de separare (0,8–1) litri; magnetizația la saturație a fluidului magnetic (la livrare) (250 – 330) Gs, iar magnetizația de lucru a lichidului magnetic (125-150) Gs; densitatea aparentă a mediului de separare (2300 - 2700) kg/m<sup>3</sup>. Materialul umectat cu apă este supus separării în fluid magnetic pe bază de petrol în celula de separare cu volum util de 1 litru. Frația metalică (grea) este colectată la partea inferioară a celulei de separare, iar fracția sterilă (ușoară) levitată la suprafața fluidului magnetic este colectată pe partea superioară a celulei de separare [6]. Cantitatea de apă aderentă la suprafața granulelor de material separat este 150 kg/tonă desen original.

**f) Recuperarea fluidului magnetic** (care a aderat pe fracțiile separate magnetofluidic sau care a fost antrenat mecanic în procesul evacuării din zona de separare) s-a efectuat după o *decantare* de circa 30 minute în vasul de colectare a fracțiilor separate [7].

### 3.REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma analizei fizice a materiei prime folosite pentru studiul experimental, s-au determinat extracțiile în masă din materia primă, rezultatele fiind prezentate în tabelul 1.

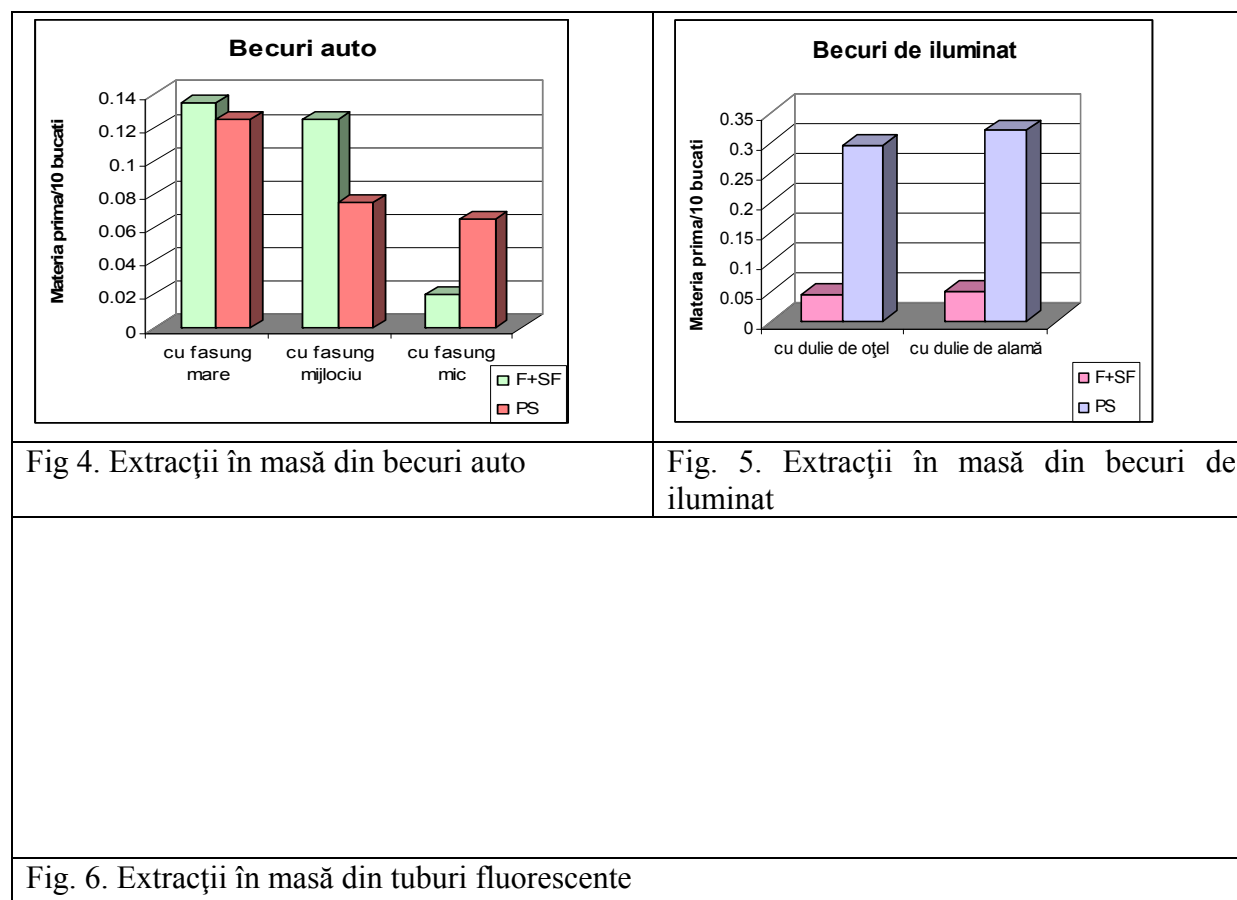
Figurile 4-6 prezintă extracțiile în masă din cele 3 categorii de materie primă analizate. Se poate observa că:

- becurile auto mari și mijlocii conțin cantități ușor crescute de produs util (fasung + filament) față de cantitatea de produs steril (fig. 4);
- la becurile de iluminat produsul util este în cantitate foarte mică față de produsul steril (fig. 5);
- tuburile fluorescente conțin o cantitate nesemnificativă de produs util față de cantitatea de produs steril, astfel încât se poate pune problema rentabilității recuperării acestei fracțiuni (fig. 6).

Tabelul 1

## Extracțiile în masă din materia primă

Materia primă	Masa [kg/10 buc]	Fasung + suport filament, F+SF [kg/10 buc]		Produs steril, PS [kg/10 buc]	
1. Becuri auto					
- cu fasung mare	0.260	0.135	51.92 %	0.125	48.08 %
- cu fasung mijlociu	0.200	0.125	62.5 %	0.075	37.5 %
- cu fasung mic	0.085	0.020	23.53 %	0.065	76.47 %
2. Becuri de iluminat					
- cu dulie de oțel	0.338	0.049	14.5 %	0.289	85.5 %
- cu dulie de alamă	0.367	0.050	13.62 %	0.317	86.38 %
3. Tuburi fluorescente					
- mari cu soclu de aluminiu	3.920	0.060	1.53 %	3.860	98.47 %
- mijlocii cu soclu de aluminiu	2.200	0.065	2.95 %	2.135	97.05 %
- mijlocii cu soclu de alamă	3.390	0.067	1.976 %	3.323	98.024 %
- mici cu soclu de alamă	1.910	0.065	3.40 %	1.845	96.59 %



Pentru determinarea cât mai corectă a compoziției chimice a materiei prime s-a realizat analiza chimică a componentelor de bază, adică a fasungului și a suportului filamentului. Rezultatele experimentale obținute în urma **determinării compoziției chimice a materiei prime** sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

**Compoziția chimică a materiei prime**

Nr. crt	Tipuri de probe		Metale [%]				
			Cu	Zn	Pb + Sn	Ni	Fe
1	<b>Becuri auto</b>						
	mari	fasung mare	57.80	31.15	0.36	3.98	2.11
		suport - filament	56.10	32.09	9.40	0.32	1.80
	mijlocii	fasung mijlociu	63.25	35.81	0.49	0.16	0.12
		suport - filament	51.42	26.90	17	3.31	0.49
	mici	fasung mic	50.55	35.12	4.55	3.10	4.15
suport - filament		24.98	33.40	22.10	0.60	18.25	
2	<b>Becuri de iluminat</b>						
	cu fasung de alamă	fasung de alamă	58.50	32.19	0.28	0.003	1.35
		suport - filament	29.54	11.00	49.90	3.50	0.00
	cu fasung de fier	fasung de oțel	0.59	3.15	0.55	0.07	93.88
		suport - filament	29.12	7.08	32.06	6.65	0.84
3	<b>Tuburi fluorescente</b>						
	cu soclu neon		70.90	25.09	0.22	0.002	0.35
	cu suport - filament		64.02	20.80	0.55	10.88	1.12

În figura 7 se observă că în fasung, dar și în suport-filament la **becurile auto mari** se găsește cea mai mare cantitate de Ni (3,98%) și cantități mari de Cu (57,8%), urmată de Zn (32,09%). **Becurile auto mijlocii** au în fasung cea mai mare cantitate de Cu (63,25%) iar în suport-filament o cantitate mare de Zn (35,81%), iar **becurile auto mici** au în suport-filament o cantitate mare de Pb+Sn (22,1%) și Fe (18,25%). În componența acestor deșuri electrotehnice intră alamele speciale (aliajul Cu-Zn) aliaje pe bază de nichel (Ni-Cu-Zn), cositorul electrotehnic (aliajul Pb-Sn) și subordonat cantitativ: wolframul.

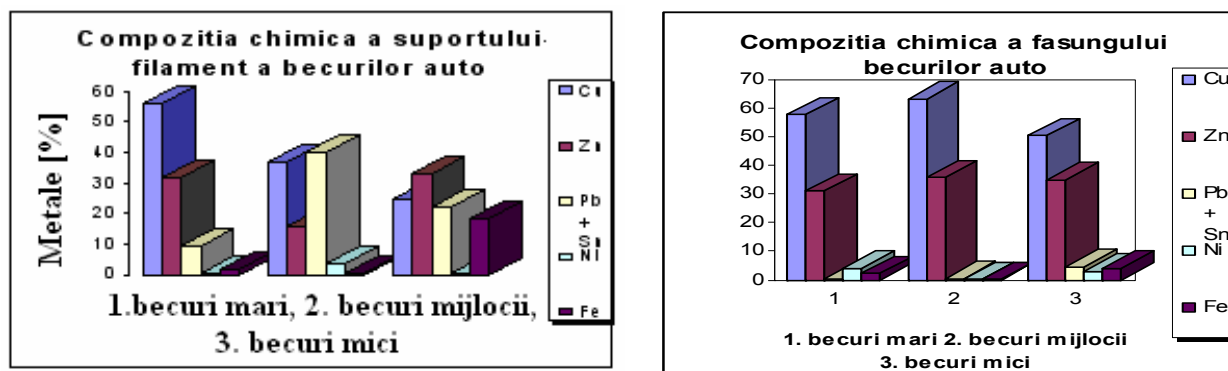


Fig. 7. Compoziția chimică a elementelor din becurile auto

În figura 8 e prezentată compoziția chimică a elementelor existente în becurile de iluminat. Se observă **în fasung** o mare cantitate de Fe (93.88 %) la cele cu fasung de fier și

cantități mari de Cu (58.50 %) și Zn (32.19 %) la cele cu fasung de alamă. În suportul filament al becurilor cu fasung de alamă există o însemnată cantitate de Pb + Sn (49.90 %) și o mare cantitate de Cu (58.50 %) și Ni (32.19 %) iar în filamentul celor cu fasung de fier există o cantitate apreciabilă de Pb+Sn (32.06%) și Cu (29,12%) respectiv Ni (6,65%).

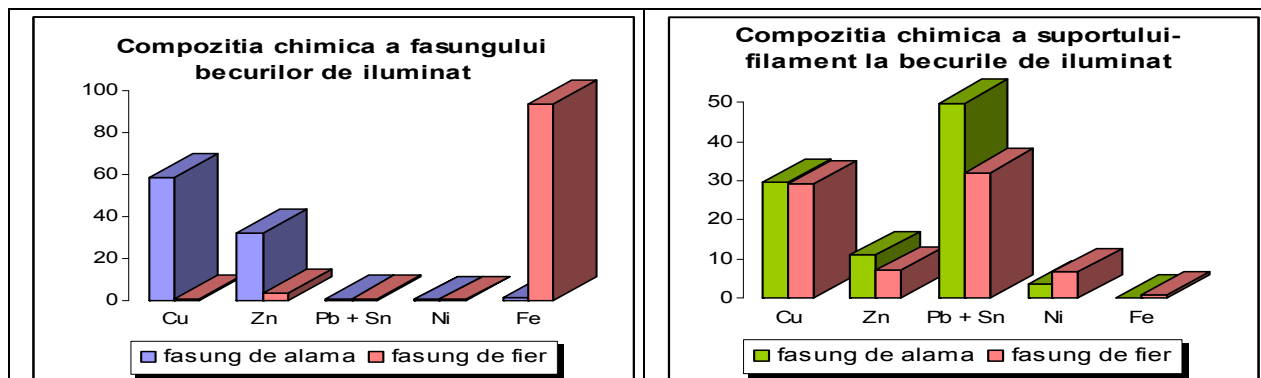


Fig. 8. Compoziția chimică a elementelor din becurile de iluminat

În figura 9 e prezentată compoziția chimică a elementelor existente în tuburile fluorescente. Se observă că în soclu există Cu (70.9 %) și Zn (25,09%), iar în suport - filament există Cu (64.02 %), urmat de Zn(20,8%) și Ni (10,88%) celelalte metale fiind în cantități nesemnificative.

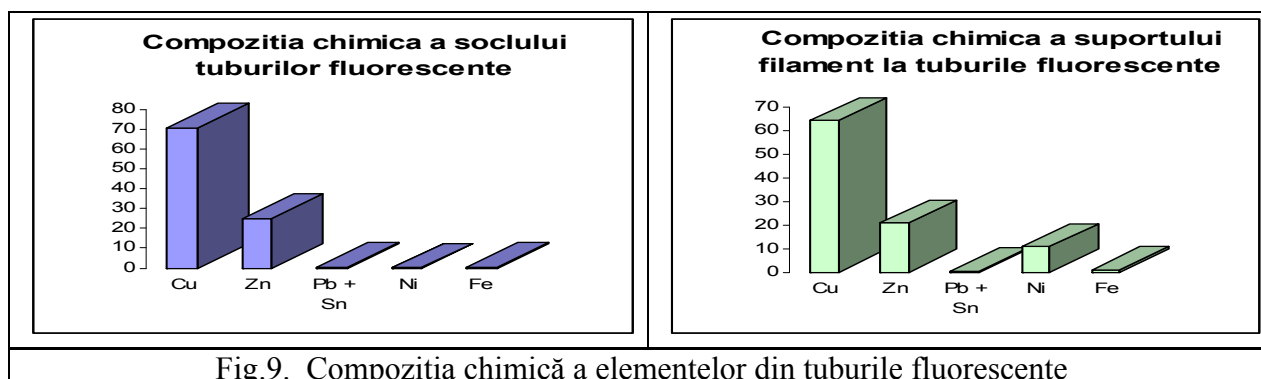


Fig.9. Compoziția chimică a elementelor din tuburile fluorescente

Rezultatele experimentale obținute, folosind cantități industriale în cele trei faze ale procesului tehnologic (la clasare granulometrică, separarea magnetică uscată și la separarea magnetofluidică) sunt prezentate în tabelul 3.

Din tabelul 3 se observă că, după ce s-au parcurs fazele fluxului tehnologic de valorificare a celor trei tipuri de deșuri electrotehnice: becuri auto, becuri de iluminat și tuburi fluorescente, rezultatele arată că la **clasarea granulometrică** cea mai mare cantitate de **produs util** s-a obținut la becurile de iluminat (46.58 %), pentru becurile auto (45%) iar la tuburile fluorescente (4 %). La **separarea magnetică** se obțin cantități importante de **material magnetic** astfel: becurile obișnuite (20,5%), iar la becuri auto 2,64% și la tuburile fluorescente 3,18 %. La **separarea magnetofluidică** se obțin cantități importante de **concentrat nemagnetic** astfel: la becurile auto (65.1 %), iar la becuri obișnuite 20,77 % și la tuburile fluorescente doar 3%.

În figura 10 se observă că la **clasarea granulometrică** cantitatea de **produs steril** separat este mai mare la tuburile fluorescente (96% ) unde se separă cea mai mică cantitate de produs util.

Bilanțul de materiale obținut la separare

Materie primă clasa +3mm	Clasare granulometrică (kg)		Separare magnetică (kg)			Separare magnetofluidică (kg)			
	Cantitate	Materia l util	Material steril	Cantitate	Material magnetic	Material nemagnetic	Cantitate	Concentrat nemagnetice	Produs steril
1. Becuri auto amestecate	88.67 100%	39.90 45%	48.77 55%	39.90 100%	1.05 2.64%	38.85 97.36%	38.85 100%	25.29 65.1%	13.56 34.9%
2. Becuri obișnuite	234 100%	109 46.58%	127.96 53.42%	109 100%	22.33 20.5%	86.67 79.5%	86.67 100%	19 20.77%	68.67 79.23%
3. Tuburi fluorescente	425 100%	17.0 4%	408 96%	17.0 100%	0.54 3.18%	16.46 96.82%	16.46 100%	0.51 3.00%	15.95 96.99%

Prin **separarea magnetică** se obține cea mai mică cantitate de *steril* (79,5%) la becurile obișnuite, iar **prin separarea magnetofluidică** tot la tuburile fluorescente se obține cea mai mare cantitate de *produs steril* (96,99%). Metoda separării magnetofluidice este mai eficientă la becurile auto, pe urmă la becurile obișnuite și nu este eficientă la tuburile fluorescente. La separarea magnetofluidică se obțin cantități importante de concentrat nemagnetic deoarece metoda se bazează pe posibilitatea de a controla și schimba densitatea aparentă a fluidelor magnetice prin aplicarea de câmpuri magnetice exterioare, ale căror intensități și structuri spațiale pot fi variate, prin aceasta creându-se premiza separării componentelor din amestecuri mecanice, pe baza diferenței lor de greutate specifică [7].

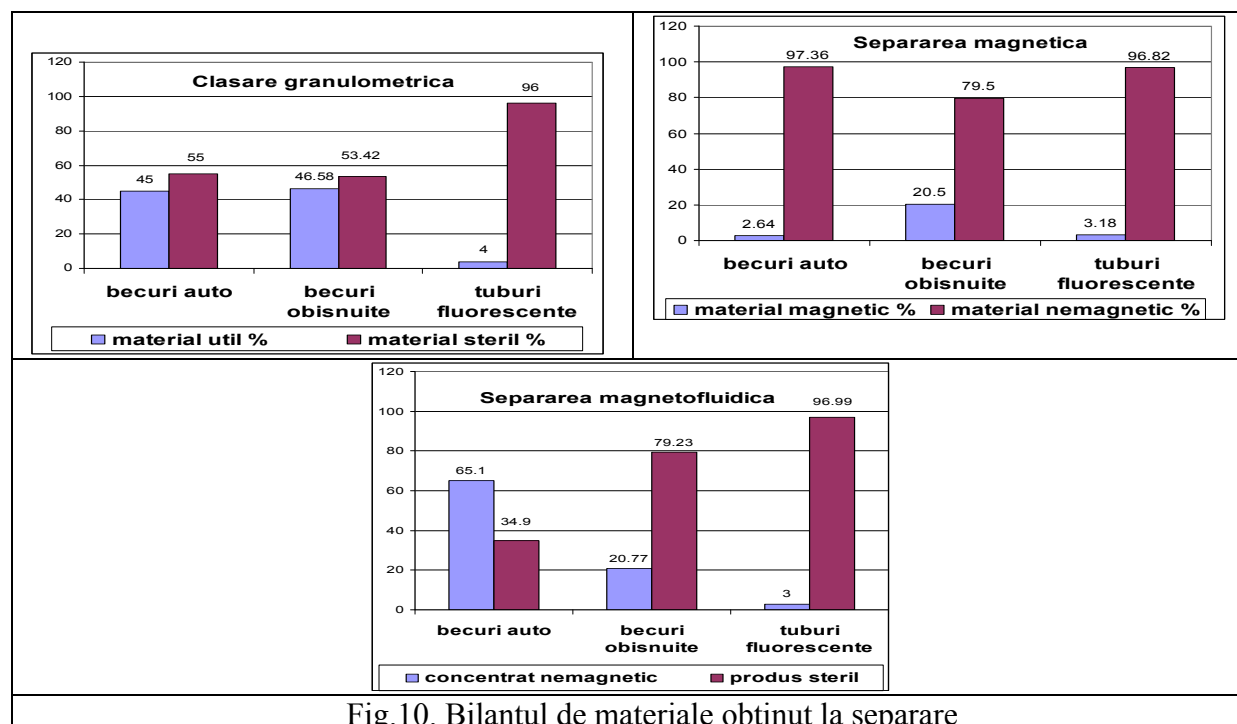


Fig.10. Bilanțul de materiale obținut la separare

**Produsele obținute și bilanțul metalic** determinat pentru **separarea magnetofluidică** a deșeurilor electrotehnice pe sorturi calitative raportat la tona de materie primă originală este prezentat în tabelul nr.4 (care conține valorile experimentale).

Tabelul 4

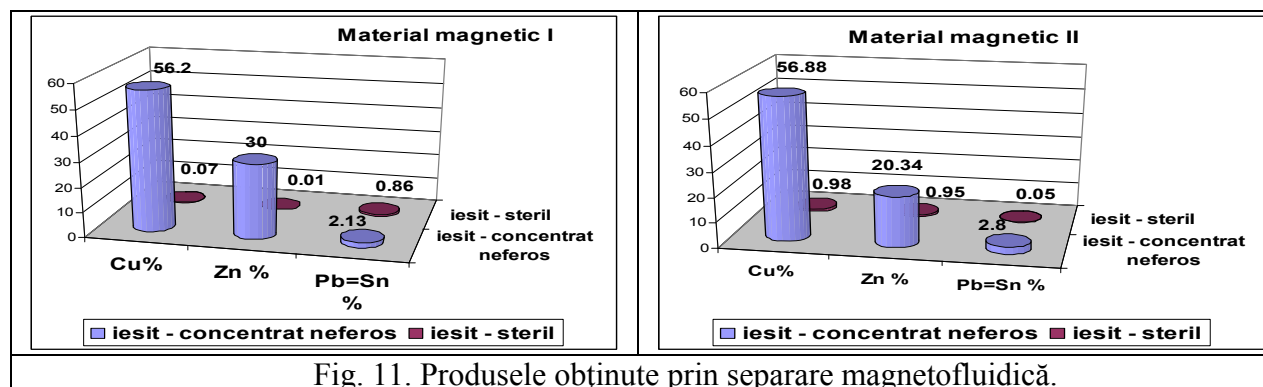


Fig. 11. Produsele obținute prin separare magnetofluidică.

În fig.11 se face analiza compoziției chimice a produselor obținute prin separarea magnetofluidică și se observă că este posibilă recuperarea din concentrat neferos I (becuri auto) a următoarelor elemente: Cu (~56.2%) și Zn (~30%), respectiv recuperarea din

Produse obținute prin metoda de separare magnetofluidică					
		Metale conținute	Cu (%), (kg)	Zn (%), (kg)	Pb+Sn (%), (kg)
INTRAT	Material magnetic I (becuri auto) =776 kg		36.44 283	19.42 151	1.63 13
	Material magnetic II (becuri cu fasung de alamă) = 733 kg		10.5 76.7	15.55 40.7	0.52 3.8
IESIT	Concentrat neferos I = 500 kg		56.2 281	30 150	2.13 10.6
	Steril I =276 kg		0.07 0.19	0.01 0.03	0.86 2.37
	Concentrat neferos II = 124 kg		56.88 71	20.34 25.2	2.8 3.5
	Steril II = 609 kg		0.98 5.7	0.95 5.8	0.05 0.3

concentrat neferos II (becuri cu fasung de alamă) a următoarelor elemente: Cu (~56.88%) și Zn (~20.34). Se mai observă ca în steril rămân urme de metale neferoase a căror recuperare nu este rentabilă.

**Caracterizarea produselor finite.** Experimentarea posibilităților de prelucrare magnetofluidică a diferitelor tipuri de deșuri din corpurile de iluminat a determinat estimarea producției marfă (concentrat neferos). Cunoscând disponibilitățile anuale naționale de corpuri de iluminat și ținând seama de rentabilitatea prelucrării magnetofluidice a acestora funcție de conținutul metalic în materia primă originală, ar putea fi livrate următoarele produse prezentate în tabelul 5.



