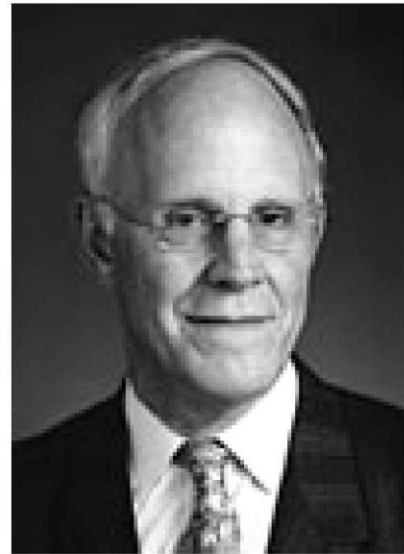


PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ - 2004**“Pentru descoperirea libertății asimptotice în teoria interacțiunii tari”****David J. Gross**

n. 1941

Institutul Kavli de Fizică Teoretică,
Universitatea din California,
Santa Barbara, SUA**H. David Politzer**

n. 1949

Institutul de Tehnologie din California,
Pasadena, SUA**Frank Wilczek**

n. 1951

Institutul de Tehnologie din Massachusetts (MIT),
Cambridge, SUA

OLIMPIADA INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ, EDIȚIA A 35-A (Pohang, Korea de Sud, 15-23 iulie 2004).

PAVEL CATANĂ ÎN DIALOG CU IGOR EVTODIEV

Echipa națională a Republicii Moldova care a participat la a 35-a Olimpiadă Internațională de Fizică de la POHANG, Korea de Sud (15-23 iulie 2004), a obținut, pentru prima dată în ultimii zece ani, o medalie de argint, două medalii de bronz și două mențiuni. Este un succes remarcabil care se datorește în mare măsură și efortului extraordinar deus de conducătorul echipei, conf. univ. dr. Igor Evtodiev, care în condiții deloc ușoare a reușit practic de unul singur să asigure pregătirea lotului național pentru olimpiadă.

Dl conf. univ. dr. Pavel Catană, membru al Colegiului de redacție al Revistei, într-un dialog cu dl Igor Evtodiev, meditează asupra unui șir întreg de probleme și curențe existente în practica de pregătire a lotului olimpic național și vine cu mai multe sugestii care fiind materializate de către structurile de resort ar contribui substanțial la elaborarea unei strategii de stat privind elevii dotați.



Echipa națională a Moldovei la Olimpiada Internațională de Fizică, ediția a XXXV-a, 15-23 iulie 2004, Pohang, Korea de Sud:

de la stînga la dreapta: reprezentanta Comitetului de organizare Suemin Jeon (Korea de Sud); Alexandru Galamaga (cl. XII, Liceul moldo-turc, Chișinău) – mențiune; Dmitii Cojuhari (cl. XII, Liceul moldo-turc, Chișinău) – medalie de bronz; Roman Parpalac (cl. XII, Liceul teoretic “D. Cantemir”, Chișinău) – medalie de argint; Eugen Sorbalo (cl. XII, Liceul moldo-turc, Chișinău) – medalie de bronz; Eugeniu Plamadeala (cl. X, Liceul moldo-turc, Chișinău) – mențiune; Igor Evtodiev, conducătorul echipei, USM.

Pavel Catană: - Domnule Igor Evtodiev, se știe că în luna iulie a anului curent ați condus echipa de elevi din R. Moldova la Olimpiada Internațională de Fizică, care a avut loc în Korea de Sud. Eu vă cunosc bine de pe când erați un student de frunte al Facultății de Fizică a Universității de Stat din Moldova, demonstrând prin munca de zi cu zi că erați pasionat de fizică și doreați să obțineți performanțe în acest domeniu al științei.

Aș dori să vă pun câteva întrebări în legătură cu Olimpiada Internațională de Fizică – 2004, pentru ca și cititorii revistei să cunoască mai multe despre această competiție mondială de prestigiu, dar și despre participarea echipei R. Moldova la ea. Așadar, prima întrebare:

- În ce mod au fost selectați elevii incluși în lotul olimpic al R. Moldova și cine au fost membrii acestuia ? Cum au fost prezentate localitățile rurale în lotul olimpic ?

Igor Evtodiev: - Elevii incluși în lotul olimpic național au fost selectați pe baza rezultatelor obținute la Olimpiada republicană de fizică, ediția a XL-a (locurile I, II și III). Unii din acești elevi au obținut distincții speciale și la concursuri organizate peste hotarele Moldovei (în România, Rusia, Ungaria) și rezultatele obținute la aceste concursuri au fost, de

asemenea, luate în considerare.

Consider că, în general, reușita unei echipe olimpice se datorează unei strategii eficiente de selectare și pregătire a lotului olimpic, care trebuie să prevadă participarea membrilor lotului la olimpiada republicană de fizică, câteva etape de preselecție, o pregătire specială efectuată în laboratoarele Facultății de fizică a USM. Desigur, este incontestabil faptul că mult contează nivelul de cunoștințe al elevilor obținut în liceele în care și-au făcut studiile. Din păcate, majoritatea absolută a celor 16 membri ai lotului olimpic au constituit-o elevii liceelor din Chișinău.

În vederea formării lotului olimpic, am testat nivelul de pregătire al candidaților prin intermediul unor probe teoretice și experimentale pentru care am alcătuit personal subiectele.

Pavel Catană: - Informația dvs privind componența lotului olimpic îi va obliga să mediteze asupra nivelului de pregătire la fizică al elevilor din afara capitalei. Liceele din afara Chișinăului practic nu sunt prezentate în lot. Este extrem de redus și numărul de licee din Chișinău care se pot lăuda că au elevi - membri ai lotului olimpic. Această situație îngrijorătoare ne vorbește despre necesitatea stringentă de perfecționare și intensificare a activităților de îndrumare și pregătire a elevilor care sunt pasionați de fizică și manifestă un interes deosebit pentru această disciplină. Întrucât figura-cheie în această problemă este profesorul de fizică, rezultate apreciabile ar putea apărea atunci când efortul acestuia va fi pus în valoare și sprijinit financiar în mod adecvat.

În legătură cu modalitatea de formare a lotului olimpic aș vrea să remarc următoarele. Mai întâi, am ferma convingere că selectarea elevilor în lotul olimpic trebuie făcută cu mult mai simplu, și anume pe baza clasamentului Olimpiadei de fizică, etapa națională, dar și a rezultatelor obținute de unii elevi la alte olimpiade de același nivel (de exemplu, la olimpiadele din România). Primul baraj de care vorbiți, organizat imediat după etapa națională, de fapt, nu rezolvă nici o problemă. În realitate, la selectarea elevilor ne aflăm în fața faptului împlinit: lotul olimpic totuna se formează, oricare ar fi nivelul de pregătire al elevilor participanți la etapa națională. Dacă pentru participanții la această etapă a Olimpiadei există elevi fruntași cu aptitudini de performanță științifică, aceștia, evident, vor ocupa locurile de frunte în clasamentul Olimpiadei de fizică, etapa națională. Tot ei vor obține cele mai bune rezultate și în cazul în care va avea loc primul baraj. Prin urmare, cu baraj sau fără baraj, rezultatul va fi același – anume acești elevi vor fi selectați în lotul olimpic. Dacă se întâmplă că participanții la Olimpiada de fizică, etapa națională, în majoritatea cazurilor sunt slab pregătiți, astfel încât cunoștințele lor la fizică și matematică sunt cu mult sub nivelul cerințelor Programei Olimpiadei Internaționale de Fizică, atunci selectarea elevilor în lot se va face în mod formal, indiferent de modalitatea aleasă: ori pe baza clasamentului Olimpiadei de fizică, etapa națională, ori pe baza barajului. În ambele cazuri vom avea un lot aproximativ la fel de slab și, prin urmare, într-un timp scurt ar fi imposibil de format o echipă națională competitivă pentru a participa cu succes la Olimpiada Internațională de Fizică. Deci, la etapa inițială, imediat după Olimpiada de fizică, etapa națională, la selectarea elevilor în lotul olimpic barajul este inutil, selecționarea e rațională să se facă pe baza clasamentului Olimpiadei de fizică, etapa națională. Pentru succes sunt hotărâtoare etapa premergătoare olimpiadei naționale de fizică, când elevii se pregătesc sub îndrumarea profesorilor de fizică. După olimpiada de fizică, etapa națională, trebuie să aibă loc doar perfecționarea pregătirii elevilor deja selecționați pentru a fi incluși în lotul olimpic.

Modalitatea de formare a lotului olimpic propusă mai sus, cred, va îndemna la competiție profesorii de fizică antrenați în activitățile de pregătire a elevilor care doresc să participe la olimpiadele de fizică. Formarea lotului pe această cale ar contribui la sporirea responsabilității membrilor juriului olimpiadei naționale de fizică, dar și a grupului de profesori însărcinat cu elaborarea problemelor de concurs (acestea trebuie să fie originale și

cu un gradul de dificultate care să nu se deosebească radical de cel al problemelor propuse la Olimpiada Internațională de Fizică).

A doua remarcă. Cred că în anul desfășurării Olimpiadei Internaționale de Fizică, în lotul olimpic trebuie selecționați, în primul rând, elevi din clasa a XI-a de liceu, în al doilea rând, din clasa a X-a și doar ca excepție doi elevi din clasa XII-a (dacă ei participă prima dată la Olimpiada Internațională de Fizică), deoarece acestora le rămâne foarte puțin timp pentru perfecționarea pregătirii, ei fiind ocupați cu pregătirea de examenele de BAC. Asemenea structură a lotului presupune o modificare a strategiei de pregătire a elevilor și de formare a echipei naționale care urmează să participe la Olimpiada Internațională de Fizică.

- Se știe că Universitatea de Stat din Moldova a avut misiunea de a asigura pregătirea elevilor selecționați în lotul olimpic. Ce prevedea planul de realizare a acestei sarcini cu referire la organizarea și desfășurarea activităților de către membrii corpului didactic care au dorit să se implice în acest proces anevoios? Care au fost atribuțiile ce v-au revenit? Era știut de la început cine va fi îndrumătorul științific al lotului selecționat și conducătorul echipei naționale la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004? A fost emisă vreo dispoziție cu privire la remunerarea profesorilor pentru lucrul suplimentar cu elevii ?

Igor Evtodiev: - Important este ca lotul olimpic să aibă o pregătire corespunzătoare cerințelor Olimpiadei Internaționale atât la nivel teoretic, cât și experimental, căci la olimpiadă ei sunt în rol de cercetători, propunându-li-se chiar subiecte din cursurile universitare speciale. Pregătirea lotului olimpic s-a realizat conform unui plan întocmit de mine care avea preponderent o orientare spre fizica experimentală, întrucât tocmai proba experimentală a constituit punctul vulnerabil al echipei noastre pe parcursul mai multor ani.

Pregătirea specială în laboratoarele USM a fost realizată fără vreo remunerare, în colaborare cu patru laboranți superiori (Silvia Postolachi, Valentina Secrieru, Oxana Udalova și Ludmila Demian). În mod oficial, am fost numit conducător al echipei naționale la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004 abia la începutul lunii iunie.

Pavel Catană: - În situația creată dvs ați hotărât din proprie inițiativă, dar și ținând seama de rugămintele elevilor, să vă ocupați singur de perfecționarea pregătirii elevilor selecționați, în speranța că se va reuși formarea unei echipe naționale care să poată participa cu succes la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004.

- Vă rog să vă referiți la activitățile pe care le-ați desfășurat în intervalul scurt de timp dintre Olimpiada națională și Olimpiada Internațională de Fizică – 2004. Cât timp a durat pregătirea echipei? Cum ați selecționat pe cei 5 elevi care au format echipa națională? Se știa cine va suporta cheltuielile de transport internațional tur-retur? Ați dori să conduceți echipa de elevi a R. Moldova și la Olimpiada Internațională de Fizică – 2005?

Igor Evtodiev: -Pentru a putea spera la obținerea unor rezultate de performanță am desfășurat o activitate extrem de intensă în intervalul scurt de timp pe care l-am avut la dispoziție. Mă refer la cele 6-8 ore de studiu zilnic, timp de trei săptămâni, chiar și în zilele de odihnă. Am realizat două preselecții, în comun cu Ministerul Educației, în cadrul cărora au fost selectați 6 elevi (5 elevi titulari + un elev de rezervă) care au constituit echipa națională. Cheltuielile de transport internațional tur-retur au fost suportate parțial de către Ministerul Educației (3 bilete - 3180\$ + taxa de participare de 3500\$) și de către părinți și sponsori (2 bilete – 2120 \$).

Aș dori să conduc echipa națională și la alte ediții ale Olimpiadei Internaționale de fizică, urmărind un singur scop : realizarea unor performanțe și mai mari.

Pavel Catană: - Am rămas impresionat de volumul colosal de lucru pe care l-ați realizat, deși se știa că nimeni nu va fi remunerat, dar și dezamăgit de faptul că în aceste activități n-au participat și alte cadre didactice, cu excepția laboranților. Așa stând lucrurile, nu se poate spune că factorii de răspundere de la diferite niveluri au acordat atenția cuvenită acestui proces didactic special. Chiar dacă în această activitate s-ar implica doar 50 de doctori în fizică din cei circa 300 care activează în instituțiile de învățământ superior din Moldova, fiecărui membru al echipei naționale alcătuite din 5 elevi i-ar reveni 10 doctori. În același timp pregătirea elevilor se lasă pe seama unui singur profesor. Comentariile sunt de prisos.

În legătură cu aceasta este bine să știm cum se procedează în alte țări. De exemplu, în Rusia care participă în mod constant cu o echipă performantă, pregătirea echipei naționale se desfășoară la Institutul Fizico-Tehnic din Moscova cu participarea cadrelor didactice ale Catedrei de Fizică generală, precum și a studenților care în anii precedenți au obținut diferite distincții la Olimpiada Internațională de Fizică.

În ceea ce privește formarea echipei Moldovei pentru Olimpiada Internațională de Fizică aș vrea să menționez următoarele. Am convingerea că metodologia de pregătire a lotului olimpic, precum și modul de formare a echipei naționale necesită modificări. Intervalul de timp dintre Olimpiada republicană și Olimpiada Internațională este destul de scurt pentru a putea obține rezultatele dorite în perfecționarea pregătirii elevilor la nivelul cerințelor Olimpiadei Internaționale.

Cu aceleași probleme s-a confruntat și Comitetul Olimpic al Rusiei, care încă în 1996 a hotărât să introducă o altă metodologie de formare a echipei naționale. În ce constă aceasta? Preselecția elevilor pentru lotul olimpic național se face pe baza clasamentului Olimpiadei naționale de fizică din luna aprilie a anului în care are loc Olimpiada internațională. Vara, acești elevi urmează pregătirea experimentală în laboratoarele Institutului Fizico-Tehnic din Moscova timp de vre-o 2 săptămâni. Iarna, se desfășoară cea de a doua etapă de pregătire când elevii sunt trecuți prin a doua sită. După a doua selecție, urmează participarea acestor elevi (a doua oară consecutiv) la Olimpiada națională de fizică din aprilie. Apoi urmează ultima etapă de pregătire tot în Institutul Fizico-Tehnic. Elevii elaborează de sinestătător o serie de lucrări atât teoretice, cât și experimentale, un număr mare de lucrări relativ mici, dar care trebuie efectuate într-un interval limitat, bine determinat de timp. Numai după aceasta se formează echipa națională ținând seama de rezultatele obținute de fiecare elev. Consider că această metodologie se potrivește de minune și pentru noi și ar putea fi aplicată chiar din 2005.

- Unde a avut loc Olimpiada Internațională de Fizică – 2004? Câți elevi au participat la Olimpiadă și din câte țări? Au existat țări cu echipe incomplete? Cum au fost întâlniți și cazați participanții la Olimpiadă?

Igor Evtodiev: - Olimpiada Internațională de Fizică - 2004 a avut loc în orașul Pohang, Coreea de Sud. La ea au participat 332 elevi din 71 de țări, în majoritate băieți, numărul fetelor fiind mai mic de 15. Limita de vârstă pentru participanți este de 21 de ani, cu condiția că sunt elevi, nu studenți în învățământul superior. Multe echipe erau incomplete. Participanții la Olimpiadă au fost întâlniți și cazați cu cea mai aleasă ospitalitate de către membrii Comitetului de organizare din țara - gazdă.

Pavel Catană: - Potrivit unor informații, Franța, după o întrerupere de 25 de ani, revine la Olimpiada Internațională de Fizică, iar Japonia și-a trimis un observator la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004, ceea ce ar însemna că la Olimpiada – 2005 ea va participa cu o echipă.

- Vă rog să comentați pe scurt probele de concurs propuse elevilor la OIF – 2004. Ce

părerii s-au expus la Olimpiadă în legătură cu gradul de dificultate al acestora în comparație cu anul 2003, când s-a considerat că au fost date cele mai complicate probleme din întreaga istorie a OIF? Care a trebui să fie nivelul de pregătire la fizică și matematică al unui elev pentru a avea speranța că în cazul că va participa la OIF se va alege cu vreo distincție? În această ordine de idei, care este mesajul pe care dvs ați dori să-l adresați elevilor ce doresc să obțină performanțe în fizică, dar și profesorilor de fizică implicați în activități de îndrumare și pregătire a unor asemenea elevi? S-au discutat problemele de concurs cu participarea conducătorilor echipelor naționale? E posibil să se scurgă vreo informație cu privire la enunțurile problemelor propuse și să ajungă la elevi înainte de a avea loc concursul? Se traduc enunțurile problemelor în limbile oficiale ale țărilor participante?

Igor Evtodiev: Țin să remarc faptul că probele de concurs au avut un grad relativ înalt de complexitate, fiind propuse chiar subiecte din cursuri universitare speciale. Spre exemplu, proba experimentală - 2004 a fost expusă pe 12 pagini și aceasta a fost inițial discutată cu conducătorii echipelor naționale. Evident, este absolut imposibil ca vreo informație cu privire la enunțurile problemelor propuse să ajungă la elevi înainte de desfășurarea concursului. Orice tentativă de a furniza informații în acest sens s-ar fi soldat cu descalificarea imediată a întregii echipe naționale. Am depus un efort mare pentru a traduce subiectele de concurs din limba engleză în limba română și rusă, acest lucru fiind realizat noaptea, între orele 00⁰⁰ și 06⁰⁰, înainte de începerea concursului propriu-zis. Elevilor care doresc să obțină performanțe în fizică le-aș sugera să-și dezvolte capacitatea de a rezolva probleme prin metode atât raționale, cât și intuitive, muncind sistematic în fiecare zi și afirmându-se astfel și ca cercetători.

Pavel Catană: Să informăm cititorul că participanților la Olimpiadă li s-au propus 3 probleme teoretice, fiecare din ele fiind apreciată cu 10 puncte, și o problemă experimentală apreciată cu 20 de puncte. Așadar, fiecare participant putea acumula numărul maxim de 50 de puncte.

Spuneați că problemele au fost relativ complicate. Specialiștii subliniază însă că atât problemele teoretice, cât și cea experimentală s-au dovedit a fi foarte complicate pentru majoritatea participanților. Această opinie este confirmată de numărul mediu de puncte acumulat de participanți pentru rezolvarea fiecăreia din cele trei probe teoretice: proba 1 – 5,0 puncte; proba 2 – 4,9 puncte; proba 3 – 3,3 puncte, iar pentru rezolvarea problemei experimentale – 9,1 puncte. Aici nu vom intra în detaliile problemelor de concurs, deoarece ele sunt publicate în numărul de față al revistei.

- Care este atmosfera într-o zi de concurs? Ce poate folosi un elev care participă la concurs? Poate elevul prezenta rezolvarea problemelor în limba sa maternă? Care este atitudinea față de copiat? Au fost cazuri în care elevului să i se fi anulat lucrarea? Câte ore s-au alocat pentru rezolvarea problemelor propuse la Olimpiada – 2004? Cum sunt repartizați elevii în sala de concurs – pe țări participante sau în alt mod?

Igor Evtodiev: Atât pentru rezolvarea probelor teoretice, cât și a celor experimentale se acordă un timp de 5 ore. Elevii sunt repartizați câte unul în cabine deschise separate, dotate cu aparate video. În asemenea condiții posibilitatea de a copia este exclusă în totalitate. S-au înregistrat totuși cazuri când 2-3 elevi din aceeași echipă au avut aproximativ același număr de puncte, însă aceasta nu are nici o legătură cu copiatul. Rezolvările pot fi date în limba țării de origine a participantului. Elevul care participă la concurs poate folosi doar accesoriile puse la dispoziție de Comitetul de organizare (stilou, creion, riglă, calculator, aparatură experimentală). Nu cunosc vreun caz ca elevului să i se anuleze lucrarea.

Pavel Catană: - *Vă rog să vă referiți la corectarea lucrărilor de concurs și la examinarea contestațiilor înaintate de conducătorii echipelor. În ce mod participă ei la corectarea lucrărilor ? Ați înaintat vreo contestație ?*

Igor Evtodiev: În ziua concursului, la ora 22, conducătorilor de echipe li se prezintă copiile lucrărilor în vederea evaluării acestora. Rezultatele evaluării exprimate în punctaj nominal, după un barem prestabilit, se prezintă în decurs de 12 ore la comisia superioară unde sunt confruntate cu evaluarea dată de comisie. La sfârșitul concursului, conducătorilor de echipe li se oferă posibilitatea de a contesta, la dorință, rezultatele evaluării lucrărilor de concurs. Cât mă privește, am înaintat contestații pentru doi participanți (Sorbală E. și Cojuhari D.), în urma cărora am obținut avansarea acestora în clasament de la mențiune specială la medalia de bronz.

Pavel Catană: - *Vă rog să informați, pe scurt, cititorii revistei despre rezultatele generale ale Olimpiadei și, în special, despre performanțele elevilor noștri. Cum am convenit, rezultatele ar putea fi date sub formă de două tabele: 1 – rezultatele comparative obținute de echipele complete (din 5 elevi) ale primelor 25 de țări, ale căror elevi (toți 5 !) s-au întors acasă cu medalii sau mențiuni; 2 – rezultatele obținute de echipa R. Moldova. Întrucât în anul acesta Moldova participă a zecea oară la Olimpiada Internațională, ar fi bine ca în tabel să fie date, pentru comparație, și rezultatele pe care le-au obținut elevii noștri în anii anteriori (1995-2003).*

Igor Evtodiev: - La Olimpiada Internațională de Fizică – 2004 au fost distinși cu medalii și mențiuni 215 (din cei 332) de participanți. Medalii de aur au câștigat 31 de elevi, de argint – 35, de bronz – 68, iar 81 de elevi au primit mențiuni de onoare. Rezultatele obținute de primele 25 de țări sunt date în tabelul 1, iar prestața R. Moldova se vede din tabelul 2.

Tabelul 1. Numărul de medalii și mențiuni obținute de primele 25 de țări din clasament la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004.

Nr crt	Țara	Medalii			Mențiuni	Punctaj total
		Aur	Argint	Bronz		
1.	China	5	-	-	-	222,1
2.	Iran	3	1	1	-	196,7
3.	Koreea de Sud	4	-	1	-	193,9
4.	Belarusi	2	2	1	-	184,6
5.	Ucraina	2	1	2	-	182,3
6.	SUA	2	2	1	-	181,0
7.	Ungaria	2	2	-	1	177,0
8.	Rusia	-	4	1	-	176,2
9.	Taiwan	1	3	1	-	174,5
10	India	1	3	1	-	172,0
11	Tailanda	1	1	3	-	171,4
12	România	1	2	2	-	170,7
13	Vietnam	-	3	2	-	169,9
14	Indonezia	1	1	2	1	158,9
15	Australia	2	-	2	1	156,0
16	Israel	-	2	2	1	152,7
17	Germania	1	-	3	1	148,7

14 Probleme, concursuri, olimpiade

18	Singapore	-	2	1	2	142,5
19	Turcia	-	-	4	1	135,8
20	Cehia	1	-	1	3	128,9
21	Moldova	-	1	2	2	127,9
22	Armenia	-	-	4	1	127,5
23	Polonia	-	-	3	2	125,7
24	Estonia	-	-	2	3	122,6
25	Kazahstan	-	-	3	2	121,0

Tabelul 2. Numărul de medalii și mențiuni obținute de echipa națională a R. Moldova la Olimpiadele internaționale de fizică (1995-2004)

Anul, țara gazdă	Numărul de membri ai echipei	Medalii			Mențiuni
		Aur	Argint	Bronz	
1995 Australia	5	-	-	-	1
1996 Norvegia	5	-	-	-	2
1997 Canada	5	-	-	1	1
1998 Islanda	3	-	-	-	2
1999 Italia	1	-	-	1	-
2000 Marea Britanie	3	-	-	-	1
2001 Turcia	5	-	-	-	1
2002 Indonezia	3	-	1	-	-
2003 Taiwan	3	-	-	-	2
2004 Korea de Sud	5	-	1	2	2

La olimpiadele internaționale din 1995-2004 s-au distins următorii elevi din Moldova:

1995: V. Vihrov, mențiune, locul 149 din 151

1996: A. Marcoci, mențiune, locul 114 din 155

A. Andreev, mențiune, locul 143 din 155

1997: V. Bordeianu, medalie de bronz, locul 96 din 160

A. Miron, mențiune, locul 154 din 160

1998: A. Siloci, mențiune, locul 70 din 124

V. Bordeianu, mențiune, locul 93 din 124

1999: V. Timciuc, medalie de bronz, locul 131 din 212

2000: E. Gaburov, mențiune, locul 83 din 130

2001: G. Chistol, mențiune, locul 141 din 162

2002: G. Chistol, medalie de argint, locul 61 din 205

2003: V. Șevcenco, mențiune, locul 132 din 153

Galamaga, mențiune, locul 149 din 153

2004: R. Parpalac, medalie de argint, locul 51 din 215

D. Cojuhari, medalie de bronz, locul 128 din 215

E. Sorbală, medalie de bronz, locul 130 din 215

E. Plămădeală, mențiune, locul 148 din 215

A. Galamaga, mențiune, locul 171 din 215

Pavel Catană: - Aș vrea să fac câteva comentarii privind rezultatele Olimpiadei. Din tabelul 1 se vede că primele 12 țări s-au prezentat la Olimpiadă cu echipe complete, pregătite

la așa nivel încât toți membrii echipei au fost distinși cu medalii, iar echipa Chinei a luat 5 medalii de aur, adică maximum la ce ar putea pretinde o echipă națională. Este de menționat faptul că aceasta nu e pentru prima dată când China obține rezultate excepționale: aceleași performanțe au fost demonstrate în 1995, 1996, 1998 și 2000 (în 2003 China nu a participat la Olimpiadă din cauza panicii provocate de pneumonia atipică).

Judecând după punctajul total din tabelul 1, observăm că concurența dintre echipele unor țări a fost destul de încordată, China însă fiind practic în afara oricărei concurențe. Celelalte 13 țări, de asemenea au participat la Olimpiadă cu echipele complete și toți membrii echipei au dobândit medalii sau mențiuni de onoare. Printre aceste țări este, pentru prima dată în 10 ani, și R. Moldova.

Este de menționat că rezultatele obținute de majoritatea echipelor din primele 12 țări, dar și de câteva din grupul celorlalte 13 țări (Indonezia, Germania, Singapore, Australia, Turcia, Cehia și Ungaria) nu sunt deloc întâmplătoare. În ultimii 10 ani, aceste țări arată în mod constant rezultate remarcabile. Se observă că printre țările cu rezultate foarte bune este mare numărul de țări din regiunea asiatică și acest fapt nu e de mirare. Dintr-un material semnat de conducătorii echipei Rusiei aflăm că în aceste țări sunt elaborate programe speciale de stat de lucru cu copiii dotați, iar participarea cu succes a echipei naționale la Olimpiada Internațională de Fizică se consideră o chestiune de prestigiu de stat. Pentru pregătirea lotului olimpic sunt create toate condițiile (tehnice, financiare etc.), iar perioada de pregătire pentru Olimpiadă este mult mai mare – de la o jumătate de an până la un an, perioadă în care elevii sunt eliberați de examene și lecții. În multe țări (China, SUA, Iran, Coreea de Sud, Taiwan, România, India) sunt create laboratoare specializate, înzestrate cu aparate moderne în care are loc pregătirea elevilor pentru Olimpiada Internațională de Fizică.

Cât privește R. Moldova, în cei 10 ani de când echipa noastră participă la Olimpiada Internațională de Fizică, cele mai bune rezultate au fost obținute la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004: o medalie de argint, 2 medalii de bronz și 2 mențiuni de onoare (v. tabelul 2). În 2004, echipa Moldovei a dobândit tot atâtea medalii de argint și bronz, câte au adus toate echipele Moldovei în cei 9 ani de participare de până la 2004. Deci, s-ar părea pentru moment că avem un prilej de satisfacție. Totuși, acest succes nu trebuie supraapreciat, cel puțin din motivul că este atins pentru prima dată și deci mai rămâne de demonstrat în anii următori că nu a fost unul întâmplător. Aceasta pentru că e suficient ca doar un singur elev din cei 5 să nu se aleagă cu nici o distincție și atunci țara e trecută în altă categorie. Astfel, la Olimpiada Internațională – 2004, din asemenea categorie (sau grup) au făcut parte alte 36 de țări care urmează după cele 25 date în tabelul 1. Au existat și 10 țări, ai căror elevi nu au luat nici o distincție, deși evident țările respective s-au prezentat cu cei mai pregătiți elevi.

Am dori foarte mult ca la olimpiadele viitoare Moldova să arate rezultate și mai bune, deși ne dăm bine seama că acestea sunt determinate de o serie întreagă de factori: dacă în perioada respectivă există în clasele X-XI de liceu elevi cu aptitudini de cercetător; dacă există profesori care desfășoară activități de îndrumare și pregătire a elevilor pasionați de fizică; și, esențial, dacă îndrumătorul științific al lotului olimpic național are pregătirea profesională corespunzătoare.

Pavel Catană: - *Ce ne puteți spune despre programul cultural propus participanților la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004 ? Ați vizitat vreo universitate locală sau vreun institut de cercetare în domeniul fizicii ? Ce impresii v-au produs ? Cum au fost atrași elevii în programe culturale ?*

Igor Evtodiev: - Am fost fascinați de programul cultural bogat oferit de țara-gazdă, în cadrul căruia, pe lângă oportunitățile de recreare și relaxare activă, am avut și fericita ocazie de a lua cunoștință de unele opere din fondul cultural național, de originalitatea culturii

teatrale și artistice, muzicale și plastice a țării. Cu un interes deosebit am cunoscut realizările tehnico-științifice. Am vizitat Universitatea de Științe Tehnologice din Pohang, laboratorul și acceleratorul de particule elementare de înaltă energie din această universitate.

Pavel Catană: - *Mi-ați arătat un ordin al Ministerului Educației, semnat de viceministrul Anatol Dubrovski în legătură cu rezultatele Olimpiadei Internaționale de Fizică – 2004, în care vi se aduc mulțumiri pentru munca depusă la formarea lotului olimpic și pregătirea la înalt nivel a elevilor, cât și pentru îndrumarea cu succes a echipei în timpul participării la olimpiadă. Nu credeți că acest ordin era bine să mai ia în seamă ceva esențial ?*

Igor Evtodiev: - Vă referiți, probabil, la faptul că în ordinul cu pricina nu sunt menționați și profesorii elevilor participanți la olimpiadă. Într-un alt ordin li s-au adus mulțumiri și profesorilor de fizică din fiecare instituție de învățământ care a fost reprezentată în echipa olimpică națională.

Pavel Catană: - Punându-vă această întrebare, în primul rând aveam în vedere faptul că în ordinul respectiv era bine să li se aducă mulțumiri și elevilor care au obținut în acest an cele mai bune rezultate din ultimii 10 ani, contribuind astfel la formarea unei imagini favorabile a R. Moldova. În al doilea rând, au rămas neobservați profesorii de fizică ai acestor elevi, or anume datorită activității lor de îndrumare a fost posibilă formarea unei echipe la nivelul cerințelor olimpiadelor internaționale de fizică. Deci în același ordin se cuvenea să fie menționați și acești profesori de fizică. În al treilea rând, vă imaginați ce importanță educativă ar fi avut acest ordin, dacă el prevedea și acordarea unor premii bănești elevilor premianți, profesorilor care i-au pregătit și conducătorului echipei, cu atât mai mult că trei elevi au avut de suportat cheltuielile legate de deplasare la olimpiadă. Aceste scăpări regretabile ale celui care a pregătit ordinul Ministerului pot fi înțelese, însă nu și justificate. Se creează impresia că există un paradox: cu cât o activitate necesită mai multă creativitate și efort, cu atât ea rămâne mai puțin apreciată, iar uneori și ignorată.

- *Televiziunea națională a organizat două întâlniri cu elevii care au participat la Olimpiada Internațională de Fizică – 2004. Ce părere aveți despre aceste întâlniri? Credeți că și-au atins scopul, că au fost suficient de informative și atrăgătoare? Ce nu ați reușit să transmiteți telespectatorilor?*

Igor Evtodiev: - În cadrul celor două întâlniri televizate nu am reușit decât să prezentăm unele informații sumare și să punctăm unele probleme. Timpul limitat nu ne-a permis să facem o analiză temeinică a problemelor complexe, legate de participarea la Olimpiadă. În acest scop considerăm necesară organizarea unei emisiuni speciale, la o oră potrivită pentru telespectatori, în care am putea aborda în mod detaliat problemele cu care ne-am confruntat. O altă modalitate, poate și mai eficientă, ar fi organizarea unor întruniri, seminare republicane, în cadrul cărora să fie elucidate toate aspectele acestui fenomen complex care este olimpiada internațională de fizică.

Pavel Catană: - Am aceeași părere despre acea întâlnire televizată care, în opinia mea, a fost una formală și nu și-a atins scopul din mai multe motive. În primul rând, era evidentă pregătirea insuficientă a moderatorului pentru o astfel de întâlnire. Necunoașterea în profunzime a problemei aflate în discuție, dar și a specificului acesteia nu i-a permis moderatorului să se pronunțe clar asupra unor chestiuni referitoare la olimpiadele internaționale. În al doilea rând, la întâlnire a fost prezent numai un singur profesor de fizică.

Or, îndrumătorii celorlalți elevi participanți la Olimpiadă ar fi avut și ei ce spune din practica lor de lucru. În plus, nu a fost prezent nici un elev dintre cei premiați la olimpiadele din anii precedenți, care ar fi putut veni cu anumite propuneri și observații critice.

În concluzie, constatările făcute în cadrul dialogului nostru ne permit să scoatem în evidență câteva probleme, a căror soluționare, considerăm, nu mai poate fi amânată. Majoritatea absolută a problemelor care nu și-au găsit rezolvarea pe parcursul celor 10 ani de participare a R. Moldova cu echipe la olimpiadele internaționale de fizică au la rădăcină, în opinia noastră, lipsa unei strategii de stat cu privire la copiii dotați.

