

P-ISSN 1810-6498

E-ISSN 2537-6349

Categoria C

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

FIZICA
ȘI
TEHNOLOGIILE MODERNE

(„Fizica și tehnologiile moderne – <http://sfm.asm.md/ftm/index.html>”)

Revistă științifico-didactică și de popularizare a științei

VOL. 14

Chișinău 2016

nr.3-4 (55-56)

Fizica și tehnologiile moderne

Revistă trimestrială științifică, științifico-didactică și de popularizare a științei. Cuprinde materiale de larg interes din domeniul fizicii și științelor conexe acesteia. Tiraj – 100 ex. Revista este reacreditată ca publicație științifică de profil prin Hotărârea comună nr. 151 din 26 mai 2016 a Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al AȘM și a Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare și inclusă în lista revistelor științifice de profil la categoria C, profilul științe fizice; știința informației; științe ingineresti și tehnologii (Hotărârea nr. 245 din 11.11.2015).

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

Redactor-șef	Dr. Ion HOLBAN
Redactor-șef adjunct	Conf.univ.dr. Anatol SÂRGHI
Secretar de redacție, redactor	Lect. univ. superior, GrD I, Ștefan D. TIRON
Tehnoredactare, coperta	Sergiu CÂRLIG

Colegiul de redacție

Dr. Ion ANDRONIC	Dr. habil. Valerian DOROGAN	Dr. habil. Dormidont ȘERBAN
Dr. Nicolae BALMUȘ	Dr. habil. Valeriu DULGHERU	Acad. Ion TIGHINEANU
Acad. Valeriu CANȚER	Cerc. șt. Ion ILIEȘ	Prof.univ. dr. Florea ULIU ,
Dr. habil. Anatolie CASIAN	Dr. Iulia MALCOCI	Craiova
Conf.univ.dr. Pavel CATANĂ	Prof. GrD superior Ion NACU	

Consiliul consultativ al revistei

Dr. Mirel BIRLAN (Paris)	Prof. GrD sup. Emilian MICU (Brăila)
Acad. Emil BURZO (Cluj)	Acad. Vsevolod MOSCALENCO (Chișinău)
Dr. Viorica CHIOREAN (Baia Mare)	Acad. Zadig M. MOURADIAN (Paris)
Acad. Leonid CULIUC (Chișinău)	Dr. habil. Florentin PALADI (Chișinău)
Dr. habil. Igor EVTODIEV (Chișinău)	Dr. cosmonaut Dumitru Dorin PRUNARIU (Brașov)
Prof. univ. dr. Marius ENĂCHESCU (București)	Dr. Magda STAVINSCHI (București)
M.c. Ion GERU (Chișinău)	Dr. habil. Vasile TRONCIU (Chișinău)
Prof. univ. dr. Alexandru GLODEANU (București)	
Prof. univ. dr. Dan IORDACHE (București)	

P-ISSN 1810-6498 „Fizica și tehnologiile moderne“
E-ISSN 2537-6349 (<http://sfm.asm.md/ftm/index.html>)

Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „Dumitru Ghițu”; **Societatea Fizicienilor din Moldova;** **Universitatea Tehnică a Moldovei.**

Revista nu aplică APCs (Article Processing Charges), nu percepe taxe pentru depunere, procesare și publicare a articolelor, indiferent de țara de origine a autorilor. Redacția nu plătește onorarii și nu restituie manuscrisele.

Articolele publicate în revistă reflectă opinia autorilor, care poate să nu coincidă neapărat cu cea a redacției.

Autorii poartă răspundere pentru corectitudinea și veridicitatea manuscriselor trimise la redacție și suportă consecințele în caz de plagiat sau de fraudă științifică. Decizia privind publicarea lucrărilor trimise la redacție se ia în baza avizelor a doi referenți cu titlu științific și/sau didactic.

Revista oferă Acces Deschis (Open Acces) online la textul integral al articolelor, permite reutilizarea și remixul conținutului său (citire, descărcare, copiere, imprimare, distribuire) în conformitate cu licența Creative Commons CC-BY. Articolele publicate în revistă sunt stocate în Biblioteca electronică științifică a Institutului de Dezvoltare a Societății Informaționale - Instrumentul Bibliometric Național (IBN) și pot fi consultate accesând link-ul:

https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138.

Revista permite autorilor să dețină și să păstreze drepturile de autor, fără restricții.

Adresa redacției:

Institutul de Inginerie Electronică și
Nanotehnologii „Dumitru Ghițu”, str. Academiei
3/3, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova
Tel. + (37322) 294 860; 739 060.

Cel. 373-68276476; 373-69365511.

web: <http://sfm.asm.md/ftm/>
e-mail: ion.holban@yahoo.com
stefandtiron@gmail.com

Cuprins

<i>ACTUALITĂȚI</i>	
Premiul Nobel pentru Fizică - 2016	5
Unele descoperiri ale anului 2016	8
Anul 2016 - mai lung cu o secundă	9
<i>ANIVERSĂRI</i>	
Profesorul Pavel CATANĂ - 85	10
Profesorul Alexandru GLODEANU-85	10
Dl Ștefan D. TIRON - 75	11
<i>CONFERINȚE</i>	
Colocviul Internațional de Fizică „Evrika! – Cygnus – Fizica și Tehnologiile Moderne”, Ediția a XXII-a, Chișinău, 25-27 august 2016	12
	Ion HOLBAN
<i>ASTRONOMIE</i>	
Un Mic Popas în „Țara Astronomiei. Dialog: Ion HOLBAN – Mirel BIRLAN	18
Identificarea Corpurilor Cerești cu Metode Computaționale	33
	Afrodita Liliana BOLDEA
<i>PROBLEME, CONCURSURI, OLIMPIADE</i>	
Olimpiadă Internațională de Fizică, ediția a 47-a, Zurich, Elveția, 10-17 iulie 2016	42
<i>DIDACTICA FIZICII</i>	
Formarea Profesorilor de Fizică cu Ajutorul Hărților Conceptuale Interdisciplinare	68
	Ioana CĂLȚUN, Ovidiu Florin CĂLȚUN
<i>BIOFIZICĂ</i>	
Creierul Uman, cel mai Performant Computer	75
	Florinela MICU, Viorica CHIORAN, Ștefan CHIFA
<i>GEODEZIE</i>	
Punct Geodezic Struve din R. Moldova în Patrimoniul UNESCO	82
	Ștefan D. TIRON

Contents

<i>NEWS</i>	
Nobel Prize in Physics - 2016	5
Some discoveries of 2016	8
2016 - longer by one second	9
<i>ANNIVERSARY</i>	
Professor Pavel CATANĂ - 85	10
Professor Alexandru GLODEANU – 85	10
Mr. Ștefan D. TIRON - 75	11
<i>CONFERENCES</i>	
International Physics Colloquium "Eureka! - Cygnus - Physics and Modern Technologies", XXII Edition, Chisinau, 25-27 August 2016	12
	Ion HOLBAN
<i>ASTRONOMY</i>	
In the Country of Astronomy. Dialogue: Ion HOLBAN - Mirel BIRLAN	18
Identifying Celestial Objects Using Computational Methods	33
	Afrodita Liliana BOLDEA
<i>PROBLEMS, COMPETITIONS, OLYMPIADS</i>	
International Physics Olympiad, 47th edition, Zurich, Switzerland, July 10-17, 2016	42
<i>TEACHING PHYSICS</i>	
Physics Teachers Training using Interdisciplinary Conceptual Maps	68
	Ioana CĂLȚUN, Ovidiu Florin CĂLȚUN
<i>BIOPHYSICS</i>	
Human Brain, the most Powerful Computer	75
	Florinela MICU, Viorica CHIORAN, Ștefan CHIFA
<i>GEODESY</i>	
Struve Geodetic point of Moldova in the UNESCO Heritage List	82
	Ștefan D. TIRON

CZU:06.068NOBEL:53(73)

PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ 2016
COMUNICAT DE PRESĂ
4 OCTOMBRIE 2016

Academia Regală Suedeză a decis să decerneze Premiul Nobel pentru Fizică 2016:

O jumătate lui

David J. Thouless

Universitatea din Washington, Seattle, WA, SUA

și cealaltă jumătate lui

F. Duncan M. Haldane

Universitatea Princeton, NJ, SUA

și

J. Michael Kosterlitz

Universitatea Brown, Providence, RI, SUA

”pentru descoperiri teoretice ale tranzițiilor de fază topologice și fazelor topologice ale materiei”

”for theoretical discoveries of topological phase transitions and topological phases of matter”

Ei au dezvăluit secretele materiei exotice

Laureații din acest an au deschis ușa într-o lume necunoscută în care materia poate lua stări ciudate. Ei au folosit metode matematice avansate pentru a studia faze, sau stări, neobișnuite ale materiei, cum ar fi supraconductorii, superfluidele sau straturile magnetice subțiri. Grație lucrării lor de pionierat, vânătoarea este acum axată pe faze noi și exotice ale materiei. Mulți oameni sunt plini de speranță pentru aplicații viitoare atât în știința materialelor, cât și în electronică.

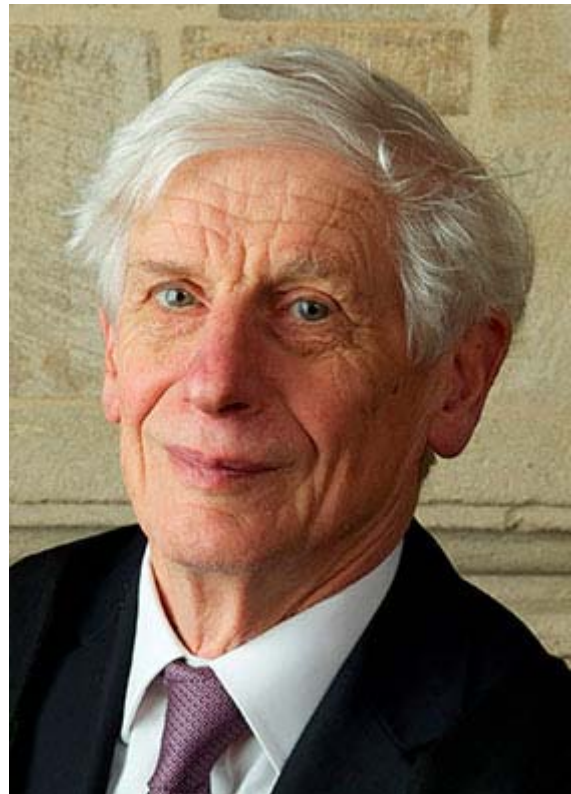
Utilizarea de către cei trei Laureați a conceptelor topologice în fizică a fost decisivă pentru descoperirile lor. Topologia este o ramură a matematicii care descrie proprietăți ce se modifică doar în trepte. Folosind topologia ca instrument, ei au fost capabili să uimească pe experți. La începutul anilor 1970, Michael Kosterlitz și David Thouless au răsturnat teoria, actuală pe atunci, potrivit căreia supraconductibilitatea sau suprafluiditatea nu ar putea avea loc în straturi subțiri. Ei au demonstrat că supraconductibilitatea ar putea avea loc la temperaturi scăzute și, de asemenea, au explicat mecanismul, tranziția de fază, care face supraconductibilitatea să dispară la temperaturi mai ridicate.

În anii 1980, Thouless a fost capabil să explice un experiment anterior cu straturi conductoare electrice foarte subțiri, în care conductanța a fost măsurată cu precizie ca numere întregi. El a arătat că aceste numere întregi sunt topologice prin natura lor. Aproximativ în același timp, Duncan Haldane a descoperit modul în care conceptele topologice pot fi utilizate pentru a înțelege proprietățile lanțurilor de magneți mici găsite în unele materiale.

6 Actualități

Acum știm de mai multe faze topologice, nu numai în straturi și fire subțiri, dar, de asemenea, în materialele tridimensionale obișnuite. De-a lungul ultimului deceniu, acest domeniu a stimulat cercetarea de avangardă în fizica materiei condensate, nu în ultimul rând datorită speranței că materialele topologice ar putea fi folosite în noile generații de produse electronice și supraconductori sau în viitoarele computere cuantice. Cercetările actuale dezvăluie secretele materiei în lumile exotice descoperite de către Laureții Nobel din anul acesta.

Traducere de Stefan D. Tiron după:
"The 2016 Nobel Prize in Physics - Press Release"
Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 17 Oct 2016.
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2016/press.html



© Trinity Hall, Cambridge University. Photo: Kiloran Howard

David J. Thouless

Născut: 21 septembrie 1934, Bearsden, Regatul Unit (UK)

Afilieră la momentul decernării: Universitatea din Washington, Seattle, WA, SUA

Motivație Premiu: "for theoretical discoveries of topological phase transitions and topological phases of matter"

Partea de Premiu: 1/2



Photo: Princeton University, Comms. Office, D. Applewhite

F. Duncan M. Haldane

Născut: 14 septembrie 1951, London, Regatul Unit (UK)

Afilieră la momentul decernării: Universitatea Princeton, Princeton, NJ, SUA

Motivație Premiu: "for theoretical discoveries of topological phase transitions and topological phases of matter"

Partea de Premiu: 1/4



Photo: Brown University

J. Michael Kosterlitz

Născut: 22 iunie 1942, Aberdeen, Regatul Unit (UK)

Afilieră la momentul decernării: Universitatea Brown, Providence, RI, SUA

Motivație Premiu: "for theoretical discoveries of topological phase transitions and topological phases of matter"

Partea de Premiu: 1/4

CZU: 52+53

DESCOPERIRI ȘTIINȚIFICE ÎN 2016

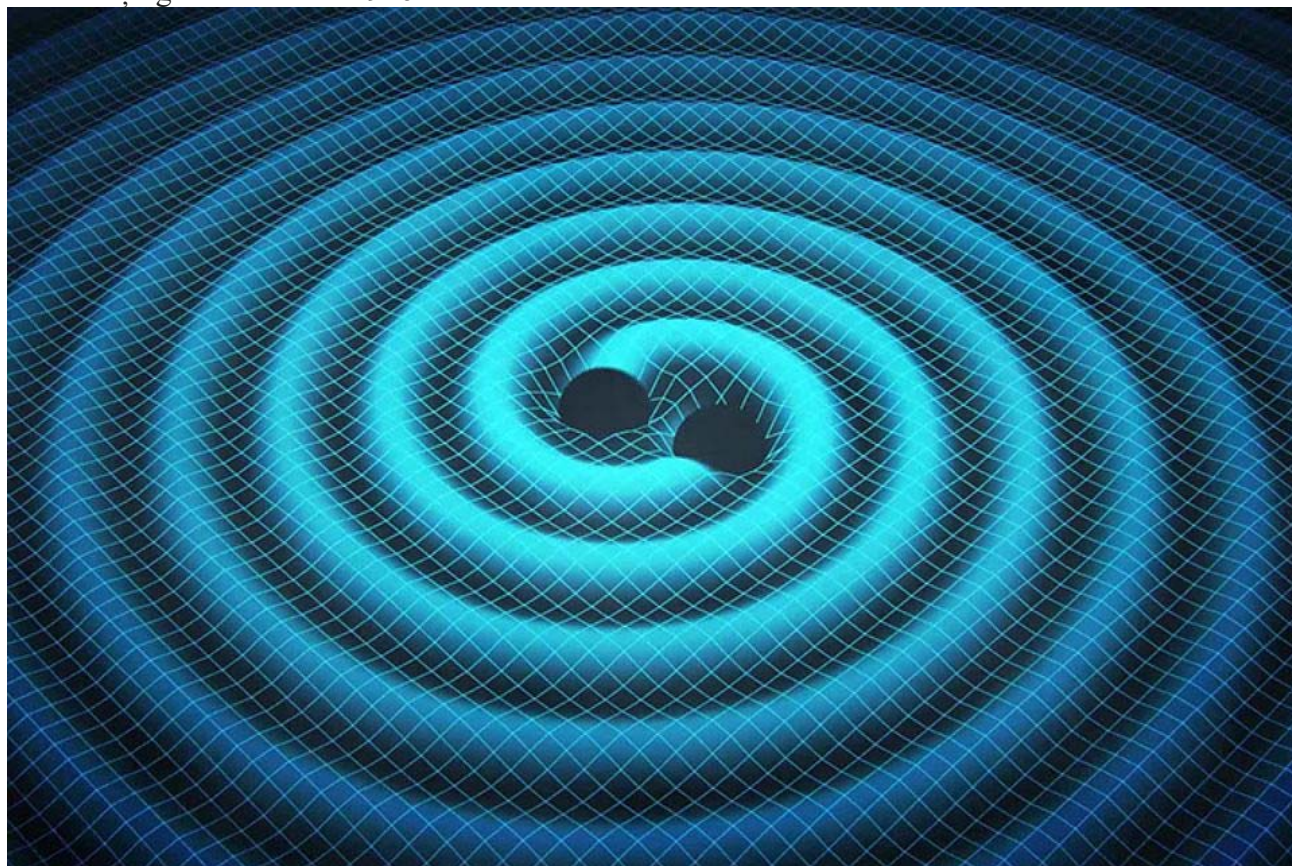
Anul 2016 a fost un an bogat în mai multe descoperiri științifice. Iată unele dintre acestea.

UNDELE GRAVITAȚIONALE SUNT REALE

Fizicienii de la Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO) au confirmat existența undelor gravitaționale, nu o dată, ci de două ori.

Se pare că spațiu-timpul nu este rigid. Mai degrabă, este un ocean cu valuri subatomice generate atunci când găurile negre, stelele neutronice și alte obiecte incredibil de masive se ciocnesc. Numite unde gravitaționale, aceste valuri de spațiu-timp au fost "auzite" de detectoarele LIGO mai întâi în septembrie 2015, cu toate că descoperirea nu a fost anunțată până în februarie 2016. Apoi, în iunie, fizicienii LIGO au detectat din nou undele gravitaționale.

Albert Einstein este cel care a intuit undele gravitaționale, atunci când a scris teoria relativității generalizate în 1916.



BIZARA ANTIMATERIE EMITE ACEEAȘI LUMINĂ CA MATERIA NORMALĂ

Pentru prima dată, fizicienii au arătat că atomii de antimaterie par să emită același tip de lumină pe care atomii de materie normală o emit atunci când sunt iluminați cu lasere.

Măsurători mai precise ale acestei lumini emise ar putea scoate la iveală indicii care ar putea ajuta în cele din urmă să se rezolve misterul, de ce în Univers există mult mai puțină antimaterie decât materie normală.

Modelul standard al fizicii particulelor - cea mai bună descriere de până acum a modului în care se comportă blocurile structurale de bază ale Universului - sugerează ca Big Bang-ul (Marea Explozie) ar fi creat cantități egale de materie și antimaterie.

"JET" DE FER TOPIT DESCOPERIT ÎN NUCLEUL PĂMÂNTULUI

Sateliții Swarm ai Agenției Spațiale Europene (ESA) au scos la iveală un așa-numit "jet" de fier lichid în interiorul nucleului magnetic al Pământului. O bandă de fier topit se agită lent în interiorul Pământului, asemenea unui flux sub formă de jet.

Oamenii de știință au descoperit așa-numitul jet topit în timp ce analizau datele de la cei trei sateliți europeni. Sateliții lansați în 2013 cu scopul de a studia câmpul magnetic al Pământului furnizează cele mai clare imagini în raze X ale nucleului terestru.

PROXIMA B: EXOPLANETA CARE AR PUTEA FI LOCUIBILĂ

De-a lungul ultimilor ani, astronomii au observat mii de exoplanete, inclusiv o serie de corpuri stâncoase, de mărimea Pământului. Dar toate corpurile potențial locuibile din spațiul interstelar au devenit mai puțin interesante în acest an, odată cu descoperirea planetei extrasolare Proxima b - o planetă de mărimea Pământului care orbitează steaua noastră vecină cea mai apropiată, Proxima Centauri, la doar 4,3 ani lumină distanță. Proxima b, care a fost detectată în mod indirect prin metoda vitezei radiale, este o planetă stâncoasă care orbitează Proxima Centauri la o distanță de doar 7,5 milioane km, adică de zece ori mai aproape decât distanța la care Mercur se rotește în jurul Soarelui. Pentru că Proxima Centauri este o stea pitică roșie rece, la această distanță s-ar putea forma oceane cu apă în stare lichidă. Deci, Proxima b ar putea fi chiar locuibilă.

Selecție și tradadaptare – Ștefan D. Tiron

CZU:53(100)(063)

ANUL 2016 - MAI LUNG CU O SECUNDĂ

Ziua de 31 decembrie 2016 va fi cu o secundă mai lungă. Secunda suplimentară numită secundă de sincronizare va fi introdusă la ora 23:59:59 UTC. Adăugarea unei secunde se va face în felul următor. În mod normal, după ora 23:59:59 urmează ora 24:00:00 sau 00:00:00. La 31 decembrie 2016 însă după ora 23:59:59 va urma ora 23:59:60, apoi ora 00:00:00, 01 ianuarie 2017.

Secunda de sincronizare este o secundă care se adaugă la Timpul Universal Coordonat (UTC) la anumite perioade de timp pentru a sincroniza ceasul atomic cu timpul astronomic. De ce este necesară această sincronizare? Pentru că are loc încetinirea treptată a vitezei de rotație a Pământului în jurul axei sale proprii, care determină durata zilei astronomice. Spre deosebire de rotația Pământului, ceasul atomic are aceeași viteză pe parcursul a milioane de ani.

După adăugarea secunde de sincronizare la 31 decembrie 2016, diferența dintre timpul universal coordonat UTC și timpul atomic internațional TAI va fi egală cu 37 secunde.

Viteza de rotație a Pământului este urmărită și comparată cu timpul atomic de Serviciul Internațional pentru Rotația Pământului și Sisteme de Referință (IERS) de la Paris, Franța. Atunci când diferența dintre cele două timpuri atinge 0,9 sec, Serviciul dispune adăugarea unei secunde de sincronizare pe întregul glob. Ultima data secunda de sincronizare a fost adăugată la 30 iunie 2015. Prin convenție, secunde se adaugă la 30 iunie sau 31 decembrie.

Ștefan D. Tiron

CZU:53(478)(092)

PROFESORUL PAVEL CATANĂ – 85



Colegiul de Redacție al Revistei „Fizica și Tehnologiile Moderne” adresează felicitări cordiale domnului Conf. univ. Dr. Pavel Catană, membru al Colegiului de Redacție, cu ocazia aniversării a 85 de ani de la naștere.

Un Om de o vastă cultură și o rară inteligență și onestitate, un Profesor pasionat de știința căreia și-a consacrat cu dăruire întreaga viață – fizica, un Om cu un pronunțat simț al demnității și corectitudinii - acesta este Fizicianul, Profesorul și Omul **Pavel CATANĂ**.

Vă urăm, Domnule Profesor, multă sănătate, viață lungă și să fiți mereu cel care ați fost și sunteți - Omul și Profesorul - model pentru noi și pentru tânăra generație!

LA MULȚI ANI !

PROFESORUL ALEXANDRU GLODEANU – 85



Profesorul universitar Alexandru GLODEANU a adus contribuții însemnate în domeniul fizicii stării condensate, în propagarea cunoștințelor și a terminologiei științifice în societate. În funcția de director al Institutului de Fizică Atomică „Horia Hulubei” din București, Domnia sa a stabilit multe relații de colaborare cu institute de cercetare din lume, sporind prestigiul științei românești la scară globală. Fiind un bun prieten al fizicienilor din

R. Moldova, prof. A. Glodeanu a susținut și continuă să susțină absolut dezinteresat studenții basarabeni care urmează studiile la București, dar sprijină și colegii de breaslă din R. Moldova cu literatură de specialitate, cu documente de politici educaționale, de gestionare și organizare a activităților de cercetare. Harnic, onest, săritor la nevoie, prof. Alexandru GLODEANU este un etalon pentru oamenii de știință.

LA MULȚI ANI !

DL ȘTEFAN D. TIRON - 75

Colegul nostru Ștefan D. TIRON, un fizician îndrăgostit de fizică și astronomie, este unul din membrii colegiului de redacție al revistei „Fizica și tehnologiile moderne”. Expert exigent atât în ceea ce privește conținutul științific al articolelor publicate în revistă, cât și față de ținuta lingvistică a acestora datorită cunoașterii subtilităților limbilor română, engleză și germană, d-lui pe parcursul a 15 ani îndeplinește cu onoare funcția de secretar de redacție și redactor al revistei. Și ținuta juridică și lingvistică a multor acte normative din R. Moldova din domeniul educației se datorează în mare măsură domniei sale, care mulți ani a activat în Ministerul Educației. Consacrându-și toată viața învățământului, d-lui este un exemplu de slujire a acestui pământ.
LA MULȚI ANI !



COLOCVIUL INTERNAȚIONAL DE FIZICĂ „EVRIKA! – CYGNUS – FIZICA ȘI TEHNOLOGIILE MODERNE”, EDIȚIA A XXII-A

Chișinău, 25-27 august 2016

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*

În perioada 25-27 august 2016, în incinta Universității Tehnice a Moldovei, Chișinău, și-a desfășurat lucrările Colocviul Internațional de Fizică „Evrিকা! – Cygnus – Fizica și Tehnologiile Moderne” (Ediția a XXII-a).

Arhimede (287 î.Hr.-212 î.Hr.) cerea un punct de sprijin promițând că va putea urni Lumea din loc. Și, metaforic vorbind, a reușit s-o urnească, trimițând-o la școală pentru a învăța să stăpânească forțele cosmice. Acest lucru a fost însușit de toți fizicienii, fizica atingând astfel cele mai înalte culmi, grație și faptului că s-a înfrățit de la bun început cu matematica, ceea ce i-a permis să dăruie Lumii lumină, inteligență și putere.

Scurt istoric. În anul 1990, doi fizicieni inimoși din Brăila, profesorii Emilian și Florinela Micu, susținuți de prietenii lor, au fondat o revistă de fizică - „Evrিকা!”, destinată elevilor din învățământul preuniversitar, care a început să adune în jurul ei inimile fizicienilor din România și Republica Moldova. Apoi ei s-au gândit să-i reunească pe fizicieni și fizic, organizând Colocviile Naționale de Fizică cu același nume. În 2004, alți fizicieni, tot inimoși, de data aceasta de la Suceava, profesorii Romulus Șfichi, Lucian Lungu și Victor Șutac au înființat o nouă revistă de fizică - „Cygnus”, cu un bogat și riguros palier tematic. La puțin timp după aceea, fizicienii de la Brăila și Suceava și-au unit eforturile și au extins spațiul Colocviului „Evrিকা! – Cygnus” de la nivel național la cel internațional, lucrările sale desfășurându-se în diferite orașe și municipii din România și, de două ori, în R. Moldova.

În anul 2003, la Chișinău, din inițiativa fizicienilor Ion Holban, Valeriu Canțer, Anatol Rotaru și Ștefan Tiron se înființează revista „Fizica și tehnologiile moderne”, destinată elevilor și profesorilor din licee și gimnazii, dar și tuturor celor interesați de noile rezultate și descoperiri din domeniul fizicii.

La ediția din 2015 a Colocviului „Evrিকা! – Cygnus” care a avut loc la Iași s-a hotărât ca ediția a XXII-a, din anul 2016, a Colocviului să se desfășoare la Chișinău sub egida celor trei reviste românești de fizică, menționate mai sus.

Marele savant francez Henry Poincaré (1854-1912) spunea că „în eforturile lor creatoare, nimic nu îi unește mai mult pe oameni, ca știința”. Înțelegând mesajul matematicianului și fizicianului francez, oamenii de știință uniți în jurul celor trei reviste au mai făcut un pas pentru dezvoltarea, perfecționarea și modernizarea învățământului românesc. Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) (rector - Prof. univ. Viorel Bostan), care promovează cu perseverență ideea înfrățirii științei cu artele și literatura, și-a asumat răspunderea de a organiza și de a găzdui acest important forum științific. În calitate de co-organizator al Colocviului a luat parte și Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale (IDSİ) (director - Dr. Igor Cojocar). Președinte al Comitetului de organizare a fost aprobat Conf. univ. Dr. Vitalie Chistol (UTM). IDSİ a fost reprezentat în Comitetul de organizare de către Conf. univ. Dr. Ion Holban (co-președinte) și Dr. Igor Cojocar (membru).

În anul acesta lucrările Colocviului s-au desfășurat în cadrul a șapte secțiuni: **1. Fizică și astrofizică modernă; 2. Tehnologii moderne în știință și tehnică; 3. Matematică aplicată și**

tehnologii informaționale în fizică; 4. Tehnologii moderne educative; 5. Metode și mijloace experimentale moderne de învățământ; 6. Învățământ interdisciplinar integrat: fizică, chimie, biologie, etc.; 7. Istoria fizicii și tehnicii.

Respectând tradiția, după cum observăm, fizica s-a înfrățit cu matematica și tehnologiile informaționale, domenii care s-au dezvoltat spectaculos în ultimii ani.

În cadrul Colocviului au fost prezentate 85 de lucrări semnate de autori din România și R. Moldova și coautori din alte țări. IDSI a prezentat 4 lucrări: Ion Holban „Valorificarea tezaurului de cunoștințe eminescian – o permanență a zilei” (ședința în plen); Ion Holban „Umanizarea fenomenelor cosmice și cosmosizarea omului în opera eminesciană – dovadă a conștiinței cosmice a poporului român” (secția Fizică și astrofizică modernă); Mihail Guzun, Igor Cojocar, „Identificarea, evaluarea și tratarea riscurilor de securitate a informației” (secția Matematică aplicată și tehnologii informaționale în fizică); Igor Cojocar, Irina Cojocar „Spațiul european de cercetare și știința deschisă – prioritățile științei europene” (secția Învățământ interdisciplinar integrat: fizică, chimie, biologie, etc.).

La sfârșitul manifestării a avut loc o masă rotundă la care au fost discutate cu mult interes probleme ce țin de viitorul fizicii în lume și în arealul românesc de știință și cultură. Participanții la masa rotundă au ținut să sublinieze că adevărul științific în adâncurile sale se înfrățește cu frumosul, cu literatura și artele, de aceea este binevenit ca generațiilor ce vin să li se pregătească drept zestre științifică pânza științelor naturii - domenii promotoare ale progresului: fizica, chimia, biologia, - tivită cu firul de borangic al matematicii și informaticii și bine ghilită în Ozana Literaturii și Artei. De asemenea, vorbitorii au fost unanimi în a exprima opinia că conferințele de fizică trebuie să devină o adevărată pârghie a lui Arhimede, care să înalțe enormele blocuri ale cunoașterii în Piramida Culturii și Dăinuirii.



Ceremonia de deschidere a Colocviului (de la stânga): Cuvânt de salut - Președintele Colocviului - conf.univ.dr. Vitalie Chistol; Prof.univ. Dr. habil. Valerian Dorogan, prorector UTM; Președintele Comitetului de program al Colocviului - Acad. Valeriu Canțer, președintele Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare; Acad. Ion Tighineanu, prim-vicepreședinte al AȘM; Prof. Emilian Micu, redactor-șef al revistei „Evrika!” (Brăila); Prof. Romulus Sfichi, redactor-șef al revistei „Cygnus” (Suceava); Co-președintele Colocviului - conf.cerc.dr. Ion Holban, redactor-șef al revistei „Fizica și tehnologiile moderne” (Chișinău).

14 Conferințe



Participanții la Colocviu. În prim plan: prof. univ. Dr. Aurel Marinciuc și prof. univ. Dr. Florea Uliu (Craiova)



Participanții la Colocviu. În prim plan: prof. Ioan Chioran (Baia Mare), dr. Viorica Chioran (Baia Mare), prof.ing. Florinela Micu (Brăila).



Cuvânt de salut - Acad. Valeriu Canțer, președintele Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare;



Prof. Emilian Micu, redactor-șef al revistei „Eureka!” (Brăila); prof. Romulus Sfichi, redactor-șef al revistei „Cygnus” (Suceava); conf.cerc.dr. Ion Holban, redactor-șef al revistei „Fizica și tehnologiile moderne” (Chișinău). Cuvânt de salut - prof. Romulus Sfichi.



Acad. Ion Tighineanu (AȘM) prezintă referatul „*Nanotehnologiile schimbă lumea*” în ședința plenară a Coliociului.



Prof. uni. dr Ovidiu Florin Călțun, Universitatea „Alexandru-Ioan Cuza” Iași, prezintă referatul „*Formarea inițială și continuă a profesorilor de fizică*”.



Dr. Ion Holban prezintă referatul „*Valorificarea tezaurului de cunoștințe eminescian – o permanență a zilei*”.

Foto: Ștefan D. Tiron

Prezentat la redacție: 15 sept. 2016

CZU: 523.4

UN MIC POPAS ÎN ȚARA ASTRONOMIEI

Dialog dr. Ion HOLBAN¹ – dr. Mirel BIRLAN²

1. 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; ionmaxhol@gmail.com
2. Institutul de Mecanică Cerească și de Calcul al Efemeridelor din cadrul Observatorului Astronomic din Paris, Institutul Astronomic al Academiei Române; Mirel.Birlan@obspm.fr
birlan@imcce.fr

Rezumat. Dialogul reprezintă o incursiune în laboratorul de creație al astronomului Mirel Birlan de la Observatorul din Paris, specialist în domeniul planetologiei și al corpurilor mici (asteroizilor) din Sistemul Solar. Se aduc crâmpoșe din viața și activitatea astronomului, se discută despre starea și perspectiva domeniului pe care domnia sa îl profesează, succesele obținute în studiul corpurilor Sistemului Solar cu ajutorul telescoapelor și la fața locului. O atenție deosebită se acordă studierii mișcării asteroizilor geointersectori (care intersectează orbita terestră) prin prisma identificării modalităților de deviere a acestora de pe orbită atunci când pot prezenta pericol pentru Terra. Este abordată și starea învățământului de astronomie (astrofizică) în instituțiile preuniversitare, această disciplină de studiu devenind astăzi tot mai atractivă, mai ales datorită posibilităților de studiu prin cercetare.