Caracterizarea produselor finite			
a) concentrat neferos din becuri auto		Cu următoarea compoziție chimică	
Cantitate anuală = 40 t /an /3 mil.becuri	Cu = 56%	Zn = 30%	Pb + Sn = (2.5 - 11) %
b) concentrat neferos din becuri cu fasung de alamă		Cu următoarea compoziție chimică	
Cantitate anuală = 13.6 t /an/ 3 mil. becuri	Cu = (56– 60) %	Zn = (20- 26) %	Pb + Sn = (2.8 - 11) %
c) steril	cantitate = 1088 t/an	steril provenit din becuri auto și becuri obișnuite	

#### 4. CONCLUZII ȘI PROPUNERI

a) S-a observat că umectarea cu apă a materialului înainte de separarea magnetofluidică a acestuia se concretizează printr-o reducere cu 55 % a cantității de fluid magnetic aderat.

b) Pentru eficiența metodei de separare magnetofluidică trebuie recuperat fluidul magnetic aderat pe granulele fracțiunilor separate. Acestea s-au spălat cu petrol și noul lichid magnetic (foarte diluat) s-a utilizat (după purificare) ca solvent pentru diluarea altor lichide magnetice destinate separării magnetofluidice, astfel pierderile de lichid magnetic s-au redus până la 0,1%.

c) În faza separării magnetofluidice se recuperează, din deșeurile electrotehnice folosite, concentrat nemagnetic și produs steril. Metoda nu este rentabilă pentru tuburile fluorescente datorită contribuției metalice reduse față de masa sterilă.

d) Becurile obișnuite cu fasung de oțel zincat (și cu fasung de fier) vor fi prelucrate până la produs magnetic și în continuare vor fi prelucrate prin procese metalurgice, iar prelucrarea magnetofluidică nu este rentabilă datorită conținutului redus de material nemagnetic.

f) In becurile obișnuite cu filament se găsește cea mai mare cantitate de produs util (magnetic + nemagnetic) care se separă în fiecare din fazele fluxului tehnologic propus. Deoarece vor fi scoase din uz și vor fi înlocuite cu becuri ergonomice este oportună și eficientă recuperarea și re folosirea metalelor conținute în aceste becuri.

g) Pe baza rezultatelor experimentale se poate propune efectuarea unui studiu privind oportunitatea realizării în prima etapă a unei instalații pilot experimentale industriale cu o capacitate de 200 tone pe an. Becurile uzate și rebutate din toată țara ar putea fi valorificate prin recuperarea și reciclarea metalelor valoroase pe care le conțin.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] Jan Svoboda - Magnetic techniques for the treatment of materials *Advances in Global Change Research Series*, Springer, (2004), 227-240.
- [2].V. Iusan, L. Homorodean, S. Hadgia, V. Muntean, I. Stoicoiu.- *Cercetari asupra fluidelor magnetice si separarea magnetofluidica a substantelor minerale utile*. Revista Mine, Petrol, Gaze, Numar special, pag.70-73. (1989).
- [3]. S. Hadgia, I. Stoicoiu.- *Studiul experimental al levitației de ordinul I și măsurarea câmpului magnetic intern în fluide magnetice*. Lucrările Științifice ale Simpozionului Multidisciplinar International Universitaria SIMPRO, pg.114-117, ISBN: 973-8260-91-4, (2005).
- [4]. Gheorghe Călugăru, Emil Luca, Rodica Bădescu, Constantin Cotae, Vasile Bădescu. „*Ferofluidel și aplicațiile lor în industrie*” Ed.Tehnică, București, (1978).
- [5]. De SabataI, Colțeu A.- *Aplicațiile ferofluidelor*, Ed.Tehnica, [31-35], (1980).
- [6]. Stanci A., Iușan V.-, *Aplicații tehnologice ale fluidelor magnetice*” Conferința Mondială de Fizică (1992).
- [7]. Cafer T. Yavuz, J. T. Mayo, Vicki L. Colvin - *Low-Field Magnetic Separation of Monodisperse Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanocrystals*. - Department of Chemistry, Rice University, 6100 Main Street, Houston, TX 77005, USA. *Science* 10 November (2006): Vol. 314. no. 5801, pp. 964 - 967.

Primit la redacție: 25 decembrie 2009



## PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICA PE 2010

Academia Regală de Științe a Suediei a decis să acorde Premiul Nobel pentru Fizică pe 2010 cercetătorilor de origine rusă **Andre Geim** și **Konstantin Novoselov**, care-și desfășoară activitatea la Universitatea din Manchester din Marea Britanie, pentru **“experimente inovatoare asupra materialului bidimensional grafen”** (*“for groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material graphene”*).

Lucrările lui Geim și Novoselov au adus o contribuție importantă la studiul proprietăților și caracteristicilor neobișnuite ale noului material, descoperit în 2004, care este format din atomi de carbon dispuși într-o rețea hexagonală plană - varianta bidimensională a grafitului.

Carbonul este un element chimic unic. El este capabil să formeze o varietate de structuri chimice sub formă de lanțuri uni-dimensionale, structuri ciclice și compuși tri-dimensionali. O lungă perioadă de timp au fost cunoscute trei modificări principale alotropice ale carbonului - grafit, diamant și funingine (carbon amorf).

În 1985 au fost descoperite molecule de *fullerene*  $C_{60}$  (despre fullerene vezi: Petru Lozovanu. *Fullerenele – o nouă formă alotropică a carbonului*. FTM, vol. 2, nr. 3-4, 2004) și derivații acestora  $C_n$ , descoperitorii lor fiind distinși în 1996 cu Premiul Nobel pentru chimie.

Peste mai puțin de 10 ani, lumea a aflat de existența unei modificări cilindrice uni-dimensionale a carbonului – *nanotuburi de carbon*.

În cele din urmă, în 2004, un grup de oameni de știință din Marea Britanie și Rusia sub conducerea lui Andre Geim și Konstantin Novoselov au obținut o formă alotropică bi-dimensională a carbonului – *grafenul* (vezi: *Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films*. Science, October 2004).

Ce este grafenul?

Carbonul se întâlnește în natură cel mai frecvent sub formă de grafit, un material anizotrop format din straturi plane de atomi de carbon care interacționează slab între ele (folosit și la creioanele de desen).

Dacă am reuși cumva să "desprindem" de cristalul de grafit un singur plan atomic, stratul de carbon monoatomic rezultat ar fi tocmai grafenul (o formă alotropică bidimensională a carbonului). Se poate spune că grafitul este o structură formată din plane de grafen. Atomii de grafen sunt aranjați într-o rețea cristalină hexagonală, asemănătoare cu un fagure de miere (fig. 1), distanța între atomii învecinați fiind de 0,142 nm. Acest aranjament este atât de compact, încât prin el nu pot trece nici atomii de heliu.

Proprietățile grafenului

Proprietățile electronice ale noii forme de carbon diferă radical de proprietățile materialelor tridimensionale. În special, experimentele au confirmat previziunile teoretice despre dependența liniară dintre energia și impulsul electronilor în grafen (așa numita dispersie liniară a electronilor). Aceasta înseamnă că grafenul este un semimetal, adică un semiconductor cu banda interzisă de lărgime nulă având conductivitatea electrică în condiții normale de ordinul celei a cuprului.

În grafen electronii sunt foarte sensibili la acțiunea câmpului electric extern, astfel încât mobilitatea purtătorilor de sarcină în grafen la temperatura camerei poate să atingă teoretic valori de 100 de ori mai înalte ca la siliciu (Si) și de 20 ori mai mari decât în GaAs. Acest lucru este extrem de important având în vedere faptul că viteza și eficiența de funcționare a diverselor dispozitive tehnologice performante (circuite integrate, diode, detectori etc.) sunt determinate tocmai de mobilitatea electronilor.

Grafenul se deosebește și prin conductivitatea sa termică foarte mare ce o depășește de 10 ori pe cea a cuprului, care se consideră un foarte bun conductor termic.

Rezistența mecanică a grafenului poate fi demonstrată printr-un exemplu ipotetic. Dacă

am confecționa un hamac ipotetic din grafen (fig. 2) cu aria de  $1 \text{ m}^2$ , acesta ar avea masa de doar 0,77 mg, însă ar rezista sub greutatea unui motan de aproximativ 4 kg. Un hamac din oțel de aceeași grosime ar rezista la o greutate de 100 de ori mai mică.

Aceste proprietăți extraordinare ar putea determina utilizarea în viitor a grafenului drept un nou fundament al microelectronicii care să înlocuiască tehnologiile existente bazate pe siliciu (Si), germaniu (Ge) și arsenură de galiu (GaAs).

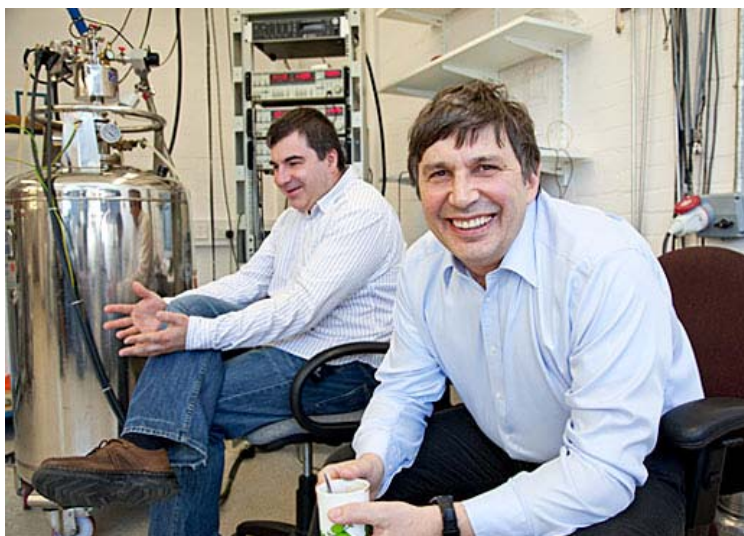


**Andre GEIM**, cetățean al Olandei. Născut la 1 octombrie 1958, Sochi, Rusia. PhD în 1987, Institutul de Fizică a Solidului, Academia de Științe a Rusiei, Chernogolovka, Rusia. Director al Centrului de la Manchester pentru Meso-Științe și Nanotehnologie, Profesor de Fizică, Langworthy și Profesor cercetător, Societatea Regală, Universitatea din Manchester, Regatul Unit. ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org))

Photo: U. Montan. Copyright © The Nobel Foundation

**Konstantin NOVOSELOV**, cetățean al Marii Britanii și al Rusiei. Născut la 23 August 1974, Nizhny Tagil, Rusia. PhD, 2004, Universitatea Radboud, Nijmegen, Țările de Jos. Profesor și Membru cercetător al Societății Regale, Universitatea din Manchester, Regatul Unit. ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org))

Photo: U. Montan. Copyright © The Nobel Foundation



**Andre Geim (dreapta) și Konstantin Novoselov (stânga)** în laboratorul de la Universitatea din Manchester, 2010. Photo: Yana Audas Copyright © Nobel Media 2010.

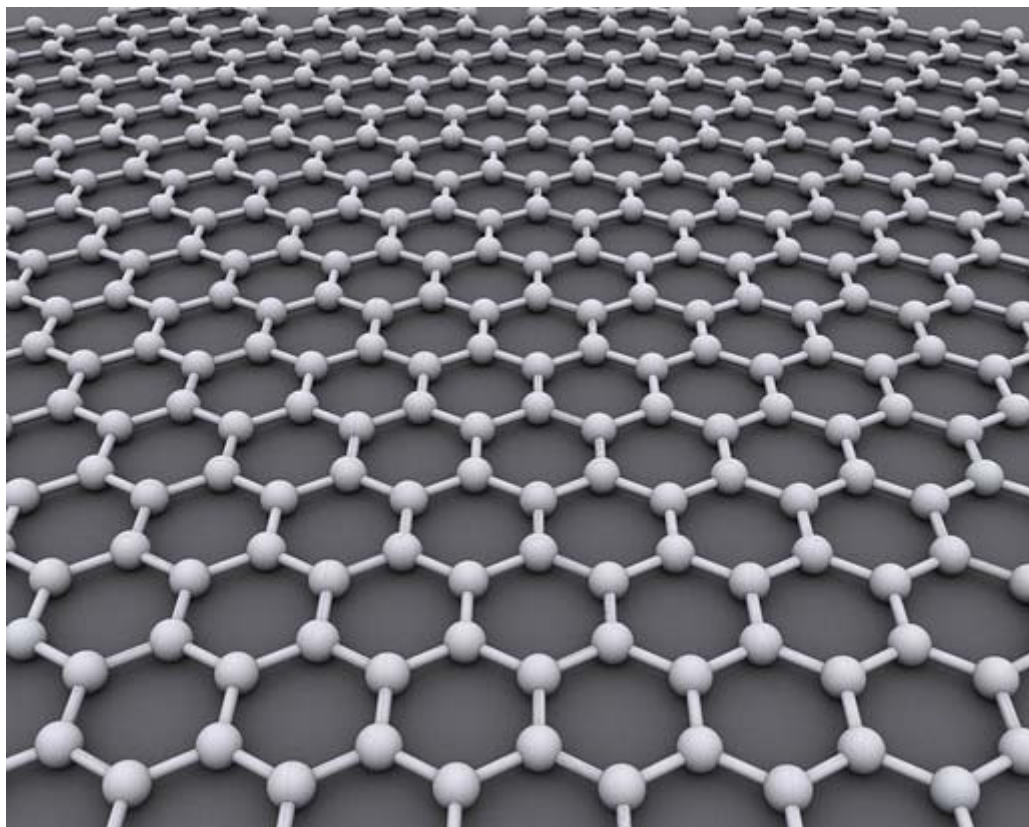


Fig. 1. Structura în fagure de miere a grafenului ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org), Photo: Alexander Alus

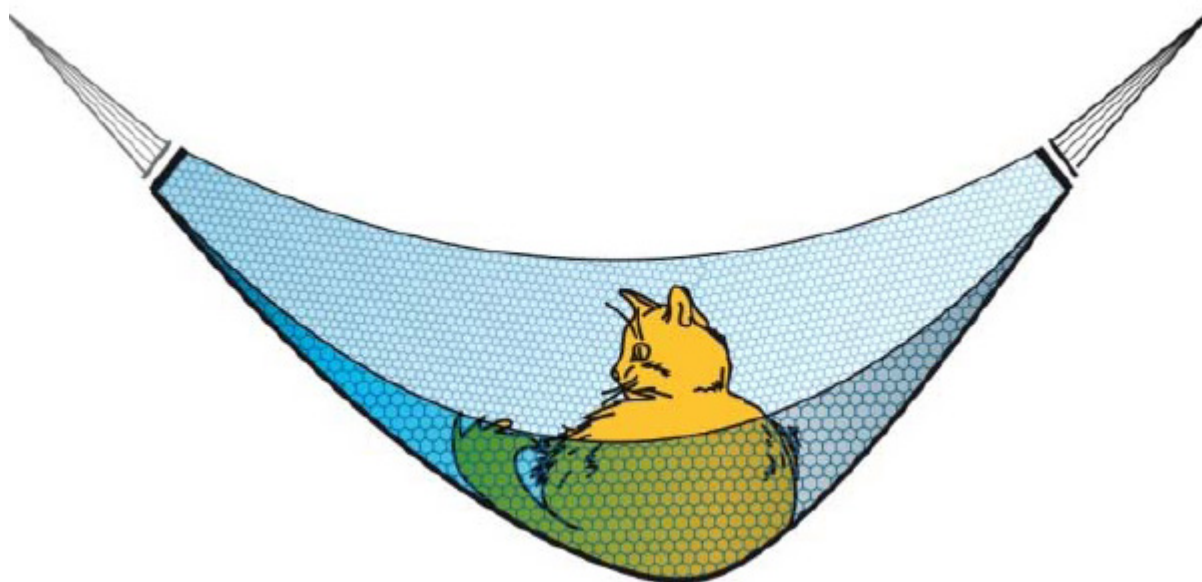


Fig. 2. Hamac ipotetic care demonstrează rezistența mecanică a grafenului ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org))

**Academia Regală de Științe a Suediei**, fondată în 1739, este o organizație independentă al cărei obiectiv general este să promoveze științele și să consolideze influența lor în societate. Academia are o responsabilitate specială pentru științele naturii și matematică, însă depune eforturi să promoveze schimbul de idei între diverse discipline.

Material pregătit de Ștefan D. Tiron

## **DE CE FUNDAȚIA NOBEL SPUNE NU REFORMEI**

În 2009, un grup de 10 oameni de știință au adresat o scrisoare deschisă Fundației Nobel în care cheamă la revizuirea Premiilor Nobel. Grupul a sugerat că pentru a păstra relevanța premiilor Nobel, Fundația ar trebui să introducă noi premii pentru mediu și sănătatea publică și să acorde premii instituțiilor, cât și persoanelor individuale. De asemenea, s-a sugerat reformarea premiului existent pentru fiziologie sau medicină pentru a recunoaște contribuția adusă de toate științele vieții, în special de neurologie și genetică.

În scrisoarea de răspuns adresată semnatarilor, Michael Sohlman, directorul executiv al Fundației Nobel, a dat următoarele explicații de ce Fundația a decis să respingă sugestiile grupului.

Sugestia de a introduce un nou Premiu Nobel nu se încadrează în prevederile Statutului Fundației care se bazează pe ultima voință a lui Alfred Nobel prin care el a prescris cinci domenii care ar vrea să fie acoperite de Premiu. Este adevărat că în 1968 a fost adoptat Premiul pentru Științe Economice acordat de Sveriges Riksbank în memoria lui Alfred Nobel, care nu este un Premiu Nobel sensu stricto, deși procedurile care stau la baza decernării acestuia sunt similare cu cele aplicate pentru alte premii științifice. Comitetul de directori al Fundației Nobel a decis mai târziu să nu mai accepte pe viitor alte completări.

În același timp, domeniile menționate în scrisoarea deschisă sunt acoperite prin premii acordate pentru fiziologie, medicină sau pentru pace. Astfel, în ultimii 30 de ani 11 neurologi s-au învrednicit de Premiul Nobel pentru fiziologie sau medicină, iar unul a primit Premiul Nobel pentru chimie. Genetica a fost, de asemenea, recunoscută prin opt premii Nobel în fiziologie sau medicină.

În ceea ce privește acordarea de premii instituțiilor, Statutul Fundației include această alternativă, însă până acum numai Comitetul Nobel al Norvegiei (care decernează premiile pentru pace) a folosit această posibilitate, nu însă și alte comitete. O explicație ar fi probabil criteriile stabilite în ultima voință a lui Nobel. Pentru disciplinele științifice acestea sunt: “descoperire sau invenție” în fizică, “descoperire sau îmbunătățire” în chimie și “descoperire” în fiziologie ori medicină. Pentru literatură și pace, cuvintele corespunzătoare sunt “lucrare remarcabilă” și, respectiv, “lucrarea cea mai bună”. Comitetele Nobel împărtășesc convingerea lui Alfred Nobel că *invențiile și descoperirile sunt făcute de persoane individuale creative, nu de instituții.*

Material pregătit de Stefan D. Tiron  
Sursa: *New Scientist*, 10 februarie 2010



## A 41-A OLIMPIADĂ INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ ZAGREB, CROAȚIA, 17-25 IULIE 2010

Cea de-a 41-a ediție a Olimpiadei Internaționale de Fizică a avut loc între 17 și 25 iulie la Zagreb, în Croația, cu participarea a peste 400 de elevi din 82 de țări. Lotul olimpic din cinci elevi al R. Moldova, condus de Dr. habil. Igor EVTODIEV (Universitatea de Stat din Moldova), a obținut o Medalie de Argint (Alexei ZUBAREV, cl. a XII-a, Liceul „Orizont”, Chișinău) și o Mențiune de Onoare (Alexei ZBÎRNEA, cl. a XI-a, Liceul „Orizont”).



**Echipa R. Moldova la a 41-a Olimpiadă Internațională de Fizică, Zagreb, Croația, 17-25 iulie 2010** (de la stânga la dreapta): Dr. habil. Igor EVTODIEV, conducătorul Lotului olimpic al R. Moldova; Alexei ZBÎRNEA, cl. a XI-a, Liceul „Orizont”, Chișinău – *Mențiune de Onoare*; Denis CHEIAN, cl. a X-a, Liceul „Orizont” – *Diplomă de participare*; Alexei ZUBAREV, cl. a XII-a, Liceul „Orizont” – *Medalie de Argint*; Dmitri BUROVENCO, cl. a XII-a, Liceul „Dimitrie Cantemir” – *Diplomă de participare*; Tudor ȘTUBEI, cl. a XI-a, Liceul Academiei de Științe a R. Moldova, *Diplomă de participare*; Victor PĂGĂNU, consultant superior, Ministerul Educației al R. Moldova.

## 1. IMAGINEA UNEI SARCINI ELECTRICE ÎNTR-UN OBIECT METALIC

### Introducere – Metoda imaginilor

Un corp punctiform încărcat cu sarcina electrică  $q$  este plasat în apropierea unei sfere metalice de rază  $R$ , legată la pământ [vezi figura 1(a)]; în consecință pe suprafața sferei este indusă o distribuție superficială de sarcină electrică. Calculul intensității câmpului electric și al potențialului pentru distribuția de sarcină de suprafață este dificil. Totuși acest calcul poate fi considerabil simplificat prin utilizarea așa numitei metode a imaginilor. În această metodă intensitatea câmpului și potențialul electric datorat distribuției de sarcină de pe suprafața sferei pot fi reprezentate ca și intensitatea câmpului și potențialul electric produse de o unică sarcină punctiformă  $q'$  plasată în interiorul sferei (nu ți se cere să demonstrezi acest lucru).

**Notă: Câmpul electric datorat acestei sarcini imagine  $q'$  reproduce câmpul electric și potențialul electric al sarcinii electrice distribuite pe sferă, numai în exteriorul sferei (inclusiv pe suprafața acesteia).**

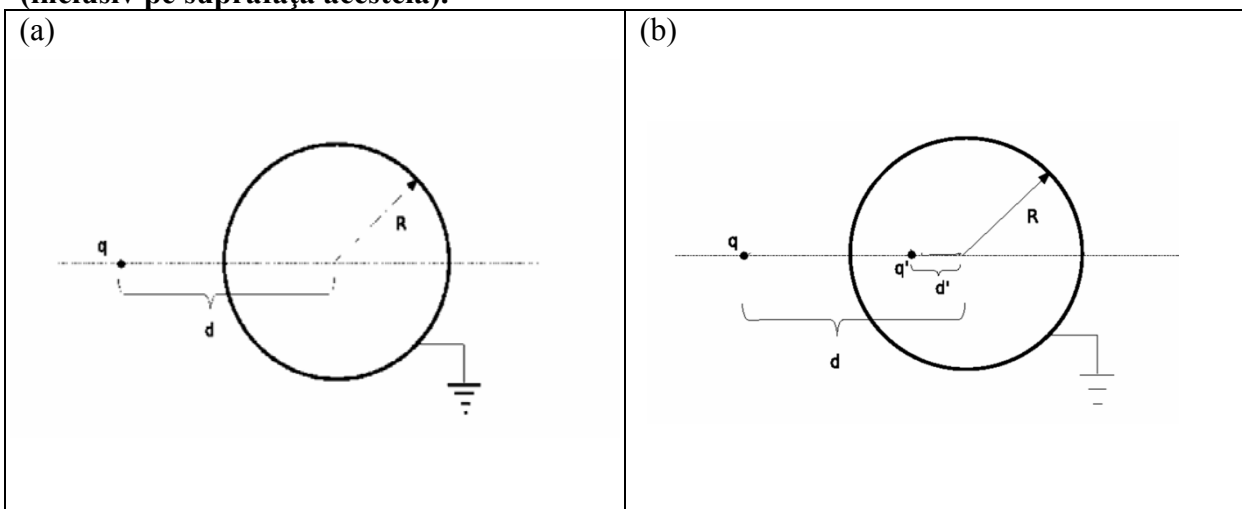


Figura 1. (a) Un corp punctiform încărcat cu sarcina electrică  $q$  plasat în apropierea unei sfere metalice legată la pământ. (b) Câmpul electric al sarcinii induse pe sferă poate fi reprezentat prin câmpul electric al sarcinii imagine  $q'$ .

### Sarcina de lucru 1- Sarcina imagine

Simetria problemei impune ca sarcina  $q'$  să fie plasată pe linia care trece prin corpul punctiform cu sarcina electrică  $q$  și prin centrul sferei [vezi figura 1(b)].

- Care este valoarea potențialului electric pe sferă? (0,3 puncte)
- Determină expresia sarcinii electrice  $q'$  și expresia distanței  $d'$  dintre centrul sferei și sarcina  $q'$  în funcție de  $q$ ,  $d$  și  $R$ . (1,9 puncte)
- Dedu modulul forței care acționează asupra sarcinii  $q$  pentru situația descrisă. Este această forță repulsivă? (0,5 puncte)

### Sarcina de lucru 2 – Ecranarea câmpului electrostatic

Consideră un corp punctiform având sarcina electrică  $q$ , plasat la distanța  $d$  de centrul unei sfere metalice de rază  $R$ , legată la pământ. Ești interesat în determinarea modului în care sfera metalică împământată afectează intensitatea câmpului electric în punctul  $A$ , situat de cealaltă parte a sferei (vezi figura 2). Punctul  $A$  se află pe linia care trece prin corpul punctiform cu sarcina electrică  $q$  și prin centrul sferei; distanța de la acest punct  $A$  până la corpul punctiform cu sarcina electrică  $q$  este  $r$ .