Cât privește problema pregătirii echipei naționale de fizică pentru participare la olimpiadele internaționale, la prima etapă care se încheie cu selecționarea elevilor în lotul olimpic național, figura-cheie este profesorul de fizică din liceu. Dacă el este implicat în activitățile de îndrumare și pregătire a elevilor pasionați de fizică, atunci ne putem aștepta că unii din elevii lui vor avea șansa de a fi selecționați în lotul olimpic și vor ajunge să participe și chiar să ocupe locuri de frunte în clasament la olimpiadele internaționale de fizică. Care este în prezent situația în această privință? Asemenea profesori există doar în unele licee din capitală, pe când în cele din afara capitalei ei constituie o raritate. Ca urmare, echipa națională se formează pe baza a cel mult două licee din Chișinău (cum s-a întâmplat în ultimii ani), de parcă nici n-ar exista clase cu profil real în liceele din afara capitalei. În trecut fie spus, în Rusia, de exemplu, toți cei 5 membri ai echipei naționale sunt din licee diferite, orașe diferite și chiar din regiuni diferite ale țării. De aici și marea problemă care există la noi la prima etapă: găsirea acelor profesori de fizică de liceu care au pregătirea corespunzătoare și ar dori, în anumite condiții, să se implice în activități de îndrumare și pregătire a elevilor fruntași care doresc să-și aprofundeze cunoștințele de fizică și să participe la diferite olimpiade. Evident, acești profesori au nevoie de ajutor, pentru ei se cer a fi organizate seminare speciale, cursuri de perfecționare corespunzătoare.

La etapa a doua, etapa de perfecționare a pregătirii elevilor deja selecționați în lotul olimpic și de formare a echipei naționale care urmează să participe la olimpiada internațională, figura-cheie trebuie să fie îndrumătorul științific al lotului olimpic care să elaboreze și să implementeze, împreună cu un grup de cadre universitare, profesori de fizică de liceu cu bogată experiență de îndrumători ai elevilor, un plan de pregătire a elevilor. Efectul va depinde esențial de gradul de pregătire profesională corespunzătoare a îndrumătorului științific al lotului și a celorlalte cadre didactice, implicate în această activitate anevoioasă. Acest volum colosal de lucru nici într-un caz nu trebuie lăsat pe seama unui singur cadru didactic, așa cum s-a întâmplat la noi în acești ani. Evident, este firesc să fie numit conducător al echipei unul dintre cadrele didactice care participă direct la pregătirea elevilor și care cunoaște potențialul intelectual al fiecărui membru al echipei. La această funcție nu ar putea pretinde un funcționar al Ministerului, mai ales dacă el nu are experiență de lucru în școala superioară, nici ca îndrumător al elevilor. În caz contrar, el pur și simplu s-ar compromite, pentru că nu poți avea dreptul moral să apari în fața elevilor ca conducător dacă nu ai fost cu ei în procesul de pregătire a lor pentru olimpiadă.

Profesorii de fizică din licee e bine să știe că din delegația țării participantă la olimpiadă în afară de conducător pot face parte și doi-trei observatori ai concursului. De regulă, acești observatori sunt profesorii de fizică care au obținut rezultate ca îndrumători ai elevilor fruntași.

Întrucât o atenție deosebită trebuie să se acorde pregătirii elevilor pentru rezolvarea problemelor experimentale (dovadă fiind probele experimentale propuse participanților la olimpiadele internaționale din ultimii ani), este necesar să se înființeze un laborator specializat interuniversitar, înzestrat cu echipamentele necesare pentru ca elevii să poată rezolva probleme experimentale de nivelul celor propuse la olimpiadele internaționale. Cum am menționat mai înainte, în multe țări deja există asemenea laboratoare. Dacă s-ar accepta

modalitatea de formare a lotului olimpic și a echipei naționale existentă în alte țări, etapa a doua ar dura 12-14 luni, perioadă ce cuprinde două olimpiade naționale de fizică consecutive la care membrii lotului trebuie să participe.

Pentru a acorda asistență științifică și metodică profesorilor implicați în activități de îndrumare și pregătire a elevilor, dar și de perfecționare a pregătirii acestora, este necesară organizarea unui centru special care ar funcționa sub egida Societății Fizicienilor din Moldova. În lipsa unui liceu - internat fizico-matematic republican, acest centru ar putea avea și funcții de instruire extracurriculară și de consultanță. În Rusia, de exemplu, unde elevii pasionați de fizică au variate posibilități de a căpăta cunoștințe aprofundate de fizică, indiferent de regiunea în care locuiesc, pentru că există un sistem de școli fără frecvență de fizică, de fizică și tehnică etc., un loc deosebit îl ocupă centrele specializate de instruire și cercetare. De exemplu, în Centrul de pe lângă Universitatea M. V. Lomonosov din Moscova programa școlară pentru elevii claselor X, XI cuprinde 8 ore săptămânale de fizică, 10 ore de matematică, 4 ore de informatică, o oră de astronomie. Cele 8 ore de fizică sunt repartizate astfel: lecții – 2 ore; seminare (rezolvare de probleme) – 4 ore, și laborator – 2 ore. Concurența în acest centru ajunge în prezent la o cifră impresionantă de 20-30 elevi pe un loc. Așa ar trebui organizat lucrul și la noi, astfel încât orice elev interesat în obținerea de cunoștințe aprofundate de fizică să aibă această posibilitate oriunde s-ar afla liceul în care învață.

Strategia de stat privind copiii dotați trebuie să prevadă și rezolvarea unei alte probleme stringente: problema financiară. Pentru ce este nevoie de un sprijin financiar? În primul rând, cadrele didactice implicate atât în activități de îndrumare și pregătire a elevilor fruntași, cât și de perfecționare a pregătirii elevilor selecționați în lotul olimpic trebuie remunerate corespunzător calificării lor și efortului depus în aceste activități.

În al doilea rând, organele de resort ar trebui să asigure acoperirea cheltuielilor de transport internațional tur-retur pentru participanții la olimpiada internațională, dar nu să fie lăsate pe seama elevilor. Au fost ani în care Moldova nu a participat cu echipă completă la Olimpiada Internațională de Fizică (1998, 1999, 2000, 2002,) anume din lipsă de finanțe. Așa ceva nu s-ar întâmpla, dacă ar fi instituit un fond special al olimpiadelor internaționale, care ar servi și pentru alte olimpiade cum ar fi, de exemplu, "Maratonul intelectual", în cadrul căruia elevii participă atât individual, cât și în echipe la concursuri de fizică, matematică, istoria ideilor și descoperirilor științifice etc.

În alte țări, elevii participanți la olimpiadele internaționale, în mod tradițional, sunt premiați cu sume bănești în funcție de performanțele obținute. De exemplu, Ministerul Educației din România a stabilit cuantumul pentru premianții olimpiadelor internaționale și profesorii care i-au pregătit pe olimpici, dar și pentru școlile din care provin elevii. Ar trebui preluată și la noi practica țărilor cu experiență în această problemă. S-ar putea acorda și alte premii decât cele bănești, ca de exemplu, abonamente la revistele de fizică *Evrika* (România), *Kvant* (Rusia), *FTM* (Moldova).

În sfârșit, o altă problemă este lipsa manualelor și materialelor didactice și metodice de fizică în limba română, elaborate în mod special pentru clasele în care se studiază aprofundat fizica. În clasele cu profil real din liceele Moldovei sunt elevi pasionați de fizică care doresc să obțină performanțe și să participe la olimpiade și care de asemenea au nevoie de această literatură. Cu aceeași problemă se confruntă și profesorii de fizică care pregătesc astfel de elevi, studenții de la facultățile de fizică și de la unele facultăți cu profil real. În ultimii ani astfel de literatură se editează peste hotarele republicii. Autoritățile de resort n-ar trebui să treacă cu vederea nevoia de a edita și la noi asemenea literatură didactică, pentru care, de asemenea, se cer resurse financiare suplimentare.

**PROBLEMELE PROPUSE LA OLIMPIADA INTERNAȚIONALĂ
DE FIZICĂ – 2004
POHANG, COREEA, 15-23 IULIE 2004**

PROBA TEORETICĂ



Citește mai întâi, cu atenție, această foaie:

1. Ai la dispoziție cinci ore pentru proba teoretică. Proba este constituită din trei probleme.
2. Folosește numai pixul pus la dispoziție de organizatori.
3. Folosește numai **fața foilor de redactare**. Scrive numai în interiorul casetelor marcate.
4. Începe fiecare problemă pe foaie separată.
5. Pentru fiecare problemă, în afară de **foile albe de redactare** ți se dă **o Foaie de Răspunsuri** în care **trebuie** să cumulezi rezultatele pe care le-ai obținut. Rezultatele numerice trebuie să fie scrise cu numărul corespunzător de cifre semnificative.
6. Scrie pe **foile albe de redactare** orice consideri că este cerut pentru rezolvarea problemei. Te rugăm să folosești **cât mai puțin cu puțință textul**; exprimă-te în primul rând prin formule, numere, figuri și grafice.
7. Completează în casetele din antetul fiecărei foi de hârtie folosite codul țării (**Country Code**), numărul tău (**Student Code**), numărul problemei (**Question Number**), apoi, în ordine, numerele atribuite fiecărei file folosite (**Page Number**), și numărul total de **pagini scrise** folosite la redactarea **fiecărei soluții** (**Total Number of Pages**). Scrie în partea de sus a fiecărei foi numărul problemei și litera care identifică secțiunea de problemă tratată. Dacă folosești foi albe pentru ciorne și nu vrei ca acestea să fie luate în considerare, marchează-le cu un X mare pe întreaga suprafață și nu le include în numerotare.
8. La sfârșitul concursului aranjează toate foile pentru fiecare problemă **în ordinea următoare**:
 - **Foile de Răspunsuri**
 - **Foile de redactare** utilizate, în ordine
 - Foile care nu vrei să fie luate în considerare
 - Foile nefolosite și enunțurile problemelor.

Pune toate foile în plic și lasă totul pe masă. Nu ai voie să scoți din sală **nici o foaie de hârtie**.

Problema teoretică 1:

Rezistor “Ping-Pong”

Un condensator plan este format din două plăci circulare, paralele, ambele având raza R , separate prin distanța d , unde $d \ll R$, ca în Fig. 1.1(a). Placa superioară este menținută la un potențial *constant* V în timp ce placa inferioară este legată la pământ. Apoi, un disc subțire și mic, având masa m , raza $r (\ll R, d)$ și grosimea $t (\ll r)$, este plasat în centrul plăcii inferioare ca în Fig. 1.1(b).

Presupune că în spațiul dintre plăci este vid, caracterizat prin constanta dielectrică ϵ_0 ; plăcile și discul sunt făcute dintr-un material perfect conductor. Efectele electrostatice de margine pot fi neglijate. Inductanța întregului circuit și efectele relativiste nu se iau în considerare. Efectul sarcinii imagine va fi de asemenea neglijat.

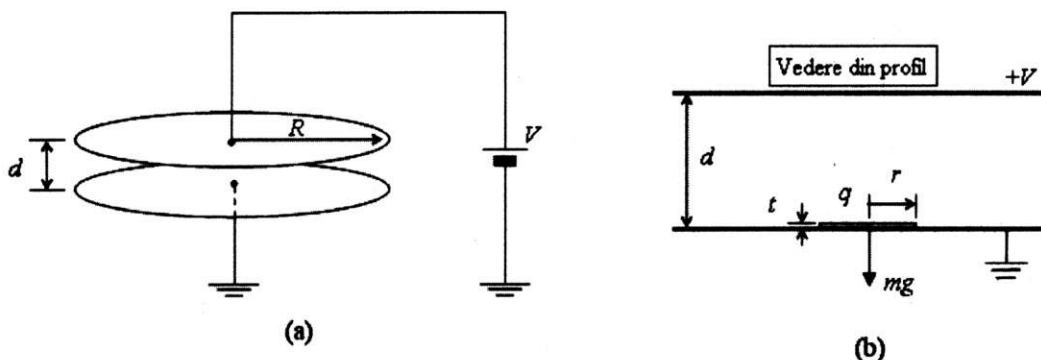


Figura 1.1 Schițele

- (a) unui condensator cu plăci plane paralele conectat la o sursă de tensiune constantă și
 (b) o vedere din profil a condensatorului cu plăcile plane paralele între care a fost plasat un mic disc. (Pentru detalii citește textul).

(a) [1.2 puncte] Calculează forța de atracție electrostatică F_p , care se exercită între plăcile condensatorului aflate la distanța d una de alta, înainte de introducerea discului între ele (situația prezentată în Fig. 1.1(a)).

(b) [0.8 puncte] Atunci când discul este plasat pe placa inferioară, sarcina electrică q de pe disc (Fig. 1.1(b)) este corelată cu potențialul V prin relația $q = \chi V$. Găsește expresia lui χ ca funcție de r , d și ϵ_0 .

(c) [0.5 puncte] Plăcile paralele ale condensatorului sunt plasate perpendicular pe liniile unui câmp gravitațional uniform caracterizat prin accelerația gravitațională g . Pentru a face să se ridice discul (aflat inițial în repaus) este necesară o creștere a potențialului aplicat peste o valoare de prag, V_{th} . Determină valoarea potențialului de prag, V_{th} , ca funcție de m , g , d și χ .

(d) [2.3 puncte] Atunci când $V > V_{th}$, discul face o mișcare de du-te vino, în sus și în jos, între armături. Presupune că discul se mișcă numai în plan vertical fără să fluture (planul discului rămâne mereu perpendicular pe verticală). Ciocnirile dintre disc și plăci sunt inelastice, caracterizate de coeficientul de restituție $\eta \equiv (v_{after} / v_{before})$ unde v_{before} și v_{after} sunt vitezele discului chiar înainte de ciocnire respectiv imediat după ciocnirea cu o placă.

Plăcile se află în poziții fixe (invariabile în timp). Viteza discului *imediat după* ciocnirea cu placa inferioară tinde către o valoare constantă, v_s - "viteză staționară" - care depinde de potențialul V după cum urmează :

$$v_s = \sqrt{\alpha V^2 + \beta} . \quad (1.1)$$

Determină coeficienții α și β în funcție de m , g , χ , d și η . Presupune că la fiecare ciocnire toate punctele suprafeței discului sunt simultan în contact cu placa. În aceste condiții, un transfer complet de sarcină electrică se produce instantaneu la fiecare ciocnire.

(e) [2.2 puncte] După ce se atinge starea staționară, intensitatea medie a curentului electric, I , (mediată în timp), între armăturile condensatorului, poate fi aproximată prin relația $I = \gamma V^2$ unde $qV \gg mgd$. Determină coeficientul γ în funcție de m , χ , d , și η .

(f) [3 puncte] Când potențialul V este scăzut (foarte lent), există o valoare critică a acestui potențial, V_c , la care discul nu mai atinge armătura de sus și sarcina încetează să mai curgă între plăci. Găsește V_c și valoarea corespunzătoare a intensității curentului electric I_c în funcție de m , g , χ , d și η . Comparând V_c cu valoarea de prag a potențialului la care discul începe să se ridice, V_{th} , așa cum apare la punctul (c), schițează caracteristica $I-V$ a condensatorului atunci când potențialul V crește și apoi descrește în domeniul de la $V = 0$ la $3V_{th}$.

Problema teoretică 2

Balonul care se înalță

Un balon de cauciuc umplut cu heliu gazos se înalță în atmosferă, pentru care presiunea și temperatura descresc cu înălțimea. Pentru întrebările care urmează presupune că forma balonului rămâne sferică, făcând abstracție de obiectele atârinate de el. Neglijază volumul încărcăturii reprezentată de aceste obiecte. Presupune de asemenea că temperatura heliului gazos din interiorul balonului este întotdeauna egală cu aceea a aerului ambiant și tratează toate gazele ca fiind ideale. Constanta universală a gazelor este $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$. Masa molară a heliului este $M_H = 4.00 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ iar masa molară a aerului este $M_A = 28.9 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$. Accelerația gravitațională este $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

[Partea A]

(a) [1.5 puncte] Consideră că presiunea aerului ambient este P și că temperatura acestuia este T . Presiunea în interiorul balonului este mai mare decât cea din exterior pentru a compensa efectul tensionării suprafeței balonului. Balonul conține n moli de heliu gazos și presiunea din interiorul balonului este $P + \Delta P$. Găsește forța ascensională F_B care acționează asupra balonului ca funcție de P și ΔP .

(b) [2 puncte] Într-o zi de vară, în Coreea, temperatura aerului T ca funcție de înălțimea z măsurată de la nivelul mării are expresia $T(z) = T_0(1 - z/z_0)$ pentru domeniul de înălțimi $0 < z < 15$ km, cu $z_0 = 49$ km și $T_0 = 303$ K. Presiunea și densitatea la nivelul mării sunt respectiv $P_0 = 1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ și $\rho_0 = 1.16 \text{ kg/m}^3$. Pentru acest domeniu de înălțimi dependența presiunii de înălțime are forma

$$P(z) = P_0(1 - z/z_0)^\eta. \quad (2.1)$$

Exprimă exponentul η în funcție de z_0 , ρ_0 , P_0 și g , și găsește valoarea sa numerică cu două cifre semnificative. Consideră accelerația gravitațională ca fiind constantă indiferent de înălțime.

[Partea B]

Un balon de cauciuc de formă sferică având raza r_0 când învelișul este netensionat, este umflat ajungând să fie o sferă de rază r ($\geq r_0$); în aceste condiții învelișul său acumulează energie elastică datorită întinderii și măririi suprafeței. Într-o teorie simplă, energia elastică U la temperatură constantă T poate fi exprimată prin relația

$$U = 4\pi r_0^2 \kappa RT (2\lambda^2 + \frac{1}{\lambda^4} - 3) \quad (2.2)$$

unde $\lambda \equiv r/r_0$ (≥ 1) este un raport care descrie mărirea razei balonului datorită umflării iar κ este o constantă având unitatea de măsură mol/m^2 .

(c) [2 puncte] Exprimă ΔP în funcție de parametrii dați în ecuația (2.2), și schițează dependența diferenței de presiune ΔP ca funcție de $\lambda = r/r_0$.

(d) [1.5 puncte] Constanta κ poate fi determinată dacă este cunoscută cantitatea de gaz necesară pentru a umfla balonul. La $T_0 = 303$ K și $P_0 = 1.0$ atm, balonul netensionat ($\lambda = 1$) conține $n_0 = 12.5$ moli de heliu gazos. Sunt necesari $n = 3.6 n_0 = 45$ moli pentru a umfla balonul la $\lambda = 1.5$ pentru aceeași temperatură T_0 și aceeași presiune P_0 .

Găsește expresia parametrului a al balonului, definit ca $a = \kappa / \kappa_0$, în funcție de n , n_0 și λ , unde $\kappa_0 \equiv \frac{r_0 P_0}{4RT_0}$. Calculează valoarea numerică a parametrului a cu două cifre semnificative.

[Partea C]

Un balon este umflat la nivelul mării în condițiile descrise la punctul (d) ($\lambda = 1.5$; conținutul său este $n = 3.6n_0 = 45$ moli de heliu gazos la $T_0 = 303$ K și $P_0 = 1$ atm = 1.01×10^5 Pa). Gazul, învelișul balonului și încărcătura au împreună o masă totală $M_T = 1.12$ kg. Se eliberează balonul la nivelul mării și el se înalță.

(e) [3 puncte] Presupune că balonul s-a oprit la înălțimea z_f la care forța ascensională echilibrează greutatea totală. Determină valoarea înălțimii z_f și valoarea raportului λ_f la această înălțime. Dă răspunsurile cu două cifre semnificative. Presupune că nu există curenți atmosferici care să deplaseze balonul și că nu apar scurgeri de gaz din balon în timpul ascensiunii acestuia.

Problema teoretică 3

Microscop cu sondă atomică

Microscopul cu sondă atomică (MSA) este un instrument de investigare folosit în domeniul nano-științei. Peste proba cu denivelări atomice se plimbă o sondă numită cantilever, având la un capăt un vârf care poate detecta aceste denivelări. Deplăsarile cantileverului sunt urmărite prin detectarea cu un fotodetector a unei raze laser reflectate – ca în Fig. 3.1. Cantileverul se poate deplasa numai pe verticală iar dependența de timpul t a deplasării sale z este descrisă cu ajutorul relației:

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} + b \frac{dz}{dt} + kz = F, \tag{3.1}$$

unde m este masa cantileverului, $k = m\omega_0^2$ este constanta elastică a cantileverului, b este un coeficient de amortizare, mic, care satisface condiția $\omega_0 \gg (b/m) > 0$ și în sfârșit, F este o forță exterioară, exercitată de un piezotub, acționând asupra cantileverului.

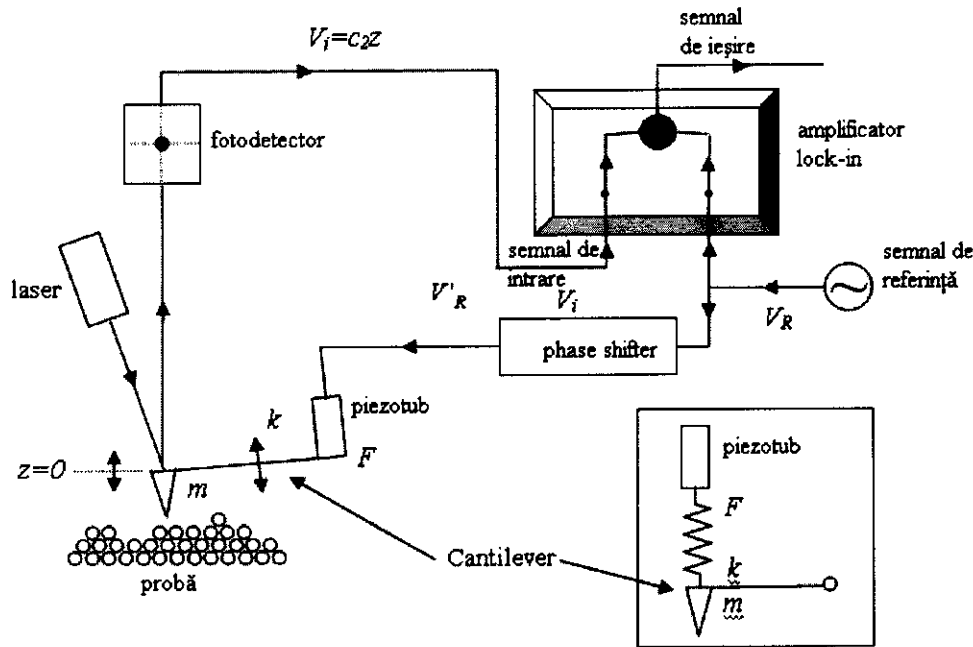


Figura 3.1 O schemă a microscopului cu sondă atomică (MSA). Detaliul din colțul din dreapta jos reprezintă un model mecanic simplificat care descrie modul de cuplare dintre cantilever și piezotub.

[Partea A]

(a) [1.5 puncte] Dacă $F = F_0 \sin \omega t$, atunci $z(t)$ care satisface ecuația (3.1) poate fi scris ca $z(t) = A \sin(\omega t - \phi)$, unde $A > 0$ și $0 \leq \phi \leq \pi$. Găsește expresia amplitudinii A și a tangentei fazei $\tan \phi$ în funcție de F_0 , m , ω , ω_0 și b . Obține valoarea amplitudinii A și a fazei ϕ la frecvența de rezonanță $\omega = \omega_0$.

(b) [1 punct] Amplificatorul lock-in care apare în Fig.3.1 multiplică (înmulțește!) semnalul de intrare cu semnalul de referință $V_R = V_{R0} \sin \omega t$, și furnizează ca semnal de ieșire *numai* componenta continuă (DC) a semnalului apărut în urma multiplicării. Presupune că semnalul de intrare este $V_i = V_{i0} \sin(\omega_i t - \phi_i)$. În această expresie V_{R0} , V_{i0} , ω_i și ϕ_i sunt, toate, constante pozitive date. Determină condiția care trebuie satisfăcută de ω (>0) pentru a se obține un semnal de ieșire nenul. Care este – pentru această frecvență – expresia amplitudinii *semnalului de ieșire DC* nenul?

(c) [1.5 puncte] La trecerea prin dispozitivul “phase shifter”, semnalul de referință pentru lock-in $V_R = V_{R0} \sin \omega t$ își modifică faza conform expresiei $V'_R = V_{R0} \sin(\omega t + \pi/2)$. Tensiunea V'_R , aplicată piezotubului, determină apariția forței $F = c_1 V'_R$ care acționează asupra cantileverului. Fotodetectorul convertește

deplasarea z a cantileverului într-o tensiune $V_i = c_2 z$ aplicată la intrarea amplificatorului lock-in. În expresiile de mai sus c_1 și c_2 sunt constante. Determină expresia amplitudinii semnalului DC de ieșire pentru $\omega = \omega_0$.

(d) [2 puncte] O schimbare mică Δm a masei cantileverului conduce la o deplasare a frecvenței de rezonanță cu $\Delta\omega_0$.

Ca urmare, faza ϕ a semnalului inițial de rezonanță pentru ω_0 variază cu $\Delta\phi$. Determină variația de masă Δm corespunzătoare diferenței de fază $\Delta\phi = \pi/1800$, care este rezoluția tipică a măsurărilor de fază. Valorile mărimilor fizice care caracterizează cantileverul sunt : $m = 1.0 \times 10^{-12}$ kg, $k = 1.0$ N/m și $(b/m) = 1.0 \times 10^3$ s⁻¹. Folosește aproximațiile: $(1+x)^a \approx 1+ax$ și $\text{tg}(\pi/2+x) \approx -1/x$ pentru $|x| \ll 1$.

[Partea B] În continuare se consideră situația în care, în afara forței care acționează asupra cantileverului ca la punctul (A), se exercită forțe suplimentare datorate interacțiunii dintre cantilever și probă (Fig.3.1).

(e) [1.5 puncte] Presupunând că forța suplimentară $f(h)$ depinde numai de distanța h dintre cantilever și suprafața probei, se poate găsi o nouă poziție de echilibru h_0 . În apropierea lui $h = h_0$, se poate scrie pentru forță $f(h) \approx f(h_0) + c_3(h - h_0)$, unde c_3 este o constantă independentă de h . Găsește noua frecvență de rezonanță ω'_0 în funcție de ω_0 , m și c_3 .

(f) [2.5 puncte] Se explorează suprafața unei probe pe care se află un electron cu sarcina $q = e$ localizat în spațiu, într-o anumită poziție sub suprafața probei la o anumită distanță. Explorarea se face deplasând orizontal proba sub un cantilever având vârful încărcat cu sarcina electrică $Q = 6e$. În timpul explorării în jurul electronului deplasarea maximă observată a frecvenței de rezonanță $\Delta\omega_0 (= \omega'_0 - \omega_0)$ este mult mai mică decât ω_0 . Exprimă distanța d_0 de la cantilever la electronul localizat în funcție de m , q , Q , ω_0 , $\Delta\omega_0$ și constanta k_e pentru situația de deplasare maximă a frecvenței. Calculează d_0 în nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$) pentru $\Delta\omega_0 = 20 \text{ s}^{-1}$.

Mărimile fizice caracteristice cantileverului sunt $m = 1.0 \times 10^{-12}$ kg și $k = 1.0$ N/m.

Neglijează orice efect de polarizare atât în vârful cantileverului cât și pe suprafața probei. Se dau: $k_e = 1/4\pi\epsilon_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ și $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

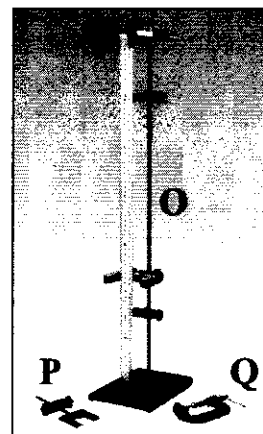
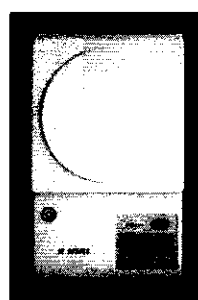
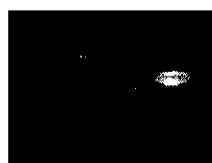
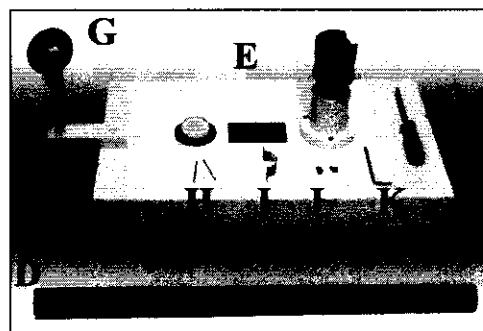
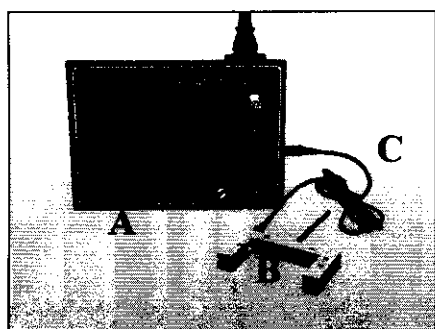
PROBA EXPERIMENTALĂ

1. Ai la dispoziție cinci ore pentru proba experimentală.
2. Folosește numai pixul pus la dispoziție de organizatori.
3. Folosește numai **fața foilor de redactare**. Scrie numai în interiorul casetelor marcate.
4. Pentru fiecare problemă, în afară de **foile albe de redactare** ți se dă **o Foaie de Răspunsuri** în care *trebuie* să cumulezi rezultatele pe care le-ai obținut.
5. Scrie pe **foile albe de redactare** rezultatele măsurărilor și orice consideri că este cerut pentru rezolvarea problemei. Te rugăm să folosești *cât mai puțin cu puțință textul*; exprimă-te în primul rând prin formule, numere, figuri și grafice
6. Completează în casetele din antetul fiecărei foi de hârtie folosite codul țării (**Country Code**), numărul tău (**Student Code**). În plus, pe fiecare foaie albă de răspuns pune, în ordine, numărul atribuit fiecărei file folosite (**Page Number**), și numărul total de **pagini scrise** folosite (**Total Number of Pages**). Dacă folosești **foi albe** pentru ciorne și nu vrei ca acestea să fie luate în considerare, marchează-le cu un X mare pe întreaga suprafață și nu le include în numerotare
7. La sfârșitul probei aranjează toate foile *în ordinea următoare*
 - Foile de Răspunsuri(deasupra)
 - Foile de redactare utilizate, în ordine
 - Foile care nu vrei să fie luate în considerare
 - Foile nefolosite
 - Enunțurile problemelor(la sfârșit)
8. Nu este necesar să specifici domeniul de eroare al valorilor pe care le-ai obținut. Totuși acuratețea măsurărilor tale va determina notele pe care le obții.
9. Pune toate foile în plic și lasă totul pe masă. **Nu ai voie să scoți din sală nici o foaie de hârtie și nici un material din cele utilizate la experimente.**

Aparatură și materiale

1. Lista aparatelor și materialelor puse la dispoziție

	Numele	Cantitatea		Numele	Quantity
A	Cronometru cu poartă fotoelectronică (Photogate timer)	1	L	Șurubelniță cu cap în cruce	1
B	Poartă fotoelectronică Photogate	1	M	Greutate cu fir	1
C	Cablu de conexiune	1	N	Cântar electronic	1
D	“Cutie neagră” mecanică (Cilindrul negru)	1	O	Suport vertical cu riglă	1
E	Masă cu suport rotitor	1	P	Suport cu placă orizontală în formă de U	1
F	Placă de cauciuc	1	Q	Menghină	1
G	Scriptete	2		Riglă(0.50 m, 0.15 m)	1 din fiecare
H	Ace	2		Șubler	1
I	Jug în formă de U	1		Foarfece	1
J	Șuruburi	2		Ață	1
K	Cheie heagonală în formă de L	1		Rezerve (fir, ață, ace, șuruburi, cheie hexagonală)	



M

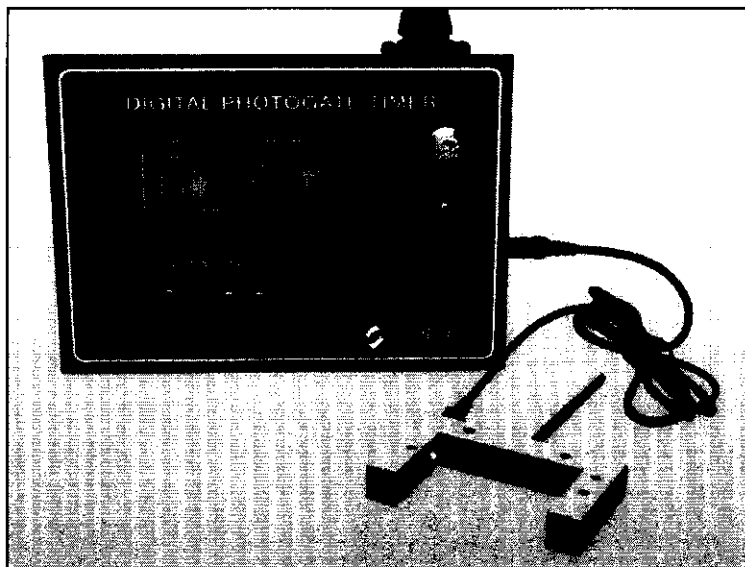
N

2. Instrucțiuni de folosire pentru cronometrul cu poartă fotoelectronică.

Poarta fotoelectronică are ca principale componente o diodă luminescentă în infraroșu LED și un fotodetector. Conectând poarta fotoelectronică la cronometru, se pot măsura intervalele de timp în care fascicolul de radiație din infraroșu este împiedicată să ajungă la senzor.

- Asigură-te că poarta fotoelectronică este conectată la cronometru. Pune comutatorul "POWER" pe poziția On (cuplat).
- Pentru a măsura intervalul de timp al unei unice blocări, apasă butonul "GATE". Folosește modul "GATE" pentru măsurările de viteză.
- Pentru a măsura intervalul de timp dintre două sau trei blocări succesive, apasă butonul "PERIOD". Folosește modul de lucru "PERIOD" pentru măsurări asupra oscilațiilor.
- Dacă butonul "DELAY" este apăsat, cronometrul afișează rezultatul fiecărei măsurări timp de 5 secunde , după care afișarea se resetează.
- Dacă butonul "DELAY" nu este apăsat, cronometrul afișează rezultatul ultimei măsurări.
- După fiecare schimbare a stării unui buton, noul mod de funcționare devine activ numai după apăsarea butonului "RESET".

