

ISSN 1810-6498

**Categoria C**

SOCIETATEA FIZICIENILOR DIN MOLDOVA  
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII  
„DUMITRU GHIȚU”

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

*Revistă științifico-didactică și de popularizare a științei*

VOL. 13

Chișinău 2015

nr.3-4 (51-52)

# Fizica și tehnologiile moderne

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

Prin Hotărârea comună a Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al AȘM și a Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare, nr. 288 din 28 noiembrie 2013, revista a fost reacreditată (reconfirmat statutul de publicație științifică de profil) și inclusă în lista revistelor științifice de profil la categoria C, profilul științe fizico-matematice și tehnice.

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

## Colegiul de redacție

Ion ANDRONIC	Valerian DOROGAN	Ion TIGHINEANU
Nicolae BALMUȘ	Valeriu DULGHERU	Florea ULIU
Oleg BURSUC	Ion ILIEȘ	
Valeriu CANȚER	Iulia MALCOCI	
Anatolie CASIAN	Ion NACU	
Pavel CATANĂ	Dormidont ȘERBAN	

## Consiliul consultativ al revistei

Mirel BIRLAN (Paris)	Ștefan MASHNIC (Los Alamos, S.U.A.)
Emil BURZO (Cluj)	Emilian MICU (Brăila)
Leonid CAPTARI (Dubna)	Vsevolod MOSCALENCO (Chișinău)
Viorica CHIOREAN (Baia Mare)	Zadig M. MOURADIAN (Paris)
Leonid CULIUC (Chișinău)	Florentin PALADE (Chișinău)
Igor EVTODIEV (Chișinău)	Dumitru Dorin PRUNARIU (Brașov)
Marius ENĂCHESCU (București)	Magda STAVINSCHI (București)
Ion GERU (Chișinău)	Vasile TRONCIU (Chișinău)
Alexandru GLODEANU (București)	
Dan IORDACHE (București)	

**ISSN 1810-6498**  
**Fiz. tehnol. mod**

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

© Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „Dumitru Ghițu”

Revista apare sub egida Societății Fizicienilor din Moldova, cu sprijinul financiar al Institutului de Inginerie Electronică și Nanotehnologii "Dumitru Ghițu

### Adresa redacției:

Societatea Fizicienilor din Moldova  
Str. Academiei 3/3, MD-2028 Chișinău  
Republica Moldova  
Tel. + (37322) 29-48-60; 73 90 60; 23 34 46  
068276476; 069365511;

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

Articolele prezentate spre publicare sunt recenzate de către 2 recenzanți independenți cu grad științific din domeniul de referință.

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

## Cuprins

<i>ANIVERSARI</i>	
AM AVUT MARE NOROC DE PĂRINȚI	4
Profesorul universitar Anatolie CASIAN la 80 de ani	
Ion BALMUȘ	
<i>ACTUALITĂȚI</i>	
PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ - 2015	9
<i>PROBLEME, CONCURSURI, OLIMPIADE</i>	
OLIMPIADA INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ - 2015	11
<i>DIDACTICA FIZICII</i>	
TITIREZUL CONTROLABIL - INVENȚIE ROMANEASCĂ	34
Ioan GROSU	
<i>FIZICA ÎN NAVIGAȚIE</i>	
AMORTIZAREA BALANSĂRII NAVELOR MARITIME	41
Ion Ia. ANDRONIC, Nicolae BALMUȘ, Radu TINCU	
<i>MISIUNI SPAȚIALE</i>	
NOI ORIZONTURI ÎN EXPLORAREA SISTEMULUI SOLAR	48
Stefan D. TIRON	
<i>CERCETARE ÎN LICEU</i>	
TERMOMETRUL CU AER	50
Dan BERBEC	
<i>INTERFERENȚE ȘTIINȚIFICE</i>	
EMINESCU ȘI CRITERIILE DE DECIZIE	53
Ion HOLBAN	

# AM AVUT MARE NOROC DE PĂRINȚI

## PROFESORUL UNIVERSITAR ANATOLIE CASIAN LA 80 DE ANI

Profesorul universitar Anatolie Casian s-a născut la 17 noiembrie 1935 în satul Colicăuți, raionul Briceni, într-o familie cu tradiții culturale, unde se educa dragostea de carte, se prețuia cunoștințele, se prețuia munca. Iată ce mărturisește domnia sa într-un interviu: “Am avut mare noroc de părinți. Ei nu numai mi-au dat cei *șapte ani de acasă*, dar mai apoi m-au și îndrumat și susținut în viață. Tatăl a fost învățătorul mai multor generații de copii din sat. Era foarte corect și amabil cu elevii și consătenii și se bucura de o autoritate deosebită. El parcă îmi spunea “Fă ca mine, fă mai bine decât mine” și eu consider că această metodă de educație este cea mai eficientă. Totdeauna m-am străduit să-i urmez exemplul.”

Di profesor Casian a avut noroc și de învățători. Cu multă dragoste își amintește de prima sa învățătoare în clasele primare, dna Gudumac care le-a fost ca a doua mamă, dar și de alți învățători. După absolvirea cu medalie de aur a Școlii nr. 2 din or. Edineț, tânărul Anatolie a fost admis la Facultatea de Fizică și Matematică a Universității de Stat din Chișinău, pe care a absolvit-o cu distincție în 1957. La universitate, având succese deosebite la studii a beneficiat de bursa „Lenin”. La aceeași universitate a urmat studiile de doctorat la catedra de Fizica teoretică. Tânărul cercetător setos de cunoștințe, la recomandarea acad. Vsevolod Moscalenco, este înscris în 1962 ca stagiar la Catedra de Mecanică statistică a Universității de Stat “M. Lomonosov” din Moscova, avându-l ca îndrumător pe renumitul acad. N.N. Bogoliubov. După cum mărturisește domnia sa, la Universitatea din Moscova dânsul a audiat cursurile susținute de vestii profesori V.L. Bonci-Bruevici, A.A. Abricosov, I.M. Lifșiț, a frecventat seminarele științifice conduse de profesorii S.V. Teablikov și D.N. Zubarev. O amprentă adâncă pentru toată viața i-au lăsat discuțiile cu acad. N.N. Bogoliubov și seminarele conduse de renumitul academician.



Prof. univ. Dr. habil. Anatolie I. Casian, șeful Catedrei de Mecanică Teoretică de la Universitatea Tehnică a Moldovei, Membru titular al Academiei Internaționale de Termoelectricitate, Membru corespondent al Academiei Americano-Române de Arte și Științe, Laureat al Premiului Național în Domeniul Științei și Tehnicii.

În 1965, dl Anatolie Casian a susținut teza de doctorat în fizică și matematică sub conducerea acad. V. Moscalenco. Deja în această teză domnia sa a prezentat o abordare teoretică completă și modernă a proceselor dinamice în cristale semiconductoare cu rețea ionică.

Pe parcursul anilor 1960-1969, domnia sa a activat la Academia de Științe a Moldovei (AȘM) în calitate de cercetător științific, apoi de secretar științific al Secției de științe fizico-tehnice și matematice. În anii 1967-69 este delegat ca profesor la Universitatea din Alger. Aici sub conducerea sa asistenta Naziha Kesri susține teza de doctor, devenind a doua femeie algeriană cu titlul de doctor la Universitatea din Alger.

După revenirea din Algeria, la invitația rectorului Sergiu Rădăuțan, dl Casian se transferă la Institutul Politehnic din Chișinău, unde până în 1976 exercită funcția de șef al Catedrei de Mecanică Teoretică. Din 1970 suplinește și funcția de secretar științific al Consiliului Științific al Institutului. La sfârșitul anului 1976, domnia sa se transferă la Filiala din Moldova (FM) a Institutului de Cercetări în domeniul Surselor de Curent al Asociației Științifice de Producție „Kvant” din Moscova, unde la început a activat ca cercetător științific superior, apoi ca șef de laborator, director-adjunct pentru activitatea științifică, director. În această perioadă stabilește relații de colaborare în domeniul termoelectricității cu mulți oameni de știință din Moscova, în particular cu prof. Z. Dașevskii, cu care colaborează până în prezent. Împreună ei au publicat mai multe lucrări științifice, inclusiv o monografie. Prof. Z. Dașevskii, care din 1992 este profesor la Universitatea Ben-Gurion din Beer-Sheva, Israel, a vizitat de mai multe ori Institutul Politehnic, apoi Universitatea Tehnică, colaborând cu echipa dlui Casian în două proiecte științifice internaționale INTAS.

Din mai 1982 și până în prezent profesorul Casian A. își desfășoară activitatea ca șef al Catedrei de Mecanică Teoretică la unica instituție de învățământ tehnic superior din R. Moldova, unde în 1988 a susținut teza de doctor habilitat, iar în 1990 i s-a conferit titlul de profesor universitar.

În semn de recunoaștere a meritelor sale științifice, prof. Casian a fost ales în 1994 academician al Academiei Internaționale de Termoelectricitate, iar în 1999 – Membru corespondent al Academiei Americano-Române de Arte și Științe. Domnia sa este membru în Colegiul de redacție al revistei internaționale „Journal of Thermoelectricity”, al revistelor „Moldavian Journal of Physical Sciences” (AȘM) și „Fizica și Tehnologiile Moderne”, Chișinău. Dl Casian A. este un profesor talentat, devotat profesiei, exigent și totodată amabil cu studenții și colegii. Domnul profesor Casian acordă o atenție deosebită cercetării științifice, considerând pe bună dreptate că fiecare cadru didactic trebuie să învețe continuu și să facă cercetare științifică. Domnia sa predă cursul de mecanică în limbile română, rusă, franceză și engleză și este mereu preocupat să atragă studenții în activitatea științifică. Este Eminent al Învățământului Public din R. Moldova și din fosta Uniune Sovietică. Este decorat cu medalia „Meritul Civic”.

Profesorul Casian A. are peste 300 de lucrări științifice publicate, inclusiv 2 monografii și 7 lucrări didactice pentru studenți. A condus peste 20 de teme științifice, iar în ultimii ani a fost coordonatorul a 5 proiecte internaționale realizate cu succes: INTAS-96-535, USA N00014-97-C-0219, CRDF-MRDA Nr. ME-3010, INTAS-01-0184, STCU Nr. 5344. În prezent participă la realizarea unui proiect științific internațional finanțat de Uniunea Europeană în cadrul Programului Cadru 7 (FP7), având ca parteneri patru echipe (din Anglia, Germania, Bulgaria, Letonia) și o firmă din Marea Britanie. A prezentat rapoarte invitate la patru Forumuri Internaționale de Termoelectricitate XIII (2009), XIV (2011), XV (2013) și XVI (2015) și a participat cu raport oral la Conferința Europeană de Termoelectricitate ECT-2013, Olanda, la Conferința Europeană de Termoelectricitate ECT-2014, Madrid. A fost menționat cu Diplomă pentru cea mai bună lucrare prezentată la al 7-lea Forum Internațional

## 6 Aniversări

---

de Termoelectricitate, Kiev, 1996. Este Laureat al Premiului Național în Domeniul Științei și Tehnicii (2004).

Numele prof. A. Casian este bine cunoscut în cercurile largi ale comunității științifice din țară și de peste hotare. A fost profesor invitat la Universitatea Ben-Gurion (Beer-Sheva, Israel) (1996, 2002); Universitatea H. Poincare (Nancy, Franța) (1997, 1998); Institutul Național Politehnic al Lotaringiei (2000); Office of Naval Research (Washington, SUA) (1999); Universitatea din California-Riverside (2002); Observatoire des Micro- et Nano Technologies (Paris, Franța) (2005); Institutul de Chimie a Suprafeței al Academiei de Științe a Ucrainei, Kiev (2012, 2013); Universitatea din Wuerzburg, Germania (2013); Institutul de Fizică a Stării Solide, Universitatea din Letonia, Riga (2014), unde a organizat seminare despre cercetările sale în domeniul materialelor termoelectrice organice. De mai multe ori a vizitat Universitatea de Stat „M. Lomonosov” din Moscova și Institutul de Probleme ale Fizicii Chimice din Cernogolovca, Rusia. Sub conducerea domniei sale au fost susținute 7 teze de doctorat și 2 teze sunt în curs de pregătire.

Domeniul de activitate științifică al prof. A. Casian este destul de larg și cuprinde problemele fundamentale ale mecanicii rețelei cristaline și teoriei semiconductorilor, fenomenele de transport și termoelectrice în structuri cuantice de dimensiuni reduse cu gropi de potențial, proprietățile termoelectrice ale cristalelor organice cvasiunidimensionale. Domnia sa a obținut rezultate deosebit de valoroase în câteva domenii de cercetare:

1. *Teoria fenomenelor cinetice și optice în semiconductori polari în condițiile ecranării dinamice.* A fost cercetată influența plasmei de electroni și goluri asupra proprietăților cinetice și optice și a fost demonstrat că ecranarea dinamică duce la creșterea interacțiunii electron-fofonice (antiecranare). Ca rezultat, la concentrații intermediare ale purtătorilor de sarcină, când are loc rezonanța plasmon-fofonică, mobilitatea purtătorilor discrește și atinge valori minime ca funcție de concentrația purtătorilor, efect determinat de antiecranarea interacțiunilor. Acest rezultat este important pentru optimizarea funcționării dispozitivelor microelectronice. În apropiere de rezonanța plasmon-fofonică, în spectrul de absorbție al radiației infraroșii apare un fenomen de antirezonanță și o structură suplimentară din câteva piscuri. Ele pot servi pentru a determina parametrii cristalelor.

2. *Efecte termoelectrice în structuri cu multe p-n-homo- și heterojonțiuni.* A fost prezis un nou mecanism de apariție a tensiunii termoelectrice pe bariera de potențial a joncțiunii, determinat de termodifuzia purtătorilor de sarcină care duce nu la micșorarea, ci la creșterea barierei de potențial și la apariția tensiunii termoelectrice cu semn contrar tensiunii obișnuite fotoelectrice. Experiențele realizate în mod special în acest scop au confirmat această predicție teoretică. A fost demonstrat că pe barierele structurilor cu joncțiuni p-n și p-n-p pot să apară maxime ale tensiunii termoelectrice mult mai mari decât la capetele structurii. Acest fapt trebuie să fie luat în considerație la asigurarea fiabilității dispozitivelor microelectronice care funcționează în condiții neizotermice. A fost propus și cercetat un nou model de termotranzistor pentru detectarea radiației infraroșii.

3. *Cinetica curentului purtătorilor de neechilibru în detectoare de radiații ionizante.* A fost cercetată forma impulsului de curent al detectorului, ținându-se cont de durata impulsului de iradiere, de capturarea purtătorilor pe capcane și eliberarea lor termică din nou în zonă. Au fost elaborate recomandări pentru alegerea parametrilor optimi ai detectoarelor în scopul obținerii unui impuls de curent cu amplitudine maximă și prelungire minimă a frontului din spate al acestuia.

4. *Proprietăți optice, de transport și termoelectrice ale unor structuri cu dimensionalitatea redusă a spectrului electronic.* A fost cercetată influența plasmei purtătorilor asupra proprietăților cinetice și optice ale unui șir de structuri relativ noi care conțin gaz electronic cvasibidimensional și cvasiunidimensional, ca gropi cuantice de potențial, diferite hetero-joncțiuni, fire cuantice. A fost descoperit că în anumite condiții

coeficientul de absorbție al radiației infraroșii crește de zeci de ori în comparație cu cazul când prezența plasmei electronice se neglijează. În spectrul de absorbție au fost prezise maxime suplimentare cauzate de tranzițiile intersubbandă ale electronilor.

Au fost determinate valorile optime ale parametrilor structurii și valorile maxime ale parametrului termoelectric de calitate în gropile cuantice de tip  $n$  și  $p$ -PbTe/PbEuTe în baza unui model fizic mai realist fără a se folosi parametri de ajustare. Au fost elaborate recomandări pentru aplicări practice.

5. *Proprietățile termoelectrice ale cristalelor organice cvasiunidimensionale.* A fost propus un nou mecanism de transport electronic, care constă în realizarea interferenței a două interacțiuni electron-fononice mai importante în cristale organice cvasiunidimensionale. S-a obținut că pentru anumite stări din banda de conducție ambele mecanisme de împrăștiere se compensează reciproc semnificativ. Purtătorii de sarcină din aceste stări vor avea mobilități înalte, iar cristalul – conductivitate electrică mărită. Valorile coeficientului termoelectric vor fi și ele înalte. După cum s-a demonstrat, interferența afectează mai puțin conductivitatea termică electronică. Asemenea cristale sunt foarte utile pentru aplicații termoelectrice. Parametrul termoelectric de calitate în aceste materiale va fi cu mult mai mare decât în materialele organice cunoscute. Deși modelul propus încă nu a fost confirmat pe deplin în mod experimental, el a trezit un interes deosebit în cercurile științifice din domeniul termoelectricității. În acest domeniu a fost câștigat prin concurs proiectul FP7 Nr. 308768 finanțat de Uniunea Europeană.

În ciuda vârstei onorabile, Profesorul Casian Anatolie este plin de energie și manifestă aceeași pasiune tinerească în activitatea didactică și științifică.

Corpul profesoral didactic al Facultății de Calculatoare, Informatică și Microelectronică și al Catedrei pe care cu onoare o conduce urează domnului Profesor Anatolie Casian sănătate multă, viață lungă și noi realizări în activitatea de cercetare științifică.

**La mulți ani, Domnule Profesor Anatolie Casian!**

**Conf. univ. dr. Ion Balmuş**

Decanul Facultății de Calculatoare,  
Informatică și Microelectronică  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Publicațiile Prof. univ. Dr. habil. Anatolie Casian:**

- Peste 300 de lucrări și rezumate științifice, 2 monografii, un manual, o carte, 7 materiale didactice pentru studenți.

**Cele mai relevante publicații din ultimii 5 ani:**

1. A. Casian, I. Sanduleac. Thermoelectric properties of nanostructured tetrathiotetracene iodide crystals: 3D modeling. *Mat. Today. Proc.*, 2, 504, 2015.
2. A.I. Casian, J. Pflaum, I. Sanduleac. Prospects of low-dimensional organic materials for thermoelectric applications, *J. Thermoelectricity*, N 1, 16, 2015.
3. S. Andronic, A. Casian, V. Duscic. Peierls structural transition in Q1D crystals of TTF-TCNQ type for different values of carrier concentration. *Mat. Today. Proc.*, 2, 3829, 2015.
4. I. Sanduleac, A. Casian. Nanostructured TTT(TCNQ)<sub>2</sub> Organic Crystals as Promising Thermoelectric n-Type Materials: 3D Modeling. *J. Electron. Mat.* DOI 10.1007/s11664-015-4018-8, 2015 (IF 1.635).
5. A. Casian, I. Sanduleac. Thermoelectric Properties of Tetrathiotetracene Iodide Crystals: Modeling and Experiment, *J. Electron. Mat.*, 43, 3740-3745, 2014. DOI: 10.1007/s11664-014-3105-6 (IF 1.635).
6. I. Sanduleac, A. Casian, J. Pflaum. Thermoelectric Properties of Nanostructured Tetrathiotetracene Iodide Crystals in a Two-Dimensional Model, *J. Nanoelectron. Optoelectron.* 9, 247-252 (2014). ISSN. 1555-130X. (IF 0.479).

## 8 Aniversări

---

7. A. Casian, V. Duscias. Effect of Lorentz number decrease on thermoelectric efficiency in quasi-one-dimensional organic crystals. *J. Electron. Mat.*, 42, 2151, 2013. DOI: 10.1007/s11664-013-2555-6 (IF 1.635).
8. A. Casian, I. Sanduleac. Effect of interchain interaction on electrical conductivity in quasi-one-dimensional organic crystals of tetrathiotetracene-iodide. *J. Nanoelectron. Optoelectron.* 7, 706, 2012 (IF 0.479).
9. A. Casian, B. Gorelov, I. Dubrovin. State of art and prospects of thermoelectricity on organic materials. *J. of Thermoelctr.*, Nr 3, 7 – 16, 2012.
10. A. Casian, V. Duscias, V. Niciu, IR absorption by free carriers in quasi-one-dimensional organic crystals of tetrathiotetracene-iodide, *J. of Nanoelectronics and Optoelectronics*, V. 4. 1 – 6, 2011. ISSN: 155-130X (IF 1.038).
11. A. Casian, Violation of the Wiedemann-Franz law in quasi-one-dimensional organic crystals, *Phys. Rev. B* **81**, 155415, 2010 (IF: 3.475).

### Alte publicații relevante

1. A.I. Casian, Thermoelectric Properties of Electrically Conducting Organic Materials (Cap. 36 in *Thermoelectric Handbook: Macro- to Nano-Structured Materials*, CRC Press, FL, USA, 2006).
2. I. Balmus, Z. Dashevsky, A. Casian, Термoeлектрические эффекты в многослойных полупроводниковых структурах (*Efecte termoelectrice în structuri semiconductoare stratificate*), Chișinău, Ed. „Știința”, 1992, 144 p. (în l. rusă).
3. A.I. Casian, Кинетические эффекты в полупроводниках различной размерности (*Efecte cinetice în semiconductoare de diverse dimensionalități*), Chișinău, Ed. „Știința”, 1989, 122 p. (în l. rusă).
4. A.I. Casian, M.C. Colpajiu, *Mecanica—baza științelor naturii*, Ed. Lumina, Chișinău, 1989, 176 p.
5. A. Casian, *Cours de physique atomique*, Université d'Alger, 1969, 128 p. (în l. franceză).

*Primit pentru publicare: 22 octombrie 2015*



## PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ - 2015

Premiul Nobel pentru fizică – 2015 a fost decernat fizicienilor **Takaaki Kajita** (Universitatea din Tokyo, Kashiwa, Japonia) și **Arthur B. McDonald** (Universitatea Queen, Kingston, Canada) "*pentru descoperirea oscilațiilor neutrinelui, care demonstrează că neutrinii au masă*".

Takaaki Kajita și Arthur B. McDonald sunt conducătorii a două echipe experimentale, *Super-Kamiokande* (Japonia) și, respectiv, *Sudbury Neutrino Observatory* (SNO), Canada, care studiază proprietățile neutrinelor – cele mai ușoare, enigmatice și evazive dintre toate particulele elementare cunoscute. Măsurătorile realizate de aceste laboratoare la sfârșitul secolului XX au demonstrat în mod convingător că neutrini de cele trei tipuri cunoscute sunt capabili să oscileze – să se transforme spontan unii în alții. Demonstrarea experimentală a acestui efect și măsurarea parametrilor oscilațiilor au dat un impuls progresului rapid în acest domeniu al fizicii.

Există trei tipuri de neutrinit: neutrinel electronic ( $\nu_e$ ), neutrinel muonic ( $\nu_\mu$ ) și neutrinel tau ( $\nu_\tau$ ), însă aceste trei tipuri nu sunt izolate, ci se transformă în permanență unul în altul. Un neutrino poate lua naștere în ipostază electronică, dar parcurgând în zbor mai mulți kilometri și ajungând în detector el se poate manifesta acolo ca un neutrino muonic sau tau. Anume acest proces este numit „oscilație a neutrinelui”, iar Premiul Nobel pentru fizică 2015 a fost acordat pentru demonstrarea experimentală a acestui efect fizic.

Oscilațiile neutrinelor se explică astfel. Neutrinel de un anumit tip, de exemplu electronic, nu are o masă fixă. El este o superpoziție de stări neutrinice de mase diferite:  $\nu_1$ ,  $\nu_2$ ,  $\nu_3$ . Neutrinel muonic este de asemenea o superpoziție cuantică a aceluiași stări neutrinice  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  și  $\nu_3$ , dar aceasta este o altă



Photo © Takaaki Kajita

**Takaaki Kajita**

**Născut:** 1959, Higashimatsuyama, Japonia

**Afilieră la timpul decernării:** Universitatea din Tokyo, Kashiwa, Japonia

**Motivația acordării Premiului:** "pentru descoperirea oscilațiilor neutrinelui, care demonstrează că neutrinii au masă"

superpoziție. În reacțiile cu particule elementare se pot naște neutrini de un anumit tip, dar în spațiu se pot propaga neutrini de o anumită masă. Când se naște un neutrin pur electronic, cele trei componente de masă ale sale sunt strict sincronizate între ele. În mișcare însă această sincronizare se dereglează și neutrinul pur electronic capătă o anumită fracțiune ”muonică”. Acesta este un efect pur cuantic, o demonstrație a mecanicii cuantice la distanțe de kilometri.

Dereglarea sincronizării descrisă mai sus poate avea loc numai dacă cele trei stări  $\nu_1$ ,  $\nu_2$ , și  $\nu_3$  au perioade diferite în spațiu, deci și mase diferite (v. figura). De aceea observarea experimentală a oscilațiilor este o demonstrație a faptului că neutrinii au masă și că aceste mase sunt diferite. Existența oscilațiilor neutrinoice a fost demonstrată pentru prima dată de către două echipe de fizicieni – una din Japonia, Super-Kamiokande, și alta din Canada, Sudbury Neutrino Observatory (SNO), conduse de către laureații Premiului Nobel pentru fizică -2015.



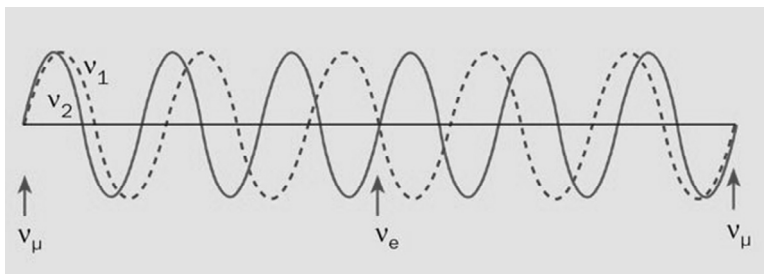
Photo: K. MacFarlane. Queen's University /SNOLAB

**Arthur B. McDonald**

**Născut:** 1943, Sydney, Canada

**Afilierea la timpul decernării:** Universitatea Queen, Kingston, Canada

**Motivația acordării Premiului:** "pentru descoperirea oscilațiilor neutrinoice, care demonstrează că neutrinii au masă"



Ilustrare a transformării unui neutrin de tip muonic într-un neutrin electronic, urmată de reconversia acestuia în neutrin muonic. ([//physicsworld.com](http://physicsworld.com))

Material pregătit de Ș. Tiron

Surse:

<[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2015/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/)>

[http://elementy.ru/novosti\\_nauki/432589/Nobelevskaya\\_premiya\\_po\\_fizike\\_2015](http://elementy.ru/novosti_nauki/432589/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2015)

## Olimpiada Internațională de Fizică, ediția a 46-a Mumbai, India, 2015

În perioada 5-12 iulie 2015, în orașul Mumbai, India, s-a desfășurat Olimpiada Internațională de Fizică (OIF), ediția a 46-a, la care au participat 382 de elevi. R. Moldova a fost reprezentată de o echipă formată din cinci elevi liceeni, în următoarea componență:



1. Dimitriu Eugen, cl. a 10-a, Liceul Teoretic Orizont, Durlești, Chișinău
2. Calancea Laurențiu, cl. a 11-a, LT Orizont, Durlești, Chișinău
3. Dolgopol Romina, cl. a 11-a, LT Orizont, Buiucani, Chișinău
4. Vizitiv Gleb, cl. a 11-a, LT Orizont, Durlești, Chișinău
5. Cotos Alexandru, cl. a 12-a, LT Prometeu Prim, Chișinău.

Echipa a fost însoțită de conducatorul Lotului olimpic național, Dr. habil. Igor Evtodiev, conferențiar universitar la Universitatea de Stat din Moldova, și prof. Victor Păgănu, consultant superior în Ministerul Educației al R. Moldova. Elevii moldoveni au obținut două medalii de Bronz (Calancea Laurențiu și Vizitiv Gleb, ambii cl. a 11-a, LT Orizont, Durlești, Chișinău) și o Mențiune de Onoare (Cotos Alexandru, cl. a 12-a, LT Prometeu Prim, Chișinău).



În imagine: Echipa R. Moldova la OIF-46, 2015, Mumbai, India

De la stânga la dreapta: Ghidul însoțitor din India; Dr. habil. Igor Evtodiev; Romina Dolgopol, cl. a 11-a; Eugen Dimitriu, cl. a 10-a; Laurențiu Calancea, cl. a 11-a; Gleb Vizitiv, cl. a 11-a; Alexandru Cotos, cl. a 12-a; prof. Victor Păgănu.

## PROBLEMA TEORETICĂ 1

### Particule provenind din Soare

(Punctaj total: 10 p)

Fotonii proveniți de la suprafața Soarelui și neutrinii din miezul Soarelui ne pot furniza informații despre temperaturile solare și pot confirma faptul că strălucirea Soarelui se datorează reacțiilor nucleare.

În cadrul acestei probleme, consideră că masa Soarelui este  $M_{\odot} = 2,00 \times 10^{30}$  kg, că raza Soarelui este  $R_{\odot} = 7,00 \times 10^8$  m, că luminozitatea acestuia (energia radiației emise în unitatea de timp) are valoarea  $L_{\odot} = 3,85 \times 10^{26}$  W și că distanța Pământ-Soare este  $d_{\odot} = 1,50 \times 10^{11}$  m.

Notă:

$$(i) \int x e^{ax} dx = \left( \frac{x}{a} - \frac{1}{a^2} \right) e^{ax} + \text{constant}$$

$$(ii) \int x^2 e^{ax} dx = \left( \frac{x^2}{a} - \frac{2x}{a^2} + \frac{2}{a^3} \right) e^{ax} + \text{constant}$$

$$(iii) \int x^3 e^{ax} dx = \left( \frac{x^3}{a} - \frac{3x^2}{a^2} + \frac{6x}{a^3} - \frac{6}{a^4} \right) e^{ax} + \text{constant}$$

#### A Radiația provenită de la Soare :

A1	Presupune că Soarele radiază ca un corp negru perfect. Utilizează acest fapt, determină expresia temperaturii $T_s$ la suprafața Soarelui și calculează-i valoarea numerică.	<b>0,3</b>
----	--	------------

Spectrul radiației solare poate fi bine aproximat prin legea de distribuție spectrală a lui Wien. În consecință, energia solară incidentă  $u(\nu)$  pe oricare suprafață de pe Pământ, în unitatea de timp, pe unitatea de interval de frecvențe este dată de

$$u(\nu) = A \frac{R_{\odot}^2}{d_{\odot}^2} \frac{2\pi h}{c^2} \nu^3 \exp(-h\nu/k_B T_s),$$

unde  $\nu$  reprezintă frecvența, iar  $A$  reprezintă aria suprafeței așezate normal pe direcția radiației incidente.

Acum consideră o celulă solară, care constă dintr-un disc subțire confecționat dintr-un material semiconductor și care este plasat perpendicular pe direcția razelor solare. Aria feței discului este  $A$ .

A2	Utilizează aproximația lui Wien și determină expresia puterii totale radiate de Soare $P_{in}$ , incidentă pe suprafața celulei solare. Exprimă rezultatul în funcție de $A$ , $R_{\odot}$ , $d_{\odot}$ , $T_s$ și de constantele fundamentale $c$ , $h$ , $k_B$ .	<b>0,3</b>
----	---	------------

A3	Determină expresia numărului de fotoni $n_{\nu}(\nu)$ incidenti pe suprafața celulei solare, în unitatea de timp, pe unitatea de interval de frecvențe. Exprimă rezultatul în funcție de $A$ , $R_{\odot}$ , $d_{\odot}$ , $T_s$ , $\nu$ și de constantele fundamentale $c$ , $h$ , $k_B$ .	<b>0,2</b>
----	---	------------

Materialul semiconductor al celulei solare are o bandă interzisă de energie  $E_g$ . Se propune următorul model: fiecare foton având energia  $E \geq E_g$  excită un electron peste banda interzisă. Acest electron contribuie cu  $E_g$ , la energia de ieșire utilă; orice energie suplimentară este disipată sub formă de căldură și nu este convertită în energie utilă.

A4	Folosește notația $x_g = h\nu_g/k_B T_s$ , unde $E_g = h\nu_g$ . Dedu expresia puterii utile de ieșire	<b>1,0</b>
----	--	------------

	$P_{\text{out}}$ a celulei solare. Exprimă rezultatul în funcție de $x_g, A, R_{\odot}, d_{\odot}, T_s$ și de constantele fundamentale $c, h, k_B$ .	
A5	Determină expresia randamentului $\eta$ al acestei celule solare. Exprimă rezultatul în funcție $x_g$ .	0,2
A6	Schițează un grafic calitativ al randamentului $\eta$ ca funcție de $x_g$ . Ai în vedere ca valorile randamentului pentru $x_g = 0$ și $x_g \rightarrow \infty$ să fie clar evidențiate. Care este panta graficului $\eta(x_g)$ în $x_g = 0$ și în $x_g \rightarrow \infty$ ?	1,0
A7	Consideră că $x_0$ este valoarea lui $x_g$ pentru care $\eta$ este maxim. Dedu ecuația de gradul al treilea care permite determinarea lui $x_0$ . Estimează valoarea pentru $x_0$ cu o acuratețe de $\pm 0,25$ . Apoi calculează valoarea $\eta(x_0)$ .	1,0
A8	Energia benzii interzise a siliciului pur este $E_g = 1,11$ eV. Calculează randamentul $\eta_{\text{Si}}$ al celulei solare cu siliciu, folosind această valoare.	0,2

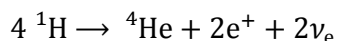
Spre sfârșitul secolului al XIX-lea Kelvin și Helmholtz (KH) au propus o ipoteză pentru a explica de ce strălucește Soarele. Ei au postulat că, pornind de la un nor foarte mare de materie cu masa  $M_{\odot}$  și cu densitatea neglijabilă, Soarele s-a contractat continuu. În conformitate cu această ipoteză, strălucirea Soarelui s-ar datora eliberării energiei potențiale gravitaționale apărute în urma acestei contracții lente.