- a) Determină expresia vectorului intensitate a câmpului electric în punctul  $A$ . (0,6 puncte).
- b) Pentru distanțe foarte mari  $r \gg d$  dedu expresia vectorului intensității câmpului electric, folosind aproximația  $(1+a)^{-2} \approx 1-2a$ , unde  $a \ll 1$ . (0,6 puncte)
- c) Pentru ce valoare limită a distanței  $d$  sfera metalică legată la pământ ecranează complet câmpul electric al sarcinii  $q$ , astfel încât intensitatea câmpului electric în punctul  $A$  este exact zero? (0,3 puncte)

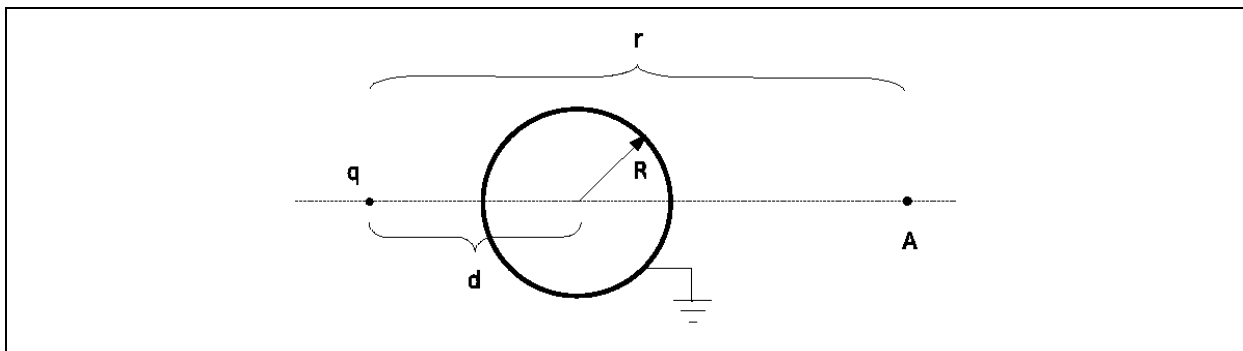


Figura 2. Câmpul electric în punctul  $A$  este parțial ecranat de sferă legată la pământ.

### Sarcina de lucru 3 – Micile oscilații în câmpul electric al unei sfere metalice legată la pământ

Un corp punctiform încărcat cu sarcina electrică  $q$  și având masa  $m$  este suspendat de un fir inextensibil și izolator cu lungimea  $L$ , fixat de un perete, în vecinătatea unei sfere metalice legată la pământ. În toate considerațiile care urmează neglijează toate efectele electrostatice legate de existența peretelui. Corpul punctiform încărcat cu sarcină electrică se comportă ca un pendul matematic (vezi figura 3). Punctul în care firul este legat la perete se află la distanța  $l$  de centrul sferei. Presupune că efectele gravitației sunt neglijabile.

- a) Determină mărimea forței electrice care acționează asupra corpului punctiform cu sarcina electrică  $q$ , pentru un unghi  $\alpha$  dat și indică-i direcția într-o diagramă clară. (0,8 puncte)
- b) Determină componenta acestei forțe care acționează după o direcție perpendiculară pe fir în funcție de  $l$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $q$  și  $\alpha$ . (0,8 puncte)
- c) Determină frecvența micilor oscilații ale pendulului. (1,0 puncte)

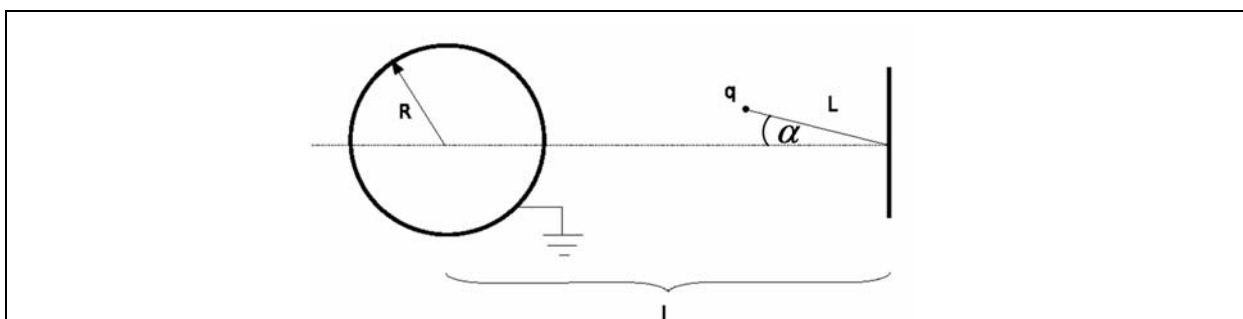


Figura 3. Un corp punctiform încărcat cu sarcina electrică situat în apropierea unei sfere legată la pământ oscilează ca un pendul.

## Sarcina de lucru 4 – Energia electrostatică a sistemului

Pentru o distribuție de sarcini electrice este importantă cunoașterea energiei electrostatice a sistemului. În cazul acestei probleme (vezi figura 1a) există energie electrostatică de interacțiune între sarcina electrică exterioară  $q$  și sarcinile induse pe sferă și de asemenea există interacțiune electrostatică între sarcinile electrice induse pe suprafața sferei. Determină expresiile energiilor electrostatice enumerate mai jos și exprimă rezultatele în funcție de sarcina electrică  $q$ , de raza  $R$  a sferei și de distanța  $d$ :

- energia electrostatică a interacțiunii dintre sarcina  $q$  și sarcinile induse pe sferă. (1,0 puncte)
- energia electrostatică a interacțiunii dintre sarcinile induse pe sferă. (1,2 puncte)
- energia electrostatică totală a sistemului. (1,0 puncte)

**Sugestie: Există câteva modalități de rezolvare a acestei probleme:**

(1) În una dintre aceste modalități se poate folosi următoarea integrală:

$$\int_d^{\infty} \frac{x dx}{(x^2 - R^2)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{d^2 - R^2}.$$

(2) Într-o altă modalitate de rezolvare poți folosi faptul că pentru o colecție de  $N$  de sarcini electrice  $q_i$ , localizate în punctele  $\vec{r}_i$ , unde  $i = 1, \dots, N$ , energia electrostatică a sistemului este suma după toate perechile de sarcini:

$$V = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_i q_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|}.$$

## 2. FIZICA ȘEMINEULUI (A SOBEI CU COȘ ÎNALT)

### Introducere

Gazele rezultate din ardere sunt evacuate în atmosferă la temperatura  $T_{Air}$  printr-un coș cu secțiunea transversală de arie  $A$  și cu înălțimea  $h$  (vezi figura 1). Materia solidă este arsă în sobă, în interiorul căreia temperatura este  $T_{smoke}$ . Volumul gazelor produse în unitatea de timp în sobă este  $B$ . Presupune că:

- viteza gazelor în sobă este neglijabil de mică;
- densitatea gazelor (fumului) nu diferă de densitatea aerului, la aceeași presiune și temperatură; gazele aflate în sobă pot fi tratate ca fiind ideale;
- presiunea aerului variază cu înălțimea conform principiului fundamental al hidrostacii; variația densității aerului cu înălțimea este neglijabilă;
- jetul de gaz respectă ecuația lui Bernoulli care statuează că următoarea cantitate se conservă în fiecare punct al jetului:

$$\frac{1}{2} \rho v^2(z) + \rho g z + p(z) = const,$$

unde  $\rho$  este densitatea gazului,  $v(z)$  este viteza sa,  $p(z)$  este presiunea și  $z$  este înălțimea față de pământ.

- variația densității gazului este neglijabilă în întregul șemineu.



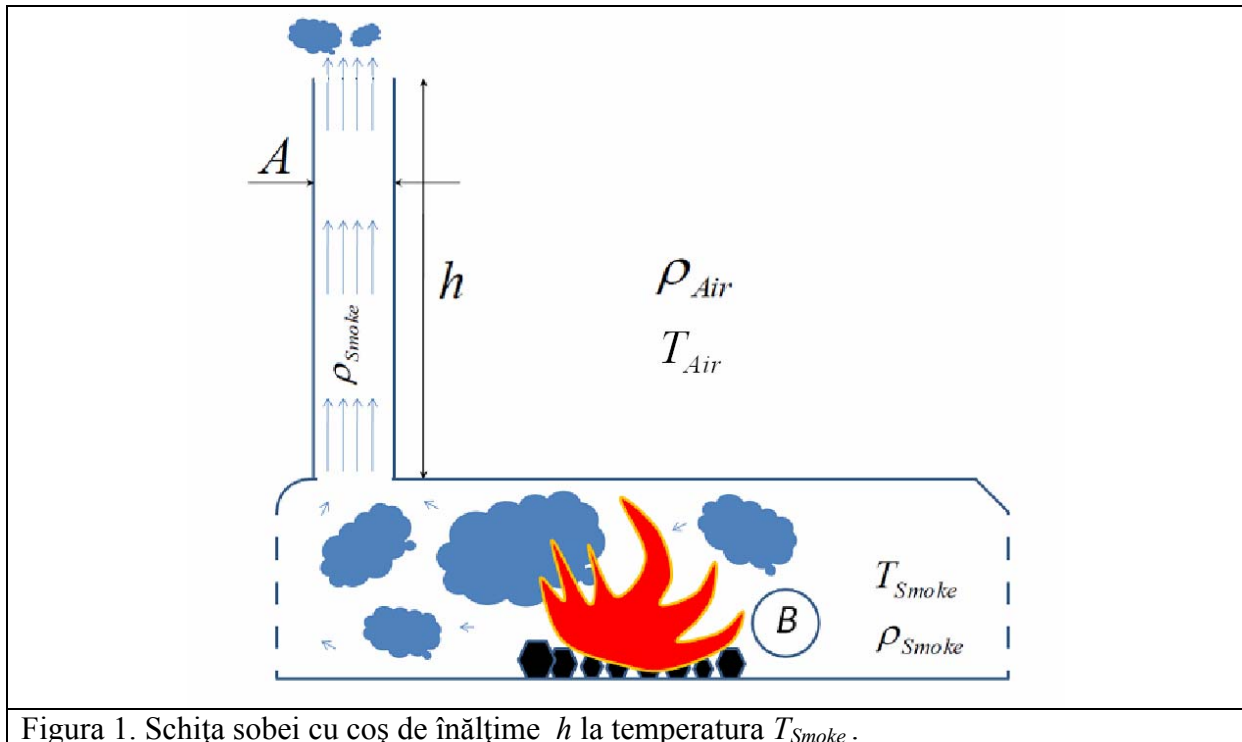


Figura 1. Schița sobei cu coș de înălțime  $h$  la temperatura  $T_{Smoke}$ .

### Sarcina de lucru 1

- Care este înălțimea minimă a coșului care asigură funcționarea eficientă a sobei cu coș, astfel încât toate produsele gazoase de ardere să fie eliberate în atmosferă? Exprimă rezultatul în funcție de  $B$ ,  $A$ ,  $T_{Air}$ ,  $g = 9,81 m/s^2$ ,  $\Delta T = T_{Smoke} - T_{Air}$ . **Important: Pentru toate sarcinile de lucru ce urmează presupune că înălțimea coșului are valoarea minimă pe care ai determinat-o. (3,5 puncte)**
- Presupune că două sobe cu coș sunt construite pentru a fi utilizate în același scop. Secțiunile lor transversale sunt identice, dar sobele sunt construite pentru a funcționa în regiuni diferite ale lumii: una într-o regiune rece, proiectată pentru a funcționa la o temperatură medie a atmosferei de  $-30^\circ C$  și alta, într-o regiune caldă, proiectată pentru a funcționa într-o regiune cu temperatura medie a atmosferei de  $30^\circ C$ . Temperatura în sobă este de  $400^\circ C$ . S-a calculat că înălțimea coșului sobei proiectate să lucreze în regiunea rece este de  $100 m$ . Cât de înalt este coșul celeilalte sobe? (0,5 puncte)
- Cum variază viteza gazelor de-a lungul înălțimii coșului? Trasează o schiță/diagramă presupunând că aria secțiunii transversale a coșului nu variază pe lungimea acestuia. Indică punctul în care gazele intră din sobă în coș. (0,6 puncte)
- Cum variază presiunea gazelor de-a lungul înălțimii coșului? (0,5 puncte)

### Centrală solară

Curgerea gazelor printr-un coș poate fi folosită pentru construirea unui tip special de centrală solară. Ideea este ilustrată în figura 2. Soarele încălzește aerul de sub colector, care are aria  $S$ . Colectorul este deschis la periferie, ceea ce permite intrarea nestânjenită a aerului (vezi figura 2). Pe măsură ce aerul cald (reprezentat prin săgețile subțiri și continue) urcă pe verticală prin coș, noi cantități de aer rece (reprezentate prin săgeți groase și punctate) intră în colector din mediul înconjurător, asigurând o circulație continuă a aerului prin centrală. Jetul de aer prin coș pune în mișcare o turbină, ceea ce conduce la producerea de energie electrică. Energia radiației solare pe unitatea de timp și pe unitatea de arie orizontală a colectorului se

notează cu  $G$ . Presupune că toată energia poate fi utilizată pentru încălzirea aerului din colector (căldura specifică a aerului este  $c$  și se poate neglija dependența căldurii specifice de temperatura aerului). Randamentul centralei solare cu șemineu este definit ca raportul dintre energia cinetică a jetului de gaz și energia solară absorbită pentru încălzirea aerului, până la intrarea acestuia în coș.

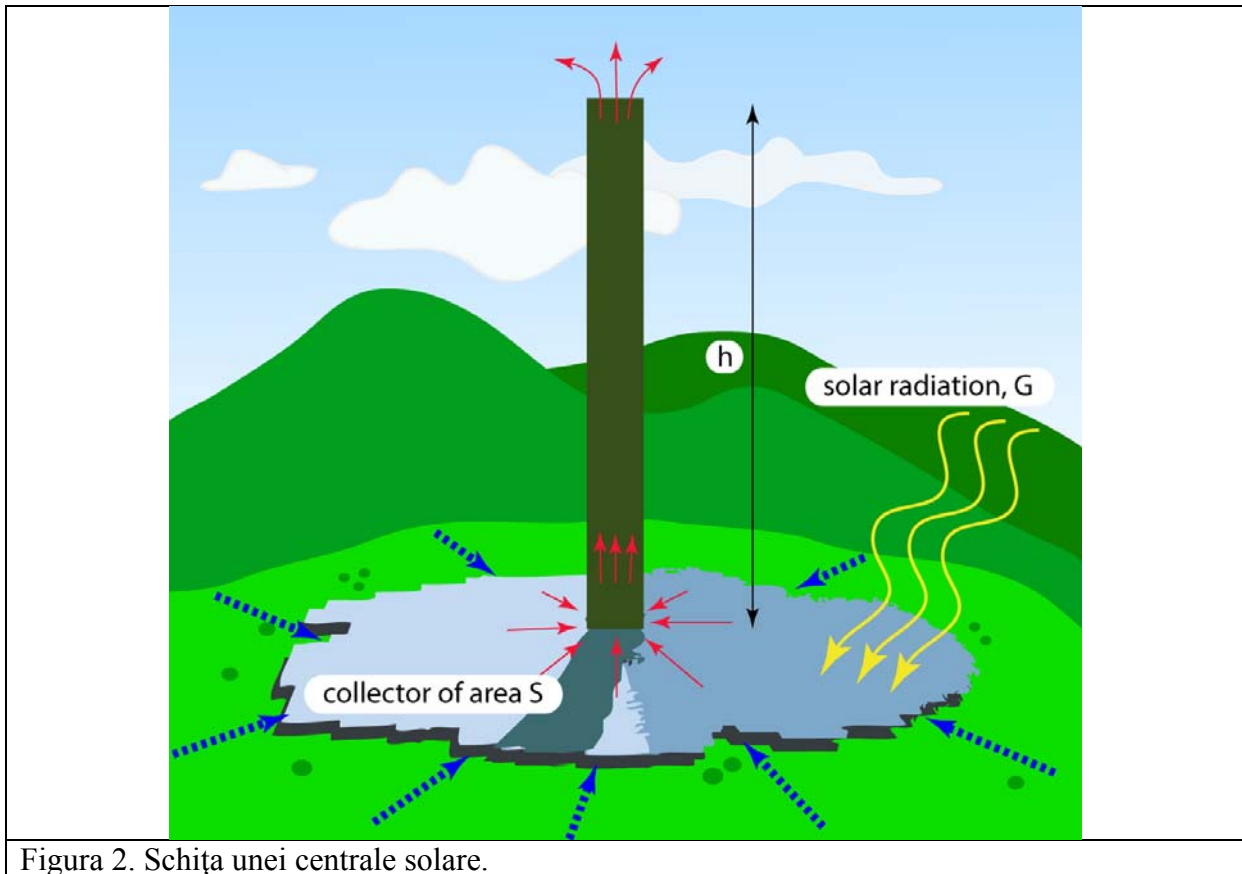


Figura 2. Schița unei centrale solare.

## Sarcina de lucru 2

- Care este randamentul centralei solare cu șemineu? (2,0 puncte)
- Trasează o diagramă care să evidențieze variația randamentului coșului centralei cu înălțimea. (0,4 puncte)

### Prototipul Manzanares

Coșul centralei solare prototip, construită la Manzanares, Spania are o înălțime de  $195\text{ m}$  și o rază de  $5\text{ m}$ . Colectorul său este circular și are diametrul de  $244\text{ m}$ . Căldura specifică a aerului în condiții tipice de lucru pentru coșul centralei solare prototip este de  $1012\text{ J}/(\text{kg K})$ , densitatea aerului cald este de aproximativ  $0,9\text{ kg}/\text{m}^3$ , iar valoarea tipică a temperaturii atmosferei este  $T_{Air} = 295\text{ K}$ . În Manzanares, în cursul unei zile însorite, puterea solară pe unitatea de suprafață orizontală are valoarea tipică de  $150\text{ W}/\text{m}^2$ .

## Sarcina de lucru 3

- Scrie expresia randamentului centralei solare prototip. Calculează valoarea numerică a randamentului centralei solare prototip. (0,3 puncte)
- Scrie expresia și calculează valoarea numerică pentru puterea care ar putea fi produsă de centrala solară prototip. (0,4 puncte)

- c) Calculează energia maximă pe care ar putea-o produce centrala solară prototip în cursul unei zile tipice, însorite. (0,3 puncte)

### Sarcina de lucru 4

- a) Cât de mare este creșterea temperaturii aerului, atunci când acesta trece din mediul înconjurător (cu aer rece) în coșul centralei (cu aer cald)? Scrie expresia generală a acestei diferențe de temperatură și calculează-i valoarea pentru centrala solară prototip. (1,0 puncte)
- b) Care este debitul masic al jetului de aer care curge prin sistem? (0,5 puncte)

## 3. UN MODEL SIMPLU AL NUCLEULUI ATOMIC

### Introducere

Deși nucleele atomice sunt obiecte cuantice, unele dintre legile fenomenologice referitoare la proprietățile lor de bază (cum sunt raza și energia de legătură) pot fi deduse plecând de la câteva presupuneri simple: (i) nucleele sunt constituite din nucleoni (protoni și neutroni); (ii) interacțiunile nucleare tari care țin împreună nucleonii au rază de acțiune foarte scurtă (ele acționează numai între nucleonii vecini); (iii) numărul de protoni ( $Z$ ) pentru un nucleu dat este aproximativ egal cu numărul de neutroni ( $N$ ), adică  $Z \approx N \approx \frac{A}{2}$ , unde  $A$  este numărul total de nucleoni ( $A \gg 1$ ). **Important: Folosește aceste presupuneri în rezolvarea sarcinilor de lucru 1-4 de mai jos.**

### Sarcina de lucru 1 – Nucleul atomic considerat ca un sistem de nucleoni împachetați compact

Într-un model simplu nucleul atomic poate fi considerat ca o sferă umplută cu nucleoni împachetați compact [vezi figura 1(a)], în care nucleonii sunt modelați prin bile solide de rază  $r_N = 0,85 \text{ fm}$ , ( $1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$ ). Forța nucleară apare numai când doi nucleoni sunt în contact. Volumul  $V$  al nucleului este mai mare decât volumul tuturor nucleonilor  $AV_N$ , unde  $V_N = \frac{4}{3}\pi r_N^3$ . Raportul  $f = \frac{AV_N}{V}$  este numit factor de împachetare și indică procentul spațiului umplut cu materie nucleară.

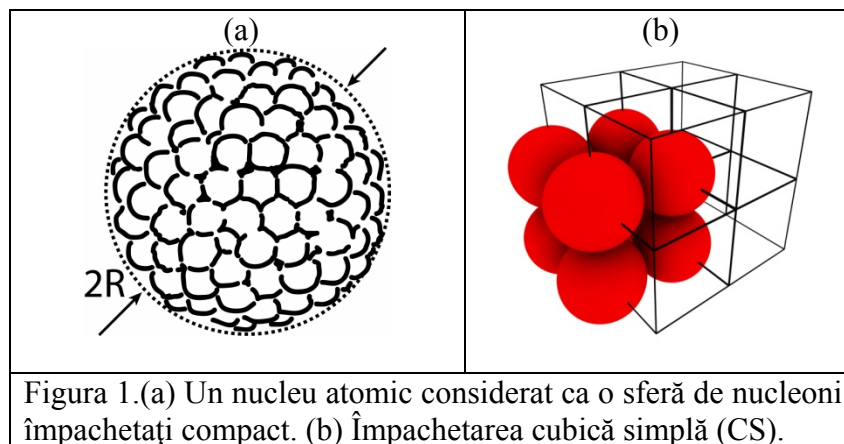


Figura 1.(a) Un nucleu atomic considerat ca o sferă de nucleoni împachetați compact. (b) Împachetarea cubică simplă (CS).

- a) Calculează factorul de împachetare  $f$ , dacă nucleonii au fost dispuși în „rețeaua cristalină cubică simplă” (CS) în care fiecare nucleon este plasat astfel încât centrul său se află într-un nod al rețelei cubice infinite [vezi figura 1(b)]. (0,3 puncte)

**Important:** În toate sarcinile de lucru ce urmează consideră că factorul de împachetare pentru nuclee este acela pe care l-ai determinat la sarcina de lucru 1(a). Dacă nu ai putut să-l calculezi, folosește în continuare  $f = 1/2$ .

- b) Calculează densitatea medie  $\rho_m$ , densitatea de sarcină electrică  $\rho_c$  și raza  $R$  a nucleului care conține  $A$  nucleoni. Masa medie a nucleonului este  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . (1,0 puncte)

## Sarcina de lucru 2 – Energia de legătură a nucleelor atomice – contribuțiile de volum și de suprafață

Energia de legătură este energia necesară pentru a descompune nucleul în nucleoni și se datorează esențial forțelor atractive care se exercită între un nucleon și vecinii săi. Dacă un nucleon nu se află pe suprafața nucleului, contribuția sa la energia totală de legătură este de  $\alpha_v = 15,8 \text{ MeV}$  ( $1 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ ). Contribuția unui nucleon aflat pe suprafața nucleului la energia de legătură este aproximativ  $\alpha_v / 2$ . Exprimă energia de legătură  $E_b$  a unui nucleu cu  $A$  nucleoni, în funcție de  $A$ ,  $\alpha_v$  și  $f$ , ținând seama de contribuția de suprafață. (1,9 puncte)

## Sarcina de lucru 3 – Contribuția interacțiunii electrostatice (coulombiene) la energia de legătură

Energia electrostatică a unei bile încărcată uniform (bila are raza  $R$  și sarcina electrică totală  $Q_0$ ) este  $U_c = \frac{3 Q_0^2}{20 \pi \epsilon_0 R}$ , unde  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ .

- a) Aplică această formulă pentru a calcula energia electrostatică a nucleului. Într-un nucleu fiecare proton nu interacționează cu el însuși (prin forță coulombiană) ci numai cu ceilalți protoni. Se poate lua în considerare acest fapt prin înlocuirea  $Z^2 \rightarrow Z(Z-1)$  în formula obținută. Folosește această contribuție în sarcinile de lucru ce urmează. (0,4 puncte)
- b) Scrie formula completă a energiei de legătură, care să includă contribuția principală (de volum), contribuția suprafeței și contribuția electrostatică obținută. (0,3 puncte)

## Sarcina de lucru 4 – Fisiunea nucleelor grele

Fisiunea este procesul nuclear în care un nucleu se dezintegrează în părți mai mici (nuclee ușoare). Presupune că nucleul cu  $A$  nucleoni se dezintegrează în două părți egale așa cum este reprezentat în figura 2.