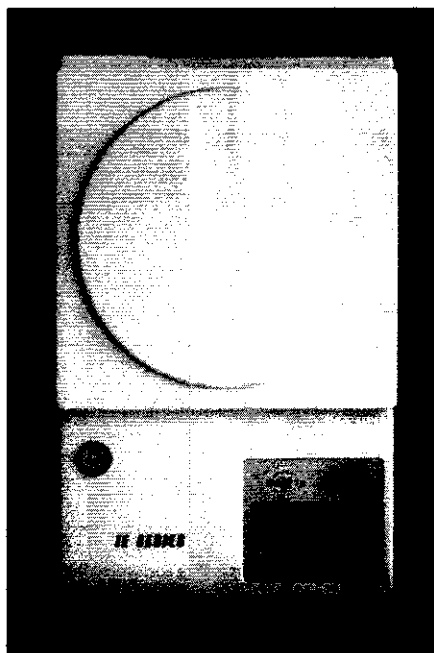
Atenție! Nu privi direct în poarta optică. Radiația infraroșie ți-ar putea dăuna la ochi.



Poarta fotoelectronică, cronometrul cu poartă fotoelectronică și cablul de conexiune

3. Instrucțiuni de folosire pentru cântarul electronic

- Ajustează picioarele cântarului astfel încât acesta să fie stabil. (Deși există o nivelă cu bulă, așezarea cântarului în poziție strict orizontală nu este neaparat necesară.)
- Pornește cântarul apăsând butonul "On/Off" fără a pune nimic pe el.
- Plasează un obiect pe platanul rotund de cântărire. Masa lui va fi afișată în grame.
- Dacă pe platanul cântarului nu se află nimic, atunci el se închide automat după aproximativ 25 de secunde.

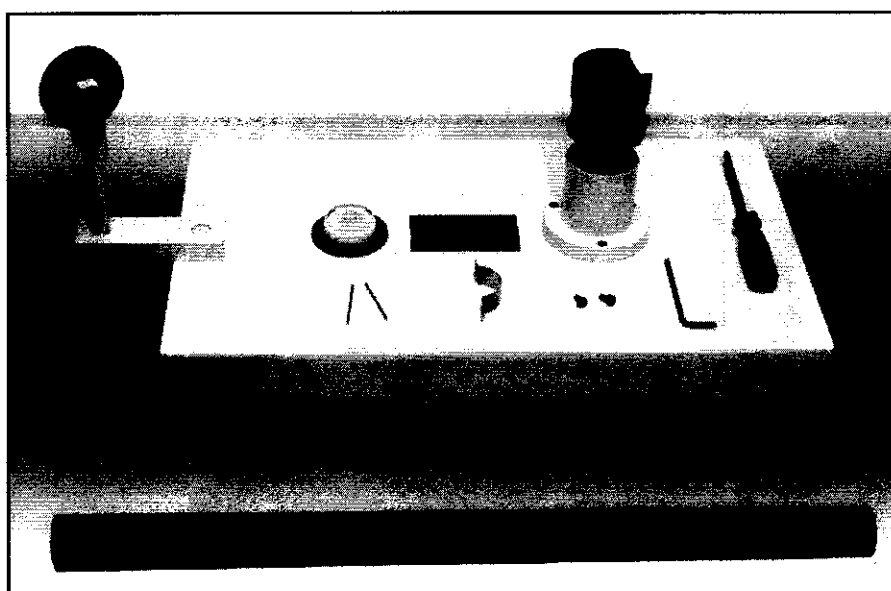


Cântar

4. Instrucțiuni pentru masa cu suportul rotitor.

- Ajustează înălțimea picioarelor mesei suportului rotitor pe placa de cauciuc astfel încât acestea să-i fie asigurată o poziție cât mai apropiată de orizontală.
- Cu jugul în formă de U și cu cele două șuruburi, montează rigid “cutia neagră mecanică” (cilindrul negru) în partea de sus a suportului rotitor. Folosește cheea hexagonală în formă de L pentru a strânge bine șuruburile.
- Firul având greutatea la un capăt se leagă la celălalt capăt de suportul rotitor folosind șurubul dispus lateral pe acesta. Pentru înșurubare se folosește șurubelnița cu cap cruce.

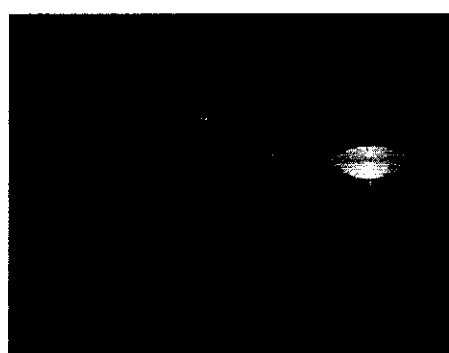
Atenție: Nu te apropia prea tare de “cutia neagră mecanică” cât timp aceasta se rotește.



“Cutie neagră mecanică” și masa cu suport rotitor



Suport rotitor



Fir cu greutate legată la un capăt.

“Cutie neagră” mecanică

[Problemă] Găsește masa bilei și constantele elastice ale celor două arcuri din “cutia neagră” mecanică.

Informații generale asupra “cutiei negre” mecanice.

“Cutia neagră” mecanică (CNM) constă dintr-un tub cilindric negru în care se află o bilă solidă legată de două resorturi ca în Fig. 1. Cele două resorturi sunt confecționate din același tip de arc dar cu numere diferite de spire. Masele și lungimile resorturilor (atâta vreme cât nu este vorba de deformarea lor) pot fi neglijate. Tubul este omogen și închis la ambele capete cu două dopuri identice care intră complet în tub pe o lungime de 5 mm. Raza bilei este de 11 mm iar diametrul interior al tubului este de 23 mm. Accelerația gravitațională este considerată a fi $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Apare o frecare finită între bilă și peretele interior al cilindrilor.

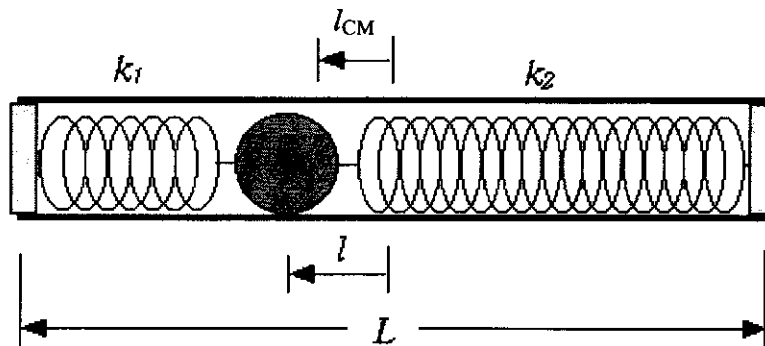


Fig. 1 “Cutie neagră” mecanică (desenul **nu** este realizat la scară)

Scopul acestui experiment este de a găsi masa m a bilei și constantele de elasticitate k_1 și k_2 ale resorturilor fără a deschide CNM. Aspectul dificil al acestei probleme este că nu este posibil ca printr-un singur experiment să se determine separat masa m sau poziția l a bilei deoarece cele două cantități sunt interconectate. Aici l este distanța dintre centrul tubului și cel al bilei atunci când CNM este așezată orizontal în echilibru și frecarea dintre bilă și tub este nulă.

În cele ce urmează, sunt listate simbolurile care trebuie folosite pentru reprezentarea mărimilor fizice de interes. Dacă crezi că îți sunt necesare și alte simboluri pentru alte mărimi fizice numește-le diferit de cele deja definite (pentru a evita confuziile).

Simboluri atribuite unor mărimi fizice

Masa bilei: m

Raza bilei: r (= 11 mm)

Masa CNM fără bilă: M

Lungimea cilindrului negru: L

Lungimea pe care fiecare dop intră în cilindru: δ (= 5.0 mm)

Distanța de la centrul de masă al CNM la centrul cilindrului : l_{CM}

Distanța dintre centrul bilei și centrul cilindrului : x (sau l la echilibru când CNM este orizontală)

Accelerația gravitațională: g (= 9.8 m/s²)

Masa greutății atașate de fir : m_0

Viteza greutății: v

Deplasarea în jos a greutății: h

Raza suportului rotitor pe care se înfășoară firul de care este atârnată greutatea: R

Momentele de inerție: I, I_0, I_1, I_2 , ș.a.m.d.

Vitezele unghiulare și pulsațiile : $\omega, \omega_1, \omega_2$, ș.a.m.d

Perioadele de oscilație: T_1, T_2

Constanta de elasticitate echivalentă: k

Constantele de elasticitate ale celor două resorturi: k_1, k_2

Numerele de spire ale arcurilor: N_1, N_2

Precauție: Nu încerca să deschizi CNM. Dacă o deschizi , vei fi descalificat iar nota ta la proba experimentală va fi zero.

Precauție: Nu scutura violent și nu trânti CNM . Bila s-ar putea desprinde de resorturi. Dacă dispozitivul tău (CNM) pare defect, anunță imediat supraveghetorul. El îți va fi schimbat o singură dată fără ca acest fapt să-ți afecteze nota. Orice înlocuire suplimentară te depunctează cu 0,5 puncte

PARTEA -A Produsul dintre masa și poziția bilei ($m \times l$) (4.0 puncte)

l este poziția centrului bilei față de centrul tubului când “cutia neagră” mecanică este așezată orizontal în echilibru ca în Fig. 1. Găsește pe cale experimentală valoarea produsului dintre masa m și poziția l a bilei. Ai nevoie de acest rezultat pentru a determina în **PARTEA B** a problemei experimentale valoarea masei m .

1. Sugerează și justifică folosind ecuații, o metodă de obținere a produsului $m \times l$. (2.0 puncte)
2. Determină experimental valoarea produsului $m \times l$. (2.0 puncte)

PARTEA-B Masa m a bilei (10.0 puncte)

În Figura 2 este arătată CNM fixată orizontal pe suportul rotitor pe care este înfășurat firul care are fixată la celălalt capăt o greutate cu masa m_0 . Când greutatea coboară, firul se desfășoară și CNM se rotește. Combinând ecuația care descrie acest experiment cu aceea obținută în **PARTEA-A** poți găsi o ecuație pentru m .

Între bilă și pereții interior al tubului se exercită o forță de frecare. Mecanismul frecării și alunecării bilei corespunzătoare rotației este complicat. Pentru a simplifica analiza, poți neglija disiparea de energie la mișcarea cu frecare.

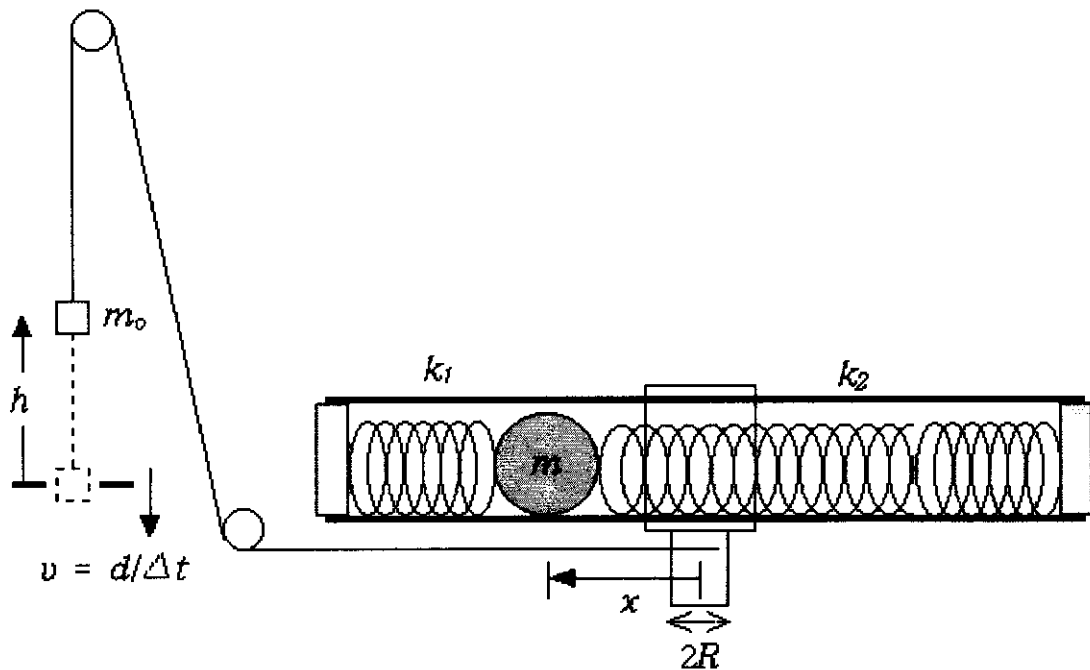


Fig. 2 Rotația CNM (desenul **nu** este realizat la scară)

Viteza unghiulară ω a CNM poate fi obținută din viteza v măsurată pentru greutate în timpul trecerii acesteia prin poarta crometrului. x este poziția bilei față de axa de rotație iar d este lungimea greutății atârnată de fir.

1. Măsoară viteza greutății pentru diferite valori ale distanței h pe care coboară greutatea. Este recomandat să parcurgi pentru h tot domeniul de valori cuprinse între $h = 1.0 \times 10^{-2}$ m și $h = 4.0 \times 10^{-1}$ m alegând valori care diferă între ele cu $1.0 \times 10^{-2} \sim 2.0 \times 10^{-2}$ m și măsurând viteza v câte o dată pentru fiecare h ales. Cu datele, construiește un grafic într-o formă convenabilă pentru determinarea valorii masei bilei, m . După ce ți-ai făcut o idee despre relația între v și h poți

repetă măsurările pentru a adăuga și alte puncte pe grafic dacă este necesar. Atunci când CNM se rotește lent, frecarea împiedică alunecarea bilei care rămâne în poziția pe care o avea la echilibru. Atunci când CNM se rotește suficient de rapid, bila ajunge să stea în capătul tubului deoarece resoartele sunt slabe. Identifică pe grafic zona de viteze de rotație lentă și zona de viteze de rotație rapidă. (4.0 puncte)

2. Arată că în conformitate cu măsurările tale, h este proporțional cu v^2 ($h = Cv^2$) pentru regiunea rotațiilor lente. Arată că în conformitate cu măsurările tale, $h = Av^2 + B$, în regiunea de rotații rapide. (1.0 punct)
3. Momentul de inerție al bilei de rază r și masă m față de axa care trece prin centrul său este $2mr^2/5$. Dacă bila este deplasată perpendicular pe axă pe o distanță a , momentul de inerție crește cu ma^2 . Utilizează simbolul I pentru a marca momentul total de inerție al tuturor corpurilor în rotație – cu excepția bilei. Găsește o legătură între coeficientul C și parametrii CNM ca de exemplu m, l , etc. (1.0 punct)
4. Găsește o legătură între coeficienții A și B și parametrii CNM ca de exemplu m, l , etc. (1.0 punct).
5. Determină valoarea lui m din măsurările tale și rezultatele obținute în **PARTEA - A**. (3.0 puncte)

PARTEA - C Constantele elastice k_1 și k_2 (6.0 puncte)

În această parte, vei studia micile oscilații ale CNM considerată a fi un pendul rigid. La fiecare din capetele CNM, în poziții diametral opuse, sunt câte două mici găuri în care vei introduce pe rând cele două ace care ți-au fost puse la dispoziție. Acele constituie o axă care, sprijinită pe suportul cu placă orizontală în formă de U (marcat în tabel cu P), este o axă pentru micile oscilații ale CNM. Placa orizontală în formă de U va fi – în acest scop – fixată pe suportul vertical și pe ea se vor sprijini acele. Trebuie avut în vedere că pulsația ω a micilor oscilații este dată de $\omega = [\text{Momentul forței}/(\text{momentul de inerție} \times \text{unghi})]^{1/2}$. Momentul de inerție și momentul forței vor fi considerate față de axa pendulului rigid. Analog situației din **PARTEA - B** ia în considerare cele două cazuri arătate în Fig. 3, pentru a ocoli necunoașterea momentului de inerție I_0 al CNM fără bilă.

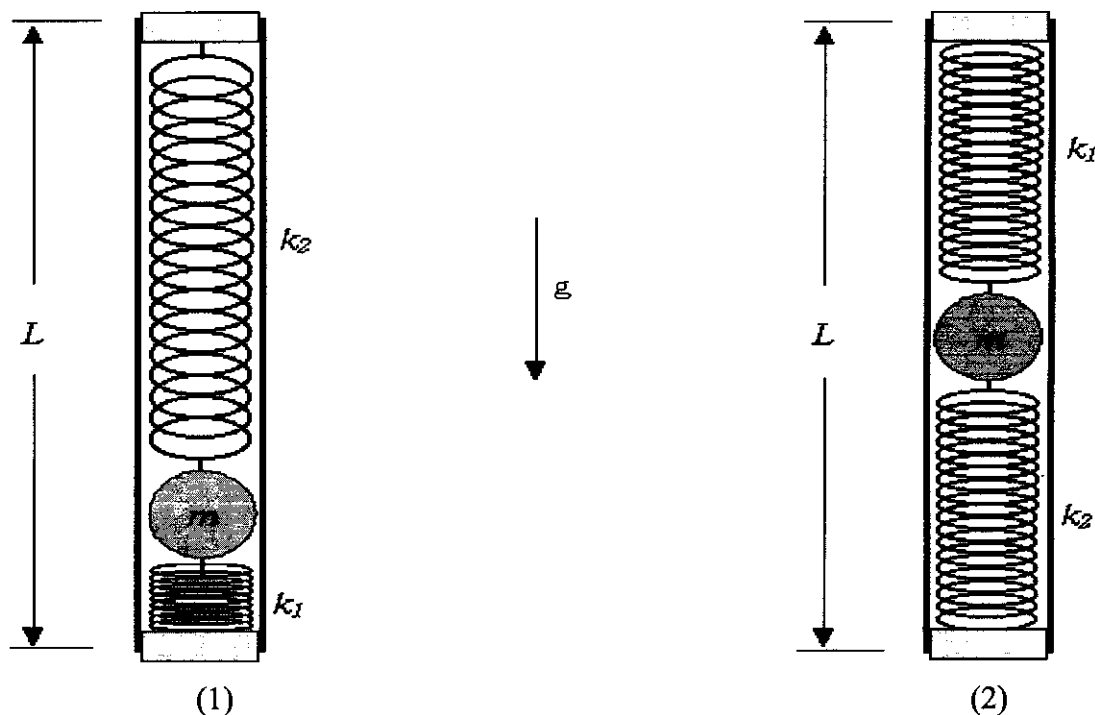


Fig. 3 Oscilațiile CNM (desenul nu este realizat la scară)

Perioadele micilor oscilații T_1 și T_2 , pentru cele două configurații reprezentate mai sus pot fi măsurate folosind poarta fotoelectronică. Pentru experiment și se pune la dispoziție suportul cu placă orizontală în formă de U și două ace.

1. Măsoară perioadele T_1 și T_2 ale micilor oscilații ale pendulelor rigide reprezentate în Fig. 3(1) și (2) și scrie valorile acestora (1.0 punct)
2. Explică (folosind ecuații) de ce pulsațiile ω_1 și ω_2 ale micilor oscilații ale celor două pendule sunt diferite. Folosește notația I_0 pentru momentul de inerție al CNM fără bilă pentru o axă de rotație perpendiculară pe CNM la un capăt al acesteia. Folosește simbolul Δl pentru deplasarea bilei față de poziția de echilibru din starea orizontală. (1.0 punct)
3. Calculează Δl eliminând I_0 din rezultatele anterioare. (1.0 punct)
4. Combinând rezultatele din **PARTEA-C** 1~3 și **PARTEA-B**, determină și scrie valoarea constantei elastice k echivalente pentru ansamblul celor două resorturi. (2.0 puncte)
5. Calculează valorile constantelor de elasticitate k_1 și k_2 . Scrie valorile acestora. (1.0 punct)

**PROBLEME DE FIZICĂ PROPUSE PENTRU CONCURSUL
REZOLVITORILOR**

F31. O bară subțire omogenă, OA , de lungime inițială l în stare netensionată, confecționată din metal cu modulul lui Young E și densitatea ρ , într-un caz este suspendată la capătul superior O , iar în alt caz se află în poziție orizontală și, fiind trasă de capătul A , este pusă în mișcare cu accelerația constantă a în direcția lungimii sale.

- 1) Să se determine deplasarea longitudinală a punctelor barei din secțiunea transversală, aflată la distanța x de capătul O , pentru ambele cazuri, adică $u_1(x)$ și respectiv $u_2(x)$. Variația ariei secțiunii transversale a barei se neglijează.
- 2) Care ar trebui să fie accelerația a pentru ca alungirea barei în cazul al doilea să devină egală cu alungirea ei în primul caz, datorită propriei sale greutate? Cum depinde mărimea $\Delta u = u_1(x) - u_2(x)$ de x ?

Pavel CATANĂ

F32. Două pendule electrostatice de lungimi și mase egale, încărcate cu sarcini electrice de același semn, sunt suspendate în același punct. Pendulele fiind lăsate liber, unghiul dintre firele întinse este α . Unul dintre pendule se blochează sub un unghi φ față de verticală ($0 \leq \varphi \leq \pi/2$).

- 1) În acest caz, care va fi unghiul β dintre firele de suspensie?
- 2) Determinați frecvența micilor oscilații ale pendulului liber în cazul când pendulul blocat este înclinat sub unghiul φ .
Forțele de frecare se neglijează.

Prof. dr. Eleodor LUPAȘCU
LICEUL „MIRCEA ELIADE”, CHIȘINĂU

F33. Într-un gaz ce se află în stare de echilibru termic vitezele moleculelor v_1 și v_2 sunt la fel de probabile. Cu câte procente diferă aceste viteze de viteza pătratică medie (viteza termică) a moleculelor gazului, dacă $v_2/v_1 = \varepsilon$.

Aplicație numerică: $\varepsilon = 5$.

Pavel CATANĂ

Problemă experimentală. Determinarea densității aerului.

F34. Se cere să se propună o metodă pentru determinarea densității aerului.

Aveți la dispoziție:

Un vas de sticlă sudat la un capăt V_0 și prevăzut cu un tub cu robinet la celălalt capăt; o balanță cu brațele egale; mase marcate; o pompă aspiratoare fără manometru; un vas mai larg cu apă distilată.

Considerând că volumul vasului este $V_0 = 1$ l, temperatura aerului înconjurător este de 20°C și că pompa a evacuat jumătate din aerul din vas, să se estimeze precizia balanței la care eroarea relativă a rezultatului final ar fi de 5%. Se va considera că densitatea aerului la presiune normală și la temperatura de 20°C este egală cu $1,2 \text{ kg/m}^3$ și că densitatea apei $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$ e cunoscută cu suficientă precizie ($\delta\rho_1 = 0$).

Conf. univ. dr. Mircea COLPAJIU
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

F35. Un fascicul de particule α (alfa) cu energia cinetică $K_\alpha = 7,68$ MeV bombardează o țintă din aluminiu aflată în repaus, declanșând reacția nucleară ${}^{27}_{13}\text{Al}(\alpha, p){}^{30}_{14}\text{Si}$. Se consideră doi protoni rezultați din reacție, unul dintre cei cu energia cinetică maximă K_1 (viteza v_1) și altul dintre cei cu energia cinetică minimă K_2 (viteza v_2), pătrund într-un câmp magnetic omogen de inducție $B = 1,5$ T, delimitat de două plane paralele, aflate la distanța $l = 28$ cm unul de altul. Liniile câmpului magnetic sunt paralele cu aceste plane.

1. Să se scrie ecuația reacției nucleare. Ce cantitate de energie s-ar elibera, dacă ar suferi transmutație nucleară toate nucleele conținute într-un miligram de aluminiu? Din ce cauză această energie este de multe ori mai mică decât cantitatea de energie necesară pentru a se produce transmutația acestor nuclee?

2. Să se determine energia cinetică maximă K_1 și energia cinetică minimă K_2 a protonilor emiși, precum și vitezele lor v_1 și respectiv v_2 .

3. În cazul în care protonii cu vitezele v_1 și v_2 intră în câmpul magnetic în direcția normalei la planele paralele și perpendicular pe liniile de câmp, să se determine:

- unghiurile formate de vitezele v_1 și v_2 ale protonilor, la ieșirea din câmp, cu direcția lor inițiale;
- duratele mișcării protonilor în câmpul magnetic și modulele variației vitezelor v_1 și v_2 în aceste intervale de timp.

4. Determinați mărimile cerute în p. 3, a), b) pentru cazul în care protonii ar pătrunde în câmpul magnetic tot perpendicular pe liniile câmpului, însă sub unghiul $\beta = 30^\circ$ față de normala la planele paralele ce delimitează câmpul.

Se cunosc masele atomilor:

$$m({}^{27}_{13}\text{Al}) = 26,981539 \text{ u}; \quad m({}^{30}_{14}\text{Si}) = 29,973763 \text{ u};$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}; \quad m({}^1_1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}.$$

Unitatea atomică de masă $1 \text{ u} = 1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Pavel CATANĂ

ERRATA: În ultimele două numere ale revistei s-a comis o eroare regretabilă în numerotarea problemelor propuse pentru concursul rezolvitorilor. Problemele F13-F17 din FTM, vol.1, nr.4 urmează a fi considerate respectiv F19-F23, iar problemele F19-F25 din FTM, vol.2, nr. 1-2 urmează a fi respectiv F24-F30. Redacția aduce cititorilor scuzele de rigoare.

"PICĂTURA PLOII PIATRA GĂUREȘTE"

Ion HOLBAN

*"Picătura ploii piatra găurește, și funea de tei cu vreme marmurile despică"
(Dimitrie Cantemir, "Istoria ieroglifică") [1]*

Fiecare dintre noi a avut ocazia să observe că sub streășina acoperișurilor fără uluc de scurgere piatra, betonul sau asfaltul e bortelit în multe locuri. Fenomenul se datorează picăturilor de ploaie ce se scurg de pe acoperiș. Că fenomenul e cunoscut demult ne-o demonstrează și citatul de mai sus.

La prima vedere, aici nu pare nimic deosebit. Picătura de apă în cădere posedă impuls și energie și deci e normal ca ea să acționeze distrugător asupra piedicii întâlnite în cale. Dar să încercăm să pătrundem lucrurile mai în adânc. Este logic să afirmăm că cu cât mai multe picături vor cădea pe piatră, cu atât mai repede ea se va măcina. Iar dacă picăturile vor cădea una după alta atât de des încât să formeze un jet continuu de apă, se va măcina piatra mai repede? Tocmai aici e și paradoxul.

Piatra se va măcina mai încet decât în cazul când picăturile cad separat. Observați că și Cantemir vorbește de picături de apă solitare și nu de șuvițe de apă. Probabil că și cărturarului nostru îi era cunoscut faptul că în cazul picăturii piatra se distruge de sute sau chiar mii de ori mai repede decât în cazul jetului.

La prima vedere, pare de necrezut faptul că la căderea unor picături de apă care poartă cu sine impuls și energie mai mici decât cele ale șuviței, măcinarea pietrei are loc cu mult mai intens. Iată explicația fizică a fenomenului. Când o șuviță de apă cade pe o piatră, forța cu care ea acționează asupra pietrei este egală cu variația impulsului în unitatea de timp. Dat fiind faptul că după căderea pe piatră, apa se mișcă în sens opus mișcării ei inițiale și impulsul ei este egal ca mărime și opus ca sens cu cel pe care ea îl avea în momentul căderii, putem ușor demonstra că presiunea p (egală cu forța care acționează perpendicular pe o suprafață unitară) exercitată de firul de apă asupra pietrei va fi egală cu $p = d \cdot v^2$, unde d este densitatea apei, iar v - viteza apei în momentul căderii. Nu avem oare același lucru în cazul picăturii? Nu!

Când picătura în cădere atinge suprafața pietrei, un strat subțire de apă din "fruntea" picăturii se oprește brusc și acesta, la rândul său, frânează brusc mișcarea stratului următor al picăturii, și tot așa mai departe. Astfel, prin apa picăturii, în sens opus, adică de la "frunte" spre "ceafa" ei, se propagă o undă de șoc. Unda de șoc are viteza sunetului, de unde rezultă că presiunea exercitată de apa din picătură asupra pietrei este egală acum cu $p = d \cdot v \cdot c$, unde c este viteza sunetului în apă.

Ținând cont de faptul că viteza sunetului în apă e de aproximativ 1500 m/s, iar cea a picăturii de circa 5 m/s, obținem că presiunea exercitată de apă asupra pietrei în cazul picăturii este de vreo 300 de ori mai mare decât presiunea exercitată de aceasta în cazul jetului de apă. Și aceasta încă nu e tot. Vorba e că până la o anumită presiune numită critică piatra sau materialul cu care apa interacționează se deformează, dar nu se distruge. În cazul șuviței presiunea exercitată de apă e mai mică decât cea critică, pe când în cazul picăturii ea e mai mare, lucru care explică de ce distrugerile provocate de picături sunt de mii de ori mai mari decât cele provocate de șuvițele de apă.

Astfel pornind de la o propoziție cantemiriană am ajuns la un tratat de fizică. De partea a doua propoziției cantemiriene ne vom ocupa în articolul ce urmează.

"FUNEA DE TEI CU VREME MARMURILE DESPICĂ"

Ion HOLBAN

*"Picătura ploii piatra găurește, și funea de tei cu vreme marmurile despică".
(Dimitrie Cantemir, "Istoria ieroglifică") [1]*

În articolul de față ne vom ocupa de partea a doua a acestei propoziții. Pentru început vom povesti o veche întâmplare, care vine în susținerea tezei ilustrului cărturar.

S-au întâmplat cele pe care le vom relata în 1586, pe timpul lui Caligula, împăratul roman vestit prin faptul că și-a făcut propriul cal membru al parlamentului. În capitala Imperiului Roman a fost adus din Egipt un obelisc enorm, un bloc de piatră cu o înălțime de peste 30 m și care cântărea la vreo 330 t.

În acel an, 1586, care era anul 7094 după calendarul vechi noi, românii, după cum ne este obiceiul, ne țineam de petreceri: "S-au împreunat Petru Vodă cu Mihnea Vodă, domnul Muntenescu, leat 7094 (1586), avgust 15"... "Împreunatu-s-au Petru Vodă cu nepotu-său, Mihnea Vodă, domnul Muntenescu, ficiorul lui Alixandru-Vodă, la satu la Bogdănești pre Prut, avgust 15 zile, amândoi cu curte multă și cu gloate mari și s-au ospătat împreună cu mare cinste" (Grigore Ureche) [2], astfel că evenimentul cu obeliscul a trecut pe lângă noi neobservat și nu strică să-l cunoaștem măcar acum.

Obeliscul trebuia ridicat în picioare în fața catedralei Sfântului Petru din Roma. Misiunea a fost încredințată renumitului arhitect Domenico Fontana. 900 de oameni au muncit 5 luni de zile de au pregătit o construcție specială cu scripeți și funii, cu ajutorul căreia urma să se ridice obeliscul. În ziua când colosul de piatră trebuia să fie pus la locul destinat, nimeni din cei prezenți pe piață nu avea dreptul să spună o vorbă. Ca să se înțeleagă că aceasta nu e o glumă, pe piață a fost adus și un călău care, cu mânecele suflecate și cu toporul în mână, aștepta ca cineva să scape vreo vorbă, ca să-i taie capul.

Și chiar n-a vorbit nimeni ? – se poate întreba cineva la auzul acestei întâmplări. Iată că aici și începe partea fizică a povestirii noastre. Trompeta lui Fontana a semnalat începutul acțiunii de ridicare a obeliscului. Un gură-cască de marinar, pre nume Bresca, prezent și el acolo, a observat că o funie slăbise tare, ceea ce însemna că asupra celorlalte funii revenea o forță mai mare. Știind că funia fiind udată se contractă, el a strigat din răspuțeri "Acqua alle corde!" - "Apă la funii!". Amintindu-și deodată de interdicția de a vorbi, el a luat-o de îndată la fugă cât îl țineau picioarele. Cei însărcinați cu menținerea ordinii pe piață s-au și luat după făptaș, dar marinarul având reacția spontană și picioarele sănătoase, n-au izbutit să pună mâna pe dânsul, astfel că gădele a rămas în acea zi fără lucru. Umezind funia slăbită, arhitectul Fontana a evitat nenorocirea.

Marinarul a fost prins mai târziu tocmai în Sicilia. Când a fost adus în fața judecății, tremura ca varga. Dar istoria aceasta a fost să fie cu un sfârșit fericit: în procesul de judecată a intervenit arhitectul Fontana, astfel că Bresca s-a ales nu numai cu viața, ci și cu cadourile alese ca salvator al obeliscului.

Fenomenul fizic cunoscut atât de bine de marinarul Bresca că funiile udate se contractă, după cum mărturisește Cantemir, era folosit pe larg de pietrari la tăierea blocurilor de marmură. Tensiunea enormă exercitată de funia udată asupra marmurei o făcea să se despice după planul format de lațul funiei.

BIBLIOGRAFIE:

1. Cantemir Dimitrie. Istoria ieroglifică. Cartea moldovenească. Chișinău, 1973, p. 182. Istoria ieroglifică. Editura pentru literatură: București, 1965.
2. Ureche Grigore. Letopisetul Țării Moldovei. Hiperion: Chișinău, 1990, p. 114.
3. Шебёк Ференц. Пирамиды, дворцы, панельные дома. Корвин: Будапешт, 1968, p. 124 – 126.

LICURICII

Ion HOLBAN

Articolul este consacrat fenomenului de bioluminescență observat în natură.

În anul 1968 îmi făceam serviciul militar într-o unitate de apărare antiaeriană din regiunea Moscova. Din spusele camarazilor mei, lucrul cel mai greu pentru ostași era paza nemijlocită a rachetelor. Mi-am dat seama de acest lucru abia atunci când eu însumi am ajuns să stau la post. Era într-o noapte de august fără lună. Rachetele stăteau pitulite pe sub copacii enormi de pin ai pădurii seculare în care erau camuflate rampele de lansare. În obligația mea de santinelă intra deplasarea cu arma în mână și cu ochii în patru pe șoseaua îngustă care șerpua de la o rachetă la alta. În întunericul beznă care domnea împrejur ochii, involuntar, se îndreptau frecvent spre cer. Dată fiind înălțimea foarte mare a copacilor, cerul cu stele văzut de pe șoseaua îngustă părea a fi privit dintr-o fântână adâncă, adâncă. Fapt ce îți dădea sentimentul de ființă mică, singuratică și neputincioasă, încât fiori reci îți treceau prin corp. Mai înspăimântători însă decât imensitatea cerului cu stele s-au dovedit a fi licuricii.

Văzuserăm și până atunci licurici, dar în păduri obișnuite și totdeauna eram împreună cu cineva, astfel că aceste vietăți produseseșă asupra mea numai uimire, uimire în fața naturii care a avut fantezia să creeze și viețuitoare producătoare de lumină. “Fantastic o pătrunde: un lampion aprins; / Îi sug lumina dulce și focu-i m-a cuprins.” (Ion Pillat, “Brumărel”). “Pe ei se așează când vine noapte, cutii de mătase, pline de licurici - și lumina lor cernută prin frunze e atât de dulce, încât raza lunii apoi îți rănește ochii.” (Ion Pillat, “Încheiere (Călătorul”). Astfel că lumina licuricilor totdeauna mi-a părut gingașă.