A9	Presupune că densitatea materiei din interiorul Soarelui este uniformă. Determină expresia energiei potențiale totale gravitaționale $\Omega$ a Soarelui în prezent. Exprimă rezultatul în funcție de $G, M_{\odot}$ și $R_{\odot}$ .	0,3
A10	Estimează durata $\tau_{\text{KH}}$ maximă posibilă (în ani), de când Soarele luminează, conform ipotezei KH. Presupune că luminozitatea Soarelui a fost constantă în toată această perioadă.	0,5

Valoarea  $\tau_{\text{KH}}$  calculată mai sus nu se potrivește cu vârsta Sistemului Solar, așa cum este estimată din studiul meteoriților. Aceasta evidențiază că sursa de energie a Soarelui nu poate fi pur gravitațională.

### B Neutrini provenind din Soare :

În 1938, Hans Bethe a propus ca sursă a energiei Soarelui o reacție nucleară de fuziune a hidrogenului în heliu, reacția având loc în miezul Soarelui. Reacția nucleară netă este:



“Neutrini electronici”  $\nu_e$ , produși în această reacție pot fi considerați ca neavând masă. Acești neutrini evadează din Soare și detecția lor pe Pământ confirmă existența reacțiilor nucleare în Soare. Energia transportată de neutrini poate fi neglijată în această problemă.

B1	Calculează densitatea fluxului $\Phi_{\nu}$ a numărului de neutrini care ajung pe Pământ și exprimă rezultatul în $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Energia eliberată în reacția de mai sus este $\Delta E = 4,0 \times 10^{-12}\text{J}$ . Presupune că energia radiată de Soare se datorează în totalitate acestei reacții de fuziune.	0,6
----	---	-----

Călătorind din miezul Soarelui spre Pământ, unii dintre neutrini electronici  $\nu_e$  sunt

## 14 Probleme, concursuri, olimpiade

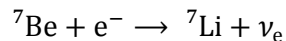
converțiți în alte tipuri de neutrini  $\nu_x$ . Atunci când detectează neutrini  $\nu_x$ , detectorul are o eficiență de numai  $1/6$  din eficiența pe care o are la detecția neutrinelor  $\nu_e$ . Dacă nu ar exista conversia neutrinelor, ne-am aștepta să detectăm în medie  $N_1$  neutrini într-un an. Datorită conversiei, într-un an, sunt detectați în medie un număr  $N_2$  de neutrini (împreună, neutrini  $\nu_e$  și neutrini  $\nu_x$ ).

B2	Determină expresia fracției $f$ a neutrinelor $\nu_e$ , converțiți în neutrini $\nu_x$ . Exprimă rezultatul în funcție de $N_1$ și $N_2$ .	0,4
----	--	-----

Pentru detectarea neutrinelor se construiesc detectori mari, umpluți cu apă. Deși interacțiunile dintre neutrini și materie sunt foarte rare, ei lovesc câteodată electronii moleculelor de apă din detector. Electronii (ciocniți) de mare energie se mișcă prin apă cu viteze mari și emit radiație electromagnetică în cursul acestui proces. Atâta vreme cât viteza unui astfel de electron depășește viteza luminii în apă (aceasta are indicele de refracție  $n$ ) radiația electromagnetică emisă, numită radiație Cerenkov, este emisă sub forma unui con.

B3	Presupune că electronul ciocnit de neutrino pierde energie cu o rată constantă $\alpha$ în unitatea de timp, în cursul deplasării prin apă. Dacă acest electron emite radiație Cerenkov pe o durată $\Delta t$ , determină energia cedată acestui electron ( $E_{\text{imparted}}$ ) de către neutrino, ca funcție de $\alpha$ , $\Delta t$ , $n$ , $m_e$ și $c$ . (Presupune că electronul se află în repaus înaintea interacțiunii cu neutrinelor.)	2,0
----	---	-----

Fuziunea H în He în interiorul Soarelui are loc în câteva etape. Într-una dintre aceste etape intermediare se produce un nucleu de  ${}^7\text{Be}$  (având masa de repaus  $m_{\text{Be}}$ ). Ulterior, acesta poate absorbi un electron producând un nucleu de  ${}^7\text{Li}$  (cu masa de repaus  $m_{\text{Li}} < m_{\text{Be}}$ ) însoțită de emiterea unui neutrino  $\nu_e$ . Reacția nucleară corespunzătoare este:



Atunci când nucleul de beriliu ( $m_{\text{Be}} = 11,65 \times 10^{-27}$  kg) se află în repaus și absoarbe un electron, aflat de asemenea în repaus, neutrinelor emis are energia  $E_\nu = 1,44 \times 10^{-13}$  J. De fapt, nucleele de Be se află în agitația termică aleatorie determinată de temperatura  $T_c$  din miezul Soarelui și se comportă ca surse mobile de neutrini. Ca urmare, energia neutrinelor emiși fluctuează în medie cu  $\Delta E_{rms}$  (abaterea pătratică medie).

B4	Dacă $\Delta E_{rms} = 5,54 \times 10^{-17}$ J, calculează viteza pătratică medie $V_{\text{Be}}$ a nucleelor de Be și apoi estimează temperatura miezului Soarelui $T_c$ . (Indicație: $\Delta E_{rms}$ depinde de valoarea pătratică medie a componentei vitezei de-a lungul direcției de observare).	2,0
----	---	-----

PROBLEMA TEORETICĂ 2

Principiul extremului

(Punctaj total: 10p)

A Principiul extremului în Mecanică

Consideră un plan horizontal fără frecare  $x - y$  (Fig. 1). El este divizat în două regiuni I și II, printr-o linie AB care verifică ecuația  $x = x_1$ . Energia potențială a unui punct material de masă  $m$  în regiunea I este  $V = 0$ , în timp ce în regiunea II, aceasta este  $V = V_0$ . O particulă este trimisă din originea O cu viteza  $v_1$ , de-a lungul liniei care face unghiul  $\theta_1$  cu axa Ox. Particula atinge punctul P din regiunea II, deplasându-se cu viteza  $v_2$  de-a lungul liniei care face unghiul  $\theta_2$  cu axa Ox. Neglijază gravitația și efectele relativiste în toate sarcinile de lucru ale problemei T-2.

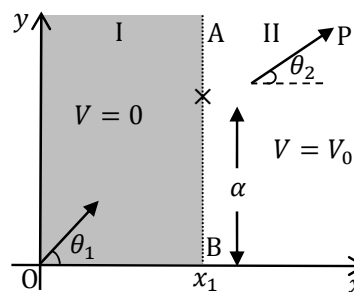


Figura 1

A 1	Obține o expresie pentru $v_2$ în funcție de $m$ , $v_1$ și $V_0$ .	0,2
A 2	Exprimă $v_2$ în funcție de $v_1$ , $\theta_1$ și $\theta_2$ .	0,3

Se definește o mărime numită acțiune  $A = m \int v(s)ds$ , unde  $ds$  este o distanță infinitesimală de-a lungul traiectorei unei particule cu masa  $m$ , care se deplasează cu viteza  $v(s)$ . Integrala este luată pentru întregul drum al particulei. De exemplu, pentru o particulă care se mișcă cu viteza constantă  $v$ , pe o traiectorie circulară cu raza  $R$ , acțiunea  $A$  pentru o rotație va fi  $2\pi mRv$ . Pentru o particulă cu energia constantă  $E$ , se poate arăta că dintre toate traiectoriile posibile între două puncte fixate, traiectoria care se realizează este aceea pentru care acțiunea  $A$  definită mai sus are valoare extremă (minimă sau maximă). Istoric, faptul descris mai sus este cunoscut ca principiul minime acțiuni (Principle of Least Action - PLA).

A 3	PLA implică faptul că traiectoria unei particule care se mișcă între două puncte ale unei regiuni cu potențial constant este o linie dreaptă. Fie cele două puncte O și P din Fig. 1, care au respectiv coordonatele $(0,0)$ și $(x_0, y_0)$ și fie punctul de trecere a particulei din regiunea I în regiunea II, având coordonatele $(x_1, \alpha)$ . Ai în vedere că $x_1$ este fixat și că acțiunea depinde numai de coordonata $\alpha$ . Stabilește expresia acțiunii $A(\alpha)$ . Folosește PLA pentru a obține relația dintre $v_1/v_2$ și aceste coordonate.	1,0
--------	--	-----

B Principiul extremului în Optică

O rază de lumină se propagă din mediul I în mediul II. Mediile au respectiv indicii de refracție  $n_1$  și  $n_2$ . Cele două medii sunt separate (în imagine) printr-o linie paralelă cu axa Ox. Raza de lumină face unghiul  $i_1$  cu axa Oy în mediul I și unghiul  $i_2$  în mediul II (vezi Fig. 2). Pentru a determina traiectoria razei de lumină se folosește un alt principiu de extrem (minim sau maxim) cunoscut sub numele de principiul timpului minim al lui Fermat.

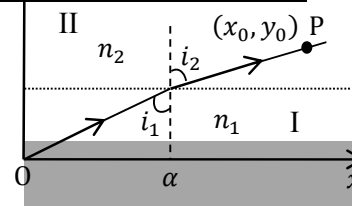


Figura 2

# 16 Probleme, concursuri, olimpiade

B 1	Principiul stabilește că între două puncte fixe, raza de lumină merge de-a lungul unui drum, astfel încât timpul necesar deplasării între cele două puncte să fie extrem. Folosind principiul lui Fermat, deduce relația dintre $\sin i_1$ și $\sin i_2$ .	0,5
--------	--	-----

În Fig. 3 este prezentat schematic drumul unui fascicul laser incident după direcția orizontală pe suprafața orizontală a unei soluții de zahăr. Concentrația soluției de zahăr descrește cu înălțimea. În consecință, indicele de refracție al soluției descrește și el cu înălțimea.

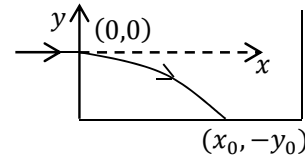


Figura 3: Vas cu soluție de zahăr

B2	Presupune că indicele de refracție $n(y)$ depinde numai de $y$ . Folosește ecuația obținută în B1 pentru a obține expresia pantei $dy/dx$ traiectoriei fasciculului, ca funcție de indicele de refracție $n_0$ la $y = 0$ și $n(y)$ .	1,5
B3	În soluția de zahăr, fasciculul laser este dirijat orizontal, din originea $(0,0)$ aflată la înălțimea $y_0$ de baza vasului așa cum este arătat în figura 3. Consideră că $n(y) = n_0 - ky$ , unde $n_0$ și $k$ sunt constante pozitive. Deduce ecuația traiectoriei fasciculului laser, sub forma unei dependențe a lui $x$ ca funcție de $y$ și de mărimile caracteristice materialului. Poți utiliza: $\int \sec \theta d\theta = \ln(\sec \theta + \tan \theta) + \text{constant}$ , unde $\sec \theta = 1/\cos \theta$ ori $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-1}} = \ln(x + \sqrt{x^2-1}) + \text{constant}$	1,2
B4	Calculează valoarea coordonatei $x_0$ a punctului în care fasciculul laser atinge baza vasului. Consideră că $y_0 = 10,0$ cm, $n_0 = 1,50$ , $k = 0,050$ cm <sup>-1</sup> (1 cm = 10 <sup>-2</sup> m).	0,8

## C Principiul de extrem și natura ondulatorie a materiei

Acum vei cerceta legătura dintre PLA și natura ondulatorie a particulei în mișcare. Pentru aceasta vei presupune că o particulă care se mișcă din O în P poate urma toate traiectoriile posibile și vei căuta o traiectorie corelată cu interferența constructivă a undelor de Broglie.

C1	Dacă particula parcurge distanța infimezimală $\Delta s$ , măsurată de-a lungul traiectoriei sale, exprimă variația $\Delta \varphi$ a fazei unde de Broglie asociate, în funcție de variația $\Delta A$ a acțiunii și de constanta lui Planck.	0,6
C2	Amintește-ți problema din partea A, unde particula trece din O în P (vezi Fig. 4). Pe granița AB dintre cele două regiuni se așează un ecran opac. În ecran se practică o mică deschidere CD cu lățimea $d$ , astfel încât $d \ll (x_0 - x_1)$ și $d \ll x_1$ .  Consideră două drumuri extreme OCP și ODP, astfel încât OCP se află pe traiectoria clasică discutată în partea A. Determină diferența de fază $\Delta \varphi_{CD}$ dintre cele două drumuri, într-o primă aproximație.	1,2

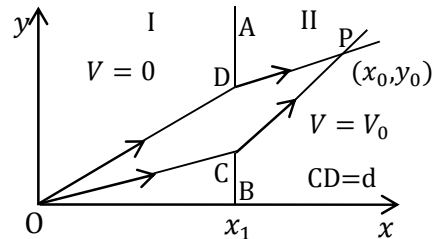


Figura 4



**D Interferența undelor asociate particulelor materiale**

Consideră un tun electronic în  $O$ , care direcționează un fascicul colimat de electroni spre o fantă îngustă  $F$ , practică în ecranul opac  $A_1B_1$ , aflat în  $x = x_1$ , astfel încât  $OFP$  să fie o dreaptă. Punctul  $P$  se află pe ecran în  $x = x_0$  (vezi Fig. 5). Viteza în I este  $v_1 = 2,0000 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$  și  $\theta = 10,0000^\circ$ . Potențialul în II are o astfel de valoare încât  $v_2 = 1,9900 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ . Distanța  $x_0 - x_1$  este  $250,00 \text{ mm}$  ( $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$ ). Ignoră interacțiunea electron-electron.

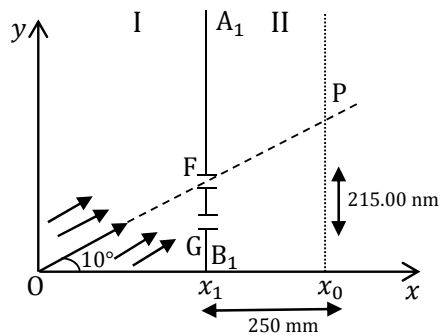


Figura 5

D1	Dacă în $O$ electronii au fost accelerați din repaus, calculează tensiunea de accelerare $U_1$ .	0,3
D2	O altă fantă $G$ , identică cu $F$ , este practică în ecranul $A_1B_1$ , la distanța de $215,00 \text{ nm}$ ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ) sub fanta $F$ (Fig. 5). Dacă diferența de fază dintre undele de Broglie ce ajung în $P$ prin fantele $F$ și $G$ este $2\pi\beta$ , calculează-l pe $\beta$ .	0,8
D3	Care este cea mai mică distanță $\Delta y$ de la $P$ , la care nu se așteaptă detecția vreunui electron pe ecran? [Notă: aproximația $\sin(\theta + \Delta\theta) \approx \sin\theta + \Delta\theta \cos\theta$ poate fi utilă]	1,2
D4	Fasciculul are secțiunea transversală pătrată de $500\text{nm} \times 500\text{nm}$ , iar dispozitivul are $2 \text{ m}$ lungime. Care ar trebui să fie densitatea minimă $I_{min}$ , a fluxului de electroni (numărul de electroni pe unitatea de arie normală și pe unitatea de timp) dacă, în medie, la orice moment de timp, există cel puțin un electron în dispozitiv.	0,4

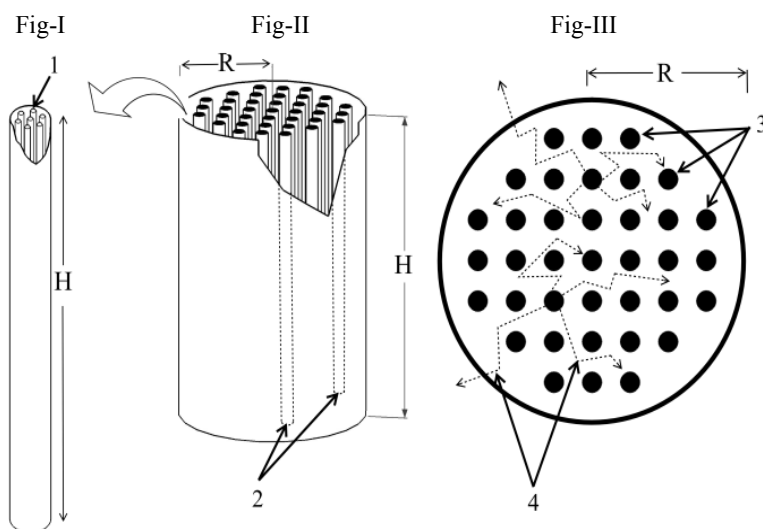
PROBLEMA TEORETICĂ 3

Proiectarea unui reactor nuclear

(Punctaj total: 10p)

În natură uraniul se găsește ca  $UO_2$  și numai 0, 720% dintre atomii de uraniu sunt atomii izotopului  $^{235}U$ . Fisiunea indusă de neutroni apare la atomii de  $^{235}U$ ; în urma fisiunii se emit 2-3 neutroni cu energie cinetică mare. Probabilitatea de producere a fisiunii crește dacă neutronii care induc fisiunea au energii cinetice scăzute. Prin urmare, dacă se reduce energia cinetică a neutronilor rezultați din fisiune se poate induce apariția unor reacții de fisiune în lanț ale altor nuclee de  $^{235}U$ . Această reacție stă la baza generării de energie în reactorul nuclear (NR).

Un NR tipic constă într-un recipient cilindric de înălțime  $H$  și rază  $R$ , umplut cu un material numit moderator. Bare cilindrice de combustibil, având înălțimea  $H$ , făcute din  $UO_2$  natural, în stare solidă sunt grupate în fascicule și sunt introduse în tuburi cilindrice numite canale de combustibil. Canalele de combustibil sunt dispuse axial, într-o rețea pătrată, în recipientul cilindric. Neutronii de fisiune, ieșiți dintr-un canal de combustibil se ciocnesc cu moderatorul, pierd energie și ajung într-unul din canalele de combustibil din apropiere având o energie suficient de mică pentru a cauza o fisiune (Figurile I-III). Căldura generată în urma fisiunii în bare este transmisă unui lichid de răcire, care curge de-a lungul fiecărei bare. În această problemă vei studia fenomenele fizice referitoare la (A) Bara de combustibil, (B) Moderator și (C) Geometria cilindrică a NR.



*Schița reactorului nuclear (NR)*  
 Fig-I: Vedere mărită a unui canal de combustibil (1-Bare de combustibil)  
 Fig-II: O vedere a NR (2-Canale de combustibil)  
 Fig-III: Vedere de deasupra a NR (3-Aranjamentul în rețea pătrată a canalelor pentru combustibil și 4- Drumuri tipice ale neutronilor în reactor).  
 În imagini sunt prezentate numai componentele relevante pentru problemă (de exemplu, barele de control și fluidul de răcire nu sunt reprezentate).

A Bara de combustibil

Date pentru $UO_2$	1. Masa molară $M_w = 0,270 \text{ kg mol}^{-1}$	2. Densitatea $\rho = 1,060 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$
	3. Temperatura de topire $T_m = 3,138 \times 10^3 \text{ K}$	4. Conductivitatea termică $\lambda = 3,280 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

A1	Consideră următoarea reacție de fisiune a unui nucleu staționar de $^{235}U$ , după ce acesta a absorbit un neutron cu energie cinetică neglijabilă $^{235}U + ^1_0n \rightarrow ^{94}Zr + ^{140}Ce + 2 ^1_0n + \Delta E$	0,8
----	--	-----

	Estimează energia totală de fisiune $\Delta E$ (în MeV) eliberată. Masele nucleare sunt: $m(^{235}\text{U}) = 235,044 \text{ u}$ ; $m(^{94}\text{Zr}) = 93,9063 \text{ u}$ ; $m(^{140}\text{Ce}) = 139,905 \text{ u}$ ; $m(^1\text{n}) = 1,00867 \text{ u}$ și $1 \text{ u} = 931,502 \text{ MeV } c^{-2}$ . Ignoră conservarea sarcinii.	
A2	Estimează numărul $N$ de atomi de $^{235}\text{U}$ pe unitatea de volum, în $\text{UO}_2$ natural.	0,5
A3	Presupune că densitatea fluxului de neutroni are valoarea $\varphi = 2,000 \times 10^{18} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ și că aceasta este constantă în toată masa de combustibil. Secțiunea eficace pentru fisiune (aria efectivă a nucleelor țintă) corespunzătoare nucleelor de $^{235}\text{U}$ este $\sigma_f = 5,400 \times 10^{-26} \text{ m}^2$ . Dacă 80,00% din energia de fisiune este disponibilă sub formă de căldură, estimează viteza de producere a căldurii în unitatea de volum $Q$ (în $\text{W m}^{-3}$ ), într-o bară. $1 \text{ MeV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J}$ .	1,2
A4	În stare staționară, diferența dintre temperatura ( $T_c$ ) în centrul barei și temperatura la suprafața acesteia ( $T_s$ ) poate fi exprimată ca $T_c - T_s = k F(Q, a, \lambda)$ , unde $k = 1/4$ este o constantă adimensională și $a$ este raza barei. Determină $F(Q, a, \lambda)$ prin analiză dimensională. Ai în vedere că $\lambda$ este conductivitatea termică a $\text{UO}_2$ .	0,5
A5	Temperatura dorită pentru lichidul de răcire este $5,770 \times 10^2 \text{ K}$ . Estimează limita superioară $a_u$ pentru raza $a$ a barei.	1,0

### B Moderatorul

Consideră ciocnirea elastică bidimensională dintre un neutron cu masa 1 u și un atom moderator cu masa  $A$  u. Înainte de ciocnire toți atomii de moderator sunt considerați în repaus în sistemul laboratorului (laboratory frame - LF). Se notează cu  $\vec{v}_b$  și  $\vec{v}_a$  vitezele neutronului înainte, respectiv după ciocnire, în LF. Cu  $\vec{v}_m$  se notează viteza sistemului centrului de masă (CM) în raport cu LF și cu  $\theta$  unghiul de împrăștiere a neutronului în sistemul CM. Toate particulele implicate în ciocniri se mișcă cu viteze nerelativiste.

B1	<p>Ciocnirea în LF este ilustrată schematic în Fig-IV, unde <math>\theta_L</math> este unghiul de împrăștiere. Schițează procesul de ciocnire în sistemul CM. Notează cu indicii 1, 2 și 3 vitezele particulelor și exprimă-le în funcție de <math>\vec{v}_b</math>, <math>\vec{v}_a</math> și <math>\vec{v}_m</math>. Indică unghiul de împrăștiere <math>\theta</math>.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 20px;"> <p style="text-align: center;"><i>Ciocnirea în LF</i></p> <p>1-Neutronul înainte de ciocnire 2-Neutronul după ciocnire 3-Atomul de moderator înainte de ciocnire 4- Atomul de moderator după ciocnire</p> </div> </div>	1,0
B2	Obține $v$ și $V$ , vitezele neutronului și atomului de moderator în sistemul CM după ciocnire, în funcție de $A$ și $v_b$ .	1,0
B3	Dedu o expresie pentru $G(\alpha, \theta) = E_a/E_b$ , unde $E_b$ și $E_a$ sunt energiile cinetice ale neutronului, în LF, înainte și după ciocnire, iar $\alpha \equiv [(A - 1) / (A + 1)]^2$ .	1,0
B4	Presupune că expresia stabilită mai sus rămâne valabilă și pentru molecula $\text{D}_2\text{O}$ . Calculează valoarea maximă posibilă a fracțiunii $f_l \equiv \frac{E_b - E_a}{E_b}$ a energiei pierdute de neutron, pentru moderarea cu molecule de $\text{D}_2\text{O}$ (20 u).	0,5

### C Reactorul nuclear

Pentru a opera reactorul nuclear la orice valoare constantă  $\psi$  a fluxului de neutroni (stare staționară), pierderea neutronilor trebuie să fie compensată de producerea în exces de neutroni în reactor. Pentru un reactor cu geometrie cilindrică, viteza de pierdere a neutronilor este  $k_1 [(2,405/R)^2 + (\pi/H)^2] \psi$ , iar viteza de producere a lor în exces este  $k_2 \psi$ . Constantele  $k_1$  și  $k_2$  depind de proprietățile materialului reactorului nuclear.

C1	Consideră un reactor nuclear cu $k_1 = 1,021 \times 10^{-2}$ și $k_2 = 8,787 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ . Având în vedere că pentru un volum dat, viteza de pierdere trebuie minimizată în vederea utilizării eficiente a combustibilului, determină dimensiunile reactorului nuclear în starea staționară.	1,5
C2	Canalele pentru barele de combustibil sunt dispuse într-un aranjament pătrat (Fig-III) cu distanța până la cel mai apropiat vecin de 0,286 m. Raza efectivă a unui canal pentru combustibil (dacă acesta ar fi fost solid) este $3,617 \times 10^{-2}$ m. Estimează numărul $F_n$ de canale pentru combustibil din reactor precum și masa $M$ de $\text{UO}_2$ necesară pentru ca reactorul nuclear să opereze în starea staționară.	1,0

## PROBLEMA EXPERIMENTALĂ 1

### Difracția datorată unei structuri elicoidale

(punctaj total: 10)

#### Introducere

Imaginea de difracție cu raze X pentru ADN (Fig. 1), obținută în laboratorul lui Rosalind Franklin, imagine cunoscută ca "Foto 51", a stat la baza descoperirii structurii dublu elicoidale a ADN-ului, descoperire făcută de Watson și Crick în 1952. Experimentul care îți se propune te va ajuta să înțelegi imaginea de difracție a unei structuri elicoidale, prin utilizarea luminii vizibile.

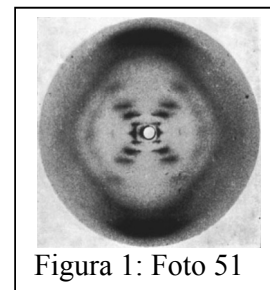


Figura 1: Foto 51

**Obiectiv** Determinarea parametrilor geometrici ai structurilor elicoidale utilizând difracția.

#### Lista componentelor montajului experimental

[1]	Platformă din lemn	[11]	Clame din plastic
[2]	Sursă laser cu montură și suport	[12]	Stickere (pastile adezive) negre circulare
[3]	Sursă de alimentare stabilizată în curent continuu (CC) pentru dispozitivul Laser	[13]	Pix cu mină de grafit (creion mecanic)
[4]	Suport pentru probă	[14]	Șubler digital cu tijă suport
[5]	Oglinda reflectoare din stânga (stratul reflectător este dispus pe fața oglinzii pe care cade lumina incidentă)	[15]	Riglă din plastic (30 cm)
[6]	Oglinda reflectoare din dreapta (stratul reflectător este dispus pe fața oglinzii pe care cade lumina incidentă)	[16]	Bandă de măsurat lungimi (1,5 m)
[7]	Ecran (10 cm x 30 cm) cu montură și suport	[17]	Foi pentru marcarea figurilor de difracție
[8]	Oglindă plană (10 cm x 10 cm)	[18]	Ochelari de protecție

[9]	Proba I (resort elicoidal)	[19]	Lanternă alimentată de o baterie
[10]	Proba II (structură dublu elicoidală, imprimată pe placa de sticlă)		

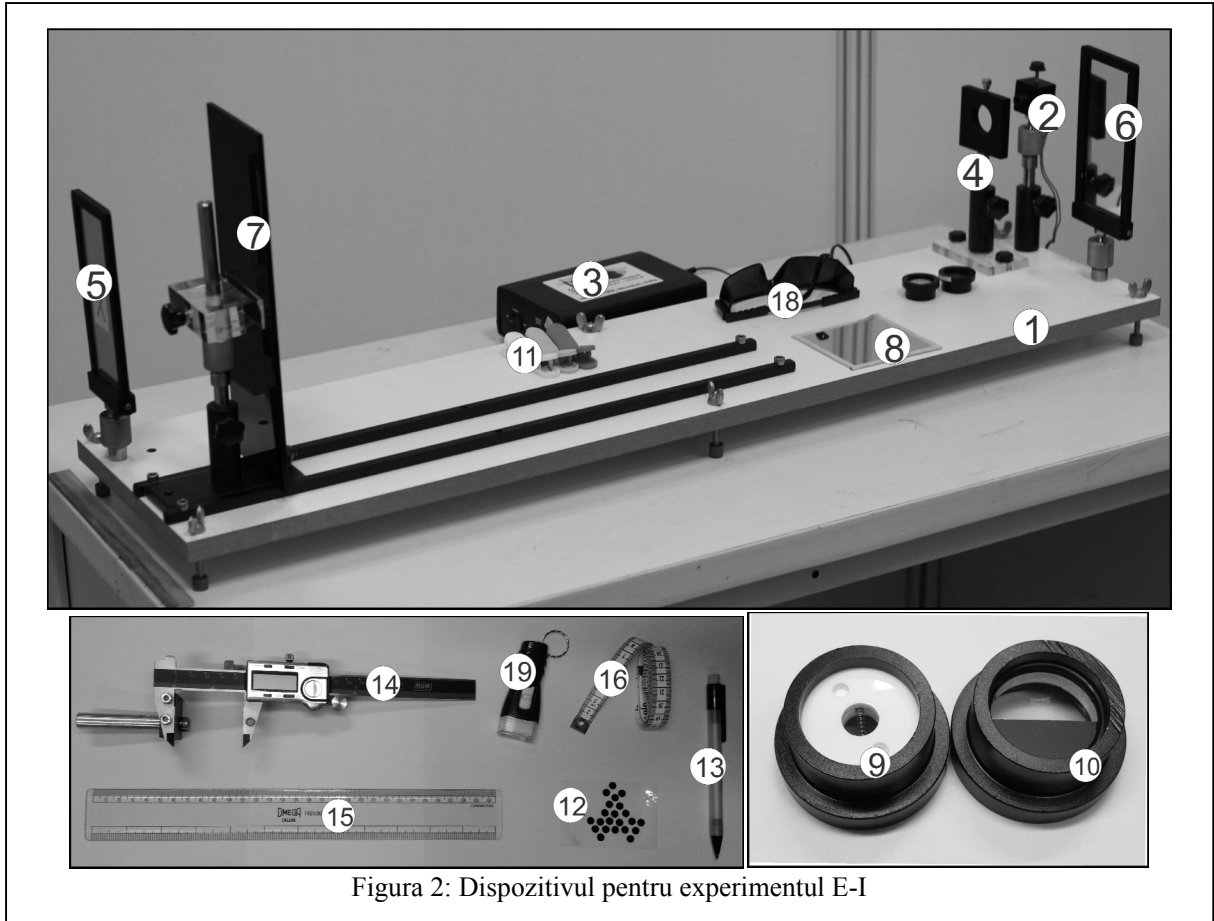


Figura 2: Dispozitivul pentru experimentul E-I

Notă: Itemii [1], [3], [14], [15], [16] și [18] sunt utilizați și în experimentul E-II.

### Descrierea montajului experimental

**Platforma din lemn [1]:** O pereche de șine de ghidare, monturile laserului, ale oglinzilor reflectoare, ale ecranului și suportului pentru probe sunt toate fixate rigid pe platformă.

**Sursa laser cu montura și suportul său [2]:** Sursa laser, cu lungimea de undă  $\lambda = 635 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) este fixată într-o montură metalică ce este prinsă de suport prin utilizarea unei articulații cu bilă ([20] în Fig. 3), permițând ajustarea în direcțiile X-Y-Z. Corpul laserului poate fi rotit și fixat utilizând șurubul de deasupra. Focalizarea fascicului poate fi ajustată prin rotirea capacului lentilei frontale (săgeata roșie în Fig. 3), pentru a obține o figură de difracție clară și netă.

**Sursa de tensiune de CC stabilizată [3]:** Panoul frontal are un comutator de intensitate (high/low), un port pentru conectorul sursei laser și 3 porturi USB. Panoul posterior al sursei are un comutator ON/OFF și portul pentru cablul de alimentare (detaliul din Fig. 4).

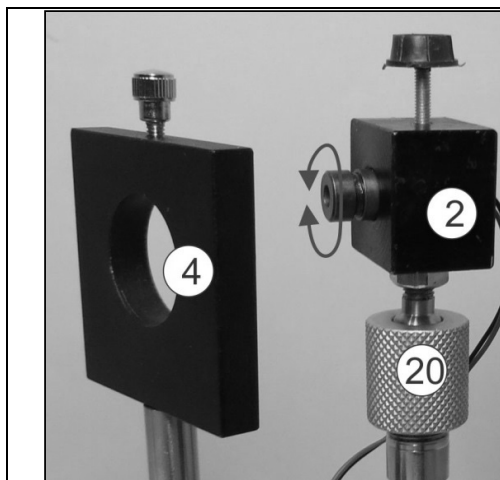


Figura 3: Sursa laser și suportul pentru probe. [20] Articulația cu bilă.



Figura 4: Sursa stabilizată de tensiune de CC

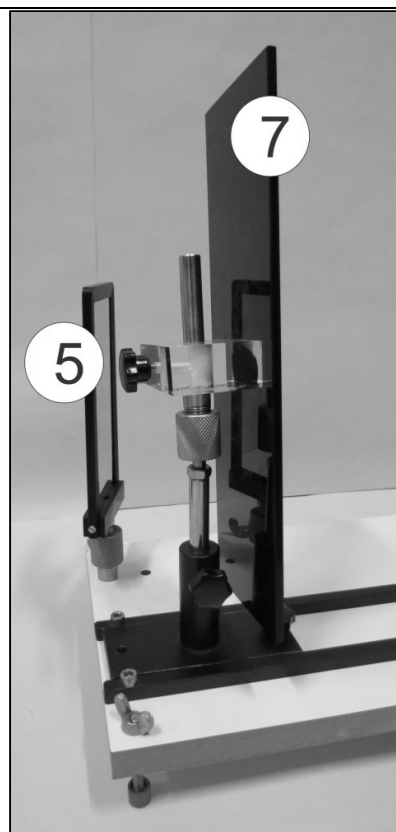


Figura 5: Oglinda reflectoare din stânga și ecranul

**Supportul pentru probe [4]:** Utilizează șurubul de deasupra pentru a fixa probele în suport (Fig. 3). Suportul pentru probe poate fi ajustat pe orizontală, pe verticală și poate fi rotit.

**Oglinda reflectoare din stânga [5]:** Aceasta este fixată de platformă (Fig. 5). Nu utiliza fața marcată cu X.

**Oglinda reflectoare din dreapta [6]:** Aceasta este fixată de platformă și poate fi demontată (ea va fi demontată pentru experimentul E-II). Nu utiliza fața marcată cu X.