Cuvinte-cheie: astronomie, planetologie, asteroizi, asteroizi geointersectori.

Abstract. A trip across the research laboratory of the astronomer Mirel Birlan from the Paris Observatory, an expert in planetology and in Small Solar System Bodies (asteroids) is described. Glimpses of the astronomer's life and activity are revealed, the current state and the prospects of the profession he is practicing are addressed, and achievements made in Solar System research, both by means of a telescope and directly on site, are discussed. A special attention is given to the study of the movement of asteroids crossing Earth's orbit, aiming to deviate them from their orbit when they present a potential danger to Earth. The current state of the astronomy learning in undergraduate schools is discussed. Nowadays, this topic of study is becoming more popular, especially because it can be learnt by research

Key words: astronomy, planetology, asteroids, asteroids intersecting Earth's orbit



Profesorul Mirel Birlan
Versailles, 2010

Stimați cititori,

Am o deosebită plăcere să vă prezint pe interlocutorul meu în acest dialog, Prof. Mirel BIRLAN, doctor în astronomie fundamentală, mecanică cerească și geodezie (titlu conferit de renumitul Observator Astronomic din Paris în 1998). În prezent domnia sa activează în calitate de cercetător științific la Institutul de Mecanică Cerească și de Calcul al Efemeridelor din cadrul Observatorului Astronomic din Paris și, prin cumul, la Institutul Astronomic al Academiei Române.

Din 2005, Prof. Birlan este conducător de doctorat la Observatorul din Paris, unde cândva a activat și ilustrul astrofizician basarabean Nicolae Donici (1874–1960). Obiectul de cercetare al Prof.

Birlan îl constituie corpurile fără atmosferă din Sistemul Solar - asteroizii și cometele. Domnia sa este responsabil de Centrul de observații astronomice la distanță de la Observatorul din Paris, unde în ultimii zece ani au fost descoperite peste o mie de noi corpuri cerești în Sistemul Solar. Este un promotor al ideilor celebrului astronom francez și popularizator al științei Camile Flammarion (1842–1925). Apreciind contribuțiile sale valoroase aduse științei astronomice, Uniunea Astronomică Internațională (UAI) a atribuit numele Birlan unui asteroid (nr. 10034). Prof. Mirel Birlan este un bun prieten al Basarabiei, iar din 2011 este membru al Colegiului de redacție al revistei noastre „Fizica și tehnologiile moderne”.

I.H. *Domnule profesor Mirel Birlan, parafrazându-l pe astronautul Neil Armstrong (1930-2012), primul pământean care a pășit pe Lună, doresc să vă întreb, când și unde ați venit pe acest Pământ ?*

M.B. Am venit pe Lume într-o zi de duminică, la 1 septembrie 1963 în satul Vieru, o localitate din lunca Dunării, nu prea departe de orașul Giurgiu. Ca prim copil al părinților, am avut parte de o viață liniștită și fericită, cu vecini și prieteni cu care în zilele fierbinți de vară mergeam la scaldat, iar în zilele înzăpezite de iarnă mergeam la săniuș. Cunoșteam toți pomii fructiferi din curtea familiei, dar și pe cei din curțile vecinilor, iar cățaratul în copaci era o pasiune cotidiană deîndată ce începeau să apară fructele.

I.H. *Neverosimil, v-ați născut într-un sat ce poartă numele ilustrului poet român basarabean Grigore Vieru, poetul cel mai iubit de copiii basarabeni și nu numai.*

M.B. Poezia, ca și astronomia, îl înalță pe om, astfel că din ceea ce îmi spuneți, eu prin definiție trebuia să devin astronom.

I.H. *Și pasul cel mare în astronomie când l-ați făcut, când v-ați ales profesia de astronom?*

M.B. Astronomia a venit în viața mea mult mai târziu, în timpul studiilor la facultate. Inițial, idealul meu a fost să devin fizician. Ca să îmi urmez această cale am dat examen la Facultatea de Fizică din Măgurele, Universitatea din București. A fost o perioadă de maturizare și de mare plăcere, în care am gustat din satisfacțiile cercetării sub îndrumarea unor profesori extrem de competenți și am început „construcția” unui proiect de viață profesională. În pofida vitregiilor anilor 1980 din România, mediul universitar mi-a lăsat impresia unei deschideri extraordinare spre cunoașterea științifică. Acest mediu mi-a permis egalmente schimbul de opinii și legarea de prietenii cu persoane de vârsta mea de o înaltă calitate intelectuală. Astronomia a apărut în viața mea în anul doi de facultate, iar în anul trei de studii am efectuat un stagiu de trei luni la Observatorul din București. În ultimul an de facultate am „recidivat” și am luat drept temă de cercetare pentru diploma de sfârșit de ciclu universitar un subiect din astronomie, la confluența cu știința plasmei. Subiectul de lucrare mi-a permis să realizez cât de importantă este cunoașterea limbii engleze pentru a putea citi bibliografia aferentă domeniului propus. Îmi aduc aminte cum primul articol din bibliografie l-am citit, cu dicționarul englez-român alături, timp de o săptămână. Dificultatea asimilării limbajului științific la acea dată a fost primul obstacol ce m-a făcut conștient de lipsa mijloacelor pe care le poți avea la început de drum.

I.H. *Se spune că în știință, înainte de a cuceri un pisc profesional, trebuie, în primul rând, să cucerești piscul omeniei. Așa să fie? Eu am înțeles acest lucru studiind viața și activitatea mai multor oameni de știință, inclusiv cea a astrofizicianului Nicolae Donici.*

M.B. Nu știu ce înseamnă atingerea unui pisc profesional, în știință e oarecum la fel ca mersul în drumeție pe munte. Vezi în fața ta o înălțime la care vrei să ajungi, ți se pare că e vârful cel mai înalt, are cea mai mare altitudine. În fapt, este doar o iluzie, căci odată ajuns acolo vezi că în fapt este doar un vârf mic pe care efectul de perspectivă ți-l prezintă ca fiind cel mai mare. Mereu sunt alte înălțimi de atins, de ajuns și de învins. Ceea ce rămâne în

finalul unei astfel de călătorii pe vârful munților este plăcerea drumului, învingerea propriilor limite, bucuria peisajelor, pitorescul și dificultatea nopților în refugiile montane, liniștea monumentală a locurilor foarte puțin frecventate de oameni.

I.H. *Vă dau dreptate, în știință nimeni nu știe unde-i vârful cel mai înalt pe care poate să-l cucerească. Urcarea pe orice pisc lărgeste orizontul, apoi contează priveliștile ce ți se deschid și plăcerea de a le savura cu privirea.*

Ilustrul savant francez Henri Poincaré (1854-1912), fizician, matematician, astronom, filozof, contemporan cu Eminescu, spunea că „în eforturile lor creatoare, nimic nu îi unește mai mult pe oameni ca știința”. Cred că acest lucru se referă, în primul rând, la domeniul astronomiei?

M.B. Astronomia este precursora științelor exacte, primul laborator științific în mărime naturală cu care se confruntă fiecare om. Ce este mai ușor de asimilat de mic copil (și greu de atins și misterios deopotrivă!) decât sfera cerească? În antichitate, primele idei și concepte științifice desprinse din filozofie au fost cele legate de sfera cerească, de stele și de obiectele cerești care se deplasează printre stele. Primul model matematic cunoscut în Grecia antică a fost cel astronomic dezvoltat de Aristotel (384-322 î.Hr.), pe care noi îl cunoaștem în zilele noastre ca fiind sistemul geocentric. Punctul de vedere exprimat de Henri Poincaré este just, cunoașterea reprezintă motorul, factorul esențial în schimbările societale. Cunoașterea științifică, în cadrul unei științe fundamentale, fără interese pecuniare iminente, pune în prim plan universalitatea noțiunilor și activităților științifice. Astronomia este prin excelență o știință fundamentală în care mare parte din posibilele aplicații industriale sunt relativ departe de viața noastră curentă. În același timp, trăim într-o eră în care suntem legați de spațiul interplanetar și de facilitățile în viața curentă pe care ni le oferă sateliții artificiali.

I.H. Aveți în vedere, în primul rând, comunicațiile radio și TV, telefonია mobilă, Internetul... Cine dintre astronomii lumii va captivat prin lucrările lor și de ce? Cu cine dintre ei ați discutat?

M.B. Ceea ce m-a fascinat în întâlnirile profesionale a fost totdeauna modestia colegilor cu renume cu care am discutat, iar ulterior cu unii din ei am lucrat. Îmi face plăcere să aduc un omagiu aici coordonatorului echipei în care am început să lucrez la teza de doctorat în Franța (echipa purta numele E.U.R.O.P.A., nume predestinat pentru multiculturalism). André Brahic (1942-2016) a fost profesor de planetologie la Universitatea Paris 7 „Denis Diderot” și a trecut în neființă în primăvara anului 2016. Îmi amintesc cu plăcere de lungile și multele discuții purtate cu André mult după miezul nopții în biroul și în parcul Observatorului din Meudon. Aveam în fața mea un om care lucra în cercetare cu aplomb, fără ca să dea impresia că acest lucru este ceva serios. André zicea: „Dacă aș candida pentru președinția Franței, programul meu ar fi imbatabil. Cele trei direcții pe care le-aș susține financiar pentru progresul Franței ar fi: cultura, cercetarea și învățământul. Nu poți să construiești, să imaginezi progresul unei țări și amprenta pe care o pune această țară în lume fără oameni educați”. André era un inamic declarat al pseudoculturii și al mediocrității științifice, veșnic în luptă cu promotorii „științelor” prin horoscoape, un agnostic în modul său de gândire și un argint viu până la ultima sa suflare (pentru cei care vor să vadă despre cine vorbesc, îl pot vizualiza într-un film omagial la adresa <https://www.youtube.com/watch?v=0TmwYM1zYn8>).

O activitate de mai multe decenii în domeniul științific mi-a permis întâlnirea cu numeroase personalități din domeniul planetologiei și nu numai. Am avut șansa să fiu prezent la una dintre ultimele conferințe la care a fost invitat Carl Sagan (1934-1996), astrofizicianul preocupat de problema vieții extraterestre și de comunicare cu civilizațiile extraterestre; am avut de asemenea șansa să discut cu Eugene Shoemaker (1928-1997), astrogeologul, fondatorul științei planetelor, și cu Brian Marsden (1937-2010), specialist în domeniul

asteroizilor și cometelor, coordonator al Biroului Internațional de Telegramme al Uniunii Astronomice Internaționale, pe parcursul mai multor întâlniri la conferințe.

O alta șansă s-a numit Antonella Barucci, astronom italian, persoana care a acceptat și a dirijat munca științifică în cadrul lucrării mele de doctorat, a descoperit mai mulți asteroizi, asteroidul cu numărul 3485 îi poartă numele. Am învățat statistica asteroizilor împreună cu Marcello Fulchignoni, nume legat de proiectul „Rosetta” în vizită la Lutetia. Therese Encrenaz (1946), specialist în atmosferele planetelor, a fost una dintre persoanele cu care discuțiile și munca științifică s-au desfășurat de o manieră extrem de agreabilă. Lucrez de peste un deceniu cu Richard Binzel, specialist de vază în domeniul asteroizilor, în mod deosebit al celor care ar putea prezenta pericol pentru Terra și al planetei Pluto (asteroidul 2873 îi poartă numele), precum și cu astronomii din echipa lui de la Massachusetts Institute of Technology. Aș putea înscrie în această listă mult mai multe nume, mă tem însă că cititorii dumneavoastră nu se vor regăsi într-o listă cu prea multe nume.

I.H. *Aș dori să facem o călătorie prin Universul stelelor, amestecându-l cât de cât cu cel al literaturii, artei, căci adevărurile științifice în adâncurile lor se îngemânează cu frumosul, cu literatura și artele. Sunteți de acord?*

M.B. Sunt de acord să încercăm și această abordare. Imaginarul depășește de multe ori cunoașterea științifică, ultima frază nu îmi aparține, repet doar ceea ce alți mari oameni ai lumii au spus înaintea mea.

I.H. *Chimistul și scriitorul basarabean, Ion Vatamanu a scris o carte ingenioasă pentru copii „Isprăvile lui Atomică”, ai cărei eroi sunt poetul Oxigen, medicul Iod, generalul Plumb... Dacă în această carte ar mai apărea un erou, un astronom, ce nume i-ați da? Și de ce?*

M.B. Cred că ar fi Planetică sau Meteorică! Un erou aproape de domeniul pe care îl studiez. Sistemul Solar este ceva fascinant și suntem încă departe de a-i înțelege formarea și evoluția. Atunci ne trebuie un „ceva”, „cineva” care să ne plimbe prin Sistemul Solar, care să se lase influențat de câmpul gravitațional al Soarelui, apoi să se apropie de o planetă gigantă, unde jocul între câmpul gravitațional al Soarelui și cel al planetei să îl facă să oscileze în jurul unei poziții de echilibru asemenea unui balansoar sau să îl facă să devină satelit al planetei gigante. Apoi, dacă Planetică ajunge într-un punct de echilibru poate deveni un asteroid troian. Dacă se apropie prea tare de Soare, orbita lui poate deveni una foarte alungită și Soarele să îl propulseze în afara Sistemului Solar, dat afară asemenea unui elev care nu a fost cuminte la lecții.

I.H. *Sună frumos Planetică, Meteorică, Troienică. Ajuns în lumea științei astronomice, Dumneavoastră ați ales să studiați asteroizii, corpurile cerești mici, reci, fără lumină, fără apă, fără atmosferă, fără, fără...? De ce? prin ce v-au captivat aceste corpuri cerești?*

M.B. Aș începe prin a relata un context școlar. La școală, profesorii învață pe elevi că Sistemul Solar conține o stea, Soarele. Pe lângă Soare, mai gravitează opt planete, în ordine de la Soare spre extremitate ele se numesc: Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun. Tot la școală se mai învață că aceste planete pot avea sateliți naturali, cum este Luna, în cazul planetei Terra. Apoi, pentru cei care vor să-și aprofundeze cunoștințele, lucrurile se dovedesc mult mai complicate și complexe. Sistemul Solar mai conține peste 700 000 de obiecte de dimensiuni relativ mici: asteroizi, comete, obiecte trans-neptuniene. Telescoapele care scrutează cerul au mai descoperit în Sistemul Solar benzi de praf interplanetar. Situația reală a Sistemului Solar este una complexă și explicațiile sunt multiple. Abordarea subiectelor legate de cosmogonie sau de evoluția Sistemului Solar este diversă. Nu trebuie să ne mirăm deloc dacă studiul unor corpuri de mici dimensiuni ne poate oferi răspuns global despre formarea și evoluția Sistemului nostru Solar. Această abordare este una care mă pasionat. În acest fel am învățat că unii asteroizi conțin apă, conțin hidrocarburi, conțin argile, bazalt sau minerale pe bază de siliciu. Am învățat să îi observ, să le disec lumina care o

reflectă spre un telescop, să merg apoi în laborator și să caut echivalentele mineralogice ale suprafețelor lor. Drumul nu e niciodată liniar, pentru că nu suntem la școală ca să urmăm o programă școlară. De multe ori cercetările și observațiile privind evidențierea anumitor aspecte ale asteroizilor nu se încununază de succes.

I.H. *Aceste corpuri mai sunt numite și planete mici, planetoizi, care denumire s-ar potrivi cel mai bine? și de ce? Pentru mine sună mai frumos totuși cuvântul asteroid, deși planetoid e mai corect din punct de vedere al fizicii și astronomiei.*

M.B. Asteroid este numele pe care l-a propus William Herschell (1738-1822) și care este un cuvânt compus din „aster” (adică astru) și sufixul „id” (adică la fel). Asteroid prin consecință poate fi înțeles ca „un corp ceresc ce se aseamănă unei stele”. Diferența esențială este că un asteroid are o mișcare aparentă vizibilă, de la o seară de observație la alta va putea fi identificat în alta parte, în mișcarea lui aparentă printre stele.

Asteroid este în fapt un concept la începuturile descoperirii acestor corpuri cerești. Evoluția științei este însă inexorabilă și ca urmare și evoluția limbajului și a conceptelor trebuie să urmeze aceleași tendințe. În anul 2006, Uniunea Astronomică Internațională (UAI) a decis redefinirea conceptuală a Sistemului Solar prin introducerea noțiunii de „planetă pitică”. Astfel, fosta planetă Pluto, asteroidul Ceres și încă vreo alte trei corpuri cerești din Sistemul Solar au fost trecute în această categorie. Concomitent s-a introdus un concept unitar pentru asteroizi și comete și s-a decis să se denumească „corpuri mici”. Ca în orice știință, nu aruncăm la gunoi vechile concepte atâta vreme cât ele nu devin anacronice. Prin urmare, în cazul nostru continuăm să utilizăm termenii de asteroid și cometă.

I.H. *Cam câți asteroizi există în Sistemul Solar? Câți dintre ei sunt înregistrați până în prezent de astronomi? La câți le este determinată orbita? (Cred că nu este ușor de determinat traiectoria unor corpuri cerești mici, care, în drumul lor, traversează deseori câmpurile gravitaționale ale unor planete, astfel că este necesar în permanență a se corecta traiectoriile lor.) Câți dintre asteroizi descoperiți sunt deja „botezați”, adică au un nume?*

M.B. În prezent catalogul de asteroizi conține peste 700 000 de obiecte. Mai sunt încă multe alte obiecte de descoperit. În funcție de modelul matematic folosit, se estimează că populația de asteroizi să fie cuprinsă între un milion și două milioane de obiecte. Pentru ca un obiect să fie inclus în catalog, acesta trebuie să fie observat un anumit interval de timp - timpul în care el face două rotații în jurul Soarelui (adică parcurge cel puțin de două ori traiectoria în mișcarea sa de revoluție). Marea majoritate a asteroizilor din catalog au traiectorii relativ bine determinate.

În momentul înscrierii în catalog a unui asteroid nou descoperit, acesta va purta o denumire provizorie, un identificant ce conține anul descoperirii și un set de litere și de cifre. Ulterior, se procedează la denumirea lor. Acest proces de denumire (“botezare” dacă vreți!) este în sarcina unei comisii speciale din cadrul UAI.

În anul 2002 numărul asteroizilor care aveau un nume era de aproximativ 10 000. După 15 ani acest număr depășește 20 000.

Asteroidul cu numărul de catalog 2419 se numește *Moldavia*. Este un asteroid pe care l-am observat în anul 1995 la Observatorul din Haute Provence, în Franța. Am descoperit, în premieră, că el se rotește în jurul propriei axe în aproximativ 2 ore și 25 minute, iar rezultatele au fost publicate în revista *Planetary & Space Science*.

Asteroizii nu sunt denumiți în ordinea înscrierii în catalog, ci după criterii mai complexe. Astfel, poți întâlni asteroid cu numărul de catalog 8258 care are doar denumirea provizorie (1982RW1) și poți deopotrivă întâlni un asteroid cu număr de catalog 100 000 care se numește Astronautica. Asteroidul cu numărul de catalog 1000 se numește Piazzia după numele lui Giuseppe Piazzi (1746-1826), descoperitorul primului asteroid (în anul 1801).

I.H. *Ați descoperit că asteroidul Moldavia se rotește în jurul propriei axe ca un titirez. Ce ne dă studiul asteroizilor?*

M.B. Asteroizii, prin numărul și locul pe care îl ocupă în Sistemul Solar devin obiectele de studiu adecvate pentru o serie largă de teme științifice. Cea mai mare parte a lor se găsește între planetele Marte și Jupiter, în ceea ce numim Centura Asteroidală Principală. Este zona din sistemul planetar care face tranziția între planetele telurice (Mercur, Venus, Pământul și Marte) și planetele gazoase (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun). Alte grupuri de obiecte asteroidale sunt capturate în zone de stabilitate gravitațională, așa numitele puncte de stabilitate Lagrange. Observațiile făcute asupra asteroizilor în diverse lungimi de undă ne oferă informații importante despre natura și compoziția lor mineralogică. Unii dintre asteroizi sunt survolați sau vizitați de sondele spațiale în căutare de eșantioane de material extraterestru pentru a fi studiat în laboratoarele de pe Terra. Categoria asteroizilor geointersectorii (care intersectează orbita terestră) este studiată prin prisma găsirii modalităților de deflexie (deviere) de pe orbită a acelor corpuri care pot prezenta pericol pentru civilizația noastră. Priviți din perspectiva populării în viitor a altor corpuri ale Sistemului Solar, asteroizii sunt studiați ca posibile resurse de materii prime pentru viitorii călători în spațiul interplanetar.

I.H. *Studiul lor a adus vreun argument sau contraargument în favoarea sau defavoarea ipotezei privind existența unei presupuse planete Faeton, care la un moment s-ar fi dezintegrat în o mulțime de fragmente?*

M.B. Aceasta este o speculație, sunt multe argumente împotriva acestei ipoteze și nu aș dori să insistăm pe întrebare. E puțin probabil ca o planetă geamănă cu Pământul să se fi putut forma și asteroizii ne oferă argumente care infirmă această ipoteză.

I.H. *Care dintre numeroșii asteroizi existenți prezintă un pericol pentru Terra, ce diametru și ce orbite au ei? Ce „condiții sociale” determină devierea acestor „băieți răi” din calea lor cea bună? Există asteroizi rătăcitori care sunt „dați la brazdă”, trecuți pe orbite circumsolare?*

M.B. În catalogul de asteroizi sunt incluși peste 15 000 de asteroizi geointersectorii. Cei mai mari au diametre ce depășesc câțiva kilometri, iar cei mai mici au 10-15 metri în diametru. Dintre asteroizii geointersectorii, periculoși sunt considerați cei care se pot apropia de Pământ la o distanță mai mică de 5 milioane km. Aceștia din urmă, în funcție de diametrul lor, sunt supravegheați cu mai mare atenție. De fapt, orice obiect cu diametrul mai mare de 250 metri poate produce un cataclism pe Terra. Praful eliberat în atmosferă la căderea unui astfel de obiect poate produce o modificare esențială a transparenței atmosferice. Astfel, razele solare vor fi împiedicate să ajungă la sol, ceea ce va antrena o diminuare a temperaturilor, iar absența energiei sub formă de lumină de la Soare va antrena dispariția vegetației, ca urmare a reducerii procesului de fotosinteză în plante și aceste fenomene vor conduce implicit la extincția multor specii din regnul animal. Pământul a mai avut astfel de „experiențe” în trecut, cel mai bine documentat



Prof. Mirel Birlan în craterul meteoritic de la Arizona, SUA,
2015

fiind fenomenul legat de dispariția dinozaurilor ca urmare a ciocnirii Terrei cu un asteroid în epoca Cretacică-Terțiară.

La nivel mondial există preocupări pentru a evita un scenariu catastrofic legat de un posibil impact cu un asteroid. Aceste preocupări sunt recente și în ultimele două decenii au fost înregistrate rezultate notabile. Oamenii de știință lucrează împreună cu inginerii și specialiștii în științe spațiale, cu factorii de decizie la nivel de țară pentru a găsi mecanismele de deviere a acestor corpuri de pe orbită și a stabili metodologiile cele mai bune de informare a populației.

I.H. *Domnule profesor, pentru mine succesele remarcabile pe care le-a obținut Astronomia se datorează astronomului francez Camille Flammarion (1842-1925), care a stimulat în fel și chip organizarea de cercetări astronomice pe întreg globul pământesc, a „molipsit” atâta lume bună și deșteaptă de „boala stelară”. Nu întâmplător astrofizicianul român din Basarabia Nicolae Donici (1874-1960) (care a construit la Dubăsarii Vechi un Observator Astrofizic dotat cu instrumente astronomice mai performante decât Observatoarele de la Pulkovo și Odesa și echivalent, de fapt, cu trei instituții de cercetare: în probleme de astrometrie, astrofizica Soarelui și meteorologie, teme strâns legate între ele), a urmat din tinerețe sfatul biblic - de a roade pragurile oamenilor înțelepți. (Cu titlu de informație, bunicul astronomului a fost frate cu fabulistul Alexandru Donici (1860-1865), iar străbunicul – frate cu legiuitorul Andronache Donici (1760-1829)). N. Donici a colaborat cu Camille Flammarion și Jules Janssen (1824-1907), astrofizicianul care a descoperit elementul heliu pe Soare. Astronomul basarabean a făcut chiar o serie de cercetări la Observatorul astrofizicianului francez situat la înălțimea 4810 m pe Mont Blanc. Nicolae Donici ținea atât de mult la Flammarion încât la moartea acestuia, în 1925, a venit împreună cu soția să-și ia rămas bun de la ilustrul astronom. În opinia dvs., care dintre astronomi a avut o influență asupra dezvoltării astronomiei pe potrivă celeia pe care a avut-o Flammarion?*

M.B. Camille Flammarion este în continuare considerat ca un imens promotor al astronomiei. O parte din colegii din Franța îl consideră inegalat și inegalabil. Într-adevăr, amintirile și notele contemporanilor lui Flammarion îl prezintă ca pe o persoană ce știa să vorbească în cuvinte simple deopotrivă oamenilor cuți, pasionaților de astronomie, oamenilor politici, în sala de conferințe, în cluburile pariziene, în separeurile restaurantelor și în intimitatea saloanelor doamnelor din societatea franceză a epocii. Aura lui a depășit cu mult teritoriul francez, fiind invitat în multe țări în efortul de a promova astronomia ca o știință nobilă.

Oamenilor le place să facă statistici: cel mai bun astronom, cea mai reușită lucrare științifică, cea mai prestigioasă revistă de astronomie. Cred că toate lucrurile trebuie puse în context. Dacă luăm cazul lui Camille Flammarion, aura lui este indisolubil legată de perioada istorică în care a trăit. Este vorba în mare parte despre secolul XIX, marcat de influența ideilor revoluției franceze și a idealurilor de emancipare purtate de aceasta. Maniera în care idealurile astronomiei au fost purtate de Franța și Camille Flammarion în toata Europa este în pas cu influența Franței în științele moderne ale secolului XIX.

Tot în categoria marilor nume ce au difuzat informația astronomică putem să amintim aici de Victor Anestin (1875-1918), întemeietorul primei reviste în limba română de astronomie, revista „Orion”, tot el autor a sute de articole și broșuri de popularizare a astronomiei, a științei, în genere. Victor Anestin a fost ulterior supranumit Flammarion al României urmare a pasiunii lui pentru astronomie.

I.H. *Domnule profesor, în jur de 20 de asteroizii cunoscuți poartă numele unor personalități legate de arealul românesc. Asteroidul cu numărul 2331 poartă numele astronomului de la Cernăuți Constantin Pârvulescu (1895-1992), 4268 – numele matematicianului și astronomului basarabean Eugeniu Grebenicov (1932-2013), 6429 - numele sculptorului Constantin Brâncuși (1876-1957), 9253 – numele părintelui*

cosmonauticii Hermann Oberth (1894-1989); 9493 – numele compozitorului George Enescu (1881-1955), 9494 – numele astronomului basarabean Nicolae Donici (1874-1960), 9495 – numele poetului Mihai Eminescu (1850-1889), 10034 – numele astronomului Mirel Birlan (1963), 10504 – numele compozitorului Eugen Doga (născut în Transnistria în 1937), 12498 – numele biologului și astronomului Jean Dragesco (1920), 263516 – numele popularizatorului astronomiei Matei Alexescu (1929-1993). O întreagă pânză diamantină cerească de nume de personalități din știința și cultura românească.

M.B. As pune în primul rând aici alte două nume de asteroizi: asteroidul cu numărul de catalog 2419 Moldavia și asteroidul 7698 România, nume dragi cititorilor dumneavoastră. Trebuie să fim încântați, când privim sfera cerească, de faptul că alte două obiecte, din categoria micilor planete, ne evocă sentimente și emoții legate de destinele celor două țări.

I.H. Domnule profesor, asteroidul cu numărul 10034 poartă numele Dvs., acordat de Uniunea Astronomică Internațională. Spuneți-mi ce dimensiuni și ce formă are asteroidul Dvs. și dacă ați avut norocul să-l priviți prin telescop? Este stabilită orbita lui? În cât timp asteroidul face o rotație în jurul Soarelui? Câți ani asteroidici aveți Dvs.?

M.B. Asteroidul se află în centura principală, la aproximativ 2,5 unități astronomice (aproximativ 375 milioane de kilometri) de Soare. Orbita lui este eliptică, cu o excentricitate de 0,1 deci elipsa este aproape un cerc. Înclinarea lui față de planul ecliptic este de 14 grade. Nu se cunosc amănunte/detalii fizice ale obiectului. Magnitudinea lui absolută permite estimarea unui diametru de 6-7 km. El efectuează o revoluție în aproximativ 4 ani și 2 luni. Pentru o măsură a vârstei mele raportată la măsura acestui an asteroidal, acum ar trebui să fiu încă în perioada adolescenței timpurii.

I.H. Domnule profesor, de ce unul din asteroizi (Ceres), dar și o planetă (Pluto) au fost trecuți în clasa planetelor pitice? A fost necesară această reclasare?

M.B. Așa cum am descris mai devreme, aceasta necesitate de reclasare se produce când excepțiile devin prea multe și prea greu de explicat în cuvinte simple. Atunci inventăm un nou concept, pe baza unui set de atribute cât mai complet. Noul sistem conceptual trebuie să fie cât mai cuprinzător și să nu lase pe alături excepțiile. Noul sistem trebuie să fie reprezentativ totodată pentru cele mai multe din obiectele descrise și să nu fie înecat în categoria excepțiilor. Reclasarea este o metodă curent utilizată în statistici.

I.H. Domnule profesor, cunoștințele dobândite de astronomia de azi ar putea fi clasificate în cunoștințe obținute cu ajutorul telescoapelor terestre, telescoapelor orbitale sau în misiunile spațiale pilotate și nepilotate (referiți-vă, vă rog, la câteva dintre cele mai importante). Mai există și alte forme de cercetare? Ce rol au telescoapele neutrinice, miuonice? O mărturisire, fiind student la Institutul Unificat de Cercetări Nucleare de la Dubna (Rusia), am avut fericirea să frecventez lecțiile fizicianului Bruno Pontecorvo (1913-1993), autorul ideii ce stă la baza funcționării telescoapelor neutrinice.

M.B. Pentru a intra în tema acestei întrebări ar trebui să începem cu esențialul. Un epistemolog poate ar începe prin a da răspuns la întrebarea: Care este locul astronomiei în peisajul științelor moderne, al științelor actuale? Un răspuns vine din categoria științelor fizice, unde astronomia este indisolubil legată de studiul proceselor fizice la nivelul astrelor. Așa s-a inventat astrofizica. Un răspuns vine din categoria matematicilor, unde astronomia este indisolubil legată de modul în care se mișcă astrele pe sfera cerească (noi numim aceasta mecanica cerească), de modul în care evoluează un sistem de 2, 3, n -corpuri în spațiu cu tot ceea ce aceasta antrenează în termen de matematici (studiul haosului, sistemele dinamice, ecuațiile mișcării). În fapt, locul astronomiei poate fi foarte bine văzut ca o știință exactă transversală între matematică și fizică, întemeietoare a modelelor matematice și a modelelor fizice ale Universului.

Întrebarea dumneavoastră abordează domeniul astronomiei observaționale și a manierei în care noi ne apropiem, ne însușim cunoașterea Universului. Pentru aceasta utilizăm

mijloace din ce în ce mai sofisticate și de dimensiuni din ce în ce mai importante. De la suprafața Pământului, Universul este scrutat în domeniul vizual și cel al infraroșului apropiat. În fapt, prin aceste ferestre spectrale putem vedea sfera cerească cu un telescop localizat pe suprafața Pământului. Evoluția telescoapelor în ultimele două decenii a fost una extrem de spectaculoasă. Astfel s-au construit telescoape de 4-6 metri (Gemini, Magellan), de 8-12 metri (Very Large Telescope, Grantecan, Keck, SALT) și se lucrează acum la telescoape din categoria 25-35 metri diametru (telescopul TMT și E-ELT fiind doar două din aceste mari proiecte). Pentru a optimiza timpul de telescop, aceste mari facilități de observație au fost instalate (sau se preconizează a se instala) în locuri cât mai bune pentru observații astronomice. Astfel, cele mai mari observatoare ale lumii se pot găsi la înălțime, cum este cazul complexului de telescoape din Mauna Kea-Hawaii, localizat la 4200 metri altitudine. O alta opțiune este ca telescoapele să fie instalate în zonele aride, fără precipitații, și eventual la înălțime: cazul observatorului din Cerro Paranal din Chile, locul ce găzduiește complexul de telescoape de 8 metri diametru numit Very Large Telescope.

Un alt domeniu de lungimi de undă accesibil de pe Terra este cel al undelor radio. Și aici comunitățile de astronomi își unesc eforturile în ideea de a construi detectori din ce în ce mai mari și mai sensibili. Dintre radiotelescoapele care scrutează Universul putem aminti radiotelescopul de la Arecibo. Printre proiectele noi se numără complexul ALMA instalat la Observatorul European de Sud (ESO) în Chile. Alte proiecte de radiotelescoape în rețea sau de noi domenii radio de „ascultat cerul” sunt Hess și Ska.



Salba de telescoape din Mauna Kea, Hawaii. Aici astronomii, inclusiv Mirel Birlan, supraveghează lumea miraculoasă a stelelor. Imagine Wikipedia

Tehnicile evoluează împreună cu implementarea de noi idei științifice de observație. Astfel, în ultimele două decenii, tehnicile interferometrice au câștigat din ce în ce mai mult teren pentru observarea aștrilor.