În pădurea din regiunea Moscova lucrurile stăteau cu totul altfel. Era un întuneric-beznă și eram singur. Luminile punctiforme ale licuricilor apăreau pe neașteptate ba aici, ba colo și lăsau impresia unor ochi de inamic care te urmăresc la tot pasul de după copaci. “În buruieni, licuricii sclipesc ca niște punctulițe verzi, ca niște ochi vrăjmași, înfuriați...” (Liviu Rebreanu, “Ofilire”). “Pe subt brazi, pe subt bătrâni, / licuricii-licurici, / creaturile de vară, / își aprind fosforescența / străvezie selenară.” (Lucian Blaga, “Creaturi de vară”). Pe de asupra, liniștea de mormânt a nopții era întreruptă din când în când, pe neașteptate, de sunetul stringent al unor ruperi de crengi uscate (datorate, probabil, veverițelor, iepurilor sau altor vietăți care foiau în noapte prin pădure și mai puțin verosimil unor oameni, de care eram puși să păzim tehnica militară), de-ți părea că ți se frânge șira spinării. Astfel că luminile licuricilor din pădurea seculară de lângă Moscova se asociază celui care le-a văzut cu un sentiment puternic de teamă. De aici și venea lipsa de dorință a ostașilor de a păzi rachetele.

Abia după întâmplarea aceasta mi-am dat seama de unde s-a luat ambivalența reprezentării folclorice a licuricilor între benefic și malefic. Pe de o parte, licuriciul este numit “făclieș”, “fânăraș”, “steluță”, “focul lui Dumnezeu”, “lumină de pădure”, “scânțeaș” care, aidoma Soarelui, cu lumina sa alungă întunericul, spaima, duhurile rele ... “Eu cu degetele mele, / Din luceferi și inele ! / Te-aș fi pus, ca să nu suferi, / Pleoape smulse de la nuferi, / Ochi câte un bob de rouă, / Licurici în lună nouă.” (Tudor Arghezi, “Lingoare”). “Pe ascuns o sărută, dar dragostea lui / O văd licuricii din cale.” (Octavian Goga, “Dimineața”). Pe de altă parte, datorită luminii lui slabe, reci, care se aseamănă mai mult cu lumina aștrilor nocturni, a flăcărilor de pe morminte noaptea, decât cu cea a Soarelui dătător de căldură și de viață, licuriciul este numit “feciorul dracului”, “puiul Satanei”, “ochiul dracului”, “ochiul șarpelui din rai”. În această reprezentare fantezistă licuricii nu sunt altceva decât niște fărâme de Satana, de îngeri răi, iar luminile lor, care apar pe neașteptate, sunt chemate să-i amintească celui care le vede de prezența în preajma lui a duhurilor rele... “Acu-i ziua și toate lucesc ș-acu-i un întuneric de te înfiori, când treci pe sub boltă de brad. Când intră în unele din asemenea întunecimi, s-aprind ici colo luminiți verzui. / - Ce să fie asemenea făclioare ? / - Sunt licurici, Berindei.” (Mihail Sadoveanu, “Evenimente”). “Licuricii în tufișuri îmi nălucesc ca focurile pescarilor de la ostrovul Maki” (Mihail Sadoveanu, “Poveștile de la Bradu Strâmb”). “Mura tremură pe viță, / Ard din aripi

licuricii, / Vin zmeriți către Domniță / Uriașii și piticii: / Săsăilă și Gânganul / Vin călări pe râși de munte,” (Duliu Zamfirescu, “O noapte în pădure”).

Luminătorii pădurilor și potecilor în timpul nopților de vară, licuricii nu sunt decât niște insecte, neobservate ziua și fermecătoare noaptea. “Începuseră a însera. / ... / Licuricii și-aprindeau scânteile de argint.” (Barbu Delavrancea, “Fata moșului”). “În puterea unei nopți de vară, fără lună, numai cu licurici zburând în întuneric, marea se frământă, răsuflă adânc, oftează,” (George Meniuc, “Marea Neagră”). “Livada s-a încins în somn / Din genele-i de stufuri / strâng lacrimi de văpaie : / licurici.” (Lucian Blaga, “Înfrigurare”).

În natură se cunosc circa 200 specii de licurici, răspândite cu precădere prin locurile umede. Licuricii au corp de 10 – 18 mm lungime, de culoare închisă. Masculii au aripi și zboară. “Pe urma lor abia mai zboară / Un roi plâpând de licurici...” (Octavian Goga, “Revedere”). Zborul lor uneori se aseamănă cu o ploaie de foc. Femelele sunt lipsite de aripi, cu lăsarea nopții ele se cațără pe tulpinile plantelor sau pe ramurile copacilor de care se agață cu abdomenul în sus, astfel ca lumina emisă de corpurile lor să fie văzută de masculi. O impresie deosebită produc licuricii din pădurile tropicale, cu multă umezeală. Roiuri întregi, masculii zboară în jurul arborilor. Prinși în hora nupțială, ei săgetează văzduhul ca niște mici scânteii de lumină. În așteptarea aleșilor, femelele prinse de crengile și frunzele copacilor licăresc ca niște stele, care se aprind și se sting toate deodată (de aproximativ trei ori în două secunde), între aprinderi așternându-se un întuneric beznă. “Ca stelele sunt musculițele prin frunze / Și împlu aerul cel cald cu o lumină / Verzue, clară, aromată.” (Mihai Eminescu, “Miradoniz”).

Nu mai puțin spectaculoși sunt și binecunoscuții noștri licuricii de la mare, care se văd noaptea ca niște mărgăritare ce înaintază și se retrag pe nisipul mării odată cu apa valurilor sau se prind de picioarele noastre atunci când ieșim din apă.

În afară de licurici, emană lumină și multe alte organisme vii din cele mai variate specii: insecte, viermi, melci de apă și tereștri, scoici, moluște, pești, caracatițe, calmari, stele de mare, meduze, bacterii etc. În mările sudice, unele bacterii fosforescente se dezvoltă atât de intens încât “vopsesc” marea. Ziua - în culoare roșie, galbenă sau cafenie, culoarea lor naturală, iar noaptea - în culoare albastră. În fiecare noapte, la aceeași oră, dictată de ritmul biologic, “ceasul interior” al bacteriilor pornesc microuzinele lor de produs lumină. Și lumina se aprinde pe întinsul mării, încât lasă impresia unei flăcări uniforme care a cuprins întreg orizontul. “Apele mării ard”, făcând vizibil în întunericul nopții drumul delfinilor, rechinilor, bărcilor... “Deodată-n întuneric o barcă nezarită / Trecu ca visul negru pe-o frunte adormită, / Lăsând o urmă lungă pe-adâncul umed plai.” (Vasile Alecsandri, “Bosforul”). Fenomenul “aprinderii mării” seară de seară poate să țină câteva săptămâni.

Există și organisme care luminează nu cu lumină proprie, ci cu cea a unor bacterii luminescente, care parazitează pe corpul acestora ori s-au prins din întâmplare. Lanternele unor pești luminofori, bunăoară, se datorează bacteriilor ce parazitează pe corpul lor. Se întâmplă ca bacteriile luminescente să se prindă de penele unor păsări, a unor bufnițe ce își au cuibul în scorburile unor arbori bătrâni și putrezi sau pe cele ale unor păsări acvatică, care se așează pe apa mării populate de bacterii luminescente, astfel că aceste păsări zburând în noapte par a fi “păsări de foc”, “la lumina penelor cărora poți vedea noaptea un ac”. Fenomenul generând multe legende și povești fantastice. “Mergând el, a văzut o scorbură de copac și într-însa un cuib de pojăroaică.” (“Povestea cu Măzărache”).

Luminescența este răspândită și printre plante, cum ar fi diverși mușchi, variate ciuperci care trăiesc pe trunchiurile unor copaci aflați în proces de putrefacție, felurite alge ce vegetează pe ape. “Trec luminoase gânganii de noapte prin aer / Și putregaiul umed sticlește-n bolovani.” (Nicolae Labiș, “Obcine”). “Luminescența putregaiului dintr-o pădure, copil fiind m-a pus pe gânduri.” (Nichita Stănescu, “Timpul și lumina”). În pădurile seculare de molid, umede și întunecoase, mușchiul apare în noapte ca o pânză de mătase cu sclipiri verzi-aurii.

Proprietatea obiectelor biologice de a emite lumină se numește bioluminescență. Ea este strâns legată de procesele vitale din organismele biologice. Bioluminescența ține de un fenomen mai general numit luminescență care este o emisie de lumină de unele substanțe (numite luminescente) la temperatura obișnuită. Luminescența se datorează altor procese decât excitărilor termice la mii de

grade ale moleculelor și atomilor, fapt pentru care lumina substanțelor luminescente se numește lumină rece.

Fenomenul de luminescență este cunoscut încă din vechime. Cel mai fastuos el se prezintă în cazul aurorilor polare. “Bolta înstelată de safir translucid, fără hotar și fără fund, își cerne din nemărginire mreaja argintie asupra trunchiurilor smerite, tupilate între grămezi de zăpadă, închegată sub gerul cumplit, cum nu-l cunoaște globul aiurea, în stânci de topaz, peste care erupțiunile silențioase ale aurorii boreale aruncă reflexele mistice ale fulgerelor ei pline de slavă și taină. / Iar în ziua fugară astrul însângerat, ridicat trudnic pentru o clipă peste orizontul de nord, aprinde în scânteierea razelor sale piezișe miliarde de nestemate.” (Constantin Stere, “În preajma revoluției”). “Desfășurând culorile-i spectrale, / S-ar înălța deasupra noastră ca un fald / Dantela aurorii boreale, / De purpură, de aur și smarald.” (George Topârceanu, “Vis alb”). Mai apoi omul s-a întâlnit des cu luminescența diferitelor insecte, lavre... “Sclipesc miimile de stele p-un cer senin și liniștit, / Se iau cu aștrii vii la-n treacăt fosforescenții viermișori,” (Cincinat Pavelescu, “Serenadă”). În întuneric luminează și un cartof tăiat, și un lemn în putrefacție... Flăcările observate de mulți noaptea de asupra mormintelor țin tot de luminescență (fosforescență). “Fosfor cojit de pe vechi oseminte / ne pare lumina din ochii tăi verzi.” (Lucian Blaga, “Pasărea sfântă”).

Fenomenul de luminescență a început să fie studiat în detalii începând cu secolul XIX și astăzi este bine cunoscut. În dependență de excitările exterioare care provoacă fenomenul, luminescența se clasifică în *fotoluminescență*, rezultată în urma absorbției unor cuante de lumină cu lungimea de undă mai mică (Stokes) sau mai mare (anti-Stokes) decât cea emisă; *roentgenoluminescență*, datorată absorbției unor raze Roentgen; *electroluminescență*, condiționată de un câmp electric exterior în care este plasată substanța; *catodoluminescență* și *ionoluminescență*, excitată de iradierea substanței cu un fascicul de electroni rapizi și respectiv cu ioni; *triboluminescență*, determinată de acțiuni mecanice exterioare; *chemiluminescență*, rezultată în urma unor procese chimice.

Durata luminescenței depășește cu mult perioada medie a undelor de lumină (timpul de emisie este mai mare decât frecvența proprie), încât se pierde corelația dintre faza și frecvența luminii absorbite și emise. După durată, luminescența se clasifică în *fluorescență* și *fosforescență*. În cazul fluorescenței, electronul sub acțiunea sursei de energie exterioară trece de pe nivelul inferior, stabil, al atomului pe un nivel excitat, instabil, iar peste un timp de ordinul 10^{-8} s trece spontan în starea sa inițială, emițând simultan o cantă de lumină. În cazul fosforescenței, electronul excitat trece pe un nivel metastabil intermediar, iar după un interval de timp cu mult mai mare de 10^{-8} s, de până la câteva ore, se întoarce la starea sa fundamentală.

Bioluminescența despre care am vorbit mai sus reprezintă un caz particular al chemiluminescenței. Emiterea luminii se datorează proceselor chimice de oxidare a anumitor substanțe din corpul biologic. Bunăoară, licuricii au pe corpul lor niște celule speciale în care se află o substanță care, venind în contact cu oxigenul din atmosferă, începe să lumineze. De la aceste celule pornesc în toate direcțiile o mulțime de tubulețe. Atunci când tubulețele sunt închise, celulele nu primesc oxigen, nu au loc reacții chimice și nu se produce lumină. Dacă tubulețele sunt deschise, aerul pătrunde în ele și produce anumite reacții chimice (cu participarea luciferinei și luciferazei) în urma cărora se produce lumină, “felinarele” licuricilor se aprind. Unele organisme posedă celule luminescente atât de perfecte, încât se comportă ca niște mici lămpi.

Durata de “aprire” a organelor luminoase variază de la sutimi de secundă la secunde și minute. La bacterii și ciuperci bioluminescența are loc încontinuu în prezența umezelii și oxigenului, la animale - intermitent, în timpul excitațiilor, și apar ca scânteii, flash-uri sau pâlپări (până la câteva zeci pe secundă).

În ce culori emit organismele biologice? După cum am spus, “lumina biologică” este rece, ea nu conține radiații infraroșii și ultraviolete, ci numai lungimi de undă de la mijlocul spectrului vizibil. Culoarea luminii emise de obiectele biologice fiind, de obicei, albastră sau verde la speciile marine și galben-verzuie spre roșu la cele terestre. Există și vietăți cu organe luminescente în diferite culori. Se evidențiază în această privință vietățile bioluminescente submarine. Diversitatea culorilor emise de

acestea este surprinzătoare: albastră, verde, galben-roșietică și chiar în culori de curcubeu. Stelele de mare, de exemplu, cu brațele lor numeroase strălucind puternic, par acoperite cu pietre scumpe. Sub acțiunea unor excitații exterioare, chimice, electrice sau mecanice, unele vietăți bioluminescente pot să schimbe culoarea luminii emise.

Culoarea cunoscutilor noștri licurici este verde. “Licuricii cu lampășe / semne verzi dau spre orașe.” (Lucian Blaga, “Trenul morților”). “Și deodată clipiră candelă verzi de licurici în două șiraguri, și văzu pajștea de flori deschisă către un părete de stâncă, între doi mesteceni bătrâni.” (Mihail Sadoveanu, “Dumbrava minunată”).

Radiațiile luminoase emise de diferitele organisme sunt de intensități de la imperceptibile la ușor vizibile (pot atinge $1 - 4 \text{ Watt/cm}^2$ la distanța de 1 cm). “Apropiindu-se de lumina licuriciului cunoscu că se află lângă o scorbura de răchită bătrână.” (Mihail Sadoveanu, “Dumbrava minunată”). La lumina emisă de unele organisme bioluminescente se poate vedea cât e ora. În timpul celui de al doilea război mondial, relata presa timpului, militarii foloseau vietățile luminescente (licurici, răcușori) pentru a se orienta pe hartă. “... năzdrăvani cari adună scânteile din coada licuricilor de fac vâlvătăi în miezul nopții.” (Barbu Delavrancea, “Palatul de cleștar”). Cea mai puternică luminescență se observă la organismele marine, iar dintre viețuitoarele terestre în această privință se evidențiază licuricii. Bineînțeles că lumina licuricilor (a corpurilor bioluminescente) nu poate concura cu lumina Soarelui și chiar a Lunii. Cu lăsarea zorilor fenomenul de bioluminescență practic nu mai poate fi observat. “Licuricii se stinseră.” (Mihail Sadoveanu, “Dumbrava minunată”).

Randamentul procesului de bioluminescență este uluitor de mare (în jur de 98 % din energia chimică potențială este transformată în energie luminoasă). Un bec electric, de exemplu, transformă circa 4 – 6 % din energie în lumină, restul fiind emanat sub formă de căldură. Inventatorii de mașini termice pot doar visa la randamentul celulei bioluminescente. De aceea, a existat totdeauna tentația de a valorifica patentul naturii privind producerea luminii reci ca rezultat al unor reacții chimice. Pentru a atenționa publicul asupra acestei probleme, la Expoziția internațională organizată în 1900, un grup de oameni de știință au luminat continuu un pavilion cu ajutorul unei culturi de bacterii luminescente. Bineînțeles că învățații nu urmăresc scopul de a cultiva organisme vii generatoare de lumină, idee luată în derâdere de neîntrecutul în ale umorului Caragiale care, se vede, era cunoscut cu faptul expus mai sus, ci de punere în acțiune a unor tehnologii care să realizeze la scară industrială procesul de generare a luminii în urma unor reacții chimice obișnuite. “Este absolut indispensabil să întemeiem un institut pentru domesticirea, prăsirea și educația licuricilor – *lampyris resplendens* – având misiunea de a studia un nou sistem de luminare a orașelor regatului cu aceste interesante gângăni fosforescente.” (Ion Luca Caragiale, “Moftangii”).

Bioluminescența este un rezultat al procesului îndelungat de adaptare elaborat în decursul evoluției speciilor, menit să asigure supraviețuirea și perpetuarea speciilor. Există vietăți care utilizează organul luminescent pentru a înspăimânta dușmanul sau a momi prada. Unii pești, de exemplu, utilizează organele luminescente pentru a ademini jertfa care, lăcomindu-se, înghite organul luminescent, devenind astfel victimă “nevinovată”.

Pentru cele mai multe dintre specii, bioluminescența, însă, are valoare de “cod luminos” de căutare și atragere a sexelor. Așa stau lucrurile și în cazul licuricilor. Masculii care săgetează văzduhul în toate direcțiile, transmit cu felinarele lor, rar și pentru o perioadă scurtă, semnale femelelor. De pe tulpinile plantelor și crengile copacilor, femelele care n-au aripi și care se străduiesc să se afle în unul și același loc cât mai mult timp, chiar zile întregi, le răspund cu lampioanele lor care ard timp mai îndelungat și sunt bine văzute în timpul nopții. De fapt licuricii aprind și sting luminile lor după necesități, cu ajutorul “comutatorului” lor biologic, chemându-și partenerii la reproducere. “Singură cu-aureolă / În imperiul de urzici, / Cum te cheamă ? Luciolă ? / Sau te cheamă Licurici ?” (Tudor Arghezi, “Steaua-n iarbă”). “Doi licurici și-aprind sfiala / În adăpostul de otavă.” (Octavian Goga, “Pe înserate”).

Prin semnalele luminoase vietățile, de asemenea, își sincronizează activitățile, se adună în cârduri, cu alte cuvinte, comunică.

Primit la 27.03.2003

FULLERENELE – O NOUĂ FORMĂ ALOTROPICĂ A CARBONULUI

Conf. univ. dr. Petru LOZOVANU
UNIVERSITATEA DE STAT, CHIȘINĂU

1. STRUCTURA ȘI PROPRIETĂȚILE FULLERENELOR

În natură, carbonul este întâlnit mai des în stare solidă sub două forme distincte, grafit și diamant, ale căror proprietăți fizice și chimice sunt mult diferite. Structura diamantului a fost determinată încă în anul 1913 și face parte din sistemul rețelelor cubice cu fețe centrate. Celula unitară conține opt atomi și are latura de 0,35667 nm. Structura diamantului este prezentată în fig. 1, a.

Existența unui număr de patru electroni de valență permite carbonului formarea de legături covalente tetragonale între fiecare atom și patru dintre vecinii săi, plasați în vârfurile unui tetraedru regulat. Structura cristalină astfel obținută poartă numele de structură de tip diamant, ea fiind una din cele două forme de structuri hexagonale compacte.

Electronii de valență ai carbonului permit formarea legăturilor trigonale între un atom și trei dintre vecinii săi. O astfel de legătură duce la formarea unei structuri cristaline hexagonale bidimensionale. Rețeaua cristalină a grafitului se obține prin suprapunerea unor asemenea rețele bidimensionale în care două straturi consecutive sunt deplasate unul față de altul de-a lungul unei legături pe o distanță egală cu lungimea unei legături, deplasarea făcându-se alternativ într-un sens și în sens opus și astfel rezultând o alternanță a straturilor. Celula unitară este reprezentată printr-o rețea hexagonală simplă. O astfel de structură este prezentată în fig. 1, b, dimensiunile celulei unitare fiind de 0,674 nm în înălțime și de 0,245 nm de-a lungul unei laturi a bazei. Distanța dintre straturile care formează structura grafitului egală cu 0,3354 nm este mare în comparație cu distanța dintre doi atomi de carbon din rețeaua hexagonală unidimensională egală cu 0,1421 nm. De aceea se presupune că proprietățile electronice ale rețelei bidimensionale a grafitului constituie o bună aproximare a proprietăților rețelei tridimensionale.

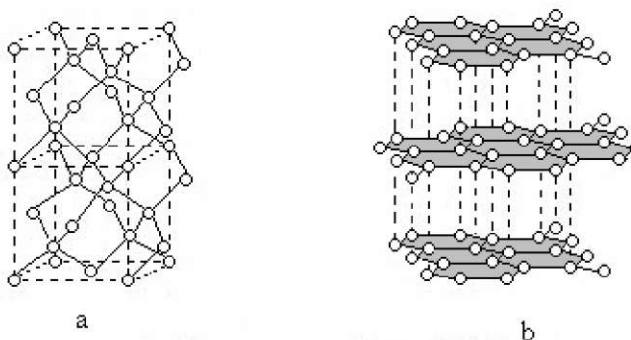


Fig. 1: a – structura diamantului; b – structura grafitului.

Densitățile celor două faze sunt diferite datorită diferențelor mari dintre rețelele cristaline. Astfel, dacă densitatea grafitului este de 2,25-2,30 g/cm³, densitatea diamantului este aproximativ cu 50% mai mare, ea având valoarea de 3,5 g/cm³.

Ultimele descoperiri au demonstrat că aceste structuri caracteristice grafitului și diamantului sunt optime și pentru o altă modificare a carbonului în stare solidă care poartă numele de fullerene și care reprezintă o formă alotropică a carbonului, în care atomii formează molecule cu suprafața închisă.

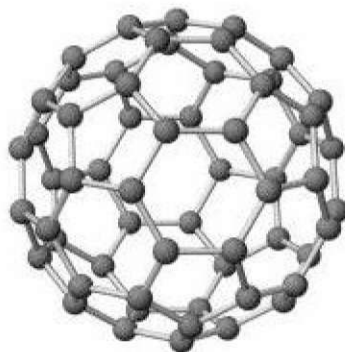


Fig. 2. Molecula de carbon C_{60} .

Printre primele fullerene descoperite a fost molecula de carbon C_{60} ce se deosebește de alte molecule pe care le formează atomii de carbon prin stabilitatea mare și ordinul înalt de simetrie. În fig. 2 este reprezentat clusterul C_{60} care constă din 20 de hexagoane regulate și 12 pentagoane regulate, aranjate în așa mod încât fiecare hexagon se mărginește cu trei hexagoane și cu trei pentagoane, iar fiecare pentagon se mărginește cu cinci hexagoane. Fiecare atom de carbon din molecula C_{60} este situat în vârful a două hexagoane și al unui pentagon și practic nu se deosebește de alți atomi ai moleculei. Distanța dintre atomii de carbon din moleculă este egală cu 0,140 nm. Prin metoda de analiză cu raze X s-a estimat că raza moleculei de C_{60} este aproximativ de 0,357 nm.

Molecula de carbon cu structura asemănătoare cu o minge de fotbal a fost descrisă pentru prima dată într-un articol semnat de Kroto H.W., Heath J. R., O'Brien S. F., Curl R. F. și Smalley R. și publicat în 1985 în revista Nature [1]. Obținerea experimentală a clusterelor de carbon C_{60} de ordin mai înalt este una dintre cele mai strălucite descoperiri din ultimele decenii, pentru care în anul 1996 a fost decernat premiul Nobel [2]

Moleculele de carbon C_{60} în stare condensată, denumită fullerită, reprezintă un cristal molecular. Structura cristalelor moleculare este asemănătoare cu structura gazelor inerte în stare solidă. Moleculele C_{60} formează două structuri, una hexagonală și alta cubică cu fețele centrate, aceasta din urmă fiind predominantă. Densitatea monocristalelor este de 1,7 g/cm³. În cristalele de tip cubic cu fețele centrate distanța dintre vecinii de ordinul I este egală cu 1,003 nm, iar constanta rețelei este de 1,4198 nm. Structura fulleritei este determinată de condițiile de creștere a cristalului. Comprimitarea moleculelor C_{60} în stare solidă până la presiunea de $5 \cdot 10^4$ atm la temperaturi de 600 - 700 K duce la formarea structurii cubice cu fețele centrate și parametrul rețelei $a_0 = 1,36$ nm, iar comprimarea la temperaturi de 800 - 1000 K are ca rezultat formarea structurii rombice, caracterizată de parametrii rețelei hexagonale $a_0 = 0,922$ nm și $c_0 = 2,46$ nm.

La temperaturi $T > 260$ K moleculele de carbon C_{60} formează o rețea cu fețe centrate, în care moleculele se rotesc liber păstrându-și forma sferică. La temperaturi mai joase de 260 K viteza de rotație a moleculelor devine mai mică și structura rețelei trece la forma cubică simplă cu patru molecule în celula elementară. În aceste condiții carbonul C_{60} are proprietăți de dielectric. La temperaturi $T < 90$ K mișcarea moleculelor încetează complet.

Având în vedere faptul că fullerenele sunt formate din aceleași hexagoane ca și grafitul, iar cele mai eficiente metode de obținere a fullerenelor sunt bazate pe descompunerea termică a grafitului, modelele teoretice existente pornesc de la presupunerea că fullerenele sunt formate din hexagoane evaporate din grafit. La încălzirea grafitului legăturile dintre diferite straturi se rup și în procesul evaporării aceste straturi se împart în fragmente separate. Fragmentele reprezintă variate combinații din hexagoane, care se pot uni și forma molecule. În stare gazoasă clusterii de carbon se mișcă datorită energiei termice, ciocnindu-se între ei și cu

atomii gazului de amortizare.

S-a constatat că pentru obținerea fulleranelor este necesară menținerea în procesul tehnologic a unei anumite presiuni a gazului de amortizare în incinta de lucru. Rolul gazului de amortizare se reduce la răcirea fragmentelor de grafit și evacuarea energiei care se degajă la unirea segmentelor. La unele presiuni ale gazului compunerea segmentelor devine imposibilă.

Folosind heliul în calitate de gaz de amortizare, fullerenele C_{60} se pot obține prin descompunerea grafitului în arc voltaic. În cazul sintezei fulleranelor C_{60} prin metoda descompunerii grafitului cu ajutorul laserului cantitatea maximă de fullerene se obține atunci când în calitate de gaz de amortizare este folosit argonul.

Un interes deosebit, atât sub aspect de cercetare cât și aplicativ, prezintă procesul de sinteză a fulleranelor însoțit de introducerea în interiorul moleculei prin diferite metode a atomilor de metale. Aceste fullerene se numesc metalofullerene. În tehnologiile de obținere a metalofulleranelor se utilizează descompunerea în arc voltaic a electrozilor îmbibați cu atomii metalelor respective sau cu ale sărurilor lor, în prezența gazului de amortizare.

Creșterea straturilor subțiri de fullerene în stare amorfă și cristalină pe diferite suporturi constituie o problemă dificilă. Soluționarea acesteia ar permite utilizarea straturilor subțiri de fullerene C_{60} în diferite domenii și, în special, la confecționarea diferitelor dispozitive electronice.

Condițiile fizico-tehnologice optime de creștere a straturilor subțiri de fullerene C_{60} sunt caracterizate de presiunea mică a vaporilor suprasaturați și de viteză relativ mare de condensare. În metodele de sublimare în sisteme deschise condensarea are loc din fluxul de molecule cu valoarea mare a presiunii vaporilor suprasaturați. În prezent, în tehnologia de obținere a straturilor subțiri cristaline de fullerene C_{60} se utilizează metoda sublimării termice în vid.

Un șir de proprietăți neobișnuite apar la compușii pe care îi formează moleculele de C_{60} cu diferite metale. Este observată corelația dintre parametrul rețelei compușilor fulleranelor cu metale alcaline și temperatura critică de supraconductibilitate. La creșterea parametrului rețelei crește liniar și temperatura critică a compușilor.

Cercetările experimentale ale proprietăților mecanice ale fulleranelor au confirmat speranțele referitor la elaborarea unui lubrifianț în stare solidă de mare eficacitate. Conform rezultatelor obținute, suprafețele pe care au fost depuse straturi subțiri de fullerene au coeficientul de frecare foarte mic.

Într-o serie de experiențe cu probe de oțel și de bronz au fost studiate proprietățile fulleranelor C_{60} acestea fiind introduse în calitate de adăug în uleiurile tehnice. După un timp îndelungat de utilizare a fost studiat gradul de uzură al probelor prin metoda cântăririi cu precizie. S-a constatat că la adăugarea unei cantități mici de fullerene C_{60} sub formă de praf gradul de uzură al probelor se micșorează cu 20-30%. Pentru a pune în evidență proprietățile mecanice ale fulleranelor în stare solidă au fost depuse straturi de fullerene C_{60} pe diferite probe și s-a constatat că gradul de uzură se reduce de 3 ori.

În dependență de temperatură, cristalele și straturile subțiri de fullerene au proprietăți de dielectric sau de semiconductor cu lățimea benzii interzise de 1,2 – 1,9 eV, iar în anumite condiții manifestă fotoconductibilitate. La doparea cu atomi ai metalelor alcaline, ele au conductibilitate metalică și trec în starea de supraconductibilitate la temperaturi critice relativ înalte (18 – 33 K).

Rezultatele studierii caracteristicilor electrice ale eșantioanelor policristaline de C_{60} demonstrează că rezistivitatea acestora variază monoton cu temperatura, iar lățimea benzii interzise variază în dependență de temperatura eșantionului și presiunea aplicată.

Un alt parametru ce caracterizează materialele semiconductoare este timpul de relaxare al purtătorilor de sarcină. Rezultatele experimentale arată că timpul de relaxare al purtătorilor în straturi subțiri de fullerene C_{60} are formă neexponențială, cu constanta de timp $\tau \sim 5 \cdot 10^{-8}$ s.

Faptul că timpul de relaxare nu depinde de temperatură în intervalul 150 – 400 K este o dovadă a existenței mecanismului de recombinare legat de trecerea electronilor între stările localizate prin efectul tunel.

Una din principalele surse de informație despre structura fullerenelor C_{60} o constituie spectrele de absorbție în domeniile ultraviolet, vizibil și infraroșu. Puținele linii de absorbție în infraroșu sunt o dovadă a gradului înalt de simetrie al moleculelor de fullerene C_{60} . În spectru se disting patru linii intense de absorbție, ale căror centre corespund energiilor de 1429, 1183, 577 și 528 cm^{-1} , iar lățimea variază în intervalul 3 – 10 cm^{-1} [3].

La iluminarea cu radiație în domeniul vizibil, în straturile subțiri de C_{60} obținute din polivinilcarbazol și soluție saturată de toluen apare efectul de fotoconductibilitate. Din cercetările efectuate rezultă că acest material are cele mai bune caracteristici de fotoconductibilitate dintre materialele organice. Efectul de neliniaritate a transparenței soluțiilor care conțin fullerene sau compuși ai fullerenelor permite utilizarea lor în calitate de limitator de radiație laser și obturator optic. Intensitatea limită a obturatoarelor optice pe bază de soluții de fullerene este mult mai joasă decât a materialelor tradiționale.

2. SINTEZA MOLECULELOR DE FULLERENE PRIN METODA DESCOMPUNERII GRAFITULUI ÎN ARC VOLTAIC

Odată cu descoperirea moleculelor de carbon C_{60} una din problemele principale, actuală și în prezent, a devenit tehnologia de preparare a acestora. Sunt cunoscute mai multe metode prin care se obțin clusteri de carbon la descompunerea diferitelor substanțe. În cele mai multe cazuri, sinteza moleculelor de carbon C_{60} se realizează prin vaporizarea în gaz inert a electrozilor de grafit încălziți în curent de mare intensitate la tensiuni mici și presiuni joase. În funcție de condițiile de sinteză, concentrația moleculelor de carbon C_{60} în funinginea obținută variază în limite largi și în condiții optime poate atinge până la 15% din masa totală de funingine.

Moleculele de fullerene C_{60} se obțin mai eficient prin metoda de descompunere în arc voltaic a electrozilor de grafit pur din punct de vedere spectral în atmosferă de heliu. Pentru a stabili condițiile tehnologice optime și a prepara fullerene C_{60} în cantități suficiente pentru studierea proprietăților lor a fost proiectată și realizată o instalație, a cărei schemă este reprezentată în fig. 3.

Incinta de lucru 21 reprezintă o cameră cu vid de formă cilindrică, confecționată din oțel inoxidabil cu pereți dubli, între care circulă lichidul de răcire 13. În incintă sunt plasați electrozii de grafit 10 și 11. Electrocul 11 sub forma de disc este confecționat din grafit pur din punct de vedere spectral și este montat în colectorul de funingine 12, care este fixat pe peretele din spate al incintei de lucru, el fiind în contact termic cu peretele. Pe capacul 1 care închide ermetic incinta este montat dispozitivul mecanic de dirijare 3 cu electrocul mobil 10. Acest electrocul este confecționat din bare de grafit de tip C-S-5 cu diametrul de 6 mm și lungimea de 140 mm. În timpul arderii electrozilor în arc voltaic dispozitivul mecanic de dirijare, prin intermediul barei cu filet 5, deplasează dispozitivul de fixare a electrocului 8 menținând distanța stabilită dintre electrozi.

Directoarea 9 prevăzută cu un canal care comunică cu lichidul de răcire servește pentru răcirea electrocului. Contactul electric dintre electrocul de grafit și bara directoare se face prin intermediul contactului mobil al dispozitivului 8. Alimentarea arcului electric se efectuează cu ajutorul transformatorului de coborâre 7 și redresorului 6 care, la tensiuni de 15÷25 V, asigură un curent cu intensitatea cuprinsă în limitele 50÷150 A. Pentru a evita încălzirea firelor conductoare, contactul electric cu electrozii se face prin intermediul pereților și al capacului incintei. Scurtcircuitul este evitat de garnitura dintre incintă și capac, confecționată din cauciuc cu grosimea de 10 mm.