**Ecranul cu montura sa [7]:** Ecranul este montat pe suport cu o articulație cu bilă, care permite, prin rotație, ajustarea poziției sale în toate direcțiile (Fig. 5). Ecranul poate fi fixat, așa cum este arătat în Fig. 2 sau Fig. 6, după cum este necesar.

**Proba I [9]:** Un resort elicoidal fixat într-o montură circulară, prin utilizarea unor plăcuțe albe acrilice.

**Proba II [10]:** O structură de tip elicoidă dublă este imprimată pe o plăcuță din sticlă, ce este fixată într-o montură circulară.

**Șubler digital cu tijă suport [14]:** Șublerul digital este fixat într-un suport (necesar în experimentul E-II). Șublerul are un buton On/Off, un buton pentru a reseta la zero numărul afișat, un selector mm/inch (menține opțiunea de măsurare în mm), un

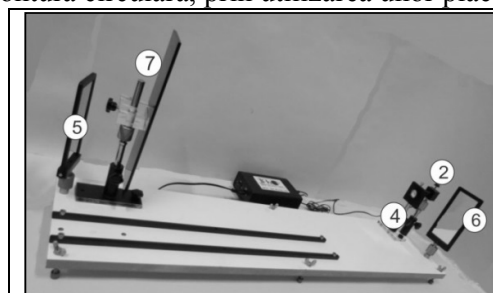


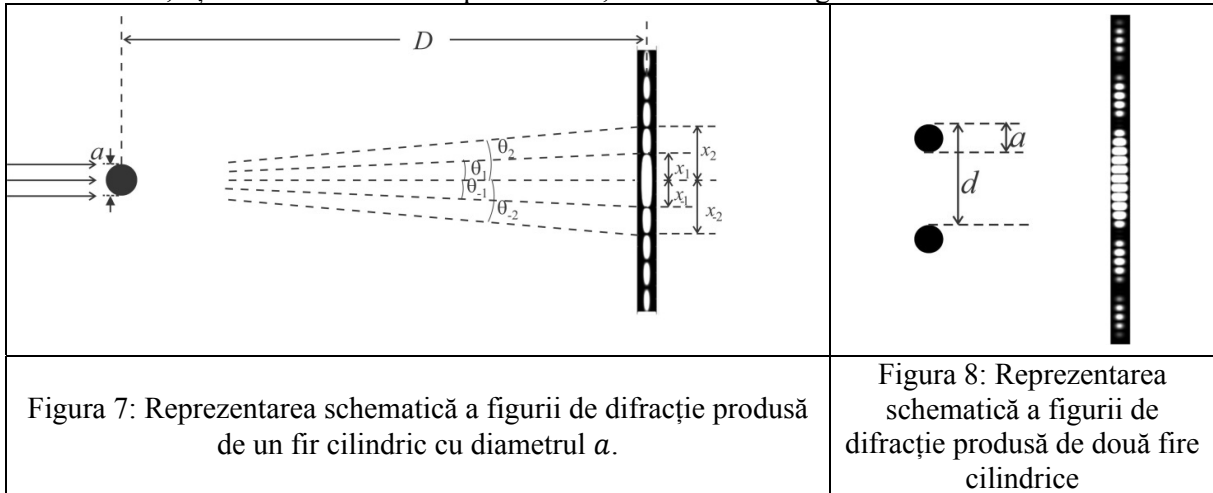
Figura 6: Poziție alternativă a ecranului față de cea din Fig.2

șurub de blocare și un șurub pentru deplasarea vernierului. Șublerul digital poate fi utilizat pentru a face măsurări pe foile pentru marcarea figurilor de difracție.

**Foi pentru marcarea figurilor [17]:** Foile pentru marcarea figurilor de difracție pot fi pliate în două și pot fi prinse de ecran prin utilizarea clamelor din plastic. Asigură-te că marchezi figura de difracție în interiorul casei dreptunghiulare.

**Teorie**

Un fascicul laser cu lungimea de undă  $\lambda$ , incident normal pe un fir cilindric cu diametrul  $a$ , este difractat pe direcția perpendiculară pe fir. Distribuția rezultantă a maximelor de intensitate, așa cum este observată pe un ecran, este arătată în Fig. 7.



Distribuția de intensitate ca funcție de unghiul  $\theta$  făcut cu direcția radiației incidente este dată de

$$I(\theta) = I(0) \left[ \frac{\sin \beta}{\beta} \right]^2 \quad \text{unde } \beta = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$$

Spotul central este luminos, iar pentru alte unghiuri, când  $\sin \beta$  ( $\beta \neq 0$ ) este zero, intensitatea devine nulă. Astfel, distribuția de intensitate are un minim de ordin  $n$  la unghiul  $\theta_n$ , dat de

$$\sin \theta_n = \pm n \frac{\lambda}{a} \quad n = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$$

Aici  $\pm$  se referă la minimele apărute de o parte și de alta a spotului central ( $\theta = 0$ ).

Figura de difracție, dată de două fire paralele identice, aflate la distanța  $d$  unul de altul (Fig. 8) este o combinație de două figuri (difracția dată de un singur fir și interferența dată de cele două fire). Distribuția rezultantă a intensității este dată de

$$I(\theta) = I(0) \cos^2 \delta \left[ \frac{\sin \beta}{\beta} \right]^2$$

unde  $\delta = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}$  și  $\beta = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$ .

Pentru un ecran plasat la o distanță mare  $D$  față de fir, pozițiile minimelor de pe ecran sunt observate la  $x_{\pm n} = \pm n \frac{\lambda D}{a}$  date de difracție și la  $x_{\pm m} = \pm \left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{d}$  date de interferență (unde  $m, n = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$ ). Similar, pentru un set de patru fire identice (Fig. 9), distribuția netă a intensității este o combinație a difracției de la fiecare fir și de interferență datorată perechilor de fire și deci depinde de  $a$ ,  $d$  și  $s$ . Cu alte cuvinte, se observă rezultatul suprapunerii a trei distribuții diferite de intensitate luminoasă.

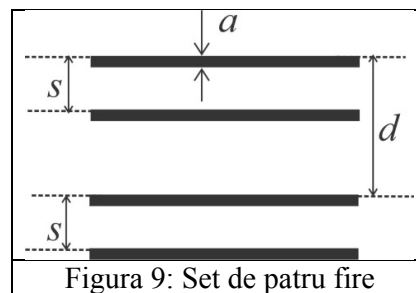


Figura 9: Set de patru fire

### Ajustări inițiale

1. Pornește sursa laser și ajustează ambele oglinzi reflectoare, astfel încât spotul laser să apară pe ecran.
2. Utilizează rigla din plastic și ajustează montura laserului și poziția oglinzilor reflectoare, astfel încât fasciculul laser să fie paralel cu platforma din lemn.
3. Asigură-te că spotul laser cade în vecinătatea centrului ecranului.
4. Oprește sursa laser. Prinde cu clame pe ecran foaia pentru marcat.
5. Prinde oglinda plană pe ecran, utilizând clamele din plastic și pornește din nou laserul.
6. Ajustează ecranul, astfel încât fasciculul laser să se întoarcă pe același drum la sursa laser. După ce ai efectuat alinierea optică, scoate oglinda plană.
7. Luminile din boxă pot fi oprite sau pornite după cum este necesar.

### Experiment

#### Partea A: Determinarea parametrilor geometrici ai unui resort elicoidal

Proba I este un resort elicoidal cu raza  $R$  și pasul  $P$ , făcut dintr-un fir cu diametrul constant  $a_1$ , așa cum este indicat în Fig. 10(a). Atunci când este văzut la incidență normală, proiecția resortului este echivalentă cu două mulțimi de fire paralele, cu același diametru, separate la distanța  $d_1$  și făcând unghiul  $2\alpha_1$  între ele (Fig. 10(b)).

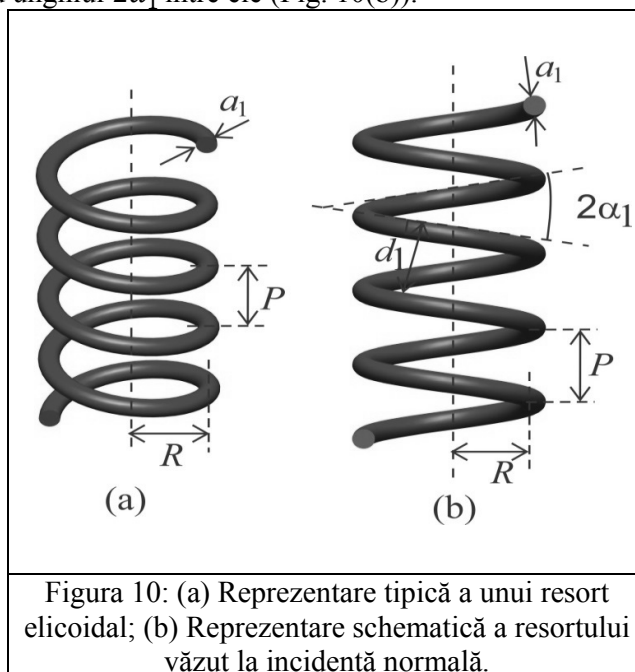


Figura 10: (a) Reprezentare tipică a unui resort elicoidal; (b) Reprezentare schematică a resortului văzut la incidență normală.



- Montează proba I în suportul pentru probe, asigurându-te că resortul este vertical.
- Obține pe foaia pentru marcat o figură de difracție de forma literei X, clară și netă.
- Pentru aceasta poți ajusta
  - Lărgimea fasciculului laser (rotește capacul lentilei)
  - Orientarea fasciculului (rotește corpul laserului, astfel încât să fie iluminate numai două spire ale resortului)
  - Intensitatea fasciculului laser (prin acționarea comutatorului high/low al sursei de tensiune)
  - Lumina ambientală (prin oprirea sau pornirea sursei de lumină din boxă)

Dacă maximul central este foarte strălucitor, pentru reducerea împrăștierei luminii poți lipi stickere negre circulare pe foaia pentru marcat.

Sarcini	Descriere	Punctaje
A1	Marchează (folosind pixul cu mină de grafit [13]), pe foaia pentru marcare, pozițiile adecvate ale minimelor de intensitate pentru a determina $a_1$ și $d_1$ de ambele părți ale spotului central. Etichetează figurile de pe foile de marcare cu P-1, P-2 etc.	<b>0,7</b>
A2	Măsoară distanțele adecvate folosind șublerul digital și notează-le în Table A1 pentru determinarea lui $a_1$ .	<b>0,5</b>
A3	Trasează un grafic adecvat, denumește-l Graph A1 și din pantă determină $a_1$ .	<b>0,7</b>
A4	Măsoară distanțele adecvate și notează-le în Table A2 pentru determinarea lui $d_1$ .	<b>0,8</b>
A5	Trasează un grafic adecvat, denumește-l Graph A2 și din pantă determină $d_1$ .	<b>0,6</b>
A6	Din figura în formă de X, determină unghiul $\alpha_1$ .	<b>0,2</b>
A7	Exprimă $P$ în funcție de $d_1$ și $\alpha_1$ și calculează $P$ .	<b>0,2</b>
A8	Exprimă $R$ în funcție de $P$ și $\alpha_1$ și calculează $R$ (neglijează $a_1$ ).	<b>0,2</b>

**Partea B: Determinarea parametrilor geometrici ai structurii de tip elicoidă dublă**

Figura 11(a) arată două spire ale unei elicoide duble. Fig. 11(b) este o proiecție bidimensională a acestei elicoide duble, atunci când este văzută la incidență normală. Diametrul fiecărui fir este  $a_2$ , unghiul este  $2\alpha_2$  și distanța dintre două spire succesive este  $d_2$ . Separarea dintre elicoide este  $s$ . Proba II este o structură dublu elicoidală, imprimată pe o plăcuță din sticlă (Fig. 12), a cărei figură de difracție este similară cu aceea a unei elicoide duble. În această parte, vei determina parametrii geometrici ai probei II.

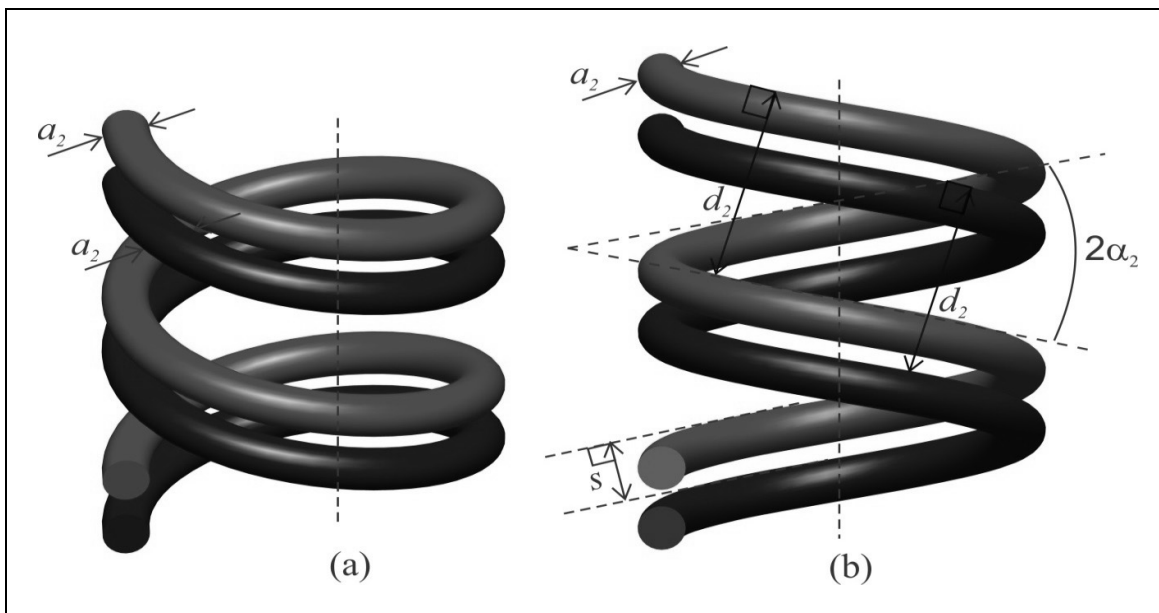


Figura 11: (a) Reprezentare tipică a unui resort dublu elicoidal (b); Reprezentare schematică, atunci când resortul este văzut la incidență normală.

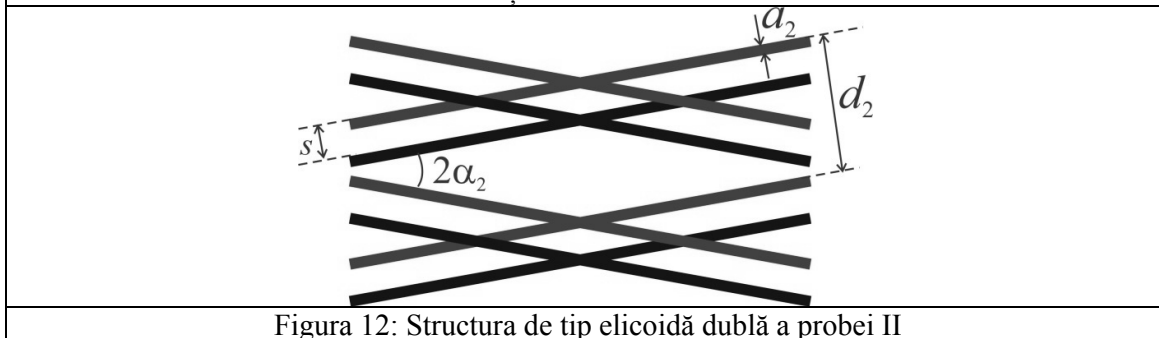


Figura 12: Structura de tip elicoidă dublă a probei II

- Montează proba II în suportul pentru probe.
- Atașează pe ecran o foaie nouă pentru marcarea figurii de difracție.
- Obține pe ecran o figură de difracție sub formă de X, clară și netă.

Sarcini	Descriere	Punctaje
B1	Marchează pozițiile adecvate ale minimelor de ambele părți ale spotului central, pentru a determina $a_2, s$ și $d_2$ . Poți utiliza mai mult de o foaie pentru marcarea figurilor de difracție.	1,1
B2	Măsoară distanțele adecvate și înregistrează-le în Table B1 pentru determinarea lui $a_2$	0,5
B3	Trasează un grafic adecvat, numește-l Graph B1 și din pantă determină $a_2$ .	0,5
B4	Măsoară distanțele adecvate și înregistrează-le în Table B2 pentru determinarea lui $s$ .	1,2
B5	Trasează un grafic adecvat, numește-l Graph B2 și din pantă determină $s$ .	0,5
B6	Măsoară distanțele adecvate și înregistrează-le în Table B3 pentru determinarea lui $d_2$	1,6
B7	Trasează un grafic adecvat, numește-l Graph B3 și din pantă determină $d_2$ .	0,5
B8	Din figura sub formă de X determină unghiul $\alpha_2$ .	0,2

PROBLEMA EXPERIMENTALĂ 2

**Difracția datorată undelor de tensiune superficială pe apă**

**Introducere**

Formarea și propagarea undelor la suprafața unui lichid sunt fenomene importante și bine studiate. Pentru astfel de unde, forța de revenire în lichidul care oscilează este parțial datorată gravitației și parțial datorată tensiunii superficiale. Pentru lungimi de undă mult mai mici decât o lungime de undă critică  $\lambda_c$ , efectul gravitației este neglijabil și nu trebuie luată în considerare decât tensiunea superficială ( $\lambda_c = 2\pi \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$ , unde  $\sigma$  este coeficientul de tensiune superficială,  $\rho$  este densitatea lichidului, iar  $g$  este accelerația gravitațională).

În această parte a problemei vei studia undele de tensiune superficială pe suprafața unui lichid, unde care au lungimea de undă mai mică decât  $\lambda_c$ . Tensiunea superficială este o proprietate a lichidelor, datorită căreia suprafața acestora se comportă ca o membrană tensionată. Când suprafața lichidului este perturbată, perturbația se propagă exact ca o undă pe o membrană. Pentru a produce unde pe suprafața apei se folosește un vibrator electric. Când un fascicul laser este incident aproape razant la suprafața apei, în prezența undelor de tensiune superficială această suprafață se comportă ca o rețea de difracție prin reflexie, producând o imagine de difracție bine definită.

Undele de tensiune superficială se amortizează (amplitudinea lor scade treptat), pe măsură ce acestea se propagă. Această amortizare este datorată vâscozității lichidului, o proprietate prin care straturile adiacente de lichid se opun mișcării unui strat față de celălalt.

**Scopul lucrării**

Folosirea difracției pe undele de suprafață, datorate tensiunii superficiale, pentru determinarea coeficientului de tensiune superficială și a coeficientului de vâscozitate ale unei probe date de apă.

**Lista componentelor montajului experimental**

	[1]	Fotometru (conectat la dispozitivul senzorului de lumină)
	[2]	Ansamblul senzorului de lumină, montat pe un șubler cu vernier, plasat la baza ecranului
	[3]	Tabletă (calculator) – (folosit ca generator de unde sinusoidale)
	[4]	Multimetru digital
	[5]	Cutie de comandă a vibratorului
	[6]	Platformă de lemn
	[7]	Șine pentru deplasarea ansamblului senzorului de lumină
	[8]	Sursă stabilizată de curent continuu
	[9]	Cheie hexagonală imbus, metru de croitorie, riglă de plastic

Figura 1: Ansamblul componentelor de pe platforma de lemn.

	[10]	Riglă și cursor pentru marcarea poziției vibratorului
	[11]	Ansamblul vibratorului
	[12]	Tavă pentru apă
	[13]	Înveliș din plastic
	[14]	Ansamblul pentru reglarea înălțimii

## 28 Probleme, concursuri, olimpiade

	vibratorului
[15]	Sursa de lumină laser 2 (lungimea de undă, $\lambda_L = 635 \text{ nm}$ , $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )
[16]	Vas cu probă de apă pentru experiment
[17]	Mensură de 500 ml

Figura 2: Ansamblul vibrator/sursă laser.

### Descrierea montajului experimental

#### a) Tableta (calculator) ca generator de unde sinusoidale

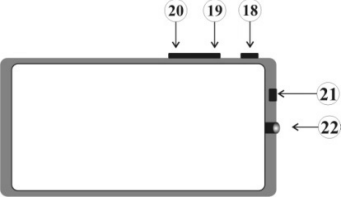
	[18]: Înterupător
	[19]: Buton pentru creșterea volumului semnalului
	[20]: Buton pentru scăderea volumului semnalului
	[21]: Port pentru încărcare
	[22]: Priză pentru pinul conector al intrării audio a cablului care vine de la cutia de comandă a vibratorului [5]

Figura 3: Butoanele de comandă și contactele tabletei calculatorului

- Notă
- Menține tot timpul tableta cuplată la încărcătorul în funcțiune.
  - Apasă ușor întrerupătorul, o singură dată, pentru ca tableta să af ecranul semnalul de pornire.
  - Menține volumul semnalului de ieșire la valoarea maximă, folosind butonul [19] pentru creșterea volumului semnalului.

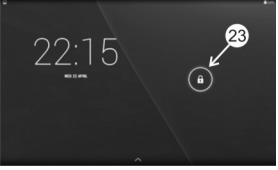

	
Atinge și glisează pictograma [23] pentru deblocare	Apasă pictograma [24] pentru a porni generatorul de unde sinusoidale

Figura 4: Ecranele inițiale ale tabletei

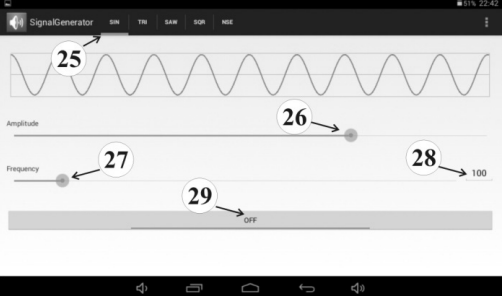
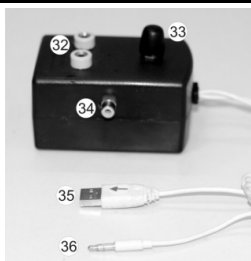

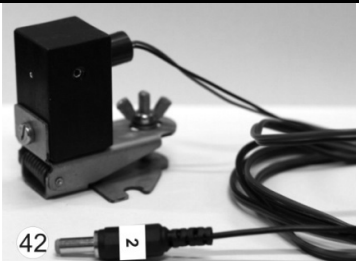


	[25]: Selectorul formei unde (menține-l mereu în poziția "SIN")
	[26]: Cursorul pentru reglarea amplitudinii
	[27]: Cursorul pentru reglarea frecvenței
	[28]: Domeniul de valori pentru frecvență
	[29]: Indicatorul/ comutatorul de stare "OFF" – generatorul de unde sinusoidale este oprit "ON" - generatorul de unde sinusoidale este în stare de funcționare

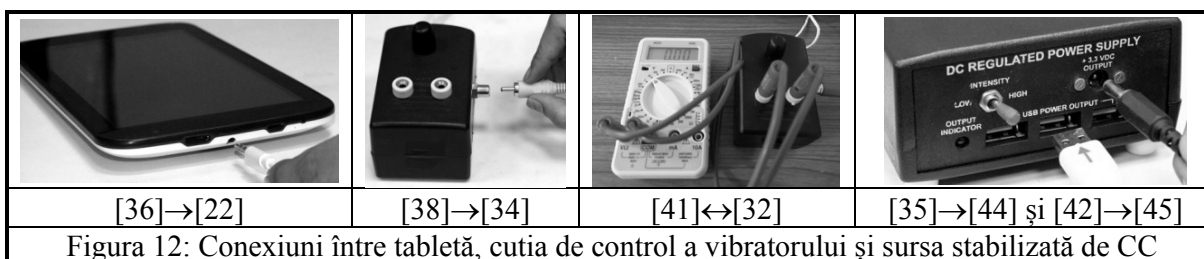
Figura 5: Interfața utilizator a generatorului de unde sinusoidale

	<p><i>Pentru a varia frecvența</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apasă pe pictograma domeniului de frecvențe [28] (Fig. 5) pentru a activa tastatura numerică</li> <li>• Utilizează tasta backspace [30] pentru a șterge valoarea frecvenței</li> <li>• Introdu valoarea cerută a frecvenței și apasă tasta “Finished” [31]</li> </ul>
<p>Figura 6: Imaginea pe ecran a tastaturii numerice folosite pentru introducerea valorii frecvenței semnalului</p>	

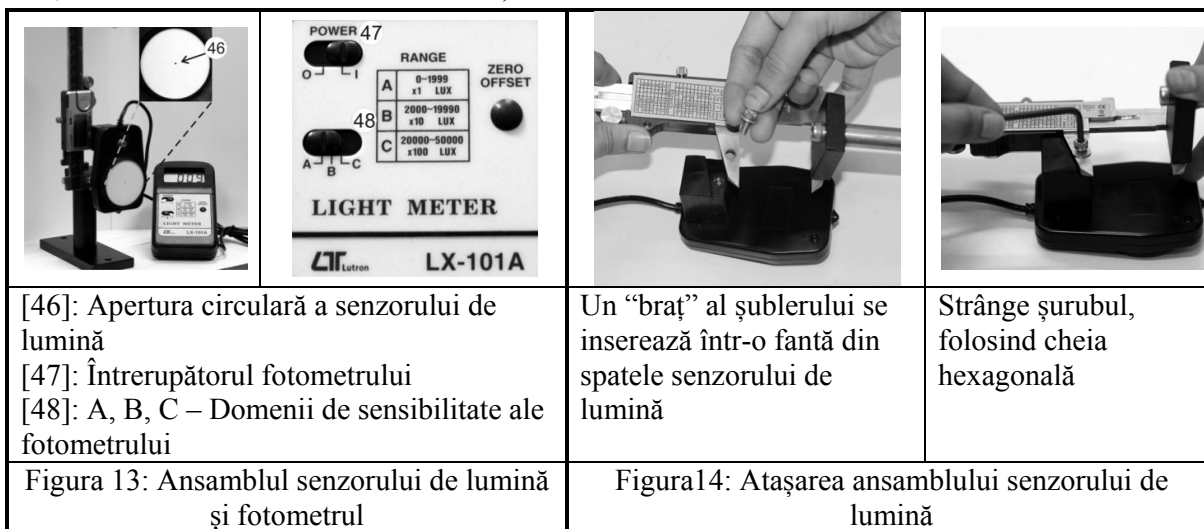
<p><i>Pentru a varia amplitudinea</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folosește cursorul de amplitudine [26] de pe ecranul tabletei sau rotește butonul [33] de pe cutia de control [5] a vibratorului, pentru a varia amplitudinea semnalului de ieșire.</li> </ul>
---

**b) Cutia de control a vibratorului, multimetrul digital, sursa stabilizată de tensiune continuă și conexiunile acestora**

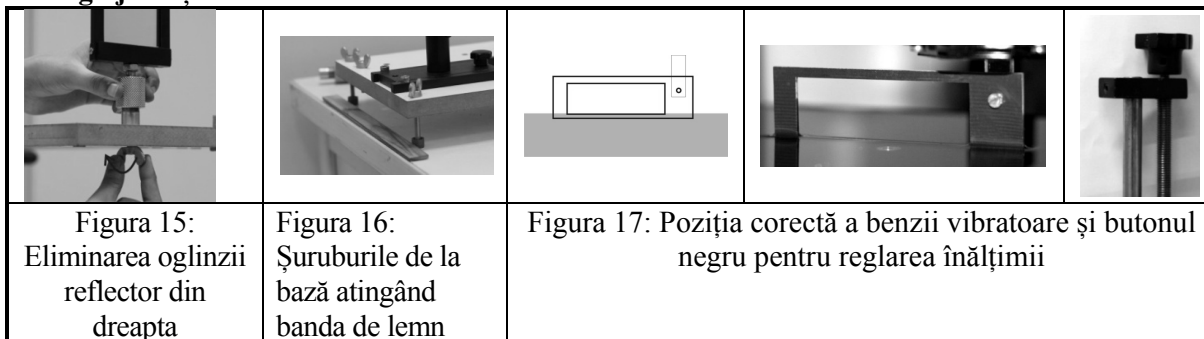
		
<p>[32]: Prize pentru conectarea cablurilor multimetrului</p>	<p>[37]: Bandă vibratoare</p>	<p>Figura 10: Sursa laser 2 [15] (montată pe un bloc de metal) cu conectorul [42]</p>
<p>[33]: Buton rotitor pentru modificarea amplitudinii unei sinusoidale</p>	<p>[38]: Mufa cablului pentru ansamblul vibrator</p>	
<p>[34]: Port pentru conectorul cablului de la ansamblul vibratorului</p>	<p>Figura 8: Ansamblu vibrator[11]</p>	<p>[43]: Comutatorul de intensitate (menține-l pe poziția “High”)</p>
<p>[35]: Mufă USB pentru conectarea la sursa reglabilă CC</p>	 <p>[39]: Comutator selector pentru curent alternativ/continuu (AC/DC)</p>	<p>[44]: Port USB pentru mufa USB de la cutia de control a vibratorului</p>
<p>[36]: Cablul cu mufe audio pentru conectarea la tabletă</p>	<p>[40]: Selectorul de domenii</p> <p>[41]: Prize de intrare</p>	<p>[45]: Priză pentru conectorul sursei laser 2</p>
<p>Figura 7: Cutia de control a vibratorului [5]</p>	<p>Figura 9: Multimetru digital [4]</p>	<p>Figura 11: Sursă stabilizată de CC [8]</p>



### c) Ansamblul senzorului de lumină și fotometrul



### Reglaje inițiale



1. Desfă conectorul laserului 1 și inserează conectorul laserului 2 în priza sursei stabilizate de CC. Notă: Laserul 2 a fost deja ajustat pentru un anumit unghi de incidență. Nu atinge sursa de lumină laser!
2. Îndepărtează oglinda reflector din dreapta, folosită în experimentul E-I, rotind piulița de sub platforma de lemn. (Fig. 15).
3. Îndepărtează ecranul folosit în experimentul E-I și montează în locul lui ansamblul senzorului de lumină în suportul ecranului. Plasează suportul ecranului între șinele de ghidare [7].
4. Poziționează platforma de lemn [6] cu șuruburile de la bază, astfel încât acestea să atingă banda de lemn atașată mesei de lucru (Fig. 16).
5. Ridică partea laterală a husei de plastic ce acoperă sursa laser și vibratorul. Toarnă exact 500 ml din proba de apă în tava [12], folosind mensura [17].

6. Pornește laserul. Poziționează spotul fascicului laser reflectat pe senzorul de lumină. Pe măsură ce deplasezi ansamblul senzorului de lumină, înainte și înapoi de-a lungul șinelor, spotul laserului trebuie să se deplaseze vertical și nu după un unghi față de verticală. Reglări minore laterale ale platformei de lemn și mișcarea pe verticală a ansamblului senzorului de lumină îți vor permite să poziționezi spotul laserului exact pe apertura senzorului. Intensitatea indicată de fotometru va fi maximă, dacă centrul spotului laser coincide cu centrul aperturii.
7. Banda vibratoare a fost deja aranjată în poziția verticală corectă. **NU ajusta** butonul negru de reglare a înălțimii ansamblului [14] (Fig. 17).
8. Ansamblul vibratorului poate fi deplasat înainte și înapoi pe orizontală. Markerul poziției vibratorului indică poziția ansamblului pe scala [10].
9. În timpul înregistrării datelor, menține coborâtă partea laterală a husei, pentru a proteja suprafața apei de curenții de aer.

**Experiment**

**Partea C: Măsurarea unghiului  $\theta$  dintre fasciculus laser și suprafața apei**

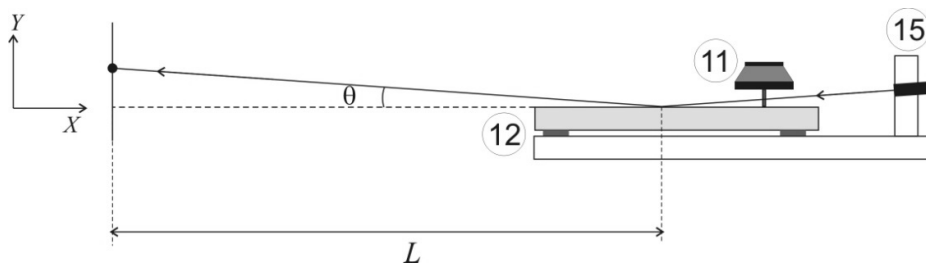


Figura 18: Măsurarea unghiului  $\theta$

Sarcini	Descriere	Punctaje
C1	Deplasează ansamblul senzorului de lumină în pași adecvați de-a lungul șinelor. Notează deplasările X ale ansamblului și deplasările corespunzătoare Y ale spotului laser. Înregistrează datele citite în Table C1. (Selectează domeniul potrivit pentru fotometru.)	1,0
C2	Trasează un grafic adecvat (etichetează-l ca Graph C1) și determină valoarea unghiului $\theta$ în grade, din panta acestuia.	0,6

**Partea D: Determinarea coeficientului de tensiune superficială  $\sigma$  a probei de apă care ți-a fost pusă la dispoziție**

În teoria difracției se poate arăta că

$$k = \frac{2\pi}{\lambda_L} \sin\theta \sin\gamma \tag{1}$$

unde  $k = 2\pi/\lambda_w$  este numărul de undă al undelor de tensiune superficială,

$\lambda_w$  și  $\lambda_L$  fiind respectiv lungimea de undă a undelor de tensiune superficială și lungimea de undă a luminii laserului.

Unghiul  $\gamma$  este separarea unghiulară dintre maximul central și maximul de ordinul întâi (Fig. 19).

Frecvența ( $f$ ) de vibrație a undelor este legată de numărul de undă  $k$  prin relația

$$\omega = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} k^q \tag{2}$$

unde  $\omega = 2\pi f$ ,  $\rho$  este densitatea apei și  $q$  este un număr întreg.