Atunci când domeniile de lungimi de unda nu pot fi acoperite de pe Terra, instrumentele sunt trimise în spațiu cu două scopuri. Unul din obiective este de a scruta Universul de pe o orbita apropiată Terrei scăpând astfel de influența atmosferei terestre. Dintre aceste instrumente putem aminti Hubble Space Telescope, un instrument ce funcționează de peste 20 de ani. Noi instrumente care să scruteze cerul au fost trimise recent. Aș aminti aici o misiune a Agenției Spațiale Europene trimisă într-unul din punctele Lagrange ale Terrei, care va

măsura cu o precizie de zece ori mai mare ca până acum peste un miliard de stele din Galaxia noastră. Este vorba despre misiunea GAIA.

Al doilea obiectiv pentru instrumentele trimise în spațiu este acela de a studia anumite corpuri din Sistemul Solar și de a se apropia cât mai mult de ele, eventual a trimite misiuni robotice care să permită analiza caracteristicilor lor. Astfel, pot exemplifica aici cu misiunea spațială Rosetta, o misiune europeană care a vizitat doi asteroizi (Lutetia și Steins) și a studiat cometa Churyumov-Gerasimenko. În luna septembrie 2016 această aventură științifică, începută acum 14 ani odată cu lansarea ei de la baza din Kourou (Guyana Franceza), și-a încheiat misiunea, iar cercetătorii și inginerii europeni au lăsat-o să se pensioneze, punând-o să asolizeze pe nucleul cometei.

I.H. *Acestea sunt niște realizări formidabile ale științei astronomice. Domnule profesor, ce știm noi astăzi cu mai multă certitudine despre geneza și evoluția Universului, mai ales la începutul expansiunii acestuia? Modelul de Univers în expansiune al lui George Gamow (1904-1968) a suferit modificări de principiu? Cu titlu de informație, bunicul fizicianului a fost comandant de garnizoană la Chișinău. Acest lucru mi l-a spus V.S. Barașenkov (1929-2004), profesorul meu de la Dubna, care s-a întâlnit cu Gamow în SUA. Într-un fel, modelul de Univers ce a luat naștere dintr-un „punct singular”, care apoi s-a extins, este enunțat, poetic, de Eminescu. „La-nceput, pe când ființă nu era, nici neființă, / Pe când totul era lipsă de viață și voință, / Când nu s-ascundea nimica, deși totul era ascuns... / Când pătruns de sine însuși, odihnea cel nepătruns. / Fu prăpastie? Genune? Fu noian întins de apă? / N-a fost lume pricepută și nici minte s-o priceapă, / Căci era un întunerice ca o mare făr-o rază, / Dar nici de văzut nu fuse și nici ochi care s-o vază. / Umbra celor nefăcute nu-ncepuse-a se desface, / Și în sine împăcată stăpânea eterna pace!... / Dar deodat-un punct se mișcă... cel întâi și singur. Iată-l / Cum din chaos face mumă, iară el devine Tatăl... / Punctu-acela de mișcare, mult mai slab ca boaba spumei, / E stăpânul fără margini peste marginile lumii... / De-atunci negura eternă se desface în fășii, / De-atunci răsare lumea, lună, soare și stihii... / De atunci și până astăzi colonii de lumi pierdute / Vin din sure văi de chaos pe cărări necunoscute / Și în roiuri luminoase izvorând din infinit, / Sunt atrase în viață de un dor nemărginit” („Scrisoarea I”, v. 1, p. 131).*

M.B. Suntem într-un Univers în expansiune. Studiile în acest domeniu sunt însă departe de domeniul meu științific pentru ca să le pot comenta cu modestele mele cunoștințe. Modelele matematice ale Universului au nevoie însă de confirmări observaționale și de imaginat aceste protocoale. Vedeți dumneavoastră, să luam cazul unui experimentator dintr-un laborator științific oarecare. Acesta poate experimenta și repeta experimentul de câte ori dorește. El poate schimba deopotrivă protocolul, metodologia de lucru. Pentru un astronom, acest lucru este imposibil. Orice fenomen trebuie observat, însă nu putem să îi impunem constrângerile de care poate beneficia un experiment de laborator. Astronomia este fascinantă tocmai pentru că observația este modul de validare cel mai important, așa putea îndrăzni să spun chiar singurul mod de validare. Iar răbdarea și tenacitatea sunt definatorii pentru observațiile astronomice.

I.H. *Domnule profesor, vă rog să-mi vorbiți despre programele actuale de cercetare a planetei Marte. Ați pleca într-o misiune la planeta roșie, dacă ați avea ocazia?*

M.B. Planeta Marte este vecina noastră; dacă ne uităm în jurul nostru, în ideea populării vreunui alt corp ceresc, atunci opțiunea este simplă. Între planeta Venus cu temperaturile ei insuportabile și atmosfera irespirabilă și planeta Marte, nu există alegere. Se depun multe eforturi pentru a înțelege și domestici această planetă. Marte are o atmosferă de o mie de ori mai rarefiată ca cea a Pământului. Pe Marte sunt calote polare alcătuite din gheață de dioxid de carbon și din gheață de apă. Temperatura medie este de aproximativ – 60°C, însă variațiile ei sunt mari, de la 0°C până la -120°C.

Actualmente Marte are o mulțime de sateliți artificiali, trimiși de agențiile spațiale: NASA, ESA, ISRO, Roscosmos. Misiunea spațială Nozomi propusă de JAXA (Japonia) a avut dificultăți să se înscrie pe orbită, dar cercetătorii au încă speranțe de a o înscrie pe orbită ca satelit artificial al planetei Marte. Agenția Spațială Chineză își propune să trimită o sondă spațială spre Marte înainte de anul 2020.

Pe suprafața planetei Marte își desfășoară activitatea doi roboți mobili, Opportunity și Curiosity, adevărate laboratoare mobile ce analizează rocile, vântul, aerosolii și praful, craterile și dunele de nisip. Din nefericire, în octombrie 2016 Europa a ratat analizarea suprafeței lui Marte cu ajutorul modulului Schiaparelli, care a amartizat dar nu a putut fi pus în funcțiune.

Inițiatiile științifice legate de cunoașterea planetei Marte sunt susținute și de o voință politică a unor țări cum ar fi Statele Unite ale Americii, care și-au propus să înceapă să lucreze cu echipaj uman la orizontul anilor 2025-2030.

Eu fac parte dintre astronomii cei mai sceptici în ceea ce privește oamenii care vor începe aceste călătorii înainte de 2050. În fapt, dacă ne uităm retrospectiv, aventura spațială a omenirii este relativ recentă. Experimentele medicale în spațiu reprezintă un factor esențial în continuarea acestei pregătiri spre cucerirea planetei Marte. Amartizarea, așezarea unei rachete pe suprafața planetei Marte, este un proces extrem de diferit în raport cu același procedeu realizat pe Pământ din cauza atmosferei foarte rarefiate a acestei planete. Absența unei ionosfere asemănătoare celei a Pământului implică o expunere la radiații cosmice de energii înalte din domeniul razelor ultraviolete, X și gamma. Trebuie inventate mecanismele necesare funcționării unei comunități omenești într-un mediu ostil, vitreg, cu temperaturi extreme, în condițiile în care lanțul trofic și soclul pe care s-a dezvoltat specia umană nu există. Ar fi excelent ca omenirea întreagă să se dedice altor scopuri decât cele ale disputelor interpersonale, inter-religioase, inter-țări și inter-continente, iar aceste mijloace financiare și eforturi ale inteligenței să permită o evoluție exponențială a omenirii în idealul de a se aclimatiza la alte planete, la călătorii interplanetare sau la călătorii interstelare.

I.H. *Fizicienii și astrofizicienii sunt din același cuib științific. Ei au început să studieze Lumea în două direcții opuse – Microlume și Macrolume. După multă osteneală ei s-au întâlnit, ca cele două echipe de muncitori, vorba lui Eminescu, care au început să sape un tunel din două părți opuse. Putem spune că echipa fizicienilor care a săpat în direcția Microcosmosului s-a întâlnit cu cea a astronomilor care sapă în direcția Macrocosmosului, nu altundeva decât la Ciclotronul ... de la Geneva. Este acest succes o culme a gândirii omenești? Nu întâmplător particula descoperită în acceleratorul de la Geneva este numită „particula lui Dumnezeu”.*

M.B. Este un punct de vedere interesant și deopotrivă ușor de acceptat. În fapt, oamenii de știință în general sunt cei care atunci când își fac meseria cu pasiune sunt într-o continuă mutație. „Știința fundamentală pentru mine este ceea ce eu fac cotidian, atunci când nu știu ce fac!” este fraza care-mi vine acum în minte. Un cercetător are nevoie să își dea frâu liber imaginației și să accepte că Universul îi arată de multe ori fațetele cele mai improbabile pe care omul de știință le poate cuprinde în modelul lui matematic sau fizic. Albert Einstein zicea că „Dacă un om nu a greșit niciodată, atunci înseamnă că niciodată nu a încercat să facă ceva nou”. Eu cred că trebuie să acceptăm axioma că cercetarea înseamnă deopotrivă reușită și eșec în conceperea și aplicarea ideilor.

Când spunei că micro- și macro-Cosmosul se pare că s-au întâlnit, într-o oarecare măsură induceți ideea scenariului perfect: cele două tuneluri, începute pe baze diferite, cu unelte diferite, au fost de la început concepute pentru a fuziona cele două direcții. Mie mi se pare că evoluțiile celor două tuneluri au fost aleatorii, că uniunea celor două bucăți de drum este un proces continuu.

I.H. *Scriitorul basarabean Ion Druță zicea că nu Pământului rotund îi duce omul dorul, ci unui ogor cu o ciocârlie în creștet. Preocupat mereu de corpurile cerești, dumneavoastră vă este totuși dor din când în când și de „un ogor cu o ciocârlie în creștet”, adică de ceva lumesc?*

M.B. Cred că e multă profunzime în aceste rânduri. În fapt, suntem ceea ce viața ne oferă. La început, o carte cu file albe, în care cu fiecare zi ne scriem cuvântul, rândul, fraza care ne caracterizează. Nu putem șterge ceea ce am scris ieri. Când eram copil m-a fascinat cântecul acestei păsări în timpul zilelor toride de vară. Cum se poate ca atunci când aerul devine irespirabil și toate viețuitoarele caută un colț de umbră, o așă de nesemnificativă ființă poate zbura și cânta în același timp.

Îmi displace profund ideea că aș putea fi considerat ca lipsit de preocupări lumești. Îmi place să fac o mulțime de lucruri pe care în adolescență și tinerețe nu am avut ocazia să le fac. De exemplu, culorile toamnei mi-au fost totdeauna prezente în minte, niciodată până în ultimii ani nu le-am immortalizat în fotografii. Acum îmi dau seama cât de mult îmi place să văd amestecul de lumină și culoare din pădurea de lângă casă.

I.H. *Lui Eminescu îi plăcea să observe „strecurătoarele de lumină”. De ce v-am pus această întrebare? Astronomii, de când sunt ei, deseori botează obiectele cerești cu nume pământești. Avem constelațiile Zodiacului, unde găsim numele multor vietăți din preajma omului, apoi Calea Lactee. Avem în Cer roiuri de stele, maternități de stele, stele tinere, stele bătrâne... În același timp omul își cosmosizează viața, zilele săptămânii poartă numele unor corpuri cerești. Aici aș putea aduce și un alt exemplu: o mahala din satul meu de baștină, Băcioi, poartă numele de Baikonur... Există în om o sete de Cer și de teluric. Cum ați putea explica acest fenomen?*

M.B. Nu știu să răspund, poate mă ajutați Dumneavoastră.

I.H. *Mă tem că asta mi-ar cere mult spațiu, poate revenim la acest subiect cu o altă ocazie. O altă întrebare: care ar fi „pasărea lui Brâncuși” care simbolizează zborul gândurilor dvs.?*

M.B. În timpul liceului (am fost elev la Liceul „Ion Măiorescu”, orașul Giurgiu) ni s-a propus ca să mergem în tabără cu diverse tematici; una dintre aceste tematici a fost „zborul fără motor”. De la liceul nostru se puteau înscrie doar doi elevi la această școală de planorism. În final, nu s-a dus nimeni în acea tabără deși îmi doream foarte mult, mă fascina ideea zborului cu aripi și fără propulsie. La Centrul Beaubourg din Paris, în atelierul lui Brâncuși, se pot admira câteva din operele lui de artă, între care și *Măiastra*, *Pasarea în spațiu*. Am puține elemente care să-mi permită să judec această operă aidoma unui artist sau a unui critic de artă. Fascinant însă este să vezi că o idee, un obiect de artă are o perioadă de materializare, de metamorfoză (mulaje, materiale diferite, studii) de o imensă bogăție. Pasarea mea este încă în curs de a învăța să zboare, încă în metamorfoză.

I.H. *Frumos spus. Discipolii din Kazahstan ai ilustrului astronom basarabean Eugeniu Grebenicov i-au acordat profesorului lor iubit titlul de Doctor Honoris Causa al Universității din Atârau. În plus, i-au dăruit și un mânz de rasă. Dumnealui le-a mulțumit pentru titlul acordat, iar referitor la mânz a zis: „Lăsați-l să zburde liber prin stepele kazahe, precum gândurile mele zburdă nestingherite pe câmpiile nelimitate ale Universului”. Prin care văi ale Universului „zburdă” mai mult mânzul gândurilor Dumneavoastră?*

M.B. Universul meu este mai limitat în raport cu colegii ce studiază Galaxia noastră sau galaxiile îndepărtate. Împreună cu ritmul misiunilor spațiale trimise să observe și să caracterizeze alte planete și alte corpuri din Sistemul Solar gândurile mele însoțesc drumurile acestor pionieri, prelungiri ale simțurilor și minții omenirii. Anul trecut m-am bucurat până la lacrimi la vederea primelor imagini ale planetei pitice Pluto și a sateliților acesteia odată cu survolul sondei New Horizons. Nimeni nu-și putea imagina un peisaj atât de divers într-o lume total înghețată. Apoi, gândurile se apropie de planeta noastră și se opresc puțin să

contemple planeta Saturn alături de misiunea Cassini, considerată la lansare ca fiind „ultima catedrală științifică trimisă în spațiu”. În vecinătatea Terrei, mă plimb odată cu noul laborator Curiosity pe drumurile niciodată schițate ale planetei Marte.

I.H. *În evoluția sa, fizica a atins înaltele culmi de astăzi grație faptului că s-a înfrățit de la bun început cu matematica. Astfel, ea a dăruit lumii lumină, inteligență și putere. Respectând tradiția, fizica și, cred, astronomia, azi se înfrățesc tehnologiile informaționale, domeniul care s-a dezvoltat spectaculos în ultimii ani. Ce ați putea spune în această privință?*

M.B. Răspunsul meu este conținut într-o glumă auzită la una din conferințele Profesorului André Brahic: Un cercetător studiază un purice; îi rupe un picior și îi spune: Sari! și puricele face un salt. Apoi, îi mai rupe un picior și îi spune: Sari! și puricele face un salt. Și tot așa până la ultimul picior. Îi rupe și ultimul picior și îi spune: Sari! și puricele nu mai sare. Iar concluzia cercetătorului este: „Urechile puricelui se afla la extremitățile picioarelor lui!” Ce ne învață aceasta glumă? Că putem porni de la un experiment real, dar concluziile să fie false! Puricele sare pentru că are capacitatea dată de mușchii picioarelor și din spirit de protecție deoarece se simte în pericol, nicidecum pentru că aude porunca. Ideea (concluzia) că ar avea urechi la extremitatea picioarelor și că odată ce i-am smuls ultimul picior l-am făcut să fie surd este absurdă!

Oamenii au inventat diversele discipline științifice, pe măsură ce au căpătat experiență. Tot ei au creat reguli care să delimiteze, să diferențieze științele între ele. Această diversificare și muncă pe direcții divergente ne face să uităm că sunt și alte științe pe lumea aceasta în afara celei care ne preocupă. Doar o minte deschisă spre ceilalți colegi și celelalte științe ne face să ajungem la concluzii științifice corecte. Doar o fundamentare filozofică a cercetării ne face să evităm derivatele.

I.H. *Arhimede cerea un punct de sprijin promițând că va putea urni Lumea din loc utilizând o pârghie. Și, metaforic vorbind, a reușit să o urnească, trimițând-o la școală pentru a învăța să stăpânească Forțele Cosmice. Harap Alb, personajul arhicunoscut din povestea lui Ion Creangă, când a plecat în lumea mare, și-a luat de însoțitori ființe care stăpâneau cele patru stihii ale lumii (forțe supranaturale): pământul, apa, aerul și focul, adică pe Flămânzila care stăpânea pământul, pe Sătila care stăpânea apa, pe Păsări-Lăți-Lungilă care stăpânea aerul și pe Gerilă care stăpânea focul. Să nu uităm că el era însoțit și de Ochilă, ochiul rațiunii. Astăzi cosmonautica utilizează pe scară largă forțele cosmice, mă refer aici la manevrele de accelerare a navelor cosmice în câmpul gravitațional al unor planete. Ați putea să ne aduceți niște exemple vii, concludente în această privință?*

M.B. Mecanica cereasca a avut momentul de glorie atunci când din calcule a prezis existența unei planete dincolo de planeta Uranus. Planeta Uranus a fost descoperită prin calcule în mod independent în Anglia de John Adams (1819-1892) și în Franța de faimosul Urbain Le Verrier (1811-1877), pentru a explica datele de observație ale planetei Neptun. Orbita planetei Neptun în jurul Soarelui era sistematic perturbată.

Omenirea își are viitorul în educație, iar școala are un rol esențial în evoluția societății. Cuceririle cosmice importante din ultima jumătate de secol, pasul pe care oamenii îl fac în încercarea lor de a se desprinde de planeta mamă reprezintă un aspect al acestui rezultat al educației. *New Horizons* este sonda spațială care a avut cea mai mare accelerație imprimată în drumul ei spre Pluto și spre exteriorul Sistemului Solar. În drum spre survolul lui Pluto, viteza de croazieră a sondei a atins 58 000 km/h, urmare a utilizării câmpului gravitațional al planetei Jupiter. Din calculul traiectoriei sondei, trecerea prin apropierea lui Jupiter a permis ca sonda să fie puternic propulsată, astfel că timpul de călătorie de la Pământ la Pluto s-a redus la 9 ani.

De altfel, termenul de „gravity assist” (asistență gravitațională) este des utilizat în explorarea spațială. Câmpul gravitațional al planetelor mari este des utilizat în manevrele de apropiere, accelerare și transfer de orbită ale sondelor spațiale. În felul acesta se economisește

din combustibilul retro-rachetelor, lucru ce micșorează considerabil costurile unei misiuni spațiale.

I.H. *Astăzi în școală se alocă nejustificat de puține ore pentru studiul disciplinei Astronomie. Astronomia în liceele teoretice, după câte știu, se poate învăța prin investigație, cercetare, poate chiar mai lesne decât unele obiecte mai pământești. Ați putea exemplifica? Cum credeți, ce ar trebui să întreprindă fizicienii și astronomii pentru ca în arealul de cultură românească să avem un învățământ modern de fizică și astronomie? Fizica și astronomia ar trebui să devină o adevărată pârghie a lui Arhimede, care să ridice blocurile cunoașterii în Piramida Culturii și Dăinuirii Noastre.*

M.B. Programa și curricula școlară trebuie să răspundă la cerințele unei societăți care a evoluat foarte mult de la începutul secolului trecut. Astronomia poate juca un rol important deopotrivă în contextul științelor exacte, dar și în domeniul fundamentării filosofice a acestora. Școala trebuie să vegheze la promovarea valorilor științifice în pofida perpetuării pseudoștiințelor. În fiecare an am ocazia să primesc spre discuții despre meseria mea elevi de școală generală și de liceu. De fiecare dată îi pun să facă cunoștință cu trei substantive, trei cuvinte: astronom, astronaut, astrolog. Apoi îi întreb: „Numiți care este intrusul dintre aceste trei substantive?” În medie, fiecare grup de elevi îmi răspunde că intrusul este cuvântul „astronom”. Apoi cer să îmi explice de ce au ales acest cuvânt. Și astfel reușim să separăm cuvintele „astronom” și „astronaut” de „astrolog”, să separăm știința de pseudoștiință.

Dacă în zilele noastre discursul științific nu mai este atrăgător pentru tânăra generație, fizicienii, astronomii și profesorii ce predau aceste discipline trebuie să se întrebe ce nu e bine și să accepte că o parte din dezinteresul noii generații este legat și de capacitatea lor de a fi prezenți în viața cotidiană a celor tineri. Cercetătorii și profesorii trebuie să își perfecționeze continuu modul de abordare a subiectelor științifice. Trebuie să își adapteze



Profesorul Mirel Birlan participând la Zilele academice, Cluj, 2016

metoda și discursul la cerințele și la tendința societății moderne.

Omul de știință, profesorul trebuie să fie un bun comunicant, să nu își închidă pasiunea pentru meseria lui într-o timiditate excesivă; să aibă curajul să stea în fața elevilor și studenților.

Evoluția societăților moderne presupune ca educația formală să aibă o abordare complexă, ancorată în evoluția tehnologiilor. Vorbim foarte des de inițiative de genul: „fiecarui elev un calculator” sau „fiecarui elev o tabletă”. În afară de evoluția societală, fundamentarea acestor elemente în viața școlară este foarte rar explicată. Elevii și studenții rămân foarte des cantonați în acumularea unor feed-back-uri în termen de manipulare a câtorva programe științifice complexe (de genul celor din Microsoft Office). Evident, este un progres al curriculei în efortul de a apropia noua generație de necesitățile impuse de o societate modernă și de o piață a muncii. Tare îmi este teamă că viziunea unui elev este mult

mai aproape de „calculator ca suport pentru un joc online” sau de „calculator ca mijloc de a se plimba pe diverse pagini ale Internetului”.

I.H. În contextul întrebării precedente, cum ați aprecia inițiativa, pentru unii necugetată, a Universității Tehnice din R. Moldova, de a construi un Observator Astronomic și de a pregăti pentru lansare un „satelit moldovenesc”?

M.B. Ambele inițiative îmi par excelente și demne de luat în considerare; cercetătorii, noile generații de viitori cercetători au dreptul să își facă proiecte și să își promoveze ideile. Cei care doresc să abordeze tematici legate de spațiul extraatmosferic au nevoie să se pregătească în prealabil în instituții și industrii specifice din domeniul spațial. Eu încurajez aceste inițiative, deoarece numai ideile promovate pot avea o viață și pot fi perene.

I.H. Trebuie să conștientizăm faptul că generațiilor ce vin trebuie să li se pregătească drept zestre pentru viață pânda științelor naturii - fizicii, astronomiei, chimiei, biologiei, tivită cu firul de borangic al matematicii și informaticii și bine ghilită în Ozana literaturii și artei, apoi zvântată în zâmbetul solar al umorului și adierea de vânt a autoironiei. Ce părere aveți despre aceasta?

M.B. Cercetătorii nu sunt altceva decât oameni obișnuiți; ei au nevoie să comunice, să râdă, să fie triști, să facă plajă sau să meargă în drumeții montane. Îmi amintesc de o istorie povestită de unul din colegii de la București, acum la pensie. Pe vremuri, profesorul Grigore Moisil (1906-1973), figură emblematică în peisajul academic românesc, a fost atenționat pentru faptul că studenții dumnealui (împreună cu dumnealui!) fac mai multe ore de curs pe terasa restaurantului în apropierea Universității decât în sala de curs. Exasperat, profesorul Grigore Moisil a răspuns: „Domnilor, aveți nevoie de capul meu sau de fundul meu? Dacă aveți nevoie de capul meu, atunci lăsați-mă în pace ca să-mi așez fundul pe ce scaun vrea el!”.

Experimentez în fiecare zi, ceea ce în Observatorul din Paris se numește „o pauză pentru cafea”. În fiecare dimineață, împreună cu studenții și colegii, savurăm o cafea și discutăm orice subiect, fie că e de actualitate sau întâmplare banală, o nouă idee sau un nou articol. Acest moment este important deoarece îți dă sentimentul apartenenței la un grup care

La sfârșit de an 2016 urez
cititorilor revistelor „Fizica și Tehnologiile
Moderne” și „Literatura și Artă” speranța
unui an 2017 promitător, un cer
senin și timp de contemplație și de
înțelegere.

Cu furtive
Mirela Borlan
Paris, 5 decembrie 2016

„în fine” se automodelează, își transmite informația științifică și cunoașterea.

I.H. *Domnule profesor, știind că dăinuiesc peste secole numai popoarele creatoare care procesează noi și noi cunoștințe, este vreo speranță ca luceferii științei românești să strălucească an de an, tot mai viu?*

M.B. Sunt optimist în aceasta privință; societatea modernă nu este la fel ca cea de acum un secol, iar percepția generațiilor actuale legate de valorile reale contemporane va fi cu siguranță alta decât cea a generațiilor viitoare.

I.H. *Domnule profesor, acum la despărțire v-aș solicita câteva cuvinte și un autograf pentru cititorii revistei „Fizica și tehnologiile moderne” și cei ai „Literatura și Arta”.*

M.B. Mi-a făcut mare plăcere să răspund întrebărilor dumneavoastră și sper ca cititorii revistei „Fizica și tehnologiile moderne” și săptămânalului „Literatura și Arta” să fie indulgenți cu răspunsurile pe care le-am propus. Împărtășesc cu dumneavoastră bucuria de a citi și scrie în limba română și trăiesc aceleași emoții când mă exprim în limba comună a oamenilor de pe cele două maluri ale Prutului.

I.H. *Domnule profesor Mirela Birlan, vă mulțumesc mult pentru amabilitatea de a întreține acest dialog sincer și simplu și pentru „răbdarea de astronom” de care ați dat dovadă, pentru ca dialogul să aibă loc și să decurgă aidoma unuia între săteni pe prispă casei în zile de sărbătoare.*

Articolul este depozitat în baza de date IBN: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138
Prezentat la redacție: 27 oct. 2016

CZU: 004:520

IDENTIFICAREA CORPURILOR CEREȘTI CU METODE COMPUTAȚIONALE

Afrodita Liliana BOLDEA^{1, 2}

¹ Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară - Horia Hulubei, Măgurele, București, România, ² Universitatea din Craiova, Craiova, România, Email: liliana.boldea@nipne.ro

Rezumat: *Informatizarea învățământului reprezintă o realitate, la orice disciplină de studiu se pot folosi softuri educaționale făcând posibilă înțelegerea fenomenelor și a cunoștințelor. În cercetare, utilizarea soft-urilor informatice a devenit o necesitate. Pornind de la aceste aspecte, lucrarea prezintă o temă de actualitate referitoare la descoperirea asteroizilor, care face parte din programul de cercetare EURONEAR, folosind metode computaționale implementate în soft-urile Astrometrica și Canopus. Astfel, educația trebuie adaptată în raport cu noile posibilități tehnice și aplicative respective, în funcție de cerințele unei societăți noi.*

Cuvinte cheie: *învățământ, asteroizi, soft Astrometrica, cercetare, Proiect EURONEAR.*

Summary: *Computerization of education is now a reality; educational software may be used in any discipline of study making it possible a better understanding of phenomena. In research, the use of computer software has become a necessity. Starting from these issues, the paper presents a topical theme related to the discovery of asteroids, which is a part of the EURONEAR research program, using computational methods implemented in the Astrometrica software and Canopus software. Thus the education must be adapted to the new technical and applied possibilities, depending on the requirements of a new society.*

Keywords: *education, asteroids, Astrometrica software, research, EURONEAR project.*

1. Introducere

În ultimul timp, capacitatea de a studia domeniile aflate într-o continuă “expansiune” ale științei a crescut, astfel încât orizonturile cunoașterii Universului ar putea fi considerate similare cu expansiunea Universului. Această “expansiune” fiind cuplată exponențial cu o creștere imensă de date informaționale presupune ca fiind necesară existența instruirii generației următoare în arta de a obține înțelegerea inteligentă de date, pentru succesul științelor.

Specialiștii trebuie să învețe și să aplice tehnici de cercetare științifică, noile date fiind obținute cu scopul de a avansa în înțelegerea noastră asupra Universului.

Astronomia este considerată o știință emergentă, ce poate fi abordată în două contexte: educația formală și cercetarea științifică, ambele fiind parcurse de „persoanele” care învață pe tot parcursul vieții [1].

În această lucrare au fost folosite ca date experimentale, din astronomie, imagini neprelucrate obținute cu telescopul INT - Issac Newton Telescop, din Insulele Canare - Insula La Palma, Spania, date obținute de către Domnul Profesor Dr. Ovidiu Văduvescu pentru corpuri cerești, care se cere să fie identificate și incluse în baza de date americană MPC - Minor Planet Center.

Soft-urile folosite au fost ASTROMETRICA și CANOPUS, utilizate după identificarea constelațiilor prin intermediul programului Stellarium, iar rezultatele prezentate în lucrare se referă la asteroizi.

Acest model de utilizare a soft-ului Astrometrica este totodată și un exemplu de aplicare a metodei investigației în procesul de predare-învățare.

Asteroizii, numiți și planete mici sau planetoizi, sunt corpuri cerești mai mici decât planetele și nu au imaginea unei comete. Mulți asteroizi au o orbită foarte excentrică.

Asteroizii variază foarte mult ca mărime, de la câteva sute de kilometri în diametru până la câteva zeci de metri. Câțiva dintre cei mai mari asteroizi au formă sferică și se aseamănă cu planete în miniatură, dar în vasta lor majoritate asteroizii sunt mult mai mici și au o formă neregulată. Unii asteroizi sunt corpuri solide de rocă cu un conținut metalic mai mic sau mai mare, în timp ce alții constau într-un conglomerat de roci, format datorită forței de gravitație.

Lucrarea prezintă patru părți și bibliografia. Pe lângă introducere, partea a doua se referă la alcătuirea centurii de asteroizi și caracteristicile formării asteroizilor cu ilustrarea acestora.

Partea a treia cuprinde un studiu asupra identificării computerizate a cinci noi asteroizi, prin intermediul soft-ului Astrometrica, creat de Herbert Raab [2], în urma prelucrării unui număr de 10 fotografii preluate cu telescopul INT și evidențierea aplicării metodei investigației ca metodă modernă de predare pentru elevi și studenți.

În ultima parte a lucrării sunt însemnate concluziile, care notează câteva directive europene, aplicate de organizațiile ESA și ONU privind cercetarea spațiului cosmic. Lucrarea este finalizată cu o bibliografie.

2. Centura de asteroizi

Spațiul care separă principalele planete nu este gol, prin el circulă o mulțime de corpuri mai mici, de dimensiuni diverse. Deoarece aspectul planetelor mici era asemănător cu imaginile stelelor, apărând ca niște puncte luminoase, chiar și atunci când erau privite prin cele mai puternice lunete, acestor corpuri li s-a atribuit numele de *asteroizi*, adică obiecte asemănătoare stelelor.

În anul 1891 astronomul Max Wolf a introdus metoda observațiilor fotografice care a fost utilizată din plin pentru căutarea asteroizilor și a simplificat mult aceste cercetări.

În anul 1974 se cunoșteau deja peste 3.500 de planetoizi mici care gravitează în jurul Soarelui. Marea majoritate a asteroizilor cunoscuți se găsește în principala centură de

asteroizi, între orbitele planetelor Marte și Jupiter, unde s-a estimat existența a peste 750 000 de asteroizi mai mari de 1 km în diametru, precum și a milioane de asteroizi mai mici.

Un asteroid fiind un obiect cu diametrul cuprins între 10 m și 1.000 km, prin definiție, primul asteroid descoperit și cel mai mare considerat este numit Ceres și are o rază de aproximativ 950 km.

Problema originii asteroizilor este foarte veche. Cu mult timp în urmă a fost lansată ipoteza că aceștia ar fi rezultatul exploziei unei planete mari, numită Faeton, cu un diametru de aproximativ 6.000 km. După alte ipoteze, asteroizii ar fi niște fragmente care au rezultat din ciocnirile câtorva corpuri cerești [3].

În prezent, se efectuează studii intense pentru a stabili originea corpurilor dintre planetele Marte și Jupiter. Diverse varietăți de asteroizi au fost descoperiți și în afara centurii de asteroizi aflată între planetele Marte și Jupiter. Asteroizii din vecinătatea Pământului au orbitele în apropierea orbitei Pământului, iar asteroizii troieni sunt blocați gravitațional prin sincronizarea cu o planetă, luând urma orbitei. Majoritatea troienilor se asociază cu planeta Jupiter, dar au fost descoperiți câțiva care orbitează cu planetele Marte sau Neptun.

Navele cosmice Pioneer 10 și 11 au trecut fără dificultăți printre asteroizi și este de așteptat în continuare lansarea unor noi nave cosmice [3].

Câteva corpuri au ajuns să fie caracterizate de două ori, din cauza că inițial au fost clasificate drept asteroizi, iar mai târziu descoperindu-se activitățile lor cometare. Unele comete sau chiar toate rămân într-un final fără "coamă" și apar pe cerul nocturn ca puncte luminoase asemănătoare asteroizilor [4].