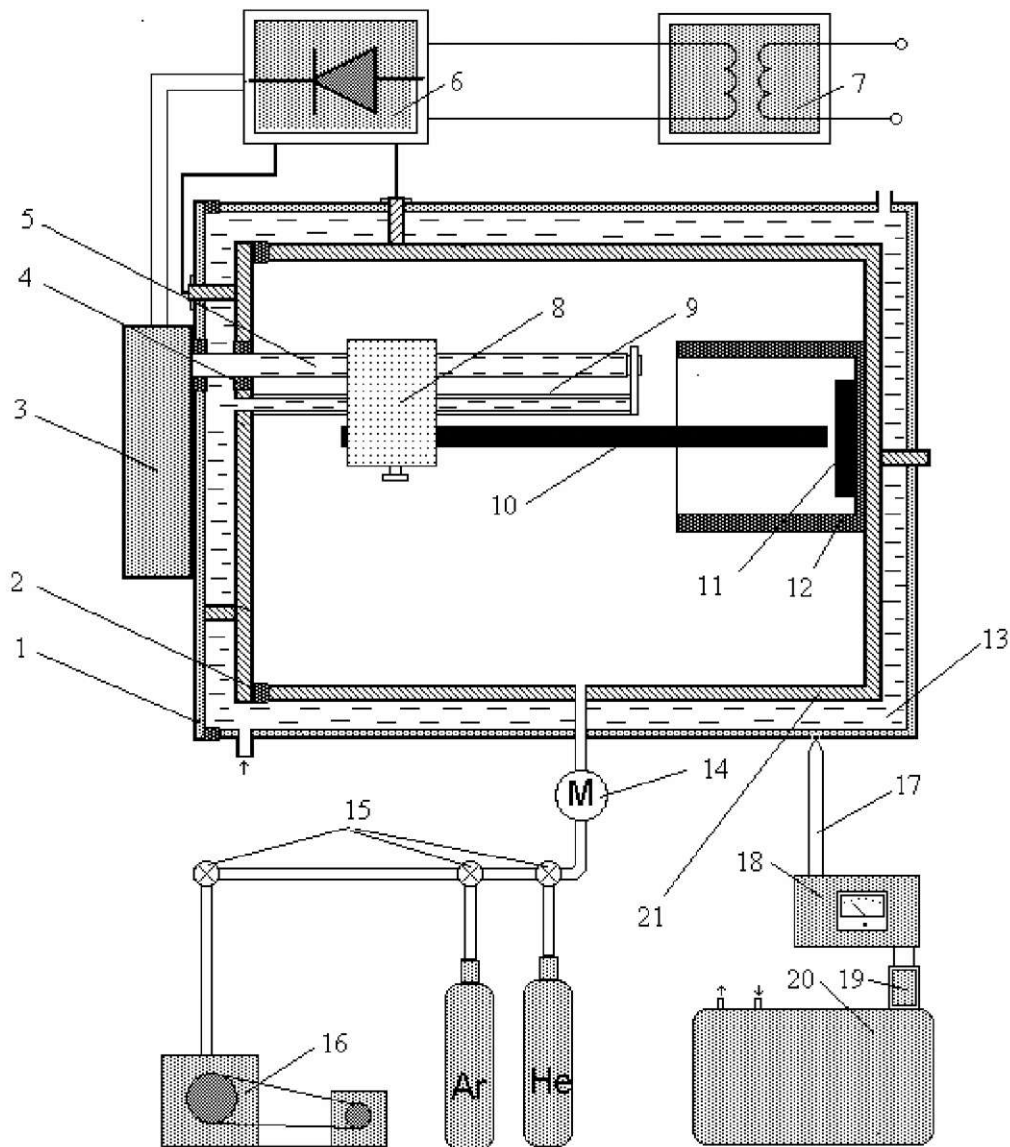


Fig. 3. Schema instalației pentru sinteza fullerenei:

1 – capacul incintei de lucru; 2 – garnitură; 3 – dispozitiv mecanic de dirijare a electrodului de grafit; 4 – garnitură; 5 – bară cu filet; 6 – redresor; 7 – transformator de coborâre; 8 – dispozitiv de fixare a electrodului de grafit; 9 – directoare; 10, 11 – electrozi de grafit; 12 – colector de fullerene; 13 – lichid de răcire; 14 – manometru; 15 – robinete; 16 – instalație de vid; 17 – termocuplu; 18 – termoreglator; 19 – pompă de apă; 20 – rezervor cu lichid de răcire; 21 – incinta de lucru.

Sistemul de răcire al instalației constă dintr-un rezervor 20 confecționat din oțel inoxidabil cu capacitatea de 200 l înzestrat cu o pompă de apă 19. În calitate de lichid de răcire se utilizează apa distilată. Temperatura lichidului de răcire este controlată cu ajutorul unui termocuplu de platină-platinoradiu 17 conectat la dispozitivul de termostatare 18 care dirijează pompa de apă.

Pentru evacuarea aerului din incinta de lucru se utilizează instalația de vid 16 (VUP – 4) cu ajutorul căreia în incintă se creează presiunea de $10^{-3} \div 10^{-4}$ Torr. Alimentarea instalației cu gaz inert se realizează printr-o rețea de conducte executate din oțel inoxidabil la care sunt conectate, prin intermediul robinetelor 15, buteliile cu Ar și He. Presiunea gazului de amortizare în incinta de lucru este controlată cu ajutorul manometrului 14 în limitele $1 \div 760$ Torr.

Ciclul de sinteză a substanței primare, funinginea, care conține carbonul C_{60} în stare moleculară, are loc în felul următor. Inițial, din incinta de lucru este evacuat aerul până la presiunea de 10^{-3} Torr, apoi se face degazarea electrozilor. Cu ajutorul dispozitivului de deplasare 3 electrozii se aduc în contact și se aprinde arcul voltaic pentru un timp de 2÷3 minute, necesar pentru ca electrodul 10 să se încălzească până la temperatura de lucru. În continuare, incinta de lucru se videază până la presiunea de 10^{-3} Torr și apoi se umple cu gazul de amortizare, Ar sau He, până la presiunea de lucru. La sinteza moleculelor de carbon C_{60} presiunea gazului poate varia de la 50 Torr la 150 Torr.

După aprinderea arcului voltaic, se stabilește intensitatea curentului în arc în dependență de distanța menținută dintre electrozi. În timpul cât arcul voltaic este aprins, temperatura pereților incintei de lucru se menține în limitele $30 \pm 2^\circ\text{C}$ cu ajutorul sistemului de răcire.

În funcție de tensiunea aplicată, curentul stabilit și viteza de deplasare, descompunerea electrodului de grafit 10 poate fi realizată într-un interval de timp de 20 min până la 60 min. Viteza maximă de ardere a electrodului atinge $\sim 5 \cdot 10^{-5}$ m/s. La arderea în arc voltaic în condiții optime, electrodul de grafit 11 practic nu se descompune întrucât pe suprafața lui, în punctul de contact cu electrodul 10, se acumulează un precipitat care conține nanotuburi. S-a stabilit că masa precipitatului depinde în mare măsură de viteza de deplasare a electrodului 10 și de curentul în arcul voltaic. În dependență de parametrii arderii, masa precipitatului constituie de la 8 % până la 90 % din masa electrodului.

După descompunerea electrodului 10, circuitul de răcire se întrerupe și incinta se încălzește până la temperatura de 60°C și se menține la această temperatură timp de 10÷20 min, păstrând în continuare presiunea gazului de amortizare. După ce ea se răcește până la temperatura camerei, incinta de lucru se deschide și se colectează funinginea depusă pe colectorul 12 de pe pereții ei. Prin metode chimice și de sublimare termică din funinginea obținută se extrag moleculele de fullerene C_{60} și de ordin superior.

BIBLIOGRAFIE:

1. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.F., Curl R.F. and Smalley R.// C_{60} Buckminsterfullerene. // Nature. – 1985. – T. 318. - P. 162-163.
2. Р. Е. Смолли. Открытия фуллеренов. // Успехи Физических Наук. - 1998. -Т. 168. - № 3. - С. 324-330.
3. Lozovanu P., Lasser G., Stamati M., Caraman M., // Carbon vibration modes in C_{60} fullerenes. J. Optoelectr. and Advanced Materials, v. 4, 2002, p. 151-154.

DIFRAȚIA RADIAȚIEI X PE REȚEAUA CRISTALINĂ

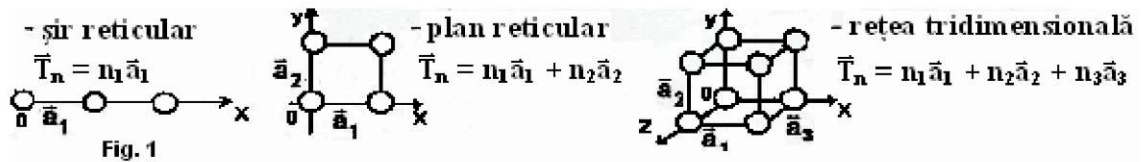
Prof. drd. Viorica CHIOREAN
BAIA MARE, ROMÂNIA

Difracția este fenomenul de pătrundere a radiației electromagnetice în spatele obstacolelor sau abaterea de la propagarea rectilinie a radiației.

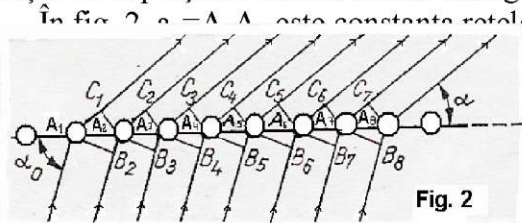
Rețeaua cristalină se caracterizează prin faptul că distanța dintre doi atomi vecini, similară cu o fantă, este comparabilă cu lungimea de undă a radiației X $\lambda_0 = (1/6000)\lambda_{\text{galben}}$ ceea ce face posibil fenomenul de difracție a radiației X pe cristale.

Experiențe cu difracția radiației X pe cristale au fost efectuate în 1912 de către Max von Laue, Knipping, Friedrich, Bragg și fiul său.

Aranjarea reticulară în starea cristalină se realizează sub formă de :



a) **Difracția radiației X pe un șir reticular de atomi cu constanta a_1 .** Un fascicul paralel de raze X cade pe șirul reticular sub unghiul α_0 și este difractat sub unghiul α . Radiația X împrăștiată de către atomii șirului reticular interferează și rezultă maxime și minime de interferență. Maximele de interferență se formează în direcția în care diferența de drum a radiației X împrăștiată este un număr întreg de lungimi de undă $\delta = n\lambda$.



În fig. 2 $a = A_1A_2$ este constanta rețelei, diferența de drum $\delta = A_1C_1 - A_2B_2$;

$$\cos \alpha_0 = \frac{A_2B_2}{a_1} \text{ și deci } A_2B_2 = a_1 \cos \alpha_0;$$

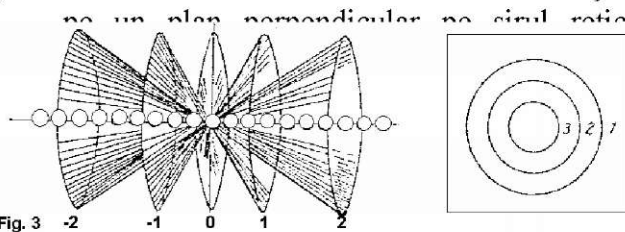
$$\cos \alpha = \frac{A_1C_1}{a_1}, \text{ de unde } A_1C_1 = a_1 \cos \alpha.$$

Pentru diferența de drum obținem $\delta = a_1$

$$\cos \alpha - a_1 \cos \alpha_0$$

sau $\delta = a_1(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = n\lambda$ care este condiția de difracție Bragg.

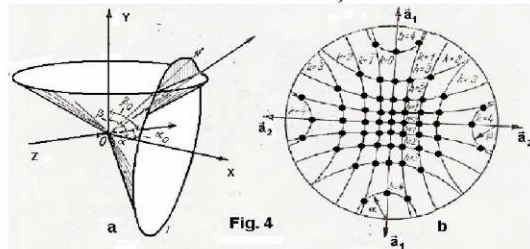
Condiția de difracție Bragg este îndeplinită pentru toate razele împrăștiate după generatoarele conurilor care au ca axă comună șirul reticular de atomi:



pe un plan paralel cu șirul reticular figurile de interferență sunt hiperbole echilaterale.

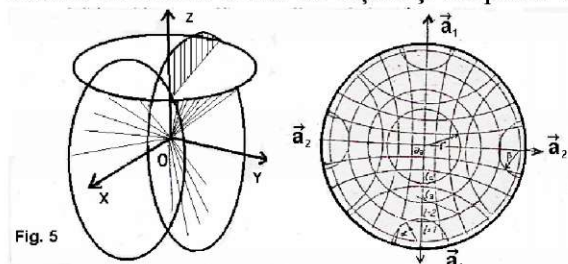
reticular cu constantele a_1 și a_2 .

Maximele de difracție se deformează pe cele două direcții Ox și Oy dacă sunt îndeplinite $-\cos \alpha_0) = h\lambda$; $\delta_2 = a_2(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = k\lambda$.



Figurile de interferență se obțin la intersecțiile celor două sisteme de conuri. Maximele de interferență sunt punctele ce rezultă din intersecția hiperbolelor echilaterale corespondente celor două direcții.

c) **Difracția razelor X pe o rețea tridimensională cu constantele a_1, a_2, a_3 ,** care reprezintă distanțele la care sunt așezați atomii după cele trei direcții x, y, z . Aplicarea teoriei dezvoltate pentru șirul reticular și planul reticular nu poate fi făcută experimental deoarece în natură nu există astfel de rețele și nu pot fi realizate artificial.



in maxime de interferență la intersecția celor trei axe Ox, Oy, Oz . Pe o placă fotografică dispusă în jurul sistemului de hiperbole se mai obține un sistem de cercuri liniile formează figura de interferență cu maximele

Razele difractate se întâlnesc prin respectarea simultană a trei condiții numite și ecuațiile lui Laue:

$$a_1(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = h\lambda$$

$$a_2(\cos \beta - \cos \beta_0) = k\lambda$$

$$a_3(\cos \gamma - \cos \gamma_0) = l\lambda$$

Aici h, k, l sunt indicii Miller.

Teoria interferenței razelor X a fost elaborată de Max von Laue care a stabilit prin calcul locul petelor (punctelor) de interferență pe o röntgenogramă. Relația lui Bragg $2d\sin\theta = n\lambda$ permite să se considere cristalul nu ca un sistem de atomi, ci ca un sistem de plane atomice pe care se realizează reflexia razelor X .

Relația lui Bragg pentru diferite sisteme cristalografice

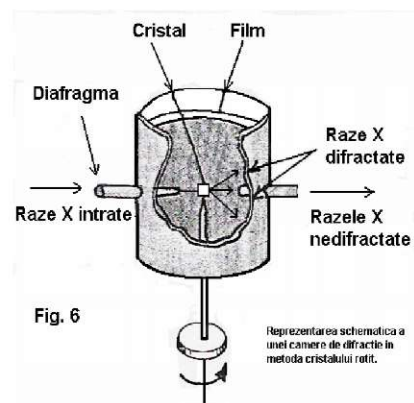
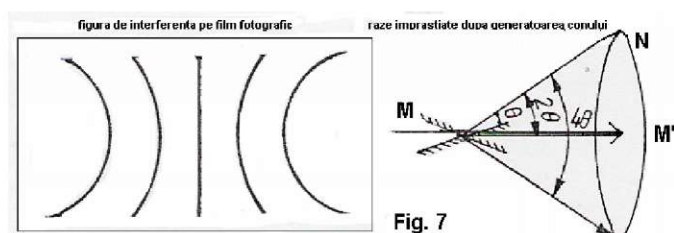
$\sin^2 \theta = n\lambda/2d$ - sistem cubic; ($a_1 = a_2 = a_3$) - sistem tetragonal; ($a_1 = a_2 \neq a_3$) - sistem rhombic

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2}(h^2 + k^2 + l^2); \quad \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4}\left(\frac{h^2 + k^2}{a_1^2} + \frac{l^2}{a_3^2}\right); \quad \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4}\left(\frac{h^2}{a_1^2} + \frac{k^2}{a_2^2} + \frac{l^2}{a_3^2}\right).$$

Difracția ca metodă de studiu a rețelei cristaline, se aplică în:

a) metoda cristalului fix (Laue); b) metoda cristalului rotit; c) metoda pulberilor.

Röntgenograma unei probe cristaline se obține astfel. Proba are de obicei forma unui cilindru cu diametrul de 1 mm. Filmul se așează în lungul peretelui interior al casei, iar proba este în centrul casei.



Figurile de interferență sunt conuri coaxiale cu centrul în proba, iar intersecția conurilor cu pelicula determină formarea liniilor de interferență; fiecare linie de interferență este rezultatul reflexiei de la un sistem de plane atomice paralele situate la distanța d . La sistemul cubic $d = a/\sqrt{a}$; $a = n\lambda/\sqrt{2}\sin\theta$.

BIBLIOGRAFIE:

1. G. Mastacan, Al. Ciocănel. Studiul cristalelor cu raze X, 1962, Editura Tehnică.
2. I. I. Nicolaescu. Introducere în fizica corpului solid, 1997, Editura Cultura, Pitești.
3. Vasile Z. Iușan, Iuliu I. Pop. Fizică, Editura didactică și pedagogică, 1983, București.

EXPRESIA GENERALĂ A INTENSITĂȚII INTEGRALE

Prof. drd. Viorica Chiorean și prof. Erika Balogh
GRUPUL ȘCOLAR "C. D. NENIȚESCU", BAIA MARE

În cazul interacției radiației X cu substanța se poate determina coeficientul integral de reflexie și expresia generală a intensității integrale.

Pentru pulberi cristaline (cristale mozaic, nu ideale!) de mărime $10^{-6} - 10^{-5}$ m se definește expresia generală a intensității maximelor de interferență, rezultate din interacțiunea radiației X cu substanța, sub forma:

$$I_{hkl} = K \cdot L(\theta) \cdot J_{hkl} \cdot A(\mu) \cdot W \cdot |f \cdot F|^2$$

unde K este un coeficient care unește toate mărimile constante ce se referă la o linie de interferență; $L(\theta) = \frac{1}{\sin^2 \theta \cos \theta}$ este factorul Lorentz care dă dependența I_{hkl} de unghiul θ și

caracterizează absența condițiilor ideale de interferență Laue; J_{hkl} este factorul de repetare ce ține seama de numărul planelor echivalente care participă la reflexia pe o anumită direcție; $A(\mu)$ – factorul de absorbție care ține cont de absorbția razelor primare și reflectate de către

probă, $A(\mu)$ crește dacă θ crește; $W = \frac{i_m}{i_0} = e^{-B \left(\frac{\sin \theta}{\lambda} \right)^2}$ este factorul termic care arată de câte ori

se micșorează intensitatea liniei de interferență datorită oscilației termice a atomilor rețelei

față de starea neoscilantă; $F_{hkl} = \sum_{j=1}^{q_l} f_j e^{2\pi i(hu_j + kv_j + lw_j)}$ este factorul de structură care arată de

câte ori intensitatea razelor reflectate de un plan atomic oarecare al cristalului cu rețea complexă este mai mare sau mai mică decât intensitatea razelor reflectate de același plan al

unei rețele simple; $f^2 = \frac{i_a}{i_e}$ este factorul atomic (amplitudinea de structură).

Împrăștierea radiației X este datorată interacției radiației cu atomii pe care cade fasciculul de radiație. Pot fi două feluri de împrăștiere:

- împrăștiere fără schimbarea lungimii de undă λ a radiației incidente;
- împrăștiere cu schimbarea λ prin efectul Compton.

Împrăștierea fără schimbare de lungime de undă este datorată interacției radiației incidente cu electronii pe care câmpul electric alternativ $E = E_0 \sin \omega t$ ce corespunde radiației incidente îi pune în mișcare oscilatorie, electronii devenind astfel emițători de energie radiantă de aceeași frecvență cu cea a oscilațiilor lor, deci cu cea a radiației incidente. Randamentul împrăștierii radiației X pe atom pentru o direcție dată se măsoară prin factorul de difuzie f .

Intensitatea împrăștiată de întregul atom:

$$I_a = I_e f^2,$$

unde I_e este intensitatea împrăștiată de un electron; $f = \frac{A_a}{A_e}$, A_a – amplitudinea undei

împrăștiată de întregul atom; A_e – amplitudinea undei împrăștiată de un electron, $A_a = f A_e$.

Se arată că

$$f = \int_0^\infty U(r) \sin\left(\frac{4\pi r \sin \theta}{\lambda}\right) \bigg/ \frac{4\pi r \sin \theta}{\lambda} dr ;$$

Valoarea maximă $f = \int_0^\infty U(r) dr$ corespunde pentru $\frac{\sin \theta}{\lambda} = 0$, adică $\theta = 0$. $U(r)$ reprezintă probabilitatea de a găsi un electron între sferele de rază r și $r + dr$ față de centrul atomului;

$\frac{4\pi r \sin \theta}{\lambda}$ exprimă diferența de fază datorată electronilor din atom ce se află la distanța r față de centrul atomului pentru $\theta=0$; $\frac{\sin \theta}{\lambda} = 0$; $f \sim Z$ (numărul de electroni din interiorul atomului).

Valoarea amplitudinii atomice (valoarea radiației difuzate) se determină cu distribuția electronilor în atom. Densitățile electronice au fost calculate teoretic pentru mai multe elemente. Exemplu: curba distribuției densității electronice pentru ionii potasiului și clorului.

Aria $\int_0^\infty U(r)dr$ de sub această curbă este egală cu numărul electronilor atomului. Fiecare parte a norului electronic ce înconjoară nucleul împrăștie razele X proporțional cu densitatea sa. Calculul factorului atomic al radiației împrăștiate de toți electronii atomului conduce la ecuația

$$f = \int_0^\infty \frac{\sin \theta}{\theta} U(r)dr \Rightarrow \int_0^\infty U(r)dr = Z \quad \text{pentru} \quad \frac{\sin \phi}{\phi} = 1.$$

Factorul de repetare (J_{hkl})

Intensitatea integrală se definește și prin factorul de repetare. Acesta ține seama de numărul planelor echivalente care participă la reflexia pe o anumită direcție.

Factorul de repetare depinde de valoarea indicilor Miller ai planelor, sistemul de care aparține cristalul studiat (cubic, tetragonal, rombic) și metoda de studiu.

Ca exemplu, factorul de repetare pentru sistemul cubic și tetragonal este:

	Sistem cubic						Sistem tetragonal						
Planele	(100)	(111)	(110)	(hk0)	(hhl)	(hkl)	(100)	(001)	(110)	(hk0)	(h0l)	(hhl)	(hkl)
J_{hkl}	6	8	12	24	24	48	4	2	4	8	8	8	16

Factorul de structură (f_{hkl})

Există rețele complexe care sunt determinate dacă se indică toate coordonatele atomilor care se referă la o celulă elementară. Pentru a cunoaște care dintre planele unei rețele complexe participă la reflexie trebuie calculată amplitudinea rezultantă a rețelei. Pentru aceasta se compun geometric amplitudinile tuturor rețelelor simple din care este formată rețeaua dată:

$$\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3 + \dots + \vec{A}_n \text{ sau } A = A_1 e^{i\varphi_1} + A_2 e^{i\varphi_2} + \dots + A_n e^{i\varphi_n},$$

unde $\varphi = 2\pi(hu + kv + lw)$. Dacă rețeaua complexă este formată din q rețele simple, atunci amplitudinea de structură F_{hkl} se scrie:

$$F_{hkl} = \sum_{j=1}^q A_j e^{2\pi i(hu_j + kv_j + lw_j)} \quad F_{hkl} = \sum_{j=1}^q f_j e^{2\pi i(hu_j + kv_j + lw_j)}$$

Factorul de structură F_{hkl}^2 este numărul care arată de câte ori intensitatea razelor reflectate de un plan atomic oarecare al cristalului cu rețea complexă este mai mare sau mai mică decât intensitatea razelor reflectate de același plan atomic al unei rețele simple.

De exemplu, pentru o rețea cubică simplă cu un singur atom pe celula elementară [[000]] factorul de structură este $F_{hkl} = f e^{2\pi i(h \cdot 0 + k \cdot 0 + l \cdot 0)} = f e^0 = f \cdot 1$.

Factorul de polarizare (p)

Radiația X monocromatică este nepolarizată. Procesul de difuzie a radiației X conduce la fascicule difractate parțial polarizate, gradul de polarizare depinde de unghiul de difuzie.

Aceasta înseamnă că intensitatea radiației difuzate de un electron variază cu unghiul de difuzie. Factorul de polarizare este:

$$P = \frac{1 + \cos^2 2\theta}{2}$$

Factorul Lorentz ($L(\theta)$)

Este factorul care în formula intensității liniei caracterizează absența condițiilor ideale de interferență Laue. La interferența radiațiilor monocromatice în cristale rotitoare, intensitatea integrală este proporțională cu $1/\sin^2 \theta$, care se numește factor Lorentz.

În roentgenografia pulberilor factorul Lorentz este:

$$L(\theta) = \frac{1 + \cos^2(2\theta)}{\sin^2 \theta \cos \theta}$$

De obicei, pentru factorul Lorentz și factorul de polarizare se construiește curba comună în funcție de unghiul de reflexie și de aici se determină valorile lor. Astfel factorul Lorentz dă schimbarea intensității integrale în funcție de unghiul θ .

Mai este necesar să se țină cont și de faptul că intensitatea integrală este proporțională cu λ_3 și pentru micșorarea expunerii la studiul structurii substanțelor policristaline este nevoie să fie folosită o radiație mai moale.

Factorul termic (\tilde{W})

Agitația termică are tendința de a perturba legătura stabilă dintre particule. Distrugerea acesteia nu este posibilă decât atunci când energia termică medie depășește energia de legătură. Acest lucru se poate realiza dacă ridicăm temperatura suficient de mult pentru a distruge ordinea la distanță. Mărimea

$$\tilde{W} = \frac{I_m}{I_0} = e^{-B \left(\frac{\sin \theta}{\lambda} \right)^2} = e^{-\frac{8\pi}{3} \langle u \rangle \left(\frac{\sin \theta}{\lambda} \right)^2}$$

se numește factor termic. Aici $\langle u \rangle$ este deplasarea medie pătratică a atomilor de la centrul lor de oscilație în direcție perpendiculară pe planul de reflexie. Din relația de definiție se vede că mișcarea termică nu modifică poziția liniilor de interferență, numai intensitatea lor, și anume le slăbește cu atât mai mult cu cât este mai mare raportul $\frac{\sin \theta}{\lambda}$, adică cu cât este mai mare

distanța interplanară sau ceea ce este același lucru cu cât sunt mai mari indicii Miller ai planului și temperatura absolută a corpului. Deplasarea atomilor din poziția ideală poate apărea și sub influența altor factori în afară de oscilația termică (de exemplu, deformări plastice).

Studiul factorului termic dă informații asupra forțelor de legătură interatomice. În corpurile cu temperaturi de topire ridicate și cu legături puternice, factorul termic este mic, iar în cristalele organice factorul termic prezintă o influență puternică asupra intensității de reflexie.

Factorul de absorbție ($a(\mu)$)

Cristalele reale sunt cristale cu defecte, de aceea procesul de difracție este însoțit de absorbție. Factorul de absorbție este o mărime care ține cont de absorbția razelor primare incidente și a celor reflectate de probă și intră în expresia pentru intensitatea integrală.

Factorul de absorbție depinde de mărimea coeficientului de absorbție μ al substanței studiate, de forma probei, de unghiul θ și de lungimea drumului r de trecere prin probă. Valoarea factorului de absorbție se dă în tabele sau în grafice.

Se constată experimental că factorul de absorbție crește cu creșterea unghiului θ , iar factorul termic (W) și factorul atomic (f^2) scad odată cu creșterea unghiului θ .

În studiul figurilor de difracție este necesar să se aibă în vedere faptul că liniile nu sunt infinit de subțiri, deoarece θ nu are o valoare matematică exactă și este cuprins în intervalul $\theta \pm \Delta\theta$.

În concluzie, ținând cont de toți factorii care determină intensitatea integrală se poate scrie:

$$I_{hkl} = K \cdot L(\theta) \cdot J_{hkl} \cdot A(\mu) \cdot W \cdot |f \cdot F|^2$$

BIBLIOGRAFIE:

1. Emil Luca, Gheorghe Zet. "Fizică generală", Ed. Didactică și pedagogică, București, 1981.
2. Iuliu Pop, Mircea Crișan. "Fizica corpului solid și a semiconductorilor", Ed. Didactică și pedagogică, București, 1983.
3. Mihai Drăgănescu. "Electronica corpului solid", Ed. Tehnică, București, 1972.

CĂTEVA CONSIDERAȚII PRACTICE REFERITOARE LA EFECTELE TERMOELECTRICE

Prof. Paul KADLEC
GRUPUL ȘCOLAR "GHEORGHE LAZAR", BAIA MARE

Printre aplicațiile cele mai importante pentru efectele termoelectrice amintim:

- a)-generatoare termoelectrice;
- b)-termocupluri;
- c)-refrigeratoare;
- d)-determinarea parametrilor electrici (conductivitate, forța termoelectrică) la diferite cristale.

Particularitățile structurii zonale a contactelor permit transformarea directă a energiei interne în energie electrică. Se știe că tensiunea electromotoare Seebeck este dată de $V_T = \alpha(T_2 - T_1)$, unde $\alpha = \frac{dV_T}{dT}$ depinde de natura perechii de metale aduse în contact, cât și de temperatură:

$$\alpha = \frac{k}{\sigma} \left\{ \mu_u n_n \left[A + \ln \frac{2(2mkT)^{3/2}}{n_n h^3} \right] - \mu_p n_p \left[A + \ln \frac{2(2mkT)^{3/2}}{n_p h^3} \right] \right\}$$

A depinde de mecanismul de împrăștiere a purtătorilor de sarcină și are valoarea $A=2$ pentru sulfuri.

Prin aproximări se ajunge la expresia:

$$n_{np} = \frac{2,6 \cdot 10^{20} \sigma + 1,46 \cdot 10^{23} \alpha \cdot \sigma}{\mu_{np}}$$

Dacă cunoaștem concentrațiile n_n și n_p putem determina nivelul energiei Fermi W_F și energia activă W_g :

$$\frac{1}{\rho} = \sigma = e(\mu_u n_n + \mu_p n_p), \quad W_{Fu} = kT \cdot \ln \frac{n \cdot h^3}{2(2\pi m_n \cdot kT)^{3/2}}$$

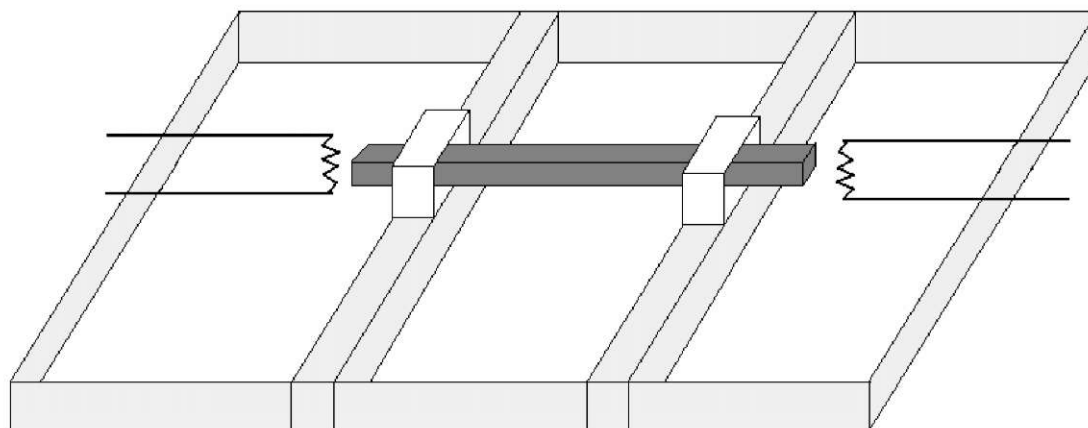
DETERMINAREA PARAMETRILOR ELECTRICI A ȘI Σ

Tensiunea termoelectrică diferențială absolută α are semnul purtătorilor de sarcină electrică. Metoda cea mai simplă de determinare a tipului de conductibilitate sau a semnelui purtătorilor de sarcină, care se bazează pe coincidența semnelui lui α cu semnul purtătorilor de sarcină, este metoda termosondei.

În vederea măsurătorilor au fost folosite probe pregătite în felul următor: din cristale mari (monocristale) s-au definit forme paralelipipedice la care s-au putut măsura cu o precizie sporită dimensiunile, care apar în expresia rezistenței electrice $R = \rho \frac{l}{S}$.

S-au realizat probe din pulbere cristalină, trecută prin site cu ochiuri de 75 μm ; 100 μm ; 250 μm presată sub formă cilindrică cu $\Phi=5$ mm și $l=7-8$ mm. Probele au fost luate de la punctele de lucru ale Exploatarii miniere Ilba, Herja. Măsurătorile s-au efectuat la temperatura camerei și la temperatura de 1000 K și s-a alcătuit un grafic.

Inițial s-a intenționat să se determine coeficientul α , mărind treptat diferența de temperatură, dar măsurătorile dau erori mari dacă ΔT este prea mare. S-a studiat dependența forței termoelectrice α în funcție de temperatură menținând $\Delta T = \text{const}$.



În zona geografică Baia Mare mărimile α și σ au un rol deosebit în procesul de preparare și flotare a minereului. Determinarea lor duce la cunoașterea concentrației de goluri și electroni, a raportului n_n/n_p și a nivelului Fermi.

Diferența acestor concentrații, precum și raportul lor sunt răspunzătoare de proprietățile de absorbție ale mineralelor în raport cu o serie de reactivi de flotare. Teoria proceselor de tranziție a electronilor prin suprafața de separare între baze se bazează pe cunoașterea semnului și a diferenței de potențial chimic al electronilor dintre componentele bazei lichide, pe de o parte, și ale rețelei cristaline (nivelul Fermi), pe de altă parte.

Cunoașterea raportului n_n/n_p ne ajută la alegerea celui mai indicat reactiv cationic sau anionic care să se întărească pe mineral. Din aceste date pot fi determinate indirect valorile pentru energia de activare și nivelul Fermi prin relațiile:

$$W_F = \frac{W_g}{2} - \frac{1}{2} kT \ln \frac{n_p}{n_n}; \quad \sigma = \sigma_0 \cdot e^{\frac{-W_g}{kT}}$$

A fost realizată o instalație pentru măsurarea tensiunii ce apare datorită gradientului de temperatură. Cu aceeași instalație se poate determina conductibilitatea și forța termoelectrică.

Părțile componente ale instalației: criostatul cu suportul probei, instrumente electronice de măsurare, instalația de producere a vidului. Suportul probei a fost astfel conceput ca să permită studiul variației rezistenței electrice și a conductibilității în funcție de temperatură.

Probele au fost alese din bazinul minier Baia Mare, pe cât posibil monocristale șlefuite. Deoarece mineralele studiate sunt semiconductoare, principala sursă de erori o constituie rezistența de contact între probă și punctul de măsură (sonda de măsură).

În cazul blendelor contactele cele mai sigure se obțin prin evaporarea în vid a zincului metalic pe probă și depunere peste zinc prin difuzie a indiului.

Proba paralelipipedică este așezată peste o foiță de mică care acoperă întreaga platformă între electrozii de curent.

Electrozii de curent sunt confecționați din tablă subțire din bronz fosforos și cu forma arcuită să asigure contact perfect cu proba.