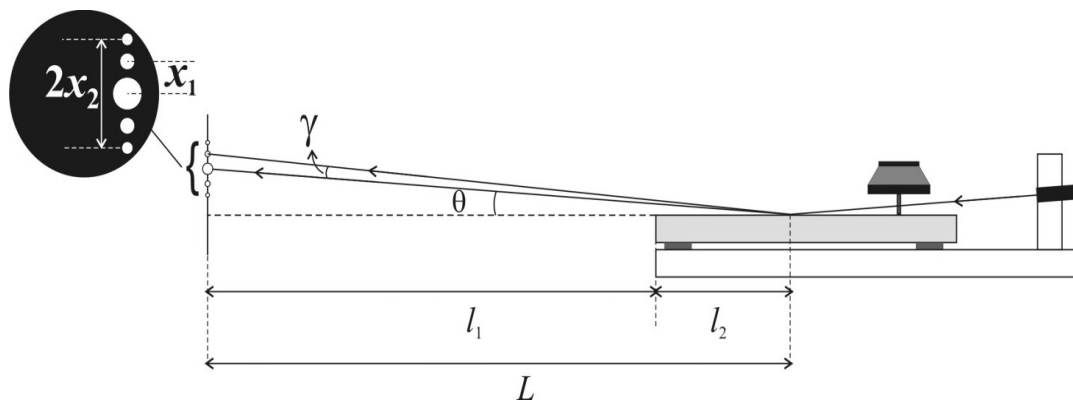


Figura 19: Diagrama schematică a aparatului

1. Fixează ansamblul senzorului de lumină [2] (folosind șurubul de fixare al suportului ecranului) la capătul șinelor în poziția arătată în Fig. 1. Selectează domeniul adecvat al fotometrului.

Sarcini	Descriere	Punctaje
D1	Măsoară distanța $l_1$ dintre apertura senzorului de lumină și marginea exterioară a tăvii cu apă. Vei putea observa o linie acolo unde fasciculul laser atinge suprafața apei. Centrul acestei linii este punctul de incidență al laserului. Măsoară distanța $l_2$ de la acest punct la margine. Obține $L$ . Înregistrează valoarea acestuia în Foaia ta de Răspunsuri.	0,3

2. Poziționează indicatorul vibratorului la valoarea de 7,0 cm pe scala orizontală [10].
3. Setează frecvența undei sinusoidale la 60 Hz și ajustează amplitudinea, astfel încât maximele de ordinul întâi și doi ale figurii de difracție să fie clar vizibile. (Fig. 19 – detaliul din stânga sus).

Sarcini	Descriere	Punctaje
D2	Măsoară distanța dintre maximele de ordinul doi de deasupra și de sub maximul central. Determină apoi pe $x_1$ . Înregistrează datele obținute în Table D1. Repetă măsurările, crescând frecvența în pași adecvați.	2,8
D3	Identifică variabilele potrivite pentru un grafic adecvat, din a cărui pantă să poți determina valoarea lui $q$ . Scrie valorile variabilelor în Table D2. Trasează graficul pentru a determina $q$ (etichetează-l ca Graph D1). Scrie ecuația 2, cu valoarea întregă corespunzătoare lui $q$ .	0,9
D4	Din ecuația 2, identifică variabilele corespunzătoare pentru un grafic adecvat, din a cărui pantă să poți determina valoarea lui $\sigma$ . Scrie valorile variabilelor în Table D3. Trasează graficul pentru a-l determina pe $\sigma$ (etichetează-l ca Graph D2). ( $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).	1,2

### Partea E: Determinarea coeficientului de atenuare $\delta$ și a coeficientului de vâscozitate $\eta$ a lichidului

Undele de tensiune superficială sunt amortizate datorită vâscozității apei. Amplitudinea undei  $h$ , descrește exponențial cu distanța  $s$ , măsurată față de vibrator



$$h = h_0 e^{-\delta s}$$

(3)

unde  $h_0$  este amplitudinea la poziția vibratorului, iar  $\delta$  este coeficientul de atenuare.

Experimental, amplitudinea  $h_0$  poate fi corelată cu tensiunea ( $V_{rms}$ ) aplicată ansamblului vibratorului, conform relației

$$h_0 \propto (V_{rms})^{0.4} \quad (4)$$

Coeficientul de atenuare este corelat cu vâscozitatea lichidului, conform relației

$$\delta = \frac{8 \pi \eta f}{3 \sigma} \quad (5)$$

unde  $\eta$  este coeficientul de vâscozitate a lichidului.

1. Setează poziția indicatorului vibratorului la 8,0 cm.
2. Reglează frecvența la 100 Hz.
3. Reglează senzorul de lumină, folosind șublerul, astfel încât maximul de difracție de ordinul întâi să cadă pe apertură.
4. Reglează amplitudinea unde sinusoidale ( $V_{rms}$ ), astfel încât fotometrul să indice 100 pe domeniul A. Notează valoarea  $V_{rms}$ , corespunzătoare indicației fotometrului.
5. Depărtează vibratorul de punctul de incidență a luminii, în pași de 0,5 cm și modifică  $V_{rms}$ , astfel încât indicația fotometrului să fie 100. Notează valoarea corespunzătoare a lui  $V_{rms}$ .

Sarcini	Descriere	Punctaje
E1	Notează datele pentru fiecare pas, în Table E1.	<b>1,9</b>
E2	Trasează un grafic adecvat (etichetează-l ca Graph E1) și determină coeficientul de atenuare $\delta$ din panta acestui grafic.	<b>1,0</b>
E3	Calculează coeficientul de vâscozitate $\eta$ a probei de apă care ți-a fost dată.	<b>0,3</b>

## TITIREZUL CONTROLABIL. INVENȚIE ROMANEASCĂ

**Ioan GROSU**

Facultatea de Bioinginerie Medicală, UMF Iași, România  
 Departamentul de Chimie, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași, România  
 ioan.grosu@chem.uaic.ro

**Rezumat.** Titirezul controlabil - o invenție românească. Titirezul clasic este modificat cu 2 magneți permanenți și în felul acesta poate fi controlat în mișcarea sa de translație pe orizontală. Noua jucărie și dispozitiv didactic, titirezul controlabil, este calitativ superior celui clasic: este magic, interactiv, educativ, științific, îmbunătățește răbdarea, coordonarea mână-ochi, îndemânarea practică, oferă trei soluții tehnice noi, conține fizică și inginerie, facilitează înțelegerea fenomenului fizic. Rezonanța magnetică nucleară (RMN). Se adresează elevilor de toate vârstele.

*Cuvinte-cheie: titirez controlabil, titirez clasic, jucărie și dispozitiv didactic.*

**Abstract.** Driven Spinning Top – a Romanian invention. Using two permanent magnets, the classical spinning top was modified to Driven Spinning Top that can be driven horizontally. The new toy and didactic device, Driven Spinning Top is magic, interactive, educative, scientific, improves patience, coordination hand-eye, practical skill, offers three new technical solutions, contains Physics and Engineering, helps to understand easier the Nuclear Magnetic Resonance (NMR). It addresses to students of all ages.

*Key words: driven spinning top, classical spinning top, toy and didactic device.*

### 1. Introducere

Titirezul este cunoscut de mai mult de 2000 de ani [1]. Este o jucărie magică care a traversat istoria încântând copiii și adulți. Este cunoscută o fotografie celebră cu doi mari fizicieni N. Bohr și W. Pauli uitându-se la un titirez [2]. În lume este cunoscut sub diferite denumiri în 109 limbi [3]. Magicul său constă în aceea că atunci când este în rotație își menține poziția verticală. Când nu este în rotație, poziția verticală este un echilibru instabil și toată lumea știe că dacă îl lăsăm liber va cădea pe o parte așa cum se întâmplă cu un creion, pix, stilou, riglă, chibrit, etc. Prin rotație, echilibrul instabil devine stabil. Acest lucru se explică prin legea conservării momentului cinetic: dacă momentul de forță rezultant este nul atunci momentul cinetic se conservă (adică mișcarea de rotație rămâne neschimbată). Legea a 2-a a dinamicii pentru mișcarea de rotație este  $dL/dt = M$ , unde  $L$  și  $M$  sunt momentul cinetic și, respectiv, momentul forței. Conservarea momentului cinetic este un caz particular al acestei legi:  $M = 0$ ,  $dL/dt = 0$ ,  $L = \text{constant}$ .

Titirezul are un contact cu masa prin intermediul unui vârf, contactul este aproape punctual și deci momentul forței de frecare este minim. Pe același principiu se bazează explicația: de ce putem menține vertical mai ușor un cerc de sârmă (sau de butoi) în mișcare de translație decât în repaus. Cercul de sârmă în mișcare de translație are o mișcare de rotație în jurul centrului său, deci are un moment cinetic care are tendința de a rămâne constant în mărime și direcție.

În muzee tehnice și centre științifice [4] din vestul Europei (un astfel de Science Centre se va deschide și la București începând cu ianuarie 2016 [5]) se găsește un experiment amuzant: într-o valiză se află un volant care poate fi pus în rotație cu ajutorul unui motor din exterior. Dacă luăm valiza (cu volantul în mișcare) și ne deplasăm în linie dreaptă nu întâmpinăm nici o dificultate. Dacă vrem să schimbăm direcția atunci volantul din valiză va opune o anumită rezistență. Experimentul este amuzant pentru începători, dar repede devine evident.

Industria jucăriilor a produs titirezi de diverse dimensiuni, culori, forme dar principiul de funcționare a rămas același: o dată lansat în rotație nu putem interveni ca să-l determinăm să se deplaseze într-o anumită direcție. Cu alte cuvinte, titirezul clasic este *necontrolabil*.

*Titirezul controlabil* (TC) s-a născut în timpul activității didactice de predare a Fizicii la nivel universitar. Cu 30 de ani în urmă autorul ținea ore de seminar cu studenții de la electrotehnică la cursul predat de Prof. dr. Gh. Zet. Se făcea o problemă legată de precesia spinului nuclear în jurul câmpului magnetic extern. Cu câteva zile înainte autorul se jucase cu giroscopul clasic (un volant într-un sistem de 3 inele). Atunci, chiar în sala de seminar, apare ideea: să echipăm giroscopul cu 2 pastile magnetice simetric așezate pe axă, care ar putea simula spinul nuclear. S-a construit un giroscop identic dar cu modificarea de mai sus. Pus într-o bobină alimentată cu curent continuu, acesta arăta precesia. Menționăm că precesia nu este intuitivă deloc, dar cu un astfel de experiment devine evidentă. În primăvara anului 2006 autorul vizita Kindermuseum, Baden, Elveția [6]. Într-o vitrină erau niște titirezi. Atunci apare ideea de a pune un magnet pe axa titirezului. Din Elveția s-au cumpărat magneți permanenți mici și performanți (pe bază de neodim) și la întoarcere în țară s-a încercat soluția. Un titirez cu un mic magnet pe axă în partea sa cea mai de sus poate fi dirijat orizontal cu ajutorul unui alt magnet permanent ținut în mână. Așa arată *titirezul controlabil*, o invenție românească.

În continuare vom prezenta construcția sa (Cap.2), apoi *titirezul controlabil* -jucărie magică (Cap.3), în continuare *titirezul controlabil* - dispozitiv didactic cu mare potențial educativ și științific (Cap.4) și articolul se va încheia cu Discuții și comentarii (Cap.5) .

## 2. Titirezul controlabil. Elemente constructive.

După cum am relatat mai sus, orice titirez căruia îi atașăm pe axa sa, în partea cea mai de sus, coaxial, un mic magnet permanent cilindric devine controlabil cu ajutorul unui magnet permanent, ținut în mână deasupra. Pe lângă această modificare majora noi am mai făcut unele modificări ale titirezului clasic. Titirezii de pe piață sunt puși în rotație cu 3 degete și se rotesc 15 - 20 secunde. Este de dorit ca rotația să dureze mai mult pentru a realiza o anumită activitate în acest timp. În acest sens am ales coada titirezului de 10 - 11 cm care permite punerea în rotație cu ajutorul palmelor. De asemenea, am introdus în interiorul titirezului coaxial un cilindru gol de inox. Acesta asigură un moment de inerție mai mare și deci energia cinetică de rotație inițială,  $I \omega^2/2$ , se va disipa într-un timp mai lung, deci rotația va dura mai mult ( $I$  - momentul de inerție,  $\omega$  - viteza unghiulară). La baza titirezului a fost pusă o bilă de rulant de fier pentru a asigura o frecare mai mică și nu numai atât (vezi mai jos). În acest fel acest titirez se rotește 110 - 120 de secunde.

Toate aceste elemente constructive se regăsesc în Figura 1. Să remarcăm că pe magnetul mic se găsește o semibila (bilă) de fier care asigură un contact punctual cu magnetul din mână când aceștia se lipesc unul de altul cu semibila (bila) între ei.

## 3. Titirezul controlabil - jucărie magică

Așa cum arătam în Introducere, magicul titirezului constă în poziția sa verticală când este în rotație. Pe baza experienței anterioare, oricine vede un titirez în poziție verticală își închipuie că este în rotație dacă nu cumva este înțepenit vertical. Tot așa, pe baza experienței anterioare (și anume că un titirez nu poate fi ghidat într-o direcție dorită) cine vede că un titirez este manevrat în așa fel ca să urmeze un anumit traseu i se pare complet neverosimil. La diverse târguri de jucării, expoziții, conferințe autorul a observat reacția publicului când vede pentru prima dată un *titirez controlabil*. Trecătorii, fie ei copii sau adulți, se opresc și se uită cu mirare. Apoi exclamă: „E cu magnet”. În realitate este cu 2 magneți. Această comportare neverosimilă îi dă *titirezului controlabil* calificativul de jucărie magică, mult mai magică decât titirezul clasic. În realitate, nimic nu este magic, ci este fizică autentică. În fapt,

controlul deplasării titirezului este o soluție tehnică nouă, nemaîntâlnită la alte jucării sau dispozitive din viața de zi cu zi.

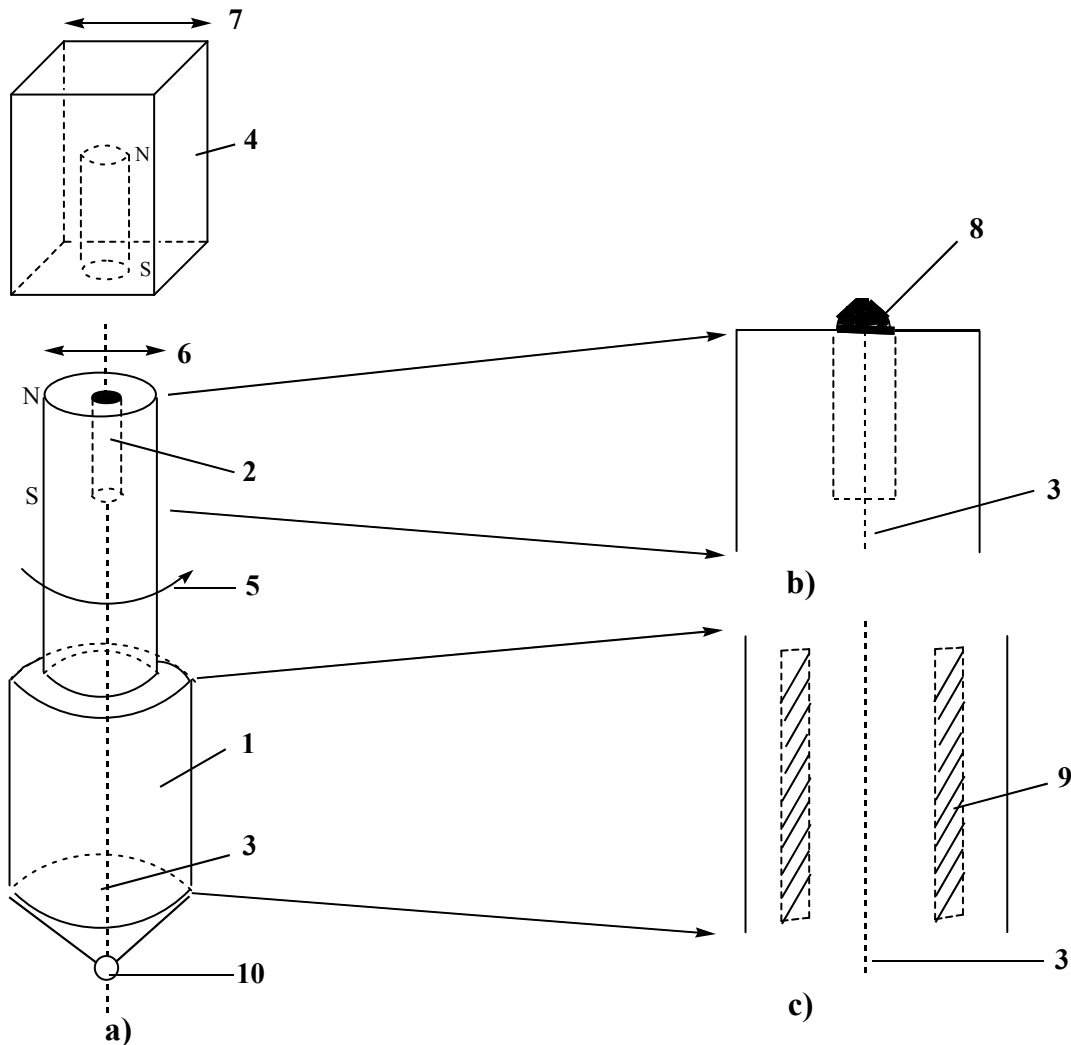


Figura 1. Schema de principiu a TC.

- a) schema completă: 1 - corpul titirezului, 2 - magnetul pe axa titirezului, 3 - axa titirezului, 4 - piesa din lemn cu al doilea magnet, 5 - rotația titirezului, 6 - mișcarea de translație a titirezului, 7 - mișcarea de translație a magnetului exterior, 8 - semibila (bila), 9 - cilindrul gol de inox, 10 - bila de fier de la bază;  
 b) secțiune mărită: partea de sus a titirezului;  
 c) secțiune axială a titirezului arătând cilindrul coaxial gol de inox.

O a doua soluție tehnică nouă este când al doilea magnet care este ținut în mână este apropiat de titirez și cei 2 magneți se lipesc, între ei fiind semibila (bila) de fier. Aceasta permite ca mișcarea de rotație a titirezului să se continue grație contactului punctual dintre magnetul din mână și semibilă (bilă). Este destul de greu de a pili o bilă mică pentru a o face semibilă. Se poate pune și o bilă, dar aceasta nu trebuie să aibă un diametru mai mare de 4 mm. O bilă cu diametru mai mare va realiza o atracție mică între cei 2 magneți. O semibilă realizează un bun contact cu primul magnet și atracția dintre magneți este mult mai mare ca în cazul folosirii bilei. Această rotire se vede în Fig. 2 care poate fi considerată o joncțiune cu 2 grade de libertate sau un pendul sferic.

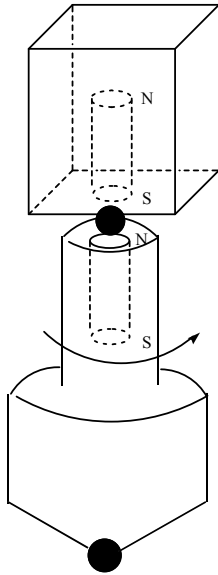


Figura 2. Schema de principiu când cei 2 magneți se lipesc și titirezul își continuă mișcarea de rotație.

Dacă avem 2 titirezi în rotație și apropiem magnetul din mână de unul dintre ei, cei 2 magneți se lipesc cu semibila (bila) între ei, putem ridica titirezul care va continua să se rotească. Dacă potrivim baza primului titirez pe partea de sus a celui de al 2-lea, atunci bila (de fier) de la bază și semibila (bila) celui de al 2-lea se vor lipi și ambii titirezi își vor continua rotația. Aceasta este a 3-a soluție tehnică nouă (vezi fotografia din Fig. A). Acest lucru este îndrăgit de copii. Toate cele prezentate mai sus pot fi observate în link-urile [7], [8], [9].

Cu un astfel de titirez se pot imagina mai multe jocuri:

- **Joc pe puncte prin vizitarea unor locuri prescrise, dotate cu puncte.** Se pleacă din cercul din centru (Fig. 3), se dirijează titirezul spre stânga către semicercul cu numărul 1 și s-a câștigat 1 punct. Se continuă spre dreapta spre semicercul cu numărul 2 și s-a mai câștigat 1 punct ș.a.m.d. Acest joc măsoară în mod *cantitativ*: răbdarea, îndemânarea practică, perseverența etc. Nu știm să existe alte metode de măsură cantitativă a acestei calități psihologice. Dacă există, atunci se pot compara. Mai mult decât atât, se poate măsura cantitativ progresul înregistrat datorită exercițiului.

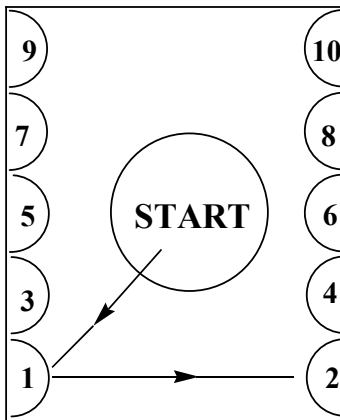


Figura 3. O foaie A4, plastifiată, pe care este un cerc în centru de unde începe ghidarea titirezului spre semicercurile de pe margine dotate cu puncte.



Fig. A. Monica este încântată de cum cei 2 titirezi se roteesc.

- Lanț de titirezi în mișcare de rotație așa ca în Fig. B.



Fig. B. Autorul cu un lanț de titirezi în mișcare de rotație.

- **Joc TOPBALL** (în analogie cu football, volleyball, basketball): 2 jucători, fiecare cu câte un titirez, lovesc o bilă de sticlă conducând-o în poarta adversă. Jocul este pe goluri și nu necesită multe explicații (Fig. 4).

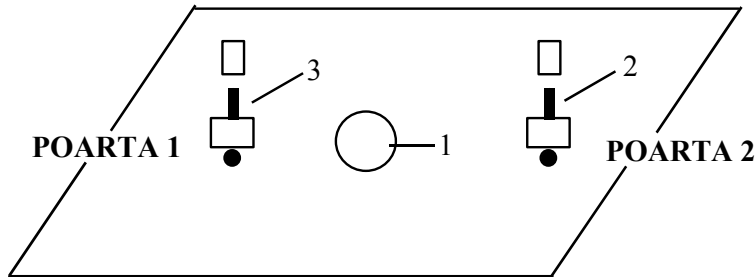


Figura 4. Jocul TOPBALL: o tavă pe care sunt marcate poarta 1 și poarta 2; 1 - bila de sticlă, 2, 3 - cei 2 jucători cu câte un titirez.

#### 4. Titirezul controlabil - dispozitiv didactic

Magical *titirezului controlabil* îl face pe acesta să fie dorit pentru joc. Jocurile propuse mai sus sunt pe puncte sau goluri pentru a avea un scop. Realitatea este că dacă se practică aceste jocuri se dobândesc mai multe beneficii. O parte dintre acestea au fost prezentate în 2 articole publicate în jurnale americane [10], [11]. Le prezentăm și aici pe scurt.

Pentru a dirija titirezul trebuie să deplasăm magnetul al doilea lent cam 1 - 2 mm pe secundă. Dacă îl deplasăm rapid titirezul nu-l poate urmări. Prin urmare, acest joc contribuie la educarea răbdării. Coordonarea mână-ochi beneficiază de acest joc de asemeni. Jocul este interactiv în sensul că prin modificarea distanței între cei 2 magneți cuplajul este mai intens sau mai slab. Cea de a 3-a lege a mecanicii (legea acțiunii și reacțiunii) este direct simțită în mâna jucătorului. Numărul total de puncte sau goluri măsoară în mod cantitativ suma deprinderilor practice în mânăuirea titirezului. Se obțin mai multe puncte dacă rotim mai tare titirezul la început. Aceasta este o îndemânare care se îmbunătățește prin exercițiu. Menținerea la o distanță de 2-3 cm a magnetului din mână deasupra titirezului (cu mare grijă

ca cei 2 să nu se lipească) și mișcarea lentă asigură o deplasare optimă care este o altă îndemânare. În [10] se exprimă opinia că dacă fetele se joacă împreună cu băieții cu acest titirez ele vor observa că sunt la fel de îndemânatece ca și băieții. Acest lucru le va întări încrederea de sine în ce privește tehnica ce le poate ajuta ca să studieze mai târziu științe exacte sau ingineria. În [11] se discută deprinderile practice care pot fi îmbunătățite folosind acest titirez ca jucărie.

Controlul titirezului se realizează deoarece forța de interacțiune dintre cei 2 magneți trece prin axa titirezului și nu introduce un moment de forță care să modifice rotația. Aceasta este explicația de ce nu a fost controlat titirezul până acum.

Când 2 titirezi sunt în rotație și aducem unul la 8 - 10 mm de celălalt, aceștia se vor ciocni și apoi se îndepărtează unul de altul. La fel și în cazul unui titirez și unei bile de sticlă. Ciocnirea are loc datorită legii Bernoulli de la fluide.

Când ținem magnetul din mână oblic, titirezul va dezvolta o mișcare de precesie. Avem mișcare de precesie înainte de a se opri titirezul. Acest lucru este cunoscut și nu prezintă nici o noutate. Realizarea precesiei cu ajutorul unui câmp magnetic oblic este noutate. De fapt, autorul de aici a plecat. Precesia este implicată în *rezonanța magnetică nucleară* (RMN) care este fenomenul fizic de bază în tomograful cu RMN și care, la rândul său, este un instrument neinvaziv de o mare importanță în practica medicală. De aici interesul multidisciplinar al *titirezului controlabil*. Cine îl experimentează va înțelege mai ușor RMN care este o metodă științifică de investigare în fizică, chimie, biologie, medicină. În ultimii 10 - 15 ani a apărut o nouă ramură științifică Spintronics [12] care monitorizează spinii sus și jos în vederea construirii unor computere mult mai performante.

Titirezul controlabil este singurul obiect macroscopic care are moment cinetic și moment magnetic.

### 5. Discuții și comentarii

Vizitarea unei hidrocentrale, a unei termocentrale, a unei centrale nucleare sau chiar a CERN este un lucru important dând o imagine clară a unei astfel de megainstalații unde fenomenul de bază este un fenomen fizic. La fel și vizionarea unui pendul Foucault care are o importanță istorică, dar care este de interes și astăzi. În exemplele enumerate mai sus elevii sunt spectatori. Practicarea jocului cu TC este a 3-a etapă în secvență: spune-mi și am să uit, arată-mi și am să-mi amintesc, ajută-mă să fac și am să înțeleg (I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand). În acest caz copiii simt fiecare detaliu al dinamicii TC, deci o oportunitate maximă pentru a înțelege. Copiii se pot juca nesupravegheați. Aceasta are o foarte mare importanță: randamentul de învățare este mult mai mare decât atunci când copiii sunt supravegheați.

Copiii învață unii de la alții. În timpul jocului unii sunt mai îndemânateci decât alții, unii învață mai ușor, dobândesc deprinderi mai ușor. Profesorul trebuie doar să-i ajute pe unii dintre ei și să observe cine este cel/cea mai bun(ă) și să-l(o) desemneze ca „profesor” sau „antrenor” pentru ceilalți. Aici sigur va acționa secvența: vezi odată, fă odată, predă odată (see one, do one, teach one) care este mult folosită în educația medicală. Cel care va fi desemnat „profesor” sau „antrenor” se va simți foarte bine și responsabil și își va da tot interesul ca să se achite de sarcini. La această activitate cel mai bun nu este sigur că va fi cel care e cel mai bun la aritmetică sau citire și asta este bine că evidențiem și alți copii așa cum îndeamnă un proiect dezvoltat în Statele Unite (no child left behind).

La gimnaziu și la liceu se pot face măsurători cantitative. Cu un stroboscop se pot măsura viteza unghiulară a mișcării de rotație și a mișcării de precesie. Produsul lor ar trebui să fie aproape constant (în Fig. B se vede pe tablă formula de legătură între cele două viteze unghiulare).

Se poate propune un proiect: cum să mărim timpul de rotație. Autorul are 2 variante. Se poate fixa magnetul al doilea pe un stativ în așa fel ca cei 2 magneți să nu se lipească și în

acest fel apăsarea pe masă va fi minimă, adică frecarea va fi minimă. Timpul de rotație ar trebui să fie mai mare. Al doilea proiect: același lucru dar totul să fie montat într-o incintă din care se scoate aerul. Din nou timpul de rotație ar trebui să se mărească.

Aceste două proiecte ar avea ca scop micșorarea celor 2 surse de frecare care concurează la încetinirea rotației: frecarea cu masa și frecarea cu aerul. La Colocviul Evrika - Cygnus, 28-30 august 2015, autorul a prezentat aceste două propuneri de proiect. Prof. Florin Anton a propus o metodă mult mai simplă: de pus pe suprafața de sprijin (masă) niște ulei și atunci frecarea se va micșora. De aici se vede că experimentarea de către mai multe persoane poate duce la idei noi și interpretări incitante. Ce este sigur este că TC este noutate și este mult loc pentru optimizarea și investigarea sa în profunzime.

Având în vedere calitățile și beneficiile amintite mai sus exprimăm opinia că o imagine cu o față jucându-se cu un TC ar fi nimerită pe coperta unor manuale. Aceasta ar contribui la întărirea încrederii de sine a fetelor în ce privește tehnica și deci ar fi o invitație la studiul științelor exacte și a ingineriei [10].

Fiind o noutate se poate aminti elevilor în școală ca un exemplu de invenție accesibilă. Ar putea fi folosit ca un instrument pentru măsurarea cantitativă a deprinderilor practice la școlile profesionale. O cercetare care să măsoare cantitativ îmbunătățirea stării de bine (wellbeing) la copii ar fi de interes. La pregătirea loturilor pentru olimpiade ar putea fi oferit TC să se joace o oră și apoi să scrie interpretarea celor observate. În literatura științifică sunt semnalate mai multe articole care invită profesorii să folosească titirezul în școală [13].

TC este produs de firma germană REKUBUS [14] sub numele comercial de TOP SPEEDY. TC poate fi procurat de la REKUBUS sau de la autor (vezi e-mail). Alte detalii se pot obține de pe Google la cuvintele cheie: grosu, titirez sau grosu, top-speedy. TC a fost analizat de specialiști din Ministerul Educației de la București și îl recomandă pentru a fi folosit în școli. TC ca invenție românească a obținut Medalie de Argint la Salonul de Invenții Geneva 2007.

Acest articol este o invitație la investigare a TC de către elevi, studenți, profesori, ingineri, cercetători cu precizarea: dispozitivul este nou și orice lucru original găsit poate fi publicat în jurnale de specialitate: fizică, inginerie, educație, psihologie etc. Autorul oferă toate cunoștințele sale dobândite .

### Referințe

- [1] <https://ro.wikipedia.org/wiki/Titirez>
- [2] <https://photos.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/photos/pauli-wolfgang-c4>
- [3] [http://folk.uio.no/knuthe/top/country\\_names.html](http://folk.uio.no/knuthe/top/country_names.html)
- [4] de exemplu, TECHNORAMA, Winterthur, Elveția <http://www.technorama.ch>
- [5] <https://agendacopiilor.wordpress.com/2015/01/26/stiinta-si-joc-in-acelasi-loc/>
- [6] <http://www.kindermuseum.ch>
- [7] [http://www.youtube.com/watch?v=Vpo\\_T8sq2SM%2F](http://www.youtube.com/watch?v=Vpo_T8sq2SM%2F)
- [8] [http://www.youtube.com/watch?v=LauHISuq\\_ms&feature=player\\_embedded%2F](http://www.youtube.com/watch?v=LauHISuq_ms&feature=player_embedded%2F)
- [9] <http://drivenspinningtop.blogspot.com>
- [10] [http://manuscript.sciknow.org/uploads/oje/pub/oje\\_1369821921.pdf](http://manuscript.sciknow.org/uploads/oje/pub/oje_1369821921.pdf)
- [11] <http://pubs.sciepub.com/education/2/3/3/education-2-3-3.pdf>
- [12] <http://www.spintronics-info.com/history>
- [13] D.Featonby, "Dare we teach tops" Physics Education , 45, 409, 2010.
- [14] <http://www.rekubus.eu/top-speedy>

*Acceptat pentru publicare: 10 septembrie 2015*



## AMORTIZAREA BALANSĂRII NAVELOR MARITIME

Conf. univ. dr. Ion Ia. Andronic, conf. univ. dr. Nicolae Balmuş, inginer Radu Tincu  
Centrul de Tehnologii Informaționale și Comunicare în Educație „ProIntelct”

**Rezumat.** Lucrarea vine să completeze manualul de fizică de liceu cu exemple concrete de aplicație în practică a cunoștințelor de fizică. În acest sens prezintă interes aspectele fizice ale construcției și exploatarei navelor maritime. Aici sunt abordate doar unele aspecte fizice ce țin de asigurarea navigației în condiții de securitate și de stabilitate a navelor maritime. Cititorul va afla lucruri interesante despre unele probleme de navigabilitate a navelor maritime atât în condiții meteorologice normale, cât și nefavorabile pentru navigație. Lucrarea este accesibilă pentru elevii care cunosc condițiile de plutire a corpurilor, dar și fenomenul de rezonanță mecanică. Cititorul va cunoaște cum se asigură navigabilitatea navelor de zeci de mii de tone prin atenuarea oscilațiilor forțate nedorite, provocate de vânt și valuri.

Nava maritimă este un corp plutitor, etanș, de o construcție specială, având forma, rezistența structurală, echipamente și calități nautice care să îi permită navigația în siguranță pentru transportul de mărfuri, pescuit oceanic, misiuni militare, cercetări științifice, lucrări tehnice ori pentru activitate portuară având un mijloc propriu de propulsie sau fiind remorcată de altă navă [1]. Navigabilitatea este starea unei nave de a se menține pe apă.

Indiferent de scopul în care este construită, nava trebuie să posede anumite calități nautice care să permită navigația în condiții de securitate și siguranță deplină. Aceste calități nautice sunt următoarele: flotabilitate; stabilitate; insubmersibilitate; viteză; manevrabilitate.