Fig. 1: Mathilde 253, asteroid de tip C măsurând circa 50 km. Fotografie realizată în anul 1997 de sonda spațială NEAR Shoemaker, <https://ro.wikipedia.org>

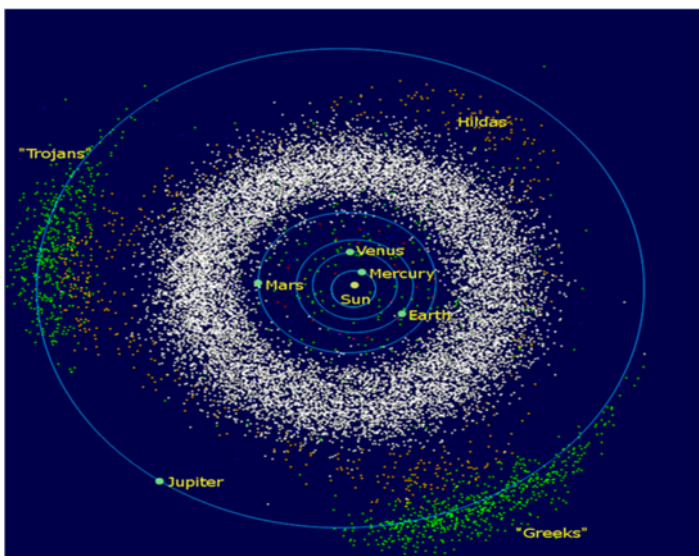


Fig. 2: Centura de asteroizi (cu alb) și troienii (cu verde), sursa: <https://ro.wikipedia.org>

3. Identificarea computerizată a asteroizilor

Una dintre metodele moderne de predare este investigația, folosită ca metodă de învățământ în elaborarea unor proiecte extracurriculare pentru elevi sau studenți. Proiectarea unei activități de învățare bazată pe investigație se poate realiza prin parcurgerea a 5 etape, conform propunerii proiectelor Scientix, iar ca exemplu de asemenea activități ar putea fi considerată tema „Impactul asteroizilor cu Pământul”, în conținutul căreia se pot folosi și rezultatele obținute în această lucrare.

În ultimii ani, sute de mii de asteroizi au fost descoperiți în Sistemul Solar, cu o rată de descoperire curentă de aproximativ 5000 pe lună. Din peste 400000 asteroizi înregistrați, 187745 au orbite bine cunoscute, îndeajuns să fie definiți cu numere oficiale. Dintre aceștia, 14525 au nume oficiale. O mică parte dintre asteroizi au fost reclasați recent ca planete minore. Planeta minoră, cu numărul cel mai mic, este Ceres, care era demult considerat cel mai mare asteroid din cercul Sistemului Solar. În prezent se află în discuție statutul de planetă pitică sau asteroid pentru Pallas și Vesta, ambele corpuri fiind cu diametrele de aproximativ 500 km. Vesta este singurul asteroid din centura de asteroizi care, ocazional, este vizibil cu ochiul liber [4].

Dintre toate grupurile de asteroizi din Sistemul Solar, cei mai investigați asteroizi sunt cei care riscă să se apropie de Pământ, denumiți NEA (*Near Earth Asteroids*), iar dintre aceștia, cei mai importanți sunt cei care pot produce un impact catastrofal cu Pământul, numiți asteroizi PI (*Possible Impactors*) [5]. Începând din 2009, în Uniunea Europeană funcționează proiectul EURONEAR care se preocupă de identificarea asteroizilor NEA și PI [6].

O contribuție deosebită, în descoperirea asteroizilor, are Domnul Profesor Dr. Mirel Birlan, care își desfășoară cercetarile la Institutul de Mecanică Cerească și de Calcul al Efemeridelor din cadrul Observatorului din Paris și este astronom asociat la Institutul Astronomic al Academiei Române.

Din anul 2001, asteroidul cu numărul 10034, poartă numele Birlan. „Trebuie să existe foarte multă imaginație pentru studiul astronomiei”, mai ales în cazul elevilor și studenților, după cum consideră Mirel Birlan.

Acum, cât și în viitor, generațiile următoare vor avea acces la dispozitive optice care beneficiază de sisteme de detecție avansate, având tehnologii și rutine software sofisticate automate, de căutare și care în prezent se bucură de o finanțare crescută de la NASA.

Rata descoperirii de obiecte NEO (*Near-Earth Objects*), ce cuprind asteroizi și comete care trec prin apropierea Pământului, a crescut la o medie de aproximativ 3 pe zi, iar numărul obiectelor NEOs descoperite, de toate dimensiunile, a crescut de la aproximativ 2000 la sfârșitul anului 2002 la circa 15 000, la momentul actual [7].

În timp ce eforturile în domeniul caracterizării asteroizilor din punct de vedere fizic nu au ținut pasul cu rata noilor descoperiri, proiectele ExploreNEO și Neowise au furnizat date legate de dimensiunea și albedo-ul mai multor sute de NEOs și au demonstrat valoarea telescoapelor spațiale care preiau imagini în spectrul infraroșu termic pentru evaluarea riscului de impact NEOs cu Pământul.

Cu toate că un număr semnificativ de studii ale tehnicilor de deviere au fost efectuate până acum, niciuna dintre acestea nu a fost încă testată în spațiu pe un asteroid real. În scopul de a reduce la minim incertitudinile în rezultatul unei misiuni de deviere, ar fi cu siguranță prudent să se testeze conceptele și ipotezele actuale în misiuni experimentale pentru a devia ținte adecvate reprezentative NEA, înainte de a fi obligatoriu să se aplice în grabă tehnologia de deviere, într-un scenariu de impact real.

În multe cazuri, studiile corpurilor planetare mici, prin intermediul instrumentelor optice, necesită existența unei rezoluții unghiulare înalte. Diverși factori afectează această rezoluție, ca de exemplu: difracția, care depinde de diametru și de obstrucție, calitatea optică, ce se referă la aberații cromatice sau la structura compoziției lentilelor, precum și aspectele

mecanice, dilatații, focalizare, echilibru, respectiv condițiile de mediu - turbulențele din cauza tubului sau a cupolei și vremea. Toți acești factori trebuie să fie evaluați, iar ignorarea evaluării chiar și a unuia dintre aceștia, poate conduce la degradarea calității și reducerea rezoluției imaginii finale. Montura telescopului este, de asemenea, o alegere importantă [8].

Telescopul care a obținut datele folosite în această lucrare are o montură de tip ecuatorial și un diametru al oglinzii de 2,5 metri.

Alegerea de camere digitale și a aplicațiilor de monitorizare a telescoapelor joacă un rol-cheie pentru realizarea obiectivelor științifice profesionale. Dezvoltarea și utilizarea de software dedicat este de o importanță majoră în procedurile standard de prelucrare a datelor.

În asociere cu proiectul EURONEAR a fost inițiată formarea unor grupuri de studenți, în domeniul identificării asteroizilor noi, folosind metode de prelucrare computațională avansată a imaginilor preluate de camerele CCD ale telescoapelor. Pachetele de imagini folosite în scopuri educaționale și de cercetare în cadrul acestui proces de inițiere au ca sursă datele furnizate de Grupul de telescoape ING - Issac Newton Group, din Insula La Palma, Spania.

În continuare sunt prezentate rezultatele prelucrării unui pachet de 10 fotografii, acestea fiind preluate începând din data de 5 noiembrie 2015 de la ora 23h 54 min 19 s UT (Ora României - 2h), la interval de 2 minute fiecare fotografie, folosind programul Astrometrica [2].

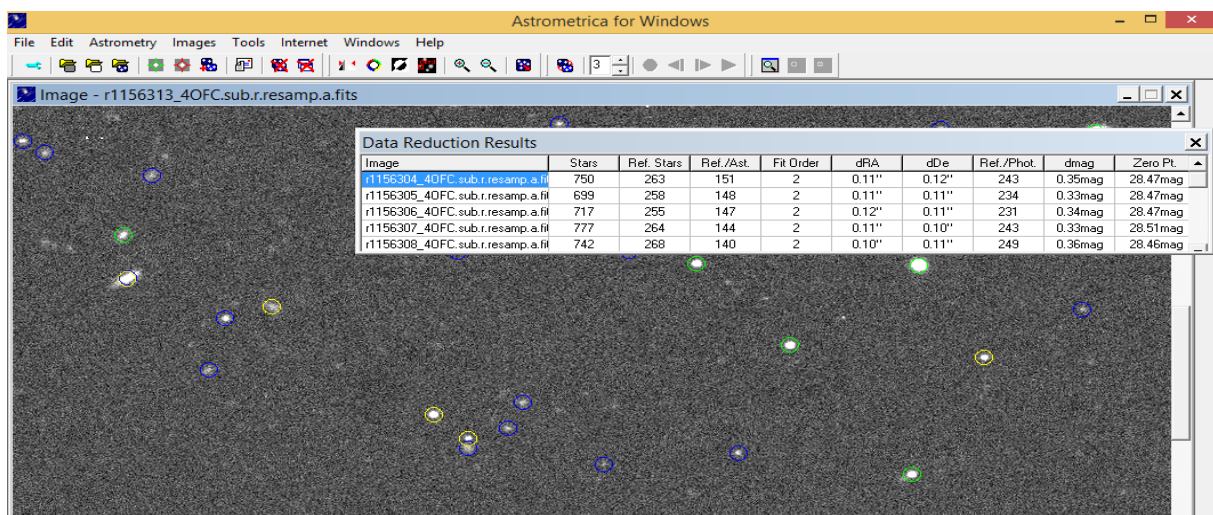


Fig. 3. Captură de ecran a imaginilor preluate de ING Telescope.

Primul asteroid descoperit în urma studierii acestui pachet de asteroizi a fost denumit temporar EUVB001. Două dintre imaginile care îl surprind sunt prezentate în următoarele două figuri.

Datele astrometrice obținute în urma efectuării studiului asupra acestui obiect ceresc, și anume asteroidul EUVB001, au fost notate în Tabelul 1. După includerea caracteristicilor obiectului în baza de date de la Minor Planet Center (MPC), s-a constatat faptul că orbita probabilă a acestui corp ceresc este orbita unui asteroid din centura de asteroizi și de asemenea a fost remarcat aspectul conform căruia această orbită nu coincide cu orbita niciunui alt asteroid cunoscut.

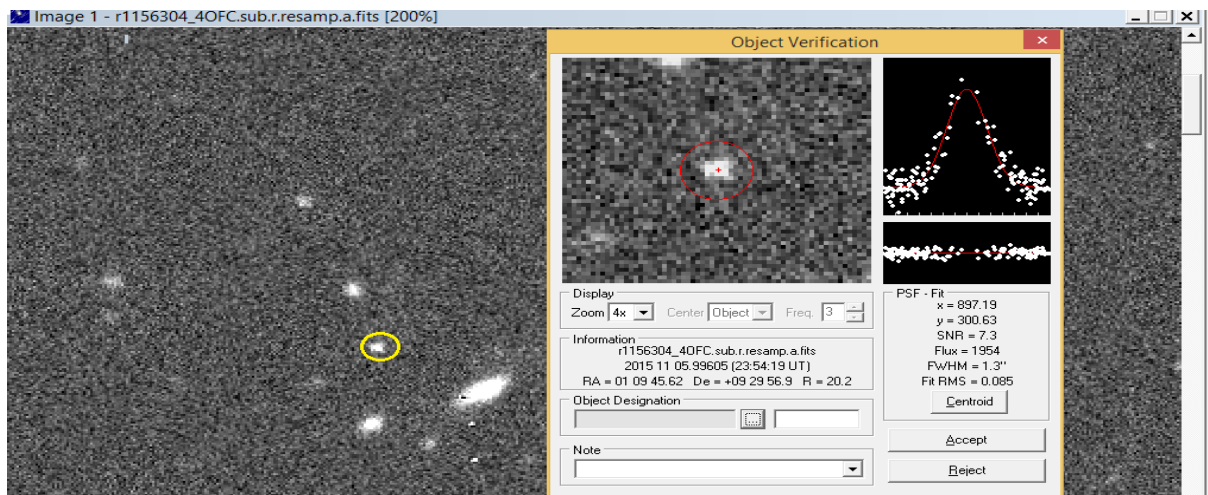


Fig.4. Asteroidul EUVB001 în poziția din prima fotografie a setului de observații.

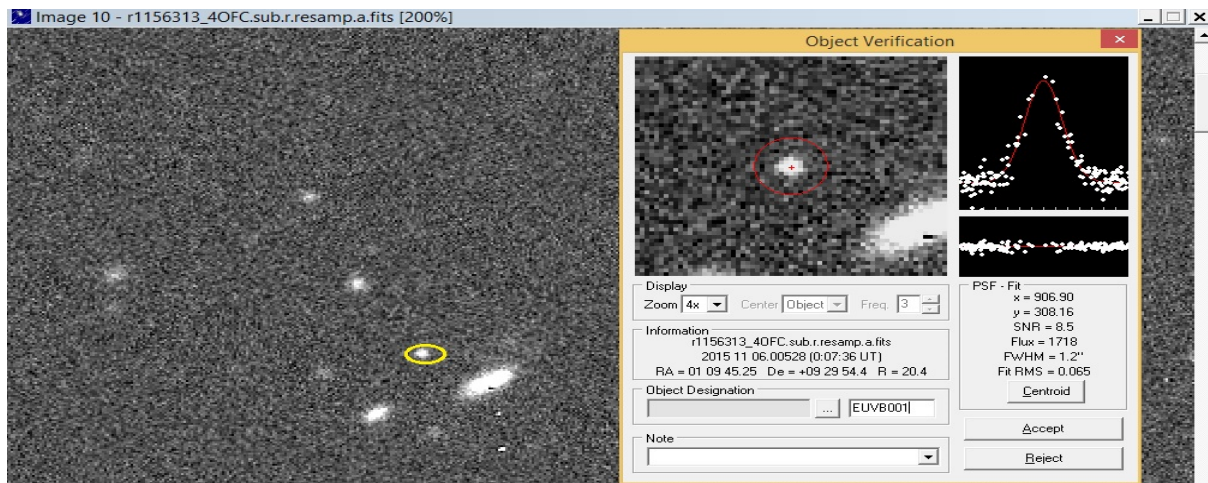


Fig.5. Asteroidul EUVB001 în poziția din a zecea fotografie a setului de observații.

Tabelul 1 Raport MPC asupra corpului ceresc EUVB001

COD 950
ACK MPCReport file updated 2016.07.31 15:20:55
NET PPMXL

Numele obiectului	Data Juliană	Ascensiune	Declinație	Magnitudine	Cod observator
EUVB001	C2015 11 05.99605	01 09 45.62	+09 29 56.9	20.2 R	950
EUVB001	C2015 11 05.99708	01 09 45.58	+09 29 56.8	20.6 R	950
EUVB001	C2015 11 05.99810	01 09 45.53	+09 29 56.4	20.3 R	950
EUVB001	C2015 11 05.99913	01 09 45.50	+09 29 56.1	20.3 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00015	01 09 45.45	+09 29 55.9	20.3 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00118	01 09 45.41	+09 29 55.5	20.4 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00220	01 09 45.37	+09 29 55.3	20.4 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00323	01 09 45.33	+09 29 55.0	20.4 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00425	01 09 45.29	+09 29 54.7	20.3 R	950
EUVB001	C2015 11 06.00528	01 09 45.25	+09 29 54.4	20.4 R	950

----- end -----

În urma analizei complete a pachetului de fotografii au fost identificați alți patru asteroizi.

Următoarea etapă în studiul asteroizilor constă în elaborarea unui raport fotometric pentru fiecare dintre aceștia. În tabelul de mai jos este prezentat raportul fotometric inițial asupra asteroidului temporar denumit EUVB001.

Tabelul 2
Exemplu de Raport fotometric pentru corpul ceresc EUVB001

EXPOSURE JD: Mid-exposure, not corrected for light time

JD	mag	SNR	ZeroPt	Design.
2457332.49605	20.239 R	21.43	28.467	EUVB001
2457332.49708	20.643 R	16.51	28.473	EUVB001
2457332.49810	20.350 R	21.02	28.466	EUVB001
2457332.49913	20.332 R	20.36	28.514	EUVB001
2457332.50015	20.277 R	22.81	28.455	EUVB001
2457332.50118	20.353 R	20.23	28.525	EUVB001
2457332.50220	20.421 R	21.50	28.504	EUVB001
2457332.50323	20.402 R	19.10	28.533	EUVB001
2457332.50425	20.254 R	26.14	28.507	EUVB001
2457332.50528	20.367 R	24.81	28.454	EUVB001

Semnificația mărimilor fizice care apar în coloanele tabelului este următoarea:

- JD - Data Iuliană (format astronomic)
- mag - Magnitudinea aparentă
- SNR (*Signal to Noise Ratio*) - Raportul semnal - zgomot
- ZeroPt - Magnitudinea absolută a obiectului
- Design - Nume temporar

Dintre cele cinci obiecte caracterizate prin aceeași metodă, în cazul asteroidului, denumit, de noi, EUVB007 a fost identificată o foarte apropiată traiectorie de cea a asteroidului 2006BC279, descoperit în anul 2006 și pierdut de atunci.

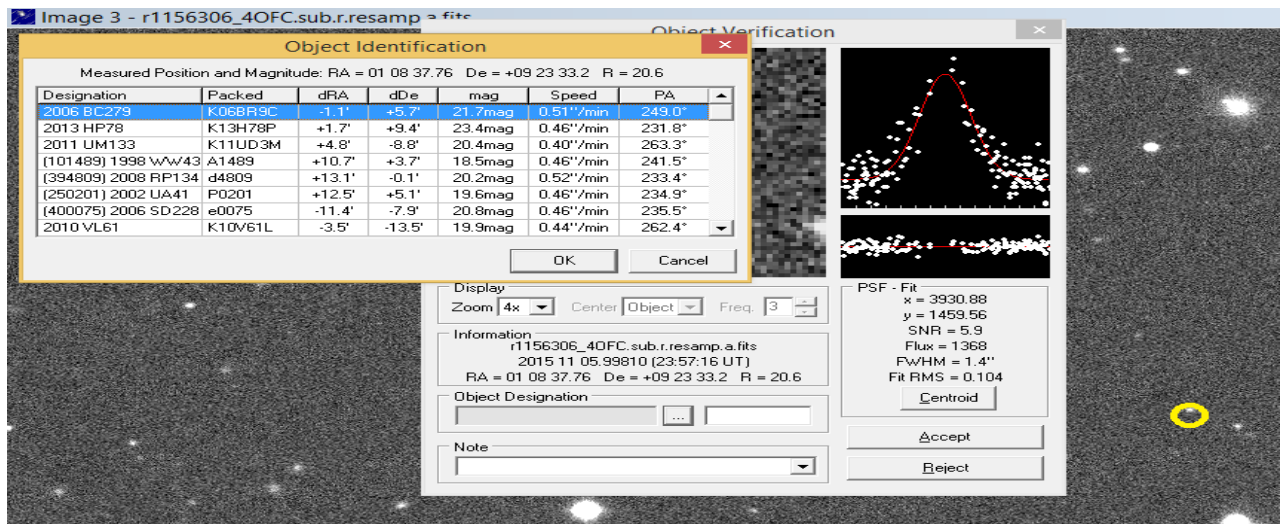


Fig. 6. Identificarea unui asteroid detectat prima dată în anul 2006, pierdut ulterior.

Etapă următoare în studiul asteroizilor nou identificați, o constituie analiza fotometrică a curbelor de lumină obținute prin analiza fotografiilor acestor obiecte luate la intervale mai

mari de timp (zile sau săptămâni). Această etapă are ca scop identificarea perioadei de rotație a asteroizilor.

Cu titlu de exemplu, în continuare este prezentată sinteza analizei fotometrice pentru asteroidul cunoscut 433 Eros, considerat ca etalon pentru determinarea dimensiunilor probabile ale asteroizilor medii. Analiza fotometrică a fost realizată cu ajutorul aplicației software Canopus [9], produsă de Minor Planet Observatory - MPO.

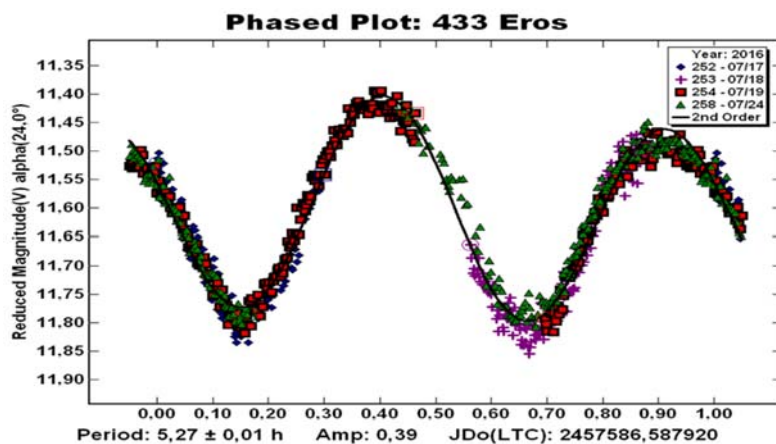


Fig.7. Reprezentarea grafică a magnitudinii în funcție de perioada de rotație în jurul axei proprii, pentru asteroidul cunoscut Eros 433, cu soft-ul Canopus. Culorile reprezintă observații ale asteroidului preluate din observații din zile diferite

4. Concluzii

Studierea corpurilor cerești a devenit o necesitate în zilele noastre pentru asigurarea securității spațiului cosmic și a Terrei, respectiv pentru continuarea cercetărilor științifice. Primul pas, în acest sens, este realizat, încă de pe băncile școlii, printr-un proces de instruire adecvat, folosind metodele de predare clasice și moderne.

Trajectoriile de ciocnire ale asteroizilor au devenit un mare pericol pentru omenire [10]. Deși majoritatea asteroizilor nu sunt un pericol pentru Pământ, aproximativ 2000 de asteroizi mari, cu 1 km sau mai mult în diametru, se apropie de Pământ și intersectează orbita terestră. Acești asteroizi numiți oficial NEA (Near Earth Asteroids) sunt asteroizi ce vor trece aproape de Pământ.

Pericolul pentru omenire pe care îl reprezintă asteroizii mai mici de 25 m, ca diametru, este foarte mic. De exemplu, în cazul unei intersecții cu traiectoria Pământului aceștia ard complet sau aproape complet încă înainte de impact, prin frecarea cu aerul din atmosfera noastră. Pentru asteroizii mari, un impact cu Pământul ar putea dezvolta forțe de zeci de mii de ori mai mari față de acțiunea bombei atomice de la Hiroshima, iar ravagiile ar putea consta în nimicirea totală a unor mari orașe, pustiirea și moartea tuturor vietăților unor țări precum și distrugerea unor continente întregi. Probabilitatea unui astfel de incident este reală și s-ar putea întâmpla la fiecare câteva sute de ani [11].

Astfel, activitățile ce ar trebui întreprinse, pe scară mondială cu ajutorul organizațiilor ONU și ESA, cuprind direcțiile:

a) Investiții în telescoape și inspectarea intensă, permanentă a spațiului extraterestru pentru descoperirea acestor asteroizi „la timp”, cu cel puțin 10 ani înainte de impactul calculat.

b) Devierea traiectoriilor asteroizilor. În cazul unui pericol real de impact, asteroidul ar trebui deviat de la traiectoria sa inițială cu ajutorul unei rachete spațiale, construită și testată din timp, care să-i vină în întâmpinare și să-l ciocnească. Pentru o asemenea rachetă n-ar fi nevoie de o forță, viteză sau masă foarte mare.

c) Explorarea spațiului este cea mai captivantă dintre activitățile spațiale și satisface dorința naturală, umană de a descoperi noi frontiere dincolo de planeta noastră. Această activitate generează multiple beneficii pentru cetățeni, cum ar fi: telefoane mobile, aparate medicale sau airbag-uri, toate având originea în tehnologiile dezvoltate la începuturile explorării spațiului cosmic. Explorarea spațiului este un motor de inovare și dezvoltare tehnologică pentru îmbogățirea cunoștințelor științifice [12].

Europa, prin intermediul Agenției Spațiale Europene, ESA, și al statelor membre individuale, are deja contribuții semnificative în ceea ce privește explorarea spațiului cosmic.

Implicarea europeană în funcționarea Stației Spațiale Internaționale, ISS - Internațional Space Station, participarea, în special, la dezvoltarea modulului-laborator Columbus și a vehiculului de transport automat, cât și prezența astronauților europeni la bordul ISS asigură o prezență europeană vizibilă, continuă în spațiul cosmic.

Mulțumiri, Domnului Profesor Dr. Ovidiu Văduvescu și grupului de studenți de la Universitatea din Craiova.

Bibliografie

1. Eastman T., Borne K., Green J., Grayzeck E., Mcguire R., Sawyer D., *eScience and Archiving for Space Science*. Data Science Journal, 4, 67 – 76, 2005.
2. Astrometrica - home page, www.astrometrica.at/
3. Boldea A. L., Năstase M., Cotfasă L., Năstase A., *Noțiuni elementare de astronomie*, Ed. Universitaria, Craiova, 2013.
4. ***, *Asteroid*, <https://ro.wikipedia.org/wiki/Asteroid>
5. Martin Rees, *Universul, ghid vizual complet*, Enciclopedia RAO 2008, București.
6. Euronear project, euronear.imcce.fr/
7. Harris A. W., Boslough M., Chapman C. R., Drube L., Michel P., and Harris A. W. (2015) *Asteroid impacts and modern civilization: Can we prevent a catastrophe?* In: *Asteroids IV* (P. Michel et al., eds.), pp. 835–854. Univ. of Arizona, Tucson, DOI: 10.2458/azu_uapress_9780816532131-ch042.
8. Mosis O., R. Hueso J.-P. Beaulieu S. Bouley B. Carry F. Colas A. Klotz C. Pellier J.-M. Petit P. Rousselot M. Ali-Dib W. Beisker, M. Birlan, C. Buil A. Delsanti E. Frappa H. B. Hammel A. C. Levasseur-Regourd G. S. Orton A. S´anchez-Lavega A. Santerne P. Tanga J. Vaubaillon B. Zanda D. Baratoux T. Böhmer V. Boudon A. Bouquet L. Buzzi J.-L. Dauvergne A. Decock M. Delcroix P. Drossart N. Esseiva G. Fischer L. N. Fletcher S. Foglia J. M. Gómez-Forrellad J. Guarro-Flores D. Herald E. Jehin F. Kugel J.-P. Lebreton J. Lecacheux A. Leroy L. Maquet G. Masi A. Maury F. Meyer S. Pérez-Hoyos A. S. Rajpurohit C. Rinner J. H. Rogers F. Roques R. W. Schmude, Jr. B. Sicardy B. Tregon M. Vanhuyse A. Wesley T. *Instrumental methods for professional and amateur collaborations in planetary astronomy*, Exp Astron (2014) 38:91–191 DOI 10.1007/s10686-014-9379-0, Springer Science+BusinessMedia Dordrecht 2014.
9. Minor Planet Observatory, Canopus software package, www.mpo.org/
10. ***, *Science*, <http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/towards2020science/>
11. ***, *Astrometry*, https://www.sbig.com/science-education/science_education/astrometry/
12. ***, *Strategia spațială europeană*, <http://www2.rosa.ro/>

Articolul este depozitat în baza de date IBN:
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138

Primit la redacție: 27 oct. 2016

OLIMPIADA INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ, EDIȚIA A 47-A

Zurich, Elveția, 10-17 iulie 2016

În perioada 10–17 iulie 2016, în orașul Zurich, Elveția, s-a desfășurat a 47-a ediție a Olimpiadei Internaționale de Fizică.

La acest concurs prestigios au participat 398 de elevi din 89 de țări. Republica Moldova a fost reprezentată de o echipă formată din 5 elevi și 2 profesori, în următoarea componență:

1. CĂRUNTU Beatrice, clasa a XI-a, Liceul Teoretic „Ștefan cel Mare”, Chișinău
2. DIMITRIU Eugeniu, clasa a XI-a, Liceul Teoretic „Orizont”, Durlești, Chișinău
3. CALANCEA Laurențiu, clasa a XII-a, Liceul Teoretic „Orizont”, Durlești, Chișinău
4. DOLGOPOL Romina, clasa a XII-a, Liceul Teoretic „Orizont”, Buiucani, Chișinău
5. VIZITIV Gleb, clasa a XII-a, Liceul Teoretic „Orizont”, Durlești, Chișinău

Conducători:

Prof. univ. Dr. habil. EVTODIEV Igor, Universitatea de Stat din Moldova

Prof. PĂGÎNU Victor, Consultant principal, Ministerul Educației.

Echipa olimpică de elevi din R. Moldova a revenit acasă cu 3 trofee: o medalie de argint, o medalie de bronz și o mențiune de onoare:

Vizitiv Gleb, LT „Orizont”, Durlești – **Medalie de Argint**

Calancea Laurențiu, LT „Orizont”, Durlești – **Medalie de Bronz**

Dimitriu Eugeniu, LT „Orizont”, Durlești – **Mențiune de Onoare**



Echipa olimpică a R. Moldova la cea de a 47-a ediție a Olimpiadei Internaționale de Fizică, Zurich, Elveția, 10–17 iulie 2016: (de la stânga): Evtodiev Igor, Dolgopol Romina, **Dimitriu Eugeniu**, **Vizitiv Gleb**, **Calancea Laurențiu**, Căruntu Beatrice, Păgînu Victor.

Pe paginile ce urmează sunt prezentate subiectele de concurs ale Olimpiadei.

Instrucțiuni generale: Proba teoretică

14 iulie 2016

Proba teoretică durează 5 ore; probei îi sunt atribuite 30 de puncte.

Înainte de examen

- Ți se interzice să deschizi plicul care conține enunțurile problemelor înainte de a auzi semnalul sonor care indică începerea concursului.
- Începutul și sfârșitul probei vor fi indicate prin semnale sonore. Se vor face anunțuri consemnând scurgerea fiecărei ore din concurs precum și un anunț consemnând intrarea în ultimele cincisprezece minute ale probei (minutele dinaintea semnalului de încheiere a concursului).

În timpul examenului

- Ți se dau Foi de răspunsuri dedicate în care vei scrie răspunsurile. Introdu rezultatele tale finale în casetele corespunzătoare din foile de răspunsuri ale problemei (marcate cu A). Pentru rezolvarea fiecărei probleme ai și foi de hârtie albe, de lucru, (marcate cu W) pe care le poți folosi pentru calculele detaliate. Asigură-te că, de fiecare dată, folosești foile care sunt dedicate problemei pe care o rezolvi (verifică numărul problemei înscris în antetul fiecărei foi). Dacă ai scris pe oricare dintre foi ceva ce nu vrei să fie luat în considerare la notare, taie cu o cruce textul respectiv.
- Încearcă să fii cât mai concis în redactarea răspunsurilor; folosește ecuații, operatori logici și schițe pentru a-ți descrie raționamentele, ori de câte ori acest lucru este posibil. Evită să folosești propoziții lungi.
- Te rugăm să folosești numărul adecvat de cifre semnificative, ori de câte ori scrii un număr.
- Adesea va fi cu putință să rezolvi o parte a unei probleme, fără să fi rezolvat părțile anterioare ale acelei probleme.
- O listă conținând valorile unor constante fizice este dată pe pagina care urmează.
- Nu ți se permite să-ți părăsești locul de lucru fără permisiune. Dacă ai nevoie de asistență (ai nevoie să-ți umpli sticla de apă de băut, ți s-a stricat calculatorul, vrei să mergi la toaletă, etc) ești rugat să atragi atenția unui ghid arborând în suportul atașat cabinei în care lucrezi unul dintre cele trei stegulețe care îți sunt puse la dispoziție ("Umpleți-mi vă rog sticla cu apă", "Aș vrea vă rog să merg la toaletă", sau "Vă rog, am nevoie de ajutor" în toate celelalte cazuri).

La sfârșitul examenului

- La sfârșitul examenului vei înceta imediat să scrii.
- Pentru fiecare problemă, vei așeza foile în următoarea ordine: Pagina de gardă (C), enunțurile problemelor (Q), foile de răspunsuri (A), foile de lucru (W).
- Pune toate foile de hârtie aparținând unei probleme în plicul corespunzător. Pune de asemenea instrucțiunile generale (G) în plicul separat rămas. Asigură-te că identificatorul tău (codul de student) este vizibil în fereastra de observare a fiecărui plic. Vei pune în teanc și foile goale. Nu ți se permite să iei nicio foaie de hârtie în afara ariei de examinare.
- Lasă pe masa de lucru calculatorul de culoare albastră care ți-a fost dat de organizatori.
- Ia cu tine instrumentele de scris (două pixuri cu bilă, un pix cu vârf din fibre, un creion, un foarfece, o riglă, două perechi de dopuri de urechi) precum și calculatorul propriu (dacă este cazul). Ia-ți de asemenea sticla de apă.
- Așteaptă la masa de lucru până când îți sunt colectate plicurile. După ce plicurile îți sunt colectate, ghidul tău te va conduce în afara ariei de examinare.

Date Generale

Viteza luminii în vid	c	$= 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Permeabilitatea vidului(constanta magnetică)	μ_0	$= 4\pi \times 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$
Permitivitatea vidului (constanta electrică)	ϵ_0	$= 8,854\,187\,817 \times 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$
Sarcina electrică elementară	e	$= 1,602\,176\,620\,8(98) \times 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$
Masa electronului	m_e	$= 9,109\,383\,56(11) \times 10^{-31} \text{ kg}$ $= 0,510\,998\,946\,1(31) \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Masa protonului	m_p	$= 1,672\,621\,898(21) \times 10^{-27} \text{ kg}$ $= 938,272\,081\,3(58) \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Masa neutronului	m_n	$= 1,674\,927\,471(21) \times 10^{-27} \text{ kg}$ $= 939,565\,413\,3(58) \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Unitatea atomică de masă	u	$= 1,660\,539\,040(20) \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constanta Rydberg	R_∞	$= 10\,973\,731,568\,508(65) \text{ m}^{-1}$
Constanta universală a gravitației	G	$= 6,674\,08(31) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
Accelerația gravitațională (la Zurich)	g	$= 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Constanta Planck	h	$= 6,626\,070\,040(81) \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Numărul lui Avogadro	N_A	$= 6,022\,140\,857(74) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constanta universală a gazelor	R	$= 8,314\,4598(48) \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Constanta masei molare	M_u	$= 1 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constanta Boltzmann	k_B	$= 1,380\,648\,52(79) \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
Constanta Stefan-Boltzmann	σ	$= 5,670\,367(13) \times 10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-4}$

Două probleme de mecanică (10 puncte)

Te rugăm ca, înainte să începi rezolvarea problemei, să citești Instrucțiunile generale aflate într-un plic separat.