Pentru măsurarea temperaturii se folosesc termocupluri Cu-Ct cu $\Phi=0,08$ mm. Temperaturile T_1, T_2 cu cuptoare electrice montate pe suprafață. Cuptorul este realizat din sârmă crom-nichel 0,15 mm sau tantal bifilar pe suport de porțelan. Alimentarea se face în curent continuu.

Câteva rezultate obținute la Galena-IIba.

Proba cristale mari:

$$n_n = 7,7 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}; \quad n_p = 5,18 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}; \quad \frac{n_p}{n_n} = 1,33; \quad W_F = 0,8 \text{ eV}$$

Galele - Herja : $\sigma = 5 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$; $\alpha = 227 \mu \text{ V/k}$; tipar; $W_g = 0,1 \text{ eV}$; $n_n = 30 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$;

$$n_p = 22,9 \cdot 10^{-3}; \quad \frac{n_p}{n_n} = 1,25 \quad W_F = 0,04 \text{ eV}$$

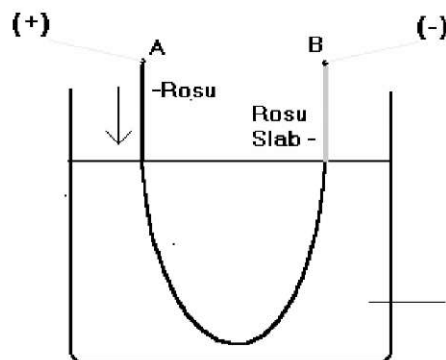
Celeopirita Ilba :

crystal : $\sigma = 6,5 \cdot 10^{-1} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$; $\alpha = 225 \mu \text{ V/k}$; tipar; $W_g = 0,08$; $n_n = 1,35 \cdot 10^{14} \text{ cm}^3$

$$\frac{n_p}{n_n} = 1,25 \quad W_F = 0,42 \text{ eV}$$

Măsurătorile s-au făcut în intervalul 300 K-1000 K. Din măsurătorile efectuate se constată că valorile pentru σ și α la probele tratate diferă de valorile obținute la probele netratate. După tratare cu pirogalol (reducător cationic) σ scade, iar α crește. La probele sfărâmate se constată că α scade, iar W_g crește cu un ordin de mărime. Prin sfărâmare caracterul electric al suprafețelor se schimbă și de aceea se schimbă mult randamentul de flotare.

O concluzie foarte bună a fost că factorii electrici $\frac{n_u}{n_p}$ și $\frac{kT}{2} \ln \frac{n_p}{n_n}$ influențează randamentul extracției și anume, cu cât acești factori au valori mai mari, cu atât randamentul este mai mare. Atât α cât și $\frac{n_n}{n_p}$ indică diferența dintre electroni și goluri. Cu cât vom avea mai



mulți purtători de sarcină electrică disponibili, cu atât vom avea mai multe legături disponibile din rețele care participă în procesul de chemisorbție.

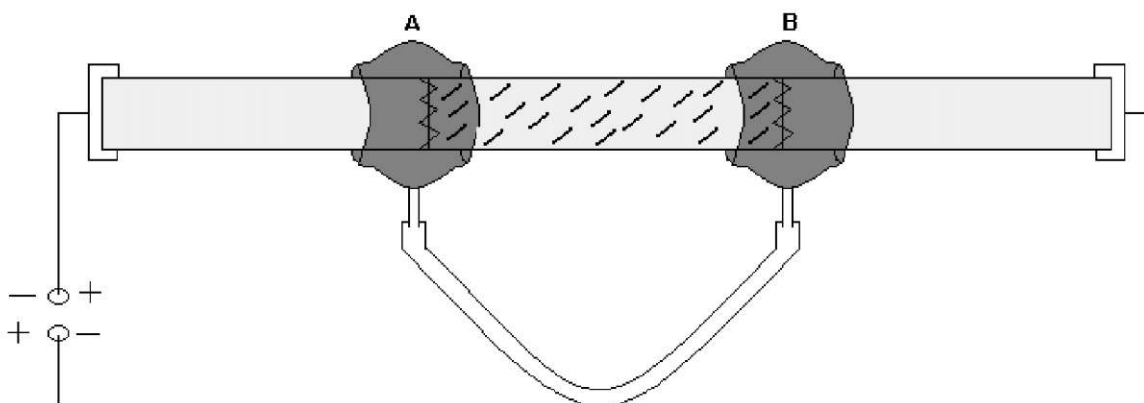
Efectul Thomson se poate pune în evidență în mod calitativ astfel:

Un fir de platina înroșit sub formă de U și scufundat în var cu mercur. Mărim curentul prin fir până se roșește și apare o diferență de strălucire a celor doua fire A și B.

Effectul Peltier

Se știe că atunci când printr-un conductor circulă curent electric există întotdeauna efectul Joule, care nu poate fi eliminat decât la temperaturi joase. Observarea efectului Peltier este o problemă delicată și greu de apreciat cantitativ. A fost realizată o combinație Sb și Bi care dă cel mai bun efect. Sudarea lor reprezintă o problema: se face cu aparat de sudură ISA-1 Barlad cu flacăra de oxigen-hidrogen în mediu protectiv sub apă. Sudurile s-au introdus în

incintă de sticlă care să reziste la variațiile de temperatură, etanșietatea, volumul incintelor să fie sensibil egal.

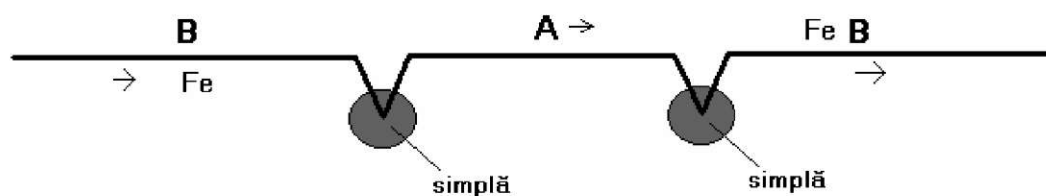


Sudura care se încălzește în timpul trecerii curentului electric, încălzește aerul din incintă și împinge mercurul din tubul flexibil ce unește cele două incinte ca la un manometru diferențial. Dacă se fac măsurători exacte pentru volum, presiune, temperatură și se realizează izolarea adiabatică a incintelor de sticlă, se pot face aprecieri cantitative destul de precise. Cantitatea de caldura ce se degajă într-o sudură la trecerea curentului electric este: $Q = Q_1 \pm \pi \cdot I \cdot t$.

Q_1 – caldura dezvoltata prin efectul Joule

$\pi \cdot I \cdot t$ - caldura degajata prin efectul Peltier

O demonstrație calitativă relativ simplă se poate face cu elevii în clasă. Se ia un termocuplu Fe-Ct sau altă combinație. Sudurile se acoperă cu o cantitate mică de smoală, ceară sau altă substanță cu temperatura de topire joasă și căldura specifică mică. Sudura care se încălzește la trecerea curentului electric va topi mai repede bucata de substanță aleasă.



BIBLIOGRAFIE:

1. Nicula Alexandru. Fizica semiconductoarelor și aplicații.
2. Slater I. C. Phys. Rev., 103, 1631 (1956).
3. Newman R. Uspehi Fiz. Nauk, 72, 587 (1960).
4. Kadlec P. Lucrarea metodică-științifică pentru obținerea gradului didactic I.
5. Magherusan Larisa. Efecte termoelectrice, Evrika, Nr. 7-8 (2003).

UNELE EXPERIMENTE LA TEMA "PRINCIPIILE RADIOCOMUNICAȚIEI"

Andrei PETRUȘCA

LICEUL "PRINCIPESA NATALIA DADIANI", CHIȘINĂU

Se știe că la baza studierii fizicii în școală se află experimentul care se utilizează frecvent în procesul de predare-învățare.

Experimentele propuse în continuare se referă la tema "Principiile radiocomunicației" și pot fi recomandate profesorilor de fizică și elevilor pasionați de radiotehnică. Pentru a demonstra elevilor modulația de amplitudine, se propune un experiment realizat cu montajul din fig. 1.

În fig.1 este reprezentată schema circuitului unui modulator de amplitudine echilibrat, alcătuit din o punte cu 4 diode semiconductoare. Spre deosebire de modulatorul propus în [1],

construcția acestuia este mult mai ușor de realizat. Pe lângă aceasta, costul celor 4 diode e mult mai mic decât al tubului electronic utilizat în [1].

La intrarea I ($\hat{I}-I$) se aplică o tensiune alternativă sinusoidală cu frecvența de 50 Hz, iar la intrarea II ($\hat{I}-II$) – o tensiune alternativă cu frecvența de 2000 Hz, care servește drept frecvență purtătoare. Ieșirea modulatorului se conectează la intrarea "Y" a osciloscopului școlar.

Utilizarea tensiunii alternative de 50 Hz ca semnal sonor și a tensiunii alternative de 2000 Hz ca frecvență purtătoare permite observarea simultană pe ecranul osciloscopului a ambelor tensiuni alternative.

Trebuie de menționat că pentru a demonstra modulația de amplitudine la frecvențe înalte e necesar să se utilizeze un osciloscop special. Osciloscopul folosit în licee afișează pe ecran oscilațiile de frecvență înaltă (purtătoare) ca o bandă luminoasă, a cărei lățime oscilează după aceeași lege ca și tensiunea alternativă a semnalului sonor. În acest caz elevii întâmpină dificultăți în înțelegerea experimentului demonstrat de profesor.

Pentru a demonstra procesul de demodulare (detectare), ieșirea modulatorului din fig.1 se cuplează, prin intermediul condensatorului C_1 , la intrarea demodulatorului reprezentat în fig. 2.

În cazul când se demonstrează redresarea tensiunii alternative modulate de înaltă frecvență, condensatorul C_2 este deconectat, iar când se demonstrează obținerea tensiunii alternative de frecvență joasă condensatorul C_2 rămâne conectat în circuitul din fig. 2. În circuitele din fig. 1 și fig. 2 au fost utilizate diode de tipul Д18, însă pot fi utilizate și diode de tipul Д20, Д220(А, Б), Д223(А, Б), Д310, Д311(А, Б), КД503(А, Б). Rezistorul R din fig. 2 are rezistența de 1 k Ω , iar condensatoarele C_1 și C_2 sunt de 0,1 μ F.

În cazul demonstrării modulației de amplitudine, tensiunea alternativă efectivă la intrarea $\hat{I}-I$ (fig.1) este de circa 0,4 V, iar la intrarea $\hat{I}-II$ de circa 2 V (valorile respective se aleg în timpul experimentului). Cursorul rezistorului de 1 k Ω (fig.1) se pune în poziția ajustată în procesul demonstrării.

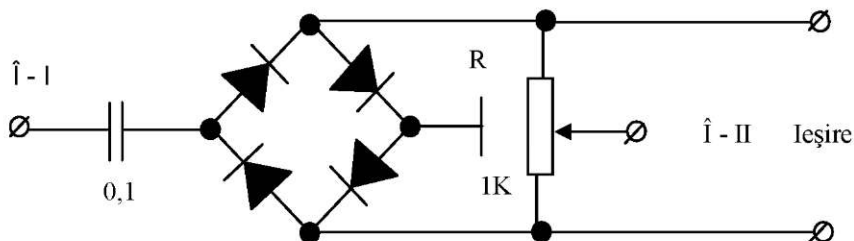


Fig. 1

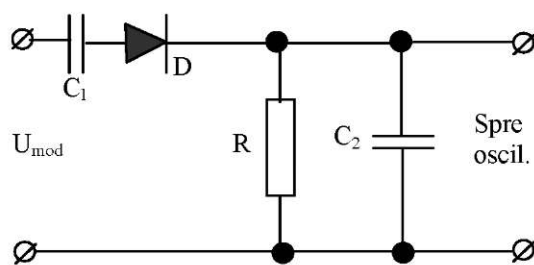


Fig. 2

În cazul când se demonstrează modulația de amplitudine la frecvențe înalte, capacitățile condensatoarelor C_1 și C_2 și rezistența rezistorului R (fig.2) nu vor avea valorile indicate în acest articol, deoarece acestea depind de valoarea frecvenței înalte, utilizate ca frecvență purtătoare.

BIBLIOGRAFIE

- 1.A. Petrușca. "Experiment demonstrativ la lecția de fizică". Evrica. Materialele Colocviului internațional de fizică. Chișinău, 2002. P. 134 – 135.
- 2.D. D. Sandu. Dispozitive și circuite electronice. București, 1975. P. 438 – 451.
- 3.M. С. Шумилин и др. Радиопередающие устройства. Москва, 1981. P. 201 -207.

STUDIUL INTERFERENȚEI LUMINII

LUCRARE DE LABORATOR

Sergiu CÂRLIG, Oleg CIOBANU, Cornelia CUCIUREANU
LICEUL „PROMETEU”, CHIȘINĂU

REZUMAT

Se propune o lucrare de laborator pentru clasa a 12-a, profil real, la tema „Interferența luminii”. Aparatele folosite în lucrare sunt simple și pot fi găsite cu ușurință. Sunt descrise detaliat operațiile de pregătire a montajului experimental cu dispozitivul lui Young și două variante de probleme pentru realizare experimentală. Este propus modelul unui referat al lucrării de laborator pe care elevul urmează să-l elaboreze și să-l completeze cu date experimentale și concluzii și care se încheie cu întrebări de recapitulare. Această lucrare necesită pregătirea în prealabil a montajului experimental și poate fi executată atât frontal, cât și individual.

SUGESTII PENTRU PROFESORI

În calitate de sursă punctiformă pentru dispozitivul lui Young servește un laser de buzunar cu lumină roșie având lungimea de undă de 650-680 nm. Pentru mărirea perioadei de funcționare cu intensitate constantă, laserul poate fi conectat, prin fire cu cleme crocodil, la o sursă de 4-4,5 V. Laserul este prins în mufa unui stativ astfel încât butonul acestuia să închidă circuitul, iar raza lui să cadă pe fantele paravanului P (vezi fig. 1).

Fantele se obțin prin zgărirea oglinzii cu ajutorul fălcilor unui șubler. Pentru aceasta oglinda se marchează pe revers (pentru identificarea ulterioară), pe șubler se fixează o dimensiune până la 1 mm și cu marginile ascuțite se trasează două fâșii drepte. Fixând oglinda pe același stativ pe care este laserul, se centrează sistemul astfel încât imaginea de interferență să se obțină pe ecranul E , situat la distanța la care se pot distinge franjele (circa 1 m).

Ecranul este prevăzut cu o riglă de lemn gradată, prinsă într-un stativ. Schimbând poziția riglei, se va urmări obținerea rezultatului interferenței pe scara acesteia cu interfranja de ordinul milimetrilor.

Elevilor li se poate propune atât determinarea distanței dintre fante, când se cunoaște lungimea de undă a radiației laser (care este indicată pe cutie sau laser), cât și determinarea lungimii de undă laser pentru fantele date. În ambele cazuri se va cere elevilor manipularea cu atenție a laserului pentru a nu îndrepta raza în ochii colegilor. Pentru optimizarea consumului de timp elevii pot utiliza fișa lucrării de laborator pe care o vor completa și prezenta spre verificare. În dependență de complexitate sau timpul disponibil, profesorul poate decide câte experimente va executa fiecare elev.

Cheltuielile pentru un montaj experimental folosit în lucrare se estimează la 20-30 lei: un laser – 15-20 lei, oglindă – 1-2 lei, o baterie de 4,5 V și fire de conexiune – 5-6 lei.

REFERAT

Lucrare de laborator

Tema: Studiul interferenței luminii

Nume, prenume _____

Clasa _____

Liceul/Școala _____

Data _____

Scop: a) determinarea lungimii de undă a radiației laser;
b) determinarea distanței dintre fante.

Aparate și dispozitive la dispoziție:

Laser, oglindă prevăzută cu două fante, riglă, stativ.

Noțiuni teoretice

Interferența luminii reprezintă suprapunerea undelor electromagnetice din domeniul vizibil al spectrului. Undele pot să interfereze în cazul când diferența de fază dintre ele este constantă în timp, adică undele sunt coerente. Modalitățile de obținere a surselor coerente sunt diferite. Spre exemplu, în dispozitivul lui Young, în calitate de surse coerente

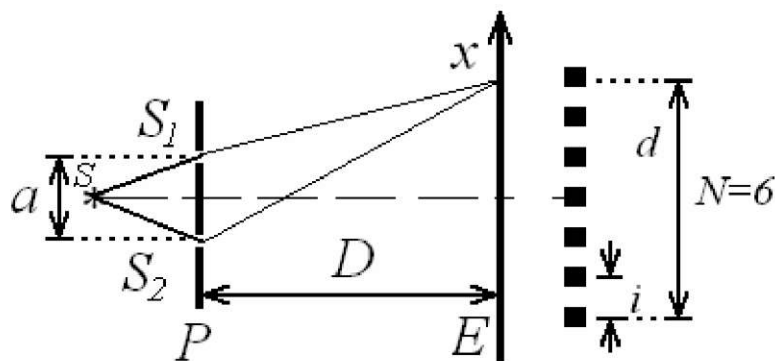


Fig. 1. Schema montajului Young și a tabloului de interferență.

servesc două fante în paravanul P pe care cade lumină monocromatică de la o sursă punctiformă. Dacă distanța până la ecranul E este D , iar distanța dintre fante este a , atunci coordonata x a maximelor de interferență este $x_k = k \frac{\lambda D}{na}$ iar a minimelor este

$x_k = (2k + 1) \frac{\lambda D}{na}$, unde λ reprezintă lungimea de undă a luminii, n este indicele de refracție, iar k este ordinul maximului sau minimului de interferență.

Definim interfranța ca distanța dintre două maxime sau minime consecutive, aceeași pentru oricare k . Pentru aer $i = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda D}{a}$. Pe de altă parte, dacă lățimea a N minime

(maxime) este d , atunci $i = \frac{d}{N}$. Din ultimele două relații obținem **formulele de calcul:**

a) $a = N \frac{\lambda D}{d}$ b) $\lambda = \frac{ad}{ND}$

Erorile relative sunt:

a) $\varepsilon_a = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta d}{d}$

b) $\varepsilon_\lambda = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta D}{D}$

Modul de lucru

1. Se realizează montajul experimental reprezentat în fig. 2. **Atenție! Laserul este o sursă de lumină puternică!!! Nu îndreptați raza acestuia spre ochi!!!**

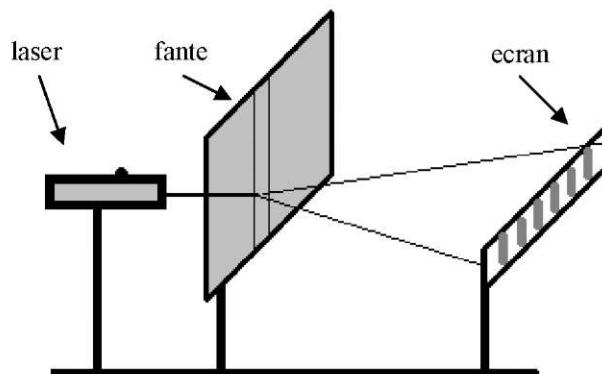


Fig. 2. Montajul pentru experiența Young

62 Experimentul de fizică în școală

2. Se aliniaza laserul și fantele astfel încât pe ecran să se obțină tabloul de interferență.
3. Se notează distanța de la ecran la fante și se determină lățimea a N minime (maxime) de interferență.
4. Se schimbă distanța de la ecran la fante și se repetă experiența 3.
5. Se trec datele obținute în tabel și se calculează mărimile necunoscute și erorile acestora.
6. Se formulează concluziile și se pregătesc răspunsurile la întrebările de recapitulare.

Tabelul 1. Rezultatele măsurărilor și calculelor

Nr exp	$D, \text{ m}$	$\Delta D, \text{ m}$	$d, 10^{-3} \text{ m}$	$\Delta d, 10^{-3} \text{ m}$	N	ΔN	$a, 10^{-4} \text{ m}$	$\Delta a, 10^{-4} \text{ m}$	$\lambda, 10^{-7} \text{ m}$	$\Delta \lambda, 10^{-7} \text{ m}$	$\varepsilon, \%$
1											
2											
3											
4											
5											
<i>Valoarea medie</i>											

Exemplu de calcul

.....
.....
.....
.....

Estimarea erorilor

.....
.....
.....

Rezultatul final

.....
.....
.....

Concluzii

.....
.....
.....
.....
.....

Întrebări și exerciții recapitulative

1. Deduceți relațiile pentru minimele și maximele de interferență.
2. Deduceți formulele pentru erorile relative ale mărimilor necunoscute.
3. Cum se modifică mărimea calculată, dacă lumina roșie se înlocuiește cu lumină verde sau albastră? Cum se modifică interfranja în acest caz?
4. Cum se modifică interfranja la schimbarea distanței dintre fante și ecran? Ce impact are această schimbare asupra erorilor?
5. Cum ar putea fi reduse erorile mărimilor necunoscute?

ASTRONOMUL NICOLAE N. DONICI

Material pregătit de Ștefan TIRON
Universitatea de Stat din Moldova
Colegiul de Informatică din Chișinău

“Di Nicolae Donici este român de origine și de simțire, din vechea familie moldovenească Donici, strănepotul fabulistului și al lui Andronache Donici. El e o fală a neamului nostru” – astfel l-a caracterizat Gr. Antipa pe celebrul astronom basarabean cu renume mondial.

Nicolae N. Donici s-a născut la 1 septembrie (14 septembrie stil nou) 1874, la Petricani, în apropiere de Chișinău, în familia nobililor Nicolae A. Donici și Limonia Macri din Odesa. A fost botezat pe 22 septembrie 1874 la biserica Sf. Haralambie din Chișinău, care se mai înalță și astăzi pe strada Alexandru cel Bun.

Încă din copilărie a rămas orfan și de educația lui s-a îngrijit mătușa sa (sora mamei), Elena Lîsakovskaia. Ea nu numai că l-a încurajat să facă studii bune, dar i-a lăsat ca moștenire moșia sa de la Dubăsarii Vechi ca să-și realizeze visul de a organiza un observator astronomic chiar la moșie.

Urmează studiile la Liceul Richelieu din Odesa (promoția 1893) și la Universitatea din Odesa. După absolvirea cu distincție a universității în 1897 pleacă la St-Petersburg unde își începe cariera științifică sub conducerea astronomului rus acad. F. A. Bredihin. Se consacră cercetărilor astronomice, analizei spectrale a astrilor, preferând îndeosebi să cerceteze Soarele și Luna.

După alegerea sa unanimă în calitate de membru al Societății Astronomice din Rusia (1904), N. Donici a prezentat la ședința Societății un referat detaliat despre lucrările sale și despre activitățile de pregătire a expediției pentru observarea eclipsei totale de Soare de la 30 august 1905. Lui Donici care era deja un specialist cu renume în domeniul cercetării Soarelui, Academia îi încredințează conducerea expediției în Spania. În perioada 1901-1916 N. Donici este șeful misiunii astronomice a Academiei de Științe din St-Petersburg.

În 1908 N. Donici construiește la moșia mătușii sale de la Dubăsarii Vechi primul Observator astronomic din Basarabia. Tânărul astronom a executat singur schițe în baza cărora la Observatorul Pulkovo din Sankt-Petersburg a fost construit un spectroheliograf dintre cele mai moderne pentru timpul său. În Europa funcționau șapte aparate de acest fel, cel al lui Donici fiind cel mai modern și mai bun.

După revoluția din 1917 N. Donici se dedică astronomiei la Observatorul său de la Dubăsarii Vechi. În centrul parcului din moșia sa era construit un turn cu cupolă rotativă în care se afla un telescop refractor ecuatorial cu obiectivul de 50 cm dotat cu multe accesorii pentru observații astrofizice, precum și stația meteorologică, în vecinătatea căreia era situat un telescop solar de zece metri, pentru care special au fost comandate lentile la vestita firmă Zeiss din Jena (Germania). Telescopul era dotat cu aparat de fotografiat.



Nicolae Donici



Timbru poștal cu imaginea lui Nicolae Donici, emis de Poșta Moldovei în 2004.

Ziua de muncă a savantului era împărțită între cele două locuri de lucru: spectroheliograful dotat cu camera fotografică la care astronomul obținea negativele necesare pentru studiul fenomenelor solare și laboratorul alcătuit din cabinet și laboratorul fotografic. În cabinet se afla o impunătoare bibliotecă științifică, aparatele de fotografiat, colecția de negative, instrumentele necesare pentru reparația aparatelor defectate. În subsolul laboratorului era un beci cu temperatura constantă în tot cursul anului, unde erau instalate aparatele meteorologice.

N. Donici a colindat lumea în lung și în lat, el fiind în fruntea expedițiilor de observare a eclipselor de Soare din America, Africa, Asia, Europa. A ajuns în Indochina, Siberia, în golful Mexic și chiar a făcut o ascensiune pe Montblan de dragul unor rezultate cât mai precise. A dobândit rezultate remarcabile și concluzii care erau prețuite de colegii de breaslă. Este curios faptul că el prefera să prelucreze rezultatele expedițiilor numai în observatorul său de la Dubăsarii Vechi.

Prestigiul lui Nicolae Donici ca specialist era foarte mare. La congresele internaționale ale astronomilor el conducea de fiecare dată secția „Soarele”. Despre realizările savantului și recunoașterea internațională a meritelor lui ne relatează prof. Magdalena Stavinschi, directorul Institutului Astronomic al Academiei Române:

„...Unul dintre pionierii Uniunii Astronomice Internaționale (înființate în 1920) a fost Nicolae Donici, primul reprezentant al astronomilor români în cadrul acestui for internațional... La acel an avea scrise mai multe lucrări astronomice: studii despre mișcarea materiei solare; despre comete, eclipse, treceri ale planetei Mercur pe discul Soarelui... Astfel, Buletinul Academiei Imperiale de Științe din Sankt-Petersburg publică în decembrie 1900 articolul lui Donici privind eclipsa totală de Soare pe care a observat-o la 28 mai 1900 la Elche, un mic orașel spaniol, situat aproape de Mediterană și aflat la numai un kilometru de linia centrală a eclipsei. Dar Donici nu observă numai Soarele, ci și Luna, așa cum reiese din nota pe care o publică în „L’astronomie, 1901” privind creșterea razei umbrei Pământului în timpul eclipsei de Lună din 3 iulie 1898. Un alt capitol al cercetărilor lui Donici îl constituie „lumina zodiacală”...

...În 1922, N. Donici, devine membru al Academiei Române. Nu era decât o recunoaștere a unor merite pe care confrății săi de breaslă i le apreciaseră mai demult. Astfel, din 1897 „Societate Astronomique de France” îl cooptase printre membrii săi, deși Donici avea pe atunci abia 23 de ani. Calitatea sa de membru al acestei binecunoscute Societăți, ca și cercetările sale astronomice remarcabile deteremină menținerea sa frecventă în paginile Buletinului Societății. În intervalul 1902-1906 a fost membru al Academiei Imperiale din St-Petersburg. În 1912 fusese ales membru de onoare al Institutului de Științe din Coimbra (Portugalia)”.

Evenimentele din 28 iunie 1940 îl fac să părăsească Basarabia lăsând totul în voia soartei. În timpurile tragice ale refugiului din vara anului 1940 N. Donici a fost numit responsabil de refacerea Observatorului Amiralului Urseanu din București. Când s-a întors la Dubăsarii Vechi, în vara lui 1941, a găsit Observatorul distrus. Spectroheliograful, mândria lui, fusese furat, o parte din aparate au fost descoperite întâmplător într-un subsol al Școlii Eparhiale de fete din Chișinău.

În 1944 a plecat în Germania și de acolo a reușit în 1945 să ajungă la Paris, unde timp de 10 ani a lucrat la Observatorul astronomic. În anii 1945-,47 a întreprins cercetări ale luminii zodiacale în Africa de Nord (Algeria, Tunis, Dakar, Egipt) în calitate de cercetător al Observatorului francez de la Medon. Ultimul Congres astronomic la care a asistat a fost cel de la Dublin ce și-a ținut lucrările în 1955.

În anul 1948 a fost exclus din rândurile membrilor Academiei Române. Revoluția din decembrie 1989 l-a repus, în 1990, în rândurile membrilor acestei instituții științifice.

După toate probabilitățile, s-a stins din viață la Nissa, într-un azil de bătrâni, în anul 1956.

N. Donici avea un caracter foarte vesel și echilibrat. Știa să-și susțină colaboratorii, promovând de fiecare dată contribuția celor care au lucrat alături de el, din care cauză colegii de lucru preferau să-l ajute cu dăruire. Printre colaboratori săi devotați se număra baronul E. A. Von Palen, doctor în matematică al Universității din Goettingen, care a lucrat alături de el mai mulți ani, iar mai apoi a plecat în Germania la Observatorul astronomic din Potsdam. Un alt colaborator al său, Andrei Baicov s-a specializat în astrofizica Lunii și Soarelui și în ultimii ani de viață a descris cu lux de amănunte în memoriile sale viața și activitatea lui N. Donici. Alături de el a lucrat basarabeanul Leonid Oculici, astronom la Observatorul de la Pulkovo. Un cuvânt aparte merită asistenta lui de nădejde Nina Gumă, care îl ajuta la cercetările propriu zise și îndeplinea și munca grea de secretariat. Explicațiile lui Donici erau laconice, dar foarte precise și accesibile chiar și pentru cei puțin inițiați în materie. Primea fără reproșuri grupurile de elevi și liceeni care doreau să cunoască cum se lucrează la un Observator astronomic.

N. Donici a publicat în buletinele Academiei Imperiale de Științe din St-Petersburg și buletinele Academiei Române numeroase studii astronomice privind astrofizica Soarelui, Lunii și planetelor, cercetarea meteoriților și cometelor. Opera sa cuprinde circa 36 de lucrări, printre care sunt următoarele:

N. N. Donici. Raport sur le Premier Congres d'Union Astronomique tenu a Rome de 2 au 10 mai 1922 (Bucharest, 1923).

Observatoire d'Astronomie Physique... 1924;

Sur une methode nouvelle d'investigation des phenomenes solairs, 1924 (și în l. Rom., Chișinău, 1927);

Observatorul... situat în Dubăsarii-Vechi, 1929;

Al treilea Congres al Uniunii Astronomice Internaționale, 1929;

N. Donici Al patrulea Congres al Uniunii Astronomice Internaționale (septembrie, 1932)", 1933.

Lucrările astronomului Nicolae N. Donici și-au găsit un loc demn în patrimoniul științei mondiale, iar metodele de cercetare elaborate de savant sunt înalt apreciate de specialiștii din mediul astronomic internațional. Nicolae N. Donici este prezentat anual în ediția engleză "Who is who?".

În semn de înaltă prețuire a meritelor sale științifice, N. Donici a fost ales membru al mai multor societăți și instituții științifice și astronomice:

- Membru al Societății Astronomice din Franța (din 1897)
- Membru al Academiei Imperiale din St-Petersburg (1902-1906)
- Membru al Societății Astronomice din Rusia (din 1904)
- Doctor de Onoare al Institutului Coimbra (Portugalia) (1912)
- Membru al Academiei Române (1922 – 1948; restabilit în 1990)
- Membru al Uniunii Astronomice Internaționale (din 1922)
- Membru al Uniunii Astronomice de Cercetare a Soarelui
- Membru al Societății Germane „Astronomische Gesellschaft”
- Cavaler al Distincției Supreme de Stat a Cambodjei (pentru contribuție la dezvoltarea științei în această țară).

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ:

1. Iurie Colesnic. Nicolae Donici. www.dacia.edu.md

2. A. Gaina. Выдающийся астроном Николай Донич. «Независимая Молдова» №52 (858), 8 iulie 1995.

3. A. A. Байков. «Его исследования – вклад в мировую науку». Воспоминания одного из сотрудников. «Независимая Молдова» №52 (858), 8 iulie 1995.

4. I. Suhov. Donici N.N. Enciclopedia Sovietică Moldovenească (ESM), 1980.
5. S. Maslikov. Liubitelskaia astronomia v Rossii: proşloe, nastoiaşcee i buduşcee. Sky&Telescope. Sept. 2001, p. 66-73.
6. R. Kolupaev. Russkii sled v Afrike. <http://pages.ru/olb>
7. www.astro.ro/history.htm
8. A. Eremia. Dubăsarii Vechi. Natura, 2004.

Nota autorului. Dr Alex Gaina a avut amabilitatea să completeze această listă cu referința la lucrarea: B. Kovarskaia, in Istoriko-astronomicheskie Issledovania: History of Astronomy, Biography Abstract Copyright: Rossijskaya Akademiya Nauk. **Abstract:** In the paper, the destiny and works of the Russian-Romanian astronomer Nikolay Nikolaevich Donich (1874-1956) is elucidated. N. N. Donich unwillingly turned out to be outside Russia after Revolution and therefore he was seldom mentioned in the Russian literature. The paper is written on the basis of numerous archival and published materials.

In plus, dl A. Gaina vine cu următoarele propuneri:

- a) să se restaureze turnul fostului Observator de la Dubăsarii-Vechi;
- b) să se repare conacul lui N. Donici după cum s-a făcut la Dolna;
- c) să se înființeze un muzeu al istoriei științelor exacte la Dubăsarii-Vechi;
- d) să se construiască un planetariu la Dubăsarii-Vechi, care ar recupera absența acestuia la Chișinău și ar transforma Dubăsarii-Vechi într-un centru de instruire astronomică și de cultură;
- e) să se denumească străzi și să se instaleze plăci comemorative la Chișinău și în alte localități de baștină ale marilor fizicieni, astronomi și matematicieni, originari din Basarabia).

SEMINAR REPUBLICAN DE COMEMORARE:

„ASTRONOMUL NICOLAE DONICI – 130 ANI DE LA NAȘTERE”

Ștefan TIRON
Universitatea de Stat din Moldova

În zilele de 3-4 septembrie 2004 s-a desfășurat un seminar științific republican consacrat aniversării de 130 de ani de la nașterea astronomului basarabean Nicolae N. Donici, organizat de Academia de Științe a Moldovei și Universitatea de Stat din Moldova.

Deschiderea seminarului a avut loc în Sala mică de ședințe a Academiei. Cuvânt de deschidere au rostit dl Boris Găină, membru corespondent al Academiei, secretar științific general al Academiei, și dl Petru Gaugaș, prim-prorector al Universității de Stat din Moldova.

Viața și activitatea ilustrului astronom a fost descrisă în referatul „Astronomul Nicolae N. Donici între Dubăsarii Vechi și marile centre științifice ale lumii. Repere biografice”, prezentat de academicianul Haralambie Corbu, Institutul de Literatură și Folclor al Academiei.

Valoarea științifică a observațiilor și cercetărilor astronomice ale lui N. Donici a fost relevată în comunicarea „Astronomul Nicolae Donici în contextul astronomiei moderne”, prezentată de dl Valeriu Canțer, academician coordonator al Secției de Științe Fizice, Matematice și Tehnice a Academiei de Științe.