- a) Determină expresia energiei cinetice totale  $E_{kin}$  a produselor de fisiune, atunci când centrele celor două nuclee ușoare se află la distanța  $d \geq 2R(A/2)$ , unde  $R(A/2)$  este raza fiecăruia dintre cele două nuclee ușoare. Nucleul care se dezintegrează se află inițial în repaus. (1,3 puncte)
- b) Presupune că  $d = 2R(A/2)$  și scrie expresia energiei cinetice  $E_{kin}$  obținută la punctul a). Calculează valorile  $E_{kin}$  pentru  $A = 100, 150, 200$  și  $250$ . Exprimă rezultatele în  $\text{MeV}$ . Estimează valoarea lui  $A$  pentru care fisiunea este posibilă în modelul de mai sus. (1,0 puncte)

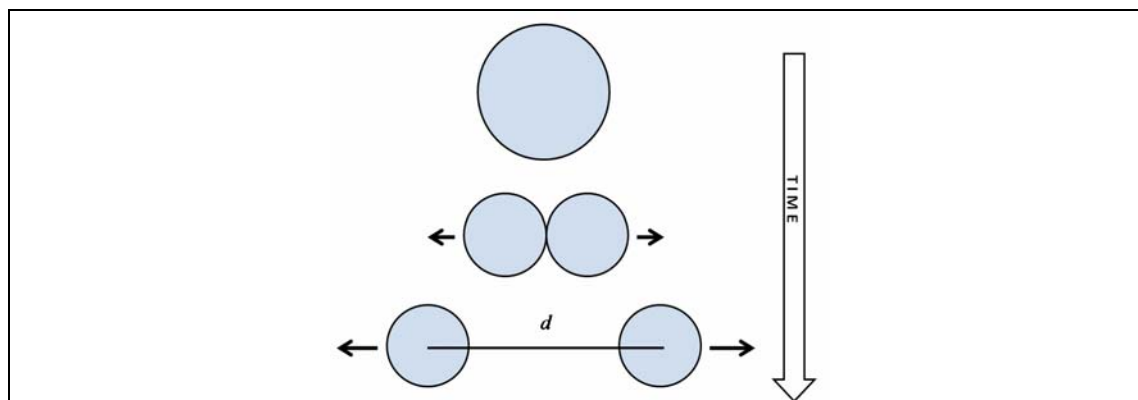


Figura 2. O descriere schematică a fisionii nucleare în modelul nostru.

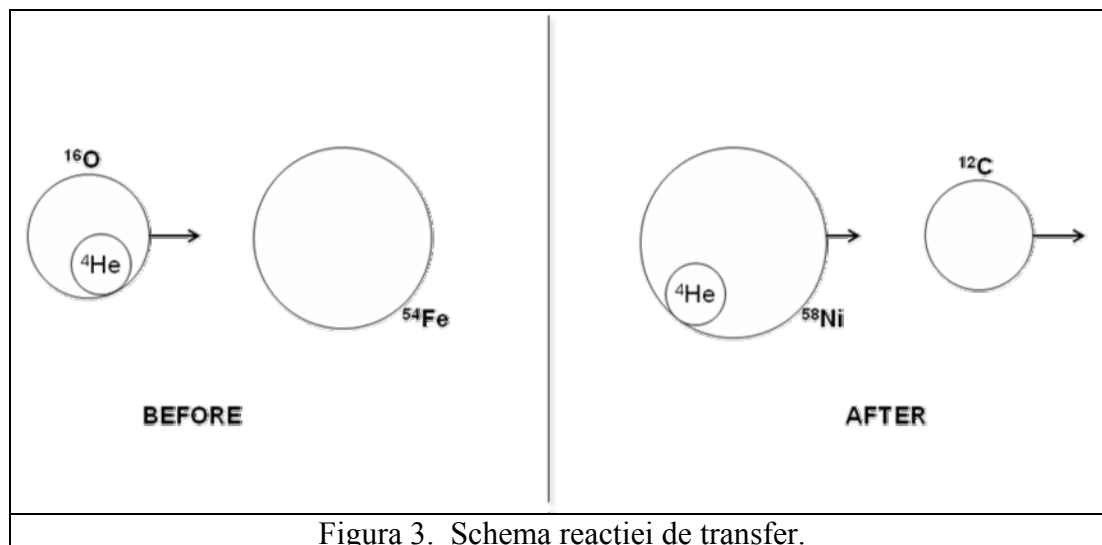
### Sarcina de lucru 5 – Reacții de transfer

a) În fizica modernă, energetica nucleelor și reacțiile dintre ele sunt descrise în termeni de mase. De exemplu, dacă un nucleu cu viteză zero se află într-o stare excitată cu energia  $E_{exc}$  peste starea fundamentală, atunci masa sa este  $m = m_0 + \frac{E_{exc}}{c^2}$ , unde  $m_0$  este masa de repaus a nucleului în starea fundamentală, în repaus. Reacția nucleară  $^{16}\text{O} + ^{54}\text{Fe} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{58}\text{Ni}$  este un exemplu de așa numită „reacție de transfer”, în care o parte a unui nucleu (un grup de nucleoni) este transferată la alt nucleu (vezi figura 3). În exemplul nostru partea transferată este nucleul de  $^4\text{He}$  (particula  $\alpha$ ). Reacțiile de transfer se petrec cu probabilitate maximă în cazul în care viteza produsului de reacție de tip proiectil (în cazul nostru  $^{12}\text{C}$ ) este egală atât în mărime cât și în direcție cu viteza proiectilului (în cazul nostru  $^{16}\text{O}$ ). Ținta  $^{54}\text{Fe}$  este inițial în repaus.  $^{58}\text{Ni}$  apărut în urma reacției se află într-o stare excitată. Determină energia de excitare a acestei stări și exprim-o în  $\text{MeV}$ , dacă energia cinetică a proiectilului  $^{16}\text{O}$  este  $50 \text{ MeV}$ . Viteza luminii este  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . (2,2 puncte)

1.	$M(^{16}\text{O})$	15.99491 a.m.u.
2.	$M(^{54}\text{Fe})$	53.93962 a.m.u.
3.	$M(^{12}\text{C})$	12.00000 a.m.u.
4.	$M(^{58}\text{Ni})$	57.93535 a.m.u.

Tabelul 1. Masele de repaus ale reactanților în starea lor fundamentală.  
1 a.m.u. =  $1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

b) Nucleul  $^{58}\text{Ni}$  produs în starea excitată discutată la punctul a) se dezexcită trecând în stare fundamentală, emițând un foton gamma în direcția mișcării. Consideră dezintegrarea în sistemul de referință în care nucleul  $^{58}\text{Ni}$  este în repaus și calculează energia de recul a nucleului  $^{58}\text{Ni}$  (adică energia cinetică dobândită de nucleul de  $^{58}\text{Ni}$  după emisia fotonului). Care este energia fotonului în acest sistem de referință? Care este energia fotonului în sistemul de referință al laboratorului, adică energia fotonului măsurată de detectorul care este poziționat pe direcția în care se mișcă nucleul  $^{58}\text{Ni}$ ? (1,6 puncte)



## PROBA EXPERIMENTALĂ

**Citește mai întâi cu atenție textul care urmează:**

1. Timpul pe care îl ai la dispoziție pentru rezolvarea problemelor este de 5 ore.
2. Sunt două probleme experimentale. Pentru fiecare dintre ele se acordă câte 10 puncte.
3. Folosește numai obiectele care îți sunt puse la dispoziție: piesele montajului experimental, pixul și foile de hârtie.
4. Scrie soluția problemelor pe **Foile de răspunsuri**. Poți folosi și foi adiționale, **Foi de lucru**, dacă este necesar. *Toate foile scrise vor fi luate în considerare la notarea lucrării.*
5. Atunci când folosești **Foi de lucru**:
  - Scrie numai pe fața foii de hârtie. Începe rezolvarea fiecărei sarcini de lucru pe o foaie de hârtie nouă.
  - Pe fiecare foaie de hârtie scrie:
    - 1) **Sarcina de lucru Nr.** – corespunzător rezolvării.
    - 2) **Pagina Nr.** – numărul, în ordine crescătoare, al foii de hârtie folosite pentru rezolvare.
    - 3) Nr. **Total de pagini** folosite în rezolvarea unei probleme.
    - 4) **Codul de țară și Codul Studentului.**
  - Redactează rezolvarea cât se poate de concis. Limitează-te la o folosire redusă a textelor. Folosește ecuații, numere, simboluri, figuri și grafice cât mai mult cu putință.
  - Marchează cu o cruce foile pe care nu dorești să le incluzi între cele evaluate. Nu atribui numere de ordine acestor foi – nu le include în numerotare.
6. Pentru fiecare sarcină de lucru utilizează **Foile de răspunsuri** pentru a marca *rezultatele finale obținute de tine* în casetele corespunzătoare. Dă răspunsurile cu numărul adecvat de cifre semnificative. Nu uita să scrii unitățile de măsurare.
7. Când termini, aranjează foile de hârtie *în ordinea descrisă mai jos* pentru fiecare parte a probei experimentale:
  - mai întâi **Foia de răspunsuri**;
  - apoi foile de lucru pe care dorești să le incluzi între cele care vor fi notate;
  - apoi filele pe care nu dorești să le incluzi între cele notate;

- pune la sfârșit foile nefolosite, foile de hârtie milimetrică și textele tipărite ale enunțurilor.
8. Prinde *toate foile* cu clama și lasă totul pe masa ta de lucru.
  9. Nu ai voie să scoți din sala de concurs *nicio foaie de hârtie* și *nicio piesă* din montajul experimental.

### Instrucțiuni pentru utilizarea cântarului



Cântarul se comută **ON-OFF** (PORNIT-OPRIT) din **butonul din dreapta**.  
**Butonul din mijloc (Z/T)** aduce toți digiții la zero, reprezentând funcția TARA (care exclude tara măsurării).  
**Butonul din stânga** poate fi utilizat pentru schimbarea unităților de măsurare.  
**Instrucțiune: Alege unitatea de măsurare gram, în cazul în care găsești cântarul reglat cu altă unitate!**

### Instrucțiuni pentru utilizarea presei

Presa este folosită în ambele probleme. În al doilea experiment, partea superioară a presei este întoarsă cu fața în jos prin comparație cu primul experiment. **Poziția sa este ilustrată în sarcinile de lucru.** Piatra trebuie să fie plasată pe partea superioară a presei. Greutatea sa ajută partea de sus a presei să alunece în jos atunci când piulița fluture se rotește (dacă este necesar poți apăsa ușor cu mâna partea superioară a presei - în apropierea barei verticale - în timp ce rotești piulița cu fluture pentru a asigura astfel o alunecare lină a plăcii superioare a



presei). Pentru măsurări trebuie să fii seama că partea de sus a presei se deplasează cu  $2\text{ mm}$  la o rotație completă de  $360^\circ$ .

## REGULI PENTRU PROTECȚIA MUNCII

Trebuie să fii foarte atent atunci când te joci cu bagheta de lemn, cu magnetul – bară și cu cilindrul transparent cu canal axial.

Fii foarte atent astfel încât să nu-ți rănești ochii cu bagheta de lemn!

Nu privi cu ochiul liber în canalul din cilindrul transparent atunci când magnetul – bară se află în interiorul canalului acestuia. Magnetul poate fi ejectat din acest canal și-ți poate răni ochiul.

### PROBLEMA EXPERIMENTALĂ 1

Proba experimentală este compusă din două probleme. Montajul experimental aflat pe masa de lucru servește la rezolvarea ambelor probleme. Ai la dispoziție 5 ore pentru a rezolva ambele probleme experimentale (1&2).

#### Problema Experimentală 1: Elasticitatea foliilor

#### Introducere

Arcurile sunt obiecte construite din materiale elastice care pot fi folosite la stocarea energiei mecanice. Comportamentul arcurile elicoidale, resorturilor, este descris bine de legea lui Hooke, conform căreia deformarea este linear proporțională cu forța deformatoare:  $F = -k\Delta x$ , unde  $k$  este constanta de elasticitate a resortului,  $\Delta x$  este alungirea resortului față de lungimea sa nedeformată, iar  $F$  este forța [vezi figura 1(a)]. Dar, resorturile elastice pot avea adesea o formă diferită de aceea a resorturilor obișnuite elicoidale și pentru deformări mari legea lui Hooke nu este respectată. În această problemă vei măsura proprietățile unui resort construit dintr-o folie de material elastic; resortul construit dintr-o folie este reprezentat schematic în figura 1(b).

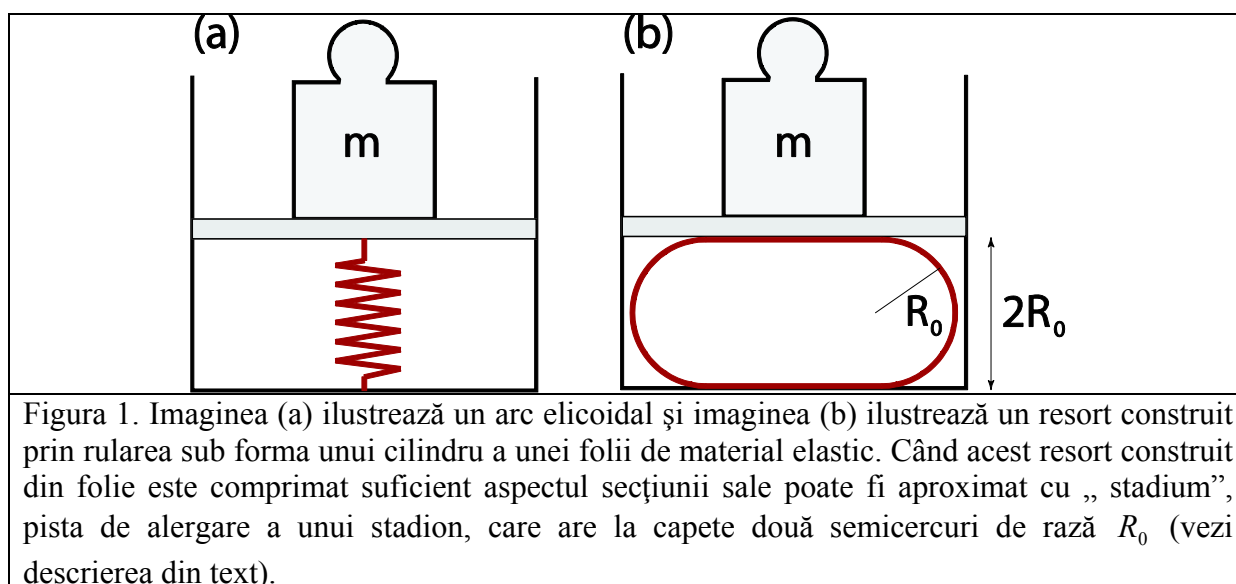


Figura 1. Imaginea (a) ilustrează un arc elicoidal și imaginea (b) ilustrează un resort construit prin rularea sub forma unui cilindru a unei folii de material elastic. Când acest resort construit din folie este comprimat suficient aspectul secțiunii sale poate fi aproximat cu „stadium”, pista de alergare a unui stadion, care are la capete două semicercuri de rază  $R_0$  (vezi descrierea din text).

#### Folie transparentă rulată într-un resort cilindric

Se presupune că se ia o folie de material elastic (de exemplu o folie transparentă pentru retroproiector sau imprimantă) și se curbează. Cu cât folia este curbată mai tare, cu atât energia elastică acumulată în folie este mai mare. Energia elastică depinde de curbarea foliei.



Părțile din folie pentru care curbarea este mai mare stochează mai multă energie (părțile nedeformate ale foliei nu înmagazinează energie, deoarece curbarea lor este nulă). Resorturile folosite în experiment sunt construite din folii transparente rectangulare, rulate în formă de cilindru (vezi figura 2). Energia elastică înmagazinată în cilindru are expresia:

$$E_{el} = \frac{\kappa}{2} \frac{l}{R_c^2} A,$$

(1)

unde  $A$  reprezintă aria laterală a cilindrului (se exclud bazele),  $R_c$  este raza acestuia, iar parametrul  $\kappa$  reprezentând rigiditatea la îndoire este determinat de proprietățile elastice ale materialului și de grosimea foliei. În problemă se neglijează alungirea foliei.

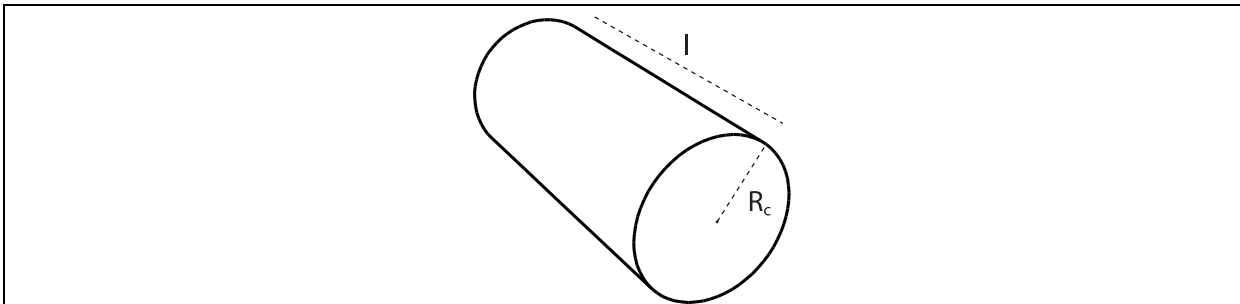


Figura 2. O reprezentare schematică a unei folii elastice rulate sub forma unui cilindru cu raza  $R_c$  și cu lungimea  $l$ .

Presupune că un astfel de cilindru este comprimat ca în figura 1(b). Pentru o forță dată ( $F$ ), aplicată cu presa, deplasarea față de echilibru depinde de elasticitatea foliei transparente. Pentru anumite valori ale forței de comprimare forma foliei transparente comprimate poate fi aproximată cu aceea a unui „stadium” care are o secțiune transversală cu două linii drepte unite cu două semicercuri, având fiecare rază  $R_0$ . Se poate arăta că energia foliei comprimate este minimă dacă:

$$R_0^2 = \frac{l\kappa\pi}{2F}.$$

(2)

Forța este măsurată cu cântarul - calibrat să măsoare masa  $m$ , astfel că  $F = mg$ ,  $g = 9,81 m/s^2$ .

### Montajul experimental (Problema 1)

Pe masa de lucru vei găsi următoarele obiecte (pe care le vei folosi pentru rezolvarea problemei experimentale 1):

1. Presă (împreună cu un bloc de piatră); dacă îți este necesar citește instrucțiunile care îți sunt furnizate separat.
2. Cântar (care poate măsura până la 5000 g și care are funcția TARA – dacă îți este necesar, citește instrucțiunile care îți sunt furnizate separat).
3. Folii transparente (toate foliile au dimensiunile 21cmx29,7 cm, foliile albastre au grosimea de 200  $\mu m$ , iar foliile transparente fără culoare au grosimea de 150  $\mu m$ ); poți cere folii suplimentare, dacă îți sunt necesare.
4. Bandă adezivă (scotch).
5. Foarfecă.
6. Riglă gradată.

7. Placă dreptunghiulară de lemn (această placă se plasează pe talerul cântarului, iar folia rulată se așează peste această placă).

Dispozitivul experimental urmează să fie folosit în modul descris în imaginea din figura 3. Placa de sus a preseii poate fi mișcată în sus și în jos folosind un șurub cu piuliță fluture, iar forța (masa) aplicată de presă și care determină deformarea cilindrului este măsurată cu cântarul. **Important: Piulița fluture se deplasează cu 2 mm la o rotație completă de 360°.** Tija mică de aluminiu existentă pe placa superioară nu se folosește în experimentul 1

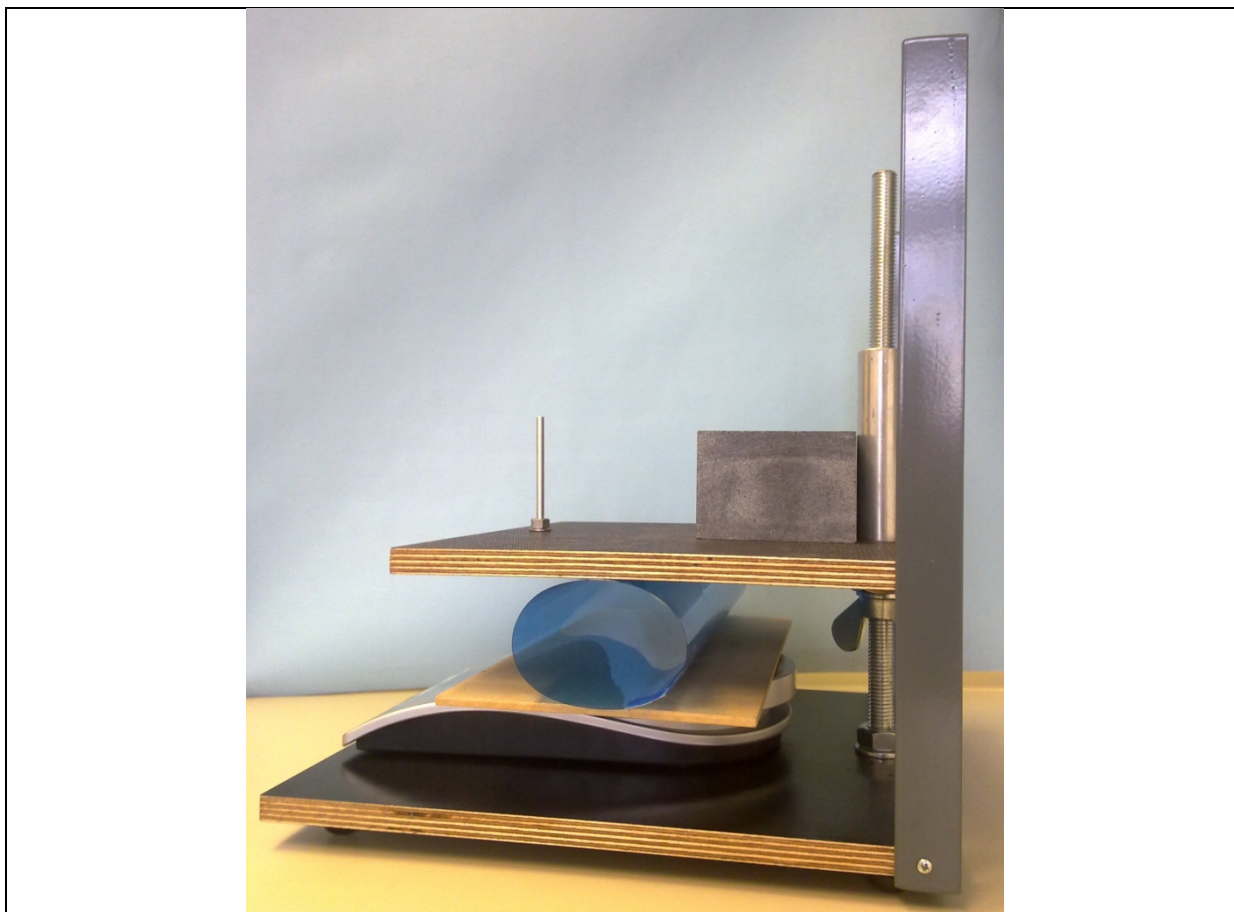


Figura 3. Fotografia dispozitivului experimental pentru măsurarea rigidității la îndoire.

### Sarcini de lucru

1. Pentru a obține doi cilindri rulează două foi albastre – una după latura lungă și alta după latura scurtă; folosește banda adezivă pentru a fixa forma cilindrilor. Marginile foliei care închid suprafața laterală a cilindrului trebuie să se suprapună pe aproximativ 0,5 cm, pe toată lungimea unei generatoare.
  - (a) Pentru fiecare dintre cei doi cilindri, măsoară dependența masei citite pe cântar de distanța care separă cele două plăci ale preseii. (1,9 puncte)
  - (b) Reprezintă datele măsurărilor într-un grafic adecvat. Cu ochiul liber, folosind rigla, trasează o linie printre punctele graficului construit și determină rigiditatea la îndoire  $\kappa$  a cilindrilor. Marchează regiunea în care este corectă relația aproximativă (corespunzătoare aproximației „stadium-ului”). Estimează valoarea raportului  $\frac{R_0}{R_c}$

până la care aproximația „stadium-ului” este corectă, unde  $R_c$  este raza cilindrului necomprimat. (4,3 puncte)

Nu se cere o analiză a erorilor care afectează rezultatele.