**Flotabilitatea** este însușirea unei nave de a pluti la un pescaj (adâncime de cufundare în apă) mediu determinat și de a transporta încărcătura în deplină siguranță. În cele ce urmează ne vom opri la unele aspecte și principii fizice de asigurare a flotabilității navelor prin atenuarea balansărilor nedorite ale navei maritime provocate de vânt, valuri etc.

În Fig. 1 este reprezentată în secțiune o navă maritimă în următoarele cazuri de plutire: echilibru stabil (a, b); echilibru instabil (c, d). Asupra navei acționează forța de greutate  $\vec{P}$  aplicată în centrul de greutate al navei  $C_n$ . Forța  $\vec{P}$ , denumită *greutatea* navei, reprezintă suma (rezultanta) forțelor de greutate ale tuturor elementelor componente ale navei cu punctul de aplicație în centrul de greutate  $C_n$  al navei și este orientată pe verticală în jos. Sub acțiunea acestei forțe nava tinde să intre în imersiune. O navă fără încărcătură, aflată în echilibru static are centrul de greutate situat, de regulă, în planul diametral la nivelul *liniei de plutire* (*engl. water line*) sau puțin deasupra acestuia [2].

O altă forță este *forța de flotabilitate* (forța lui Arhimede)  $\vec{F}_A$ . Această forță este rezultanta forțelor de presiune ale apei și este îndreptată vertical în sus pe direcția care trece prin centrul de greutate  $C_a$  al volumului de apă dezlocuit de navă. Acest centru  $C_a$  poartă denumirea de *centru de flotabilitate* sau *centru de carenă*.

Pentru ca o navă să plutească în stare de echilibru este necesar să fie îndeplinite simultan următoarele două condiții:

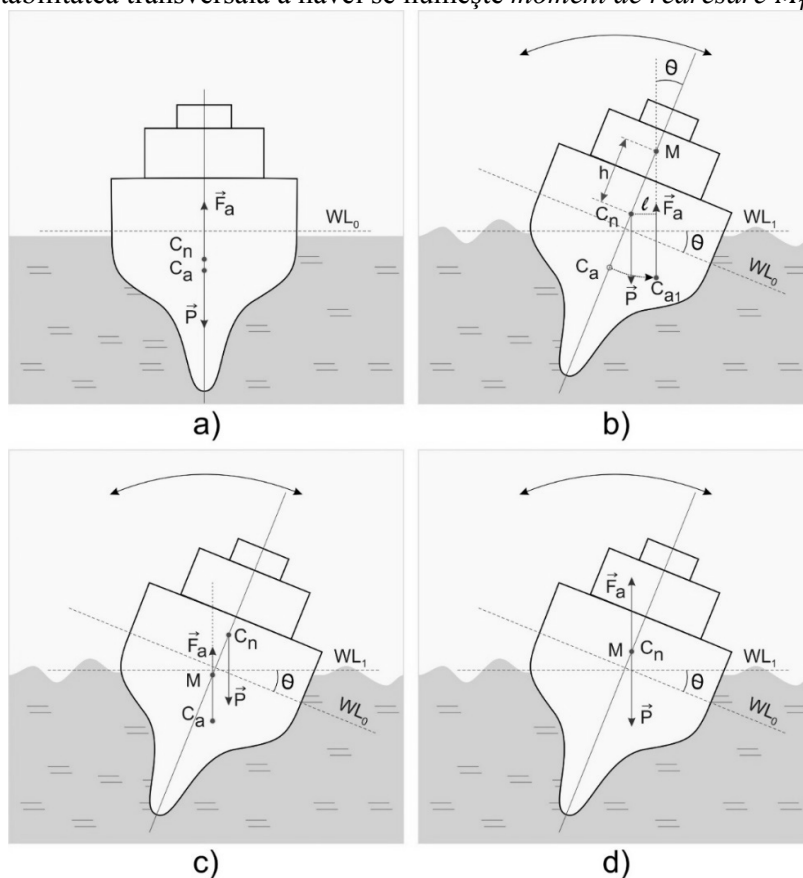
a) Greutatea apei dezlocuite să fie egală cu greutatea navei. Este evident că o navă își pierde capacitatea de a pluti când rezultanta forțelor de greutate depășește ca mărime forța de flotabilitate,  $\vec{P} > \vec{F}_A$ .

b) În condiții de echilibru static, centrul de greutate al navei  $C_n$  și centrul de carenă  $C_a$  să se găsească pe aceeași verticală. La navele de suprafață, centrul de carenă  $C_a$  este situat sub

centrul de greutate  $C_n$  (Fig. 1a). De regulă, nava plutește pe *chila* dreaptă, cu planul diametral în poziție verticală. Însă nava se poate înclina într-un bord sau altul sub influența vântului, acțiunii valurilor etc.

**Stabilitatea** este însușirea unei nave de a reveni în poziția inițială, stabilă după ce factorii externi care au produs dezechilibrul ei au trecut sau acțiunea lor a încetat [1].

În momentul înclinării, greutatea navei nu se schimbă și, deci, centrul de greutate  $C_n$  al navei rămâne aproape pe loc. În schimb se modifică forma părții imerse a navei. Ca urmare, centrul de carenă  $C_a$  se mută în planul diametral înspre bordul înclinat. În Fig. 1b noua poziție a centrului de carenă al navei înclinată este notată prin  $C_{a1}$ . Deoarece poziția centrului de carenă se schimbă în dependență de unghiul de înclinare al navei, se va schimba și punctul de aplicație al forței arhimedice, orientate pe verticală în sus. Din Fig. 1b se vede că forța de greutate  $\vec{P}$  a navei și forța arhimedică  $\vec{F}_A$  nu sunt orientate pe aceeași verticală. În starea de plutire a navei, forțele  $\vec{P}$  și  $\vec{F}_A$  rămân egale în modul. În această poziție înclinată a navei apare un cuplu format de forțele antiparalele  $\vec{P}$  și  $\vec{F}_A$ . Momentul acestui cuplu de forțe se opune momentului de înclinare și tinde să readucă nava la poziția de echilibru. Acest moment care asigură stabilitatea transversală a navei se numește *moment de redresare*  $M_r$ .



**Fig. 1.** Navă maritimă în secțiune; a) forțele care acționează asupra navei în stare de plutire în poziția de echilibru; b) poziția *metacentrului*  $M$  al navei în cazul echilibrului stabil,  $MC_n = h > 0$ ; c) nava în echilibru instabil,  $h < 0$ , navă instabilă; d) nava în echilibru indiferent,  $h = 0$ , navă instabilă. Aici  $C_n$  este centrul de greutate al navei;  $\vec{P}$  - forța de greutate;  $C_a$  - centrul de greutate al volumului de apă dezlucuit de navă;  $\vec{F}_A$  - forța arhimedică;  $h = MC_n$  - înălțimea metacentrică a navei;  $WL_0$  - *linia de plutire* a navei.

Din Fig. 1 se observă că linia de acțiune a  $\vec{F}_A$  intersectează planul diametral al navei în punctul M, numit *metacentru*. În condițiile balansării navei poziția punctului M este variabilă: poate fi mai sus (Fig. 1b) sau mai jos decât centrul de greutate  $C_n$  al navei (Fig. 1c) sau acesta poate să coincidă cu centrul de greutate  $C_n$  al navei (Fig. 1d). Distanța de la metacentrul M până la centrul de greutate al navei  $C_n$  este o caracteristică fundamentală a stabilității oricărei nave plutitoare. Această distanță depinde de unghiul de rotire-înclinare al navei în jurul axei sale longitudinale și se numește *înălțimea metacentrică* a navei:  $h = MC_n$ . Momentul de redresare este

$$M_r = P \cdot l = P \cdot h \cdot \sin \theta, \quad (1)$$

unde  $\theta$  este unghiul de înclinare a navei (Fig. 1b). Din formula momentului de redresare reiese că acesta este proporțional cu înălțimea metacentrică  $h$  care este un parametru de care depinde foarte mult stabilitatea navei. Conform normativelor existente de exploatare, la navele maritime de toate tipurile și în toate regimurile de lucru ale acestora înălțimea metacentrică nu poate fi mai mică de  $h = 0,2 - 0,5 \text{ m}$  la navele de pasageri;  $h = 0,3 - 0,7 \text{ m}$  la navele cu încărcătură de mărfuri generale;  $h = 1,0 - 1,5 \text{ m}$  la navele petroliere.

Este evident că în cazul în care înălțimea metacentrică  $h = 0$ , metacentrul M și centrul de greutate al navei  $C_n$  vor coincide, iar nava se va afla în stare de echilibru indiferent (Fig. 1d), adică va fi instabilă.

Înălțimea metacentrică  $h = MC_n$  și deci stabilitatea navei depind mult și de poziția centrului de greutate al navei  $C_n$ . Dacă încărcătura este ambarcată în partea inferioară a navei, centrul  $C_n$  coboară, înălțimea metacentrică  $h$  crește, iar odată cu ea crește momentul de restabilire  $M_r$  și stabilitatea navei.

Dacă însă încărcătura este plasată în partea superioară a navei, atunci înălțimea metacentrică  $h$  se micșorează și balansarea poate pune în pericol flotabilitatea navei. De aceea, în acest scop sunt elaborate normative și indicații practice privind încărcarea, balastarea și asigurarea stabilității transversale pe timpul încărcării [3].

Balansarea, în fond, este provocată de forțele hidrodinamice condiționate de efectul perturbator al vântului. Atât la proiectare cât și în procesul exploatării navei maritime se fac studii de cercetare și experimentare a fenomenului de balansare, pentru a evita sau atenua consecințele negative ale acestor oscilări. Gradul de expunere la balansare a vasului maritim determină navigabilitatea lui. Cu cât gradul de expunere la balansare (la mișcările perturbatoare) este mai mic cu atât nava are o capacitate de navigare mai înaltă.

Efectele negative ale mișcărilor perturbatoare sunt:

- micșorarea vitezei vasului ca urmare a creșterii rezistenței apei și înrăutățirea regimului de funcționare a propulsorului naval;
- apariția unor eforturi suplimentare provocate de forțele de inerție și de șocul exercitat de valuri, care pot produce distrugerii locale ale corpului navei și ale unor echipamente;
- dereglarea, sub acțiunea forțelor de inerție, a regimului normal de funcționare al diferitelor mecanisme și aparate;
- înrăutățirea condițiilor de activitate a echipajului și de confort al pasagerilor;
- dereglări de ordin fiziologic ale stării oamenilor aflați pe vas („răul de mare”) ș.a.

Cele mai periculoase consecințe ale balansării navei maritime sunt răsturnarea navei ca urmare a pierderii stabilității produse de înclinarea unghiulară mare sau ca urmare a deplasării încărcăturilor din interiorul navei; acumularea cantităților mari de apă pe puntea navei; spărtura corpului navei din cauza rezistenței slabe a navei pe direcție longitudinală ș.a.

În studiul mișcărilor oscilatorii ale navei deosebim balansarea în apă lină/liniștită și balansarea în prezența valurilor. Balansarea liberă în apă lină se produce după încetarea acțiunii forțelor care au scos nava din starea de echilibru, aceasta fiind lăsată liberă. Astfel de mișcare oscilatorie încetează rapid sub acțiunea forțelor de rezistență ale apei. Unele

caracteristici și unii parametri ai balansării navei în apă lină trebuie cunoscuți/știuți, deoarece aceștia determină și parametrii balansării forțate a navei în prezența valurilor.

Balansarea forțată este provocată de forțele variabile periodice care apar la ridicarea și coborârea nivelului apei la bordurile navei la plutirea ei pe suprafața agitată a apei. În dependență de direcția oscilațiilor navei față de poziția ei de echilibru, deosebim trei tipuri principale de balansări (mișcări perturbatoare):

1. *ruliu* - oscilație de înclinare a unei nave și de rotire în jurul axei sale longitudinale, provocată de acțiunea valurilor înalte, când direcția de înaintare a navei este paralelă cu valurile. Mărimea ruliului depinde de gradul de agitație a mării, de direcția drumului navei față de direcția de propagare a valurilor, de *pescajul* navei ș.a.

2. *tangaj* - mișcare oscilatorie de înclinare a unei nave și de rotire efectuată în jurul unei axe transversale. Mișcarea perturbatoare de tangaj (galop) are loc în jurul axei transversale a unui sistem mobil. În navigație, tangajul este mișcarea de balans longitudinal a unei nave în marș sau în staționare. Se datorează atât mișcărilor ondulatorii ale apei, adică valurilor, cât și vântului și constă în afundarea în apă și ridicarea alternativă pe val a provei și pupei. Când valurile vin din direcții oblice/înclinate față de axa longitudinală a navei, aceasta este supusă concomitent mișcărilor de tangaj și de ruliu.

3. *săltare* – mișcare oscilatorie de translație pe verticală față de planul *liniei de plutire* care corespunde echilibrului static al navei.

*Ruliul navei*, ca și oricare mișcare oscilatorie, este caracterizat de următorii parametri: *amplitudinea* balansării  $x_m = A$ ; *anvergura* balansării – amplitudinea dublă  $2x_m = 2A$  sau deplasarea navei între două poziții extreme; *perioada* balansărilor  $T$  - durata unei oscilații complete; *pulsația* balansării navei  $\omega_0$  arată numărul de oscilații efectuate de navă în  $2\pi$  secunde. *Perioada de ruliu* reprezintă intervalul de timp între două înclinări maxime într-un bord. Mărimea perioadei de ruliu este de cc 7 s pentru submarine, 11-14 s pentru nave militare și 14-20 s pentru navele comerciale.

Ruliul navei în apă lină este caracterizat de amplitudinea  $x_m = A$  și perioada oscilațiilor libere,  $T$ :

$$T = \frac{2C \cdot l}{\sqrt{h}} \quad , \quad (2)$$

unde  $C = (0,36 \div 0,43)m^{-0,5}s$  este o constantă caracteristică pentru modelul concret al navei;  $l$  este lățimea navei, iar  $h$  este înălțimea metacentrică a navei (Fig. 1).

Din formula (2) a perioadei ruliului (numită „formula căpitanului”) reiese că valoarea ei nu depinde de amplitudinea balansării. Deși „formula căpitanului” este una aproximativă, ea este folosită în practică pentru determinarea înălțimii metacentrice  $h$  a navei, măsurând în prealabil perioada oscilațiilor  $T$ . Cu cât înălțimea metacentrică  $h$  este mai mare cu atât perioada ruliului, tangajului și săltării este mai mică. Rezultă că o valoare pozitivă mai mare a înălțimii metacentrice  $h$  asigură și o stabilitate mai mare a navei.

Să studiem comportarea unei nave maritime în condițiile balansării laterale. În această situație balansarea navei pe suprafața învâluită (în regim tranzitoriu) poate fi considerată a fi o sumă a două oscilații armonice: 1) oscilațiile proprii ale navei cu frecvența ruliului  $\omega_0$  pe suprafața apei line, cu neglijarea forței de rezistență a apei, și 2) oscilațiile forțate cu pulsația egală cu cea a valurilor  $\omega_{val}$ . Dacă acțiunea valurilor are un caracter regulat, oscilațiile proprii ale navei vor fi atenuate și, în regim staționar, nava va efectua doar oscilații forțate.

Conform teoriei balansării, neglijând rezistența apei, amplitudinea oscilațiilor forțate  $x_m = A$  ale navei sub acțiunea periodică a valurilor poate fi calculată din următoarea relație:

$$x_m = \frac{\alpha_0}{1 - \frac{\omega_{val}^2}{\omega_0^2}} \quad (3)$$

unde  $\alpha_0$  este valoarea unghiulară maximă a pantei valurilor,  $\omega_{val} = \frac{2\pi}{\tau}$  este pulsația valurilor,

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$  - pulsația oscilațiilor proprii ale navei (pulsația  $\omega_0$  este indicată în documentația

tehnică a navei). Această amplitudine poate fi reprezentată sub forma  $x_m = \frac{\alpha_0}{1 - \frac{T_0^2}{\tau^2}}$ , de unde se

determină *amplitudinea relativă* a oscilațiilor forțate ale navei

$$\frac{x_m}{\alpha_0} = \frac{1}{1 - \frac{T_0^2}{\tau^2}} \quad (4)$$

Din această relație reiese o concluzie foarte importantă din punct de vedere practic: pe măsură ce perioada  $\tau$  de acțiune a valurilor asupra bordului navei se apropie de valoarea perioadei oscilațiilor proprii ale navei  $T_0$ , *amplitudinea relativă* a oscilațiilor forțate  $\frac{x_m}{\alpha_0}$  crește

foarte tare sau nelimitat (în lipsa rezistenței apei). Deci, dacă valurile balansează nava cu o frecvență (perioadă) apropiată sau egală cu frecvența (perioada) oscilațiilor proprii ale navei,

$\tau \rightarrow T_0$ , amplitudinea relativă  $\frac{x_m}{\alpha_0} \rightarrow \infty$ , adică are loc fenomenul de rezonanță mecanică. În

această situație nava este supusă pericolului. În realitate, datorită rezistenței apei, amplitudinea relativă  $\frac{x_m}{\alpha_0}$  a balansării navei maritime nu poate crește nelimitat, dar poate atinge valori

maxime, destul de mari, ale amplitudinii de rezonanță. În astfel de cazuri, dacă nava nu are o stabilitate dinamică suficientă, fenomenul de rezonanță poate provoca nu numai perturbarea stabilității, dar și răsturnarea, naufragiul navei.

La proiectarea și experimentarea navelor, pentru asigurarea unei stabilități sigure se ține cont de o serie de factori. Mai întâi se estimează unghiul de înclinare al navei sub acțiunea presiunii dinamice a vântului asupra bordurilor, în ipoteza aflării navei în permanență în apă învâluată; se ține cont de unghiul de înclinare în condițiile ruliului permanent și de amplitudinea în regimul de rezonanță al navei care plutește paralel cu valurile ș.a.

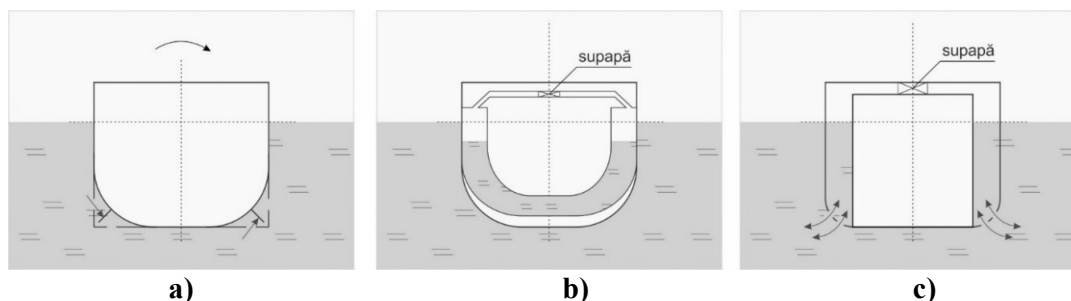
**Dacă nava maritimă plutește în sens opus mișcării valurilor ea este supusă mișcărilor perturbatoare de tangaj și de săltare.** Aceste fenomene fizice oscilatorii, în esența lor, nu se deosebesc de cel de ruluu (deoarece asupra navei acționează aceleași forțe). În cazul tangajului rezistența mediului asupra navei este mult mai mare decât în cazul ruliului. Din acest motiv oscilațiile proprii ale vasului se atenuază foarte repede. Balansarea navei aflate în tangaj reprezintă numai oscilații forțate. Practica de exploatare a navelor maritime arată că tangajul și săltarea se produc simultan. În caz de rezonanță, amplitudinea oscilațiilor navelor moderne nu este mare. Cele mai mari probleme de navigare le produc efectele colaterale, cum ar fi cantitățile mari de apă care se abat asupra punții și castelului central al navei, șocurile hidrodinamice ale provei de apă din jur, dezagolirea periodică a propulsorului naval (elicele navei) și reducerea substanțială a vitezei navei (cu cca 50%). Loviturile periodice ale navei de apă de multe ori sunt urmate de vibrații puternice ale corpului navei. Cu cât panta valurilor este mai abruptă cu atât crește pericolul deteriorării fundului navei. În astfel de situații critice căpitanul navei trebuie să reducă din viteză sau să schimbe cursul de plutire al navei.

Pentru evitarea sau diminuarea consecințelor negative produse de oscilațiile forțate ale navelor, acestea sunt echipate cu diferite dispozitive stabilizatoare. Menirea principală a stabilizatoarelor este micșorarea amplitudinii de balansare a navei. Stabilizatoarele creează un moment alternativ de stabilizare opus ca semn momentului perturbator al valului de apă.

În zilele noastre, navele maritime sunt echipate numai cu stabilizatoare hidraulice de ruliu. Amplitudinea tangajului și săltării pe verticală a navei practic nu se reduce din simplul motiv că încă nu sunt elaborate stabilizatoare atât de performante care ar putea crea momente stabilizatoare cu mult mai mari decât în cazul atenuării ruliului.

Există două tipuri de stabilizatoare: pasive și active [4, 5]. Stabilizatoarele pasive creează momente stabilizatoare numai pe contul energiei oscilațiilor navei, pe când cele active creează momente stabilizatoare alternative cu ajutorul unor mecanisme dirijate de dispozitive speciale ce reacționează la balansările navei. Stabilizatoarele active sunt mai eficiente, dar pentru funcționarea lor se cere un consum suplimentar de energie.

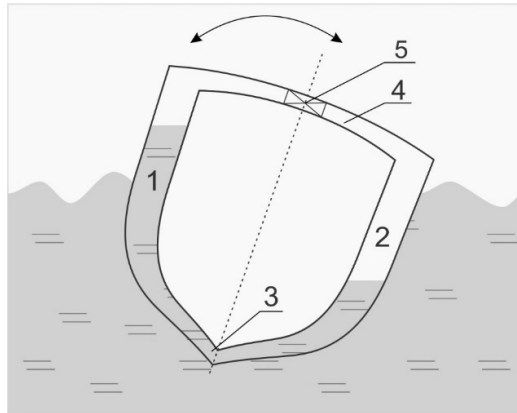
În Fig. 2 sunt reprezentate trei tipuri de stabilizatoare. În Fig. 2a este schițată *chila de ruliu* (*aripa de ruliu*) care este o construcție exterioară corpului navei, dispusă în zona gurnei (părții curbate a carenei navei care leagă fundul cu pereții verticali) și are funcția de a atenua oscilațiile transversale ale navei. Acest tip de stabilizator este simplu, eficient și este folosit în practica navală.



**Fig. 2.** Tipuri de stabilizatoare pasive: a) chila de ruliu; b) tanc balast cu fund dublu; c) tanc balast cu comunicare exterioară.

În figurile 2b și 2c sunt schițate două variante de stabilizatoare numite *tancuri de balast*. Tancul este o construcție anexă dispusă în interiorul corpului etanș al navei, destinată depozitării de produse lichide. În dependență de tipul navei, tancul poate încărcă de la 1500 m<sup>3</sup> până la 5000 m<sup>3</sup> de apă. Apa de mare, în calitate de balast, se amarcă la bordul navei în scopul asigurării calităților nautice pe timpul navigației navei fără încărcătură. Tancurile de balast și de combustibil se prevăd în dublu fund și în dublu bordaj. Balastul îndeplinește următoarele roluri: 1) asigură stabilitatea, compensează asieta (înclinarea longitudinală a navei din cauza repartizării neuniforme a încărcăturii) și asigură poziția transversală; 2) asigură pescajul la pupa, necesar funcționării în condiții bune a elicei și a cârmei; 3) asigură suprafața de derivă necesară obținerii unei stabilități bune. Balastul se introduce în tancurile (cisternele) de balast. În calitate de balast pot fi utilizate apa (tehnică și potabilă), combustibilul, uleiul tehnic ș.a.

În Fig. 3 este prezentată schematic o navă cu tanc de balast în secțiune. În practică, acest tanc se umple pe jumătate cu un balast lichid, de obicei, cu apă de mare. Dimensiunile tancului se calculează și se alege astfel încât frecvența oscilațiilor proprii ale coloanei de lichid din interiorul lui să coincidă cu frecvența proprie a navei. Oare nu este o greșeală de proiectare și calcul faptul coincidenței acestor frecvențe, care ar putea provoca fenomenul de rezonanță ?



**Fig. 3.** Navă cu tanc de balast în secțiune: 1-3-2 - lichidul de balast; 4 - conducta de aer; 5 - sistem de supape.

Balansarea navei sub acțiunea valurilor va pune în mișcare oscilatorie și coloana de lichid 1 – 3 – 2 din interiorul tancului. Dacă frecvența de acțiune periodică a valurilor asupra navei va coincide cu frecvența oscilațiilor proprii ale navei, aceasta va fi supusă rezonanței mecanice. Dar tocmai la rezonanță tancul cu balast va atenua ruliul navei. Cum? Sub loviturile periodice ale valurilor oscilațiile forțate ale navei (ruliul) se produc cu o întârziere de fază de  $90^{\circ}$ . Deoarece frecvența de rezonanță a coloanei de apă din interiorul tancului coincide cu frecvența de rezonanță a navei, oscilațiile coloanei de apă vor rămâne în urmă față de ruliul cu încă  $90^{\circ}$ . Ca urmare, oscilațiile coloanei de apă din tanc vor întârzia cu  $180^{\circ}$  față de loviturile periodice ale valurilor. Deci aceste oscilații sunt în antifază și ca urmare se vor atenua sau chiar se vor stinge reciproc, atenuându-se astfel și ruliul navei.

Tancul cu balast descris mai sus, ca stabilizator pasiv, se folosește mai rar în practica de azi, dar din punct de vedere fizic prezintă un interes aparte, ca un exemplu de utilizare a unei coloane oscilante de lichid pentru atenuarea oscilațiilor nedorite. Astăzi se folosesc tancuri cu balast activ, iar vasele maritime de pasageri sunt dotate cu stabilizatoare performante care asigură ca efectele ruliului și tangajului navei să devină imperceptibile.

## BIBLIOGRAFIE

1. <http://www.scrigroup.com/afaceri/transporturi/435/nava-elementele-caracteristice>.
2. <http://www.papermodel.ro/marina.php> Marina - termeni tehnici
3. Indicații practice asupra încărcării și balastării, asigurarea stabilității transversale pe timpul încărcării, <http://www.rasfoiesc.com/ingineie/navigatie/indicatii-practice-asupra-incă-45.php>.
4. Успокоители бортовой качки, <http://seaspirit.ru/shipbuilding/ustrojstvo-sudna/uspokoiteli-bortovoj-kachki>
5. [https://www.google.com/search?q=успокоители+качки+судов&rlz=1C1CHMO\\_enMD530](https://www.google.com/search?q=успокоители+качки+судов&rlz=1C1CHMO_enMD530)

Primit la redacție: 23 iunie 2014

Acceptat pentru publicare: 23 iulie 2015

**NOI ORIZONTURI ÎN EXPLORAREA SISTEMULUI SOLAR**

*La 14 iulie 2015, ora 11:49 UTC (14:49 Chișinău), sonda spațială robotizată New Horizons (Noi Orizonturi), lansată de NASA la 19 ianuarie 2006, a trecut în zbor, cu viteza de 13,78 km/s, la distanța minimă de numai 12472 km de la suprafața planetei pitice Pluto, fiind prima navă spațială care a survolat și fotografiat sistemul Pluto – Charon, situat dincolo de orbita planetei Neptun, în Centura Kuiper.*

*New Horizons* este prima misiune a Agenției Spațiale Americane (NASA) din cadrul programului *New Frontiers (Noi Frontiere)*, program care are ca scop cercetarea unor planete din Sistemul Solar, inclusiv Jupiter, Venus și planeta pitică Pluto. Misiunea *New Horizons* a fost concepută ca o misiune spre Pluto, unica planetă neexplorată din Sistemul Solar, situată la distanța de circa 5 miliarde de kilometri de Pământ. Planeta Pluto a fost descoperită în 1930 de astronomul Clyde Tombaugh și reclasificată în august 2006 ca *planetă pitică* de către Uniunea Astronomică Internațională.

Obiectivul principal al misiunii *New Horizons* este studierea planetei pitice Pluto și a celor cinci sateliți ai săi. Satelitul ei Charon este de aproximativ două ori mai mic decât cel al lui Pluto, astfel încât sistemul Pluto-Charon este deseori considerat a fi o planetă dublă. Unii astronomi consideră că Charon s-ar fi format în trecutul îndepărtat din fragmentele rezultate în urma ciocnirii lui Pluto cu un alt obiect masiv. Deoarece o teorie similară explică și formarea Lunii, oamenii de știință speră să înțeleagă mai bine originea Lunii studiind originea lui Charon.

Printre obiectivele specifice ale misiunii se numără studierea geologiei și morfologiei globale a lui Pluto și Charon, determinarea compoziției chimice a suprafeței acestora, studierea atmosferei neutre a lui Pluto și determinarea vitezei de evadare a moleculelor componente, detectarea unei eventuale atmosfere în jurul lui Charon, măsurarea temperaturii la suprafața lui Pluto și Charon. Prin toate acestea se caută a găsi răspuns la mai multe întrebări: din ce este compusă atmosfera lui Pluto? există structuri geologice mari pe suprafața planetei? cum interacționează particulele vântului solar cu atmosfera lui Pluto?

Nava *New Horizons* a fost lansată cu viteza de evadare de aproximativ 16,26 km/s, cea mai mare viteză pe care a atins-o vreodată un aparat realizat de om. Sonda *New Horizons* este dotată cu 7 instrumente științifice de înaltă precizie, destinate pentru a studia atmosfera, suprafața și vecinătatea lui Pluto și a sateliților săi.

În drum spre Pluto, sonda *New Horizons* a trecut în februarie 2007 în apropierea planetei Jupiter și a transmis la Pământ imagini ale acestei planete și ale unor sateliți ai ei.

Cercetarea nemijlocită a sistemului Pluto-Charon a început cu 3,2 zile înainte de momentul apropierei la distanța minimă de Pluto, programat pentru 14 iulie 2015, prin fotografiere cu rezoluția de 40 km. Intervalul de 3,2 zile nu a fost ales întâmplător: el constituie exact o jumătate din perioada de rotație a sistemului Pluto-Charon, ceea ce a permis fotografierea întregii suprafețe a ambelor corpuri, cu excepția regiunilor polare ale lui Pluto.

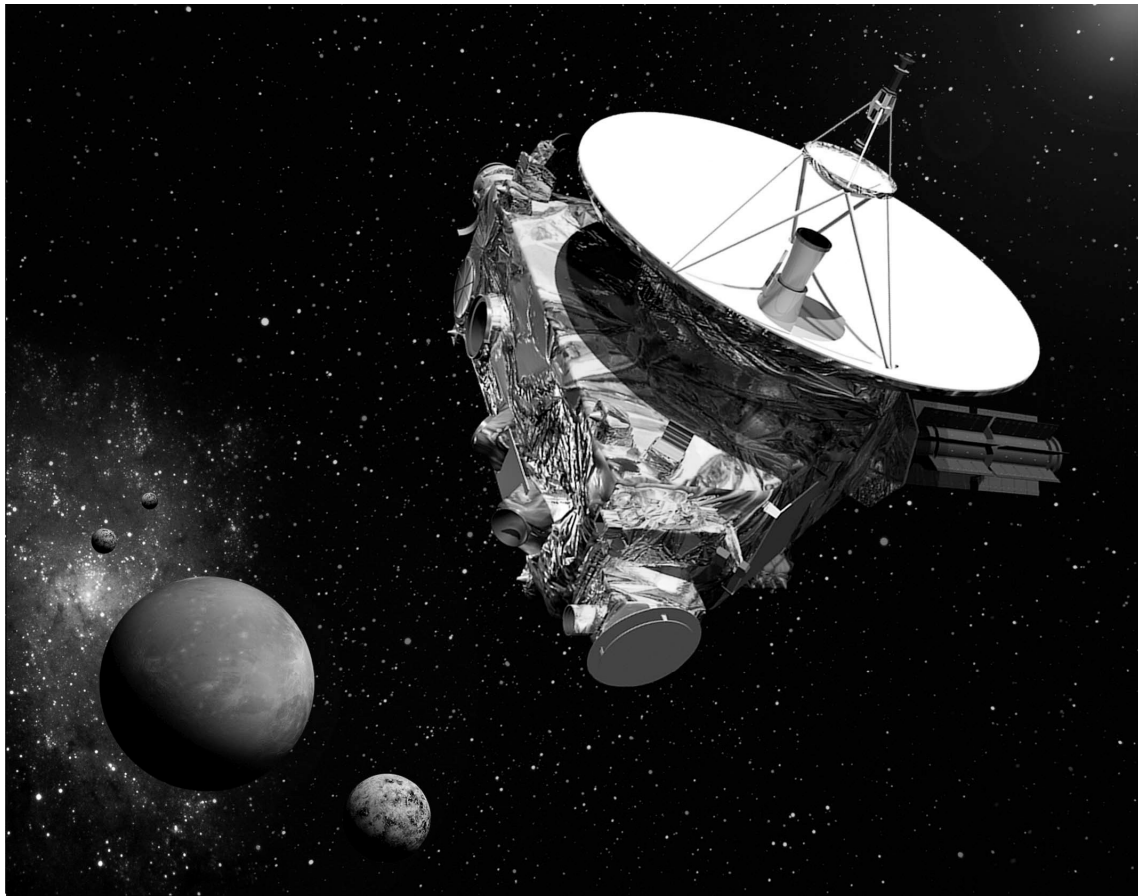
În timpul survolării lui Pluto la distanța minimă de 12472 km de la suprafața planetei, aparatele de înaltă rezoluție din dotarea sondei au realizat imagini de înaltă calitate. Astfel, aparatul LORRI a obținut imagini ale suprafeței cu rezoluția de doar 50 m/px, iar aparatul MVIC – imagini color globale cu rezoluția de 1,6 km. Primele imagini de înaltă rezoluție ale planetei au fost transmise la sol la 13 iulie 2015. Volumul de date obținute de *New Horizons* la survolarea lui Pluto este atât de mare încât transmiterea acestora la Pământ va necesita 16 luni. Oamenii de știință consideră că analiza acestor date va conduce la un progres considerabil în cunoașterea sistemului Pluto și a evoluției Sistemului Solar timpuriu.