Dl **Vasile Cernobai**, doctor în astronomie, director al Firmei „Astrointeroptic Plus”, în comunicarea sa „Nicolae Donici și urmașii lui pe meridianele globului în goană după umbra

Lunii” s-a referit la activitatea astronomului basarabean legată de observarea eclipselor de Soare în cadrul numeroaselor expediții pe care le-a întreprins în acest scop în cele mai îndepărtate colțuri ale lumii.

Continuitatea cercetării științifice în domeniul astronomiei a constituit subiectul comunicării Cercetări științifice în domeniul astronomiei: trecut, prezent, perspective supuse atenției participanților de către dl Mihai Caraman, profesor universitar la Universitatea de Stat din Moldova.

Tematica lucrărilor și preocupările științifice ale astronomul N. Donici au fost scoase în evidență de dl Ștefan Tiron, lector superior la Universitatea de Stat din Moldova în comunicarea Interesele științifice ale astronomului Nicolae Donici.

În sfârșit, dl Sergiu Sumcă de la Televiziunea Națională a Moldovei a vorbit despre importanța pe care o au cunoștințele de astronomie pentru cei care se preocupă de astrologie.

În după amiaza zilei de 3 septembrie participanții la Seminar s-au deplasat la Observatorul astronomic al Universității de Stat din Moldova, situat în codrii din apropierea satului Lozova, la 50 km depărtare de Chișinău. După prezentarea Observatorului de către directorul acestuia, dl conferențiar universitar Petru Lozovanu, lucrările seminarului au continuat în cadrul unor dezbateri în aer liber axate pe problemele actuale cu care se confruntă în Moldova cercetarea științifică în general și cea astronomică în particular. Date inedite despre istoria Observatorului Universității au fost aduse celor prezenți de către dl Ion Nacu, directorul Observatorului astronomic al Liceului Real Republican din Chișinău și unul din fondatorii Observatorului Universității de Stat din Moldova. Acad. Andrei Eșanu a subliniat necesitatea și importanța înveșnicirii memoriei lui Nicolae Donici prin editarea operei savantului astronom și instalarea de plăci comemorative în locurile legate de viața și activitatea lui. Acad. H. Corbu și-a exprimat satisfacția pentru faptul că seminarul a constituit și un fericit prilej de a se întâlni la aceeași masă de dezbateri cercetători atât din domeniul științelor exacte, cât și al celor umanistice.

A doua zi, 4 septembrie, participanții la seminar s-au deplasat la Dubăsarii Vechi, satul de baștină al astronomului și locul unde el a construit primul Observator astronomic din Basarabia. Participanții, întâmpinați de Primarul satului, dl Aurel Antoci, au depus flori la bustul astronomului Nicolae Donici din fața fostului său conac, apoi au vizitat cavoul familiei Donici din curtea bisericii, după care au avut o întâlnire cu elevii școlii din localitate. Dl Primar A. Antoci și Directorul Școlii, dl Andrei Zgârciu, și-au exprimat hotărârea de a depune toate eforturile pentru a înființa în satul Dubăsarii Vechi Casa-muzeu a astronomului Nicolae N. Donici și a restabili, pe cât posibil, fostul său Observator astronomic.

În memoria lui Vasile Cernobai

ÎN GOANĂ DUPĂ ECLIPSE SOLARE

Ion NACU
OBSERVATORUL ASTRONOMIC
AL LICEULUI REAL REPUBLICAN, CHIȘINĂU

Istoria dezvoltării astronomiei în Moldova a cunoscut perioade mai luminoase și mai puțin luminoase.

După lansarea în URSS a primilor sateliți artificiali ai Pământului, la Universitatea de Stat din Chișinău a fost înființată Stația de observare a sateliților artificiali sub conducerea prof. univ. Maria Lavrov. Deși prof. Lavrov nu avea o pregătire astronomică de specialitate,

iar Stația era dotată cu echipament destul de modest, ea a reușit să aprindă flacăra pasiunii pentru astronomie printre studenții universității. Dintre aceștia, bine cunoscuți în Moldova au devenit dr. Dumitru Gorodețchi, specialist în cercetarea cometelor, fost profesor de astronomie la Universitate și popularizator al astronomiei la Radio Național (acum lucrează în SUA); regretatul dr. Valentin Dușenko, cercetător al activității solare și organizator de cercuri ai tinerilor astronomi amatori în cadrul Societății tehnico-științifice republicane a elevilor „Viitorul”, în care au fost antrenate sute de elevi din toată republica.

La începutul anilor 1960, la Stația de observare a sateliților este repartizat un tânăr doctorand din Odesa, Vitalii Grigorevski, care în curând devine docent al Universității și face ca prestigiul Stației să fie recunoscut la scară unională. Stația era amplasată în fostul Turn de apă din apropierea Universității și era bine dotată cu aparatură și materiale aduse de la Moscova. După eficiența sa și rezultatele cercetărilor efectuate, Stația a ajuns să se plaseze pe locul III în Uniunea Sovietică.

V. Grigorevski publică în jur de 80 de lucrări științifice și este numit coordonator al Proiectului internațional SPIN, obținând apoi dreptul de a construi în Moldova un observator astronomic. El alege locul pentru construcția viitorului observator în rezervația Codru din apropierea satului Lozova, la 50 km de Chișinău. Acest loc situat în pădure la altitudinea de 333 metri e departe de luminile localităților. Pentru Observator au fost achiziționate două telescoape noi: un telescop refractor ABP-2 cu diametrul obiectivului de 200 mm și un telescop reflector ACT-453 cu diametrul oglinzii de 453 mm, precum și un astrograf vechi cu diametrul de 160 mm, produs de firma germană Karl Zeiss. De asemenea, s-a obținut finanțare pentru procurarea celor mai performante, la acea vreme, aparate și instrumente astronomice. Se încearcă să se deschidă și o catedră de astronomie în cadrul Universității, însă fără succes din cauza lipsei de specialiști (un candidat în științe, doi doctoranzi și trei laboranți). Când construcția Observatorului era pe sfârșite, Grigorevski intră în conflict cu conducerea Universității și în 1970 părăsește Observatorul revenind la Odesa.

Construcția Observatorului a fost finalizată la începutul anului 1972. În luna mai a aceluiași an un grup de tineri fizicieni, colaboratori ai Stației de observare a sateliților, formează prima echipă a Observatorului alcătuită din director, trei colaboratori științifici și un laborant, care se și mută cu domiciliul la Observator.

O parte din aparatura și utilajul Stației de observare a sateliților este instalată în laboratoarele Observatorului. În acea perioadă de început se făcea resimțită lipsa de specialiști pentru acest nou Observator. Activitatea de montare și instalare a telescoapelor optice și aparaturii era coordonată de directorul Stației, dl Ion Panici, acum doctor în științe fizico-matematice, profesor universitar.

Tematica de cercetare tehnico-științifică a Observatorului cuprindea fizica atmosferei, automatizarea observărilor astronomice și minimizarea influenței atmosferei terestre asupra observațiilor. În anii 1973-74 a început să funcționeze telescopul ABP-2, cu ajutorul căruia sub conducerea subsemnatului au fost obținute primele fotografii ale Lunii, planetelor, precum și ale cometei Kogoutek (în ianuarie 1975). A fost fotografiată trecerea planetei Mercur pe discul Soarelui. Pentru a asigura rotația cu precizie a telescopului, sincronizată cu rotația diurnă a sferei cerești, a fost construit un dispozitiv electronic care controla, prin intermediul unui cronometru stelar, mersul mecanismului orologic al telescopului. Cu mare precizie au fost determinate coordonatele geografice ale Observatorului. La începutul anului 1975, a fost finalizată (de către subsemnatul) construcția primului electrofotometru astronomic din Moldova. Sub îndrumarea directorului interimar al Observatorului, dl Ion Răileanu, un foarte bun specialist în radioelectronică, a fost mărită substanțial sensibilitatea acestui aparat și anihilate diferite fluctuații parazitare electronice. Concomitent, I. Răileanu construia un alt electrofotometru mai performant, bazat pe numărarea de fotoni, însă starea sănătății nu i-a permis să-l ducă la bun sfârșit. Lipsa perspectivelor de perfecționare a cadrelor

la marile centre astronomice din Uniunea Sovietică ducea la fluctuația mare a cadrelor tinere de la Observator.

În toamna anului 1975, la Observator este angajat ca colaborator științific Vasile Cernobai, un tânăr doctorand al Academiei de Științe din Moldova, specialist în fizica teoretică care își făcuse studiile universitare la Dubna (Moscova). Domeniul său de cercetare era efectul Josephson de supraconductibilitate în stelele neutronice (pulsari). Din acel moment Observatorul se încadrează într-un nou domeniu de cercetare, astrofizica stelelor neutronice. O fire activă și energică, cu o puternică intuiție științifică, V. Cernobai peste puțin timp este numit director al Observatorului. La tema științifică propusă de V. Cernobai, fizica obiectelor nestaționare (stelelor variabile) sunt invitați să lucreze tineri specialiști în fizica teoretică, absolvenți ai Universității, precum și tineri astronomi de la Observatorul din Odesa. Vasile Cernobai încheie contracte de colaborare științifică cu Observatorul din Odesa, apoi cu Institutul de Fizică a Atmosferei din Tomsk, dând dovadă de o deosebită intuiție în alegerea domeniilor prioritare de cercetare. Fără a intra în detalii tehnice, el reușea să pătrundă în miezul problemei și să scoată în evidență laturile cu totul neașteptate, la prima vedere neînsemnate și lipsite de perspectivă, dar esențiale ale acesteia. Astfel se cristalizau noi teme și probleme de cercetare, ca de exemplu, fizica atmosferei sau, mai exact, poluarea atmosferei. Instrumentul principal în aceste cercetări era un electrofotometru cuplat la telescopul staționar ABP-2. Datele obținute erau în concordanță cu teoria și se încadrau în limitele de precizie comparabile cu cele obținute la observatoarele din Odesa și Crimeea. Aceste date erau publicate în revistele unionale și prezentau interes ca material statistic, caracteristic pentru sud-vestul URSS. În scopul extinderii ariei de cercetare, V. Cernobai emite ideea realizării unui sistem similar de cercetare, dar care să fie mobil pentru a putea fi utilizat în expediții. La scurt timp, s-a construit un electrofotometru în cuplaj cu un astrograf vechi, care a fost apoi utilizat în diverse expediții științifice de rang unional. Exploatarea acestuia nu a fost lipsită de un șir de probleme de ordin tehnic, cum ar fi alimentarea de la un generator electric care, în condiții de munte, necesita stabilizarea tensiunii de 220 V, dar și a frecvenței de 50 Hz. Stabilitatea funcționării instalației era afectată și de temperatura joasă din munți în timpul nopții, de variația presiunii atmosferice și de alți factori. Pentru a soluționa aceste probleme, a fost inventată și construită o sursă electrică pe bază de elemente radioactive, ulterior brevetată.

Nu totdeauna posibilitățile tehnice permiteau realizarea ideilor sale originale, însă V. Cernobai știa să găsească ieșire din orice situație. Astfel, pentru a putea măsura poluarea atmosferei și pe timp cu cer acoperit, el a propus construirea unui complex de cercetare a atmosferei cu utilizarea laserului (LIDAR).

În 1981 V. Cernobai susține, în Armenia, teza de candidat în științe cu tema: *Structura turbionară a nucleelor stelelor neutronice și mecanismul de activitate al acestora*. Din acest an predă cursul de astronomie la Universitatea de Stat. În 1986 apare cartea „Revenirea cometei”. În anii 1975-1988 a publicat circa 60 de lucrări științifice. Ține lecții publice în cadrul Societății „Știința”, publică în presă diverse articole de popularizare a astronomiei.

Curând în funcția de director al Observatorului este numit dl Andrei Mățu, un tânăr specialist în fizica teoretică care-și făcuse studiile tot la Dubna și pe care l-a invitat la lucru V. Cernobai. Ca urmare a faptului că noul director nu era pasionat de astronomie, atmosfera în colectiv s-a tensionat.

Poate și din această cauză în 1988 V. Cernobai părăsește Observatorul și întemeiază Societatea pe acțiuni „Astrooptica International” specializată în confecționarea și comercializarea de lentile de ochelari. Societatea condusă de V. Cernobai încheie un contract cu Primăria Chișinău pentru instalarea unui telescop reflector în sediul Societății Tehnico-Științifice a Elevilor „Viitorul” din centrul Chișinăului. Astăzi acest telescop este în posesia Observatorului astronomic al Liceului Real Republican de pe strada Ștefan cel Mare.

Deși e antrenat în lumea afacerilor, V. Cernobai continuă să participe la diverse conferințe, simpozioane și alte evenimente astronomice. Entuziasmul și pasiunea pentru astronomie îl face să organizeze în 1989 o expediție în nordul Rusiei pentru a observa o eclipsă totală de Soare, închiriind în acest scop un avion. Datele culese în această expediție au fost comunicate la conferințe științifice în R. Moldova și România. Era adeptul înflăcărat al ideii că între Soare și Mercur mai există o planetă, Vulcan, a cărei imagine pretindea că a surprins-o pe o fotografie realizată de el în expediția din Rusia. A urmărit, tot din avion, și eclipsa totală de Soare din 11 august 1999 vizibilă pe teritoriul României.

V. Cernobai era preocupat și de istoria astronomiei, mai ales în spațiul românesc. A studiat în amănunte activitatea științifică a astronomului basarabean Nicolae Donici, pasionat și el de studiul eclipselor de Soare, pe care a prezentat-o în cadrul conferinței organizate de Academia de Științe cu prilejul aniversării a 130 de ani de la nașterea astronomului.

Moartea stupidă, într-un accident rutier, la 18 decembrie 2004, a întrerupt activitatea fructuoasă a celui care a fost Vasile Cernobai, astronom pasionat, și care avea foarte multe proiecte, acum rămase nerealizate.

VASILE CERNOBAI (1949-2004)

Vasile Cernobai s-a născut la 13 august 1949 în satul Varvara, raionul Slobozia, Republica Moldova, într-o familie de țărani.

În anul 1956 și-a început studiile primare în școala din satul natal. După absolvirea școlii primare în 1960 a venit la Școala-internat Nr. 1 din or. Tighina.

Pe parcursul studiilor în școală a manifestat aptitudini deosebite pentru toate obiectele, dar îndeosebi pentru disciplinele exacte. În clasele mari a participat cu succese deosebite la olimpiadele orășenești, republicane și unionale de fizică și matematică.

În anul 1966, după absolvirea cu medalie de argint a Școlii medii-internat din Tighina, susține cu notă excelentă doar un examen de concurs și este admis la Facultatea de fizică a Universității de Stat din Moldova.

De la anul III devine student al Universității de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova și își continuă studiile la Institutul de Fizică Nucleară din or. Dubna. În 1972 absolvește cu distincție Universitatea din Moscova și este repartizat la aspiratură în specializarea „Fizică teoretică și matematică”. Susține cu succes teza de candidat (astăzi doctor) în științe fizico-matematice, lucrarea sa fiind consacrată unei teme necercetate până atunci, care ține de studiul teoretic al fenomenului supraconductibilității în stelele neutronice.



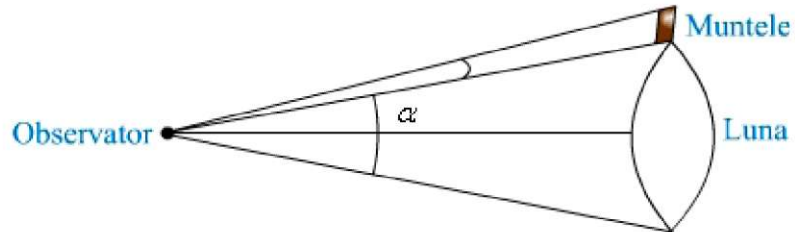
PROBLEME ȘI EXERCIȚII DE ASTRONOMIE REZOLVATE

Ion NAȚU
LICEUL REAL REPUBLICAN, CHIȘINĂU

Propunem cititorilor rezolvarea unor probleme și exerciții din manualul școlar B. A. Voronțov-Veliaminov, Astronomie, clasa a XI-a, Chișinău, 1996.

Exercițiul 15(2), pag. 75.

De pe Pământ, la marginea discului Lunii se vede un munte sub forma unui zimț cu înălțimea unghiulară de $1''$. Calculați înălțimea muntelui în kilometri.



Rezolvare:

Se știe că diametrul unghiular al Lunii $\alpha \approx 0,5^\circ = 30' = 1800''$ și că diametrul ei liniar este de 4 ori mai mic decât al Pământului:

$$d_{\zeta} = \frac{d}{4} = \frac{R}{2} = \frac{6371 \text{ km}}{2} = 3185,62 \text{ km}.$$

Deci, unghiului de $1800''$ revin $3185,62 \text{ km}$ și atunci înălțimea (în km) a muntelui de $\gamma = 1''$ este:

$$h = \frac{3185,62 \text{ km} \cdot 1''}{1800''} = 1,77 \text{ km} \approx 1,8 \text{ km}.$$

Exercițiul 19(1), pag. 109.

Se poate observa pe Soare, cu ochiul liber (printr-un filtru întunecat !), o pată de dimensiunile Pământului, dacă ochiul poate distinge doar obiecte văzute sub un unghi de cel puțin $2-3'$?

Rezolvare:

Diametrul Pământului $D = 12742 \text{ km}$, iar distanța medie de la Pământ la Soare $d = 149.600.000 \text{ km}$ (v. anexa la manual).

Calculăm diametrul unghiular al petei de pe Soare:

$$\text{tg} \alpha = \frac{D}{d} = \frac{12.742 \text{ km}}{149.600.000 \text{ km}} = 0,000085.$$

$$\alpha = \text{arctg} 0,000085 = 0,00487^\circ \approx 0,29' \approx 0,3'.$$

Deoarece ochiul poate distinge obiecte de cel puțin $2-3'$, reiese că această pată nu ar putea fi observată cu ochiul liber.

Exercițiul 19(2), pag. 109.

Considerând că strălucirea este proporțională cu temperatura la puterea a patra și că temperatura fotosferei Soarelui este de 6000 K , calculați temperatura unei pete solare, știind că strălucirea ei este de 10 ori mai slabă decât strălucirea fotosferei.

Rezolvare:

Conform legii Stefan-Boltzmann

$$E = \sigma \cdot T^4,$$

unde σ este constanta Stefan-Boltzmann. Din enunțul problemei avem:

$$\frac{I_f}{I_p} = 10, \text{ adică } \frac{\sigma \cdot T_f^4}{\sigma \cdot T_p^4} = 10.$$

De aici rezultă că

$$T_p = \frac{T_f}{4\sqrt{10}} = \frac{6000K}{1,778} = 3374 K.$$

Tema 11 (2), pag. 109.

Calculați viteza de ridicare a unei protuberanțe (în $\frac{km}{s}$) după înălțimea ei în cele trei fotografii (fig. 71). Scara fotografiei se poate determina măsurând raza discului Soarelui reprezentat în figură. Este uniformă mișcarea acestei protuberanțe?

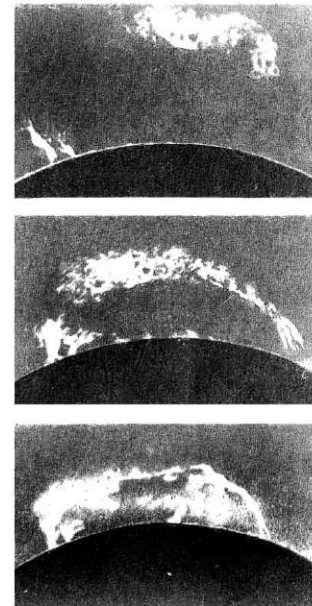


fig. 71

Rezolvare:

Din fig. 71 se vede că imaginea de jos a fost realizată peste $\Delta t_1 = 1^h 41^{\text{min.}}$, cea din mijloc peste $\Delta t_2 = 2^h 57^{\text{min.}}$, iar cea de sus peste $\Delta t_3 = 5^h 33^{\text{min.}}$ după erupție.

Cu ajutorul riglei și compasului, măsurăm raza discului Soarelui și înălțimea protuberanței (fig. 71): $R \approx 51 \text{ mm}$; $\Delta x_1 \approx 11 \text{ mm}$; $\Delta x_2 \approx 16 \text{ mm}$ și $\Delta x_3 \approx 24 \text{ mm}$. Raza Soarelui este $R' = 694776 \text{ km}$ (v. anexa, pag. 153).

$$\text{Scara imaginii este } d = \frac{R'}{R} \left[\frac{km}{mm} \right] = \frac{694776 \text{ km}}{51 \text{ mm}} = 13623 \frac{km}{mm}.$$

Calculăm înălțimea și viteza protuberanței din imaginea de jos:

$$h_1 = d \cdot \Delta x_1 = 149853 \text{ km},$$

$$V_1 = \frac{h_1}{\Delta t_1} = \frac{149853 \text{ km}}{1^h 41^{\text{min.}}} = \frac{149853 \text{ km}}{6000 \text{ s}} = 24,98 \frac{km}{s}.$$

Pentru imaginea din centru avem:

$$h_2 = d \cdot \Delta x_2 = 217968 \text{ km}, \quad V_2 = \frac{h_2}{\Delta t_2} = \frac{217968 \text{ km}}{10620 \text{ s}} = 20,52 \frac{km}{s}.$$

Pentru imaginea de sus:

$$h_3 = d \cdot \Delta x_3 = 326952 \text{ km}, \quad V_3 = \frac{326952 \text{ km}}{19980 \text{ s}} = 16,36 \frac{km}{s}.$$

Accelerația în aceste două intervale de timp este:

$$a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{24980 \text{ m/s} - 20520 \text{ m/s}}{(10620 - 6000) \text{ s}} = \frac{4460 \text{ m/s}}{6620 \text{ s}} = 0,97 \text{ m/s}^2;$$

$$a_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} = \frac{20520 \text{ m/s} - 16360 \text{ m/s}}{(19980 - 10620) \text{ s}} = \frac{4160 \text{ m/s}}{9260 \text{ s}} = 0,44 \text{ m/s}^2.$$

Deci, mișcarea protuberanței este neuniform încetinită.

PROGRAMĂ DE ASTRONOMIE PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNTUL LICEAL

Autor: Lector superior Ștefan TIRON

REZUMAT

În prezenta lucrare metodică se propune o variantă posibilă de programă școlară de astronomie pentru ciclul liceal (clasa XII). Proiectul propus ține seama de ultimele realizări în domeniul didacticii astronomiei, precum și de recente descoperiri în astronomie și studiul spațiului cosmic. Programa ar putea servi drept bază pentru viitorul curriculum de astronomie, precum și pentru elaborarea unui nou manual (curs) școlar de astronomie.

INTRODUCERE

Progresul tehnico-științific, realizările recente ale cosmonauticii în explorarea Sistemului solar și a spațiului cosmic în general, dar și perspectivele extraordinare ale cercetărilor cosmice care se prefigurează la începutul secolului XXI (crearea unei stații cosmice pe Lună, lansarea unei nave pilotate spre planeta Marte în jurul anului 2030, lansarea de sonde spațiale spre sateliții planetelor gigante, aterizarea unor aparate cosmice pe comete și asteroizi etc.) – toate acestea conduc la un interes sporit pentru astronomie și aduc în prim plan problema învățământului astronomic în general și a predării/învățării astronomiei în școală, în special.

În ultimii ani au fost construite mai multe telescoape terestre și extraatmosferice performante, realizate misiuni ale sondelor spațiale automate spre planete, comete și asteroizi din Sistemul solar. Au fost făcute importante descoperiri: circa 80 de planete extrasolare, găuri negre supramasive în centrele unor galaxii, inclusiv în Galaxia noastră, centura lui Kuiper formată din corpuri cerești înghețate ce se află dincolo de orbita planetei Neptun. Au fost obținute date despre prezența apei pe Lună, despre oceanul de apă acoperit de gheață de pe satelitul Europa al planetei Jupiter, dovezi privind prezența apei pe Marte. Omenirea a intrat în posesia unor imagini fotografice realizate pe suprafața planetei Marte, iar mai recent (2005), și pe suprafața satelitului Titan al planetei Saturn. S-au obținut noi date despre formarea și evoluția stelelor. Este confirmat faptul că masa neutrinelor nu este nulă. Astronomia în ansamblu, de la cosmologie la planetologie, s-a îmbogățit cu cunoștințe și date absolut noi. În aceste condiții, crește rolul educațional, cultural și umanistic al astronomiei, iar predarea astronomiei fără a se ține cont de ultimele date și descoperiri ar fi de-a dreptul anacronică.

Obiectivul major al cursului școlar de astronomie este formarea la copii a unei concepții științifice moderne și umaniste despre natură și Univers, despre locul și rolul civilizației umane în Univers, pe baza unui întreg de cunoștințe astronomice generale.

Cursul de astronomie are misiunea să încheie formarea științifică și filozofică a absolvenților învățământului preuniversitar general. Având în vedere faptul că învățământul liceal se realizează în două (deocamdată) profiluri – real și umanist – se impune problema elaborării fie a două cursuri separate pentru fiecare din aceste profiluri, fie a unui singur curs conceput astfel ca să poată fi asimilat la fel de eficient de ambele categorii de elevi. Din acest punct de vedere, cursul de astronomie ar trebui să fie mult mai simplu, accesibil, atractiv și interesant pentru elevi, decât cel existent. Bineînțeles, necesită o revizuire substanțială și metodică predării astronomiei, precum și pregătirea astronomică a studenților universităților pedagogice.

Cursul de astronomie ar trebui să contribuie la lichidarea analfabetismului astronomic și formarea unor elevi cu imunitate față de felurite pseudoteorii și zvonuri paraștiințifice care derutează copiii și discreditează știința.

Sub aspect al conținutului, noul curs de astronomie ar trebui să constituie o trecere în revistă a fenomenelor astronomice, să cuprindă elemente de astronomie, dar și de cosmonautică.

Conținutul cursului trebuie să asigure atât achiziționarea de cunoștințe teoretice generale de astronomie (fenomene, principii, legi, fapte), cât și formarea unor deprinderi și dexterități elementare de lucru cu instrumentele astronomice și familiarizarea cu metodele principale de cercetare și observare în astronomie.

Accentul trebuie să se pună pe atragerea elevilor în activități practice și de cercetare (observații vizuale și instrumentale, rezolvare de probleme, lucrări de laborator, miniconferințe la care elevii prezintă comunicări despre observațiile \square nterstell asupra unor fenomene astronomice sau referate tematice) cu utilizarea noilor tehnologii informaționale (tehnicii moderne de calcul și a rețelei Internet).

Din cursul de astronomie trebuie excluse capitolele care nu mai sunt actuale, rezervând mai mult loc pentru noi informații. Ar trebui redusă la câteva fraze expunerea amănunțită a metodelor prin care au fost obținute noile cunoștințe.

Numărul de ore afectate astronomiei în școală fiind foarte mic (34 ore), are sens să se revizuiască și să se reducă volumul și conținutul unor teme. Drept exemplu poate servi capitolul "Sfera cerească", legat de construcții geometrice abstracte care sunt greu de asimilat pentru mulți elevi, din care cauză ei pierd interesul pentru astronomie. În plus, din punct de vedere metodic, metoda sferei cerești, aplicată în exclusivitate pentru comoditatea construcțiilor și a calculelor, întărește la elevi concepția despre Pământ ca centrul lumii, despre stele ca fiind la aceeași distanță de Terra, despre rotația cerului și a tuturor astrilor în jurul observatorului (Pământului). Unele elemente de astronomie sferică ar putea fi păstrate doar pentru profilul real. În acest capitol însă ar putea fi analizate cauzele succesiunii anotimpurilor. Un alt exemplu: metoda determinării distanțelor în astronomie (metoda paralaxei) e \square nterst fie tratată în cadrul aceleiași teme, atât pentru Sistemul solar, cât și pentru distanțele până la stele, însă păstrând formulele doar pentru profilul real. De asemenea, ar putea fi redus volumul temei cu privire la magnitudinile stelare și cel al capitolului despre Soare.

În felul acesta, ar rămâne mai mult timp și loc pentru studiul Sistemului solar, planetelor, sistemului Pământ-Lună, stelelor, varietății sistemelor planetare, pentru expunerea concepțiilor moderne științific argumentate despre Marea Explozie, expansiunea și evoluția Universului, formarea și evoluția galaxiilor, nebuloaselor, stelelor și sistemelor planetare, variația compoziției chimice a Universului ca urmare a reacțiilor termionucleare, schimbările evoluționiste ale structurii diverselor tipuri de corpuri cerești și sistemelor de corpuri cerești, problema originii și evoluției vieții pe Pământ.

Ar putea fi introduce mai multe date recente privind descoperirile astronomice din ultimii ani, precum și informații despre telescoapele terestre și extra-atmosferice (spațiale), despre observatoarele astronomice.

Noul curs școlar de astronomie ar trebui să pună \square nterstel pe particularitățile observării astrilor de pe Pământul în mișcare și efectele legate de mișcările Pământului (succesiunea zilelor și nopților, succesiunea anotimpurilor, mișcarea aparentă anuală a Soarelui, eclipsele, fazele Lunii etc.).

Cursul școlar de astronomie ar trebui să conțină și un scurt istoric al astronomiei și cosmonauticii, inclusiv istoria astronomiei în spațiul Republicii Moldova și al României.

Scopul prezentei lucrări metodice este de a propune o variantă posibilă de programă

școlară de astronomie pentru ciclul liceal (clasa XII) care să țină seama de considerentele expuse mai sus. Proiectul propus ar putea servi, în caz de aprobare, drept bază pentru viitorul curriculum de astronomie, precum și pentru elaborarea unui nou manual (curs) școlar de astronomie.

SCURTĂ NOTĂ DE PREZENTARE

Programa propusă cuprinde obiective generale, obiective de referință, conținuturi obligatorii pentru toate profilurile, conținuturi obligatorii suplimentare pentru profilul real și conținuturi facultative care nu sunt divizate pe profiluri (acestea fiind destinate elevilor de la orice profil interesați în aprofundarea cunoștințelor de astronomie).

Temele obligatorii pentru toate profilurile sunt subliniate, cele suplimentare obligatorii pentru profilul real sunt marcate cu asterisc, iar temele facultative sunt grafiate cu caractere italice (cursive). Conținuturile facultative nu pot constitui obiectul unor eventuale evaluări pe parcurs sau semestriale/finale.

Activitățile de învățare organizate în baza programei propuse s-ar putea constitui din ore de curs ținute de profesor, lucrări practice cu utilizarea hărții cerului, ore de rezolvare a problemelor, ore sau conferințe de comunicări ale referatelor elaborate de elevi, ședințe de observări vizuale ale cerului nocturn, precum și observații ale cerului și corpurilor cerești realizate cu telescopul sau alte instrumente optice.

OBIECTIVE GENERALE

- Cunoașterea noțiunilor și conceptelor astronomice fundamentale, a legilor mișcării corpurilor cerești, a teoriilor, modelelor și ipotezelor actuale privind originea și evoluția corpurilor cerești, a Sistemului solar și a Universului.
- Analiza logică și critică a ipotezelor și teoriilor studiate, precum și a materialelor pseudoștiințifice citite sau auzite în care se abordează probleme sau fenomene astronomice.
- Aplicarea legilor, teoriilor și ecuațiilor studiate în cursul de astronomie la rezolvarea unor probleme practice de astronomie.
- Formarea deprinderilor de utilizare a hărții cerului și de mânăuire a unor instrumente optice și goniometrice folosite în observațiile astronomice.
- Formarea deprinderilor de căutare în Internet și de utilizare a diferitelor informații și date referitoare la studiul corpurilor cerești.
- Punerea în evidență a conexiunilor intra- și interdisciplinare ale astronomiei.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul cursului de astronomie elevii vor fi capabili:

- Să utilizeze harta stelară pentru a localiza un obiect pe cer, după denumirea sa și/sau după coordonatele sale cerești.
- Să deseneze și să reproducă din memorie constelațiile mai principale vizibile din R. Moldova, în diferite anotimpuri
- Să descrie cum diferă cerul nocturn văzut din diverse locuri de pe Pământ.
- Să calculeze, prin metoda paralaxei, distanța până la un corp ceresc și dimensiunea acestuia*.
- Să deosebească fazele Lunii.
- Să descrie și să prezică eclipsele de Soare și de Lună*.
- Să analizeze orbitele planetelor folosind legile lui Kepler*.

- Să calculeze forțele gravitaționale folosind legea atracției universale a lui Newton.
- Să folosească formula legii III a lui Kepler, generalizate de Newton, pentru a determina masele corpurilor cerești*.
- Să folosească și să convertească cu ușurință unitățile de măsură: metru, kilometru, unitate astronomică, an-lumină și parsec.
- Să memoreze denumirea, dimensiunea*, masa*, distanța și particularitățile distinctive principale ale planetelor și sateliților din Sistemul nostru solar, ale centurii de asteroizi, centurii Kuiper și norului Oort.
- Să descrie în profunzime o planetă, un satelit sau un alt corp ceresc din Sistemul solar.
- Să efectueze, să înregistreze* și să analizeze observații ale corpurilor cerești din Sistemul solar vizibile în telescopul școlar.
- Să calculeze viteza parabolică pentru o planetă și vitezele cosmice*.
- Să formuleze argumente pro sau contra posibilității vieții inteligente undeva în galaxia noastră (formula lui Drake*).
- Să descrie strălucirea stelelor folosind scara magnitudinilor aparente și absolute*.
- Să efectueze, să înregistreze* și să analizeze observații ale stelelor și regiunilor în care iau naștere stelele folosind telescopul școlar.
- Să aplice metoda paralaxei pentru a determina distanța până la stele*.
- Să descrie stelele aparținând diferitelor clase de luminozitate și spectrale.
- Să interpreteze spectrul unei stele.
- Să interpreteze diagramele Hertzsprung-Russell.
- Să calculeze densitatea unei pitice albe sau stele neutronice și să o compare cu densitatea unor corpuri cerești mai obișnuite*.
- Să memoreze proprietățile principale ale unor stele remarcabile.
- Să identifice din ochi imaginile galaxiilor spirale, eliptice și neregulate.
- Să efectueze, să înregistreze și să analizeze observații ale galaxiilor accesibile telescopului școlar*.
- Să folosească legea lui Hubble pentru a determina viteza sau distanța până la o galaxie.
- Să analizeze spectrul unei galaxii pentru a-i determina deplasarea spre roșu și constanta lui Hubble*.
- Să evalueze datele care dovedesc că Universul este în expansiune și că aceasta a început de la o stare condensată fierbinte.
- Să demonstreze folosind parametri fizici că Universul este infinit.
- Să evalueze datele care dovedesc că Universul și galaxia noastră conțin materie întunecată*.
- Să evalueze datele care dovedesc că Universul conține energie întunecată*.
- Să descrie cosmologia Marii Explozii.