- Determină rigiditatea la îndoire pentru o singură folie transparentă fără culoare. (2,8 puncte)
- Rigiditatea la îndoire  $\kappa$  a cilindrului depinde de modulul de elasticitate  $Y$  a lui Young pentru materialul izotrop și de grosimea  $d$  a foliei transparente, conform relației

$\kappa = \frac{Yd^3}{12(1-\nu^2)},$	(3)
--------------------------------------	-----

unde  $\nu$  este coeficientul Poisson al materialului; pentru majoritatea materialelor  $\nu \approx 1/3$ . Din măsurările pe care le-ai efectuat determină modulul de elasticitate Young pentru folia albastră și pentru cea transparentă fără culoare. (1,0 puncte)

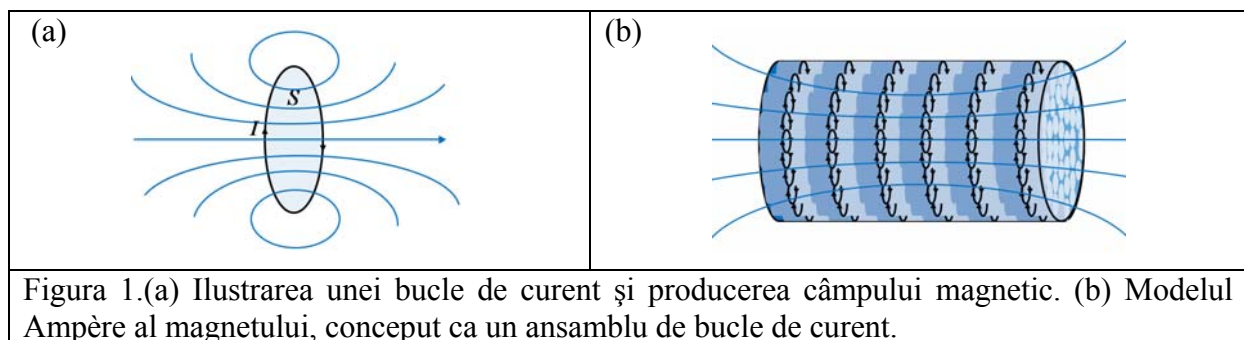
## PROBLEMA EXPERIMENTALĂ 2

Proba experimentală este compusă din două probleme. Montajul experimental aflat pe masa de lucru servește la rezolvarea ambelor probleme. Ai la dispoziție 5 ore pentru a rezolva ambele probleme experimentale (1&2).

Problema experimentală 2: Forțe între magneți, conceptele de stabilitate și simetrie

### Introducere

Un curent electric de intensitate  $I$ , care circulă printr-o buclă cu aria  $S$  creează un moment magnetic cu mărimea  $m = IS$  [vezi figura 1(a)]. Un magnet permanent poate fi conceput ca un ansamblu de mici momente magnetice ale atomilor de fier ( $Fe$ ), fiecare dintre aceștia fiind analogi momentului magnetic al unei bucle de curent. Acest model al magnetului permanent (al lui Ampère) este ilustrat în figura 1(b). Momentul magnetic total este suma tuturor micilor momente magnetice ale atomilor, orientate identic; ca urmare acest moment magnetic total este orientat de la polul sud spre polul nord.



### Forțe între magneți

Calculul forței de interacțiune dintre doi magneți nu este o problemă teoretică simplă. Este cunoscut faptul că pentru doi magneți polii identici se resping și polii opuși se atrag. Forța dintre două bucle de curent depinde de intensitatea curenților care le străbat, de forma lor și de distanța dintre ele. Dacă se inversează curentul într-una dintre bucle, forța de interacțiune între bucle are aceeași mărime și direcție, dar sens opus.

În problemă vei investiga experimental interacțiunea dintre doi magneți, dintre care unul este magnet - bară și altul este magnet – inel. Suntem interesați de situația geometrică în care axele de simetrie ale celor doi magneți coincid (vezi figura 2). Magnetul - bară se poate deplasa de-a lungul axei sale  $z$  de la stânga la dreapta, trecând prin magnetul - inel (vezi figura 2). În cursul sarcinilor de lucru ți se va cere să determini forța de interacțiune dintre cei doi magneți ca funcție de  $z$ . Originea  $z = 0$  corespunde cazului în care centrele celor doi magneți coincid.

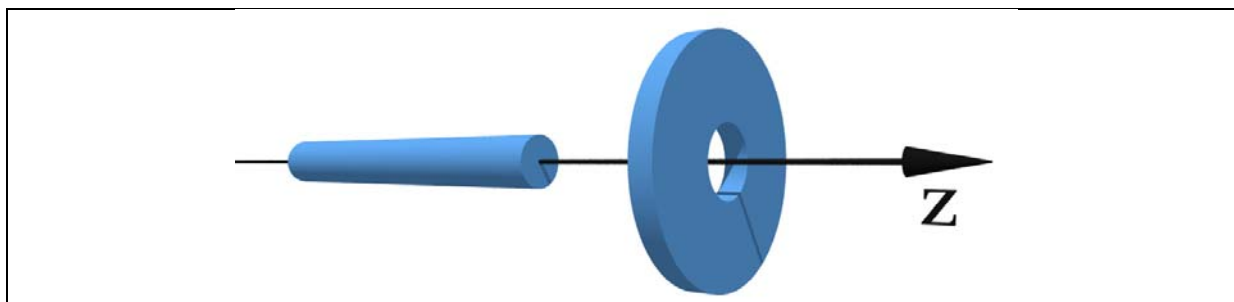


Figura 2. Magnetul – bară și magnetul – inel sunt aliniați. Forța de interacțiune dintre ei se modifică atunci când magnetul – bară este deplasat de-a lungul axei  $z$ .

Pentru a asigura deplasarea magnetului bară de-a lungul axei sale de simetrie (axa  $z$ ), magnetul – inel este încorporat într-un cilindru transparent, care are un canal circular îngust, realizat în lungul axei sale  $z$ . Magnetul bară este astfel obligat să se deplaseze numai de-a lungul axei sale  $z$  prin canalul circular (vezi figura 3). Magnetizarea magnetului este orientată de-a lungul axei  $z$ . Canalul asigură stabilitatea radială a magneților.

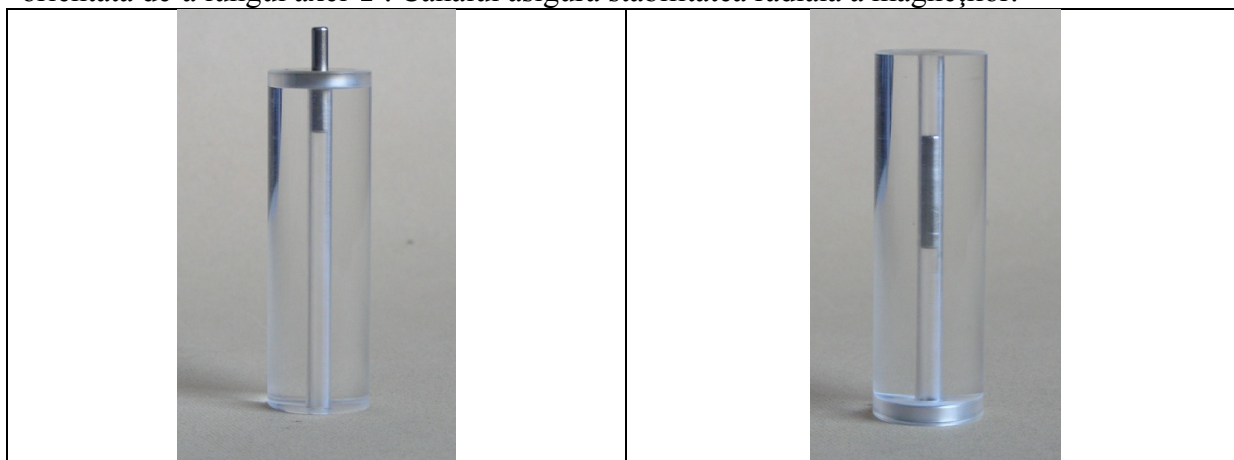


Figura 3. Fotografia prezintă cei doi magneți și cilindrul transparent având canalul circular. Magnetul - bară se deplasează în canalul circular al cilindrului transparent.

### Montajul experimental (pentru problema experimentală 2)

Pentru a fi utilizate în cea de-a doua problemă experimentală, pe masa de lucru se află următoarele obiecte:

1. Presa (și blocul de piatră); vezi instrucțiunile de folosire pe care le-ai primit.
2. Cântarul (care poate măsura mase de până la 5000g și care are funcția TARA; vezi foaia cu indicații referitoare la funcționarea cântarului – dacă acest lucru îți este necesar).
3. Un cilindru transparent cu canal circular axial, conținând un magnet – inel, încorporat la unul din capetele sale.
4. Un magnet – bară.

5. O baghetă subțire de lemn (care poate fi folosită pentru scoaterea magnetului – bară din canalul cilindrului).

Urmează să folosești montajul experimental, așa cum îți este indicat în figura 4, pentru a măsura forțele de interacțiune dintre magneți. Placa de sus a presei va fi rotită cu fața în jos – prin comparație cu dispunerea sa în cursul primei probleme experimentale. Bara subțire de aluminiu (prinsă de placa superioară a presei) va servi în continuare la presarea magnetului – bară în canalul circular din cilindrul transparent. Cântarul va măsura din nou forța (masa). Placa de sus a presei se poate deplasa în sus și în jos prin folosirea piuliței fluture. **Important: la fiecare rotație completă, de 360° a piuliței fluture, placa de sus a presei se deplasează cu 2 mm.**

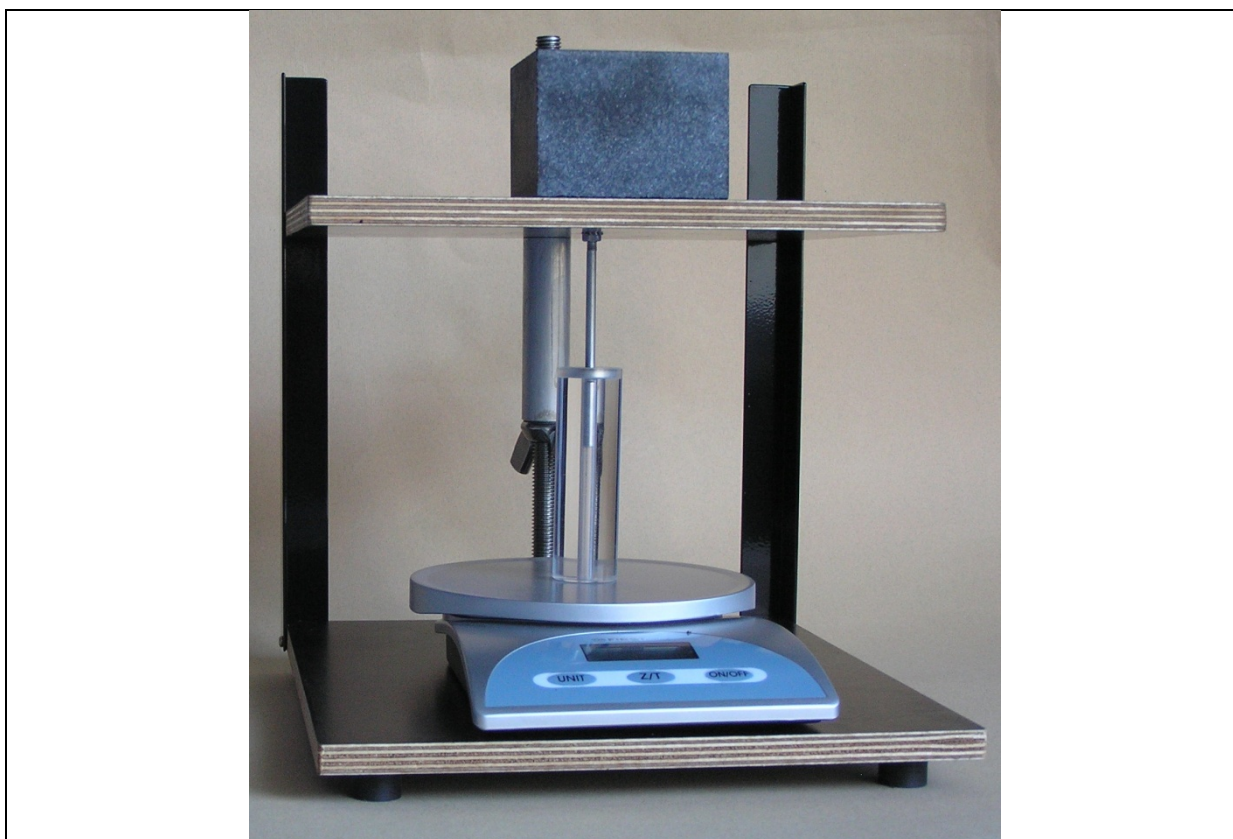


Figura 4. Fotografia montajului experimental și a modului în care acesta va fi utilizat pentru a măsura forța de interacțiune dintre magneți.

### Sarcini de lucru

1. Determină calitativ toate pozițiile posibile de echilibru pentru cei doi magneți, presupunând că axa  $z$  este orizontală ca în figura 2 și desenează-le în Foaia de răspunsuri. Etichetează pozițiile de echilibru ca fiind stabile ( $S$ ) sau instabile ( $U$ ) și marchează polii analogi prin umbrire (înnegrire), așa cum este indicat pentru o poziție de echilibru stabil în Foaia de răspunsuri. Poți rezolva această sarcină de lucru folosindu-ți mâinile și bagheta de lemn. (2,5 puncte)
2. Folosind montajul experimental măsoară forța de interacțiune dintre cei doi magneți ca funcție de coordonata  $z$ . Consideră direcția pozitivă a axei  $z$  orientată spre interiorul cilindrului transparent (forța este pozitivă dacă este orientată în direcția pozitivă a axei  $z$ ). Pentru configurația în care momentele magnetice sunt paralele notează forța



magnetică prin  $F_{\uparrow\uparrow}(z)$ , iar atunci când momentele magnetice sunt antiparalele notează forța magnetică prin  $F_{\uparrow\downarrow}(z)$ . **Important: Neglijază masa magnetului bară (adică neglijează gravitația) și utilizează simetriile forțelor dintre magneți pentru a măsura diferitele părți ale curbelor.** Dacă ai identificat orice simetrii în ceea ce privește forțele, scrie-le în Foaia de răspunsuri. Scrie datele măsurate în Foaia de răspunsuri. Alături de fiecare tabel schițează configurația dispunerii magneților corespunzătoare fiecărui tabel (în Foaia de răspunsuri este dat un exemplu). (3,0 puncte)

3. Folosind măsurările efectuate la sarcina de lucru 2 trasează pe hârtia milimetrică, în detaliu, dependența  $F_{\uparrow\uparrow}(z)$  pentru  $z > 0$ . Schițează graficul curbei  $F_{\uparrow\uparrow}(z)$  și  $F_{\uparrow\downarrow}(z)$  de-a lungul sensului pozitiv și al celui negativ al axei  $z$ . Pe fiecare dintre graficele schițate marchează pozițiile punctelor de echilibru stabil și de asemenea schițează configurația corespunzătoare a magneților (ca la sarcina de lucru 1). (4,0 puncte)
4. Dacă nu se mai neglijează masa magnetului bară, apar noi poziții de echilibru, dacă axa  $z$  este verticală? Dacă răspunsul este afirmativ, schițează-le în Foaia de răspunsuri, ca la sarcina de lucru 1. (0,5 puncte)

## EFECTUL DOPPLER ÎN CAZUL UNDELOR ELECTROMAGNETICE (ABORDARE ENERGETICĂ)

Mircea COLPAJIU, Tudor ȘTUBEI  
Liceul Academiei de Științe a Moldovei

În unele manuale se afirmă că efectul Doppler (variația frecvenței undelor electromagnetice înregistrate de receptor) poate fi studiat numai în baza transformărilor lui Lorentz și ecuației unei sfere. Vom demonstra aici că formulele respective pentru dependența frecvenței  $\nu$  de viteza sursei pot fi deduse în baza legilor conservării impulsului și energiei.

Să reprezentăm mai întâi efectul Doppler în acustică. Sursa S de unde sonore se mișcă cu viteza  $\vec{u}$ , iar receptorul A se află în repaus (fig. 1)

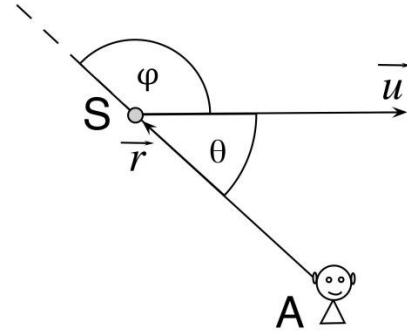


Fig. 1

Unghiul  $\varphi$  este unghiul dintre viteza  $\vec{u}$  și vectorul de poziție. Dacă  $\nu_0$  este frecvența undelor emise de sursa aflată în repaus, atunci frecvența  $\nu$  a unei înregistrate de receptor se calculează cu formula  $\nu = \frac{\nu_0}{\left(1 + \frac{v}{u} \cos \theta\right)}$  sau  $\nu = \frac{\nu_0}{\left(1 - \frac{v}{u} \cos \theta\right)}$  (1)

$$\nu = \frac{\nu_0}{\left(1 + \frac{v}{u} \cos \theta\right)} \text{ sau } \nu = \frac{\nu_0}{\left(1 - \frac{v}{u} \cos \theta\right)} \quad (1)$$

Vom considera acum un atom excitat (energia  $E_k$ ), care se mișcă cu viteza  $u_0 \ll c$ , adică vom studia mai întâi cazul nerelativist (fig. 2).

În urma emiterii unui foton cu energia  $h\nu_0 = E_k - E_i$  și impulsul  $p_f = \frac{h\nu}{c}$ , atomul obține viteza  $\dot{u}$ . Aplicăm legea conservării energiei:

$$\frac{m_0 u_0^2}{2} + E_k = \frac{m_0 u^2}{2} + E_i + h\nu \quad (2)$$

și legea conservării impulsului:

$$m_0 \dot{u}_0 = m_0 \dot{u} + \dot{p}_f$$

$$(3)$$

Întrucât examinăm cazul nerelativist, am utilizat formulele din mecanica newtoniană pentru energia cinetică și impulsul atomului. Masa atomului se consideră egală cu masa sa de repaus  $m = m_0$ . Proiectăm ecuația vectorială (3) pe axele de coordonate  $s_x$  și  $s_y$ :

$$\begin{aligned} x) m_0 u_0 &= m_0 u \cos \alpha + p_f \cos \theta \\ y) 0 &= m_0 u \sin \alpha - p_f \sin \theta \end{aligned}$$

Rezolvând aceste ecuații, împreună cu ecuația (2) în care  $E_k - E_i = h\nu_0$ , obținem:

$$\nu = \frac{m_0 c^2}{h} (1 - \beta_0 \cos \theta) \left( \sqrt{1 + \frac{2h\nu_0}{m_0 c^2 (1 - \beta_0 \cos \theta)^2}} - 1 \right) \quad (4)$$

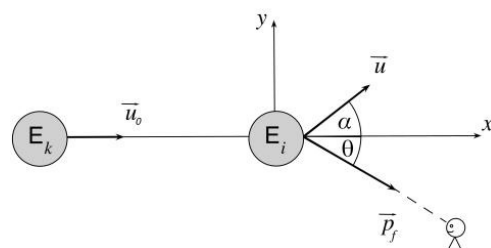


Fig. 2

unde  $\beta_0 = \frac{u_0}{c}$ .

Pentru orice stări de excitare  $b = \frac{h\nu_0}{m_0c^2} \ll 1$ . Aplicând formula aproximativă

$\sqrt{1-x} = 1 + \frac{x}{2}$ , pentru  $x \ll 1$ , formula (4) devine:

$$\nu = \frac{\nu_0}{1 - \beta_0 \cos \theta} \tag{5}$$

Am obținut aceeași formulă ca în acustică.

Să examinăm acum cazul relativist, adică presupunem că atomul se mișcă cu viteza  $u_0$  comparabilă cu viteza luminii. Vom nota cu  $m_{0k}$  și  $m_{0i}$  masa de repaus a atomului în starea excitată  $E_k$  și respectiv în starea  $E_i$ .

Energia inițială totală a atomului în starea inițială este egală cu  $\frac{m_{0k}}{\sqrt{1 - \frac{u_0^2}{c^2}}}$ . Aici intră

energia de repaus a atomului neexcitat ( $m_0c^2$ ), energia de excitare  $E_k$  și energia cinetică.

Aplicăm legea conservării energiei:

$$\frac{m_{0k}c^2}{\sqrt{1 - \beta_0^2}} = \frac{m_{0i}c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} + h\nu \tag{6}$$

unde  $\beta_0 = \frac{u_0}{c}$ ,  $\beta = \frac{u}{c}$  și  $m_{0k}c^2 - m_{0i}c^2 = h\nu_0$ .

Legea conservării impulsului se exprimă prin ecuația vectorială:

$$\frac{m_{0k}u_0}{\sqrt{1 - \beta_0^2}} = \frac{m_{0i}u}{\sqrt{1 - \beta^2}} + \vec{p}_f \tag{7}$$

La fel ca în primul caz, proiectăm această ecuație pe axele de coordonate și rezolvăm ecuațiile algebrice obținute împreună cu ecuația (6):

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - \beta_0^2}}{1 - \beta_0 \cos \theta} \left( 1 - \frac{h\nu_0}{2m_{0k}c^2} \right) \tag{8}$$

Neglijând raportul  $\frac{h\nu_0}{2m_{0k}c^2}$ , avem:

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - \beta_0^2}}{1 - \beta_0 \cos \theta} \tag{9}$$

Formula dată în manuale, adică formula (9) poate fi considerată ca un caz limită al formulei mai generale (8).

Evident, în cazul nerelativist ( $\beta \ll 1$ ) din formula (8) se obține formula (5). Formula (9) coincide cu formula respectivă obținută în baza transformărilor Lorentz. Trebuie numai să luăm în considerare că  $\cos \theta = -\cos \varphi$ .

*Primit la redacție: 29 septembrie 2010*



## UTILIZAREA MATERIALELOR ILUSTRATIVE PENTRU ACTIVIZAREA PROCESULUI DE STUDIERE A FIZICII

Virgil CHEPTEA, Tamara CIBOTA  
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Există diferite căi și procedee de activizare a gândirii elevilor - experimentul demonstrativ și de laborator, rezolvarea de probleme, utilizarea de materiale ilustrative, crearea de situații de problemă etc. Acestea reprezintă o problemă centrală în procesul studierii fizicii, deoarece este vorba de crearea unui sistem prin intermediul căruia profesorul stimulează activitatea de învățare a elevilor.

De regulă, aceste metode nu se aplică izolat una de alta, ci în ansamblul lor, ele fiind întotdeauna însoțite de explicarea și interpretarea experimentelor, a problemelor propuse, a lucrărilor de laborator etc. Explicarea și interpretarea necesită însă discuții, conversații euristice, eficacitatea cărora în mare măsură depinde de utilizarea corectă a reprezentărilor figurative (desene, planșe, scheme, grafice, tabele, diagrame etc.). Conversațiile presupun și un sistem de întrebări și probleme propuse elevilor, care se deosebesc prin conținut, formă și caracter. Caracterul întrebărilor determină gradul de activizare a gândirii elevilor. Dacă întrebarea stimulează dezvoltarea memoriei, ea are caracter reproductiv. Dacă însă răspunsul la întrebare presupune că elevul trebuie să compare date sau fenomene, să sistematizeze, să analizeze, să tragă concluzii, atunci întrebarea are caracter creativ. Întrebarea “formulați legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit” are un caracter reproductiv. Dacă însă aceeași întrebare este formulată astfel: “cu cât va varia intensitatea curentului, dacă rezistența electrică se va micșora de două ori”, atunci ea are un caracter euristic. Întrebările nu trebuie să reprezinte un plan de expunere a materiei sau de descriere a experienței, ci să constituie elemente de analiză, de discuție cu elevii. Experimentul demonstrativ și materialele ilustrative pot servi atât ca modalitate de prezentare a problemelor și întrebărilor, cât și ca elemente de analiză pentru găsirea răspunsului la problema propusă. Ele contribuie, de asemenea, la stabilirea legăturilor logice între părțile componente și la însușirea mai eficientă a materiei de studiu.

Este de menționat faptul că sunt foarte importante întrebările și problemele care îi fac pe elevi să-și dezvolte intuiția, să înainteze propuneri cu caracter de cercetare. Pentru dezvoltarea acestor capacități, elevilor li se propun, de obicei, probleme cu caracter de contradicție între experiența de viață și cunoștințele acumulate. O experiență bogată în domeniul activizării procesului de studiere a fizicii se regăsește în [1, 2] unde sunt schițate unele reguli și principii referitoare la activizarea procesului de învățare. Aceste principii prevăd pregătirea elevilor într-o atmosferă de cercetare cu utilizarea unor utilaje de laborator adecvate; punerea elevilor în situația de a trage concluzii proprii, de a-și pune întrebări și a găsi răspunsuri care să se bazeze pe cât mai multe reprezentări vii (experimente și reprezentări figurative). Actul de învățare activă trebuie să solicite o participare motivată și un efort din partea elevului. Motivația cuprinde interese, satisfacții, aspirații, care determină gradul de angajare a elevului în procesul de învățare. La baza motivației învățării stau anumite cerințe ale elevului (de autorealizare, sociale, estetice, fiziologice) care se traduc în anumite motive: recompensă socială, tendința de autoafirmare și autorealizare profesională și socială, tendința spre succesul școlar, dorința de a cunoaște și a crea.