În regiunea planetei Pluto Soarele este prea slab pentru a putea fi utilizate bateriile solare ca sursă de energie, de aceea New Horizons este alimentat cu energie nucleară furnizată de un generator termoelectric cu radioizotopi.

După trecerea de sistemul Pluto, sonda New Horizons își continuă zborul în regiunea îndepărtată a Sistemului solar situată dincolo de orbita planetei Neptun, numită Centură Kuiper, care este populată și de alte planete pitice (Haumea, Makemake și Eris) și o mulțime de corpuri mai mici. În ianuarie 2019 sonda va survola asteroidul 2014MU69 din această regiune îndepărtată de la periferia Sistemului Solar. Cu condiția că va supraviețui, sonda *New Horizons* este probabil să urmeze sondele *Voyager* în explorarea regiunilor exterioare ale Sistemului Solar, îndreptându-se în direcția spre constelația Sagittarius (Săgetătorul) cu viteza de 14,52 km/s sau 3,06 UA/an față de Soare (1 UA = 150 mil km = *distanța medie Pământ-Soare*). Încheierea misiunii New Horizons este preconizată pentru anul 2026.

Planeta Pluto a fost descoperită în 1930 de către astronomul american Clyde Tombaugh la Observatorul Lowell. În 2006 Pluto a fost inclus în categoria planetelor pitice.



Stefan D. Tiron 18.09.2015

## TERMOMETRUL CU AER

Dan BERBEC

Elev în clasa a 11-a  
Liceul Teoretic "Orizont" Chișinău  
*Recomandat spre publicare de  
conf. univ. dr. Mircea Colpajiu*

*Căldura specifică a apei este de 32 de ori mai mare decât a aurului (Au). De ce? Masa atomului de Au depășește de 11 ori masa moleculei de apă. Pe lângă aceasta, legătura dintre atomii de Au este mai mare decât legătura dintre moleculele de apă. Deci, s-ar părea că pentru a pune în mișcare atomii masivi de Au care au și o legătură strânsă între ei ar fi necesară mai multă energie decât în cazul apei.*

În lucrare am încercat să verificăm pe cale experimentală mărimea  $c_1 = 130 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$  pentru Au, luată din tabel. E cunoscut faptul că aparatele de măsură nu trebuie să modifice esențial mărimile fizice măsurate. Astfel, de exemplu, capacitatea calorică a unui termometru trebuie să fie de multe ori mai mică decât a cantității de apă, a cărei temperatură se măsoară. Deci, masa apei din calorimetru nu ar trebui să fie mai mică de 500 g.

Modul de lucru:

1. Se ia un obiect de aur cu masa  $m_1 = 40$  g. Pentru simplitate se va considera că aurul este pur.
2. Se leagă obiectul de un fir de ață subțire și se introduce în apă care fierbe ( $t_1=100^\circ\text{C}$ ).
3. Se scoate obiectul de aur din apă, se scutură pentru a înlătura picăturile de apă de pe el și se introduce, cât mai repede posibil, într-un calorimetru cu  $m_2 = 500$  g de apă la temperatura camerei ( $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ), indicată de termometrul din calorimetru.
4. Se agită apa din calorimetru până când se stabilește echilibrul termic la temperatura  $\theta$  indicată de termometru.

5. Se scrie ecuația calorimetrică:

$$m_1 c_1 (t_1 - \theta) = m_2 c_2 (\theta - t_2), \quad (1)$$

$$\text{de unde rezultă } c_1 = \frac{m_2 c_2 (\theta - t_2)}{m_1 (t_1 - \theta)}. \quad (2)$$

6. Se calculează eroarea relativă cu formula:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{\Delta c_2}{c_2} + \frac{\Delta \theta + \Delta t_2}{\theta - t_2} + \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta t_1 + \Delta \theta}{t_1 - \theta}, \quad (3)$$

unde cu  $\Delta$  sunt notate erorile absolute ale mărimilor respective.

Considerând  $c_1 = 130 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , din formula (1) rezultă:

$$\theta = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = 20,2^\circ\text{C}.$$

Evident, cu termometrele din laboratorul școlar ( $\Delta t = 0,5^\circ\text{C}$ ) nu se pot efectua măsurători de precizie. Se poate demonstra că eroarea relativă a mărimii  $c_1$  ar depăși 20 %.

Masa apei  $m_2$  poate fi măsurată cu suficientă precizie. Pentru erorile absolute vom considera:  $\Delta m_2 = 1 \text{ g}$ ;  $\Delta c_2 = 10 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ ;  $\Delta t = \Delta\theta = \Delta t_1 = \Delta t_2 = 0,5^\circ\text{C}$ . Masa obiectului de aur,  $m_1$ , este indicată pe acesta cu mare precizie și de aceea vom admite că eroarea absolută  $\Delta m_1 \approx 0$ .

Așadar, eroarea cea mai mare este determinată de termenul:

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta\theta + \Delta t_2}{\theta - t_2}. \quad (4)$$

Din expresia pentru eroarea relativă  $\varepsilon_2$ , care am dori să fie de cel mult 5%, rezultă că eroarea instrumentală a termometrului ( $\Delta t = \Delta\theta = \Delta t_2$ ) ar trebui să fie  $\Delta t = \frac{\varepsilon_2(\theta - t_2)}{2} = 0,005^\circ\text{C}$ . Deci, cea mai mică diviziune a termometrului ar trebui să aibă valoarea  $\Delta t = 0,01^\circ\text{C}$ . Rezultă că unui grad pe scala termometrului ar trebui să-i corespundă 100 de diviziuni, în timp ce valoarea celei mai mici diviziuni a unui termometru din laboratorul școlar este egală cu un grad. Așadar, avem nevoie de un termometru cu precizia de 100 de ori mai mare. Autorul propune ca în locul termometrelor obișnuite să fie folosit un termometru cu aer, care poate fi ușor confecționat (fig 1).

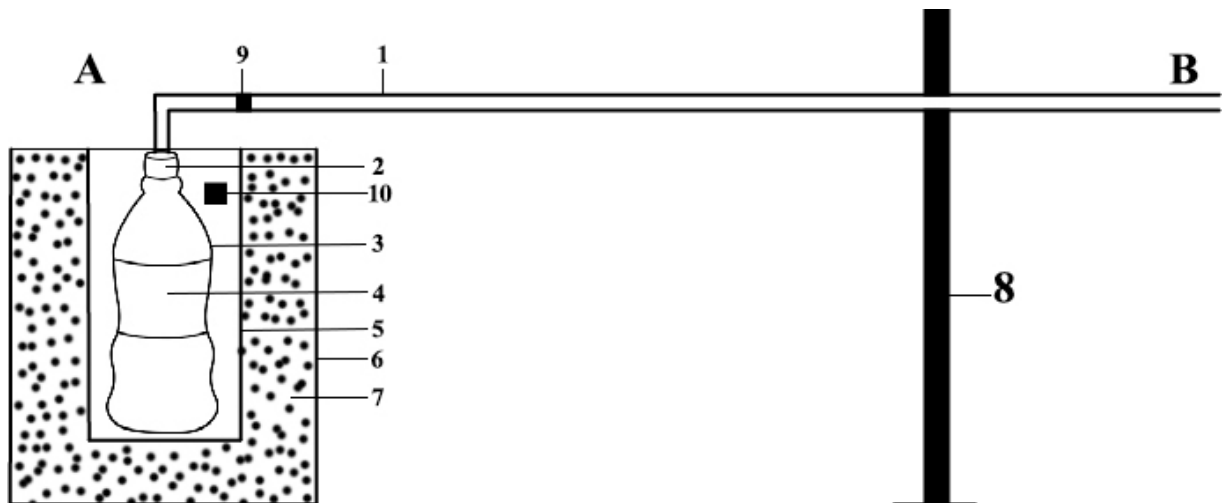


Fig 1.

Diametrul interior,  $d$ , al tubului de sticlă 1 trebuie să fie cât mai mic posibil (în lucrare a fost utilizat  $d = 2,28 \text{ mm}$ , măsurat cu șublerul cu precizia de  $0,02 \text{ mm}$ ). Tubul este fixat în dopul 2 la un recipient de masă plastică 3 cu volumul  $V_0 = 0,5 \text{ l}$ , în care se află aer (4). Recipientul este introdus într-un vas de plastic 5 care, la rândul său, este fixat în alt vas de plastic 6. Între vasele 5 și 6 se află un material termoizolant (polistiren) 7. Tubul de sticlă se fixează în poziție orizontală cu ajutorul stativului cu suport 8.

În vasul 5 se toarnă apă la temperatura camerei  $t_2$ , iar în tubul 1 se introduce o picătură de apă 9 în poziția A. După introducerea obiectului de Au în apă, temperatura finală devine  $\theta = 20,02^\circ\text{C}$ . Pierderile de căldură și capacitatea calorică a vaselor 3 și 5 se neglijează, deoarece capacitatea calorică a apei este de multe ori mai mare.

Întrucât tubul 1 este deschis la capătul B, presiunea aerului 4 din recipientul 3 și din tubul 1 este egală cu cea atmosferică, deci este constantă. Pentru masa dată de aer aplicăm legea lui Boyle-Mariotte.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (5)$$

unde  $V_1 = V_0 = 0,5 \text{ l}$ ;  $T_1 = T_2 + 273 = 293 \text{ K}$ ;  $V_2 = V_0 + \Delta V$ ;  $\Delta V = S\Delta l$ ;  $\Delta l$  este deplasarea picăturii de apă în tubul 1, iar  $S = \frac{\pi d^2}{4} = 4 * 10^{-6} \text{ m}^2$ ;  $T_2 = T_1 + \Delta t$ ,  $\Delta T = 0,2 \text{ K}$ .

Ce lungime ar trebui să aibă tubul 1 pentru ca picătura de apă să nu iasă din el? Din formula (5) rezultă:

$$l = \frac{V_0 \Delta T}{S T_1} = 8,53 \text{ cm}.$$

Dacă am împărți lungimea tubului de 8,53 cm în diviziuni a câte 1 mm, fiecărui milimetru i-ar corespunde 0,002°C, adică eroarea instrumentală a acestui termometru teoretic ar fi de aproximativ 0,001°C. Evident, în realitate eroarea va fi mai mare din cauza unor erori de metodă: neglijarea pierderilor de căldură, a capacității calorice a vaselor și a efectelor optice (refracția luminii). Pe lângă aceasta, în procesul introducerii obiectului de aur în apă el se va răci puțin etc.

Cu acest termometru se pot măsura numai variații maxime de temperatură de până la 0,2°C. Pentru a putea măsura variații de temperatură mai mari, ar trebui ca lungimea tubului 1 să fie mai mare (în lucrare a fost folosit un tub cu lungimea de 1,31 m și diametrul de 2,28mm).

În lucrare s-a obținut  $c = 241 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ . Cu acest rezultat nu se poate calcula cu precizie căldura specifică a aurului, deoarece obiectele de aur reprezintă un aliaj de Au cu mai multe metale. Analizând valorile din tabel pentru căldura specifică a altor metale care eventual pot intra în componența acestui aliaj (Cu, Zn), se poate trage concluzia că obiectul de aur cercetat are căldura specifică de aproximativ  $130 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

## Referințe

1. T. Crețu, V. Fălie. Prelucrarea datelor experimentale în fizică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
2. O. Ozbala, A. Acet. Thermodynamics and Molecular Physics, Zambak, 2003.
3. M. Marinciuc, S. Rusu. Fizica. Manual pentru clasa a XI-a, 2014.
4. M. Colpajiu, Gh. Țurcanu, S. Cărlig. Fizica. Manual pentru clasa a XI-a, 2011.
5. C. Coreia. Probleme și lucrări practice de fizică, "Studium", 1995.

Primit la redacție: 2 noiembrie 2015

Acceptat după revizuire: 18 noiembrie 2015

**EMINESCU ȘI CRITERIILE DE DECIZIE**

Ion Holban

Consiliul Național pentru Acreditare și Atestare al Republicii Moldova  
 Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale  
 Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu”  
[ion.holban@yahoo.com](mailto:ion.holban@yahoo.com)

**Rezumat.** În scrierile sale Eminescu urmează un program bine conturat, algoritmicizat, intenția programatică a autorului fiind observată de mai mulți cercetători. În lucrarea de față se face o analiză a criteriilor de decizie utilizate de Poet. În viață omul în permanență ajunge la răspântii și trebuie să aleagă între bine și rău, adevăr și minciună, iubire și ură, lumină și întuneric, dreptate și nedreptate, cinste și necinste, viață și moarte, a fi și a nu fi, etern și efemer, ceresc și teluric... Poetul a mers pe calea lui Laozi, a ales binele, adevărul, lumina, iubirea, dreptatea, cinstea, fericirea, viața, eternul, în cele din urmă Cerul, unde nu macină caria, nu mănâncă molia, nu roade șoarecele, nu fură hoțul. Deși la prima vedere se pare că trăim într-un Univers compensatoriu în ceea ce se referă la categoriile enunțate, Poetul percepe Lumea asimetrică în profunzimea sale, ordinea universală este prezidată de un principiu al binelui. Pornind de la considerente asemănătoare, academicianul Andrei Saharov a fost în stare să explice asimetria barionică a Universului, care își găsește explicația în proprietățile bozonului Higgs, supranumit „particula lui Dumnezeu”.

**Cuvinte-cheie:** criterii de decizie, algoritm, categoria teză-antiteză, a fi sau a nu fi, bine și rău, lumină și întuneric, celest și teluric, asimetria barionică a Universului, particula lui Dumnezeu.

**Summary:** In his writings, Eminescu follows a well-defined program. The general-view intention of the author has been observed by several researchers. An analysis of the decision-making criteria of the poet is made in this paper. People always have to choose between "good" and "bad" decisions, between justice and injustice, life and death, to be or not to be. The poet followed the way of Laozi, he has chosen the good, the truth, the light, the justice, the life, the eternal and finally the Paradise. Even if at first sight it seems like we were living in a compensatory Universe in what concerns the enumerated categories, the poet sees the world asymmetrically in its depths. The universal order is presided by the principle of good. Starting from similar criteria, the academic Andrei Sakharov managed to explain the baryonic asymmetry of the Universe, which finds its explanation in the properties of the Higgs boson, the so-called "God particle".

**Key words:** decision criteria, algorithm, the thesis-antithesis category, to be or not to be, good and bad, light and dark, the baryonic asymmetry of the Universe, the God particle.

În scrierile sale Eminescu urmează un program bine conturat, algoritmicizat. „Intenția programatică” [Drăgan 1989, p. 17] a Poetului poate fi urmărită în scrisorile sale către Maiorescu și Negruzzi: „Am eu dreptul, fără un plan didactic precis, pe care să-l fi

prelucrat în întregime, să-mi asum, la anii mei, riscul unei astfel de sarcini?” (*Scrisoare către Titu Maiorescu*, 5.02.1874, v. 3, p. 394); „toată scrierea să fie turnată în calupul unui sistem” (*Scrisoare către Iacob Negruzzi*, 16.05.1871, v.3, p. 385); „cartea mea de notițe e plină de cugetările cu care cerc a mă clarifica pe mine însumi și cărora le-am destinat de pe-acum locul în scheletul romanului” (*Scrisoare către Iacob Negruzzi*, 6.02.1871, v.3, p. 382). În viață omul în permanență ajunge la răspântii și trebuie să aleagă calea pe care să meargă mai departe: „dar sufletul ei cine știe pe la câte răspântii stă, cine știe pe câte căi ale vrăjilor umblă” (*Făt-Frumos din lacrimă*, v. 2, p. 192). Se are de a face cu dileme: „se bifurcă în următoarea dilemă” (*Înființarea unei mitropolii...*, v. 8, p. 500), cu „alegerea între două lucruri” (*Avatarii faraonului Tla*, v. 2, p. 136). Între bine și rău, iubire și ură, adevăr și minciună, dreptate și nedreptate, lumină și întuneric, etern și efemer, celest și teluric... Dar natura (Dumnezeu), spune cercetătorul Diaconescu, i-a dat omului paradoxul libertății, puterea de a decide [Diaconescu 1994, p. 276]. Luarea deciziei este cel mai important și cel mai hotărâtor moment în procesul de gândire, căci ea determină acțiunile de mai departe: „Așadar, nu sta la gânduri, / Pre ușor alegi din două” (*Minte și inimă*, v. 1, p. 538). În felul acesta viața omului se prezintă lui Eminescu ca o serie de acte de volițiune, de da sau nu: „Viața noastră, într-o cât e simțită de noi, [e] o serie infinită de acte de volițiune pozitive sau negative, de da sau nu” (ms. 2275B, v. 3, p. 117); „Negațiunea sau infinitul – Pozițiunea sau finitul. Da! Nu!” (ms. 2255, f. 382, *Fragmentarium*, p. 355). Lucru care astăzi își găsește și o fundamentare științifică. Biologia spune „că fără de „da – nu”, adică fără posibilitatea de a percepe și prelucra informațiile din mediu și fără a distinge conținutul favorabil de cel nociv al lor, nici o ființă nu ar putea să supraviețuiască în lupta pentru viață” [Gavrila 1995, p. 133]. Natura nu are dreptul să fie „ticăită” (nehotărâtă, a se afla între două stări, nici așa, nici așa), vorba lui Eminescu: „Când e vorba să mă pronunț clar atunci nu spun de obicei mai nimic și firea mea adevărată se dă în vileag – devin ticăit” (*Scrisoare către Titu Maiorescu*, 26/2, [1] 874, v. 3, p. 396); „tot ce gândesc sau fac e azi mai ticăit decât înainte” (*Scrisoare către Ioan Slavici*, 20.09.1877, v.3, p. 491); „Vodă zicea da și Hâncu ba” (*Influența austriacă asupra românilor din principate*, v. 5, p. 117). Minte omenească, constata fizicianul Eugene Wigner (1902–1995), poate să parcurgă un lanț de o mie de dileme fără a cădea în greșală [Wigner 1971, p. 194], riscul de a admite erori logice se datorează faptului că în șirul de silogisme utilizate omul uită sensul noțiunilor utilizate [Poincare 1983, p. 309 - 310]. În viziunea savanților de azi, cancerul nu e decât o greșală decizională făcută de celulă.

Astfel, **gândirea umană nu este altceva decât un șir de prelucrări de informație**, la sfârșitul fiecăruia găsindu-se câte un punct nodal, unde omul trebuie să ia o decizie în funcție de un criteriu oarecare [Coandă 1991, p. 10]. Momentul în care trebuie luată decizia este hotarul dintre două tipuri de acte diferite. Nu întâmplător fizicianul, matematicianul și filosoful francez Henry Poincare (1854-1912), contemporan cu Eminescu, aprecia știința mai mult după „regulile de acțiune” decât după rezultatele pe care aceasta le dă [Poincare 1983, p. 252]. La fel Eminescu acorda o atenție deosebită *criteriilor de decizie*. „Tot ce scria dânsul, spune Laurian, izvora dintr-o adâncă convingiune. Nimic nu era fals, nimic nu era formă goală ori ipocrizie, la acest uvrier al cugetării. Pentru nimic în lume nu s-ar fi prefăcut Eminescu. Era franc în ură ca și în iubire” [Laurian 1990, v. 1, p. 346 - 347]. Pentru a merge cu siguranță prin viață, omul trebuie să se conducă de criterii de decizie clare. „Puțin îți pasă dacă un popor întreg pierde printr-asta deosebirea eternă ce există între bine și rău, între

lăudabil și condamabil” ([„*Se zice că prea dăm...*”], v. 8, p. 248). Analizând șirul de criterii decizionale de care Eminescu se conducea, găsim explicația de ce Poetul își alesese în calitate de dascăli spirituali pe Zoroastru și Shakespeare, aceștia se conduceau de criterii de decizie univoce: „la ei binele era bine, răul era rău”. Această afecțiune față de criteriile de decizie clare i-a fost altoită, probabil, de felul de a fi al mamei sale, Raluca, care „când iubea, iubea, când ura, ura”. Tot prin criteriile de decizie se explică de ce Eminescu se arată interesat să se oprească la momentele cruciale ale istoriei: „La v-o piatră ce însamnă a istoriei hotără, / Unde lumea în căi nouă, după nou cântar măsoară - / Acolo îmi place roata câte-o clipă s-o opresc!” („*Memento mori*”, v. 1, p. 275). După acumulări de cunoștințe și depășirea unor mase critice, se declanșează un proces de fuziune a ideilor, care duc la generalizarea sau modificarea legilor naturii, ale societății, în ultima instanță, la schimbarea paradigmelor, criteriilor de decizie ale acestora. De aceea, răspântiile istoriei sunt momentele cele mai dificile pentru oameni, lumea începe „după nou cântar să măsoare”, se schimbă criteriile de decizie, cele cu care ei se obișnuiseră nu mai funcționează, oamenii se simt dezorientați, le lipsește un încotro clar, nu pot soluționa problemele. Fapt consemnat cu destulă exactitate de Druță: „de câte ori va fi să se schimbe vremea, de atâtea ori ne tot vor dura rădăcinile” [Druță 1990, v. 4, „*Sania*”]. Nu întâmplător Eminescu considera apariția învățaturii lui Hristos drept nașterea unei ere noi: „Astfel fiii tari și tineri unor secole bătrâne / Lumea din încheieturi vor s-o scoată, din țâțâne / Să o smulgă, s-o arunce în zbcunirea noiei eri” („*Memento mori*”, v. 1, p. 307 - 308).

**În viziunea lui Eminescu, în deciziile pe care omul le ia, el trebuie să fie:**

**Conștient:** „vorba unui lord englez, auzise discursuri care i-au schimbat sentimentele, nici unul care i-au schimbat votul” („*Adeseori o lege oarecare...*”, v. 6, p. 424). **Clar:** „Răspunde-mi cine-i suflet a lumiei? Dumnezeu! / Orbirea, nepăsarea? E binele – e răul?” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 278). **Hotărât:** „...căci alta nu mai cer, / Decât să fiu în dreapta ori stânga hotărât” („*O, stingă-se a vieții...*”, v. 1, p. 571). Stânga simbolizează trecutul, asupra căruia omul nu are putere, de asemenea, direcția spre Infern, iar dreapta viitorul, pe care omul îl poate influența și direcția spre Rai [Vrabie 2004, p. 97]. **Univoc:** „un lucru nu poate fi în aceeași vreme și sub aceleași împrejurări și alb și negru, și bun și rău, ci trebuie să se aleagă sau într-un fel sau într-altul” („*Văzând stăruința...*”, v. 6, p. 271); „un om nu poate susține în aceeași vreme despre unul și același lucru că și există, și nu există” ([„*Am spus-o în numărul trecut...*”, v. 5, p. 546); „de a fi în două luntre” („*Ascuțirea chestiunilor curat interne...*”, v. 6, p. 292). **Consecvent:** „Dacă-au zis da, e zis pe totdeauna, / Dacă-au zis nu, asemenea pe veci” („*Decebal*”, v. 2, p. 314). Poetul având repulsie față de cei care iau decizie în mod aleatoriu, azi adevărul, mâine minciuna, azi binele, mâine răul, azi dragostea, mâine ura, azi lumina, mâine întunericul, azi eternul, mâine efemerul etc.: „N-avem în vremea noastră decât feciori de lele / De oameni mari mulțime privind ori încotro? / Pe mlaștina comună nu strălucesc ca stele”; „lipsa de statornicie și impotență morală” („*Probleme pedagogice*”, v. 5, p. 359); „să se-ntoarcă după cum bate vântul și schimbăcioasele eventualități ale norocului” („*Ideile lui Machiavelli*”, v. 4, p. 380); „suntem păpuși, îmbrăcate când roșu când alb” (ms. 2276, v. 8, p. 602); „cu roșii roși, cu albi albi” ([„*Întâlnind pe câte-un om...*”], v. 7, p. 125). Inconsecvența se răzbună pe om, îi anihilează deciziile anterioare: „Nefiind ieri cu dreptatea, astăzi dreptatea nu e cu noi” („*Anexarea Dobrogei*”, v. 5, p. 540). Asemenea mod de luare a deciziilor, în cele din urmă, îl duce pe om (pe societate) în impas, ceea ce se întâmplă azi cu noi. Deciziile luate

corect îi dau omului putere: „Vezi tu buțile aste două? Una-i cu apă, alta cu putere” („*Făt-Frumos din lacrimă*”, v. 2, p. 186); „Baba bău apă, Făt-Frumos bău putere, ș-un fel de foc nestins îi cutreieră cu fiori de răcoare toți mușchii și toate vinele lui cele slăbite” („*Făt-Frumos din lacrimă*”, v. 2, p. 187). Incompetența, nepăsarea, de asemenea, îl fac pe om incapabil de a face alegerea corectă: „acea sceptică nepăsare care-i face pe oameni incapabili de-a distinge bine de rău și drept de nedrept” („*Există se vede...*”, v. 7, p. 216); „- Eu nu fac nici rău, nici bine, căci nu fac nimic” („*Cezara*”, v. 2, p. 88); „Spusu-i-am eu să nu s-amestece nici în rău, nici în bine” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 52). Același lucru se întâmplă și atunci când deciziile nu sunt bine cugetate, ele pot fi înțelese greșit: „Ei văd cu ochii, nu cu mintea, / Nu știu al lucrurilor preț: / Admiră vecinic cele proaste / Nici când nu știu ce este bun” („*Fragment din „Die Beiden Hunde”*”, v. 1, p. 679); „Convins ca voi el este-n nălțimea-i solitară / Lipsită de iubire, cum că principiul rău, / Nedreptul și minciuna al lumii duce frâu” („*Împărat și proletar*”, v. 1, p. 82). Într-o societate coruptă, amorală se șterg deosebirea dintre bine și rău, drept și nedrept: „din destrăbălare în destrăbălare, am ajunge a se șterge cu totul din conștiința publică deosebirea dintre bine și rău, între drept și nedrept; anarhia de idei ar da naștere anarhiei ordinii materiale” („*Am arătat în mai multe rânduri...*”, v. 8, p. 254); „Într-o țară în care religia și curăția moravurilor au fost înlăturate prin epicureism și sibaritism, în care conștiința de drept și nedrept, de bine și rău sunt zilnic jignite prin ridicarea socială a unei pături de oameni neonești” („*Două monografii...*”, v. 7, p. 605). De aceea, înainte de a lua o decizie, Poetul recomandă de studiat cu atenție problema, de adus la cunoștința de sine laturile pozitive și negative ale fenomenelor: „Lucrul principal e d-a aduce la cunoștința de sine latură pozitivă și negativă ale acestui fenomen” („*Arta reprezentării dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 185); „oamenii au avut pătrunderea de-a distinge între rău și bine, chiar dacă răul ar fi al lor și binele al altora” („*Scrisoare către Titu Maiorescu*, 6 august 1871, v. 3, p. 387); „în stare a cunoaște sau a prețui binele” (ms. 2264, v. 8, p. 652); „binele e în genere mai greu de cunoscut” („*Mai multe foi...*”, v. 8, p. 267).

**„Indiferent de latitudine și longitudine, omul cugetă și simte natura și viața prin bipolaritatea elementelor și aspectelor ei antagonice, contrare sau contradictorii**, prin contradicțiile reale ale constituentelor și lucrurilor, prin descoperirea opozițiilor reciproce și divergente și în cele din urmă prin complementaritatea lor” [Drăgan 1989, p. 96]. Opozițiile sunt principii ale lucrurilor existente, în societățile arhaice și tradiționale polaritatea sacru-profan este un mod de explicare a originii și existenței lumii” [Drăgan 1989, p. 96]. Încă grecii antici [Dumitriu 1991, p. 56] considerau drept fondul tuturor lucrurilor 4 elemente (stihii, rădăcini): focul, aerul, pământul și apa, la care, mai adăugau 2 principii („informații de care materia are nevoie pentru a avea mișcare și organizare” [Drăgănescu 1990, p.35]), forțe de atracție și repulsie, „dragostea” și „ura” (Empedocle [Aristotel 1976, v.1, p. 74, p. 111-112], [Diogene 1979, p. 353]) sau „binele și răul”, ori „rarul” și „densul” (*Leucip și Democrit* [Aristotel v.1 1976, p. 75]), sau Dao și Tao la chinezi [Gavrilă 1995, p. 51]. Toate acestea se concentrează în jurul a doi poli opuși ai Lumii, Dumnezeu (Binele Suprem) și Satana (Răul Suprem) [Gavrilă 1995, p. 157]. „*Plonjonul cosmogonic*” [Eliade 1994, v.2, p. 391].

**Structura dihotomică a personalității artistice a lui Eminescu a fost sesizată de mai mulți cercetători** [Drăgan 1989, p. 104]: „Am pus demult deoparte acele roase cărți / Ce spun c-a vieții file au vecinic două părți...” („*O, stingă-se a vieții...*”, v. 1, p. 570); „Moarte și



viață, foaie-n două fețe: / Căci moartea e izvorul de viațe, /... / Iar viața este râul ce se-nfundă / În regiunea nepătrunsei cețe” („*Rime alegorice*”, v. 1, p. 450). După cum constată eminescologul Drăgan [Drăgan 1989, p. 104 - 105], gândirea lui Eminescu se dezvoltă de timpuriu în structuri dinamizate de tensiuni opuse, reflex la început al mentalității tradiționale, bogomilismului popular practicat de țărani, care se trage de la învățătura tracilor a luptei dintre bine și rău, apoi al lecturilor operei lui Heliade Rădulescu (1802-1872) despre lupta dintre bine și rău, Dumnezeu și Satana, și a celei a lui Negruzzi (1808-1888) despre iubire, „patimă dulce și amară” [Drăgan 1989, p. 99]. Dualismul dac se recunoaște în folclor sub forma celor două făpturi supranaturale, Fărtatul și Nefărtatul, care acționează în virtutea a două principii mitice opuse și complementare [Drăgan 1989, p. 97]. De la Goethe (1749-1832) Poetul află că principiul polarității este omniprezent în fenomenele naturale, în relația de atracție și repulsie, activitate și pasivitate, masculin și feminin, luminos și tenebros, iar de la Shakespeare (1564-1616) însușește noi perechi antinomice de termeni: măreție și micime, noblețe și josnicie... [Drăgan 1989, p. 95]. Astfel, ideea luptei dintre bine și rău, lumină și întuneric, adevăr și minciună, frumos și urât, libertate și sclavie îl preocupă pe Eminescu de tânăr. Opera Poetului conține și imagini binare contrastante [Drăgan 1989, p. 100 - 111, p. 187]: vechi-nou, frumos-urât, tânăr-bătrân, verde-uscat, zi-noapte, lumină-umbră, rumen-ofilit, râde-plânge, vară-iarnă, alb-negru, dulce-amar, deal-vale, mare-mic, sus-jos, aproape-departe, genii-proști, sublim-grotesc, cer-pământ, paradis-infern, frenezie-dezgust: „Frenezie și dezgust, dezgust și frenezie – iată schimbările perpetue din sufletul omenesc modern” (ms. 2290, f. 1v., „*Fragmentarium*” 1981, p. 125).

**Eminescu este în căutarea metodelor de a face deosebire între cauzele pozitive și cele negative**, „cărarea pe scurt spre fapte bune” [Diaconescu 1994, p. 203]. Încă din adolescență Poetul își înțelese menirea sa în viață, de aceea niciodată nu lua deciziile la întâmplare, ci numai în baza unor principii științifice și a unor operații logice. Având înclinația spre gândirea întemeiată pe opoziții de termeni, idei, concepte, epitete, simboluri... [Drăgan 1989, p. 100], Eminescu pune tot pe cântarul rațiunii. **A fi și a nu fi**: „Ș-apoi cine știe de este mai bine / A fi sau a nu fi...” („*Mortua est!*”, v. 1, p. 65). **Viața și moartea**: „Pe căi bătute-adeșea vrea moartea să mă poarte, / S-asamăn între-olaltă viață și cu moarte; / Ci cumpăna gândirii-mi și azi nu se mai schimbă, / Căci între amândouă stă neclintita limbă” („Se bate miezul nopții...” v. 1, p. 180). **Binele și răul**, care pentru Heraclit erau una cu **viața și moartea** [Drăgan 1989, p. 111], iar pentru compozitorul Doga sunt una cu a fi și a nu fi: „Noi de ce umblăm la biserică? – zice Doga. Pentru că nu dorim să murim. Ținem să credem că vom trece în altă formă de viață – nu știu. Sus sau jos, depinde de cine și cum a viețuit, de cât bine și rău a făcut!” [Doga, 2007, p. 251]. „Gândit-ai tu vrodată, stăpâne-n anii tăi / Că lumea asta este făcută pentru răi?” („Bogdan Dragoș”, v. 2, p. 376); „Au crezi tu că lumea-i făcută pentru bine?” („Bogdan Dragoș”, v. 2, p. 360); „Când Dumnezeu creează de geniuri o ceată / Să cerce vrea p-oricare de-i rău ori de e bun” („Povestea magului călător în stele”, v. 1, p. 321); „Ce e rău și ce e bine / Tu te-ntreabă și socoate” („*Glossă*”, v. 1, p. 175); „Te întreabă și socoate / Ce e rău și ce e bine” („*Glossă*”, v. 1, p.177); „Tu în colț petreci în tine / Și-nțelegi din a lor artă / Ce e rău și ce e bine” („*Glossă*”, v. 1, p. 175); „Vezi esența, cum am zice, cele bune, cele rele” („*Lais*”, de Karl Saar, v. 4, p. 535); „momentul acela în care fructul cade din arborele binelui și-a răului” („*Arta reprezentării dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 201). **Lumina și întunericul**

(diurnul și nocturnul, albul și negrul), opoziția cea mai strigătoare din natură [Gavrila 1995, p. 157]: „ierarhia luminei și egalitatea întunericului e o luptă între Eran și Turan, între lumină și întuneric...” (ms. 2275B, v. 3, p. 113); „Și fâlfaie deasupra-i, gonindu-se în toate, / Cu-aripile-ostenite, un alb ș-un negru corb” („Strigoi”, v. 1, p. 103); „Și peste capu-i zboară un alb ș-un negru corb” („Strigoi”, v. 1, p. 109). **Adevărul și minciuna:** „adevărul e adeseori combătut, neadevărul însă se poartă pe aripile vântului de la un capăt al lumii la altul” („*Cititorii de gazete...*”, v. 6, p. 326). **Iubirea și ura (simpatia și antipatia):** „ură sau iubire, simpatie sau antipatie” (ms. 2255, v. 3, p. 143) (Relațiile umane simpatie și antipatie, dragoste și ură... capătă o coordonată materială – câmpul biologic [Gavrila 1995, p. 147]). **Pacea și războiul:** „Război sau pace, pace sau război, / O cumpănă e suspendată-n aer” („Decebal”, v. 2, p. 315). **Vara și iarna:** „Stă magul; privește furtuna pornită: / Deasupra lui, soare cu raza iubită, / Desupt, iarnă, zăpadă, fiori” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 318). **Bucuria și durerea:** „Voi să le-ngân viața și-n cupa lor aurie / Să torn zi și-ntuneric, dureri și bucurie” („*Întunericul și Poetul*”, v. 1, p. 229). **Fericirea și nefericirea, frumosul și urâtul:** „Fericire și nefericire, bine și rău, frumos și urât...” (ms. 2285, v. 3, p. 39). **Noul și vechiul:** „Vreme trece, vreme vine, Tote-s vechi și nouă toate” („*Glossă*”, v. 1, p.175). **Eternul și efemerul:** „Dan văzu clar despărțirea ființei lui într-o parte eternă și una trecătoare” („*Sărmanul Dionis*”, v. 2, p. 72). **Celestul și teluricul:** „A pus gânduri uriașe într-o țeastă de furnică, / O voință-atât de mare-ntr-o putere-atât de mică, / Grămădind nemărginirea în sclipitu-unui atom” („*Memento mori*”, v. 1, p. 310); „Mor pentru pământ, ca să trăiesc în ceri” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 13). Acestea sunt doar o parte din antinomiile pe care omul le-a stabilit pe parcursul întregii sale existențe, prin metoda încercărilor și greșelilor. Poetul vedea în antinomii motorul vieții: „Antitezele sunt viața” (ms. 2258, f.222, v. 3, p. 21).