Partea A. Discul ascuns (3,5 puncte)

Vei considera un cilindru masiv din lemn; raza cilindrului este r_1 iar înălțimea sa este h_1 . Undeva în interiorul cilindrului de lemn se află un disc metalic având raza r_2 și înălțimea h_2 . Discul de metal este astfel plasat încât axa sa de simetrie B este paralelă cu axa de simetrie S a cilindrului de lemn. Discul metalic este plasat la distanțe egale de fața de sus și de fața de jos a cilindrului de lemn. Vei nota distanța dintre S și B cu d . Densitatea lemnului este ρ_1 , iar densitatea metalului este $\rho_2 > \rho_1$. Masa totală a cilindrului de lemn, având discul de metal în interiorul său este M .

În această parte a problemei vei presupune că cilindrul de lemn este plasat pe o suprafață plană pe care acesta se poate rostogoli liber la stânga sau la dreapta. Vezi Fig. 1 pentru o vedere laterală și pentru o vedere de deasupra a ansamblului studiat.

Scopul acestei sarcini de lucru este determinarea dimensiunilor și a poziției discului metalic.

În cele ce urmează, ori de câte ori ți se cere să exprimi un rezultat în funcție de mărimile cunoscute, vei presupune că următoarele mărimi îți sunt date:

$$r_1, h_1, \rho_1, \rho_2, M. \quad (1)$$

Scopul sarcinii de lucru este determinarea mărimilor r_2, h_2 și d , prin măsurări indirecte.

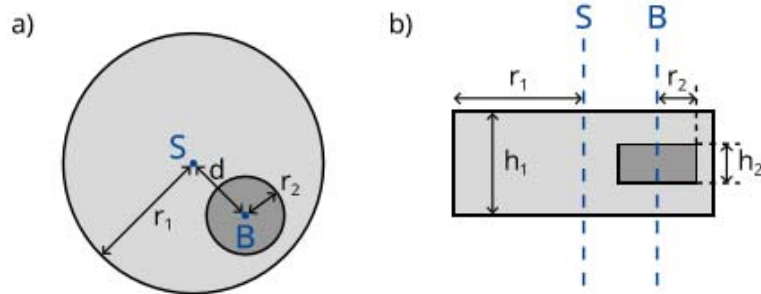


Figura 1: a) vedere laterală b) vedere de sus

Se notează cu b distanța dintre centrul de masă C a întregului sistem și axa de simetrie S a cilindrului de lemn. Pentru a determina această distanță, se proiectează următorul experiment: se plasează cilindrul de lemn pe o suprafață orizontală - astfel încât acesta să se afle într-o stare de echilibru stabil. Se înclină apoi lent suprafața plană de sprijin, astfel încât aceasta să facă unghiul θ cu orizontala (vezi Fig. 2). Datorită frecării statice, cilindrul de lemn se va rostogoli liber - fără să alunece. Rotindu-se, discul se deplasează puțin, dar va rămâne în echilibru stabil după ce s-a rotit cu unghiul ϕ care poate fi măsurat.

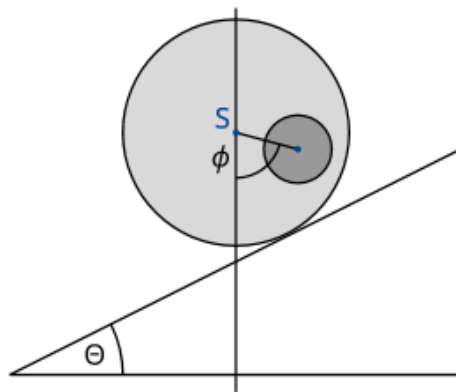


Figura 2: Cilindrul pe planul înclinat.

A.1 Determină expresia lui b ca funcție de cantitățile (1), unghiul ϕ și unghiul θ de înclinare a planului pe care se află cilindrul. 0.8pt

De aici înainte vei presupune cunoscută valoarea mărimii b .

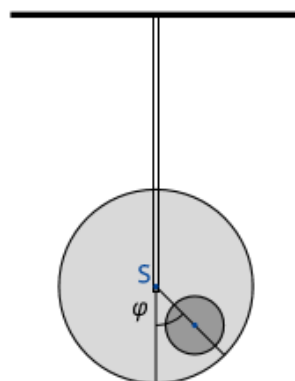


Figura 3: Sistemul suspendat.

46 Probleme, concursuri, olimpiade

În cele ce urmează, se intenționează măsurarea momentului de inerție I_S al sistemului, față de axa de simetrie S . În acest scop se suspendă cilindrul de lemn de axa sa de simetrie ca de o tijă rigidă. Se rotește apoi cilindrul față de poziția de echilibru cu un unghi mic φ și apoi este eliberat. Vezi figura 3 pentru descrierea situației. Se determină că φ descrie o mișcare periodică cu perioada T .

A.2	Dedu ecuația de mișcare pentru φ . Exprimă momentul de inerție I_S al sistemului față de axa sa de simetrie S ca funcție de T , b și de cantitățile cunoscute (1). Poți presupune că perturbarea poziției inițiale de echilibru este foarte mică, astfel că unghiul φ este întotdeauna foarte mic.	0.5pt
------------	--	-------

Folosind măsurările făcute la sarcinile de lucru **A.1** și **A.2** se cere determinarea datelor geometrice ale discului de metal și a poziției acestui disc de metal aflat în interiorul cilindului de lemn.

A.3	Determină o expresie a distanței d ca funcție de b și de mărimile (1). Poți include mărimile r_2 și h_2 ca variabile în expresia pe care o scrii, deoarece aceste mărimi vor fi calculate la sarcina de lucru A.5 .	0.4pt
------------	--	-------

A.4	Determină expresia momentului de inerție I_S ca funcție de b și de mărimile (1). Poți include, ca variabile, în expresie mărimile r_2 și h_2 , deoarece acestea vor fi calculate în sarcina de lucru A.5 .	0.7pt
------------	---	-------

A.5	Folosind toate rezultatele de mai sus, scrie expresiile pentru h_2 și r_2 în funcție de b , T și de mărimile cunoscute (1). Poți exprima h_2 ca funcție de r_2 .	1.1pt
------------	--	-------

Partea B. Stația Spațială în rotație (6,5 puncte)

Alice este o astronaută care trăiește în Stația Spațială. Stația Spațială este o roată gigantică de rază R , care se rotește în jurul axei sale, asigurând astfel astronautilor o gravitație artificială. Astronauții locuiesc în partea interioară a inelului exterior al roții. Atracția gravitațională a Stației Spațiale ca și curbura podelei sale pot fi ignorate.

B.1	Cu ce viteză unghiulară ω_{ss} trebuie să se rotească stația spațială, astfel încât astronauții să simtă o accelerație identică cu accelerația gravitațională g_E a suprafeței Pământului?	0.5pt
------------	---	-------

Alice și prietenul ei astronaut Bob au o controversă. Bob nu crede că ei se află cu adevărat într-o stație spațială, ci că se află pe Pământ.. Alice dorește să-i demonstreze lui Bob că se află pe o stație spațială rotitoare, folosind argumente din fizică. În acest scop, ea atașează o masă m la un resort cu constanta de elasticitate k și pune sistemul în oscilație. Masa oscilează numai pe direcție verticală și nu poate deplasa pe direcția orizontală.

B.2	Presupunând că gravitația Pământului este constantă și are accelerația g_E , care ar trebui să fie pulsația ω_E pe care ar măsur-o o persoană aflată pe Pământ?	0.2pt
------------	--	-------

B.3	Care este pulsația ω a oscilației pe care Alice o măsoară în Stația Spațială?	0.6pt
------------	--	-------

Alice este convinsă că experimentul propus de ea dovedește faptul că astronauții se află pe o stație spațială în rotație. Bob rămâne sceptic. El susține că dacă se ia în considerare variația gravitației în apropierea suprafeței Pământului se poate determina un efect similar. În sarcinile de lucru care urmează se investighează dacă Bob are dreptate.

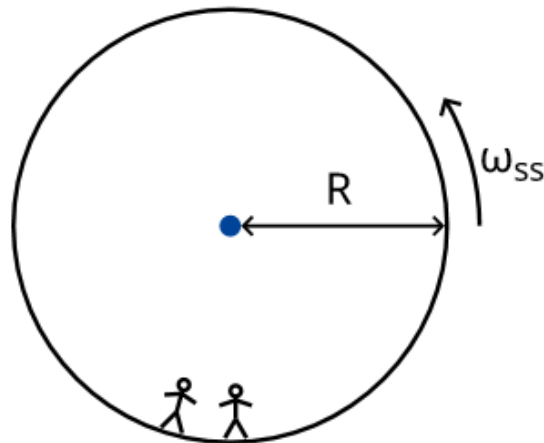


Figura 4: Stația Spațială

B.4 Dedu o expresie a accelerației gravitaționale $g_E(h)$ pentru înălțimi mici deasupra suprafeței Pământului și calculează pulsația corespunzătoare $\tilde{\omega}_E$ a masei care oscilează (este suficientă aproximația liniară). Notează raza Pământului cu R_E . 0.8pt

Într-adevăr, pentru această stație spațială, Alice determină că pendulul cu resort oscilează cu frecvența prezisă de Bob.

B.5 Care ar trebui să fie raza stației spațiale R , astfel încât pulsația ω a oscilației în stația spațială să fie egală cu pulsația $\tilde{\omega}_E$ a oscilației pe Pământ. Exprimă rezultatul în funcție de R_E . 0.3pt

Exasperată de încăpățânarea lui Bob, Alice vine cu ideea unui alt experiment pentru a-și proba punctul de vedere. În acest scop ea se urcă pe un turn de înălțime H de pe suprafața stației spațiale și lasă să cadă o masă. Acest experiment poate fi înțeles atât într-un sistem de referință în rotație, cât și într-un sistem de referință inerțial.

În sistemul de referință aflat în rotație uniformă, astronauții percep o forță fictivă \vec{F}_C numită forță Coriolis. Forța \vec{F}_C care acționează asupra unui obiect de masă m care se deplasează cu viteza \vec{v} într-un sistem care se rotește cu viteză unghiulară constantă $\vec{\omega}_{ss}$ este dată de

$$\vec{F}_C = 2m\vec{v} \times \vec{\omega}_{ss} . \tag{2}$$

În termeni de mărimi scalare poți folosi relația

$$F_C = 2mv\omega_{ss} \sin \phi , \tag{3}$$

unde ϕ este unghiul dintre viteza și axa de rotație. Forța este perpendiculară atât pe viteza v cât și pe axa de rotație. Semnul forței poate fi determinat cu regula mâinii drepte, dar în ceea ce urmează îl poți alege după dorință.

B.6 Calculează viteză orizontală v_x și deplasarea orizontală d_x (relativă la baza turnului și în direcție perpendiculară pe turn) a masei la momentul în care aceasta atinge podeaua. Vei presupune că înălțimea H a turnului este mică- astfel încât accelerația așa cum este măsurată de astronauți este constantă în timpul căderii. Poți de asemenea presupune că $d_x \ll H$. 1.1pt

Pentru a obține un rezultat bun Alice decide să refacă acest experiment de pe un turn mult mai înalt decât înainte. Spre surpriza sa, masa atinge podeaua la baza turnului astfel încât $d_x = 0$.

48 Probleme, concursuri, olimpiade

B.7 Găsește limita de jos a înălțimii pe care o poate avea turnul, astfel încât $d_x = 0$. 1.3pt

Alice dorește să facă o ultimă încercare de a-l convinge pe Bob. Ea vrea să folosească oscilatorul cu resort pentru a evidenția efectul forței Coriolis. În acest scop, ea modifică montajul original: ea atașează resortul de un inel care alunecă liber pe o bară orizontală, în direcția x în absența oricărei frecări. Resortul însuși oscilează în direcția y . Bara este paralelă cu solul și este perpendiculară pe axa de rotație a stației spațiale. Planul xy este prin urmare perpendicular pe axa de rotație cu direcția y orientată drept spre centrul de rotație al stației.

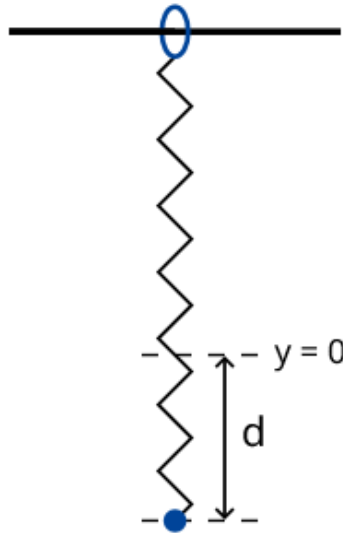


Figura 5: Dispozitivul experimental.

B.8 Alice trage de masă pe distanța d în jos față de poziția de echilibru $x = 0, y = 0$ și apoi o eliberează (vezi figura 5). 1.7pt

- Dedu o expresie algebrică pentru $x(t)$ și pentru $y(t)$. Poți presupune că $\omega_{ss}d$ este mic și neglijează forța Coriolis pentru mișcarea în lungul axei y .
- Schițează traiectoria $(x(t), y(t))$, marcându-i toate caracteristicile importante - ca de exemplu amplitudinea.

Alice și Bob continuă să se contrazică.

Dinamică neliniară pentru circuite electrice (10 puncte)

Te rugăm ca, înainte de a începe să rezolvi problema, să citești instrucțiunile generale care se află într-un plic separat

Introducere

Componentele electronice semiconductoare neliniare bistabile (ca de exemplu tiristoarele) sunt larg folosite în electronică, în calitate de comutatoare sau ca generatoare de oscilații electromagnetice. Cea mai importantă aplicație a tiristoarelor este controlul curenților alternativi în electronica de mare putere - ca de exemplu redresarea curentului alternativ în vederea obținerii de curent continuu pentru puteri de ordinul de mărime al megawattului. Elementele bistabile pot servi de asemenea ca sisteme-model pentru fenomene de auto-organizare din fizică (subiectul este atins în partea B a problemei), din biologie (vezi partea C a problemei) sau din alte domenii ale științelor non-liniare moderne.

Scopurile problemei

Să studieze instabilitățile și dinamica netrivială a circuitelor care includ elemente cu caracteristici $I - V$ neliniare. Să descopere aplicații tehnice posibile ale unor astfel de circuite și să le folosească în modelarea unor sisteme biologice.

Partea A. Stări staționare și instabilități (3 puncte)

În Fig. 1 este prezentată o caracteristică $I - V$ în formă de S a unui element de circuit neliniar X . În domeniul de tensiuni dintre $U_h = 4,00 \text{ V}$ (tensiunea de menținere) și $U_{th} = 10,0 \text{ V}$ (tensiunea de prag) caracteristica $I - V$ poate avea porțiuni diferite. Pentru simplitate, graficul prezentat în Fig. 1 este liniar pe bucăți (fiecare porțiune a caracteristicii este reprezentată prin segmente de dreaptă). În particular, linia care conține partea de sus a caracteristicii trece prin origine - dacă este prelungită. Aproximația prezentată este o descriere bună a caracteristicii unui tiristor real.

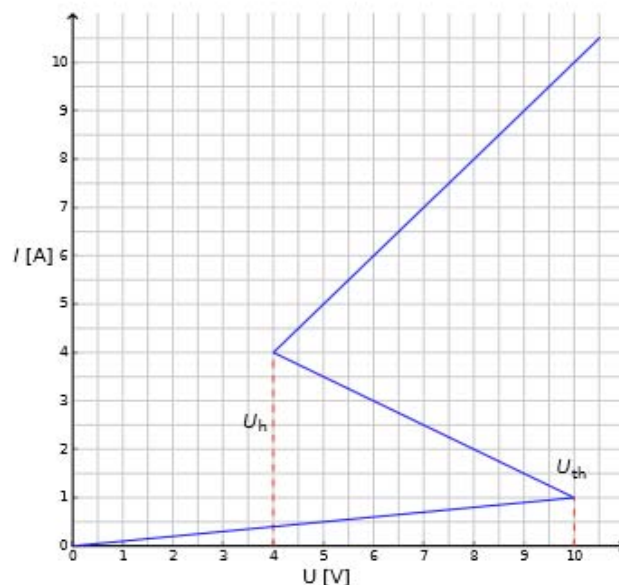


Figura 1: Caracteristica $I - V$ a unui element neliniar de circuit X .

- A.1** Folosind graficul, determină rezistența R_{on} a elementului de circuit X pe porțiunea de sus a caracteristicii $I - V$ și respectiv rezistența sa R_{off} pe porțiunea de jos a caracteristicii. Porțiunea din mijloc a caracteristicii este descrisă de ecuația

$$I = I_0 - \frac{U}{R_{int}}. \quad (1)$$

Determină valorile parametrilor I_0 și R_{int} .

50 Probleme, concursuri, olimpiade

Elementul neliniar de circuit X este conectat în serie (vezi Fig. 2) cu un rezistor cu rezistența R , cu o bobină ideală cu inductanța L și cu o sursă ideală de tensiune cu tensiunea \mathcal{E} . Se spune că circuitul este într-o stare staționară, dacă valoarea curentului care-l parcurge este constantă în timp, $I(t) = \text{const.}$

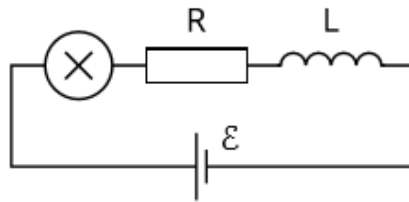


Figura 2: Circuitul electric compus din elementul neliniar X , rezistorul R , bobina ideală L , sursa de tensiune \mathcal{E} .

A.2 Care este numărul stărilor staționare posibile pe care circuitul din Fig. 2 le poate avea pentru o valoare fixată a tensiunii electromotoare \mathcal{E} și pentru $R = 3,00 \Omega$? Cum se modifică răspunsul dacă $R = 1,00 \Omega$? 1 pt

A.3 Fie $R = 3,00 \Omega$, $L = 1,00 \mu\text{H}$ și $\mathcal{E} = 15,0 \text{ V}$ în circuitul din Fig. 2. Determină valoarea curentului $I_{\text{stationary}}$ și a tensiunii $V_{\text{stationary}}$ pentru elementul neliniar X în starea staționară. 0.6pt

Circuitul din Fig. 2 se află în stare staționară cu $I(t) = I_{\text{stationary}}$. Se spune despre starea staționară că este stabilă dacă, după o mică variație a curentului (creștere sau descreștere), valoarea curentului revine la valoarea din situația staționară. Dacă la o mică variație a curentului sistemul se îndepărtează tot mai mult de starea staționară, se spune despre această stare staționară că este instabilă.

A.4 Folosește valorile numerice din sarcina **A.3** și studiază stabilitatea stării staționare pentru care $I(t) = I_{\text{stationary}}$. Starea staționară este stabilă sau instabilă? 1 pt

Element bistabil neliniar în fizică: un emițător radio (5 puncte)

Vei studia în cele ce urmează un circuit cu o configurație nouă (vezi Fig. 3). De această dată, elementul neliniar de circuit X este conectat în paralel cu un condensator de capacitate $C = 1,00 \mu\text{F}$. Ansamblul rezultat este conectat în serie cu un rezistor cu rezistența $R = 3,00 \Omega$ și cu o sursă de tensiune ideală cu tensiunea electromotoare constantă $\mathcal{E} = 15,0 \text{ V}$. În circuitul astfel construit apar oscilații datorită faptului că elementul neliniar de circuit X sare ciclic de pe o porțiune a caracteristicii sale $I - V$ pe altă porțiune și totul se repetă.

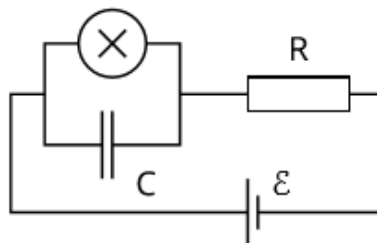


Figura 3: Circuitul electric construit cu elementul neliniar X , condensatorul C , rezistorul R și sursa de tensiune \mathcal{E} .

B.1 Desenează graficul oscilației ciclice pe graficul caracteristicii $I - V$; include un semn pentru a descrie sensul evoluției pe ciclu (orar sau antiorar). Justifică răspunsul cu ecuații și schițe. 1.8pt

B.2 Determină expresiile timpilor t_1 și t_2 în care sistemul se află pe fiecare dintre porțiunile graficului $I - V$ în cursul unui ciclu de oscilație. Determină valorile lor numerice. Determină valoarea numerică a perioadei oscilației T , presupunând că timpul necesar saltului între porțiunile de caracteristică de pe graficul $I - V$ este neglijabil. 1.9pt

B.3 Estimează puterea medie P disipată pe elementul neliniar în cursul unei oscilații. Determinarea ordinului de mărime este suficientă. 0.7pt

Circuitul din Fig. 3 este folosit pentru construirea unui radioemitter. În acest scop, elementul neliniar X se atașează la capătul unei antene liniare (un fir drept și lung) având lungimea s . Celălalt capăt al firului este liber. În antenă se formează o undă electromagnetică staționară. Viteza unei electromagnetice de-a lungul antenei este egală cu viteza undei în vid. Emițătorul folosește armonica principală a sistemului, care are perioada T din sarcina de lucru **B.2**.

B.4 Care este valoarea optimă a lungimii s a antenei presupunând că această lungime nu poate fi mai mare de 1 km? 0.6pt

Partea C. Element neliniar bistabil în biologie: neuristorul (2 puncte)

În această parte a problemei este analizată o aplicație a elementelor neliniare bistabile pentru modelarea unor procese biologice. Un neuron din creierul uman are următoarea proprietate: atunci când este excitat cu un semnal exterior face o oscilație (unică) și apoi revine în starea inițială. Această proprietate este numită excitabilitate. Datorită acestei proprietăți, impulsurile se pot propaga în rețeaua de neuroni cuplați care reprezintă sistemul nervos. Un dispozitiv semiconductor construit să mimeze excitabilitatea și propagarea pulsurilor este numit *neuristor* (din neuron și tranzistor).

Vei încerca să modelezi un neuristor simplu, folosind un circuit care să includă elementul neliniar X analizat anterior în problemă. În acest scop tensiunea \mathcal{E} din circuitul prezentat în Fig. 3 este scăzută la valoarea $\mathcal{E}' = 12,0 \text{ V}$. Oscilația se oprește și sistemul ajunge în starea staționară. Apoi tensiunea este crescută rapid la valoarea $\mathcal{E} = 15,0 \text{ V}$ și, după o perioadă de timp τ (cu $\tau < T$) este adusă din nou la valoarea \mathcal{E}' (vezi Fig. 4). Studiind situația, rezultă că există o valoare critică a perioadei de timp τ_{crit} , și că sistemul manifestă comportamente calitativ diferite pentru $\tau < \tau_{crit}$ și respectiv pentru $\tau > \tau_{crit}$.

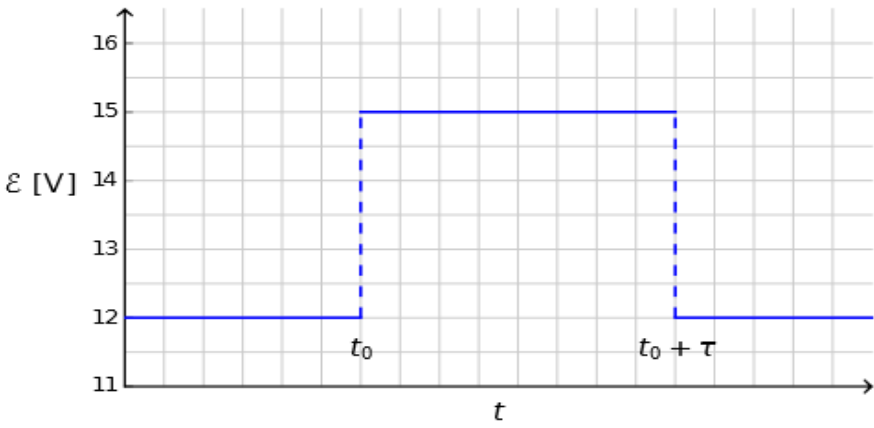


Figura 4: Tensiunea sursei de tensiune ca funcție de timp.

C.1 Schițează graficul dependenței de timp a curentului $I_X(t)$ pentru elementul neliniar X pentru $\tau < \tau_{crit}$ și pentru $\tau > \tau_{crit}$. 1.2pt

C.2 Determină expresia și valoarea numerică a timpului critic τ_{crit} pentru care scenariul se schimbă. 0.6pt

C.3 Este un neuristor circuitul pentru care $\tau = 1,00 \times 10^{-6} \text{ s}$? 0.2pt

Large Hadron Collider (10 puncte)

Te rugăm să citești instrucțiunile generale aflate într-un plic separat, înainte să începi această problemă.

În această problemă se analizează fizica acceleratorului de particule LHC (Large Hadron Collider) de la CERN. CERN este cel mai mare laborator din lume de fizică a particulelor. Scopul său fundamental este acela de a pătrunde în înțelesul legilor fundamentale ale naturii. Două fascicule de particule sunt accelerate la energii înalte, ghidate de-a lungul inelului acceleratorului cu ajutorul unui câmp magnetic intens. Apoi cele două fascicule sunt făcute să se ciocnească unul cu celălalt. Protonii nu sunt distribuiți uniform de-a lungul circumferinței acceleratorului, ci sunt adunați în așa numitele pachete/grupuri. Particulele rezultate în urma ciocnirilor sunt observate cu detectori mari. Câțiva parametrii pentru LHC pot fi găsiți în tabelul 1.

Inelul LHC	
Circumferința inelului	26659 m
Numărul de pachete dintr-un fascicul de protoni	2808
Numărul de protoni dintr-un pachet	$1,15 \times 10^{11}$
Fascicule de protoni	
Energia protonilor	7,00 TeV
Energia centrului de masă	14,0 TeV

Tabelul 1: Valorile numerice tipice ale parametrilor relevanți pentru LHC.

Fizica particulelor elementare folosește unități convenabile pentru energie, impuls și masă. Energia este măsurată în electroni volți [eV]. Prin definiție 1 eV este cantitatea de energie dobândită de o particulă cu sarcina elementară e , care se deplasează sub o diferență de potențial de un volt ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$).

Impulsul se măsoară în unități eV/c și masa în unități eV/c^2 , unde c este viteza luminii în vid. Întrucât 1 eV este o cantitate foarte mică de energie, fizicienii din fizica particulelor folosesc adesea MeV ($1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$), GeV ($1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$) sau TeV ($1 \text{ TeV} = 10^{12} \text{ eV}$).

Partea A studiază accelerarea protonilor sau a electronilor. Partea B se ocupă cu identificarea particulelor produse în coliziunile de la CERN.

Partea A. Acceleratorul LHC (6 puncte)

Accelerația:

Presupune că protonii au fost accelerați sub o tensiune V , astfel încât viteza lor este foarte apropiată de viteza luminii. Neglijază orice pierdere de energie prin radiație sau prin ciocnire cu alte particule.

A.1	Determină expresia exactă a vitezei finale v a protonilor, ca funcție de tensiunea de accelerare V și de constante fizice.	0.7pt
------------	--	-------

Un proiect pentru un viitor experiment la CERN propune să se utilizeze protoni de la LHC care să fie ciocniți cu electroni care au energia de 60,0 GeV.

A.2	Pentru particule cu energie înaltă și cu masă mică, deviația relativă $\Delta = (c-v)/c$ a vitezei finale v față de viteza luminii este foarte mică. Determină o aproximație de ordinul întâi pentru Δ și calculează Δ pentru electroni cu energia de 60,0 GeV, folosind tensiunea de accelerare V și constante fizice.	0.8pt
------------	---	-------

Acum să revenim la protonii din LHC. Presupune că tubul pentru fascicul are o formă circulară.

- A.3** Dedu o expresie pentru densitatea de flux magnetic uniform B , necesară pentru a menține fasciculul de protoni pe o traiectorie circulară. Expresia trebuie să conțină numai energia E a protonilor, circumferința L , constante fundamentale și numere. Poți folosi aproximații adecvate, dacă efectul lor este mai mic decât precizia dată de cel mai mic număr de cifre semnificative. Calculează densitatea de flux magnetic B pentru un proton cu energia de $E = 7,00 \text{ TeV}$, neglijând interacțiile dintre protoni. 1.0pt

Puterea radiată:

O particulă încărcată electric care este accelerată radiază energie, sub formă de unde electromagnetice. Puterea radiată P_{rad} de o particulă încărcată electric, care circulă cu o viteză unghiulară constantă, depinde numai de accelerația acesteia a , de sarcina sa electrică q , de viteza luminii c și de permitivitatea electrică a vidului ϵ_0 .

- A.4** Folosește analiza dimensională pentru a determina o expresie a puterii radiate P_{rad} . 1.0pt

Formula reală a puterii radiate conține un factor $1/(6\pi)$; mai mult, un tratament complet relativist conduce la un factor suplimentar de multiplicare γ^4 , cu $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$.

- A.5** Calculează puterea totală radiată P_{tot} de LHC, pentru un proton de energie $E = 7,00 \text{ TeV}$ (vezi tabelul 1). Poți folosi aproximații adecvate. 1.0pt

Accelerarea liniară:

La CERN, protonii în repaus sunt accelerați într-un accelerator liniar de lungime $d = 30,0 \text{ m}$, utilizând o diferență de potențial $V = 500 \text{ MV}$. Presupune că acest câmp electric este omogen. Un accelerator liniar constă din două armături, așa cum este schițat în figura 1.

- A.6** Determină timpul T , necesar protonilor pentru a trece prin acest câmp. 1.5pt

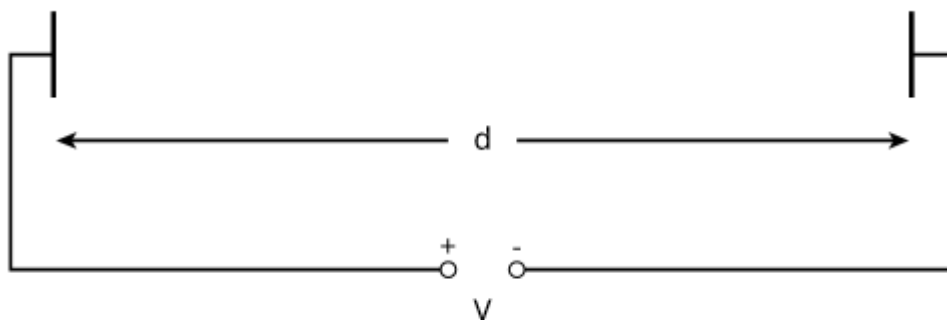


Figura 1: Schița unui modul al acceleratorului.

Partea B. Identificarea particulei (4 puncte)

Timpul de zbor:

Pentru a interpreta procesul de interacție, este important să se identifice particulele de mare energie care sunt generate prin ciocnire. O metodă simplă este aceea de a măsura timpul (t), de care are nevoie o particulă cu impuls cunoscut ca să parcurgă o lungime l , în așa-numitul detector Timp-de-Zbor (ToF /Time-of-Flight). Particulele tipice care sunt identificate în detector, împreună cu masele lor sunt indicate în tabelul 2.

Particula	Masa [MeV/c^2]
Deuteron	1876
Proton	938
Kaon cu sarcină electrică	494
Pion cu sarcină electrică	140
Electron	0,511

Tabelul 2: Particule și masele lor.

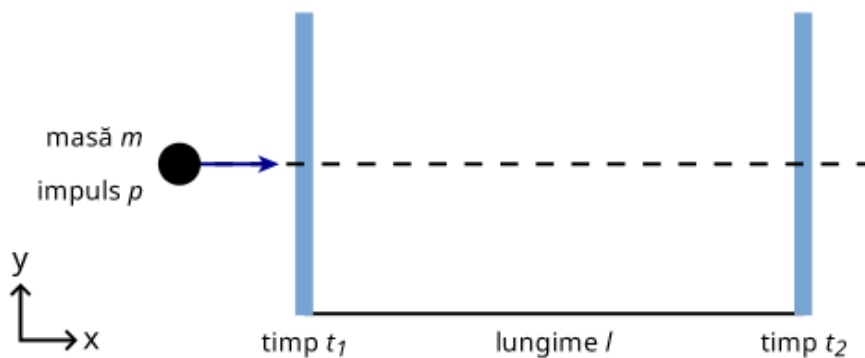
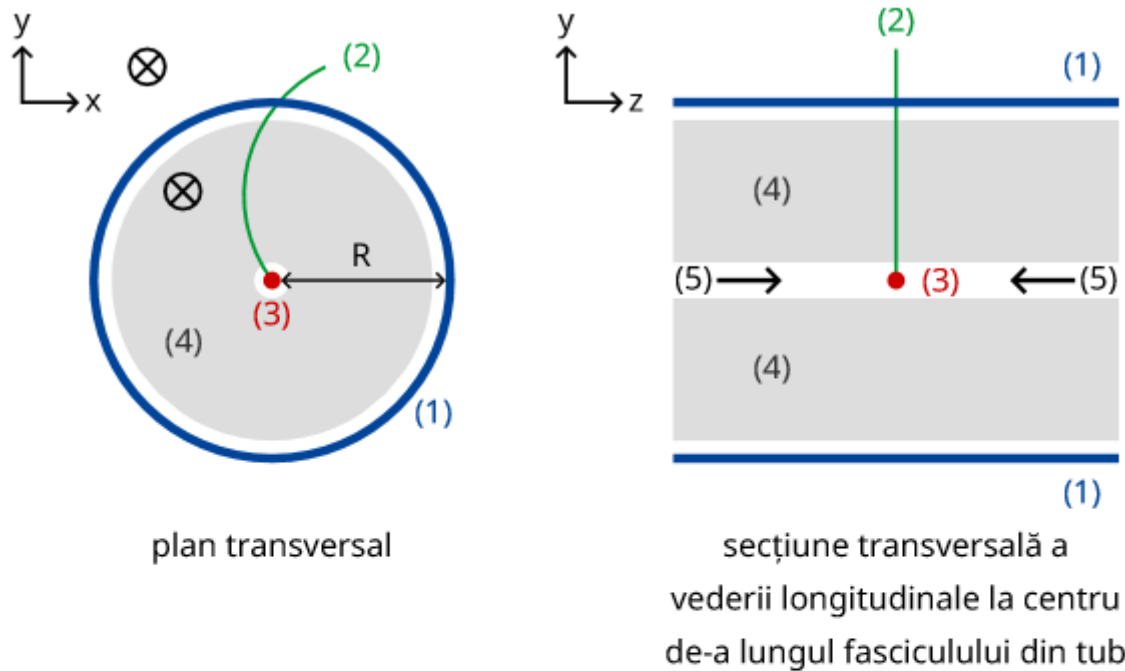


Figura 2: Vedere schematică a unui detector Timp-de-Zbor.