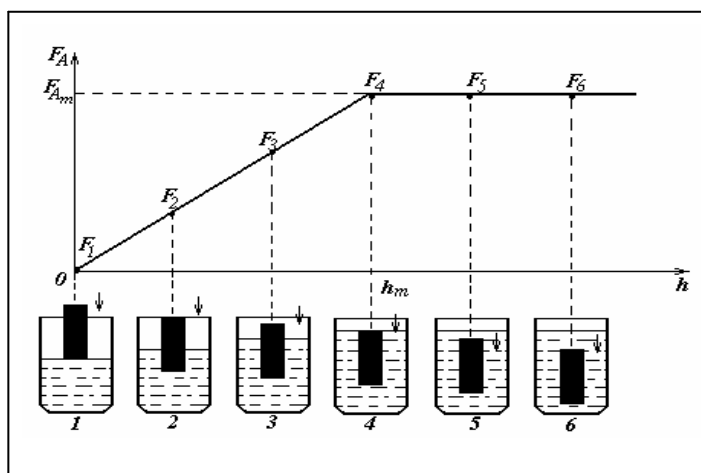
Pentru a dezvolta gândirea elevilor și a stimula lucrul independent se cere organizarea unei analize a materiei studiate la lecții, care în fond se bazează pe compararea diferitelor fenomene, parametri și valori ale mărimilor fizice. Acest lucru depinde în mare măsură de iscusința profesorului de a antrena elevii în discuții legate de explicarea esenței fenomenelor

studiate prin compararea proprietăților sau particularităților lor. În activitatea practică, de obicei, profesorul prezintă elevilor o parte din materialul ilustrativ pregătit dinainte (acțiunile curentului electric staționar și alternativ, oscilațiile mecanice și electromagnetice, modelele funcționale – modelul mișcării browniene, modelarea interacțiunii nucleelor etc.), iar o altă parte (desene, scheme, tabele, grafice) este realizată la lecții împreună cu elevii.

### PLUTIREA CORPURILOR

În calitate de exemplu vom prezenta materialul ilustrativ preluat din [3, 4] și utilizat de noi la studierea dependenței forței arhimedice,  $F_A$ , de volumul lichidului dezlocuit de corpul scufundat în el. În acest scop a fost trasată dependența  $F_A = f(h)$  în baza datelor experimentale.

În *fig. 1* sunt reprezentate etapele 1, 2, 3, 4, 5, 6 ale experienței cu un cilindru metalic care se scufundă treptat în lichid.



*Fig. 1. Dependenta forței lui Arhimede de înălțimea stratului de lichid dezlocuit de corp.*

Etapa I. Fața de jos a cilindrului se găsește la suprafața lichidului. Deoarece corpul nu este scufundat în lichid,  $F_A = 0$ .

Etapa II. Cilindrul este scufundat în lichid la o treime din înălțimea sa, forța arhimedică  $F_A \neq 0$ .

Etapa III. Cilindrul este scufundat în lichid, la două treimi din înălțimea sa. Elevii observă că forța arhimedică s-a mărit.

Etapa IV. Cilindrul este scufundat complet în lichid (fața de sus a cilindrului se află la nivelul apei din vas).  $F_A$  este maximă.

Etapele V- VI. Cilindrul se scufundă tot mai mult și mai mult în lichid, forța arhimedică nu se modifică  $F_A = \text{const}$ .

Se trage concluzia că la introducerea corpului în lichid forța arhimedică  $F_A$  nu este constantă, ci variază de la zero până la o valoare maximă. Dacă același corp se va scufunda în alt lichid, atunci forma graficului dependenței  $F_A = f(h)$  nu se va schimba, însă forța  $F_A$  va avea altă valoare maximă (*fig. 2*).

În calitate de lucru independent se va propune elevilor să reprezinte grafic dependența forței de greutate  $G$  și a forței arhimedice  $F_A$  de  $h$  în cazul plutirii corpurilor (*fig. 3 a, b, c*). În figura 3 a) este reprezentat cazul când forța de greutate este mai mare decât forța arhimedică. Sub desen, aceste forțe sunt reprezentate grafic în funcție de  $h$ . În figura 3 b) este reprezentat cazul când forța de greutate este egală cu forța lui Arhimede. În figura 3 c) forța de greutate este mai mică decât forța arhimedică.

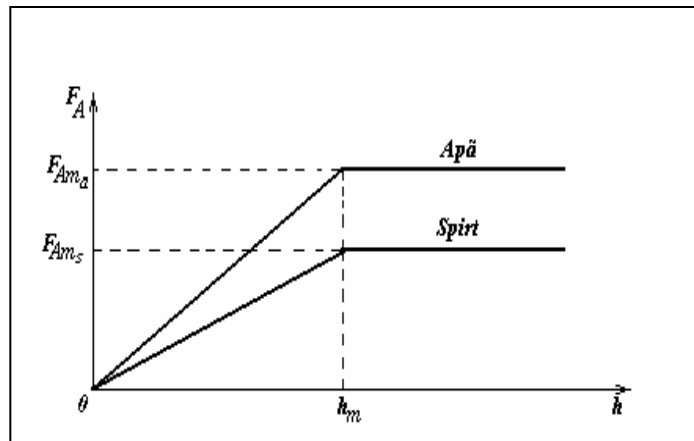


Fig. 2. Dependența forței arhimedice de natura lichidului în care e scufundat corpul.

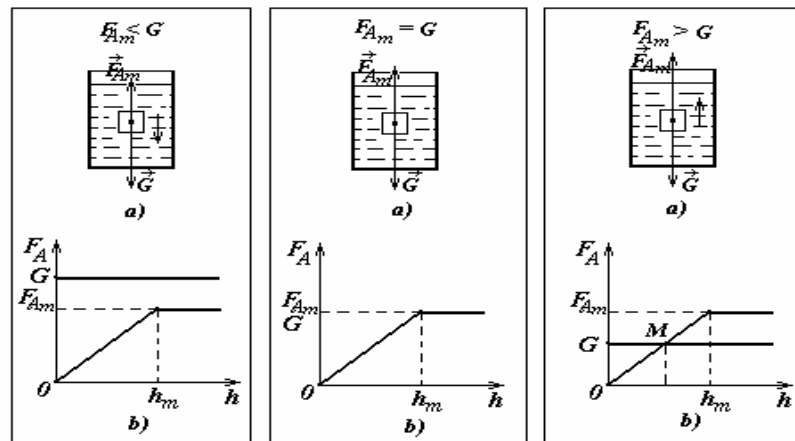
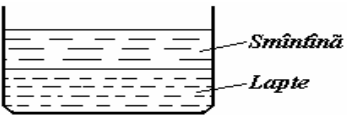
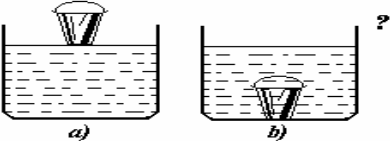
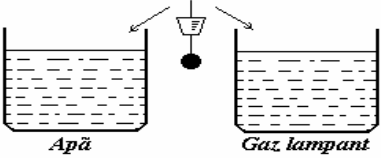
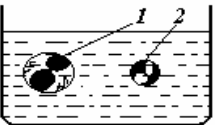
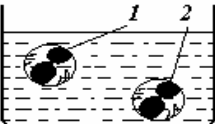
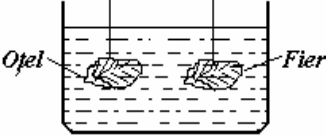
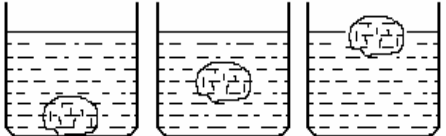
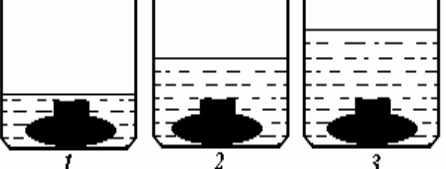
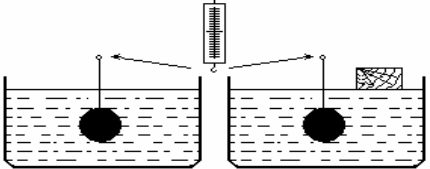


Fig. 3. Dependența forței de greutate,  $G$ , și a forței lui Arhimede,  $F_A$ , de  $h$  (condițiile de plutire a corpurilor).

Pentru consolidarea materiei pot fi propuse ca extemporal următoarele întrebări ilustrate:

	<p>De ce aceste două ouă plutesc în mod diferit?</p>
	<p>Masele și volumele corpurilor din imagine sunt egale, iar arcurile sunt identice, dar au deformații diferite. Cum explicați?</p>
	<p>O bilă și o plăcuță sunt confecționate din oțel și au masele egale. Vor fi oare indicațiile dinamometrului aceleași?</p>

	<p>De ce aceste două lichide se așează în așa fel în vas?</p>
	<p>Se va schimba oare nivelul apei din vas, dacă vom scufunda căldarea în apă?</p>
	<p>În care din lichide corpul se va scufunda mai mult? De ce?</p>
	<p>Sunt egale oare forțele arhimedice care acționează asupra acestor două mingi?</p>
	<p>Cum credeți, sunt egale forțele de împingere în sus ce acționează asupra acestor două mingi ?</p>
	<p>Volumele acestor două corpuri sunt egale. Vor fi forțele arhimedice aceleași?</p>
	<p>De ce unul și același cartof plutește la diferite adâncimi?</p>
	<p>Un elev a adăugat de două ori apă în vas. Cum s-a modificat forța ce acționează asupra corpului?</p>
	<p>Se vor schimba oare indicațiile dinamometrului, dacă pe suprafața apei dintr-un vas vom pune o bucată de lemn?</p>

## FIZICA ATOMULUI ȘI A NUCLEULUI ATOMIC

Un alt capitol al fizicii în care sunt utilizate pe scară largă materialele ilustrative este fizica atomului și a nucleului atomic. În acest capitol elevii întâlnesc noțiuni noi pe care nu le-au cunoscut mai înainte: caracterul discret al stărilor energetice în atom, caracterul cuantic al radiației, dualismul undă-corpusul al proprietăților particulelor elementare, spinul, caracterul statistic al legilor la nivel microscopic etc. Dat fiind faptul că acest capitol încheie cursul preuniversitar de fizică, expunerea materiei respective trebuie să fie accesibilă fiecărui elev și totodată bazată pe exemple și reprezentări concrete, argumentate științific. La predarea fizicii atomului și a nucleului atomic profesorii de fizică întâlnesc unele probleme legate de faptul că înzestrarea tehnică a cabinetelor de fizică din școli nu permite argumentarea experimentală a noilor noțiuni studiate. În legătură cu aceasta o importanță deosebită o au materialele ilustrative – modele, diagrame, desene, tabele etc. Suplimentar la materialul ilustrativ tradițional descris în literatura metodică [5, 6], aici pot fi folosite, de asemenea, și așa zisele fișe informaționale care au un caracter integrativ [7].

Prezentăm în continuare conținutul a trei fișe informaționale care se referă la atomul de sodiu (natriu).

### Fișă informațională

*Fișa 1*

The diagram illustrates the properties of the Sodium (Na) atom. On the left, a box contains the atomic number (11), relative atomic mass (22.987), and the electron configuration (1 K 2 3s¹). Arrows point from these values to their respective labels: 'numărul atomic (numărul de ordine)', 'masa atomică relativă (numărul de masa)', 'numărul de izotopi', 'numărul de masă a izotopului', 'straturile electronice', and 'substraturile electronice'. On the right, the chemical symbol 'Na' and the name 'Natriu' are shown, with arrows pointing to 'Simbolul elementului chimic' and 'denumirea elementului'. Below the electron configuration, arrows point to 'numărul de electroni în substrat', 'arată că, în apropierea nucleului sînt orbite completate', 'numărul stratului care are substrat', and 'simbolul substratului'.

### Fișa 2

#### Structura atomului Nucleul atomic

*Componența:*

- \* Constă din protoni și neutroni.
- \* Protonul  $p$  – particulă elementară, stabilă, sarcina +1 (în unități de sarcină a electronului) sau  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , masa 1836 (mase electronice) sau  $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , spinul 1/2.
- \* Numărul protonilor  $N_p$  în nucleu este egal cu numărul de ordine  $Z$  a elementului în sistemul periodic al elementelor, adică  $N_p = Z$ .
- \* Neutronul  $n$  – particulă elementară, este stabilă numai în componența nucleului; neutronul liber este instabil, sarcina electrică este zero, masa - 1839 (mase electronice) sau  $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , spinul 1/2.
- \* Numărul de neutroni  $N_n$  este egal cu diferența dintre numărul atomic (numărul de masă)  $A$  și numărul de protoni  $Z$  în nucleu, adică  $N_n = A - Z$ . Numărul neutronilor în nucleul atomului al unuia și aceluiași element chimic poate fi diferit.

\* Nucleele atomilor ale unuia și aceluiași element care au unul și același număr de protoni ( $Z$  același), dar un număr diferit de neutroni ( $A$  diferit) se numesc izotopi ai acestui element. Nucleele cu același  $A$ , dar cu  $Z$  diferit poartă numele de izobari.

\* Nucleul elementului chimic  $X$  se notează  ${}_Z X^A$ .

\* Numărul total de protoni și neutroni (nucleoni) în nucleu este egal cu numărul de masă, adică  $A = N_p + N_n$ .

*Sarcina electrică:*

\* Sarcina electrică totală  $Q_{nucl.}$  a nucleului atomului este egală cu suma sarcinilor electrice ale tuturor protonilor, adică  $Q_{nucl.} = +N_p \cdot e$  sau  $Q_{nucl.} = +Z \cdot e$ ; nucleul are sarcină electrică pozitivă.

*Forțe de legătură:*

\* Protonii și neutronii sunt legați în nucleu prin intermediul forțelor nucleare.

*Dimensiunile:*

\* Dimensiunile nucleului: diametrul linear –  $10^{-13}$  —  $10^{-12}$  cm; volumul –  $10^{-39}$  -  $10^{-36}$  cm<sup>3</sup>.

*Masa:*

\* Masa atomului este practic toată concentrată în nucleu.

*Densitatea medie a nucleului :* \*  $\rho = \frac{M_{nucl.}}{4/3\pi R^3} = \frac{m_n \cdot A}{4/3\pi R_0^3 \cdot A} = \frac{m_n}{4/3\pi R_0^3} \approx 2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$ ;

adică 1 cm<sup>3</sup> de substanță nucleară are masa egală cu 200 milioane de tone.

\* Densitatea medie a atomului determinată în raport cu volumul lui efectiv este egală cu  $\approx 2 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3$ .

\* Pentru comparație, masa unui centimetru cub de apă este egală cu 1g.

*Energia:*

\* Energia de legătură este de ordinul  $10^{-13}$  J.

## Norul electronic

*Compoența:*

\* Norul electronic constă din electroni.

\* Electronul  $e$  sau  $e^-$  este o particulă elementară stabilă, sarcina electrică – 1 sau  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  C, masa  $9,1 \cdot 10^{-28}$  g, raza de ordinul  $10^{-11}$  cm.

*Mișcarea electronilor:*

\* Mișcarea electronilor în jurul nucleului are loc cu viteze foarte mari și se descrie cu ajutorul legilor fizicii cuantice, conform cărora noțiunea de traiectorie nu are sens fizic. Se poate vorbi de probabilitatea aflării electronului în regiunea dată a spațiului în momentul dat de timp – un nor electronic.

*Cuantificarea:*

\* Energia  $E$  poate avea numai valori discrete și se modifică în salturi: ea se cuantifică, valoarea ei depinde de numărul cuantic principal,  $n$ ;  $n=1, 2, 3, 4...$

$$E = -me^4 / 2\hbar^2 n^2,$$

unde  $\hbar$  este constanta lui Planck,  $m$  și  $e$  – masa și sarcina electronului.

\* Datorită cuantificării energiei, electronul se poate găsi numai la anumite distanțe  $R$  de la nucleu

$$R = \hbar^2 n^2 / me^2$$

numite nivele energetice sau straturi electronice.

pentru  $n = 1, 2, 3, 4$

↓↓ ↓ ↓

simbolul stratului  $K L M N... ..$

\* Momentul impulsului  $M$  al electronului în atom, determinat de mișcarea lui în jurul nucleului, de asemenea se cuantifică și valoarea lui depinde de valoarea numărului cuantic orbital –  $l$ ;

$$l = 0, 1, 2, \dots, (n-1).$$

$$M = \hbar \sqrt{l(l+1)}$$

- \* Electronii care au o anumită energie determinată de  $n$  pot avea diferite momente ale impulsului, care depind de  $l$ . În funcție de acest fapt ei se vor distribui pe diferite subnivele energetice ale nivelului energetic dat sau pe diferite substraturi electronice ale stratului dat.

pentru  $l = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, n - 1$

$$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$$

simbolul substratului  $s \ p \ d \ f \ g \dots$

- \* La electroni, de asemenea, se mai cuantifică:  
*Momentul magnetic orbital* – determinat de mișcarea electronului în jurul nucleului, și depinde de numărul cuantic magnetic  $m_l$ ;

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$$

*Momentul magnetic de spin* – existența căruia se explică în baza concepției de rotație a electronului în jurul axei proprii. Însă această concepție se află în contradicție cu teoria relativității. În realitate, conform teoriei cuantice, spinul electronului (și al altor particule elementare) reprezintă o proprietate a lor așa cum sunt masa de repaus și sarcina electrică.

- \* Starea electronului în norul electronic este pe deplin determinată de patru numere cuantice:

$$n, l, m_l, m_s.$$

- \* În atom nu pot exista doi electroni care să se afle în stări staționare identice, determinate de cele patru numere cuantice.
- \* Particularitățile mișcărilor și stărilor electronilor în norul electronic determină proprietățile mecanice, electrice, magnetice și optice ale elementului dat.
- \* Numărul maxim de electroni pe nivelul energetic dat este determinat de relația:  $N = 2n^2$ .
- \* Numărul maxim de electroni pe un subnivel energetic este determinat de relația:  $N' = 2(2l+1)$
- \*  $N$  și  $N'$  pot avea numai anumite valori.
- \* Numai primele două straturi  $K$  și  $L$  sunt completate pe deplin de electroni. Începând cu al treilea strat ( $n=3$ ) completarea are loc pe trepte: de pe un strat încă necompletat electronul poate să treacă pe alt strat mai îndepărtat de nucleu.
- \* Electronii de pe nivelul energetic exterior determină proprietățile chimice ale elementului.
- \* Numărul de electroni în întregul nor electronic este egal cu suma electronilor de pe toate straturile electronice.
- \* Sarcina electrică totală a norului electronic este egală cu  $eZ$  și este negativă.

Completarea  
straturilor și  
substraturilor

Sarcina norului  
de electroni



### Caracteristica atomului

Fișa 3

- \* Din punct de vedere electric, atomul este neutru (sarcina pozitivă a nucleului este egală în modul cu sarcina negativă a norului electronic).
- \* Atomul posedă energie potențială minimă.
- \* Masa atomului este practic toată concentrată în nucleu.
- \* Atomul poate să emită sau să absoarbă energie numai sub formă de porții, numite cuante.
- \* Absorbând energie; atomul trece din starea de bază (fundamentală) în starea excitată; radiind energie; atomul trece din starea excitată în cea fundamentală.
- \* Dimensiunile liniare ale atomului sunt de ordinul  $10^{-8}$  cm și sunt determinate de dimensiunile norului electronic care nu are granițe bine determinate.

Prima fișă informațională include informația necesară pentru a putea înțelege următoarele două fișe, care conțin un șir de idei foarte importante pentru formarea la elevi a concepțiilor științifice.

În baza informațiilor prezentate în aceste fișe, se propune elevilor să răspundă la un set de întrebări ce caracterizează un element chimic (de exemplu, elementele chimice U și Cu).

**Răspunsuri:** 1-b; 2-c; 3-a; 4-b.

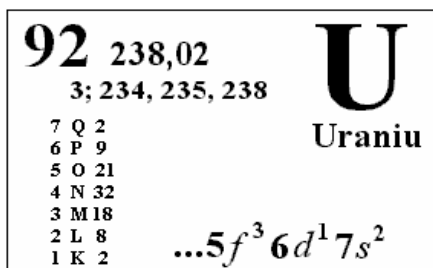
Întrebările din fișe, propuse elevilor pentru discuție, pot fi diferite, în dependență de scopul urmărit de profesor. Ele facilitează înțelegerea temelor respective, dar și permit de a sintetiza cunoștințele elevilor. Aceste fișe pot fi folosite atât la lămurirea și consolidarea temei noi, cât și la evaluarea cunoștințelor elevilor. Căutând răspunsurile la întrebările formulate în fișă, elevii învață să expună coerent cunoștințele acumulate, dar și să le dezvolte și să le extindă. În același timp, fișele informaționale permit concretizarea și sistematizarea materiei de studiu, precum și generalizarea cunoștințelor acumulate de elevi pe parcursul întregului curs de fizică.

Experiența utilizării materialului ilustrativ arată că folosirea acestuia este mult mai eficientă în combinație cu alte metode de instruire. O importanță deosebită au, de asemenea, caracterul și conținutul problemelor propuse elevilor, fapt care depinde de iscusința profesorului de a le selecta și formula. Experimentul fizic și materialul ilustrativ oferă elevilor largi posibilități de realizare a schemelor, tabelelor, diagramelor, graficelor, ceea ce le permite să pună în evidență caracteristicile generale și specifice ale fenomenelor fizice, să le compare și să stabilească legături între ele și, în consecință, să-și sistematizeze cunoștințele proprii.

### BIBLIOGRAFIE

- [1] L. A. Ivanova. Activizarea procesului de cunoaștere la studierea fizicii. Chișinău, Lumina, 1985.
- [2] Н. М. Зверева. Активизация мышления учащихся на уроках физики. Москва, Просвещение, 1980.
- [3] Д. Т. Иванов, Х. Г. Петрова. Графический метод изучения Архимедовой силы и условий плавания тел. Физика в школе. Nr. 5, 2000, стр. 25–27.
- [4] Н. С. Безчастная. Вопросы – картинки к уроку на тему “Закон Архимеда”. Физика в школе. Nr. 4, 1999, стр. 39 – 41.
- [5] Н. А. Родина. Изучение атомного ядра в школе. Просвещение, М., 1965, стр.162.
- [6] Э. Г. Назаретов. Изучение физики атома и атомного ядра в курсе физики средней школы. Ростов- на- Дону, 1971, стр. 158 – 162.
- [7] Е. Г. Агашкова, Е. Булатова. Физико-химический дидактический материал. Физика в школе. Nr. 2, 2000, стр. 23.

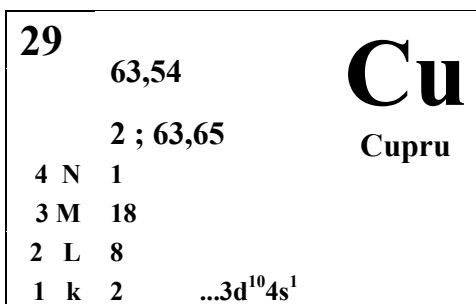
Fișa 4



Perioada de înjumătățire a izotopului  $U^{234}$  este de  $2,48 \cdot 10^5$  ani;  $U^{235}$  –  $7,13 \cdot 10^8$  ani;  $U^{238}$  –  $4,51 \cdot 10^9$  ani

**Întrebări:**

- Care este structura nucleonică (numărul de protoni și neutroni) a izotopului  $U^{235}$ ?  
a)  $92 p + 238 n$ ; b)  $92 p + 143 n$ ; c)  $235 p + 92 n$
- Care este sarcina electrică a norului de electroni a atomului de uraniu?  
a)  $-235$ ; b)  $-143$ ; c)  $-92$
- În ce stare de agregare se află uraniul în natură?  
a) solidă; b) lichidă; c) gazoasă
- Cu ce particule trebuie bombardat  $U^{238}$  pentru a obține izotopul nestabil  $U^{239}$ ?  
a) electroni; b) neutroni; c) protoni



**Întrebări:**

- Descrieți structura nucleului atomului de cupru.
- Cum explicați existența straturilor electronice în atom ?
- Determinați valoarea numărului cuantic principal pentru cupru.
- Câte substraturi conține stratul al treilea al atomului de cupru ?
- Ce caracteristici fizice ale cuprului cunoașteți ?
- Ce proprietăți fizice determină folosirea pe scară largă a cuprului în practică ? Unde se folosește cuprul ?
- După proprietățile sale magnetice, este cuprul dia-, para- sau feromagnetic ? Care sunt particularitățile?
- La bombardarea izotopului  $Cu_{29}^{63}$  cu protoni s-a format izotopul  $Zn_{30}^{63}$  și încă o particulă. Care este această particulă? Scrieți reacția nucleară.

