

UNIVERSITATEA DE STAT „ALECU RUSSO” DIN BĂLȚI  
FACULTATEA DE ȘTIINȚE REALE, ECONOMICE ȘI ALE MEDIULUI  
CATEDRA DE ȘTIINȚE FIZICE ȘI INGINEREȘTI

Discutat în Ședința  
Catedrei de științe fizice și ingineresti  
din **\_8 mai 2014\_**  
proces-verbal nr. **\_10\_**

Aprobat în Ședința  
Consiliului Facultății de Științe Reale,  
Economice și ale Mediului  
din **\_19 iunie 2014\_**  
proces-verbal nr. **\_9\_**

## **Paradoxuri și sofisme în fizică**

Curriculum disciplinar  
(*ciclul II, specialitatea Didactica fizicii*)

Autor: Mihail Popa,  
conf. univ., dr.

Bălți, 2014

## I. Informații de identificare a cursului

Facultatea: *Științe Reale, Economice și ale Mediului*

Catedra: *Științe fizice și ingineresti*

Domeniul general de studiu: *14. Științe ale educației*

Domeniul de formare profesională la ciclul II: *Program de profesionalizare*

Denumirea specialității / specializării: *Didactica fizicii*

### Administrarea unității de curs:

Codul unității de curs	Credite ECTS	Total ore	Repartizarea orelor				Forma de evaluare	Limba de predare
			Prel.	Sem.	Lab.	Lucr. ind.		
L.01.A.07	5	150	16	24	–	110	Examen	Română

Statutul: *disciplină la liberă alegere*

## II. Informații referitoare la cadrul didactic



*Titularul cursului – Popa Mihail, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar;*

- Licențiat în Fizică și Tehnică, Facultatea de Tehnică, Fizică și Matematică, Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți (1993);
- Stagiunea de doctorat, Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași România (1999–2003);
- Stagiune de post-doctorat, Nanobiomedical Centre, Adam Mickiewicz University of Poznan, Poland (2013– 2014).

*Biroul:* Blocul II, aula 240

*Nr. telefon de contact:* 068020395

*Adresa e-mail:* [miheugpopa@yahoo.com](mailto:miheugpopa@yahoo.com)

*Ore de consultații:* joi, 14.00-16.00. Se pot oferi consultații și în orele libere de la facultate, pot răspunde la întrebări utilizând și alte surse informaționale.

## III. Integrarea cursului în programul de studii

Conform DEX-ului, *paradoxul* este un enunț contradictoriu și, în același timp demonstrabil, părere (absurdă) contrară adevărului unanim recunoscut, o ciudățenie, o absurditate.

*Sofismul*, conform DEX-ului, este un silogism sau raționament corect din punct de vedere formal, dar greșit din punctul de vedere al conținutului (fiind bazat pe un echivoc, pe utilizarea aspectelor neesențiale ale fenomenelor etc.), adesea folosit pentru a induce în eroare, etc.

Scopul acestui curs este de a pregăti cadrele didactice în vederea tratării corecte a oricărui paradox și sofism din fizică în procesul studierii fenomenelor și legilor fizice cu elevii din ciclul preuniversitar. Metodele de organizare a cursului în școală pot fi diferite: cercuri de fizică, victorine de fizică, concursuri de fizică etc.

Cursul respectiv se predă din anul 2011, după aprobarea noului plan de învățământ la specialitatea *Didactica fizicii*.

#### IV. Competențe prealabile

Înainte de începerea studierii cursului dat studentul trebuie să îndeplinească planul de învățământ la cursurile de *Fizică generală și Fizică teoretică* (să susțină toate probele de evaluare preconizate, să efectueze și să susțină lucrările de laborator, să susțină examene).

De asemenea, studentul trebuie să îndeplinească planul de învățământ la *Matematică superioară* și la *Informatica generală*.

#### V. Competențe dezvoltate în cadrul cursului

- Recunoașterea, explicarea, ilustrarea, prelucrarea și esențializarea conținutului științific specific teoriilor fizicii;
- Descrierea, înțelegerea, construirea și aplicarea modelelor fizice;
- Analiza calitativă a problemelor și exercițiilor cu paradoxuri și sofisme;
- Rezolvarea corectă (aplicarea corectă a aparatului matematic) a problemelor cu paradoxuri și sofisme;
- Capacitatea de a căuta, prelucra și analiza informații dintr-o varietate de surse bibliografice și întocmirea unor referate științifice;
- Evidențierea conexiunilor intra- și interdisciplinare ale fizicii.