B.1 Exprimă masa m a particulei, ca funcție de impulsul p , de lungimea de zbor l și de timpul de zbor t . Presupune că particulele au sarcina elementară e și se deplasează cu viteză apropiată de c în linie dreaptă în detectorul ToF și că ele se mișcă perpendicular pe cele două plane de detecție (vezi figura 2). 0.8pt

B.2 Calculează lungimea minimă l a unui detector ToF, care permite să distingă într-o manieră sigură un kaon cu sarcină electrică de un pion cu sarcină electrică, dacă impulsurile ambelor particule sunt măsurate ca fiind $1,00 \text{ GeV}/c$. Pentru o bună separare, este necesar ca diferența dintre timpii de zbor să fie mai mare decât de trei ori rezoluția temporală a detectorului. Rezoluția tipică a detectorului ToF este 150 ps ($1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$). 0.7pt

În cele ce urmează, particulele produse într-un detector tipic LHC sunt identificate cu ajutorul unui detector cu două etaje, constând dintr-un detector de urme și un detector ToF. Figura 3 evidențiază o vedere a dispozitivului în plan transversal, respectiv în plan longitudinal față de fasciculele de protoni. Ambii detectori sunt tuburi care înconjoară regiunea de interacție, cu fasciculul trecând prin mijlocul tuburilor. Detectorul de urme înregistrează traiectoria unei particule încărcate, care trece prin câmpul magnetic a cărui direcție este paralelă cu aceea a fasciculul de protoni. Raza r a traiectoriei permite să se determine impulsul transversal p_T al particulei. Întrucât timpul ciocnirii este cunoscut, detectorul ToF necesită doar un tub pentru a măsura timpul de zbor; timpul de zbor este măsurat din punctul de ciocnire până la tubul ToF. Acest tub ToF este situat imediat în afara camerei de observare a urmelor. Pentru această sarcină de lucru poți presupune că toate particulele create prin ciocnire se deplasează perpendicular pe fasciculele de protoni, ceea ce înseamnă că particulele create nu au impuls de-a lungul direcției fasciculelor de protoni.



- (1) -tubul ToF
- (2) - urma
- (3) - punctul de ciocnire
- (4) - tubul pentru urme
- (5) - fascicule de protoni
- ⊗ - câmpul magnetic

Figura 3: Dispozitivul experimental pentru identificarea particulei cu ajutorul camerei de observare a urmelor și a detectorului ToF. Ambii detectori sunt tuburi care înconjoară punctul de ciocnire aflat în mijlocul lor. Stânga: vedere transversală, perpendiculară pe linia fasciculului. Dreapta: vedere longitudinală, paralelă cu linia fasciculului. Particula se deplasează perpendicular pe linia fasciculului.

56 Probleme, concursuri, olimpiade

B.3 Exprimă masa particulei, ca funcție de densitatea de flux magnetic B , de raza R a tubului ToF, de constante fundamentale și de mărimi măsurate: raza r a urmei și timpul de zbor t . 1.7pt

S-au detectat patru particule, pe care dorim să le identificăm. Densitatea de flux magnetic în detectorul de urme a fost $B = 0,500$ T. Raza R a tubului ToF a fost de $3,70$ m. În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele măsurărilor ($1 \text{ ns} = 10^{-9}$ s):

Particula	Raza traiectoriei r [m]	Timpul de zbor t [ns]
A	5,10	20
B	2,94	14
C	6,06	18
D	2,31	25

B.4 Identifică cele patru particule, calculând masele acestora. 0.8pt

Instrucțiuni generale : Proba experimentală

12 iulie 2016

Proba experimentală durează 5 ore; probei îi sunt atribuite 20 de puncte.

Înainte de examen

- Ți se interzice să deschizi plicul care conține enunțurile problemelor înainte de a auzi semnalul sonor care indică începerea concursului.
- Începutul și sfârșitul probei experimentale vor fi indicate prin semnale sonore. Se vor face anunțuri consemnând scurgerea fiecărei ore din concurs precum și un anunț consemnând intrarea în ultimele cincisprezece minute ale probei (minutele dinaintea semnalului de finalizare a concursului).

În cursul examenului

- Ți se dau Foi de răspunsuri dedicate în care vei scrie răspunsurile. Introdu observațiile experimentale în tabelele, casetele sau graficele din foaia de răspunsuri corespunzătoare (foile de răspunsuri sunt marcate cu A). Pentru fiecare problemă, ai și foi albe, de lucru, (marcate cu W) pe care le poți folosi pentru calculele detaliate. Asigură-te că, de fiecare dată, folosești acele foi care sunt dedicate problemei pe care o rezolvi (verifică numărul problemei care este înscris în antetul fiecărei foi). Dacă ai scris pe oricare dintre foi ceva ce nu vrei să fie luat în considerare la notare, taie cu o cruce textul respectiv.
- În redactarea răspunsurilor, încearcă să fii cât mai concis; folosește ecuații, operatori logici și schițe pentru a-ți descrie raționamentele, ori de câte ori acest lucru este posibil. Evită să folosești propoziții lungi.
- Nu se cere calculul erorilor - în afara situațiilor în care calculul erorilor este cerut explicit. Ți se cere totuși ca ori de câte ori scrii un rezultat numeric, să folosești numărul potrivit de cifre semnificative. De asemenea vei decide singur care este numărul potrivit de date experimentale sau de repetări ale unei măsurări - exceptând situațiile în care se dau indicații specifice.
- Adesea va fi cu puțință să poți rezolva o parte a unei problemei, fără să fi rezolvat părțile anterioare ale acelei probleme.

- Nu ți se permite să-ți părăsești locul de lucru fără permisiune. Dacă ai nevoie de asistență (ai nevoie să-ți umpli sticla de apă de băut, ți s-a stricat calculatorul, vrei să mergi la toaletă, etc) ești rugat să atragi atenția unui ghid arborând în suportul atașat cămăruței în care lucrezi unul dintre cele trei stegulețe care îți sunt puse la dispoziție ("Umpleți-mi vă rog sticla cu apă", "Aș vrea vă rog să merg la toaletă", sau "Vă rog, am nevoie de ajutor" în toate celelalte cazuri).

La sfârșitul examenului

- La sfârșitul examenului vei înceta imediat să scrii.
- Pentru fiecare problemă, vei așeza foile în următoarea ordine: Pagina de gardă (C), enunțurile problemelor (Q), foile de răspunsuri (A), foile de lucru (W).
- Pune toate foile de hârtie aparținând unei probleme în plicul corespunzător. Pune de asemenea instrucțiunile generale (G) în plicul separat rămas. Asigură-te că identificatorul tău (codul de student)

este vizibil în fereastra de observare a fiecărui plic. Vei pune în teanc și foile goale. Nu ți se permite să iei nicio foaie de hârtie în afara ariei de examinare.

- Pune înapoi în plicul transparent cu fermoar instrumentele de scris (două pixuri cu bilă, un pix cu vârf din fibre, un creion, un foarfece, o riglă, două perechi de dopuri de urechi) precum și calculatorul care ți-a fost pus la dispoziție împreună cu calculatorul propriu (dacă este cazul).
- Așteaptă la masa de lucru până când îți sunt colectate plicurile. După ce plicurile îți sunt colectate, ghidul tău te va conduce în afara ariei de examinare. Ia cu tine punga care conține instrumentele de scris și depune-o la ieșire. Ia cu tine sticla cu apă.

Conductivitatea electrică în două dimensiuni (10 puncte)

Înainte de a începe această problemă, te rugam să citești instrucțiunile generale, aflate într-un plic separat.

Introducere

În scopul dezvoltării generațiilor următoare de dispozitive bazate pe tehnologiile cu semiconductori, cum ar fi procesoarele sau celulele solare, cercetătorii caută materiale care manifestă proprietăți speciale de transport, ca de exemplu o rezistivitate electrică scăzută. Măsurările acestor proprietăți sunt făcute folosind probe de dimensiuni finite, contacte cu rezistență de contact finită și geometrii speciale. Aceste lucruri trebuie luate în considerare în vederea determinării proprietăților reale ale materialelor. Adesea, un strat subțire dintr-un material se comportă diferit față de materialul masiv.

În această sarcină de lucru, vei studia măsurarea proprietăților electrice. Vei folosi două definiții diferite.

- **Rezistența R :** Rezistența este o proprietate electrică a unei probe sau a unui dispozitiv. Ea este mărimea pe care o măsurăm la o probă cu dimensiuni date.
- **Rezistivitatea ρ :** Rezistivitatea este o proprietate de material care determină rezistența. Ea depinde de material și de parametrii externi, ca de exemplu de temperatură, dar nu depinde de geometria probei.

În particular, vei măsura așa numita *rezistivitate de suprafață*. Aceasta este rezistivitatea împărțită la grosimea unei probe foarte subțiri.

Vei studia influența exercitată asupra rezistenței electrice a unui strat subțire de material de următorii parametrii :

- circuitistica de măsurare,
- geometria măsurării,
- și dimensiunile probei.

Probele care vor fi măsurate sunt o foaie de hârtie conductoare și o placă de siliciu acoperită cu un strat subțire metalic.

Lista materialelor

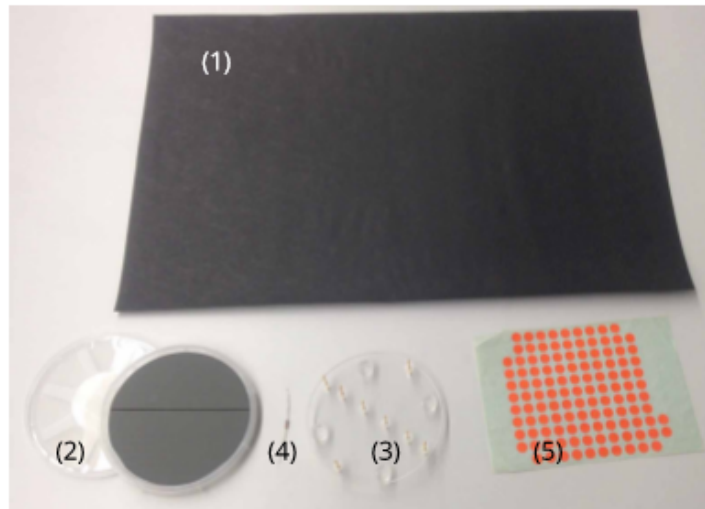


Figura 1: Echipamentul adițional pentru acest experiment

1. Hârtie conductoare, acoperită cu grafit
2. O plachetă de siliciu acoperită cu un strat subțire de crom (așezată în suportul plachetei)
3. Placă de plexiglas cu 8 ace tensionate cu resorturi
4. Un rezistor ohmic
5. Stickere colorate

Precauțiuni importante

- Bucata de siliciu care ți-a fost furnizată se poate sparge ușor, dacă este trântită sau îndoită. Nu atinge și nu zgâria suprafața metalică lucioasă.

Instrucțiuni

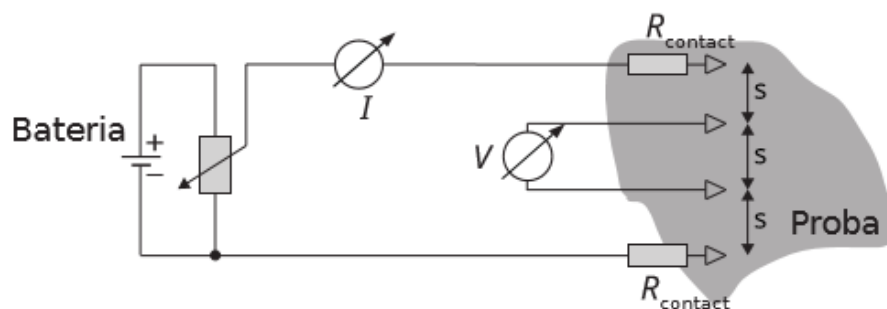
- În acest experiment, generatorul de semnal va fi folosit ca o sursă de tensiune continuă. În modul folosit, generatorul de semnal debitează o tensiune continuă între borna *voltage* (5) și borna *GND* (7). Numerele se referă la fotografia prezentată în instrucțiunile generale.
- Tensiunea (în domeniul: 0- 5 V) poate fi reglată cu ajutorul potențiometrului din stânga, înscrispționat *adjust voltage* (3) prin rotirea acestuia cu ajutorul șurubelniței.
- Când efectuezi acest experiment asigură-te că secțiunea generatorului de semnal care alimentează difuzorul este decuplată, prin folosirea adecvată a întrerupătorului (8). Situația poate fi verificată, măsurând tensiunea între borna *speaker amplitude* (6) și borna *GND* (7). Dacă secțiunea de alimentare a difuzorului este oprită, tensiunea între aceste două borne este zero.

Partea A. Măsurarea cu 4 sonde în 4 puncte (4PP) (1,2 puncte)

Pentru a măsura precis rezistivitatea probei, contactele folosite pentru măsurările de tensiune și contactele folosite pentru injecția curentului trebuie să fie separate.

Această tehnică este numită măsurare cu 4 sonde în 4 puncte (4PP). Cele patru sonde sunt aranjate într-o geometrie simetrică, cât mai simplă cu putință. Curentul I intră în probă prin una dintre sondele extreme (numită sursă) și apoi curge prin toate drumurile posibile prin probă, părăsind-o printr-o altă sondă (numit drenă). Se măsoară tensiunea V între sondele aflate la o anumită distanță s pe probă.

Totul devine destul de simplu, dacă se folosește un montaj simetric, adică dacă sondele sunt dispuse la distanțe egale s ca în schița următoare:



Curba I versus V reprezintă caracteristică $I - V$ a probei și permite determinarea rezistenței probei. În cele ce urmează vei folosi numai tehnica 4PP. Pentru început vei folosi un aranjament liniar, de patru contacte echidistante asigurate de patru dintre cele opt ale sondei, așa cum este arătat în fotografie.

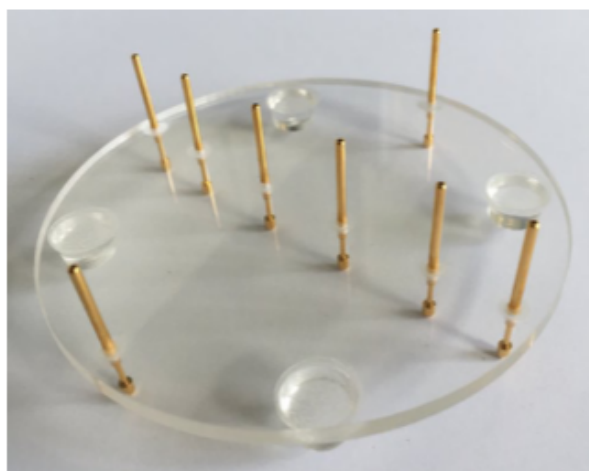


Figura 2: Placa de sticlă acrilică pentru măsurări 4PP, prevăzută cu patru picioare de cauciuc și cu opt sonde (contacte).

Pentru măsurările care urmează folosește întreaga foaie de hârtie conductoare.

Indicație importantă pentru toate măsurările care urmează:

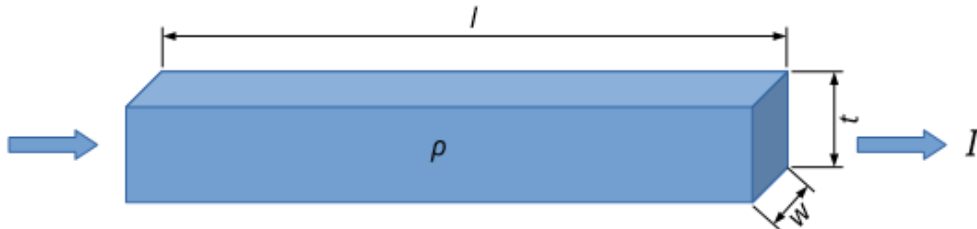
- Latura lungă a foii de hârtie servește ca referință. Cele patru sonde trebuie aliniate paralel cu această latură.
- Folosește partea acoperită (neagră) a hârtiei și nu dosul de culoare maronie al acestei foi! Poți marca orientarea corectă cu stickerele colorate.
- Asigură-te că nu sunt găuri sau tăieturi în hârtie.
- Pentru aceste măsurări, plasează contactele (sondele) cât mai aproape cu putință de centrul probei.
- Apasă contactele (sondele) cu suficientă forță pentru a asigura un contact electric bun pentru fiecare dintre ele. Picioarele trebuie să atingă ușor suprafața.

A.1	Măsurarea cu 4 sonde (4PP): Măsoară diferența de potențial V de-a lungul segmentului de lungime s , ca funcție de intensitatea I a curentului care trece prin acest segment. Ia în total cel puțin 4 valori, construiește un tabel și trasează graficul Graph A.1 al tensiunii V ca funcție de curentul I .	0.6pt
A.2	Determină rezistența electrică efectivă $R = \frac{V}{I}$ pe care o obții din Graph A.1 .	0.2pt
A.3	Folosește Graph A.1 pentru a determina eroarea ΔR a rezistenței R din măsurarea 4PP.	0.4pt

60 Probleme, concursuri, olimpiade

Partea B. Rezistivitatea de suprafață (0,3 puncte)

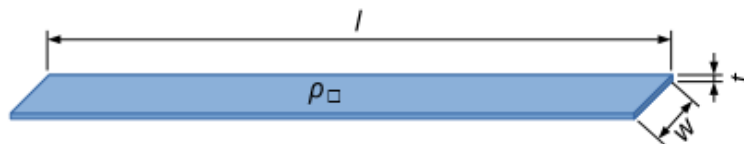
Rezistivitatea ρ reprezintă o proprietate a materialului cu ajutorul căreia se poate calcula rezistența unui conductor tridimensional 3D cu geometrie și dimensiuni date. Vei considera o bară cu lungimea l , lățimea w și grosimea t :



Rezistența electrică R a conductorului masiv din poza de mai sus este dată de:

$$R = R_{3D} = \rho \cdot \frac{l}{w \cdot t} \quad (1)$$

Pe aceeași bază putem defini rezistența unui conductor bidimensional 2D a cărei grosime este $t \ll w$ și $t \ll l$



$$R = R_{2D} = \rho_{\square} \cdot \frac{l}{w}, \quad (2)$$

folosind rezistivitatea de suprafață $\rho_{\square} \equiv \rho/t$ ("rho box"). Unitatea sa este dată în Ohms: $[\rho_{\square}] = 1 \Omega$.

Important: Eq. 2 este validă numai pentru o densitate omogenă de curent și pentru un potențial constant în orice secțiune transversală plană a conductorului. În cazul contactelor punctiforme pe suprafață, relația nu mai este validă. În schimb, se poate arăta că rezistivitatea de suprafață este corelată în acest caz cu rezistența prin relația

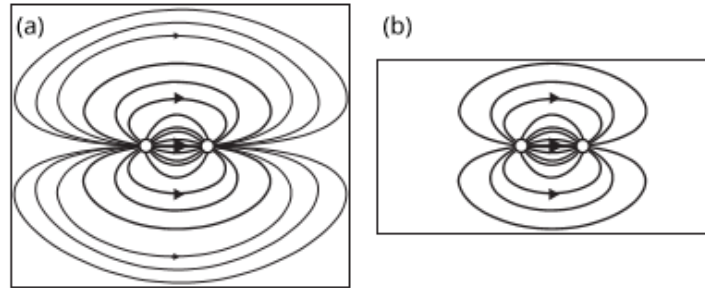
$$\rho_{\square} = \frac{\pi}{\ln(2)} \cdot R \quad (3)$$

pentru $l, w \gg t$.

- | | |
|---|-------|
| B.1 Calculează rezistivitatea ρ_{\square} a hârtiei pentru măsurările 4PP din partea A. Vei numi această valoare particulară ρ_{∞} (și vei numi R_{∞} rezistența măsurată în partea A), deoarece dimensiunile foii de hârtie întregi sunt cu mult mai mari decât distanța dintre contacte s : $l, w \gg s$. | 0.3pt |
|---|-------|

Partea C. Măsurări pentru diferite dimensiuni ale probei (3,2 puncte)

Până acum nu s-a luat în considerare dimensiunile finite ale probei w și l . Dacă proba este mai mică, iar tensiunea este menținută constantă, proba permite trecerea unui curent mai mic. Dacă aplici o diferență de potențial între două contacte punctiforme (cercurile albe), curentul va trece pe toate căile posibile care nu se taie unele cu altele, urmând căile reprezentate prin linii. Cu cât liniile sunt mai lungi cu atât este mai mic curentul a cărei intensitate este indicată în desen prin grosimea liniei. Pentru o probă mică (b) și pentru aceeași tensiune aplicată curentul total descrește deoarece sunt mai puține drumuri posibile. Prin urmare, rezistența măsurată va crește.



Rezistivitatea de suprafață nu depinde de dimensiunea probei. Ca urmare, pentru a converti rezistența măsurată într-o rezistivitate, folosind ecuația 3 este necesară introducerea unui factor de corecție $f(w/s)$:

$$\rho_{\square} = \frac{\pi}{\ln(2)} \cdot \frac{R(w/s)}{f(w/s)} \tag{4}$$

Pentru o probă cu lungimea $l \gg s$ factorul f depinde numai de raportul w/s și este mai mare decât 1: $f(w/s) \geq 1$. Pentru simplificare, ne vom concentra pe dependența de lățimea w și ne vom asigura că proba este suficient de lungă pentru măsurările făcute. Presupunem că valoarea determinată aproximează rezultatul corect ρ_{\square} pentru dimensiuni mari:

$$R(w/s) = R_{\infty} \cdot f(w/s) \quad \text{with} \quad f(w/s \rightarrow \infty) \rightarrow 1.0. \tag{5}$$

C.1	Folosind metoda 4PP măsoară rezistența $R(w, s)$ pentru 4 valori ale lui w/s în domeniul de la 0,3 la 5,0 și scrie rezultatele în Table C.1 . Asigură-te că lungimea a probei este de cel puțin 5 ori mai mare decât distanța dintre sonde: $l > 5s$ și că lungimea l a probei este întotdeauna luată de-a lungul aceleiași laturi (cea lungă) a foi ide hârtie. Pentru fiecare valoare w/s măsoară tensiunea pentru 4 valori diferite ale curentului și calculează rezistența medie $R(w/s)$ rezultată din cele 4 măsurări. Scrie rezultatele în Table C.1 .	3.0pt
C.2	Calculează $f(w/s)$ pentru fiecare dintre aceste măsurări.	0.2pt

Partea D. Factorul de corecție geometric: legea de scalare (1,9 puncte)

Ai văzut în partea C că rezistivitatea măsurată se modifică proporțional cu raportul lățimii la distanța dintre sonde w/s . Pornind de la datele achiziționate în partea C vei alege următoarea funcție generică pentru a descrie datele în domeniul de măsurare:

$$\text{Generic fit function: } f(w/s) = 1,0 + a \cdot \left(\frac{w}{s}\right)^b \tag{6}$$

De notat că pentru valori foarte mari ale raportului w/s , $f(w/s)$ trebuie să fie 1,0.

62 Probleme, concursuri, olimpiade

D.1	Pentru a găsi o curbă conformă ecuației 6, care să fiteze datele experimentale $f(w/s)$, obținute în partea C, alege hârtia pentru grafice potrivită (lineară pentru Graph D.1a , semi-logaritmică pentru Graph D.1b , sau dublu logaritmică pentru Graph D.1.c) pentru a reprezenta grafic datele.	1.0pt
D.2	Dedu parametrii a și b ai fitului pe care îl propui.	0.9pt

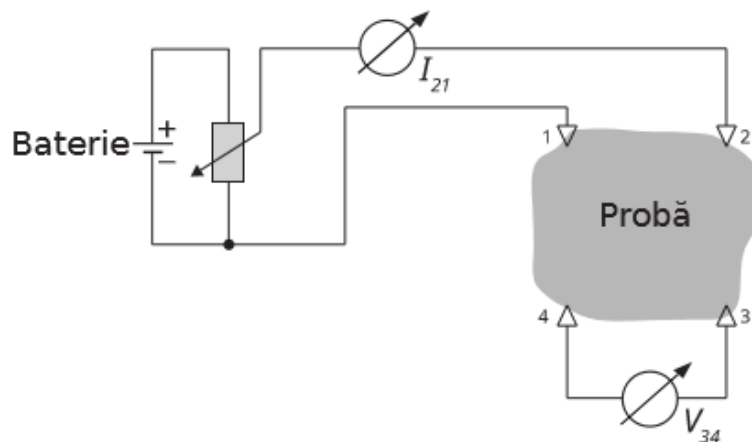
Partea E. Placheta de siliciu și metoda van der Pauw (3,4 puncte)

În industria semiconductoarelor cunoașterea rezistenței electrice (de suprafață) a semiconductoarelor și a straturilor metalice subțiri este foarte importantă deoarece acestea determină proprietățile dispozitivului. În continuare, vei lucra cu o plachetă de siliciu. Placheta semiconductoare este acoperită cu un strat foarte subțire, metalic, de crom (partea lucitoare)

Deschide cutia plachetei (rotind-o în sensul săgeții RELEASE) și scoate placheta. Fii atent să nu o scapi ori să o spargi și nici să o zgârii sau să atingi suprafața lucitoare. Pentru măsurări plaseaz-o pe masă cu fața strălucitoare în sus (către tine)

E.1	Folosește același dispozitiv 4PP ca anterior, pentru a măsura tensiunea V ca funcție de curentul I . Scrie numărul de referință al plachetei în Foaia de Răspunsuri . Găsește acest număr pe suportul din plastic al plachetei.	0.4pt
E.2	Reprezintă grafic datele în Graph E.2 și determină rezistența R_{4PP}	0.4pt
E.3	Pentru a determina corecția pentru o probă circulară ca placheta vei aproxima lățimea efectivă w a probei prin diametrul $D = 100 \text{ mm}$ al plachetei. Folosind aceste presupuneri, calculează raportul w/s . Folosește funcția de fit din Eqn. 6 și parametrii tai a și b pentru a determina factorul de corecție $f(w/s)$ pentru măsurarea plachetei. .	0.2pt
E.4	Calculează rezistivitate ρ_{\square} a stratului de crom folosind Eq. 4.	0.1pt

Pentru a măsura precis rezistivitatea de suprafață , fără fi nevoie de corecții geometrice inginerul L.J. van der Pauw de la Philips a dezvoltat o schemă de măsurare simplă. Cele 4 sonde sunt montate pe circumferința unei probe de formă arbitrară, așa cum este arătat în figură; sondele sunt numerotate de la 1 la 4. Curentul curge prin două sonde adiacente de exemplu sondele 1 și 2 iar tensiunea este măsurată între sondele 3 și 4. Măsurarea conduce la o valoare a rezistenței $R_{I,V} = R_{21,34}$.



Din motive de simetrie $R_{21,34} = R_{34,21}$ și $R_{14,23} = R_{23,14}$. Van der Pauw a arătat că pentru o formă arbitrară

dar conexă (fără goluri) pentru sonde cu contacte punctiforme este adevărată următoarea ecuație :

$$e^{-\pi R_{21,34}/\rho_{\square}} + e^{-\pi R_{14,23}/\rho_{\square}} \equiv 1. \quad (7)$$

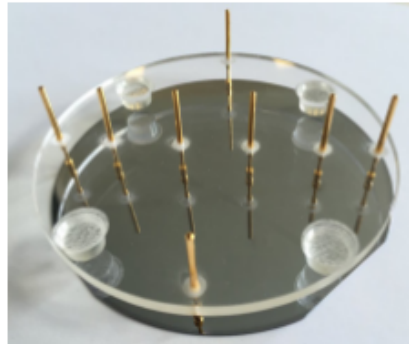


Figura 3: dispozitivul 4PP pe o plachetă de siliciu acoperită cu metal. Ai în vedere tăietura din dreapta a plachetei circulare. Această tăietură este numită flat.

Conectează cele 4 contacte cu resort astfel încât sondele de măsurare să formeze un pătrat. Conectează două sonde adiacente la sursa de curent printr-un ampermetru și conectează celelalte două contacte cu arcuri la voltmetru. Rotește pătratul astfel încât una din laturile sale să fie paralelă cu flat-ul plachetei.

E.5	Realizează o schiță a contactelor prin care trece curentul și a orientării flat-ului plachetei. Măsoară tensiunea V pentru cel puțin 6 valori diferite ale curentului I , spațiate relativ egal. Scrie rezultatele în Table E.5 .	0.6pt
E.6	Repetă procedura aranjând de această dată contactele de curent astfel încât linia lor să fie perpendiculară pe ce utilizată în etapa anterioară. Scrie rezultatele în Table E.6 .	0.6pt
E.7	Reprezintă grafic toate datele într-un singur grafic Graph E.7 folosind culori diferite și /sau semne diferite. Determină valoarea medie $\langle R \rangle$ rezultată din cele două curbe.	0.5pt
E.8	Înlocuind toate rezistențele $R_{kl,mn}$ prin $\langle R \rangle$, rezolvă Eqn. 7 pentru ρ_{\square} și calculează rezistivitatea de suprafață ρ_{\square} pentru stratul de crom.	0.4pt
E.9	Compară rezultatul măsurărilor făcute cu aranjamentul liniar (E.4) cu rezultatul măsurărilor făcute cu metoda van der Pauw (E.8). dă diferența celor două măsurări ca eroare relativă în procente.	0.1pt
E.10	Straturile de crom (Cr) au o grosime nominală de 8 nm. Folosește această valoare și rezultatele finale ale măsurărilor van der Pauw pentru a calcula rezistivitatea cromului, folosind ecuațiile 1 și 2.	0.1pt

Bile săltărețe - Un model pentru tranziții de fază și instabilități (10 puncte)

Înainte să începi rezolvarea problemei, citește instrucțiunile generale aflate într-un plic separat.

Introducere

Tranzițiile de fază sunt bine cunoscute din viața de zi cu zi; de exemplu, apa se poate afla în stări diferite - solidă, lichidă și gazoasă. Aceste stări diferite sunt separate prin tranziții de fază în cursul cărora comportamentul colectiv al moleculelor din material se schimbă. O astfel de tranziție de fază este asociată întotdeauna cu o temperatură de tranziție, temperatură la care starea se schimbă; astfel pentru apa din exemplul de mai sus temperaturile de tranziție sunt temperaturile de îngheț și respectiv de fierbere.

Tranzițiile de fază sunt însă cu mult mai răspândite și apar și în alte sisteme, ca de exemplu în magneți sau în supraconductori, la care sub o anumită temperatură de tranziție starea microscopică se schimbă de la paramagnet la feromagnet și respectiv de la conductor normal la supraconductor.

Toate aceste tranziții pot fi descrise într-un cadru comun, prin introducerea unui așa numit parametru de ordine. De exemplu, în magnetism parametrul de ordine este asociat cu alinierea momentelor magnetice ale atomilor la o magnetizare macroscopică.

În așa numitele tranziții de fază continue, parametrul de ordine va fi întotdeauna zero peste temperatura critică după care va crește continuu sub această temperatură, așa cum se arată pentru un magnet, în figura 1 de mai jos. Temperatura de tranziție într-o tranziție de fază continuă este numită temperatură critică. Figura de mai jos conține de asemenea o reprezentare schematică a ordinii sau dezordinii microscopice în cazul unui magnet, în care momentele magnetice individuale se aliniază în starea feromagnetice, dând naștere unei magnetizări macroscopice în creștere - în timp ce momentele magnetice individuale sunt orientate aleator, ceea ce produce o magnetizare macroscopică nulă.

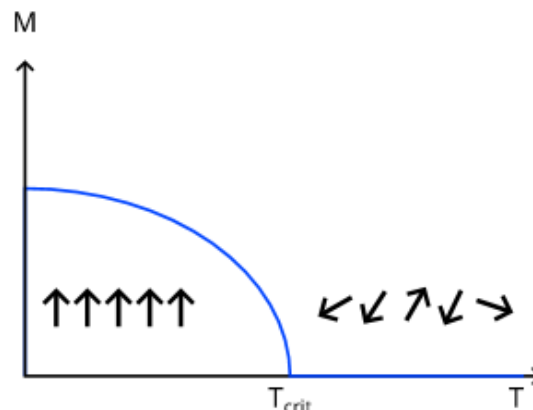


Figura 1: Reprezentarea schematică a dependenței temperaturii de un parametru de ordine M al tranziției de fază. Sub temperatura critică T_{crit} , parametrul de ordine crește și este nenul; parametrul de ordine este nul la temperaturi peste T_{crit} .

Pentru tranzițiile de fază continue, s-a determinat că în apropierea tranziției parametrul de ordine are o dependență de tip putere; de exemplu, în magnetism, magnetizarea M sub temperatura critică T_{crit} are expresia:

$$M \begin{cases} \sim (T_{crit} - T)^b, & M < T_{crit} \\ = 0, & M > T_{crit} \end{cases} \quad (1)$$

unde T este temperatura. Ceea ce este și mai uimitor este că acest comportament este universal: exponentul dependenței de tip putere este același pentru numeroase tipuri diferite de tranziții de fază.