**Răspunsuri:**

1. Izotopul  $Cu_{29}^{63}$  conține 29 de protoni și 34 de neutroni.
2. Straturile electronice se datorează cuantificării energiei electronului. Cuprul are patru straturi electronice:  $K, L, M, N$ .
3. Numărul cuantic principal pentru cupru poate fi determinat din relația  $N = 2n^2$ , unde  $N$  - numărul maxim de electroni. De aici reiese că  $n > 3$ , adică  $n = 4$ .
4. Stratul al treilea conține trei substraturi:  $s, p, d$ . Într-adevăr  $l = n - 1$ , deci  $l = 2$  și ia valorile

$$\begin{array}{cccc}
 l = & 0 & 1 & 2 \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 & s & p & d
 \end{array}$$

5. Densitatea,  $d = 8940 \text{ kg/m}^3$ , rezistivitatea electrică  $\rho = 0,017 \text{ } \mu\Omega \cdot \text{m}$ ; temperatura de topire,  $t = 1084 \text{ } ^\circ\text{C}$ ; căldura specifică;  $c = 0,4 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; căldura specifică de topire  $\lambda = 213 \text{ kJ/kg}$ .
6. Datorită conductibilității electrice și termice înalte, cuprul se folosește la confecționarea firelor de conexiune, a bobinelor pentru transformatoare și electromagneți.
7. Cuprul este diamagnetic. În câmp magnetic exterior se magnetizează în sens opus acestui câmp.
8. Neutronul.  $Cu_{29}^{63} + p_1^1 \rightarrow Zn_{30}^{63} + n_0^1$ .

*Primit la redacție: 30 noiembrie 2010*

## TRUSA DE MECANICĂ ASISTATĂ DE CALCULATOR.

### V. VERIFICAREA EXPERIMENTALĂ A FORMULEI LUI GALILEO

Alexandru RUSU  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
[preuniversitas@gmail.com](mailto:preuniversitas@gmail.com)

**Rezumat:** *Se analizează posibilitățile verificării experimentale a formulei lui Galileo în mișcarea uniform accelerată fără și cu viteză inițială, precum și în mișcarea uniform încetinită. Se argumentează aproximarea vitezei instantanee în mijlocul unui interval mic de timp cu viteza mobilului în mijlocul distanței parcurse, prezentându-se condițiile în care aproximația este valabilă. Se dau exemple de utilizare a softului elaborat pentru obținerea și procesarea datelor, precum și pentru pregătirea referatelor atât în cazul mișcării mobilului pe planul înclinat, cât și în cazul căderii libere. Sunt analizate concluziile ce se desprind din aceste experiențe. Pentru elevii interesați se propun 5 experiențe cu caracter de cercetare.*

Există situații practice când nu se cunoaște timpul mișcării mobilului, dar se cunosc vitezele lui  $v_0$  și  $v$  la capetele unui segment rectiliniu de lungimea  $S$  parcurs uniform accelerat sau încetinit. În acest caz poate fi utilizată formula lui Galileo:

$$v^2 - v_0^2 = 2aS, \quad (1)$$

în care  $a$  este accelerația mobilului. Formula (1) se obține înlocuind timpul mișcării exprimat din relația de definiție a accelerației  $t = (v - v_0)/a$  în formula distanței parcurse  $S = v_0t + at^2/2$ . În cazul mișcării rectilinii uniform încetinite ( $a < 0$ ) formula lui Galileo capătă forma

$$v_0^2 - v^2 = 2|a|S, \quad (2)$$

iar în cazul când  $v_0 = 0$  avem

$$v^2 = 2aS. \quad (3)$$

Pentru a verifica experimental veridicitatea relației (3) trebuie să măsurăm viteza instantanee  $v$  a mobilului la capătul distanței parcurse  $S$ , precum și această distanță (fig. 1). Viteza medie a unui mobil în mișcare rectilinie uniform accelerată pe distanța  $d$  egală cu grosimea obturatorului coincide cu viteza instantanee  $v$  în mijlocul intervalului de timp  $t_1$ , în care obturatorul căruciorului acoperă fasciculul sensorului:

$$v = d/t_1 = v'_0 + at_1/2, \quad (4)$$

unde  $v'_0$  este viteza mobilului în momentul când obturatorul începe să acopere fasciculul sensorului. Pentru a putea măsura distanța  $S$  parcursă în experiment vom aproxima

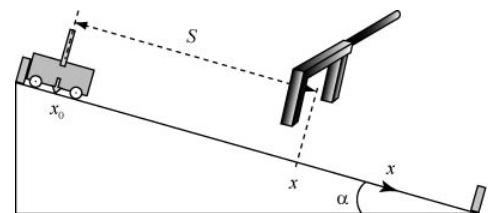


Fig. 1

viteza instantanee  $v$  în mijlocul intervalului de timp  $t_1$  cu viteza  $v_M$  în mijlocul distanței parcurse  $d$ :

$$v_M^2 - v_0^2 = ad. \quad (5)$$

În acest caz eroarea relativă va fi

$$\varepsilon_M = |v - v_M|/v = |1 - v_M/v|. \quad (6)$$

Substituind viteza  $v_0'$  determinată din (4) în relația (5), obținem:

$$\varepsilon_M = \left| 1 - \sqrt{1 + a^2 t_1^4 / (4d^2)} \right|. \quad (7)$$

De aici rezultă că aproximația  $v \approx v_M$  poate fi utilizată dacă  $a^2 t_1^4 / (4d^2) \ll 1$  sau dacă

$$t_1 \ll \sqrt{2d/a}. \quad (8)$$

Dacă, de exemplu,  $d = 0,005$  m și  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , atunci se obține  $t_1 \ll 0,0707$  s. Experiența arată că la mișcarea căruciorului pe planul înclinat cu accelerația  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , parcurgând distanțe  $S$  cuprinse între 0,15 m și 0,35 m, obturatorul acestuia de grosimea  $d = 0,005$  m întretaie fasciculul senzorului în intervale de timp  $t_1$  cuprinse între 0,0065 s și, respectiv, 0,0042 s. Substituind aceste valori în (7) obținem erori relative cuprinse între  $\varepsilon_{M1} \approx 0,00004$  (adică  $\varepsilon_{M1} \approx 0,004\%$ ) și  $\varepsilon_{M2} \approx 0,000006$  ( $\varepsilon_{M2} \approx 0,0006\%$ ). Astfel, această eroare care intervine ca o eroare sistematică de metodă, pentru un obturator cu diametrul  $d = 0,005$  m este întotdeauna mult mai mică decât erorile aleatorii ale experimentului. De exemplu, dacă considerăm eroarea absolută (aleatorie) comisă la măsurarea timpului  $\Delta t_1 \approx 0,0001$  s, atunci pentru valorile de mai sus ale intervalului de timp  $t_1$  obținem erori relative (aleatorii) cuprinse între 1,54 % și 2,38 %. De aici rezultă că în pofida faptului că obturatorul cu diametrul de 5 mm generează o eroare sistematică de metodă foarte mică, obturatoarele cu diametrul de 10 mm și 15 mm totuși sunt mai indicate, întrucât pentru acestea erorile aleatorii sunt mai mici, iar eroarea sistematică de metodă, deși crește, rămâne încă acceptabil de mică.

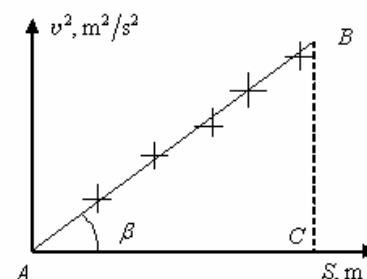


Fig. 2

La măsurarea distanței  $S$  trebuie să se țină seama atât de coordonata  $x_0$  a căruciorului în poziția inițială, cât și de grosimea obturatorului  $d$ . Astfel, dacă la apropierea obturatorului (în mișcarea pe plan de sus în jos) de fasciculul senzorului cronometrul reacționează atunci când indicatorul căruciorului se află la coordonata  $x$  (fig. 1), atunci distanța parcursă de mobil va fi

$$S = x + d/2 - x_0. \quad (9)$$

Substituind (4) și (9) în (3), obținem următoarea relație echivalentă cu relația (3) și exprimată prin mărimi direct măsurabile:

$$(d/t_1)^2 = 2a(x + d/2 - x_0). \quad (10)$$

Această relație poate fi considerată drept o funcție liniară de tipul

$$(11)$$

unde  $Y = (v/t_1)^2$ ,  $X = x + d/2 - x_0$  și  $p = 2a$ . Luând  $n \geq 5$  poziții ale senzorului și pentru fiecare poziție câte  $N \geq 10$  măsurări ale intervalului  $t_1$  de acoperire a fasciculului, putem trasa graficul dependenței (10) a pătratului vitezei mobilului  $Y = v^2 = (d/t_1)^2$  de distanța parcursă  $X = S = x + d/2 - x_0$  (fig. 2). Dacă graficul va reprezenta un segment de dreaptă vom putea trage concluzia că formula lui Galileo (3) este justă în limitele unor anumite erori. Accelerația mobilului este

$$a = p/2, \tag{12}$$

unde panta dreptei (10) se poate calcula utilizând metoda celor mai mici pătrate [1] sau direct din grafic (fig. 2):  $p = BC/AC$ , dacă acesta se trasează manual. Din (10) rezultă că dreapta  $Y = pX + b$  trebuie să treacă prin origine, adică  $b = 0$ . Vom considera, totuși,  $b \neq 0$  pentru a putea estima eroarea absolută  $\Delta b$  la determinarea acestei mărimi. Astfel, dacă calculele vor arăta că  $\Delta b \geq b$ , atunci vom putea trage concluzia că dreapta (10), în limitele erorilor experimentale, trece prin origine așa cum o cere această dependența teoretică. Eroarea aleatorie în experiența de determinare a accelerației, după cum se vede din (12), este

$$\Delta a = \Delta p. \tag{13}$$

Dacă la efectuarea experienței se utilizează softul pentru achiziționarea și procesarea datelor, atunci mărimile  $p, a, b$  și  $\Delta p, \Delta a, \Delta b$  se vor calcula urmând metoda celor mai mici pătrate [1] și utilizând, de asemenea, formulele (12) și (13).

Experiența poate fi efectuată în mai multe variante folosind obturatoare de diferite diametre și variind unghiul de înclinare a planului față de orizontală.

În fig. 3 este reprezentat graficul dependenței (10) trasat la calculator cu utilizarea softului elaborat pentru verificarea ei după 7 puncte experimentale obținute ca rezultat al efectuării a  $n = 7$  serii a câte  $N = 18$  măsurări ale intervalului de timp  $t_1$ . În experiență s-a utilizat obturatorul cu diametrul  $d = 5$  mm. Trecerea de la o serie de măsurări la alta s-a realizat prin îndepărtarea treptată a senzorului de punctul de pornire a căruciorului. După cum se vede din fig. 3, graficul dependenței (10) reprezintă un segment de dreaptă, fapt ce confirmă veridicitatea formulei lui Galileo (3). Accelerația mobilului  $a = (2,15 \pm 0,02) \text{ m/s}^2$ . Ea a fost determinată cu o eroare relativă ce nu depășește valoarea de 0,8% cu un nivel de încredere de 68,3%. Se observă că

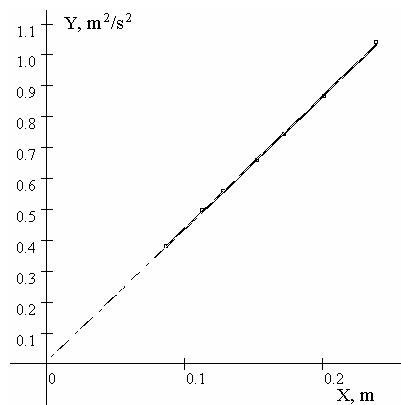


Fig. 3

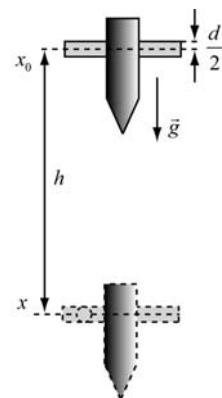


Fig. 4

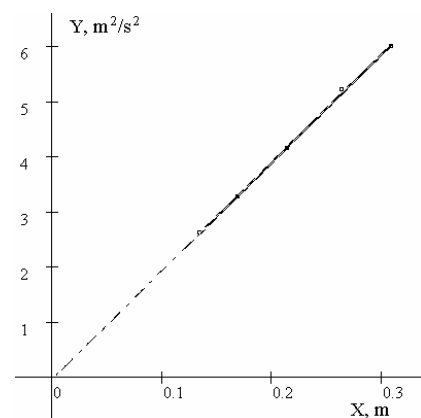


Fig. 5

$\Delta b \approx 0,006 \text{ m}^2/\text{s}^2 \approx b \approx 0,006 \text{ m}^2/\text{s}^2$ . Aceasta înseamnă că dreapta obținută în limitele erorilor experimentului trece prin originea de coordonate după cum o cere dependența teoretică. În cazul dacă se cere un nivel de confidență de 99,7%, atunci  $\Delta b \approx 0,018 \text{ m}^2/\text{s}^2$  și  $\Delta b > b$  și putem trage concluzia că dreapta cu certitudine trece prin origine. Formula lui Galileo (3) poate fi verificată și în cazul căderii libere. În acest caz se folosește un corp cilindric cu vârf conic (fig. 4) cu obturator plan de lățimea  $d = 10 \text{ mm}$ . Sensorul se situează pe unul din suporturile verticale ale stativului, astfel încât la cădere obturatorul plan al corpului cilindric să întretaie fasciculul acestuia (fig. 4). În fig. 5 este reprezentat graficul dependenței (10) trasat în urma procesării la calculator a datelor obținute la cronometrul electronic în 5 serii a câte 10 măsurări a intervalului de timp  $t_1$  în care obturatorul plan al cilindrului cu vârf conic a întretăiat fasciculul sensorului situat la distanța  $h = x - x_0$  (fig. 4) de punctul de pornire. La trecerea de la o serie de măsurări la alta sensorul a fost îndepărtat treptat de punctul de pornire a corpului, astfel asigurându-se variația distanței  $h$ . Se observă că graficul reprezintă un segment de dreaptă, fapt ce confirmă veridicitatea formulei lui Galileo  $v^2 = 2gh$  aplicate la căderea liberă. Accelerația gravitațională a fost determinată cu o eroare relativă de 1,2%, obținându-se valoarea  $g = (9,8 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$  cu un nivel de încredere de 68,3%. Valoarea așteptată  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  se află în interiorul intervalului de încredere obținut în experiment. Pentru termenul liber și eroarea acestuia s-au obținut valorile:  $|b| = 0,034 \text{ m}^2/\text{s}^2$  și  $\Delta b = 0,054 \text{ m}^2/\text{s}^2$ . Se observă că  $\Delta b > |b|$ . Aceasta înseamnă că în limitele erorilor experimentului dreapta obținută trece prin originea de coordonate așa cum o cere formula teoretică.

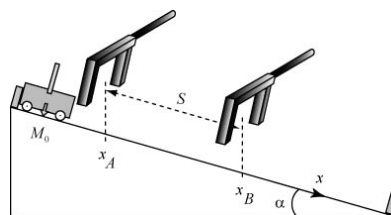


Fig. 6

Poate fi verificată experimental și formula lui Galileo pentru mișcarea uniform accelerată cu viteză inițială (1). În acest caz vom aproxima viteza instantanee  $v$  în mijlocul unui mic segment de lungimea  $d$  a traiectoriei rectilinii a mobilului cu viteza medie pe această distanță astfel încât în limitele erorilor experimentale aceste viteze să coincidă [2]. Astfel,  $v^2 - v_0^2 = (d/t_3)^2 - (d/t_1)^2$ , unde  $t_1$  și  $t_3$  sunt intervalele de timp în care obturatorul căruciorului în mișcare acoperă fasciculele senzorilor  $A$  și, respectiv,  $B$  (fig. 6). Diametrul obturatorului nu trebuie să întrecă valorile  $S_{\max}$  sau  $d_{\max}$  determinate în experiențele din [2]. Totuși, grosimea obturatorului nu trebuie luată prea mică, întrucât în acest caz intervalele de timp măsurate vor fi mici, iar aceasta va duce la creșterea erorilor aleatorii. De exemplu, dacă intervalul de timp măsurat va fi  $t_1 = 0,0035 \text{ s}$ , atunci, ținând seama de eroarea cronometrului  $\Delta t = 0,0001 \text{ s}$ , obținem eroarea relativă  $\varepsilon \approx 3\%$ . Distanța  $S$  parcursă de cărucior pe planul înclinat în mișcarea sa uniform accelerată se determină ca diferența coordonatelor senzorilor  $A$  și  $B$ :  $S = x_B - x_A$  (fig. 6). Fiecare coordonată se determină apropiind încet obturatorul căruciorului de fasciculul sensorului respectiv și observând cu ajutorul indicatorului acestuia pe rigla planului poziția când cronometrul începe măsurarea primului interval de timp. Astfel relația (1) exprimată prin mărimi direct măsurabile ia forma

$$(d/t_3)^2 - (d/t_1)^2 = 2a(x_B - x_A). \quad (14)$$



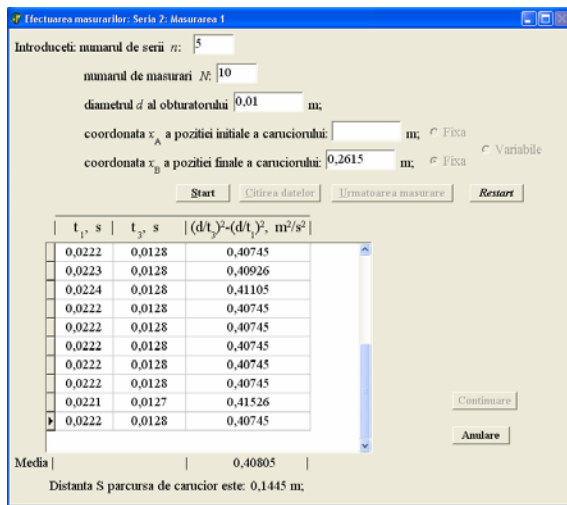


Fig. 7

determinării ei se vor calcula cu formulele (12) și, respectiv, (13).

În *fig. 7* este reprezentată fereastra „Efectuarea măsurărilor” din softul elaborat pentru verificarea experimentală a relației (14). Înaintea începerii măsurărilor intervalelor de timp  $t_1$  și  $t_2$  se vor introduce numărul de serii  $n \geq 5$ , numărul de măsurări  $N \geq 10$  din cadrul fiecărei serii, diametrul obturatorului fixat pe cărucior, precum și coordonatele pozițiilor inițială  $x_A$  și finală  $x_B$  ale căruciorului. Experiența poate fi efectuată menținând fixă poziția unuia din senzori și modificând poziția celuilalt sau modificând pozițiile ambilor senzori la trecerea de la o serie de măsurări la alta. Aceste variante ale experienței sunt prevăzute și în soft, realizându-se prin bifarea uneia din aceste variante. De exemplu, bifarea poziției „Fixă” la senzorul B înseamnă că pe parcursul experienței poziția acestui senzor se va menține fixă, iar poziția senzorului A va fi modificată la trecerea de la o serie de măsurări la alta. După ce se dă „Start” măsurărilor, la fiecare repetare intervalele de timp  $t_1$  și  $t_2$  de la cronometrul electronic vor fi trecute în tabel (*fig. 7*) și totodată va fi calculată mărimea  $Y = (d/t_2)^2 - (d/t_1)^2$ . După accesarea butonului „Citirea datelor” de la ultima repetare și accesarea butonului „Următoarea măsurare” valoarea coordonatei  $x_A$  va dispărea (*fig. 7*), cerându-se modificarea poziției senzorului A și valoarea nouă a coordonatei acestuia pentru a începe seria următoare de măsurări.

În *fig. 8* este reprezentat graficul dependenței (14) trasat la calculator după procesarea cu metoda celor mai mici pătrate a intervalelor de timp  $t_1$  și  $t_2$  obținute în urma efectuării a 5 serii a câte 10 măsurări. Aici s-a folosit obturatorul cu diametrul  $d = 10$  mm și la trecerea de la o serie de măsurări la alta senzorii A și B au fost îndepărtați treptat unul de altul. Graficul dependenței (14) reprezintă un

Ea poate fi considerată drept o funcție liniară de tipul (11), unde  $Y = (d/t_2)^2 - (d/t_1)^2$ ,  $X = x_B - x_A$  și panta  $p = 2a$ , ca în cazul verificării formulei (3). Și în cazul relației (14) vom considera  $b \neq 0$  pentru a putea compara valoarea acestui termen cu eroarea  $\Delta b$ . Luând  $n \geq 5$  poziții ale senzorilor și pentru fiecare poziție câte  $N \geq 10$  măsurări ale intervalelor de timp  $t_1$  și  $t_2$  de acoperire a fasciculelor, se poate trasa graficul dependenței (14). Dacă acest grafic va reprezenta un segment de dreaptă și  $\Delta b \geq b$ , atunci vom putea trage concluzia că formula lui Galileo (1) este justă în limitele unor anumite erori. La fel ca în experiența precedentă, accelerația mobilului și eroarea

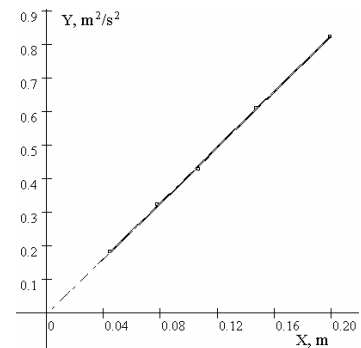


Fig. 8

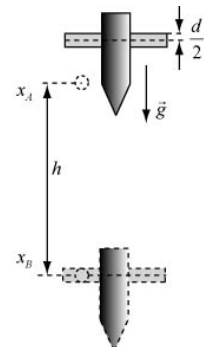


Fig. 9

segment de dreaptă, fapt ce confirmă veridicitatea formulei lui Galileo (1). Valoarea obținută pentru accelerația mobilului  $a = (2,07 \pm 0,02) \text{ m/s}^2$  practic coincide cu valoarea  $a = (2,05 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$  obținută cu același obturator și menținând fix senzorul  $A$ . Ea coincide, de asemenea, cu valoarea  $a = (2,08 \pm 0,03) \text{ m/s}^2$  obținută folosind obturatorul de 5 mm și menținând fix senzorul  $A$  la trecerea de la o serie de măsurări la alta. Termenul liber și eroarea absolută de determinare a lui sunt:  $b \approx 0,004 \text{ m/s}^2$ ,  $\Delta b \approx 0,006 \text{ m/s}^2$ . Se observă că  $\Delta b > b$ , ceea ce înseamnă că în limitele erorilor experimentale dreapta obținută trece prin originea de coordonate așa cum o cere formula teoretică (14). Aceste rezultate au fost obținute cu nivelul de încredere de 68,3%.

Relația (14) poate fi verificată și în cazul căderii libere, folosindu-se pentru măsurări cilindru cu vârf conic și obturator (fig. 9). În acest caz senzorul  $A$  se plasează puțin mai jos de punctul de pornire a corpului. Fereastra „Efectuarea măsurărilor” este analogă celei din fig. 7. În fig. 10 este reprezentat graficul trasat cu aplicarea softului elaborat pentru această experiență. Intervalele de timp  $t_1$  și  $t_3$  au fost obținute de la cronometrul electronic, păstrând fixă poziția senzorului  $A$  și îndepărtând treptat senzorul  $B$  în 5 serii a câte 10 măsurări. Graficul dependenței (14) reprezintă un segment de dreaptă, fapt ce confirmă veridicitatea formulei lui Galileo (1) pentru căderea liberă cu viteză inițială. Pentru accelerația gravitațională a fost obținută valoarea  $g = (9,83 \pm 0,06) \text{ m/s}^2$ . Ea a fost determinată cu eroarea relativă de 0,6 % și nivelul de confidență de 68,3%. Se observă că valoarea așteptată  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  se află în interiorul intervalului de încredere obținut în experiment. Pentru termenul liber și eroarea de determinare a acestuia s-au obținut valorile:  $\Delta b \approx b \approx 0,02 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , ceea ce înseamnă că în limitele erorilor experimentale dreapta obținută trece prin originea de coordonate, după cum o cere formula teoretică. Pentru un nivel mai înalt de încredere, de exemplu, de 99,7%  $\Delta b \approx 0,06 \text{ m}^2/\text{s}^2 > b$ .