#### VI. Finalități de studii

La finele cursului studenții vor fi capabili:

- să înțeleagă și să explice științific corect fenomenele fizice descrise în problemele cu paradoxuri și sofisme;
- să cunoască rezolvarea problemelor cu paradoxuri și sofismele fizică;
- să poată alege cea mai rațională metodă de rezolvare a fiecărei probleme;
- să poată aplica diferite metode de rezolvare pentru aceeași problemă cu paradoxuri și sofisme;
- să posede priceperi și deprinderi de a selecta și rezolva de sine stătător probleme cu paradoxuri și sofisme din diferite surse bibliografice;
- să înțeleagă conexiunile intra- și interdisciplinare ale fizicii cu alte ramuri ale științei

#### VII. Conținuturi

<i>Nr.</i>	<i>Teme predate</i>	<i>Nr. de ore</i>
1.	Obiectivele și sarcinile cursului. Definierea noțiunii de paradox. Definierea noțiunii de sofism. Comparația paradoxurilor și sofismelor ca operații logice.	2
2.	Clasificarea sofismelor. Clasificarea paradoxurilor. Diferite tipuri de clasificări. Cele mai cunoscute paradoxuri și sofisme din fizică.	2
3.	Paradoxuri și sofisme la <i>Cinematicapunctului material</i> .	2
4.	Paradoxuri și sofisme la <i>Teoria cinetico-moleculară a gazelor</i> .	2
5.	Paradoxuri și sofisme la <i>Electrostatică</i> .	2
6.	Paradoxuri și sofisme la <i>Legile curentului electric continuu</i> .	2
7.	Paradoxuri și sofisme la <i>Optica geometrică</i> .	2
8.	<i>Paradoxul gemenilor: istoric, exemple, aplicații</i> .	2

**Total 16 ore**

<i>Nr.</i>	<i>Tematica seminarelor</i>	<i>Nr. de ore</i>
1.	Paradoxuri și sofisme la <i>Legile lui Newton.</i>	2
2.	Paradoxuri și sofisme la <i>Statica.</i>	2
3.	Paradoxuri și sofisme la <i>Hidro- și Aerostatică.</i>	2
4.	Paradoxuri și sofisme la <i>Oscilații și unde mecanice. Acustica.</i>	2
5.	Paradoxuri și sofisme la <i>Termodinamică.</i>	2
6.	Proba de evaluare Nr. 1.	2
7.	Paradoxuri și sofisme la <i>Cîmpul magnetic. Inducția electromagnetică.</i>	2
8.	Paradoxuri și sofisme la <i>Curentul alternativ. Oscilații și unde electromagnetice.</i>	2
9.	Paradoxuri și sofisme la <i>Optica ondulatorie.</i>	2
10.	Paradoxuri și sofisme la <i>Optica cuantică.</i>	2
11.	Paradoxuri și sofisme la <i>Fizica atomului și nucleului.</i>	2
12.	Proba de evaluare Nr. 2.	2

**Total 24 ore**

### **VIII. Activități de lucru individual**

1. Studentul primește tema fiecărui seminar din timp și trebuie să-și conspecteze, să învețe, să rezolve toate paradoxurile și sofismele existente în bibliografia propusă.

2. La seminar, după răspunsul la tablă, cadrul didactic verifică calitatea, corectitudinea materialului conspectat și rezolvat. La apreciere 60% pondere din notă reprezintă cunoașterea materialului teoretic și priceperile demonstrate de aplicare la rezolvarea problemelor la tablă, iar alte 40% pondere din notă constituie calitatea, cantitatea și corectitudinea materialului conspectat. Media notelor acumulate la seminar reprezintă *media I*.

3. La primul seminar studenții primesc o sarcină suplimentară de a colecta din bibliografia propusă, cât și din alte surse informaționale, 20 de paradoxuri și sofisme formulate sub formă de probleme și exerciții din alte științe exacte și naturale (astronomie, matematică, chimie, biologie, geografie etc.). Caietul cu problemele și exercițiile propuse și rezolvarea acestora se prezintă cadrului didactic pînă la o dată limită de la finele semestrului, anunțată din timp de cadrul didactic. În cazul în care materialul prezentat nu corespunde paradoxurilor și sofismelor, studentul trebuie să înlăture carențele apărute. Probleme nu trebuie să se repete de la un student la altul. Prioritate are studentul care primul prezintă caietul cu sarcinile îndeplinite. Nu se permite includerea în lucru individual a paradoxurilor și sofismelor deja discutate la prelegeri sau seminar. Fiecare problemă se apreciază cu notă, iar media notelor respective reprezintă *media II*.