**Omul trebuie să aibă „capacitatea de-a distinge binele de rău”** („*Dacă polemica noastră...*”, v. 7, p. 223). A le distinge cu rațiunea, care este net superioară simțurilor: „Ei văd cu ochii, nu cu gândul, / Al lucrurilor preț nu-l știu: Ce-i rău ei vecinic admirându-l / Ce este bun nicicând nu știu” („Fragment din „*Die Beiden Hunde*””, v. 1, p. 679). Eminescu mereu este în căutarea acelor pârgșii, arte, care să-i permită alegerea corectă: „O pârgșie a lumii, ce torci a lumii fir, / Te chem cu disperarea în pieptu-mi – cu delir, / Răspunde-mi cine-i suflet a lumii? Dumnezeu? / Orbirea? nepăsarea? e binele e răul?” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 278); „Și-nțelegi din a lor artă / Ce e rău și ce e bine” („*Glossă*”, v. 1, p. 175). Alegerea nu este ușor de făcut, mai ales dacă se ține cont de faptul că hotarul dintre termenii opuși ai categoriilor filosofice contradictorii nu trece printre oameni, ci prin sufletul fiecăruia [Boyce 1987, p. 262]. „Ecuatiuni morale în proverb: Fiece om are bunul lui și răul lui. Bun bun. Rău de bun” (ms. 2267, f.199v., „*Fragmentarium*” 1981, p. 180); „precum Soarele este tatăl luminii și al umbrei, tot așa individualismul este tatăl înfloririi și decăderii, justiției și in justiției, binelui și răului” („Influența austriacă asupra românilor din principate”, „*Publicistică*” 1990, p. 24); „Noi suntem buni – până suntem copii” („*Demonism*”, v. 1, p. 255). Fiecărui individ revenindu-i să decidă de unul singur, în corespundere cu firea proprie, să se asocieze binelui sau răului, iubirii sau urii, adevărului sau minciunii, luminii sau întunericului, eternității sau efemerului, cerescului sau teluricului, aici fiind în fond concentrat tot greul vieții, omul fiind prin natura lui o ființă duală [Boyce 1987, p. 47]. „Această ființă liberă a personalității /.../ conține în sine o contradicțiune sau mai bine o antiteză: o destinațiune nemărginită pe de o parte, o determinare prin toate celea în realitate”. Lupta

dintre „trebuința internă a libertății” „și conștiința determinațiunii exterioare” – „aceasta este viața” (ms. 2257, f. 194 – 194v., „*Fragmentarium*” 1981, p. 193). Fiecare individ reacționează în felul său: „nu fiecare organism sau element reagează sub aceleași împrejurări în unul și același fel, ci fiecare după natura sa specifică. Reacția fierului, a pucioasei ș.a. e altfel decât aceea a albușului de ou, de es. Dispozițiunea primordială a unui element este latentă până–n momentul în care e provocată o reacțiune. În acest moment însă una și aceeași împrejurare produce un efect cu totul deosebit. În fața aceluiași foc, fierul se topește, lutul se petrifică. Această dispoziție primordială în rău sau în bine se manifestă în accentul etic. El deschide misterele adevărate ale vieții omenești, adâncimile caracterului și este creația cea mai însemnată pe terenul artei reprezentărei. La lovirea aceluiași ciocan aurul va răsună cu timbrul său senin și original, lutul fierul și celelalte cu al lor” („*Arta reprezentărei dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 300). Același lucru spuneau Zoroastru, cronicarii noștri: „Lumea, omul se află mereu în ipostaze contrarii, ce tind să se anuleze reciproc și succesiv, în spiritul moralei creștine și al unui scepticism ce poate fi al epocii, dar și al omului. Petrecere și cădere, lume și spume, suire și surpare nume (autoritate, renume) și poveste (amintire) sunt poli între care omul e condamnat să existe” (Miron Costin, „*Facerea lumii*”) [Drăgan 1989, p. 97]. Spune știința: „principiile nu sunt nici bune, nici rele înaintea aplicării lor” („*Jeri, dl D. Giani...*”, v. 6, p. 46); „principiile abstracte, oricare ar fi, nu sunt nici bune, nici rele, precum o formulă matematică nu e moralicește bună sau rea. Cu aplicarea în practică abia ele devin bune sau rele” („*În zădar ar încerca cineva...*”, v. 6, p. 34). Spune genialul Eminescu: „Răul deci e înăuntrul” („*Influența austriacă asupra românilor din principate*”, v. 5, p. 118); „în această lume ideală este deosebirea între frumos și urât, bun și rău; în noi este fericirea și nefericirea, nu afară de noi” („*Conferința dlui Titu Maiorescu ... Artele în educațiune*”, v. 6, p. 409); „căci scris este ca din aceeași rădăcină să răsară succes și insucces, suire și cădere, și aceasta este esența oricărei vieți și a oricărei tragedii” („*Românul*” dând seama...”, v. 8, p. 208); „Căci buni și răi trăiesc în tine” („*E împărțită omenirea...*”, v. 1, p. 461).

**Prin „porțile cunoașterii” Eminescu trecea cu mandat de Poet:** „Numai poetul, / Ca pasări ce zboară / Deasupra valurilor, / Trece peste nemărginirea timpului: / În ramurile gândului” („*Numai poetul*”, v. 1, p. ). Dar acest lucru demonstrează o dată în plus calitățile lui de om de știință. În cele din urmă, Eminescu a aflat sâmburul lumii: „Au aflat sâmburul lumii, tot ce-i drept, frumos și bun” („*Egiptul*”, v. 1, p. 69). Poetul a mers pe „direcția originară de mișcare” [Drăgan 1989, p. 117], primită prin ereditate de la părinți: „Pentru a-mi propaga direcția de mișcare ce mi-au imprimat-o părinții mei n-am nevoie de atâta sacrificiu. Aleg pământul. Orice pământ bun e bun” (ms. 2275 B, f. 359, „*Fragmentarium*” 1982, p. 367). Judecată care și-a găsit reflectare la compozitorul Doga: „Mama este un creator. Ea creează viața... Eu cred că în mine este implantată mama, ea a făcut această implantare odată cu zămislirea mea și eu simt asta, eu o simt, comunic cu ea” [Doga, 2007, p. 253]. Aceasta fiind mai mult decât o lege a biologiei - una a lumii materiale: „Mama este o lume necunoscută... O sferă deosebită, asemenea celei pe care o numim Univers cosmic. Ea înseamnă bunătate infinită și tandrețe fără seamăn, profunzime și măreție” [Doga, 2007, p. 253]. Aceasta e calea pe care a mers cândva Laozi (c. sec. 6 î. Hr. ), „cărarea spre virtute a chinezului La-o-tse” („*Și iarăși bat la poartă ...*”, v. 7, p. 378); „Poate oare virtutea să învingă viciul...” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 23); „Pe cât de-adânc a căzut diamantul în mare pe-atâta trebuie și scos – și

virtutea e-un diamant ce trebuie să-l scoți” (ms. 2257, v. 3, p. 38). Cale parcursă de Poet cu devotament: „Ca pasul vieții-mi toate să-l ducă-nțelepciunea, / Ca sigur să calc calea vieții cea de spini, / Ca tot ce eu voi face să fie fapte bune, / Să n-ascult decât glasul-adevărului senin; / Și sarcina vieții-mi să-mi fie cât de grea, / Voi ști s-urmez, părinte, cu râvnă calea ta” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 317).

**Eminescu a ales partea pozitivă a lucrurilor:** „un program caută înainte de toate să fie pozitiv” ([„*Parturiunt montes...*”], v. 8, p. 152); „Îmbătat de-un cântec vecinic, îndrăgit de-o sfântă rază, / Eu să văd numai dulceață unde alții văd necaz” („*Memento mori*”, v. 1, p. 274); „Dintre chinuri ce mă-neacă / Eu sorbeam mirul curat” („*Cântecul lăutarului*”, v. 1, p. 242); „Și din chinuri ce mă-neacă, / Eu sorb mirul cel curat” („*Ondina*”, v. 1, p. 209). L-a ales pe a fi: „Luminează-te și vei fi”, „Fii și te vei lumina!” („*Icoane vechi și icoane noi*”, v. 5, p. 449). A ales viața: „Ce plan adânc!... ce minte! Ce ochi e colo sus! / Cum în sămânța dulce a patimei a pus / Puterea de viață...” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 280). A ales binele: „Ca *uomo universale*. Sensul moral al alegerii îi dictează poetului deschideri întru spiritul propriu unui *uomo universale*” (Constantin Noica) [Drăgan 1989, p. 118]; se găsește „în toate ale lui o expresie de-o nespūsă bunătate și melancolie” [Vlăhuță 1990, v. 1, p. 320], căci „binele general este o cerință compatibilă cu legitățile devenirii” [Drăgănescu 1990, p.157]. La Eminescu binele este echivalent cu eternitatea: „De am greșit cu fapta, cu inima, cu gândul, / Iertați-mă cu toții, mă descărcați de vină, / Și sarcina de rele faceți-mi-o ușoară / Să pot trece mai liber prin vămile veciei” („*Bogdan-Dragoș*”, v.2, p. 366); „Și sarcina de rele faceți-o mai ușoară / Să pot trece mai slobod prin vămile veciei” („*Grue Sânger*”, v. 2, p. 340). Bunătatea este cea care determină topografia sufletească a Lumii. Omul e din firea lui bun: „Cel mai hotărât gând al lui era că omul e din fire bun” [Slavici 1971, p.130]. Răutatea din om nu e decât întâmplătoare: „poate că l-am face fericit pe acest Domn, în care sămânța bunului e așa de bogată, căci răutatea lui nu e decât întâmplătoare” („*Mira*”, v. 2, p. 229). „Răul se naște din ignoranță” [Dumitriu 1991, p. 243], din atrofierea morală, din negarea lui Dumnezeu ca arhetip al adevărului, frumuseții, binelui și dreptății [Diaconescu 1994, p. 277] (percepte de care se conducea părintele meu aflat într-un lagăr de exterminare de la Kolîma și care i-au permis să reziste [Holban 1997, p. 78]), din demolarea unor culturi, civilizații sau relații umane. Bunii, nu răii determină mersul omenirii înainte: „Și lumile nestinse pe-a cerului cununi / Imperii sunt întinse a îngerilor buni” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 321).

**Poetul în viață nu se prindea de rău:** „Zadarnică, pustie și fără înțeles / Viața-mi nu se leagă de-un rău sau de-un eres” („*O, stingă-se a vieții...*”, v. 1, p. 571). Respingea răul, urâtul: „venerarea celor rele, false, stupide sau absurde chiar nu are nici o scuză” (ms. 2264, v. 8, p. 652); „Nimic nu degradează mai mult decât admirarea sau lauda răului” ([„*Mai multe foi...*”], v. 8, p. 267). Răul pe Poet îl doare: „Pe mine răul, deși rîd, mă doare, / Mă ține liniștea vieții-ntregi” („*Noi amândoi avem același dascăl*”, v. 1, p. 561). Eminescu la tot pasul diagnostica răul: „să recunoască care e răul” (ms. 2264, v. 8, p. 635); „urmele acelei tendențe care se prășește ca buruiana cea rea” („*Fragmente din istoria românilor*” de Hurmuzaki, v. 4, p. 106); „Dacia literară” „e rău scrisă, fără stil, fără idei, fără entuziasm, semn de bătrânețe prematură, de incapacitate de căldură” („*N-avem bucurie...*”, v. 8, p. 460); „Arată-mi un om care să scrie romanul Mizeriilor acestei generațiuni și acel om va cădea ca o bombă în mijlocul pustiitei noastre inteligențe, va fi un semizeu pentru mine – un mântuitor,

poate pentru țara lui” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 9 - 10); „Romanul dacă-i rău născut / Rău a rămas până l-al lui mormânt” („*Decebal*”, v. 2, p. 299). Aceasta pentru al contracara: „Și privesc la tine demon, și amoru-mi stins și rece / Mă învață cum asupra-ți eu să caut cu dispreț!” („*Venere și madonă*”, v. 1, p. 59). Pentru a-l îndrepta, înlătura din viața societății: „– Nu ne îndoim că răul, odată arătat, va fi și îndreptat curând” („*Neglijență*”, v. 5, p. 200) „De vom depărta cauza răului, răul ar lipsi” („*Mira*”, v. 2, p. 229); „Cei răi pot fi pedepsiți, răul nu” (ms. 2286, v. 3, p. 34); „Adevărul e că el era om care trăiește mai mult pentru alții decât pentru sine însuși, vede toate cele ce se petrec împrejurul lui, judecă drept, se bucură de cele bune și stăruie cu îndărătnicie pentru înlăturarea celor rele, deci nu numai poet și cugetător cu vederi bine lămurite, ci totdeauna om de acțiune înzestrat cu bun-simț practic, care știe să-și aleagă mijloacele și e totdeauna gata să-nfrunte greutățile de orișice fel” [Slavici 1990, v. 1, p. 161]. Răul trebuie de eliminat chiar și din gând, consideră ilustrul informatician filozof Drăgănescu (1929-2010): „Nu numai că nu trebuie să producem obiecte malefice, dar nici nu trebuie să le concepem; de la bun început ele trebuie să fie eliminate din gândirea tehnologică” [Drăgănescu 1990, p.230]. Cu multă demnitate Poetul refuza să-i animeze pe cei deșerteți și răi: „Să animeze pe deșerteți și răi” („*Odin și Poetul*”, v. 1, p. 267). Îi condamnă: „În van cercați a-i drege căci răi rămân de-a valma / Și trebuie ca soarta să-i spulbere cu palma” („*Preot și filosof*”, v. 1, p. 374). Imitând răul, zice Eminescu, omul se face el însuși rău: „cine ar imita ce-i rău și nedemn s-ar înrăutăți și el” („*Arta reprezentării dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 171). Propune chiar de a avea un „ventil de siguranță” contra relexor ce vin din alte părți: „ventilul de siguranță al relexor sociale din statele vecine” ([„*Mai multe foi...*”], v. 8, p. 267). Eminescu avea credința că oamenii au pătrunderea de a distinge dintre bine și rău: „Eu, din parte-mi, n-am putut decât s-approb că oamenii au avut pătrunderea de-a distinge între rău și bine, chiar dacă răul ar fi al lor și binele al altora” (*Scrisoare către Titu Maiorescu*, 6.08.1871, v. 3, p. 386). De a face distincție între frumusețea farmecului intelectual și moral și urâciunea pustiirii fizice și morale [Gavrilă 1995, p. 41].

**Eminescu a ales adevărul:** „Venea plutind în adevăr / Scăldat în foc de soare” („*Luceafărul*”, v.1, p. 157); Altul caută în lume și în vreme adevăr” („*Scrisoarea I*”, v. 1, 130); „Sucul învietor al gândirii e patima. E vorba numai ca această patimă să aibă un obiect nobil și desigur că cel mai nobil e adevărul” (ms. 2289, f.46, „*Fragmentarium*” 1981, p. 88); „Dacă lumea ar trebui să piară și eu aș putea s-o scap printr-o minciună, eu n-aș spune-o” („*Cezara*”, v. 2, p. 96). Căci numai adevărul folosește: „adevărul – atingând susceptibilitatea noastră națională și dureros fiind chiar – e tot mai bun decât minciuna aurită” ([„*Românul*” se grăbește a reproduce...”, v. 5, p. 601); „Cel mai mare păcat al oamenilor e frica, spaima de-a privi în față, ș-a recunoaște adevărul. El e crud acest adevăr – dar numai el folosește” (ms. 2290, f.2). Adevărul e stăpânul omului: „În sfârșit, adevărul e stăpânul nostru, nu noi stăpânii adevărului” (2275B, f.91, „*Fragmentarium*” 1981, p. 87). **A ales dreptatea**, calea sigură în viață: „E pietroasă și-ncovoiată calea dreptății, dar e sigură” („*Educațiune și cultură*”, ms. 2257, v. 8, p. 553); „Iubire de adevăr și de dreptate” (ms. 2255, f. 381, „*Fragmentarium*” 1981, p. 117). **A ales cinstea:** „Christ a fost reprezentantul săracului cinstit și harnic. Antihrist e reprezentantul săracului viclean și leneș” („*Nenorocitele astea de țări...*”, v. 6, p. 321); „Ce proastă e mulțimea, / Ea crede cum că duce a lumii soartă-n mână, / Și singură e dusă de-o mână de șireți” („*Andrei Mureșanu*”, v. 2, p. 270).

**Eminescu a ales iubirea:** „Cum universu-n stele iubește noaptea clară, / Cu toate-a mele gânduri astfel eu te-am iubit” („*Cum universu-n stele...*”, v. 1, p. 342); „Ascultă. Eu nu sunt răzbunătoriu / Dușmanu-ți sunt... eu te iubesc... mă crede” („*Decebal*”, v. 2, p. 301); „Căci din adâncul gândurilor tale / Răsare ură, din al meu amor. / Tu ai vrea tot să meargă pe-a sa cale, / Eu celui slab îi sânt în ajutor” („*Noi amândoi avem același dascăl*”, v. 1, p. 560); „împodobi o perniță ș-o pălmui, o puiculi, ca și când ar fi copilul ei...” („*Moartea Cezarei*”, v. 2, p. 105). „În întreaga lui operă scrisă, mărturisește Slavici, nu este o singură notă de ură” [Slavici 1971, p. 140].

**Pentru Poet iubirea este echivalentă cu lumina:** „În ochii tăi citisem iubire dinadins / Și-n calea vremii steaua mea / O clipă s-au aprins” („*În ochii tăi citisem...*”, v. 1, p. 533); „Dându-mi din ochiul tău senin / O rază dinadins, / În calea timpurilor ce vin / O stea s-ar fi aprins” („*Pe lângă plopii fără soț*”, v. 1, p. 173); „Tu trebuie să te cuprinzi / De acel farmec sfânt, / Și noaptea candelă s-aprinzi / Iubirii pe pământ” („*Pe lângă plopii fără soț*”, v. 1, p. 174). **Cu creația:** „Îngere! Suntem în mijlocul universului asemenea spiritului divin înainte de creație... acel spirit divin eram noi – era amorul!” („*O taci, ce spui că mă iubești copilă...*”, v. 2, p. 183). **Cu gândul și puterea nelimitată:** „Cum universu-n stele iubește noaptea clară, / Cu toate-a mele gânduri astfel eu te-am iubit, / Când am plecat eu fruntea cu-a gândului povară / Pe sânu-ți să se-nchidă, de lume ostenit. / Simții atunci puternic cum lumea toată-n mine / Se mișcă, cum se-ndoaie a mării ape-ntregi / Și-n fruntea mea, oglindă a lumilor senine, / Aveam gândiri de preot și-aveam puteri de regi” („*Cum universu-n stele...*”, v. 1, p. 342); „Spre-a împlini-v-o unul din dorurile tale, / Au pot să fiu, copilă, de trei ori Dumnezeu, / Și ce-au făcut puternic în veacurile sale, / Acea într-o clipă să pot a face eu?” („*Codru și salon*”, v. 1, p. 504); „I-a căzut atât de dragă, / Cât ar fi îmflat în spate pentru ea lumea întreagă” („*Călin Nebunul*”, v. 1, p. 404). **Cu viața:** „Viața mea / E o ste / Făr-amor se stinge ea...” ; „Îi luai fața în mâini ș-o sărutam cu-atâta ardoare, o strângeam cu-atâta foc, încât îmi părea c-o să-i beau viața toată din gura ei” („*Umbra mea*”, v. 2, p. 85). **Cu veșnicia:** „Ce-i omul de a căruia iubire / Atârni lumina vieții tale-eterne?” („*Fata din grădina de aur*”, v. 1, p. 427); „- De greul negrei vecinicii, / Părinte mă dezleagă. /.../ Reia-mi al nemuririi nimb / Și focul din privire, / Și pentru toate dă-mi în schimb / O oră de iubire...” („*Luceafărul*”, v. 1, p. 162); „Ascultă-mi ruga, tu, Eternul, Bunul, / Și sfarmă-n așchii veșnicia mea! / Pe-o muritoare eu iubesc, nebunul, / Și muritor voiesc a fi ca ea” („*Fata-n grădina de aur*”, v.1, p. 426). „Nimeni, în literatura noastră, nu și-a creat un cult al iubirii ca tocmai Eminescu. Iubirea este cheia creației eminesciene: fie că e iubirea pentru femeia idealizată, fie că e iubirea pentru frumusețile naturii, fie că e iubirea de oameni și de trecutul lor, între aceștia poporul român ocupând locul prim, pretutindeni ea e creatoare” [Gherasim 1977, p. 177]. Iubirea este cea forța motrice care mișcă civilizația umană înainte. „Știința nu este singura cale de acces la Adevăr. Formele acestuia sunt și dragostea, și poezia, și credința, și visul...” [Paleologu-Matta 2007, p. 21].

**Iubirea la Poet se opune elanului demonic de zdruncinare a lumii din temelie, ea dăinuind și dincolo de timp** [Drăgan 1989, p. 82]. Ura tot e o forță mare, dar ea e distructivă [Poincare 1983, p. 519]: „Dar puternica lui ură era secol de urgie” („*Memento mori*”, v. 1, p. 275). Ceea ce iubirea zidește, ura dărâmă: „ceea ce necesitatea a ridicat, ura a dărâmat” („*Paștele*”, v. 5, p. 515). Omul trebuie să se zbată pentru ceva, dar nu să se lupte contra cuiva [Poincare 1983, p. 518], dacă ești dușmanul cuiva – orizontul ți se îngustează [Poincare 1983,

p. 518]. În distrugere piere și idealul moral [Poincare 1983, p. 520], în continuare ura pune în funcție roata de foc a vendetei, care nu se mai oprește [Crăciun 1992, p. 86]. Din cauza aceasta Eminescu nu acordă credit de încredere celor care nu se lasă atașați de sentimentul iubirii și îi înfierează pe cei care se lasă conduși de sentimentul urii: „lipsiți de religie și de iubire de patrie, fără instinct pentru adevăr, fără știință și fără spirit de muncă” ([„*Dacă polemica noastră...*”], v. 7, p. 223), ca în blestemul din popor: „Cine strică dragostele, / Mânce-i grâul păsările / Să n-aibă pâine pe masă, / Nici sănătate-n oasă” („*Blesteme*”, „*Cine strică dragostele*”, v. 2, p. 519).

**Eminescu a ales seninul:** „Curând vom ajunge pe steaua senină, / Pe care în ceruri numesc-o a mea” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1. p. 330). Înseninând sufletele și cugetările oamenilor: „Din sufletu-mi noaptea schimbă în senin” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 27); „Pe noaptea-i sufletească, tainică, rece, stinsă, / Căzu ploaie de raze cu cer senin și dalb” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1. p. 339); „Am cercat să-i însenin cugetările prin cântec...” („*Mira*”, v. 2, p. 228). **A ales pacea:** „Mai e-n tot universul o stea plină de pace, / Neturburată vecnic de ură, de război; / În toată Creațiunea gura ei vecinic tace, / N-o bântuie griji rele, n-o bântuie nevoi” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1. p. 331). **A ales frumosul:** „Mie-mi place visarea. / Fie ea chiar basmu, numai fie frumos” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1. p. 336); „Cuvinte prea frumoase le-am rânduie șirag / Și-am spus și eu la lume ce-mi este scump sau drag...” („*Icoană și privaz*”, v. 1, p. 488).

**Eminescu a ales lumina.** În scrierile sale se observă în permanență o năzuință spre lumină: „- O, piatr-a luminei, revarsă-mi lumină!” („*Diamantul Nordului*”, v. 1, p. 512); Abia vede-o țară și iarăși o lasă, / Căci piatra luminei gândirea i-apasă” („*Diamantul Nordului*”, v. 1, p. 508); „Tot scoate-voi piatra luminei din mare!” („*Diamantul Nordului*”, v. 1, p. 508); „Răsfrâng o dureroasă lumină din lumină” („*Strigoii*”, v. 1, p. 106); „Răsași asupra mea, lumină lină / Ca-n visul meu ceresc d-odinioară; / O, maică sfântă, pururea fecioară, / În noaptea gândurilor mele vină” („*Răsași asupra mea...*”, v. 1, p. 555). Năzuință spre lumină a moștenit-o de la mama sa: „Tu știi că a mea mamă lăsatu-mi-au coroană / Ea arde-ntunecime lumina căutând” („*Grue Sânger*”, v. 2, p. 347). A însușit-o de la Goethe și Shakespeare: „ultimile cuvinte pe care Goethe, murind și lipsit deja de conștiință, le-a rostit: „Lumină, mai multă lumină!” („*Dacă majoritatea...*”, v. 6, p. 178); „Doamne! Mai multă lumină... mulțumesc... e lumină!...” („*Lanțul de aur*”, de Onkel Adam, v. 4, p.605); „E chipul tău, lumină necrezută / De frumuseți, de taină, curăție, / Ce nopții reci lucire-i împrumută” („*Sătul de lucru...*” (după Shakespeare, *Sonete*, XXVII), v. 1, p. 684). Poetul avea o credință de nestrămutat în Dumnezeuul luminii: „Tu, ale cărui raze ajung până la noi ca și acelea ale unui soare ce demult s-a stins, dar a cărui lumină călătorește încă mii de ani prin univers după stingerea lui; tu, care, însuși nemuritor, ai crezut în nemurire și, lumină din lumină, ai crezut în Dumnezeuul luminii, s-ascuți pe acești oameni incapabili de adevăr și de dreptate, pe acești traficanți de credințe și simțiri?” („*Serbarea guvernamentală...*”, v. 8, p. 524); „- Din inimă-i pământul la morți să deie viață, / În ochii-i să se scurgă scânteii din steaua lină, / A părului lucire s-o deie luna plină, / ... / Iar duh dă-i tu, Zamolxe, sămânță de lumină, / Din duhul gurii tale ce arde și îngheață” („*Strigoii*”, v. 1, p. 104); „Candela ștersei d-argint icoane / A lui Apolon, crezului meu” („*Amicului F.I.*”, v. 1, p. 56). În Lumea unde îngerii poartă haine de lumină: „Unde sfinții se preîmbă în lungi haine de lumină” („*Memento mori*”, v. 1, p. 274); „Înger cu lumine / De-un adânc noroc...” („*Doi aștri*”, v. 1, p. 248). Iar ursitele au ochi de

lumină: „Dar deodată din părete / Ies ursite ca pe-o poartă, / Flori albastre au în plete, / Câte-o stea în frunte poartă. / Și de-o tainică lumină / Toată casa este plină / Ce din ochii lor porni” („*Miron și frumoasa fără corp*”, v. 1, p. 430). De fapt, la Eminescu „haosul conține inițial năzuința spre luminozitate”: „Această năzuință susține și tinde să realizeze armonia lumii, care în fond este animată de iubire, de simpatie” ele sunt prezente neconținut la Eminescu, „ea formează tonul adânc al sufletului său” „străbate și înviorează cu sentimentul său imensitățile de necuprins ale universului” [Rusu 1991, v.2, p. 556].

**Poetul caută lumina în „toată neagra vecinicie”** („*Te duci...*”, v. 1, p. 186). Profet al luminii, el totdeauna întrezărește la capătul întunericului lumină. Fie că este vorba de un desiș de codru: „La voiosul luminiș” („*La mijloc de codru...*”, v. 1, p. 188). De un întins de ape: „Dar un luceafăr, răsărit / Din liniștea uitării, / Dă orizon nemărginit / Singurătații mării” („*Luceafărul*”, v. 1, p. 160). De o lume de neguri: „Într-o lume de neguri / Trăiește luminoasa umbră” („*Într-o lume de neguri...*”, v. 1, p. 359). De viața unui om: „În privazul negru-al vieții-mi / E-o icoană de lumină” („*Singurătate*”, v. 1, p. 115); „Un luceafăr, un luceafăr înzestrat cu mii de raze / În viață-mi de întuneric a făcut ca să se vază” („*Un luceafăr...*”, v. 1, p. 495). De destinul unui popor: „ci-și va avea partea de soare și de lumină” (ms. 2264, v. 8, p. 635). De mergerea omenirii prin secole: „Ce-nșirând mărgăritare pe a stelei blondă rază, / Acum secolii străbate, o minune luminoasă” („*Epigonii*”, v. 1, p. 62). Ori de viața întregului Univers: „Naintea nopții noastre împlă / Crăiasa dulcii dimineți; / Chiar moartea însăși e-o părere / Și un visternic de vieți” („*Cu mâine zilele-ți adaogi...*”, v. 1, p. 180); „O eternă auroră rumenește lumea lor” („*Memento mori*”, v. 1, p. 298). Chiar și în cazul când Universul trece prin starea de singularitate Poetului i se arată înaintea lumină: „Și din a chaosului văi, / Jur împrejur de sine, / Vedea, ca-n ziua cea dintâi, / Cum izvorau lumine” („*Luceafărul*”, v. 1, p. 161). „Înțeleptul este acela care vede lumina” [Drăgan 1989, p. 140].

**Eminescu identifică lumina cu viața:** „sâmburul luminii de viață dătător” („*Rugăciunea unui dac*”, v. 1, p. 120); „Toate organismele sunt asemenea unei depănători, cari prefac mișcarea în linie dreaptă – care-ar fi infinit de lungă – într-o linie învălătucită împrejurul ei ca la ghem. Gheme de lumină” (ms. 2267, v. 3, p. 106). Și biologia îi dă dreptate, lumina este izvor de viață [Gavrilă 1995, p. 49]. Poetul identifică lumina cu a fi: „Luminează-te și vei fi” („*Abia apucarăm să zicem...*”, v. 6, p. 253). Identifică omul cu lumina: „Ah! – zise unul – spuneți că-i omul o lumină / Pe lumea asta plină de-amaruri și de chin?” („*Împărat și proletar*”, v. 1, p. 78); „Dan era o umbră luminoasă” („*Sărmanul Dionis*”, v. 2, p. 73); „Cu ochi de dulce lumină” („*Ondina*”, v. 1, p. 208); cu „ochi de lumină” („*Mortua est!*”, v. 1, p. 64); „Cu-a ei ochi numai lumină” („*Miron și frumoasa fără corp*”, v. 1, p. 436); „Cu o rază de lumină / Ce-arde geana ochilor” („*La o artistă*”, v. 1, p. 51). Pe cei răi Poetul îi prezintă ca pe niște ființe scăpate din frânele luminii: „Ei, din frânele luminii și ai soarelui scăpați” („*Scrisoarea I*”, v. 1, p. 131). Eminescu mai aseamănă omul cu lumânarea care arde, luminându-i pe alții: „căpețelul de lumină începu a agoniza fumegând” („*Sărmanul Dionis*”, v. 2, p. 66); „Astfel dar fini și dânsa drumul sorții pământene: / Arde lumânarea vieții până la un căpițel” („*Antropomorfism*”, v. 1, p. 392). Poetul își vede misiunea în a combate întunericul: „Avem de combătut întunericul – Turan – sub formă de minciună, sub formă de invidie, sub formă de mișelie – noi Aryas, luminoșii” (ms. 2275B, f.90, v. 3, p. 113). Înțelegea bine că cunoașterea este lumină, iar necunoașterea întuneric și omul trebuie să se zbată pentru lumină [Sullivan 1967, p. 331]: „Revărsăm o oarecare lumină” („*Invențiunea tiparului...*”)],



v. 7, p. 141). Poetul fiind „unul din acei care vrea să scoată oamenii, neamul la lumină” („*Teatrul evreiesc*”, v. 5, p. 135): „Urmează-mă și fii a mea, te voi duce acolo, unde e lumină veșnică”. Așa cum a făcut Hristos: „Christos a înviat din morți, / Cu cetele sfinte, / Cu moartea pre moarte călcând-o, / Lumina ducând-o / Celor din morminte!” („*Învierea*”, v. 1, p. 529). Nu este întâmplător faptul că scriitorul rus Gorki (1868 - 1936) a cules legenda despre Danco pe meleagurile noastre. „Făclia Danco luminează mințile și cărările altora, ajutându-i pe oameni să iasă din întuneric și ignoranță” [Vrabie 2004, p. 51]. Totodată Poetul amintește cititorilor, că „lumina nu se aprinde decât pentru cei ce văd, nu pentru orbi” („*Jeri s-a citit...*”, v. 6, p. 72).