DISTRIBUȚIA ORELOR DE ASTRONOMIE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL LICEAL

Clasa	Ore pe săptămână	
	Profil umanist	Profil real
XII	1	1,5

Numărul total de ore: profil umanist – 34
 profil real – 41

PROGRAMĂ DE ASTRONOMIE

I. INTRODUCERE

- Obiectul astronomiei
- Istoria astronomiei
- Arheoastronomia
- Astronomia și viața cotidiană
- Astrologia

II. CERCETAREA CERULUI

- CERUL NOCTURN. OBSERVAȚIILE ASTRONOMICE ȘI METODELE DE CERCETARE

Constelațiile și stelele mai strălucitoare: condiții de vizibilitate pe parcursul anului. Hărți, atlasuri și cataloage stelare.

Metode de cercetare în astronomie.

Instrumente optice pentru observații astronomice: luneta, telescopul, astrograful, binoclul. Mărirea unghiulară și puterea de rezoluție.*Aberațiile.*

Observatoarele astronomice. Planetariul.

Aparatele cosmice și cosmonautica.

Radioastronomia. I'-astronomia. R-astronomia. Radiația sincrotronă. Neutrino.

- SFERA CEREASCĂ

Mișcarea diurnă aparentă a astrilor. Culminația. Refracția astronomică (calitativ). Crepusculul.

Axa lumii. Polii lumii. Ecuatorul ceresc. Meridianul ceresc.

Mișcarea anuală aparentă a Soarelui. Ecliptica. Constelațiile zodiacale.

Coordonatele geografice și determinarea lor din observații astronomice. Sisteme de coordonate cerești.*

Distanțe unghiulare și dimensiuni unghiulare.*

III. SISTEMUL SOLAR

- Structura, componența și caracteristicile generale ale Sistemului solar.

- SOARELE

Caracteristicile principale. Structura interioară. Energia și temperatura Soarelui. Reacțiile termionucleare în interiorul Soarelui.*

Atmosfera Soarelui. Fotosfera, cromosfera și coroana Soarelui. Spectrul coroanei solare.

Activitatea solară, ciclurile de activitate solară.* Câmpurile magnetice solare. Relațiile Soare-Pământ. Constanta solară.

- PLANETELE

Clasificarea planetelor. Planetele inferioare. Planetele superioare. Planetele de tip terestru. Planetele gigante.

PLANETELE INFERIOARE.

Mișcările aparente și configurațiile. Condiții de vizibilitate. Perioada sinodică.

Perioada siderală. Ecuația mișcării sinodice.*

- MERCUR

- VENUS

Tranzițiile planetelor Mercur și Venus.

- PĂMÂNTUL
Mișcările Pământului. Precesia. Nutația. Efectele legate de mișcările Pământului
 (succesiunea zilelor și nopților, succesiunea anotimpurilor).
Structura interioară a Pământului. Câmpul magnetic al Pământului. Centurile de
radiație.
 Fenomene atmosferice. Aurorele polare.* Refracția atmosferică. Meteorii și curenții
meteorici. Bolizii.
Meteorii. Razele cosmice.*

- LUNA
Sistemul Pământ-Lună.
Mișcarea Lunii în jurul Pământului. Fazele Lunii. Luna sinodică și luna siderală.
Condițiile fizice pe Lună. Structura internă a Lunii. Expedițiile lunare.
Eclipsele de Lună și de Soare. Predicția eclipselor. Saros.*
Ocultațiile planetelor și stelelor de către Lună.

- MĂSURAREA TIMPULUI
Timpul solar. Anul tropic. Ora locală. Timpul universal. Fusele orare.
Calendarul. Sisteme de calendare.
Calendarul gregorian (stilul nou). Calendarul iulian (stilul vechi).

- PLANETELE SUPERIOARE. Mișcările aparente și configurațiile. Condiții de
vizibilitate. Ecuația mișcării sinodice.*
 - MARTE
 - Asteroizii (planetele mici)
 - JUPITER
 - SATURN
 - URANUS
 - NEPTUN
 - PLUTO

- CORPURILE TRANSPLUTONIENE
 - Centura lui Kuiper (Planetoizii)*
 - Cometele. Cometa Halley.
 - Norul lui Oort*

- MATERIA INTERPLANETARĂ.

- MIȘCAREA CORPURIILOR DIN SISTEMUL SOLAR
Legile lui Kepler. Legea atracției universale. Legea III generalizată a lui Kepler.*
Vitezele cosmice (I, II și III).*
Perturbațiile în mișcarea planetelor (calitativ). Descoperirea planetelor Neptun și Pluton.
Mareele.*
Traietoriile aparatelor cosmice interplanetare.

- DETERMINAREA UNOR PARAMETRI AI CORPURIILOR CEREȘTI ȘI A
DISTANTELOR ÎN ASTRONOMIE
Determinarea maselor corpurilor cerești.*
Determinarea dimensiunilor corpurilor cerești.*

Măsurarea distanțelor până la corpurile din Sistemul solar (metoda radiolocației și metoda paralaxei diurne). Unitatea astronomică.

Măsurarea distanțelor până la stele. Metoda paralaxei anuale. * Parsecul, anul-lumină.

IV. CALEA LACTEE. GALAXIA

- GALAXIA NOASTRĂ

- STELELE

Caracteristicile principale: temperatura, raza, masa și luminozitatea. Strălucirea aparentă a stelelor. * Scara magnitudinilor stelare. * Magnitudinea absolută. * Relația dintre strălucirea aparentă a stelelor și distanța până la stele. * Structura stelelor. Reacțiile nucleare – sursa de energie a stelelor.

Radiația corpului absolute negru. Noțiunea de temperatură efectivă. Culoarea stelelor.

- CLASIFICAREA STELELOR

Noțiunea de sisteme fotometrice. * Spectrele stelelor. Liniile de absorbție și emisie.

Clasificarea spectrală a stelelor. * Compoziția chimică și temperatura. Diagrama “spectru-luminozitate” (Hertzsprung-Russell). Stelele de pe secvența principală. * Stelele gigante și supergigante. Stele pitice. Piticele cafenii. Relația “masă-luminozitate” pentru stelele de pe secvența principală.

- EVOLUȚIA STELELOR

Durata de viață a stelelor de diverse mase și deplasarea pe diagrama Hertzsprung-Russell.

Stadiile târzii ale evoluției stelelor: piticele albe, stelele neutronice. Pulsarii. * Stelele Roentgen. Găurile negre. * Raza gravitațională. Nebuloasele. Nebuloase planetare. Nebuloasa Crab. *

- STELELE DUBLE ȘI STELELE VARIABLE

Stele variabile cu eclipsă. Stelele duble spectrale. Determinarea maselor și dimensiunilor stelelor în sistemele binare. Planetele extrasolare. * Stelele variabile pulsatorii, tipurile și curbele de strălucire. * Dependența “perioadă-luminozitate” pentru cefeide. Determinarea distanțelor după cefeide. Stelele eruptive. Novele. Supernovele.

- SISTEME STELARE

Roiuri stelare deschise și roiuri stelare globulare, deosebirile principale dintre ele. Vârsta și proprietățile fizice ale roiurilor stelare. * Mișcarea stelelor în roiurile stelare. Asociațiile de stele. *

- MIȘCAREA STELEOR ÎN SPAȚIU*

Viteza radială a stelelor și metoda de măsurare a ei. Efectul Doppler. * Viteza tangențială. Mișcarea proprie a stelelor. Apexul. Anul galactic.

- MATERIA INTERSTELARĂ

Densitatea, temperatura și compoziția chimică a mediului interstelar. Absorbția interstelară a luminii. * Câmpul magnetic interstelar. Radiația sincrotronă.

V. UNIVERSUL. ORIGINEA ȘI EVOLUȚIA CORPURILOR CERESTI

- GALAXIILE

- Grupul local de galaxii. Nebuloasa Andromeda. Distanțele până la galaxiile mai apropiate. Deplasarea spre roșu în spectrele galaxiilor. Legea lui Hubble. * Expansiunea Universului.

Compoziția galaxiilor și caracteristicile lor fizice. * Rotația discurilor galactice. Tipurile de galaxii. Galaxii active. Roiurile și super-roiturile de galaxii.

Radiogalaxiile. Cvasarii.* *Lentile gravitaționale. Nuclee galactice active.*

- MAREA EXPLOZIE

Formarea și evoluția galaxiilor, nebuloaselor, stelelor și sistemelor planetare. *Formarea elementelor chimice. Stadiul de contracție gravitațională la formarea stelelor.*

Radiația cosmică de fond și spectrul ei.*

Materia întunecată.

COSMOLOGIA. Modele cosmologice. Modelul inflaționist al Universului.*

Evoluția Universului. Paradoxul Olbers.

- ORIGINEA SISTEMELOR PLANETARE

Problema originii Sistemului solar.

Problema originii și evoluției vieții pe Pământ.

Inteligența extraterestră. Proiectul SETI: Este cineva acolo ? OZN. Principiul antropic.

VI. COSMONAUTICA ȘI CERCETAREA SPAȚIULUI COSMIC

Traiectoriile zborurilor spațiale.*

Rachete purtătoare, nave cosmice, sateliți artificiali, stații orbitale, sonde spațiale.

Primul satelit artificial al Pământului.

Primul zbor orbital al omului. Imponderabilitatea.

Primul zbor pilotat la Lună. Expedițiile Appollo.

Explorarea planetelor și altor corpuri ale Sistemului solar. *Compoziția chimică a unei comete (Vega-Jotto). Expedițiile Voyager, Pioneer și Galilei. Zborurile pilotate spre planeta Marte și alte corpuri din Sistemul solar.*

BIBLIOGRAFIE

1. Programa de astronomie. Clasa XI. Chișinău, 1991.
2. Curriculum național. Programe pentru învățământul liceal. Matematică și științe. Fizica. Centrul Educațional Pro Didactica. Chișinău, 1999.
3. Программы дисциплин по типовым учебным планам. Астрономия. Для государственных университетов. Издательство Московского Университета, 1990.
4. Philhour Byron. Astronomy Curriculum Design Document. 2003. www.siprep.org
5. Климушкин Д. Ю. Школьная программа по астрономии: выбор альтернатив. 2005.
6. Левитан Е. П. Дидактика астрономии. Москва, 2004. 296 с.
7. Воронцов-Вельяминов Б. А., Дагаев М. М., Засов А. В. И др. Методика преподавания астрономии в средней школе. М.: Просвещение, 1985.- 240 с.
8. Voronțov-Veliaminov B. A. Astronomia. Manual pentru clasa XI. Lumina, Chișinău, 1992.
9. Chiș Gheorghe. Astronomie. Manual pentru clasa XII. Editura didactică și pedagogică. București, 1992.
10. Левитан Е. П. Астрономия. Учебник для 11 класса. Москва: Просвещение, 1994.
11. Ranzini Gianluca. Astronomie. Neuer Kaiser Verlag, Klagenfurt Neuauflage, 2004.
12. Угольников О. С. Вопросы по астрономии, рекомендуемые для подготовки школьников к Всероссийской Олимпиаде по астрономии и физике космоса. 2005. www.Issp.ac.ru
13. Program de pregătire a populației școlare din România în vederea urmării eclipsei totale de Soare din 11 august 1999. www.lefo.ro

ISTORIOARE PLINE DE HAZ DIN VIAȚA LUI EINSTEIN

Selecție realizată de Ion HOLBAN

"Ceea ce îți va lipsi întotdeauna, va fi rigoarea științifică".

Așa îl "încurajau" unii dascăli pe elevul Einstein. Băiatul a început să vorbească târziu, la 4 ani, la școală era distrat, nu-i plăcea să învețe lecțiile pe de rost. Dar tocmai acestor calități se datorează originalitatea teoriilor lui Einstein.

"Nu te întrista, tinere"

După ce tânărul Einstein a picat la examenul de admitere, rectorul Politehnicii din Zurich l-a încurajat : "Nu te întrista, tinere, au mai pățit-o și alții ca tine: Giuseppe Verdi, Charles Darwin..."

Oameni neserioși

Cine în lucruri mărunte nu are o atitudine serioasă, zicea Einstein, acela nu-i pot fi încredințate lucruri mari.

Einstein și ... turma de berbeci

Multe comunități sociale încercau să-l folosească pe Einstein în scopurile lor. Îl sâcăiau tot felul de indivizi, care doreau să profite de numele marelui savant și îi propuneau să fie ales membru de onoare al societății sau clubului lor. Odată, fiind scos din fire de insistența impertinentă a unui tip, i-a zis-o pe șleau: "Ca să devii membru impecabil al unei turme de berbeci, trebuie în primul rând să fii berbec".

"Cred în Dumnezeu lui spinoza"

Cred în Dumnezeu preocupat de armonia tuturor lucrurilor, și nu în Dumnezeu care este preocupat de soarta și purtările oamenilor" - zicea Einstein.

Și Einstein a fost soldat

Soldat în lupta pentru pace.

Dumnezeu a înzestrat măgarul cu piele groasă

Când cineva îl întreba pe Einstein de ce nu reacționează la insultele aduse de unii indivizi, el răspundea calm: "Dumnezeu a creat măgarul și l-a înzestrat cu o piele groasă".

E foarte complicat pentru mine

Când cineva i-a atras atenția că folosește pentru spălat și bărbierit același săpun, Einstein a răspuns: "Două bucăți de săpun - e prea complicat pentru mine".

Aș dori să văd ticăloșia oamenilor de la distanță

Când s-a început primul război mondial, Einstein zise: "Ce păcat că nu pot să plec pe Marte, pentru a vedea ticăloșia oamenilor de pe Terra numai prin telescop".

Omul cinstit trebuie stimat

Omul cinstit întotdeauna trebuie stimat, zicea Einstein, chiar dacă el nu împărtășește părerile altora.

Un adevăr pentru toate timpurile

"Prioritatea prostiei - zicea Einstein - nu poate fi pusă la îndoială și această prioritate este garantată în toate timpurile".

Așa mă simt mai bine

Când Einstein a fost întrebat de ce a ales soluția Universului cu spațiul închis, el a răspuns: "Într-un spațiu închis mă simt mai bine".

Cum să scapi de "fizionomiile care nu înțeleg nimic"

La conferințele de popularizare a științei pe care le ținea Einstein venea multă lume bogat îmbrăcată, cu binocluri... De obicei, savantul începea "povestea teoriei relativității" apoi, după un interval nu prea mare de timp, anunța o mică pauză, "pentru ca cei pe care nu-i interesează teoria relativității să poată pleca", după care rămâneau 7 - 8 persoane. În lipsa "fizionomiilor ce nu înțeleg nimic", savantul își expunea mai concis și mai clar gândurile. Acesta era unul din ritualurile prelegerilor lui Einstein.

Se pricep ca vaca în botanică

La deschiderea unei expoziții ce viza succesele științei, Einstein a ținut un discurs, din care un pasaj a fost reținut de asistență: "Să se rușineze toți cei care inconștient se folosesc de minunile științei și tehnicii, înțelegând în ele nu mai mult decât o vacă în botanică, știința despre plante, pe care aceasta le paște cu plăcere".

În ce constă esența descoperirii ?

Când cineva l-a rugat pe Einstein să-i explice esența descoperirii lui pe înțelesul tuturor, savantul i-a răspuns: "Când un gândac orb se deplasează pe suprafața unei sfere, el nu observă că suprafața e deformată, eu însă am avut norocul să observ acest lucru."

Emoția primară a misterului

"Lucrul cel mai minunat pe care îl putem întâlni este misterul. La baza artei și științei adevărate se află emoția primară. Cel care nu știe acest lucru și nu poate fi curios sau nu poate simți uimire este ca și mort, asemenea unei lumânări stinse" - zicea Einstein.

Einstein - referent oficial

La susținerea unei teze, Einstein era referent oficial. Teza era cam slabă și Einstein se frământa ce să spună. Colegul său Ehrenfest îi observă neliniștea și îl privi întrebător. Einstein îi răspunse: "Mă simt de parcă ar trebui să înghit ceva, neavând nimic în gură".

Face s-o citești

Când a primit pentru recenzie teza lui de Broglie, Einstein l-a sfătuit și pe Max Born s-o citească: "Citește-o, pare să fie scrisă de un scrântit la minte, dar e scrisă profund".

Einstein despre știință

Toată știința noastră, raportată la realitate, este primitivă și copilărească și totuși ea este cel mai prețios lucru pe care-l avem...

Trebuie să i se permită teoreticianului să dea frâu liber fanteziei, -

zicea Einstein. Altă cale spre scopurile înalte pe care și le propunea el nu există.

Lucrul cel mai greu

Fiind întrebat, care-i lucrul cel mai greu pentru el, Einstein a răspuns: "Să trezesc

publicul, după ce domnii care mă prezintă rostesc cuvântul introductiv".

Înțelegerea atomului e un joc copilăresc -

zicea Einstein,... în comparație cu înțelegerea jocului unui copil.

A avut fericirea

Einstein zicea adeseori că a avut fericirea să se maturizeze înainte de a pierde darul de a se mira.

O, soțul meu poate face absolut totul...

Fiind întrebată de un ziarist ce crede despre soțul ei, soția lui Einstein a exclamat: "O, soțul meu e un geniu, poate face absolut totul, ... în afară de bani".

Eu nu cred că Dumnezeu aruncă zarurile

Când a fost enunțată ideea că în microunivers nu mai domnește determinismul laplacian, ci legile probabilistice (ale întâmplării), Einstein și-a exprimat deschis dezacordul: "Nu pot crede că Dumnezeu joacă zaruri". Landau care l-a cunoscut pe Einstein scria despre el: "La acest om era uimitoare îmbinarea paradoxală a genialității grandioase, a îndrăzelii neobișnuite în gândire cu unele rămășițe de conservatism".

Vocea interioară

Întreaga-i viață Einstein n-a putut să se împace cu introducerea noțiunii de cauzalitate probabilistică în mecanica cuantică. Iată ce-i scria el lui Born: "Mecanica cuantică îmi inspiră stimă mare, dar o voce interioară îmi spune că aceasta nu este ceea ce trebuie".

Numai proștii nu-și schimbă părerile

La început, când auzea de spectroscopie Einstein o numea "zoologie". După apariția teoriei lui Bohr și Sommerfeld, savantul o numea deja "muzică spectrală".

Formula succesului

Mulți cunosc faimoasa relație a lui Einstein $E=mc^2$. Puțini însă știu că Einstein este și autorul formulei succesului: $s = m + t + o + l$. Succesul (s) se compune din muncă (m), talent (t), arta de a te odihni (o) și ...capacitatea de a-ți ține limba după dinți (l).

Blocnotes-ul savantului

- Domnule Einstein, - i se adresă odată un ziarist autorului teoriei relativității, - în ce fel vă notați dvs ideile mărețe? Aveți vre-un carnet, blocnotes, sau ...

- Dragă, - îi răspunse savantul, - ideile cu adevărat mari îți vin atât de rar, încât nu mai este nevoie să le notezi, - le reții oricum.

Einstein - struț

Odată cu dezvoltarea mecanicii cuantice, sporeau și grijile lui Einstein: "Mă asemăn probabil unui struț care își ascunde tot timpul capul în nisipul relativității, ca să nu privească în față blestematelor cuante".

Îmi retrag candidatura

Odată Edison i se plânse lui Einstein că-și caută cu insistență un ajutor, dar nici unul din tinerii care răspund solicitării nu-i convine. Și după care criterii îi selectezi, - s-a interesat Einstein. O, am o listă de întrebări și cine îmi va răspunde la ele va deveni pe loc ajutorul meu - zise Edison și scoase din buzunar lista cu întrebări. Einstein începu să citească: 1)"Câte mile

sunt de la New-York până la Cicago?" - Păi vezi ghidul feroviarului, - răspuse Einstein. 2) "Din ce se face oțelul inoxidabil?" - Vezi ghidul metalurgului ...

Parcurgând cu vederea și celelalte întrebări și observând că și ele sunt de aceeași natură, Einstein îi zise resemnat inventatorului: "Eu unul îmi retrag candidatura".

Cum poate fi mare un om care nu știe a număra până la trei ?

Odată, la o solemnitățe, Einstein se nimeri împreună cu un compozitor vestit. Stăpâna casei rugă pe cei doi oaspeți deosebiți să cânte ceva împreună - Einstein la vioară, iar compozitorul la pian. Compozitorul începu de câteva ori introducerea, însă Einstein nicidecum nu putea să țină ritmul. Atunci compozitorul închise capacul de la pian și zise în glumă: "Nu înțeleg, cum o lume întreagă poate să-l numească mare pe un om care nu poate număra până la trei".

Spune cum te cheamă ?

În timpul unei călătorii cu trenul, Einstein a scăpat jos ochelarii. Savantul nici n-a reușit bine să vadă unde au căzut, că fetița de alături a găsit ochelarii și i-a întins lui Einstein. "Îți mulțumesc, fetițo, - zise Einstein, - ești foarte politicoasă, cum te cheamă ?"

- Ilza Einstein, tată.

Unde locuiește profesorul Einstein

Fiind într-un oraș străin, Einstein s-a întors la hotel tocmai seara. Se adresă portarului: "Nu știți unde locuiește profesorul Einstein ?" Portarul făcuse ochi mari: "Păi, D-voastră sunteți profesorul Einstein". "Știu - îi răspunde savantul, - dar am uitat în ce cameră stau".

Schimb de complimente

Einstein îi scria lui Chaplin: "Filmul D-voastră "Febra aurului" este înțeles de toată lumea, și D-voastră veți deveni incontestabil un om mare. Einstein."

Chaplin îi răspuse: "Eu de D-voastră mă minunez și mai mult. Teoria relativității, pe care ați descoperit-o, nu-i înțeleasă de nimeni, însă D-voastră ați devenit deja un om mare. Chaplin."

Nu este nevoie de notat

O cunoștință îl rugase pe Einstein să-i telefoneze la numărul 24361 și l-a sfătuit să și-l noteze ca să nu-l uite. La care învățatul i-a răspuns: "ce-i aici de ținut minte, două duzine și 19 la patrat".

Nu regretați timpul pierdut

Odată, la Berlin, Einstein a convenit să se întâlnească cu un coleg. Einstein a venit la timp la locul întâlnirii, însă colegul nu apărea. Un alt profesor trecând pe acolo și aflând despre ce este vorba l-a întrebat: "Și nu vă pare rău, domnule profesor, să pierdeți timpul degeaba ?" La care Einstein i-a răspuns: "O, din contră, eu l-am petrecut cu mult folos, am reușit să dezvolt câteva idei".

E un lucru evident

Einstein era în vizită la cineva. Când a dat să plece, afară ploua. El fiind cu capul descoperit, gazda i-a propus pălăria sa. "Nu este nevoie, - a zis Einstein, - am știut că are să plouă și de aceea nu mi-am luat pălăria: este evident că pălăria se usucă mai greu decât părul".

"Ce diferență e între timp și veșnicie ?" -

l-a întrebat o jurnalistă pe Einstein. "Domnișoară, - i-a răspuns savantul, - dacă aș

încerca să vă explic, mă tem că ar trece o veșnicie până ați înțelege..."

Modestia

Pe o stradă din New-York Einstein a întâlnit o cunoștință. Acela văzându-l într-un palton ponosit îi zice: "Domnule Einstein, sunteți un om cu atâtea merite și purtați un palton vechi, trebuie să vă cumpărați unul nou". "Nu-i nevoie, -îi răspunse savantul - aici nu mă cunoaște nimeni". Peste câțiva ani cei doi se întâlnesc din nou. Einstein purta același palton. "Domnule Einstein, cum ne-a fost înțelegerea, că vă luați un palton nou !" "La ce bun, - îi răspunse fizicianul - acum mă cunoaște toată lumea."

Dumnezeu a ratat o șansă rară

În timpul unei eclipse solare Edington a verificat teoria relativității și aceasta s-a confirmat, despre care fapt astronomul l-a înștiințat printr-o telegramă pe Einstein. Aflând vestea, un student îl întreabă pe savant, ce ar fi făcut dacă experimentul nu confirma teoria ? Einstein i-a răspuns: "I-aș fi trimis lui Edington regretele mele căci teoria este corectă și aș mai fi zis că Dumnezeu a ratat o șansă rară."

Să trecem la bere că e mai simplu

Spre deosebire de Planck, Einstein a văzut în cuante nu un artificiu matematic comod, ci un mijloc de a descifra esența luminii. De aceea, fiind întrebat care-i deosebirea dintre ceea ce spune Planck despre lumină și ceea ce spune el, Einstein a dat un răspuns original: Planck a observat că berea se vinde în sticle de o pintă, pe când el, Einstein, a demonstrat că berea nu poate avea orice volum, ci numai volume de o pintă. La prăvălia fizicienilor, - glumeau unii, - ar trebui să se scrie: "De azi înainte, energia de radiație se eliberează numai în cuante".

Pur și simplu niște gheburi

Fiind întrebat ce reprezintă particulele elementare, Einstein a răspuns în glumă: "Sunt pur și simplu niște gheburi ale câmpului".

Dumnezeu nu e răuvoitor

Pe căminul din sala pentru vizitatori de la Universitatea din Princeton, unde a lucrat Einstein, sunt incrustate cuvintele spuse de savant: "Dumnezeu e aspru, dar nu e răuvoitor intenționat".

Universitățile și ciupercile

"Universitățile - zicea Einstein - sunt ca niște grămezi enorme de bălegar, pe care uneori cresc și ciuperci."

Einstein despre relativitatea timpului

"Când ții în brațe o fată, o oră îți pare un minut, dar când te așezi pe o plită înfierbântată un minut îți pare o oră".

Cizmarul fără cizme

În teoriile mele, zicea Einstein, în întreg spațiul arunc o mulțime de ceasuri, dar iată că nu sunt în stare să cumpăr măcar unul pentru casa mea.

"O sută de autori contra lui Einstein"

O astfel de carte apăruse pe timpul lui Einstein. O sută de autori se pronunțau împotriva teoriei relativității. Auzind despre ea, Einstein a zis cu sarcasm: "Dacă eu n-aș fi avut dreptate, ar fi fost îndeajuns și un singur autor".

Iartă-mă, Newton

Spre sfârșitul vieții sale, într-o notă autobiografică Einstein adresează următoarele cuvinte lui Newton: "Iartă-mă, Newton ! Tu ai găsit singurul drum care era posibil pe timpul tău, pentru omul cu o forță de gândire și o capacitate de creație științifică extraordinară. Conceptele create de tine rămân și azi conducătoare în gândirea noastră fizică, deși acum știm că dacă vom năzui spre o înțelegere mai profundă a dependențelor, va trebui să înlocuim aceste concepte cu altele, care sunt mai departe de sfera experienței nemijlocite".

Acum îmi dau seama

După 35 de ani de muncă obositoare, dar fără rezultate esențiale, asupra teoriei unificate a câmpului, Einstein zicea cu tristețe: "Acum îmi dau seama de ce mulți oameni simt o mare plăcere, atunci când se ocupă de tăierea lemnului. Rezultatul muncii îl vezi imediat".

Cel puțin cunosc 99 de căi...

Fiind întrebat dacă sunt de vre-un folos eforturile lui de a crea teoria unificată a câmpului, Einstein a răspuns: "Cel puțin cunosc 99 de căi pe care această teorie nu poate fi creată".

Cum se fac descoperirile epocale ?

Și la această întrebare Einstein a răspuns în mod einsteinian: "Toată lumea știe că un lucru oarecare este imposibil. Dar iată că se găsește un ignorant care nu știe despre aceasta - și el face descoperirea".

Scrisori de recomandare

În arhiva lui Einstein s-au păstrat multe scrisori de recomandare. Despre ele Einstein spunea: "Îmi pare rău că oamenii pe care i-am recomandat aveau frumoase calități omenești, pe când eu i-am prezentat ca pe niște cai de tracțiune, robaci."

ACADEMICIANUL VICTOR A. KOVARSKY - FIZICIAN, BIOFIZICIAN ȘI OM DE OMENIE

Dr. Boris FILIP

Au trecut mai mult de patru ani de la trecerea în neființă a celui care a fost Victor Anatolievici Kovarsky și care la 30 decembrie 2004 ar fi împlinit 75 de ani.

Victor Kovarsky împreună cu academicienii Tadeuș Malinovski, Sergiu Rădăuțanu, frații Sveatoslav și Vsevolod Moscalenco, Isaak Bersuker și Iurie Perlin sunt acea generație de fizicieni, care a dus faima republicii în lume. El a pregătit peste 20 de doctori și doctori abilitați în știință. A fost preocupat de mai multe domenii ale fizicii și biofizicii moderne.

L-am cunoscut pe la sfârșitul anilor 70, până atunci fiind convins că Victor A. Kovarsky este matematician de profesie. Aceasta pentru că el a predat matematica superioară și mecanica teoretică la Facultatea de mecanizare și hidroameliorare a Institutului Agricol din Chișinău, unde mi-am făcut studiile între anii 1967 - 1972. Am urmat specializarea la catedra de selecție și genetică, pe atunci condusă de tatăl său, Anatolii Kovarsky, renumit savant în domeniul ameliorării plantelor. Începând cu anul 1980, am avut norocul să lucrez ca biofizician la Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe, avându-l ca șef de laborator și ca îndrumător științific pe Victor A. Kovarsky.

L-am cunoscut pe Victor A. Kovarsky într-o atmosferă degajată – la el acasă, unde am încercat cu tot dinadinsul să-l conving că modelul meu de structură secundară a ADN-ului în sistemele vii, care se deosebea de cel clasic al lui Watson și Crick, este un model veridic. Atunci mi-a acordat puțin timp, fiindcă se grăbea la o ședință, dar mi-a dat întâlnire pentru o altă dată pentru a continua discuția. Spre sfârșitul celei de a doua întrevederi, după ce a aflat mai mult despre interesele mele științifice din domeniul biofizicii, mi-a propus să trec la lucru la Institutul de Fizică Aplicată, propunându-mi pentru început postul de cercetător științific (deși aveam titlu științific și lucram secretar științific într-o asociație științifică de producție), iar după un an de încercare – cel de cercetător științific superior (și s-a ținut de cuvânt, deși pe acele timpuri era foarte dificil să obții un post de cercetător științific superior). Cântărind toate pro și contra, am acceptat propunerea.

Nu am regretat niciodată că am făcut acest pas, ci din contra. Aș putea spune că în timpul lucrului la Institutul de Fizică Aplicată am mai absolvit o universitate. Vreau să menționez în mod special că prin anii 1980 la Institutul de Fizică Aplicată se muncea mult și acolo domnea o atmosfera creativă de lucru. La crearea acestei atmosfere își aducea aportul și academicianul Victor A. Kovarsky. Nici o lucrare științifică nu era expediată spre publicare fără a fi examinată cel puțin la o ședință a vre-unui seminar științific. Pe atunci, în revistele științifice locale, de regulă, își publicau lucrările începătorii. Pentru susținerea tezei de doctor (doctor abilitat de astăzi) era necesar de avut cel puțin un rezultat de performanță mondială sau, cum spunea V. A. Kovarsky, “un rezultat de doctor”. El a ridicat ștacheta valorică a lucrărilor științifice la un nivel foarte înalt, în primul rând pentru sine și același lucru cerea și de la discipolii săi. Nu aș dori să comentez starea de lucruri care există azi în cercetare, însă trebuie de spus că aceasta se datorează nu numai lipsei acute de finanțe, ci și atmosferei de creație care lasă de dorit.

Nu m-aș încumeta să dau o apreciere a valorii cercetărilor științifice fundamentale realizate de Victor A. Kovarsky și discipolii săi în domeniul fizicii moderne, pentru că nu cunosc suficient domeniul. Despre ținuta valorică a acestora însă vorbesc elocvent numeroasele lucrări științifice ale autorului publicate în revistele științifice de circulație internațională și comunicările savantului la cele mai prestigioase foruri științifice de la Londra, Bristol, Paris, Roma, Praga, Moscova, Kiev, Sanct-Petersburg.

În cunoștință de cauză aș putea vorbi despre ceea ce a făcut academicianul Victor A. Kovarsky în domeniul biofizicii. Sunt fericit că am contribuit într-o oarecare măsură la inițierea lui în biologia moleculară, biochimia modernă, genetică. Pasiunea lui pentru biologie și, în special, pentru genetică și biofizică era într-un fel ereditară – a crescut într-un mediu de biologi din care făcea parte și tatăl său. Împreună cu acesta a publicat prima sa lucrare serioasă (în revistă științifică «Доклады Академии наук СССР»), care a fost și o primă încercare de a interpreta filogeneza (istoricul provenienței speciilor) unor plante de cultură, porumb și grâu, prin structura fină a spectrelor electronice și paramagnetice ale semințelor.

Un interes aparte a manifestat academicianul Victor A. Kovarsky față de emisia undelor electromagnetice, inclusiv UV, de către obiectele biologice, așa numita radiație mitogenetică. Spre sfârșitul vieții a reușit să publice o lucrare de sinteză, în care elucida în linii mari mecanismul generării undelor electromagnetice din spectrul vizibil și UV de către organismele vii. Autorul acestor rânduri a pus în evidență experimental, iar Victor A. Kovarsky a explicat din punct de vedere teoretic fenomenul transformării luminii vizibile în UV în obiectele biologice, rezultatele fiind apoi publicate în revista “Physics Letters”.

Reputatul savant era interesat și de interacția undelor electromagnetice cu obiectele vii sub aspectul aplicării în medicină, biologie și agricultură. A publicat și câteva lucrări serioase și înalt apreciate de comunitatea științifică de specialitate, în care a enunțat ipoteze privind mecanismele funcționării enzimelor și ale unor gene în sistemele vii. El a fost inițiatorul elaborării și promotorul tehnologiei de tratare cu lumină a furajelor de origine vegetală pentru nutriția puilor-broileri, cercetare care a fost dusă până la faza de construire și încercare a utilajelor de producție. În anii 1982-1984 Victor A. Kovarsky a fost organizatorul a trei conferințe importante în domeniul biofizicii, inclusiv a primei Conferințe Republicane de Biofizică.

Recitind cartea sa autobiografică “Săgeata timpului în viața mea”, editată cu un an înainte de trecerea în neființă, încep să-l cunosc și mai bine. A fost o personalitate remarcabilă, un om de omenie, un interlocutor și povestitor de excepție, înzestrat cu simțul umorului. Îmi aduc aminte cu o deosebită plăcere de timpul când la vreo conferință unională în orele de odihnă la un pahar de vorbă ne povestea nouă, celor tineri, multe din biografia sa bogată în evenimente. În ultimii ani de viață a avut probleme grave de sănătate, și-a pierdut cu totul vederea, dar a rămas lucid și a muncit practic până în ultima zi. Sunt fericit că în ultimii lui ani de viață am fost unul din cei mai apropiați colaboratori ai săi.

Prin acest memoriu aș dori să întorc ceva din datoriile, pe care le am față de amintirea celui care a fost savantul Victor Anatolievici Kovarsky, al cărui exemplu este demn să fie urmat și de generația tânără.