Scopul experimentului

Vei studia un exemplu simplu prin care poți investiga unele dintre caracteristicile unei tranziții de fază, ca de exemplu modul în care o instabilitate conduce la comportamentul colectiv al particulelor și deci la tranziția de fază; vei urmări, de asemenea, modul în care schimbările macroscopice depind de excitarea particulelor.

În tranzițiile de fază obișnuite, excitarea este determinată de obicei de temperatură. În exemplul nostru, excitarea constă în energia cinetică a particulelor accelerate de difuzor. Schimbarea macroscopică ce corespunde tranziției de fază pe care o vei studia, constă în selectarea bilelor într-o jumătate a cilindrului, împărțit în două printr-un mic perete.

Crescând amplitudinea peste valoarea la care particulele sunt adunate într-o jumătate a cilindrului, vei găsi că particulele se distribuie uniform între cele două jumătăți ale cilindrului. Situația corespunde aceleia în care s-a făcut o încălzire peste temperatura critică.

Scopul experimentului este de a determina exponentul critic pentru modelul de tranziție de fază studiat.

Lista materialelor

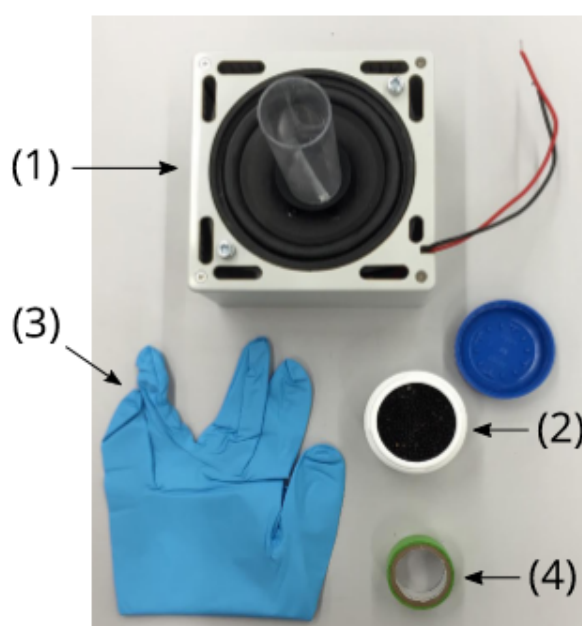


Figura 2: Echipament suplimentar pentru acest experiment.

1. Ansamblu alcătuit dintr-un difuzor având un cilindru de plastic montat pe partea superioară a membranei difuzorului.
2. Aproximativ 100 de semințe de mac (aflate într-o cutie de plastic).
3. O mănușă.
4. Bandă adezivă.

Precauții importante

- Nu aplica forțe laterale excesive asupra paharului de plastic montat pe membrana difuzorului. Ai în vedere că nu se va face înlocuirea dispozitivului în cazul ruperii membranei difuzorului sau a desprinderii cilindrului de plastic de membrana difuzorului.
- Pentru a evita descărcarea inutilă a bateriei, oprește ansamblul difuzorului atunci când acesta nu este folosit.
- În acest experiment, pe terminalele difuzorului așezat lângă generatorul de semnal se aplică un semnal dinți de ferăstrău cu frecvența de 4 Hz.

66 Probleme, concursuri, olimpiade

- Amplitudinea semnalului dinți de fierăstrău poate fi reglată folosind potențiometrul din dreapta, inscripționat cu speaker amplitude (4). Un semnal de tensiune continuă proporțional cu amplitudinea semnalului dinți de fierăstrău este trimis către borna (6) de monitorizare a amplitudinii semnalului dinți de fierăstrău (tensiunea se măsoară față de borna GND (7)). Numerele citate se referă la fotografia prezentată în instrucțiunile generale.
- Membrana difuzorului este delicată. Asigură-te mereu că nu-i aplici presiuni inutile pe verticală sau lateral.

Partea A. Amplitudinea pentru excitarea critică (3,3 puncte)

Înainte să începi această sarcină de lucru, conectează difuzorul la terminalele de pe peretele lateral al generatorului de semnal (asigură-te că folosești polaritatea corectă). Pune câteva semințe de mac (de exemplu 50) în cilindru montat pe difuzor și folosește o bucată tăiată din mânășă pentru a închide cilindru la capătul de sus, pentru a păstra semințele de mac în interiorul cilindrului. Folosind comutatorul, pornește excitarea și ajustează amplitudinea rotind cu ajutorul șurubelniței potențiometrul din dreapta, etichetat *speaker amplitude* (4). Observă sortarea bilelor (semințelor de mac) făcând încercări pentru amplitudini diferite.

Prima sarcină de lucru este să determini amplitudinea critică de excitare a tranziției. Pentru a face acest lucru, trebuie să determini numărul de bile N_1 și N_2 în cele două compartimente (alege numărul compartimentului astfel încât $N_1 \leq N_2$) ca funcție de amplitudinea A_D , indicată, care este tensiunea măsurată la borna *speaker amplitude* (6). Această tensiune este proporțională cu amplitudinea semnalului dinți de fierăstrău care comandă difuzorul. Fă cel puțin 5 măsurări pentru fiecare tensiune.

Indicație

- Pentru a avea întotdeauna o mișcare a particulelor pe care le studiezi, investighează numai situațiile în care amplitudinile corespund unui potențial mai mare de 0,7 V la borna *speaker amplitude*. Începe prin a urmări comportamentul sistemului la variația lentă a tensiunii fără a număra bilele. Este cu puțință ca unele dintre bile să se lipească de baza cilindrului datorită interacțiunii electrostatice. Nu număra aceste bile.

A.1	Înregistrează în Table A.1. măsurările numărului de particule N_1 și N_2 , din fiecare dintre jumătățile cilindrului, pentru diferite amplitudini A_D .	1.2pt
A.2	Calculează deviația standard a măsurărilor tale pentru N_1 și N_2 și scrie rezultatele în Table A.1. Trasează N_1 și N_2 ca funcție de amplitudinea afișată A_D în Graph A.2 , incluzându-le erorile.	1.1pt
A.3	Bazându-te pe graficul pe care l-ai trasat, determină amplitudinea critică afișată $A_{D,crit}$ pentru care $N_1 = N_2$, în situația în care ai așteptat suficient astfel încât să se atingă o stare staționară.	1pt

Partea B. Calibrarea (3,2 puncte)

Amplitudinea afișată A_D corespunde unei tensiuni aplicate pe difuzor. Totuși, mărimea interesantă din punct de vedere fizic este deplasarea maximă A în cursul oscilației membranei difuzorului, deoarece această mărime este corelată cu cât de tare sunt excitate bilele. Prin urmare, este necesar să faci o calibrare pentru amplitudinea afișată. În acest scop poți folosi oricare dintre materialele și instrumentele care ți-au fost puse la dispoziție.

B.1	Fă o schiță a montajului pe care l-ai folosit ca să măsoari amplitudinea excitației - adică distanța maximă A (în mm) pe care se deplasează membrana difuzorului într-o perioadă de oscilație.	0.5pt
B.2	Determină amplitudinea A în mm pentru un număr adecvat de puncte, adică înregistrează amplitudinea A ca funcție de amplitudinea afișată A_D în Table B.2 și indică erorile măsurărilor.	0.8pt

B.3	Reprezintă grafic datele în Graph B.3 , incluzând erorile.	1.0pt
B.4	Determină parametrii curbei rezultate, folosind un fit adecvat pentru a determina funcția de calibrare $A(A_D)$.	0.8pt
B.5	Determină amplitudinea de excitație critică A_{crit} pentru semințele de mac.	0.1pt

Partea C. Exponentul critic (3,5 puncte)

În sistemul nostru temperatura corespunde energiei cinetice a excitației. Această energie este proporțională cu pătratul vitezei membranei difuzorului adică cu $v^2 = A^2 f^2$, unde f este frecvența oscilației. În cele ce urmează vei testa această dependență și vei determina exponentul b al dependenței de tip putere care guvernează comportamentul parametrului de ordine (vezi Eq. 1).

C.1	Dezechilibrul $\left \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right $ este un candidat bun pentru poziția de parametru de ordine în sistemul considerat, deoarece are valoarea zero peste amplitudinea critică și este egal cu 1 la amplitudini mici de excitație. Determină acest parametru de ordine ca funcție de amplitudinea A . Scrie rezultatele în Table C.1 .	1.1pt
C.2	Trasează graficul dezechilibrului $\left \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \right $ ca funcție de $ A_{\text{crit}}^2 - A^2 $ și notează-l în Graph C.2 . În grafic ambele axe sunt logaritmice (reprezentare dublu logaritmică). Pentru calcule poți folosi Table C.1 . S-ar putea ca punctele graficului să nu pară că se supun unei dependențe liniare, dar poți face totuși o regresie liniară pentru a găsi formula exponentului critic.	1pt
C.3	Determină exponentul b și estimează-i eroarea.	1.4pt

FORMAREA PROFESORILOR DE FIZICĂ CU AJUTORUL HĂRȚILOR CONCEPTUALE INTERDISCIPLINARE

PHYSICS TEACHERS TRAINING THROUGH INTERDISCIPLINARY CONCEPTUAL MAPS

Ioana CĂLȚUN¹, Ovidiu Florin CĂLȚUN²

¹Profesor Gradul I, Liceul Teoretic „Vasile Alecsandri” Iași, Romania, ioanalva@yahoo.com

²Profesor univ. Dr., Universitatea ”Alexandru Ioan Cuza”, Facultatea de Fizică și Centrul Carpath,
Iași, România
caltun@uaic.ro; caltun_ovidiu@yahoo.com

Rezumat: Formarea inițială și continuă a profesorilor de fizică este bine să fie plasată în context de interdisciplinaritate. Acest articol încearcă să demonstreze modul în care hărțile conceptuale și metoda interactivă a utilizării hărților conceptuale în instruire și evaluare activă pot genera activități de formare în care profesorii pot discuta diverse subiecte, cum ar fi macroconceptele de: apă, aer, vânt, temperatură, mișcare, repaus, forță, energie etc. Desenarea și discutarea hărților conceptuale în sesiuni de instruire din perspectiva elevilor, profesorilor și a formatorilor poate fi o schimbare decisivă în modul de predare în clasă.

Cuvinte cheie: concept și macroconcept, reprezentări, hartă conceptuală interdisciplinară, formarea profesorilor.

Abstract: *Initial and continuous training of teachers of physics is better to be addressed in the context of an interdisciplinary approach. This article attempts to demonstrate how the conceptual maps and interactive using of conceptual maps in training and active evaluation can generate training activities where teachers can discuss various topics such as macro concepts of water, air, wind, temperature, movement, rest, force, energy, etc. Drawing and discussion of conceptual maps in training sessions from the perspective of students, teachers and trainers can be a decisive change in classroom teaching.*

Keywords: concept and macro concept, representations, interdisciplinary conceptual map, teacher training.

Printre metodele alternative care implică comunicare, interacțiune, dinamică de grup, creativitate și inteligență emoțională depășind blocajul predării, harta conceptuală este o strategie recomandată a fi utilizată atât de profesori cât și de elevi.

Profesorii sunt familiarizați cu harta conceptuală și sunt obișnuiți să o dezvolte mental, dar rareori le utilizează în timpul activităților de clasă în scris sau ca reprezentare grafică pe tablă. Se dovedește că utilizând în practica școlară hărțile conceptuale elevii pot asimila mult mai ușor concepte interdisciplinare fundamentale ca apă, aer, vânt, pământ etc.

CONCEPT. MACROCONCEPT. INTERDISCIPLINARITATE

Fizica ca știință a naturii, apărută în primele faze ale dezvoltării cunoașterii umane, a formulat și apoi utilizat concepte care au niveluri de importanță și generalitate ce transcend știința și disciplina școlară Fizica. Dacă luăm ca exemplu conceptul de AER, considerat în mitologia și filosofia Greacă unul dintre cele patru elemente fundamentale (stihii), evoluția cunoașterii umane și a reprezentărilor oamenilor despre *aer* ca concept a avut o spirală ascendentă continuă. Filozofii greci făceau diferența între *aerul* atmosferei joase și *eterul* atmosferei înalte. Mai mult, ei credeau că aerul ca element primordial este strâns legat de inteligență și suflet pe care nu puteau să le explice cu alți termeni. Anaximene credea că aerul atmosferic este ca o cupolă ce înconjoară Pământul, Platon intuia că aerul poate fi uscat (cald) și umed (rece), că are mobilitate, că își poate schimba forma și că poate pătrunde în corpuri. Se afirma că părțile ce compun acest element primordial sunt atât de mici încât omul nu poate să le simtă. Aristotel considera că fiind și cald și umed *aerul* este undeva între celelalte două elemente primordiale, FOCUL și APA, și făcea o diferență netă între *aer* și *eter*, considerându-l pe primul legat de natura umană a vieții și pe al doilea legat de divinitate, de sferele celeste.

Astăzi știm cu precizie că aerul atmosferic este un amestec de gaze în care putem avea vapori de substanțe volatile, că atmosfera terestră este un mediu de viață pentru plante și animale pentru că are în compoziție oxigen, dar sunt animale sau plante care pot trăi în absența acestuia, că aerul este ceva extrem de prețios pentru omenire și societate și că trebuie să ne îngrijim de menținerea calității lui.

Aerul precum multe alte concepte științifice este o noțiune comună mai multor științe și arii ale cunoașterii. *Aerul* de la o noțiune definită inițial de filozofii care făceau simultan și știință a devenit un concept cheie în fizică legat strâns de fizica stării gazoase. Când Fizica s-a despărțit în termeni amiabili de Chimie conceptul de *aer* cu tot ce Fizica descoperise despre acest element primordial a trecut în tezaurul de concepte al acestei științe. Chimia a îmbogățit de o manieră decisivă conceptul dând reprezentări corecte și concrete cu privire la compoziția chimică a atmosferei, gazele și combinațiile lor, reacțiile de oxidare și reducere, reacțiile în mediu gazos, transformările de stare etc. Pentru că procesele biologice care susțin viața aveau nevoie de explicații științifice, Biologia a preluat cunoștințele sau, mai exact, reprezentările Fizicii și Chimiei despre macroconceptul de *aer*, și le-a îmbogățit cu alte reprezentări complexe care au putut explica procesele metabolice aerobe sau anaerobe. Geografia a preluat conceptul de *aer* și s-a străduit câteva secole pentru a explica legile și statistica complicată a mișcărilor maselor de aer. În ultimii cincizeci de ani societatea umană a simțit necesar să acorde atenție sporită calității mediului de viață și viitorului societății umane și s-a născut o știință nouă interdisciplinară, Ecologia, pentru care macroconceptul de *aer* este o cheie a înțelegerii valorilor promovate de această știință.

Evoluția cunoașterii și reprezentării conceptului de *aer*, dinamizată de științele exacte menționate a influențat semnificativ reprezentările despre concepte ce țin de *inefabil*, precum *suflet* sau *duh*, *moarte* sau *viață*.

Fizica, științele despre natură, dar și Teologia sau Filosofia utilizează conceptul de *aer* în legătură cu o gamă largă de concepte subordonate care se constituie într-o rețea (grilă) de concepte mai rară sau mai deasă, funcție de precizia cu care se dorește reprezentarea unei entități de cunoaștere. Rapoartele dintre concepte și macroconcepte și gradul lor de ordonare în procesul cunoașterii trebuie să fie flexibile și fluide cu scopul de a transcende de la necunoscut la aplicabil în practică. Specificitatea reprezentărilor unui concept într-o situație de învățare nu trebuie să devină un obstacol în rezolvarea unor probleme (obstacole) cognitive viitoare.

Atunci când avem o problemă de orientare în teren, cum se întâmplă în viață dar și în cunoaștere, este bine să apelăm la o reprezentare care ne poate ajuta. Această reprezentare grafică se numește în psihopedagogie *hartă conceptuală* și sintetizează relațiile dintre grupuri de concepte. Profesorii numesc uneori astfel de hărți conceptuale: *fișe de observație*, *fișe de lucru*, *fișe de recapitulare*, *tabel de date* etc. Atunci când proiectează și implementează în lecție astfel de instrumente de lucru sau de evaluare profesorii nu gândesc în termeni generali teoretici, ci au abordări practice răspunzând unei situații instructiv – educative. Este important de a fundamenta demersurile de proiectare și operaționalizare a unei hărți conceptuale pentru că astfel se pot clarifica relațiile ierarhice dintre concepte și stabili conceptele cheie (nod de rețea de concepte) și, ce este cel mai important, rafina reprezentările pe care profesorii sau elevii le au despre anumite concepte. O hartă conceptuală atent realizată facilitează atingerea obiectivelor, sintetizează ideile, organizează conținuturile, facilitează comunicarea didactică, orientează procesul de învățare, răspunde mai multor stiluri de învățare și predare, încurajează dezbateră și gândirea critică etc.

ORGANIZAREA CURSURILOR DE FORMARE CU ȘI DESPRE HĂRȚILE CONCEPTUALE ȘI SUBSOLURI

Utilizarea hărților conceptuale poate servi în proiectarea și implementarea unor activități de formare pentru profesori în domeniul pedagogiei aplicate. Pentru a demara procesul este util a delimita caracteristicile modelului de învățare care va fi utilizat și realizarea unor ateliere de lucru inițiale cu reprezentanți ai grupurilor țintă și cu formatorii care vor fi implicați. Subiectul acestor prime investigații era dacă hărțile conceptuale sunt efectiv sau conștient utilizate de către profesori și elevi în activitățile instructiv educative.

În figura 1 este prezentată o hartă conceptuală pentru conceptul de hartă conceptuală care este discutată de formatori cu cursanții imediat după ce li se cere profesorilor să întocmească o primă hartă conceptuală pentru *aer*. Harta este preluată din literatura de specialitate și sintetizează legăturile dintre conceptele (entitățile lingvistice sau noțiunile) care ajută din perspectivă psihopedagogică și filosofică la o reprezentare cât mai corectă a conceptului de hartă conceptuală.

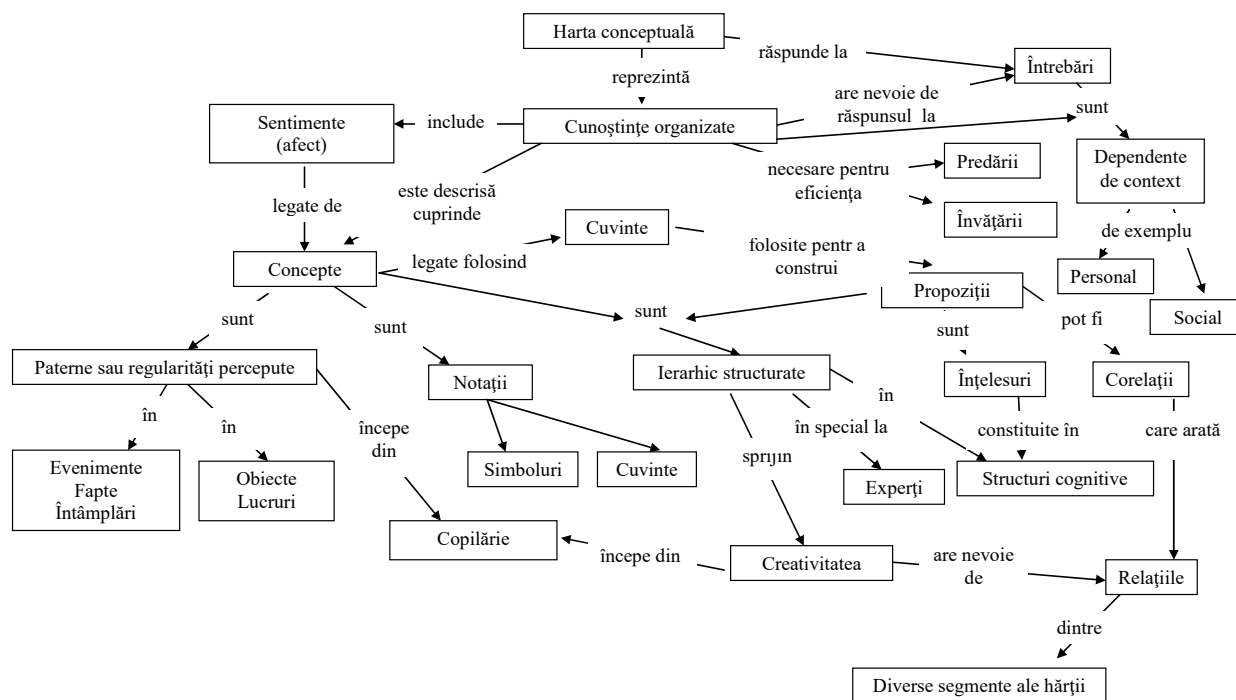


Figura 1. Harta conceptului de hartă conceptuală.

În al doilea pas a fost întocmită o hartă conceptuală generală a cursului de formare care a dorit să demonstreze, fără a epuiza detaliile, conexiunile pe care fizica le are cu celelalte științe ale naturii și de ce este recomandată perfecționarea profesorilor cu accent pe interdisciplinaritate. În figura 2 este prezentată o astfel de hartă a interdisciplinarității fizicii concepută ca exemplu.

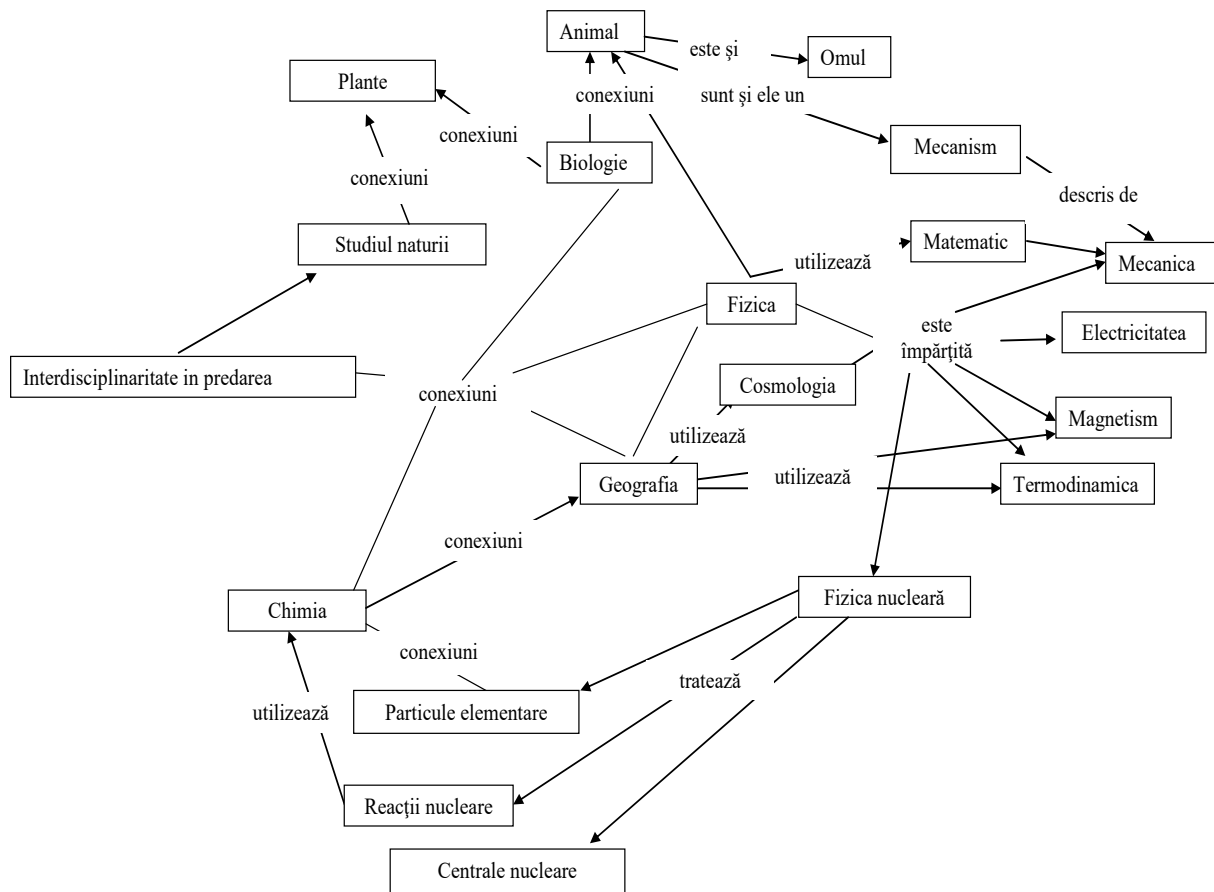


Figura 2. Un exemplu de hartă conceptuală a interdisciplinarității Fizicii ca știință și ca disciplină școlară.

Profesori de diverse specialități au fost apoi solicitați să construiască propria lor hartă conceptuală referitoare la *aer*. Cu titlu de exemplu, în figura 3 este prezentată o hartă realizată de un grup de profesori de diverse specialități (Fizică, Chimie, Biologie, Geografie etc.).

La rândul lor, aceștia au cerut elevilor lor de diverse vârste să deseneze o hartă a conexiunilor dintre conceptul de AER și subconcepte sau alte macroconcepte. Li s-a recomandat profesorilor și formatorilor să li se dea elevilor deplină libertate în reprezentarea hărților, eventual să încurajeze lucrul în echipă pentru ca în finalul acțiunii să dezbată cu elevii produsul atelierului de lucru. În figura 4 este prezentată o hartă realizată de un grup de elevi în cadrul unei lecții interdisciplinare.

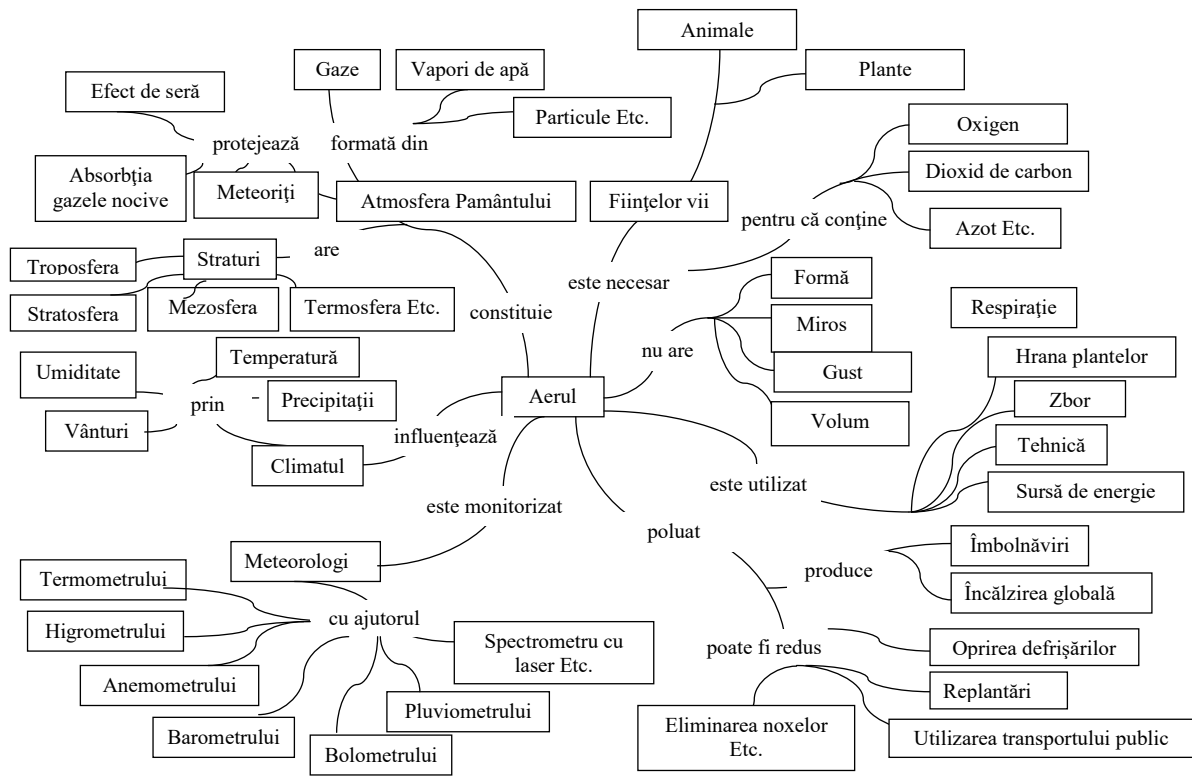


Figura 3. Un exemplu de hartă conceptuală a conceptului de AER realizată de profesori în cadrul sesiunilor de formare.

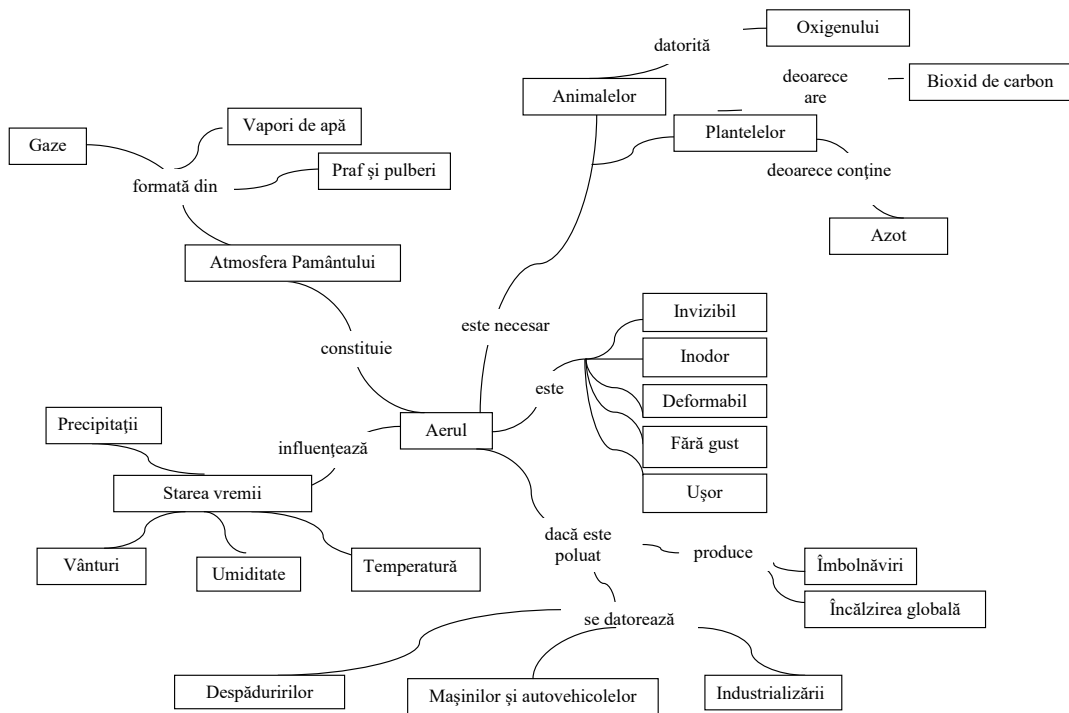


Figura 4. Un exemplu de hartă a conceptului de AER realizată de un grup de elevi de clasa a VIII – a.

Hărțile astfel obținute au fost analizate de către profesori pentru ca în final să sintetizeze observațiile în două hărți de descoperire a macroconceptului de AER: harta elevului și harta profesorului. În legendele hărților erau furnizate amănunte cu privire la scala de timp și scala disciplinară și la autorii reprezentării.

În final, hărțile conceptuale obținute prin activități la diverse discipline au fost prezentate într-un cerc metodic și modificate astfel încât să aibă utilitate inter- sau transdisciplinară. În final, cu ajutorul metodiștilor și didacticienilor au fost stabilite relațiile dintre conceptul de aer și conceptele sau macroconceptele pedagogice activate în cursul viitoarei formări. Cu acest prilej au putut fi observate suprapunerile de curriculum și stabilite cele mai eficiente strategii didactice de transfer de cunoștințe.

În scopul de a sprijini cadrele didactice în dezvoltarea lor profesională, a fost proiectată o activitate cu scopul de a introduce concepte interdisciplinare atât din punct de vedere teoretic cât și practic. Timpul alocat lucrului direct cu profesorii de gimnaziu de diferite specialități a fost de 4 ore.

Profesorii au primit de la început harta conceptuală a sesiunii de formare și au fost informați cu privire la activitățile pe care urmau să le desfășoare în echipă cu ceilalți colegi. Sesiunea de inițiere de 4 ore este urmată de observarea modului în care un coleg pune în aplicare diferite tipuri de hărți conceptuale în timpul activităților din clasă.

Grupul țintă al instruirii a fost alcătuit din profesori începători dar și seniori. Scopul sesiunii a fost de a îmbunătăți predarea unor concepte fundamentale. Sesiunea răspundea nevoilor de formare ale profesorilor care doresc să beneficieze de avantajele utilizării metodelor alternative de predare - învățare și evaluare. Activitatea le oferă posibilitatea de a reflecta asupra modului în care acționează în clasă și de a schimba modul în care comunică și implică elevii în lecție, dar și la modul în care se relaționează cu profesorii care predau diferite discipline școlare și predau la disciplinele lor același macroconcept. Unele dintre rezultatele activităților de formare au fost utilizate în cercurile metodice ale profesorilor sau în clasă.

Metoda de "Hartă conceptuală" este discutată pe trei niveluri de reprezentare și operaționalizare: ca elev, profesor și formator.

Proiectarea activității de formare vizează reflectarea asupra procesului de transfer de cunoștințe, plecând de la câteva întrebări pe care le propun formatorii profesorilor:

- 3 DE CE:

- i. DE CE eu fac acest lucru dintr-o perspectivă teoretică?
- ii. DE CE în acest context?
- iii. DE CE cu acești elevi?

- 2 CUM:

- i. CUM voi atinge obiectivele mele?
- ii. CUM se vor comporta cursanții, profesorii și elevii când voi aborda acest macroconcept utilizând metoda hărții conceptuale?