Pentru a verifica formula lui Galileo (2) în mișcarea uniform încetinită, efectuând  $n \geq 5$  serii a câte  $N \geq 10$  măsurări trebuie să avem posibilitatea de a repeta de mai multe ori, în aceleași condiții, fiecare măsurare din fiecare serie. Această posibilitate se asigură la fel ca la verificarea formulei distanței parcurse în mișcarea uniform încetinită [3]. Vom pune cronometrul în regimul  $n-7$  de măsurare a 7 intervale consecutive de timp, întrucât căruciorul va fi eliberat de fiecare dată din vârful planului înclinat. Primele 6 intervale coincid cu intervalele măsurate la verificarea formulei distanței parcurse în mișcarea uniform încetinită [3]. Se folosesc, însă, doar intervalele de timp  $t_5$  și  $t_7$  în care obturatorul de diametrul  $d$  al căruciorului în mișcare uniform încetinită în sus pe planul înclinat acoperă fasciculele senzorilor  $B$  și, respectiv,  $A$  (fig. 6). Ca și în experiența precedentă, vom aproxima viteza instantanee  $v$  în mijlocul unui mic segment de lungime  $d$  a traiectoriei rectilinii a mobilului cu viteza medie pe această distanță astfel încât aceste viteze să coincidă, în limitele erorilor experimentale [2]. Această aproximație este valabilă dacă diametrul obturatorului nu depășește valorile  $S_{\max}$  sau  $d_{\max}$  determinate în experiențele analizate în [2].

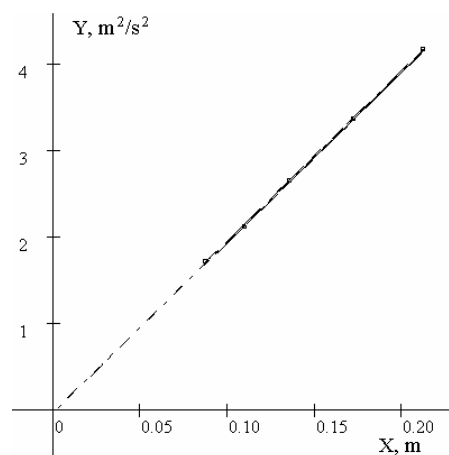


Fig. 10

Astfel,  $v_0^2 - v^2 = (d/t_5)^2 - (d/t_7)^2$ . Distanța  $S$  parcursă de cărucior pe planul înclinat în mișcarea lui uniform încetinită se determină ca diferența coordonatelor senzorilor  $B$  și  $A$ :  $S = x_B - x_A$  (fig. 6). Astfel relația (2) exprimată prin mărimi direct măsurabile devine

$$(d/t_5)^2 - (d/t_7)^2 = 2|a|(x_B - x_A). \quad (15)$$

Ea poate fi considerată drept o funcție liniară de tipul (11), unde  $Y = (d/t_5)^2 - (d/t_7)^2$ ,  $X = x_B - x_A$ , panta  $p = 2|a|$ , considerându-se  $b \neq 0$  din aceleași considerente ca în experiența precedentă. Fereastra „Efectuarea măsurărilor” din softul pentru această experiență este analogă cu cea din experiența precedentă (fig. 7). Și în acest caz la trecerea de la o serie de măsurări la alta poziția unuia din senzori poate fi păstrată fixă, iar poziția celuilalt modificată sau pot fi modificate pozițiile ambilor senzori. Formula lui Galileo (2) se va considera verificată dacă graficul dependenței (15) va reprezenta un segment de dreaptă ce trece prin originea de coordonate ( $\Delta b \geq b$ ).

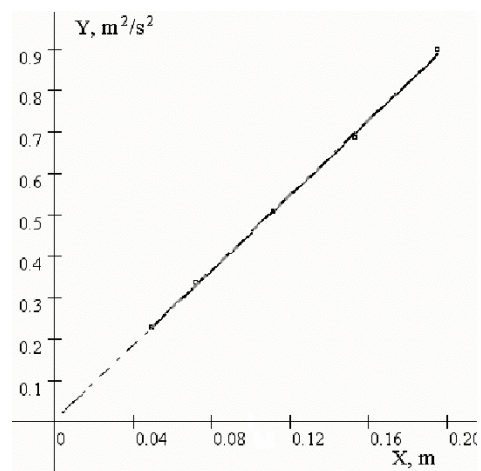


Fig. 11

În fig. 11 este reprezentat graficul dependenței (15) trasat la calculator în urma procesării a 5 serii a câte 10 măsurări a intervalelor de timp  $t_5$  și  $t_7$  folosind obturatorul cu diametrul

de 5 mm și îndepărtând treptat senzorii unul de altul la trecerea de la o serie de măsurări la alta. Se observă că graficul acestei dependențe reprezintă un segment de dreaptă ceea ce confirmă veridicitatea formulei lui Galileo (2) pentru mișcarea rectilinie uniform încetinită. Accelerația mobilului este  $a = (2,26 \pm 0,08) \text{ m/s}^2$  și a fost determinată cu o eroare relativă de 1,8 % , avându-se în vedere un nivel de încredere de 68,3%. Valorile pentru termenul liber și eroarea determinării lui sunt  $\Delta b \approx 0,01 \text{ m/s}^2 > b \approx 0,004 \text{ m/s}^2$ . Aceasta înseamnă că în limitele erorilor experimentale dreapta trece prin originea de coordonate, așa cum o cere dependența teoretică.

## REFERINȚE

1. A. Rusu, C. Pîrțac, S. Rusu. Trusa de mecanică asistată de calculator. Procesarea datelor. Fizica și tehnologiile moderne. Vol. 6, Nr. 3-4 (23-24), 2008, p. 10-21.
2. A. Rusu. Trusa de mecanică asistată de calculator. Determinarea vitezei instantanee a unui mobil în mișcarea rectilinie uniform variată. Fizica și tehnologiile moderne. Vol. 7, Nr. 1-2 (24-25), 2009.
3. Alexandru Rusu. Trusa de mecanică asistată de calculator. Verificarea experimentală a formulei distanței parcurse în mișcarea rectilinie uniform variată. Fizica și tehnologiile moderne. Vol. 8, Nr. 1-2, 2010.

Primit la redacție: 22 septembrie 2010

## SOARELE S-A „TREZIT”

Activitatea solară scăzută din ultimul timp îi îngrijora mult pe astrofizicieni. Noul ciclu solar de 11 ani trebuia să înceapă încă în 2007, când în lunile octombrie-noiembrie ale aceluia an activitatea Soarelui a atins nivelul minim. În cele 30 de luni care au trecut de atunci au fost înregistrate doar oscilații locale ale activității solare care se terminau cu noi minime. Următorul ciclu așa și nu începea. În opinia cercetătorilor, soarta noului ciclu solar urma să se decidă în vara acestui an. Dacă nu se produce o creștere a activității solare, se poate vorbi despre o dereglare globală a ciclului solar.

În ultimii ani Soarele avea cea mai mică activitate din ultimele decenii și cea mai slabă strălucire din ultimii 100 de ani. Acest fapt i-a determinat pe unii cercetători să-și amintească de mica perioadă glacială, când între anii 1300 și 1850 în Europa și America de Nord vremea era neobișnuit de friguroasă. Această miniperioadă glacială a culminat în anii 1645-1715, fenomenul fiind legat de scăderea drastică a activității solare, cunoscută ca *Minimul lui Maunder*. În acea perioadă intrarea în Groenlanda era închisă de ghețuri, canalele din Olanda au înghețat, ghețarii din Alpi au cuprins sate întregi și apele din jurul Islandei au fost încătușate de gheață.

Cu toate acestea, potrivit Organizației Meteorologice Mondiale (OMM) de pe lângă ONU, ultimii 10 ani au fost cei mai călduroși din istorie. OMM consideră că tendința de încălzire globală este evidentă și acest fapt nu poate fi pus la îndoială. Acest fenomen este legat, în primul rând, de creșterea conținutului de gaze de seră în atmosferă. Ce se va întâmpla cu clima atunci când Soarele va ieși din minimul de activitate ?

Și iată că la 1 august 2010 Soarele s-a „trezit”. În acea zi, pe Soare s-a produs o explozie grandioasă (numită *erupție solară*) însoțită de expulzarea unei cantități enorme de plasmă din coroana solară (fenomen cunoscut sub numele de *ejecție de masă coronală*). Curentul violent de particule solare încărcate - protoni și electroni, având viteze de peste 1000 km/s (3,6 milioane de kilometri pe oră) în circa două zile a atins atmosfera Pământului, provocând aurore polare neobișnuit de intense.

Erupția și ejecția de masă coronală observate la începutul lunii august 2010 au fost primele semnale ale noului ciclu, al 24-lea, de activitate solară. Soarele își începe un nou ciclu de activitate care durează circa 11 ani, cu o perioadă de activism (maxim solar) și o perioadă de calm (minim solar). Ultimul maxim de activitate solară s-a înregistrat în 2003, după care a urmat o lungă perioadă de activitate foarte scăzută. Erupțiile solare sunt primele semne ce arată că Soarele se „trezește” și se îndreaptă spre un nou maxim de activitate solară care, în actualul ciclu, se așteaptă să se producă în anii 2013-2014.

Ștefan D. Tiron  
Lector universitar superior

## CELE MAI IMPORTANTE DESCOPERIRI ÎN ASTRONOMIE ÎN 2010

În 2010 au fost făcute mai multe descoperiri interesante în afara Sistemului Solar: galaxii îndepărtate și stele neutronice masive, pitice brune foarte reci în vecinătatea noastră și planete extrasolare neobișnuite.

A fost descoperit cel mai îndepărtat obiect din Univers (și, prin urmare, cel mai vechi cunoscut). Acesta s-a dovedit a fi galaxia UDFy+38135539 care s-a format după circa 600 de mii de ani după Marea Explozie (Big Bang) (deci acum ea are vârsta de 13,1 miliarde de ani).

De asemenea, au fost descoperite:

- cea mai masivă stea, RMC 136a1 (având masa egală cu 265 mase solare);

- cea mai tânără stea (astrul L1448-IRS2E aflat între faza de "stea nedevoltată" și "protostea");
- cea mai masivă stea neutronică, care nu se încadrează în teoriile existente de formare a acestor obiecte;
- cea mai tânără exoplanetă, BD+20 1790b, care abia a împlinit 36 de milioane de ani.

În plus, în acest an pentru prima dată am asistat la nașterea unei găuri negre - în 1979 oamenii de știință au înregistrat explozia unei supernove în galaxia M100 (eveniment care de multe ori se încheie cu formarea unei găuri negre), iar în 1995 și 2007 telescoapele au capturat radiația găurii negre nou-născute.

În 2010 s-a reușit prima măsurare directă a spectrului unei exoplanete. În ciuda faptului că prima planetă care orbitează o altă stea a fost descoperită de astronomi încă în 1992, iar astăzi numărul de exoplanete a depășit cifra de cinci sute, oamenii de știință investighează aceste obiecte prin metode preponderent indirecte (care nu sunt cele mai sigure). Studiul direct al spectrelor planetelor nu a fost posibil, deoarece ele erau atenuate de radiația extrem de strălucitoare a stelei, dar în 2010 astronomii au găsit o modalitate de a depăși această dificultate.

Analiza spectrelor planetelor extrasolare va oferi oamenilor de știință informații cu privire la compoziția acestora și structura atmosferei lor.

În 2010, astronomii au descoperit planeta potențial locuibilă Gliese 581g (vezi FTM, vol. 8, nr. 1-2, pag. 54, 2010). Cercetătorii au ajuns la concluzia că "vecina" noastră Gliese 581g ar putea avea apă lichidă - un lichid necesar pentru locuitorii ipotetici ai planetei. Cel mai important lucru este că sistemul stelei Gliese 581 este situat relativ aproape de Pământ - lumina ajunge acolo în 20,5 ani.

Pe lângă obiectele mai mult sau mai puțin îndepărtate, astronomii au studiat și spațiul cosmic apropiat. La 4 noiembrie 2010, aparatul NASA "Deep Impact", a trecut în zbor la o mică, la scară cosmică, distanță de 700 de kilometri de cometa Hartley 2. Sonda a realizat un mare număr de imagini fotografice pe care astronomii urmează să le studieze. S-a constatat că Hartley-2 este acoperită cu dioxid de carbon înghețat, nu cu gheață de apă, și elimină cianuri.

Un alt obiect situat în vecinătatea noastră care a adus astronomilor multe surprize în 2010 este Luna. În 2009, NASA a bombardat suprafața lunară cu două "proiectile", care au ridicat un nor de praf. S-a constatat că în solul lunar aruncat în urma impactului este apă. Rezultatele unei analize mai complete au demonstrat că în unele regiuni ale Lunii este de două ori mai multă apă decât în deșertul Sahara. În plus, regolitul care formează stratul de la suprafața Lunii conține cantități considerabile de argint, magneziu, mercur, calciu, monoxid de carbon și alte substanțe, care ar fi destul de utile în laboratorul viitorilor exploratori ai satelitului natural al Pământului. O altă realizare a anului curent este întocmirea celei mai exacte din cele existente hărți ale satelitului terestru.

În 2010 s-a descoperit că discul spiral al Galaxiei noastre are "urechi" - bule gigante, care se întind la nord și la sud de centrul ei. Aceste două bule de gaz cosmic care emit raze gamma au fost descoperite de gamma-telescopul spațial "Fermi". „Bulele” se întind la nord și la sud de Calea Lactee pe aproape jumătate din cerul vizibil - de la constelația Fecioara până la constelația Cocostârcul, și au o lățime de aproximativ 40 de grade și vârsta de milioane de ani. Unii oameni de știință sugerează că gamma-bulele galactice au apărut ca rezultat al "injecției" de energie în centrul Galaxiei. Bulele puteau să apară și ca rezultat al unui proces intensiv de formare a stelelor în partea centrală a Galaxiei, care a dat naștere la numeroase roiuri stelare.

Material pregătit de Ștefan D. Tiron

## **FUNDAMENTALITATEA APLICATIVĂ ȘI NOUA PARADIGMĂ A CERCETĂRII**

**Boris FILIP**

**Institutul de Fizică Aplicată  
Academia de Științe a Republicii Moldova  
[boris.filip@gmail.com](mailto:boris.filip@gmail.com)**

Astăzi în sfera științei și inovațiilor au loc schimbări radicale. Dacă până nu demult se considera că la baza ciclului inovațional stau cercetările fundamentale, după care urmează cercetările aplicative, acum se pare că această concepție s-a învechit. La baza ciclului inovațional nu se mai pun cercetările științifice fundamentale, ci cele aplicative. Dacă în perioada anterioară cunoștințele fundamentale erau obținute în urma cercetărilor teoretice, fără vreo legătură evidentă cu cerințele practice ale societății, acum practic nici o interpretare științifică globală nu ia naștere în sfera pur teoretică. Cele mai importante generalizări se formulează în baza abordării unor probleme aplicative concrete. Cu alte cuvinte, nu cercetarea fundamentală determină investigațiile aplicative, ci cercetările aplicative stimulează realizarea de cercetări științifice teoretice originale. Această schimbare sau inversare de paradigmă poate fi interpretată ca o trecere de la metoda deductivă la cea inductivă. În opinia noastră, știința acum nu mai abordează problemele de la general la particular, ci de la particular la general [1,2].

**Noua paradigmă a cercetării.** În ceea ce privește *inversarea de paradigmă*, ar fi de clarificat un aspect principal - este acesta un fenomen nou sau unul care a existat dintotdeauna? Există o viziune alternativă potrivit căreia cercetarea aplicativă s-a dezvoltat întotdeauna înaintea cercetării fundamentale. Spre exemplu, renumiții oameni de știință din trecut - Galileo, Newton, Leibniz, Freud, Marx și mulți alții - erau preocupați să rezolve o serie de probleme de ordin pur practic. Pe cât însă suntem de îndreptățiți să afirmăm că cercetarea aplicativă este precedată de cea fundamentală? Probabil, afirmația despre prioritatea cercetărilor aplicative față de cele fundamentale este valabilă doar la o anumită etapă istorică. Astfel, secolul XX s-a manifestat preponderent prin primatul cercetărilor pur teoretice: teoria relativității a lui Einstein era prea departe de practică, cosmologia, fizica găurilor negre, teoria fizică a super-corzilor păreau absolut inutile. Acum omenirea încearcă să găsească posibilități de aplicare a realizărilor științifice fundamentale ale secolului XX, care în mare măsură încă nu sunt solicitate.

În secolul XXI, se pare, au început să prevaleze tendințele de dezvoltare a științei pornind de la preocupările și problemele practice spre generalizări fundamentale. Așadar, fenomenul de inversare a paradigmei are, în principiu, un caracter dinamic și se manifestă îndeosebi la etapa schimbării vectorului dezvoltării științifico-tehnologice. Schimbarea de direcție în cercetarea fundamentală și cea aplicativă este un fenomen simptomatic și semnificativ în dezvoltarea științei. Unii cercetători, inclusiv autorul, resping în general divizarea științei în cercetarea aplicativă și cea fundamentală. Se crede că astăzi știința fundamentală (academică) nu există ca atare, aceasta fiind doar o fantomă semiotică. Cu toate acestea, o astfel de rocadă ridică și o serie de probleme. Ne permitem să afirmăm că pentru noi fundamentală poate fi numai știința aplicativă de o calitate foarte bună – anume ea poate stimula cercetările teoretice pentru rezolvarea unor probleme din domeniile concrete foarte necesare acum societății noastre.

Gândirea teoretică pierde treptat terenul și devine din ce în ce mai puțin interesantă

pentru public. Un real succes realizează numai acele grupuri de cercetători care au o platformă aplicativă largă. Spre exemplu, dintre multitudinea de catedre cu renume în trecut de la Facultatea de Matematică și Mecanică a Universității de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova, actualmente numai Catedra de Teorie Matematică a Sistemelor Inteligente are comenzi comerciale avantajoase. Direcțiile de cercetare legate de tehnologiile informaționale moderne conferă acestei catedre mai multă atractivitate, inclusiv pentru studenți. În același timp, fosta elită intelectuală preocupată de cercetări și teorii abstracte a devenit nesolicitată [2]. Această situație este legată nu atât de performanțele unor matematicieni concreți, cât de cerințele timpului care au determinat regruparea forțelor, în mare parte fără a se ține cont de potențialul creativ al oamenilor.

Concomitent cu dispariția treptată și devalorizarea unor direcții teoretice de cercetare are loc procesul invers, când chiar cea mai „pură” teorie reușește să-și găsească o bună utilizare. Unul dintre cei mai cunoscuți și influenți „futuraști” din lume, desigur, este Toffler [3]. Nefiind un economist de profesie, el se preocupă, în cea mai mare parte a vieții sale, de economie, politicile publice și strategia dezvoltării afacerilor. Ignorarea teoriei economice nu l-a împiedicat pe Toffler să facă previziuni eficiente la nivel global. E puțin probabil ca prognozele lui futurologice să fi fost atât de populare, dacă el nu ar fi găsit o modalitate de punere a acestora în aplicare. Evident, dacă el ar fi fost un savant de cabinet, ideile sale nu ar fi ajuns la masele largi.

Una din consecințele primatului problemelor aplicative față de cercetarea fundamentală abstractă este o nouă tendință – dispariția corpului profesoral academic clasic. Cunoștințele generale pe care le pot împărtăși studenților mulți profesori universitari de la catedre sunt aproape lipsite de valoare pentru că cursurile teoretice fundamentale pe care ei le țin, de regulă, sunt expuse în manuale. În asemenea circumstanțe, multe universități din lume încearcă să atragă studenții cu profesorii invitați, iar profesorii de la catedre având competitivitatea redusă devin de prisos. Cu alte cuvinte, prioritate în activitatea de predare îl au cadrele didactice implicate în proiecte de cercetare. Numai astfel de implicare garantează studenților obținerea experienței și competențelor necesare.

Orientarea aplicativă a activității științifice de astăzi se manifestă în revizuirea atitudinii societății față de diferitele categorii de personal științific. În acest sens, putem distinge trei cohorte, care s-au succedat istoric una pe alta: savant, cercetător, expert. Așadar, dacă la etapele precedente de dezvoltare rolul-cheie în viața intelectuală a societății îl juca așa numitul savant din domeniul științei fundamentale, apoi în ultimele două-trei decenii acest rol a trecut la cercetători, care generează noi cunoștințe în orice domeniu, fie în sfera fundamentală, fie în cea aplicativă. În ultima vreme, aceste două categorii sunt în mod activ înlocuite de experții în domenii concrete care pot chiar și să nu genereze noi cunoștințe [2]. Cu toate acestea, experții se bucură de onoruri, deoarece formulează sfaturi practice și verdicte cu privire la probleme controversate. De fapt, experții prin competențele lor pot fi cercetători, în timp ce nu fiecare cercetător poate acționa ca un expert. Schimbările menționate au dus la aceea că însăși noțiunea de "savant" și-a pierdut farmecul și capătă mai degrabă o nuanță peiorativă.

**Reforma învățământului.** În prezent, din ce în ce mai activ se impun pe piața serviciilor educaționale universitățile corporative. Multe companii mari renunță la serviciile universităților tradiționale, ale sistemului de învățământ tradițional și își creează propriile universități, în care pregătirea cadrelor este realizată de către experți din propria companie. Aceste universități beneficiază, de obicei, de o finanțare generoasă și în multe cazuri întrec universitățile tradiționale în ceea ce privește calitatea predării. Conexiunea strânsă între procesul de formare profesională și activitățile concrete ale companiilor rezolvă parțial și o altă problemă – reducerea duratei de studii. Astăzi, când cunoștințele se învechesc rapid, ciclul de studii de 5-6 ani este doar o risipă de timp. Reducerea la maximum a duratei de studii generale și “profesionalizarea” rapidă a studenților în probleme concrete devine o



tendință generală. Astfel, aspectele aplicative încep să domine și educația fundamentală tradițională [4].

În R. Moldova, ca și în majoritatea țărilor din Comunitatea Statelor Independente, în ultimii 20 ani au avut loc schimbări radicale în toate domeniile activității umane, inclusiv în sfera învățământului și în cercetare-dezvoltare. În ultimul timp tot mai mult se conștientizează faptul că sistemul de învățământ trebuie să sufere o transformare radicală în ceea ce privește „ce anume se predă și cum se predă”. În opinia noastră, la bază ar trebui puse două principii, strâns legate între ele: (1) în paralel cu predarea unor cursuri teoretice, este necesar de a atrage studenții direct în activitatea de cercetare. Prin asemenea abordare se realizează scopul de obținere a cunoștințelor testate imediat în practică; (2) ar trebui învățate nu teorii abstracte, ci tehnologii în care sunt deja "împletite" toate principiile și teoriile necesare. Asemenea abordare ar contribui la o temeinică pregătire profesională a tinerilor pentru a face față provocărilor cu care se confruntă societatea noastră la începutul secolului XXI.

### REFERINȚE:

1. Балацкий Е., Раптовский А. Инновационные и инвестиционные факторы эффективности производства. Общество и экономика, № 1, 2007, p. 3-27.
2. Балацкий Евгений. Прикладная фундаментальность. Теоретические пузыри на рынке научных исследований. Независимая газета, 22.10.2008.
3. Тоффлер Э. Шок будущего: Пер. с англ. ООО «Аст Издательство», Москва, 2002. 557 с.
4. Фиговский О.Л. Наукой и промышленностью не должны командовать генералы. Информационный центр поддержки предпринимательства об инновационных моделях развития бизнеса. 19.05.2010. <http://74rif.ru/lzr-nano.html>

*Primit la redacție: 3 octombrie 2010*

W	W	D	V	C	R	U	K	R	S	T	X	C
J	L	I	O	S	I	X	B	C	E	E	C	J
O	I	N	R	U	V	P	O	W	C	R	I	P
L	G	A	M	N	A	S	D	Q	U	M	N	M
O	A	M	P	E	R	L	C	M	N	O	E	C
M	F	I	E	T	T	M	E	L	D	D	M	S
I	P	C	Y	N	M	I	O	D	A	I	A	S
E	S	A	X	A	R	E	W	T	N	N	T	G
L	B	U	R	T	E	M	X	P	A	A	I	M
K	D	G	K	I	L	O	G	R	A	M	C	S
S	T	A	T	I	C	A	H	C	V	I	A	T
Q	W	U	E	E	J	G	W	F	Q	C	B	Y
J	P	Y	J	C	B	C	F	V	F	A	Y	N

Identificați termenii de mai jos în tabel.

kilogram  
 amper  
 mol  
 secunda  
 metru  
 candela  
 sunet  
 cinematica  
 dinamica  
 statica  
 termodinamica  
 atom

E	R	D	P	J	T	P	P	S	Y	D	K	I
U	T	Y	T	B	E	I	H	E	F	N	G	C
R	E	W	A	T	T	G	M	C	I	R	V	M
T	M	E	A	S	A	M	F	U	E	V	S	R
E	P	T	Y	R	T	L	U	N	G	I	M	E
M	E	A	Y	A	I	B	E	D	P	O	U	E
D	R	T	P	N	S	M	V	A	X	R	R	O
U	A	I	G	I	N	O	T	I	C	E	S	M
R	T	T	P	C	E	L	H	U	T	T	O	S
A	U	N	M	R	T	U	L	U	A	E	W	A
T	R	A	I	A	N	O	P	R	I	C	Z	G
A	A	C	T	S	I	C	E	N	Q	U	B	A
N	Q	Y	L	L	Q	F	X	B	B	X	F	O

Identificați, cel puțin, 10 noțiuni utilizate în fizică