**Feeria fantastică a luminilor care destramă întunericul demonstrează că Eminescu este un „poet al luminii”** [Paleologu-Matta 2007, p. 154]. Eminescu este „miracolul unei naturi al cărei principiu fundamental, lumina, suscită extaz și vrajă” [Ciopraga 1991, v.2, p. 605]. Poetul „avea inimă deschisă, era luminos, sugestiv și plin de vervă, încât te simțeai mai bun, mai deștept și mai vrednic după ce ai stat timp de câteva ceasuri sub înrâurirea lui” [Slavici 1990, v. 1, p. 164]. Poemul său „Luceafărul” fiind un „poem al luminii” [Drăgan 1989, p. 146]. „Prin verbul său, Eminescu leagă taina de expresie, pune în acord lumina cu limbajul, face ca înseși silabele limbii române să lumineze, să devină structuri de lumină dătătoare de sens lumii” [Baltag 1991, v.2, p. 586]. Într-adevăr lumina la Poet echivalează cu tot ce-i frumos: „E chipul tău, lumină necrezută / De frumuseți, de taină, curăție, / Ce nopții reci lucire-i împrumută” („*Sătul de lucru...*” (după Shakespeare, *Sonete*, XXVII), v. 1, p. 684). Iar frumosul cu eternul: „De aceea la-nceput era Verbul și Verbul era Dumnezeu și Dumnezeu era Verbul” (ms. 2267, f. 1v., „*Fragmentarium*”, p. 76). Până și plecarea din lumea aceasta Poetul o înfățișează prin frumusețea luminii: „Doar atunci când prin lumina / M-oi sui la Dumnezeu, / Veți gândi și voi la mine / Cum am fost în lume eu” („*Cântecul lăutarului*”, v. 1, p. 242).

**Eminescu a ales eternitatea, pe omul aspirând la eternitate:** „Dar deasupra-astei mulțimi pestrițe / De gânduri trecătoare, vezi departe / Munții de vecinici gânduri ridicând / A lor trufașă frunte către cer: / Cu nepăsare ei privesc la toate / Efemeridele ce trec în vale / Cântând, vuind, certându-se și toate / Aspirând la un lucru care-n veci / Nu poate fi a lor – eternitatea” („*O, te-nsenină, întuneric rece...*”, v. 1, p. 252); „Suflet îmbătut de raze și de eterne primăveri” („*Venere și madonă*”, v. 1, p. 58). Așa cum au procedat vechii evrei: „În fața poporului egiptean stăteau două popoare [...] grecii și evreii – Marte și Moise. Marte și-a ales pentru practică artele, apucăturile industriale, chițibușurile [...] orele dintr-o zi. Moise și-a ales partea cea bună: elementele substanței cosmice și nemurirea sufletului. Unii lași și speculanți, alții viteji și drepti” (ms. 2255, f.364, „*Fragmentarium*” 1981, p. 570); „o dare de sine[a] individualității sale trecătoare la una eternă, căria i s-a [dat] prin poet o existență fără manc (defect)” („*Arta reprezentării dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 172); „popor cu aspirări eterne” („*Decebal*”, v. 2, p. 308). Pentru Poet a merge spre eternitate înseamnă a învinge timpul: „Adeseori îmi părea cum că Eternitatea nu mi-ar fi destulă s-o ador și că, îmbrăcat în haina morții, eu, în lupta cu bătrânul timp, îi rumpeam aripile și-l azvârleam în uitare! ”*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 27). Îl interesa partea eternă din om: „ne vom învrednici poate cu vremea de-a crea o atmosferă artistică unde oamenii de orice opinie să poată privi c-un egal interes zăgrăvirea părții eterne din om” („*Revista teatrală*” [„*Moartea lui Petru cel Mare*” ...], v. 5, p. 315). Eminescu

vedea eternitatea omului nu în piramide și palate, ci în gândurile acestuia de renaștere: „Piramide și temple, orașe și grădini suspendate ... Ce căutați a prinde eternitatea în niște coji de piatră, care pentru mine sunt coji de alună... În mine, în pieire și renaștere este eternitatea...” („*Avatarii faraonului Tla*”, v. 2, p. 109). Prin existența Omului Universului i s-a pus în față oglinda eternității: „Apoi se limpezi oglinda și eternitatea din cer se uită în ea însăși... și se miră de frumusețea ei” („*Avatarii faraonului Tla*”, v. 2, p. 109). Iar ea, eternitatea, poate fi descifrată din prezentul trecător: „Descifrând eternitatea din ruina unui an” („*Epigoni*”, v. 1, p. 61). Pentru ca să te prinzi de poalele eternității, consideră Poetul, trebuie să prinzi momentul când cade fructul din Pomul binelui și al răului: „momentul acela în care fructul cade din arborele binelui și-a răului” („*Arta reprezentării dramatice dezvoltată științific și în legătura ei organică*” de Enric Theodor Rotscher”, v. 4, p. 201). Ce structură simfonică are opera Poetului!

**Poetul a ales Cerul, fiindcă acolo se rezolvă problemele cele mari ale Omului:** „Ca să nu mă-nșele și pe mine acest criminal nebun îmi dăruiesc pământul... Mie ... (Mi-ajunge) cerul mi-e destul (:Eu...mă mulțumesc cu cerul)” (Ms. 2262, f.4v., „*Fragmentarium*” 1981, p. 85); „Genarul era creștin și puterea lui nu era în duhurile întunericului ci în Dumnezeu” („*Făt-Frumos din lacrimă*”, v. 2, p. 189). Cerul, lăcașul lui Dumnezeu, este locul unde nu există invidie, mișelie: „Avem de combătut întunericul – Turan – sub formă de minciună, sub formă de invidie, sub formă de mișelie – noi Aryas, luminoșii” (ms. 2275B, f.90, v. 3, p. 113). Nu umblă hoțul: „E atâta martiriu/.../ în furtul celor ce-l comit” (ms. 2285, f. 67, „*Fragmentarium*” 1981, p. 226); „o hoție ca să zic privilegiată” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 53). Nu atacă rugina: „Ajunse doar la ușa apartamentului din urmă. Ah! aceea era închisă de o sută de ani. Broasca ruginită...” („*Avatarii faraonului Tla*”, v. 2, p. 117); „El deschise c-o cheie mare și ruginită poarta” („*Avatarii faraonului Tla*”, v. 2, p. 113); „El își tunse barba și părul c-un foarfece ruginit...” („*Avatarii faraonului Tla*”, v. 2, p. 113); „O arfă de aramă cu coarde ruginite, / El zbârnâie pe dânsa un cântec dezolat” („*Povestea magului călător în stele*” v. 1, p. 333). Nu erodează caria: „Dar ce-i ajută coaja cariului care-a-ncremenit în lemnul vieții?” („*Archaeus*”, v. 2, p. 147); „Pe inima-mi pustie zadarnic mâna-mi țiu, / Ea bate ca și cariul încet într-un sicriu” („*Melancolie*”, v. 1, p. 88); „Drept dascăl toacă cariul sub învechitul mur” („*Melancolie*”, v. 1, p. 88); „Încet se uscă-asemeni vânjosului stejar. / Pe care-l roade cariul...” („*Bogdan Dragoș*”, v. 2, p. 356). Nu mănâncă molia: „Suntem ca flori pripite, citim în colbul școlii / Pe cărți cu file unse, ce roase sunt de molii” („*Icoană și privat*”, v. 1, p. 488); „Cărți vechi, roase de molii, cu păreții afumați, / I-am deschis unsele pagini, cu-a lor litere bătrâne, / Strâmbe ca gândirea oarbă unor secole străine” („*Dumnezeu și om*”, v. 1, p. 352); „În zădar în colbul școlii, / Prin autori mâncați de molii, / Cauți urma frumuseții / Și îndemnurile vieții” („*În zădar în colbul școlii...*”, v. 1, p. 599); „Din cărți străvechi roase de molii / Își împlu mintea cu eres” („*E împărțită omenirea...*”, v. 1, p. 461); „O, capete pripite, în colbul trist al școlii, / Cetiți în foliante ce roase sunt de molii” („*Ca o făclie...*”, v. 1, p. 567); „el deschise o carte veche legată cu piele și roasă de molii” („*Sărmanul Dionis*”, v. 2, p. 66); „Confundam pe bietul dascăl cu un crai mâncat de molii” („*Scrisoarea II*”, v. 1, p. 135). Nu roade șoarecele: „Am și bagajie: cărți, manuscrise, ciboate vechi, lăzi cu șoareci și molii” („*Scrisoare către Ioan Slavici, 12 octombrie 1877*”, v. 3, p. 492); „Dar atunci greieri, șoareci, / Cu ușor-măruntul mers, / Readuc melancolia-mi, / Iar ea se face vers” („*Singurătate*”, v. 1, p.

115); „În odaie prin unghere / S-a țesut păinjenis / Și prin cărțile în vrafuri / Umbă șoarecii furiș. / ... / Și ascult cum învelișul / De la cărți ei mi le rod” („*Singurătate*”, v. 1, p. 114).

**În alegerea criteriilor de decizie, Eminescu urma creștinește îndemnul lui Zoroastru, care învăța să trăiești cu gând bun, cu cuvânt bun și cu faptă bună** [Boyce 1987, p. 43]: „Meditez la mijloacele de a deveni un om de bine”, spunea filosoful antic Pyrron (c. 360 – 286 î. Hr.); „Ne place nouă și gluma mai bruscă, numai ea să fie morală, să nu fie croită pe spatele a ce e bun” („*Repertoriul nostru teatral*”, v. 5, p. 21); „Măria ta, uitate din partea noastră sunt; / De-ai fost nedrept cu gândul, cu bine ai plătit” („*Bogdan-Dragoș*”, v. 2, p. 366); „De am greșit cu fapta, cu inima, cu gândul, / Iertați-mă cu toții, mă descărcați de vină, / Și sarcina de rele faceți-mi-o ușoară / Să pot trece mai liber prin vămile veciei” („*Bogdan Dragoș*”, v. 2, p. 366). Într-o discuție purtată în 1991 cu preotul Galeriu (1918-2003) la Casa Studenților din București, domnia sa mi-a atras atenția că elementul definitiv al religiei ortodoxe este taxarea răului, întunericului ... și convertirea acestora, respectiv, în bine, în lumină... De altfel, la traci Zeul luminii Apollo (Soarele) este „cel care alungă răul”. Idealul mesianic e ca: în cunoașterea răului se află începutul salvării, al unei viitoare regenerări. Ca să descopăr că acesta era și crezul lui Eminescu. Poetul pleda pentru o reformare fizică și morală a lumii înconjurătoare, pentru îndreptarea lucrurilor.

**Omul distinge în Lume două extreme clare.** Binele Suprem: „Căutați împărăția lui Dumnezeu, zice Evanghelia, și celelalte vă vor deveni cu de prisos” („*Politica de stat și politica de partid*”, v. 7, p.38). Și Răul Suprem: „Și ce-i mai rămâne să facă săracul? / În lac să privească cum joacă malacul?” („*Diamantul Nordului*”, v. 1, p. 513). Din punctul de vedere al dăinuirii, Omul trebuie să aleagă între „cea mai rea posibilă” (preponderență îi dădea Schopenhauer) și „cea mai bună posibilă” (preponderență îi dădea Leibniz (1646-1716)) stare a Lumii. În viziunea lui Eminescu vectorul activității omenești trebuie astfel îndreptat ca să deplaseze Lumea de la prima extremă spre cea de a doua, adică să convertească Lumea, sub toate aspectele, fizic, informațional, social, moral, spiritual, și la toate nivelele, din rea în mai bună: „Și cu toate astea bradul a crescut strâmb vrei să zici. Dacă furtuna cuvintelor tale, nu-l va îndrepta neci suflarea cea dulce și mirositoare a unei femei...” („*Mira*”, v. 2, p. 229). Aidoma lui Hristos, care preface apa în vin, Eminescu convertește răul în bine: „De-ai fi ca alți oameni, atunci se poate, / Că soarta ta-n bine din rău aș schimba” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 326); „Dar soarta lui schimba-voi, din rău oi face bine” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 331). Încifrând peste tot în lume binele: „În mână de vei prinde – a istoriei carte / Și dacă tu de frică sau poate de rușine / În faptele ei rele nu vei încifra bine, / Vedea-vei cum sub ochii-ți în plin se desfășoară / Răul și iarăși răul...” („*Andrei Mureșanu*”, v. 2, p. 272). Întunericul în lumină: „O noapte-eternă prefăcută-n ziuă” („*Fata-n grădina de aur*”, v. 1, p. 415). „Eminescu a făcut din poezia nopții o scară imaginară către lumină” [Ciopraga 1991, p. 297]. Gândurile negre în gânduri luminoase: „Din crengi de gânduri negre o floare se desprinde” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 284). Sufletul rece în suflet luminos: „Din sufletu-ți rece tu fă o grădină / Cu râuri de cânturi, cu flori de lumină” („*Care-o fi în lume...*”, v. 1, p. 214). Patima în virtute: „Cu farmecul luminei reci / Simțirile străbate-mi: / Revarsă de veci / Pe noaptea mea de patemi” („*Să fie sara-n asfințit*”, v. 1, p. 637). Iarna în primăvară: „Cu arbori ce din iarnă fac blândă primăvară” („*Povestea magului călător în stele*”, v. 1, p. 314). Teluricul în celest, din demon - sfânt, din chicot – simfonie: „Din demon făcui o sântă, dintr-un chicot, simfonie, / Din ochirile-ți murdare, ochiu-aurorei

matinal” („*Venere și madonă*”, v. 1, p. 59). Din bacantă – inocentă: „Și-am zvârlit asupra-ți, crudo, vâlul alb de poezie, / Și paloarei tale raza inocenței eu i-am dat” („*Venere și madonă*”, v. 1, p. 59). Din om slab - om bun: „Cel slab trebuie încurajat și lăudat pentru ca să devie bun” (ms. 2257, f. 246, „*Fragmentarium*” 1981). Din țăran – rege: „Dacă dintr-un țăran făcu un rege...” („*Decebal*”, v. 2, p. 308). Din efemer – etern: „vei lăsa ca umbra unei zile să se eternizeze prin tine...” („*O taci, ce spui că mă iubești copilă...*”, v. 2, p. 183). Eminescu în permanență înnobilează Lumea, perfecționează omul, punând în valoare umanul din el, cultivând ceea ce este bun și divin [Diaconescu 1994, p. 276].

**Toate aceste fapte luate împreună îl arată pe Eminescu ca optimist:** „Pesimist în înțelesul cinstit al cuvântului nu putea să fie omul care era cuprins de pietate față cu „bătrânii” totdeauna înțelepți și buni, nici omul care se însuflețea pentru poporul despuiat și batjocurit de străini și de înstrăinați, nici mai ales omul care se luptă în toate clipele pentru biruința binelui, despre care nu se îndoia niciodată” [Slavici 1971, p.143]; „Pesimismul” și „optimismul”, mult disputatele concepte ale exegezei eminesciene... par să se înscrie în aceeași ordine, a existenței contrariilor, proiectate însă în timpul interior al eului profund [Drăgan 1989, p. 100].

**Eminescu a observat la Shakespeare coexistența contrariilor, când antitezele nu se luptă, ci se împreună-n liniște:** „antiteza la cel de al doilea sunt maximele de înțelept în gură de nebun, dar aceste antiteze nu se luptă, ci se împreună în liniște” („*Revista teatrală*” [„*Despre trei reprezentatii...*”, v. 5, p. 253). Dintr-un îndemn conștientizat „Eminescu reface, în scurt, un lung traseu cultural ... de la sublinierea apăsată a antitezelor la început la dorința de mediere a lor” [Drăgan 1989, p. 111], caracterizată la Poet prin „neclintita limbă”, cumpăna gândirii (dinamica eului profund), care mereu rămâne în echilibru, ideea cumpenei persistând în opera eminesciană [Drăgan 1989, p. 105 - 106]: „Și azi îndrept aceleași crud-întrebări la soarte / S-asamăn întreolaltă viață și cu moarte - / Și-n cumpăna gândirii-mi nimica nu se schimbă, / Căci între amândouă stă neclintita limbă” („*Mureșan*”, v. 2, p. 276). „Contemplarea lucidă a punctului (virtual) de nemișcare dintre zi și noapte, viață și moarte naște sentimentul împăcării cosmice, liniștea mioritică” [Drăgan 1989, p. 111]. Astfel lui Eminescu îi este proprie nu atât obsesia contrariilor, cât căutarea obstinată a împăcării lor, a echilibrului, a „ecuațiunii” [Drăgan 1989, p. 101- 102]. Celestial și terestru, numenal și fenomenal permanent se echilibrează, tinzând spre un „zero dinamic” (ms. 2275, f. 33, „*Fragmentarium*” 1981, p. 289), conținut virtual în mișcarea universală [Drăgan 1989, p. 77]. Binele și răul, spune biologia, sunt într-adevăr categorii antagonice inseparabile la nivelul macromoleculii ADN [Gavrila 1995, p. 41]. În același timp oamenii cu gânduri bune și cei cu gânduri rele au imagini ale câmpului biologic diferite [Gavrila 1995, p. 150], de asemenea, aura degetului arătător este diferită de gândurile bune sau rele care stăpânesc pe subiect [Gavrila 1995, p. 142]. Eminescu privește la categoriile enunțate în același fel: „Căci antiteza e o ecuație” (ms. 2275, f. 18, „*Fragmentarium*” 1981, p. 334); „Cum în sămânța dulce a răului s-a pus / Puterea de viață!” („*Andrei Mureșanu*”, v.2, p. 273); „Din crengi de gânduri negre o floare se desprinde” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 284). Semințele plantelor germină în pământ, la întuneric, planta se naște venind din întuneric spre lumină, este o echivalență în biologie [Gavrila 1995, p. 157]. „Chipul cu păr de aur, cu ochiul înțelept” din poemele eminesciene, la fel vine „din noaptea neființei” [Drăgan 1989, p. 138]. Complementaritatea dătătoare de viață fiind o lege esențială nu numai pentru universul fizic și psihic uman, ci și pentru cel material

[Gavrila 1995, p. 142]. Nu întâmplător spunea Eliade: „Există în substanța fiecărei culturi o contradicție originară, un conflict, sau mai bine zis o ambivalență care nu-și găsește echilibrul decât în sinteze extrem de rare” [Drăgan 1989, p. 46].

**Aceasta numai la prima vedere pare că Lumea se prezintă simetric** din punctul de vedere al categoriilor filozofice enumerate mai sus. Vorbește despre acest lucru Eminescu: „În tine vede-se că e în ceriure / Un Dumnezeu, / Purtând simetria și-a ei misterure în gândul său” („*Ondina*”, v. 1, p. 207); „O tendință atât de mare spre echitate, încât stagnează în o iubire a apropiului mai mare decât iubire de sine însușii” (ms. 2255, f. 381, „*Fragmentarium*” 1981, p. 117). Vorbește Creangă în abecedarul său, în exemplul cu merele bune și merele putrede [Creangă 1990, p. 48], filozofii contemporani: „Natura pare simetrică la sensuri, direcțiile binelui și răului fiindu-i parcă egale” [Drăgănescu 1990, p.190 - 191]. Binele și răul, lumina și întunericul ..., par numai a se conține în proporții egale, a se compensa: „Cât de naltă vi-i mărirea, tot așa de-adânc' căderea” („*Memento mori*”, v. 1, p. 302); „Mari în virtutea lor, mari în păcatele lor” („*Mira*”, v.1, p. 235). În realitate însă lucrurile stau puțin altfel. Nu trăim într-un Univers compensatoriu, ci în unul asimetric, între categoriile menționate există o asimetrie. Eminescu percepea ordinea universală ca fiind prezidată de un principiu al pozitivului: „condiția de existență a unei societăți omenești este paza legii pozitive” („*Când opozițiunea...*”, v. 8, p. 490); „un program caută înainte de toate să fie pozitiv” ([„*Parturiunt montes...*”], v. 8, p. 152); „Judiciile negative dovedesc un grozav gol intelectual, prin nedeterminarea lor infinită; se pot înmulți în infinit fără ca cineva să știe ce lipsește în adevăr” ([„*Parturiunt montes...*”], v. 8, p. 152). În „sâmburele lumii” sălășluiește răspunsul, care răzbate până în viața oamenilor: „În orice om o lume își face încercarea / Bătrânul Demiurgos se opintește-n van; / În orice minte lumea își pune întrebarea / Din nou: de unde vine și unde merge floarea / Dorințelor obscure sădite în noian?” („*Împărat și proletar*”, v. 1, p. 84); „În fiecare om Universul s-opintește” (ms. 2262, f. 42v., „*Fragmentarium*”, p. 76). „Legile dreptății și ale binelui sunt conținute de natura însuși, umanizată. În elementele ei omul se caută pe sine, de fapt o nouă lume, a cărei construcție reproduce ordinea și armonia naturii” [Drăgan 1989, p. 82]. „A fi” predomină asupra „a nu fi”. „Dacă tăria s-ar negri / De vijelii rebele / Și dacă stelele-ar pieri / S-ar naște iarăși stele. / Să cază lumile-n genuni / Ca frunze seci pe vânturi, / Pământuri piară-n stricăciuni / S-ar naște iar pământuri” („*Luceafărul*” variantă, Creția 1992, p. 126). Viața asupra morții: „Și viața niciodată nu moare. Cade tatăl / Trăiește însă fiul...” („*Bogdan-Dragoș*”, v.2 , p. 358); „Căci eterne sunt ale lumii toate: / De se nasc, mor tot pieritoare forme, / Dar cu toatele au înăuntru viața / Păsării Phoenix” („*Căci eterne sunt ale lumii toate*”, Creția 1992, p. 74). Binele - asupra răului: „Cată bine. Căci lumea e creată anume pentru bine” („*Mureșanu*”, v. 2, p. 278); „Un ceas mai am, și iată că voi ajunge-n fine / Atât de sus în lumea creată pentru bine” („*Gemenii*”, v. 1, p. 609); „Oricât de grea ar fi în lumea aceasta lupta pentru bine și adevăr, totuși până în sfârșit izbutește” („*Din Viena ne vine știrea...*”, v. 6, p. 417); „avem a constata o urmă de bine și de adevăr” („*Vasile Conta*”, v. 8, p. 231). Lumina - asupra întunericului: „Naintea nopții noastre împlă / Crăiasa dulcii dimineți” („*Cu mâine zilele-ți adaogi...*”, v. 1, p. 180). Iubirea – asupra urii: „Dar mai puternic, mai nalt, mai dulce / Îi pare legea de a iubi, / Fără ea nu e de a trăi, / Fără ea omul ca stins se duce” („*Phylosophia copilei*”, v. 1, p. 215). Adevărul - asupra minciunii: „Eu sunt Buddhist /.../ Religia mea îmi comandă de-a nu spune decât atâta cât poate s-aducă pe o ființă la conștiința de sine, la acea fulgurație intelectuală care să-l facă a vedea că

degeaba răul se zbate, degeaba răutatea se frământă, degeaba minciuna luptă, căci luptă în contra unei puteri constante, care există pururi, în contra lui Brahm, a adevărului” (ms. 2275B, f. 89, „*Fragmentarium*” 1981); „Cine poartă plosca cu minciunile n-o duce mult” („*Astăzi fiind prima întrunire...*”, v. 6, p. 641). Dreptatea - asupra nedreptății: „Că nu poate nedreptul etern ca să domine” („*Andrei Mureșanu*”, v. 1, p. 273). Frumosul - asupra urâtului: „Împotriviri duiioase-a frumuseții / În lupte dulci disfac urâtul vieții” („*Părea c-așteaptă...*”, v. 1, p. 517). Moralul - asupra amoralului: „Ne place nouă și caracterul vulgar, numai corupt să nu fie; onest, drept și bun ca litera evangheliei” („*Repertoriul nostru teatral*”, v. 5, p. 21). Virtutea asupra viciului: „Poate oare virtutea să-nvingă viciul...” („*Geniu pustiu*”, v. 2, p. 23); „Pe cât de-adânc a căzut diamantul în mare pe-atâta trebuie și scos – și virtutea e-un diamant ce trebuie să-l scoți” (ms. 2257, v. 3, p. 38). Putința - asupra neputinței: „Puterea are de-a învinge ... – nvinse” („*Demonism*”, v. 1, p. 256); „ – Nu vezi tu, Mario, că tot ce gândesc eu îngerii împlinesc în clipă?” („*Sărmanul Dionis*”, v. 2, p. 76). Celestial - asupra teluricului: „Genarul era creștin și puterea lui nu era în duhurile întunericului ci în Dumnezeu” („*Făt-Frumos din lacrimă*”, v. 2, p. 189). Eternului - asupra efemerului: „O eternă auroră rumenește lumea lor” („*Memento mori*”, v. 1, p. 298); „Nu de tot voi muri, partea mai bună a mea / Va scăpa de mormânt...” („*Fragmente*” (Horațiu), „Mi-am zidit un monument”, v. 1, p. 680).

**Această asimetrie eminesciană este un principiu constructiv, generator de ființă, care i-a permis Poetului să ajungă la miezul realității:** „Au aflat sâmburele lumii, tot ce-i drept, frumos și bun” („*Egipetul*”, v. 1, p. 69). Faptul că Universul nostru constă din materie, nu și din antimaterie, astrofizicienii de azi îl explică prin existența unei infime asimetrii a proceselor ce au avut loc la începuturile lui. Astrofizicianul Markov (1908–1994), pe care autorul a avut fericirea să-l asculte pe când era student la Dubna, bunăoară, admitea că Universul ar fi putut să se nască în urma ciocnirii a doi protoni [Markov, 1976], care se mișcau în întâmpinare cu viteza luminii, iar fizicianul Saharov (1921-1989) explica asimetria barionică a Universului (Universul e asimetric din punctul de vedere al particulelor și antiparticulelor [Gamow 1969, p. 131], al materiei și antimateriei [Barașenkov 1987, pp. 102 - 104]) prin o mică asimetrie a felului de dezintegrare a leptonilor stranii (lepto-quarkurilor) inițiali [Rozenal 1990, p. 47], [Holban, 1986,1992]. Practic amândoi savanții au admis aceeași ipoteză utilizată de Eminescu, că un spirit bun, luminos domină Lumea. Biologii susțin că o asimetrie la nivel molecular stă la baza reactivității tuturor organismelor [Gavrila 1995, p. 140]. Asimetria materiei vii rămânând încă neexplicabilă, Pasteur (1822-1895) enunțase ideea că sinteza asimetrică în organismele vii poate să aibă la bază un factor cosmic asimetric [Șklovski 1973, p. 169]. Că are aceasta vreo legătură cu asimetria barionică, încă nu se știe. Interesant este faptul că Eminescu punea la baza funcționării criteriilor de decizie caracteristicile intrinseci ale spațiului și timpului, ale primordialului: „Rămâne ca timpul și spațiul, aceste ursitori ai tuturor germenilor aruncați de mâna naturei, să-i ducă la o dezvoltare pozitivă or negativă” (*Scrisoare către Titu Maiorescu*, august 1872, v. 3, p. 391). Noile cunoștințe științifice îndeamnă la o reconsiderare a teoriei antitezelor din opera poetică a lui Eminescu, considerând-o că ea se bazează pe ceea ce astăzi se numește principiul „recesivității ca structură a Lumii” (Florian) [Drăgan 1989, p. 138]. Termenii opuși ai antitezei sunt într-o opoziție recesivă, unul fiind dominant, iar celălalt - secundar, recesiv. Ei se întrec, dar nu se topesc unul în altul și nu-și trădează natura proprie [Drăgan 1989, p. 114

- 115]. Lumea fiind astfel percepută nu ca simetrie, ci ca disimetrie, în care unul dintre termenii opuși este dominant [Drăgan 1989, p. 138]. Multe porți a deschis Poetul, se tânguia că doar una n-a fost în stare s-o deschidă: „...numai o poartă închisă n-am putut-o trece niciodată. Deasupra ei, în triunghi, era un ochi de foc, și deasupra ochiului un proverb în litere strâmbe ale întunecatei Arabii” („*Umbra mea*”, v. 2, p. 86). Poarta Domnului, prin care, dacă o treci, poți citi mesajul increatului, pe care Poetul dorea să-l afle. Astăzi se pare că și această poartă a fost deschisă de fizicienii de la faimosul ciclotron de la Geneva, unde savanții „bat cap în cap” protoni ce se mișcă cu viteze apropiate de cea a luminii obținând stări ale materiei echivalente cu cea care exista pe timpul când „a ieșit Lumea din haos”, descoperind aici acea particulă responsabilă de asimetria Lumii, bozonul Higgs, supranumit „particula lui Dumnezeu” [Particula...].

Prin criteriile decizionale și principiile pe care le urma, Eminescu are capacitatea genială de a fi mereu contemporan și de a trasa punți durabile nu numai între secole, ci și între milenii: „N-a fost om acel ce cade, ci a veacului gândire / A trăit în el... Cu dânsul cartea lumii iar s-a-nchis” („*Memento mori*”, v. 1, p. 309).

#### BBIBLIOGRAFIE:

- EMINESCU Mihai. Opere, v.1 - 8. Chișinău: „Gunivas”, 2001.
- EMINESCU Mihai. Fragmentarium. Ediție după manuscrise, cu variante, note, addenda și indici de Magdalena D. Vatamaniuc). București: „Editura Științifică și Enciclopedică”, 1981. - 813 p.
- EMINESCU Mihai. Publicistică. Cartea moldovenească. Chișinău, 1990. 572 p.
- EMINESCU Mihai. Poezii inedite. Ediție de Petru Creția, Chișinău: „Universitas”, 1992, 135p.
- АРИСТОТЕЛЪ (ARISTOTEL), Сочинения в 4-х томах, т.1. Москва: „Мысль”, 1976. - 550с.
- BALTAG Cezar. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.2. București: „Minerva”, 1991.
- БАРАШЕНКОВ В.С. (BARAȘENKOV V.S.). Кварки, протоны, Вселенная. Москва: „Знание”, 1987. - 192 с.
- БОИС Мэри (BOYCE Mary). Зороастрийцы. Москва: „Наука”, 1987. - 303с.
- COANDĂ S.P. Metodele și formele cunoașterii științifice. Chișinău: Universitas, 1991, -76p.
- CIOPRAGA Constantin. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.2. București: „Minerva”, 1991.
- CREANGĂ Ion. Abecedar. „Athenaeum”, București, 1990, 72p.
- DIACONESCU Mihail. Istorie și valori. București: „Editura ministerului de interne”, 1994.- 512 p.
- DOGA Eugen. Compozitor, academician. Chișinău: „Știința”. 2007. – 414 p.
- DRĂGAN Gheorghe. Poetică eminesciană. Iași: „Junimea”. 1989. – 204 p.
- DRĂGĂNESCU Mihai. Informația materiei. București: „Editura Academiei Române”, 1990. – 254 p.
- DRUȚĂ Ion. Scrieri. v. 4. Chișinău: „Hyperion”, 1990. – 478 p.
- DUMITRIU Anton. Retrospective. București: „Editura tehnică”, 1991. – 248 p.
- ELIADE Mircea. Istoria credințelor și ideilor religioase, v. 1 – 3. Chișinău: „Universitas”, 1994.
- GAMOW George. Biografia fizicii. București: „Editura științifică”, 1971. - 389 p.

- GAVRILĂ Lucian. Viața – un experiment nesfârșit București: „Albatros”, 1995. - 304 p.
- GHERASIM Vasile. Mihai Eminescu. Studii și articole. Iași: Junimea, 1977. - 207 p.
- HOLBAN Ion. Cămașa de oțel. Baia Mare: „Helvetica”, 1997. - 111 p.
- HOLBAN Ion. Pe serpentinele fizicii. Chișinău: „Cartea moldovenească”, 1986. - 222 p.; „Știința”, 1992 – 224 p.
- LAURIAN D.A. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.1, București: „Minerva”, 1990.
- MAIORESCU Titu. Critice. Chișinău: „Hyperion”, 1989. - 415 p.
- МАРКОВ М. А. (MARKOV M.A.) О природе материи. – М.: Наука, 1976.
- PALEOLOGU-MATTA Svetlana. Eminescu și abisul ontologic. Timișoara: „Augusta”. 2007. – 314 p.
- Particula lui Dumnezeu. <http://www.natgeo.ro/stiinta/cercetare-si-tehnologii/8599-particula-lui-19.10.2015>
- ПУАНКАРЕ Анри (POINCARÉ Henry). О науке. Москва: „Наука”, 1983. - 560 с.
- РОЗЕНТАЛЬ И.Л. (ROSENTAL I.L.) Вселенная и частицы. Москва: „Знание”, 1990. - 64 с
- RUSU Liviu. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.2. București: „Minerva”, 1991
- SLAVICI Ioan. În cartea: „Amintiri despre Eminescu”. Iași. „Junimea” 1971, 248 p.
- SLAVICI Ioan. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.1, București: „Minerva”, 1990.
- САЛЛИВАН У. (SULLIVAN Walter). Мы не одни. Москва: „Мир”, 1967. - 384 с.
- ШКЛОВСКИЙ И.С. (ŞKLOVSKI I.S.) Вселенная, жизнь, разум. Москва: „Наука”, 1973.– 336 с.
- ШКЛОВСКИЙ И.С. (ŞKLOVSKI I.S.) Поиски внеземных цивилизаций. с. 51 - 62. В книге: Вселенная и разум. Москва: Знание, 1988. - 64 с.
- ШКЛОВСКИЙ И.С. (ŞKLOVSKI I.S.) Звёзды (их рождение, жизнь и смерть). Москва: „Наука”, 1975. – 368 с.
- VLĂHUȚĂ Alexandru. În cartea: Eminescu. Un veac de nemurire. v.1, București: „Minerva”, 1990.
- VLĂHUȚĂ Alexandru. În cartea: „Amintiri despre Eminescu”. Iași. „Junimea”, 1971, 248p.
- VRABIE Gheorghe. Aurel David, timpul, artistul și opera. Chișinău: „Cartea Moldovei”, 2004. – 115 p.
- ВИГНЕР Е. (WIGNER Eugene). Этюды о симметрии. Москва: „Мир”, 1971. - 318с.