- DAR DACĂ:

- i. DAR DACĂ această metodă nu funcționează?
- ii. DAR DACĂ harta conceptuală nu este vizualizată de cursanți și elevi corect?
- iii. DAR DACĂ elevii și profesorii nu sunt pregătiți să aplice metoda?
- iv. DAR DACĂ nu am fost suficient de explicit?
- v. Etc.

Evaluarea cadrelor didactice stagiare și cu experiență la catedră are mai multe componente.

Evaluarea inițială se va realiza prin solicitarea cadrelor didactice pentru a desena o hartă conceptuală și de a face diferența între harta lor și harta elevilor. Această secvență scurtă

de evaluare va fi urmată de o dezbatere care ar trebui să conducă la concluzia că harta conceptuală este o metodă alternativă care poate fi aplicată indiferent de vârsta școlară, în diferite clase în timpul diverselor activități și în procesul de învățare la diferite discipline școlare.

Evaluarea continuă a activității a fost făcută prin autoevaluare / evaluare în timpul atelierelor de lucru prin feedback-ul oferit de cursanți și formatori.

Evaluarea finală a implicat:

- completarea unui chestionar final;
- întocmirea unui portofoliu care să conțină cel puțin trei aplicații ale metodei alternative, inclusiv comentarea lor în termeni de predare;
- completarea unei fișe de observație (experiment) a unei lecții a unui coleg care folosește în lecție o hartă conceptuală;
- elaborarea unui proiect al unei lecții de predare care utilizează o hartă conceptuală inovatoare (se vor modifica antetul și subsolul din modelul prezentat aici).

CONCLUZII

Utilizarea metodei hărții conceptuale în formările profesionale oferite profesorilor de diverse specialități are un efect pozitiv în învățarea științelor și reprezentarea corectă a macroconceptelor. Sesiunea de perfecționare a profesorilor a demonstrat că utilizarea cartografierii conceptelor atât în lecție cât și în sesiunile de formare cu profesorii este o metodă eficientă care schimbă percepția profesorilor și formatorilor cu privire la proiectarea și implementarea activităților.

Dezbaterile educatorilor în care harta conceptuală a elevilor este comparată cu harta conceptuală a profesorilor și, respectiv, formatorilor s-au dovedit extrem de utile pentru dezvoltarea gândirii critice și integrarea macroconceptelor în context interdisciplinar.

REFERINȚE

- [1] Călțun, O. F., *Capitole speciale de didactica Fizicii*, Ed. Universității Al. I. Cuza Iași, 2008.
- [2] Călțun, O. F., *Fizica – Practica pedagogică*, Ed. Universității Al. I. Cuza Iași, 2006.
- [3] Singer, M., Voica, C., *Didactica ariilor curriculare: matematică și științe ale naturii, tehnologii*, București, 2005.
- [4] Dunker, N., Magntorn, O., Helldèn, G., *Efficiency of concept mapping for the conceptual understanding of burning and underlying processes of combustion for elementary school students*, *Concept Mapping: Connecting Educators Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland.
- [5] J. Vanides, Y. Yin, M. Tomita, and M. Araceli Ruiz-Primo, *Using concept maps in teaching Science*, *Science Scope*, Vol. 28, No. 8, pp. 27 – 31, 2005.
- [6] https://www.academia.edu/6998120/Harta_conceptual%C4%83_-_metod%C4%83_modern%C4%83_de_evaluare consultată la 1.09.2016.
- [7] I. Antal, *Folosirea hărților conceptuale în evaluarea sumativă*, *Revista de Științe Nr. 3 / 2013*, Colegiul Național de Informatică “Grigore Moisil” Brașov - ediție specială - pag. 1.

Articolul este depozitat în baza de date IBN:
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138

Primit la redacție: 29 aug. 2016; acceptat pentru publicare: 27 oct. 2016

CZU:611.8+573+53

CREIERUL UMAN, CEL MAI PERFORMANT COMPUTER

Florinela MICU¹, Viorica CHIORAN², Ștefan CHIFA³

¹Scoala Gimnazială "Constantin Sandu-Aldea" Brăila, România, ombleta@yahoo.com, ²Liceul Tehnologic Repedea, Maramureș, România, nevimada@yahoo.com, ³Școala Gimnazială nr.4, Poienile de sub Munte, Maramureș, România

Rezumat. *Lucrarea constituie un studiu, din punct de vedere fizic și anatomic, asupra creierului uman - cel mai performant computer, care procesează și înmagazinează informații. Articolul se adresează elevilor de liceu care se interesează de studii interdisciplinare.*

Cuvinte cheie: *creier uman, sistem nervos, neuroni, impuls nervos, computer.*

Abstract: *This paper is a physical and anatomical study of the brain - the most powerful computer that processes and stores information. The article addresses high school students who are interested in interdisciplinary studies.*

Keywords: *human brain, nervous system, neurons, nervous impulse, computer.*

Introducere

Lucrarea constituie un studiu, din punct de vedere fizic și anatomic, asupra creierului uman - cel mai performant computer, care procesează și înmagazinează informații. Creierul este unul dintre cele mai complexe organe din corpul uman, înregistrează în memorie fiecare eveniment din viața noastră și este centrul emoțiilor, sentimentelor, dorințelor. Acesta este principalul coordonator și centrul de comandă al organismului. Ne oferă conștientizarea propriei persoane și a mediului în care trăim. Informațiile din mediu sunt preluate prin intermediul organelor de simț (ochi, urechi, nas, limbă și piele) analizate și prelucrate (în cortex), iar apoi se emite un răspuns care este transmis prin influx nervos spre mușchi (organele executorii). În interiorul creierului are loc procesarea unui flux constant de date senzoriale, se controlează mișcărilor musculare, secrețiile glandelor, respirația și temperatura internă; milioane de celule direcționează și monitorizează toate activitățile noastre. Pentru a înțelege mai bine funcționarea creierului este necesar să cunoaștem anatomia sistemului nervos (din care face parte creierul și măduva spinării).

1. Sistemul nervos

Sistemul nervos este totalitatea organelor nervoase [1]. Organele nervoase sunt protejate la exterior de un sistem de trei membrane numit **meninge**. El cuprinde **encefalul** protejat de craniu și **măduva spinării**, amplasată în coloana vertebrală.

1.1. Clasificarea componentelor sistemului nervos

Tabelul 1

SISTEMUL NERVOS (S.N.) - clasificare				
I.- după localizare	A)-Sistem nervos central SNC	-a ₁) encefalul (în cutia craniană)	1-trunchi cerebral	- bulb rahidian - puntea lui Varolio - mezencefal
			2- cerebel (creierul mic)	
			3-diencefal	talamus hipotalamus metotalamus subtalamus epitalamus
			4-emisfere cerebrale	
	B)-Sistem nervos periferic SNP	b ₁) - măduva spinării (în coloana vertebrală)		
			a ₂) -nervii	cranieni - senzitivi – motori - micști spinali micști
b ₂)ganglioni		vegetativi		
		spinali	și omologii lor cranieni	
II.-după funcție	a)-Sistem nervos somatic	- funcția de relație	integrează organismul în mediu	
	b)-Sistem nervos vegetativ	- Simpatice –intervine în condiții de viață neobișnuite (furie). - Parasimpatice – intervine în condiții obișnuite de viață.		

1.2. Împărțirea anatomică a creierului [2].

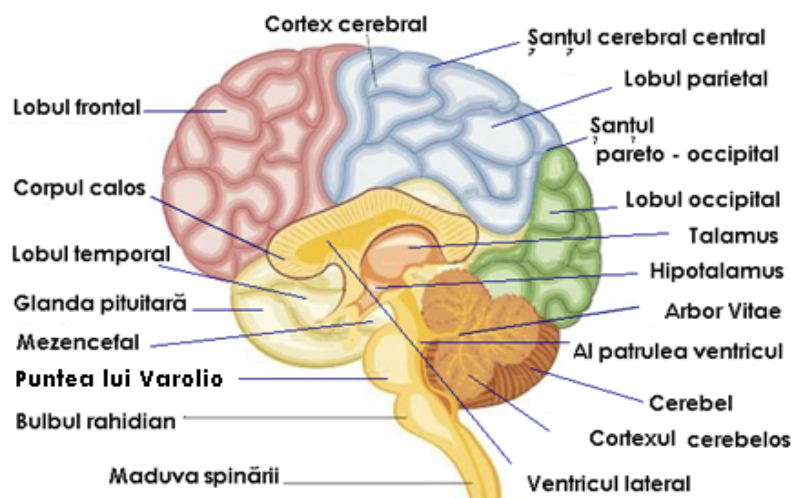


Fig.1. Anatomia creierului uman

1.3 Structura și funcțiile sistemului nervos [5]

Tabelul 2

1. MĂDUVA SPINĂRII		
Localizare:	Structura:	Funcțiile măduvei spinării
<p>– în canalul vertebral de la vertebra C₁ cervicală la a doua vertebră lombară L₂ de unde se continuă o formațiune subțire – „filum terminale”, până la vertebra coccigiana (C₂). Filum terminale + nervii lombari și sacrali = coada de cal</p> <p>- <i>Reflexe necondiționate</i> – sunt înnașcute - se moștenesc (tuse, respirație salivare)</p> <p>- sunt compatibile cu supraviețuirea;</p> <p>- nu dispar</p> <p>- <i>reflexe condiționate</i></p>	<p>- substanța albă este la exterior</p> <p>– are aspect de cordoane</p> <p>- are funcție de conducere</p> <p>- formată din fibre nervoase senzitive ascendente (la creier) și fibre motoare descendente (de la creier), fibre de asociație</p> <p>- substanța cenușie este la interior</p> <p>– are aspect de fluture (litera H)</p> <p>- prezintă trei perechi de coarne:</p> <p>- o pereche posterioară</p> <p>– conține neuroni senzitivi</p> <p>– conectați la receptori prin dendrite</p> <p>- o pereche anterioară</p> <p>– conține neuroni motori</p> <p>- conectați la mușchi prin axoni</p> <p>- o pereche laterală</p> <p>- conține neuroni vegetativi (în jumătatea anterioară conține neuroni</p>	<p>1. funcția reflexă</p> <p>– realizată de substanța cenușie.</p> <p>- reflexele ce se închid la nivelul măduvei spinării și sunt somatice și vegetative</p> <p>* Reflexele somatice</p> <p>a. <i>reflexe monosinaptice</i> – arcul reflex are doi neuroni, unul senzitiv-unul motor.</p> <p>- realizează mișcări de extensie</p> <p>- timpul scurt de la aplicarea stimulului până la obținerea răspunsului; - sunt strict localizate; - căile de conducere sunt rapide</p> <p>- exemplu: reflexul rotulian, bicipital, ricipital, ahilian.</p> <p>b. <i>reflexe polisinaptice</i> – arcul reflex are un număr variabil de neuroni intercalari</p> <p>între neuronul senzitiv și cel motor</p> <p>- realizează mișcări de flexie</p> <p>- timpul de latență mai lung</p> <p>- exemplu: reflexe de apărare</p> <p>* Reflexe vegetative:</p> <p>- micțiune, cardioaccelerator, pilomotorii defecație, sexuale, (mișcarea firului de păr) motilitatea tubului digestiv, sudoripare.</p>

dobândite în timpul vieții; pot să dispară -sunt caracteristice.	visceromotori, iar în jumătatea posterioară - neuroni viscerosenzitiv) - conectați la organe interne (viscere)	2. funcția de conducere a măduvei - realizată de substanța albă
--	--	---

Localizarea, structura și funcțiile encefalului [3,4,5]

Tabelul 3

II. ENCEFALUL			
	Localizare	Structura	Funcții
1	Trunchiul cerebral		funcția reflexă și funcția de conducere
	Unește encefalul cu măduva spinării și se află situat în continuarea măduvei spinării; are forma unui trunchi de con.	este format din : - bulbul rahidian - puntea lui Varolio - mezencefal Reflexele bulbare sunt acelea care asigură reglarea a trei funcții: circulația, digestia și respirația; - distrugerea bulbului rahidian poate duce la moarte imediată.	Bulbul rahidian și puntea au o porțiune ventrală, în care predomină <i>substanța albă</i> , și o porțiune dorsală, în care predomină <i>substanța cenușie</i> . 1. substanța cenușie – are funcția reflexă – sub formă de nuclei: <i>senzitivi, motori, vegetativi</i> . * <i>nucleii senzitivi</i> – primesc impulsuri de la organele de simț, tegumentul feței, mușchii feței. * <i>nucleii motori</i> – comandă mișcări ale mușchilor din regiunea feței, limbii, faringelui. * <i>nucleii vegetativi</i> – centri reflexelor vegetative: salivar, lacrimal, gastrosecretor (sucuri digestive) * <i>nucleii proprii</i> = centri cardiovasomotori și respiratori (aceștia descarcă impulsuri ce controlează mușchii respiratori) 2. substanța albă – are funcția de conducere
2	Diencefalul		
	- este situat sub emisfere cerebrale, în continuarea trunchiului cerebral. În legătură cu diencefalul sunt două glande- <i>hipofiza</i> pe partea ventrală, <i>epifiza</i> pe partea dorsală.	Este format din: substanță cenușie 1 - talamus 2 - hipotalamus 3 - metotalamus 4 - subthalmus 5 - epitalamus	funcții: - reglează temperatura corpului - controlează aportul de alimente și lichide - controlează funcțiile sexuale - controlează sistemul afectiv - emoțional (emoțiile) <i>Hipotalamusul reprezintă centrul superior de integrare, reglare și coordonare a funcțiilor principale ale organismului (organe de simț: văzul, auzul, mirosul)</i>

3	Cerebelul		
	- este situat în cutia craniană în partea inferioară, dorsală. Poziționat în spatele trunchiului cerebral, legat prin cordoane de substanță albă.	- Cerebelul are forma unui fluture și prezintă o porțiune mediană, <i>vermisul</i> , și două porțiuni laterale, voluminoase, numite <i>emisferele cerebeloase</i> - substanța albă este la interior, iar substanța cenușie la exterior = scoarța cerebeloasă ,	- Funcțiile cerebelului sunt: funcția reflexă și funcția de conducere. - asigură menținerea echilibrului (legătura cu urechea internă) - reglează tonusul muscular - asigură precizia mișcărilor comandate de scoarța cerebrală.
4	Emisferele cerebrale (creierul mare)		
	- Reprezintă partea cea mai voluminoasă a sistemului nervos central. Emisferele sunt separate prin fisura longitudinală și unite în profunzimea ei prin corpul calos. Se numește telencefal .	Două emisfere sunt separate de un șanț interemisferic și mai sunt 3 șanțuri mari principale, - șanțul central, -șanțul lateral - șanțul parieto-occipital. Șanțurile mari delimitează 4 lobi: parietal, temporal, occipital, frontal- substanța albă la interior, iar substanța cenușie la exterior = scoarța cerebrală	- functii: - substanța cenușie din scoarța cerebrală conține: - <i>arii senzitive</i> (vizuală, auditivă, gustativă, somestezică), primesc informații de la diferiți receptori; la nivelul lor se formează senzațiile (auditive, vizuale, gustative) - <i>arii motoare</i> – comandă mișcările - <i>arii de asociație</i> –controlează personalitatea, temperamentul.

2. Țesutul nervos – celule nervoase

Sistemul nervos se află la locul său în embrionul uman încă din a cincea săptămână de gestație. Sistemul nervos este format din țesutul nervos constituit din celule specializate (**neuroni**) și din celule de susținere (**celule gliale sau nevroglie**).[3]

2.1. Structura neuronului. Neuronul este unitatea morfo-funcțională a sistemului nervos [4].

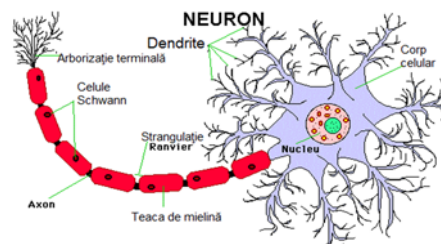


Fig. 2. Structura neuronului

- Neuronul este unitatea elementară, metabolică structural și funcțională a sistemului nervos. Neuronul este format din corpul celular (diametrul de 70 micrometri) și prelungiri (dendrite, axoni).

a) Corpul neuronului este format din neurilemă (membrana plasmatică), neuroplasmă și nucleu.

- *Neurilema* celulei nervoase este subțire, delimitează neuronul și are o structură lipoproteică.

- *Neuroplasma* conține: organite celulare comune (mitocondrii, ribozomi, reticul endoplasmatic fără centrozom, deoarece neuronul nu se divide) și organite specifice (corpusulii Nissl).

- *Nucleul*. Neuronii, au de obicei, un singur nucleu mare și poziționat central cu 1-2 nucleoli. Aici se produce o cantitate ridicată de ARN, iar cromatina este dispersată.

b) *Prelungirile neuronului* sunt de două tipuri: dendrite și axoni.

- *Dendritele* - la nivelul cărora influxul nervos circulă centripet (majoritatea neuronilor au mai multe dendrite). Dendritele, în porțiunea lor inițială, sunt mai groase, apoi se subțiază.

- *Axonul* - prelungire unică, lungă (uneori de 1 m) și mai groasă a neuronului, la nivelul căruia influxul nervos circulă centrifug. Membrana care acoperă axoplasma se numește axolema și are rol important în propagarea impulsului nervos.

2.2. Proprietățile fizice ale neuronului

- *Neuronii au proprietăți* de conductibilitate, excitabilitate, degenerescență și regenerare.

Conductibilitatea este proprietatea neuronului de a conduce impulsurile nervoase. Această conducere se realizează diferit în fibrele mielinice și amielinice, datorită diferenței de grosime a lor.

Regenerarea este proprietatea neuronului de a se reface după lezări (neuronul nu se mai divide).

Degenerescența se referă la degradarea neuronului în condiții de lezare a axonului.

-Tipuri de neuroni

a) - Din punct de vedere al formei și a dimensiunilor, neuronii sunt foarte diferiți. [4]

Forma neuronilor este variabilă: *stelată, sferică sau ovală, piramidală, piriformă și fusiformă.*

b) - Din punct de vedere funcțional, neuronii pot fi de trei feluri: motori, senzitivi și de asociație.

c) După numărul prelungirilor pe care le prezintă și după felul în care pornesc acestea din corpul celulei nervoase, se clasifică în neuroni: unipolari, pseudounipolari, bipolari și multipolari.

2.3. Celule gliale (nevrolgii)

Toți neuronii în sistemul nervos central sunt înconjurați de celule gliale: astrocite, dendrocite, oligodendrocite. Acestea leagă, protejează, oferă suport neuronilor, îi hrănesc; sunt celule nervoase care nu transportă impulsuri, însă realizează numeroase funcții importante precum: digestia părților moarte ale neuronilor, crearea mielinei pentru neuroni, furnizarea suportului nutrițional și multe altele.

3. Influxul nervos sau potențialul de acțiune [6]

3.1. Transmiterea influxului nervos este un fenomen fizico - chimic

Neuronul este celula nervoasă adaptată la recepționarea și transmiterea informației, specializată în generarea și conducerea unor semnale de natură electro-chimică numite impulsuri nervoase.

Astfel, neuronii sunt formați din trei regiuni: una receptoare, una conducătoare și una efectoare.

Regiunea receptoare primește și procesează informația și este formată din dendrite și soma. Dendritele receptează impulsul nervos de la alți neuroni și îl duc spre corpul neuronal.

Regiunea conducătoare leagă regiunea receptoare de cea efectoare și este formată din porțiunea axonului de la locul în care acesta iese din corpul celular (aici se formează potențiale de acțiune prin sumarea potențialelor locale). *Axonii* duc mai departe semnalele de la corpul neuronal la alte celule nervoase sau celule musculare.

Regiunea efectoare recodifică informația (potențialul de acțiune) sub formă chimică prin neuro-transmițători și o transmite prin sinapsa regiunii receptoare a următorului neuron.

-Neuronul comunică cu celelalte celule nervoase (neuroni) prin intermediul impulsurilor electrice care apar atunci când o celulă nervoasă este stimulată. Neuronii pot avea peste 1000 de ramificații, făcând conexiuni cu alte zeci de mii de celule. Interconectați, neuronii sunt capabili să conducă o informație cu o viteză foarte mare. Pentru a mări viteza de transmitere a semnalelor, axonii au un înveliș de mielină care are și rol de izolator. Fără învelișul de mielină axonul nu poate funcționa.

Care sunt fenomenele fizico - chimice de la nivelul sinapsei ?

Modul de transmitere a impulsului nervos și de interconectare a neuronilor este ilustrat în

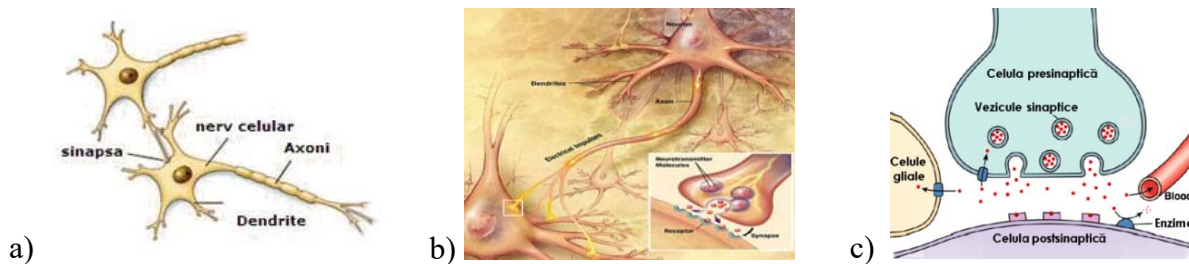


Fig. 4. Transmiterea influxului nervos prin sinapse

fig.4.

Zona de conectare a axonului unui neuron cu dendritele altui neuron se numește „sinapsă”, la nivelul căreia se realizează comunicarea între neuroni. *Transmiterea impulsului nervos de la un neuron la altul prin sinapsă nu se poate realiza printr-un salt electric deoarece membrana postsinaptică nu este excitabilă electric. Această transmitere a impulsului nervos se realizează printr-un mecanism chimic. În interiorul neuronului, impulsul ajunge în vârful axonului, atinge butonii axonului, care conțin vezicule pline cu substanțe chimice numite neurotransmițători și determină eliberarea acestora, care mediază transmiterea influxului nervos la nivelul sinapselor.* În fig.4 (b și c) se observă că la capătul fiecărui axon se găsește o parte mai lată, numită „buton terminal axonal”. Acesta prezintă un număr mare de cavități foarte mici numite vezicule sinaptice, care conțin substanțe chimice complexe, numite „neuromediatorii”. Când semnalul electric ajunge la butonul terminal al axonului veziculele sinaptice migrează spre membrana axonului, confluează cu membrana și determină eliberarea neurotransmițătorilor în spațiul dintre axon și dendrite, cunoscut sub numele de „fanta sinaptică”. Neurotransmițătorii traversează fanta sinaptică prin difuzie și ajung la suprafața dendritelor, unde se leagă de receptorii specializați ai acestora. Un neuron poate să transmită mai departe semnalul sau nu.

3.2. Actul reflex și arcul reflex

Organele nervoase prin cele două tipuri de substanță îndeplinesc două funcții: funcția reflexă care este realizată de substanța cenușie și funcția de conducere realizată de substanța albă. Reflexul reprezintă reacția de răspuns a centrilor nervoși la stimularea unei zone receptoare. *Arcul reflex = suportul anatomic al actului reflex.* Actul reflex reprezintă mecanismul fundamental de activitate a sistemului nervos.

Structura arcului reflex. La realizarea unui arc reflex participă cinci componente anatomice și anume: receptorul, calea aferentă, centrul nervos, calea eferentă, efectorul.

1. *receptor* = structura specializată asupra căreia acționează stimulii; poate transforma energia stimulului în influx nervos.

2. *cale aferentă* = cale senzitivă, are rolul de a transmite influxul nervos de la receptor la centrul 3. *centrul nervos* = se găsește în substanța cenușie, are rolul de a primi și analiza informația (influxul nervos) pe care o transformă în comandă.

4. *cale eferentă* = cale motorie, rolul de a transmite comanda de la centru la organele efectoare.

5. *efectorul* = execută comanda; reprezentat de mușchi netezi, mușchi striati, glande endocrine.

Receptorul este de obicei o celulă sau un grup de celule diferențiate și specializate în celule senzoriale (gustative, auditive, vizuale, vestibulare) fibre conjunctive și formațiuni nervoase dendritice (receptorii tegumentari și proprioceptorii, receptorul olfativ, receptorii durerosi).

La nivelul receptorului are loc transformarea energiei excitantului în influx nervos.

Fiecare *receptor este specializat în transformarea unei anumite forme de energie din mediu* (excitanți sau stimuli) *în informație nervoasă* specifică cu amplitudine proporțională cu intensitatea excitantului. Fiecare receptor poate fi stimulat de orice formă de energie.

Prelucrarea informației la nivelul scoarței cerebrale în ariile senzitive, asociate și motorii)

Informația pătrunde în sistemul nervos prin intermediul receptorilor, de unde este transmisă pe căi specifice la scoarță (cortex) în ariile senzitive specifice. Aceste informații sunt comparate, la nivelul ariilor asociative, cu informațiile culese de la ceilalți analizatori și cu datele din memorie. Pe baza sintezei complexe a tuturor informațiilor este elaborată starea de conștiență și sunt luate deciziile automate și voluntare; în ariile motorii, informația prelucrată se transformă în comandă.

Bibliografie

- [1]. V. Valentin – *Sistemul nervos*.
<https://veritasvalentin.wordpress.com/2012/12/16/subcapitolul-vii-sistemul-nervos/untitled-19/>
- [2]. Daniel Necșulescu – *Structura țesutului nervos*
<http://www.prostemcell.org/leziuni-ale-coloanei-vertebrale/structura-tesutului-nervos.html>
- [3]. *Fiziologia neuronului*
http://www.medtorrents.com/blog/fiziologia_neuronului_clasificarea_neuronilor/2012-10-13-9
- [4]. <http://www.ymed.ro/sistemul-nervos-notiuni-de-anatomie-si-fiziologie/>
- [5]. <http://www.ymed.ro/functia-reflexa-a-sistemului-nervos/>
- [6]. Olteanu, A., Lupu, V.- *Neurofiziologia sistemelor senzitivo-senzoriale*. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2000.
- [7]. Miu, A. C., Olteanu, A. I. *Neuroștiințe. De la mecanisme moleculare și celulare la comportament și evoluție*. Vol. I: Dezvoltarea sistemului nervos. Dacia, Cluj-Napoca. 2003.
- [8]. *Sistemul nervos și organele de simț* - Atlas color – Werner Kahle – Coordonator Prof. Al.T. Ispas, Editura Callisto, București.
- [9]. Cezar Niculescu, Carmen Sălăvăstru și alții-*Anatomia și fiziologia omului*, Compendiu, editura Corint.

Articolul este depozitat în baza de date IBN: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138

Primit la redacție: 24 oct. 2016

CZU: 528.2

**PUNCT GEODEZIC STRUVE DIN R. MOLDOVA ÎN
PATRIMONIUL UNESCO****Ștefan D. TIRON**

Institutul de Chimie, AȘM, stefandtiron@gmail.com

Rezumat: *Este dată o succintă descriere a metodei triangulației de determinare a dimensiunilor și formei Pământului și a Arcului geodezic Struve care traversa și teritoriul actualei R. Moldova.*

Cuvinte-cheie: *Pământ, triangulație, arc geodezic, punct geodezic.*

Abstract: *A brief description of the triangulation method and the Struve Geodetic Arc for determining the size and the form of Earth is given. A Struve Geodetic point was preserved in Moldova.*

Keywords: *Earth, triangulation, geodetic arc, geodetic point.*

La mijlocul sec. XVII, Pământul era considerat a fi o sferă ideală. Mai târziu însă au fost observate fenomene care au pus la îndoială această concepție. De exemplu, s-a constatat că perioada de oscilație a unui pendul crește pe măsură ce acesta se deplasează de la poli spre ecuator, astfel încât un ceasornic astronomic cu pendul, transportat în această direcție rămânea în urmă. Acest fapt i-a determinat pe oamenii de știință să conchidă că forța de gravitație descrește de la poli spre ecuator și deci Pământul nu este sferic, ci e turtit la poli. Pentru a determina dimensiunile și forma exactă a Pământului, în prima jumătate a sec. XIX au fost întreprinse măsurători ale așa-numitului *Arc geodezic Struve* care traversa și teritoriul actualei R. Moldova.

Pentru a determina dimensiunile Pământului, se măsoară un arc de meridian terestru atât în unități de lungime, cât și în grade, adică se determină distanța liniară și cea unghiulară între două puncte ale globului terestru situate pe același meridian.

Măsurarea lungimii arcului de meridian terestru se realizează aplicând așa-nimitea metodă de *triangulație*, elaborată și aplicată pentru prima dată de astronomul și matematicianul olandez W. Snellius încă în anul 1615. Aceasta constă în determinarea foarte precisă a coordonatelor geografice ale unui număr de puncte de pe teren prin intermediul unor triunghiuri ale căror vârfuri sunt aceste puncte. Pentru aceasta se măsoară toate unghiurile triunghiului și una din laturi, care constituie tocmai o mică porțiune de meridian.

Sarcina determinării dimensiunilor și formei planetei noastre i-a revenit renumitului astronom rus-german Friedrich Georg Wilhelm (Vasili Iacovlevici) Struve (1793-1864), unul din fondatorii astronomiei stelare, membru al Academiei de Științe din Petersburg (1832), fondatorul și primul director al Observatorului din Pulkovo și director al Observatorului din Derpt (astăzi – Tartu, Estonia).

Lucrările de măsurare a arcului de meridian au fost realizate de Struve cu astronomii de la Derpt și Pulkovo și au durat aproape 40 de ani (din 1816 până în 1855). Acest arc, numit *arcul geodezic Struve*, avea lungimea de $25^{\circ}20'08''$ și traversa 10 țări (Norvegia, Suedia, Finlanda, Rusia, Estonia, Letonia, Lituania, Belarusi, Ucraina și Moldova) pe o distanță de peste 2820 km, între un punct în apropiere de Hammerfest (Norvegia) (latitudinea $70^{\circ}40'11''N$) și punctul Necrasovca-Veche (aproape de Ismail, Ucraina) ($45^{\circ}20'03''N$).

La început, Arcul era format din 258 de triunghiuri geodezice alipite unul de altul și aranjate de la nord la sud de-a lungul meridianului de longitudine 25° Est într-un lanț cu 265

de puncte de triangulație (sau *puncte geodezice*) dispuse în unghiurile acestor triunghiuri. Punctele geodezice ale acestei rețele de triangulație, inclusiv 27 de puncte pe teritoriul actualului R. Moldova, erau marcate în teren prin cuburi de piatră cu muchia de 2 m îngropate în pământ.

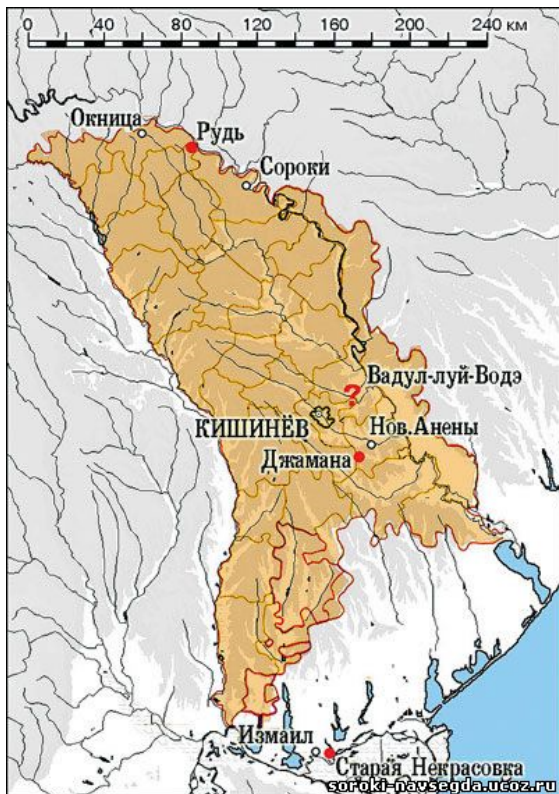
Măsurătorile Arcului geodezic Struve și-au atins scopul - a fost calculată cu o înaltă precizie circumferința Pământului și s-a demonstrat că Pământul nu este o sferă ideală, ci un elipsoid. Prin măsurări și mai precise executate în sec. XX s-a stabilit că planeta noastră are o formă specifică mai complicată, numită *geoid*.

Multe din punctele geodezice s-au ruinat cu timpul, astfel că în prezent Arcul Struve numără doar 34 de puncte. În anul 2005, aceste puncte au fost incluse în Lista obiectelor de Patrimoniu universal al UNESCO.

Din cele 27 de puncte geodezice inițiale, în R. Moldova s-au păstrat doar două: unul din ele a fost găsit în 2003 [1] în satul Rudi, raionul Soroca, la 300 m de autostrada Soroca-Otaci, și are următoarele coordonate: latitudine $48^{\circ}19'05''$ N și longitudine $27^{\circ}52'35''$. A fost restabilit și este introdus în lista obiectelor de Patrimoniu universal al UNESCO [2]. Cel de al doilea punct geodezic a fost descoperit în 2006 [1], în apropiere de satul Geamăna, raionul Anenii Noi.



Punctul geodezic Rudi, R. Moldova. Foto: A.Beintem



Hărți reprezentând traseul Arcului geodezic Struve

REFERINȚE

1. Мосионжник Л., Кожухарь Е. Дуга Струве в Молдове: мировое научное значение. <http://soroki-navsegda.ucoz.ru/news/2009-03-15-14> Фото: А. Бейнтема
2. <http://www.moldovenii.md/ru/section/352/content/4395>

Articolul este depozitat în baza de date IBN:
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_numar_revista/26/2138

Prezentat la redacție: 15 nov 2016