4. Titularul de curs oferă consultații săptămânale pentru a ajuta studentul în realizarea sarcinilor propuse.

### **IX. Evaluare**

Modalitățile de evaluare sunt următoarele:

1. La prelegeri se realizează evaluări formative, care exclud aprecierea prin note.
2. La seminar studentul răspunde materialul, rezolvă probleme, se verifică periodic materialul conspectat, problemele rezolvate individual și acumulează note. Tot aici se susțin *două probe de evaluare*, care conțin doar însărcinări practice. Media notelor acumulate la seminar reprezintă *media I*.
3. *Media II* reprezintă media acumulată pentru lucrul individual (vezi comp. VIII).
4. Media aritmetică a mediilor I și II reprezintă *nota reușitei curente*.
5. Nota finală la disciplina *Paradoxuri și sofisme în fizică* se calculează conform formulei:

$$\text{Nota finală} = 0,6 \times \text{Nota reușitei curente} + 0,4 \times \text{Nota de la examen.}$$

Examenul final se susține în scris. Notele de la examen se anunță în ziua desfășurării examenului, după cel mult 2 ore de la finisarea examenului (timp de verificare a lucrărilor). În cazul în care studentul nu este de acord cu nota acumulată, el are dreptul să tragă un alt bilet de examinare și să rezolve la tablă toate problemele din bilet.

### IX.1. *Mostră de probă de evaluare:*

#### PARADOXURI ȘI SOFISME ÎN FIZICĂ (masterat, specialitatea *Didactica fizicii*)

##### Probă de evaluare Nr.1

Aprob \_\_\_\_\_

Șef de catedră \_\_\_\_\_

##### Varianta I

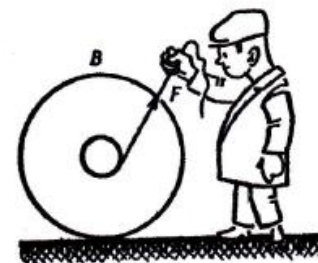
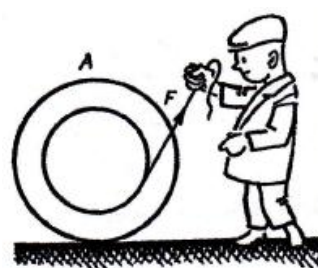
**Găsiți rezolvarea corectă a problemelor și exercițiilor. Argumentați fiecare răspuns:**

1. (2p.) Pentru mișcarea rectilinie uniform variată pentru  $v_0 = 0$  obținem  $v = at$  și  $v = \sqrt{2as}$ . Dacă  $v_0 \neq 0$  rezultă  $v = v_0 + at$ . Substituind în loc de termenul  $at$  mărimea  $\sqrt{2as}$ , obținem  $v = v_0 + \sqrt{2as}$ .

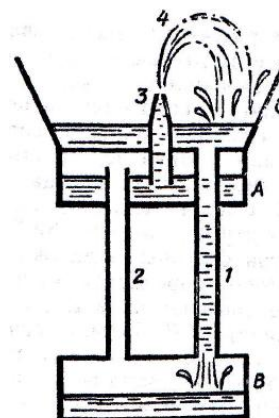
Însă conform formulei lui Galilei  $v^2 = v_0^2 + 2as$ . Din algebră se cunoaște că, pentru  $x^2 = a^2 + b^2$ , mărimea  $x \neq a + b$ . Unde s-a greșit în analiza, datorită căreia a apărut contradicția dintre fizică și algebră?

2. (2p.) Conform legii a II-a a lui Newton accelerația este direct proporțională cu forța aplicată. Cu cât este mai mare forța de greutate cu atât este mai mare accelerația căderii libere. Însă cunoaștem că accelerația gravitațională pentru toate corpurile este una și aceeași ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ). Cum rezolvăm această contradicție?

3. (3p.) Doua bobine din figura alăturată sunt trase de fire cu forțe egale în una și aceeași direcție. Însă bobina B se apropie de mână și firul se înfășoară pe bobină (în acest caz bobina se rotește după acele de ceasornic și se deplasează în dreapta), iar bobina A se îndepărtează de mână și firul se desfășoară (în acest caz bobina se rotește împotriva acelor de ceasornic și se deplasează în stânga) Explicați comportarea stranie a bobinelor.



4. (3p.) Conform teoriei cinetice a gazelor temperatura este proporțională cu energia cinetică medie de mișcare a particulelor. Însă moleculele gazului la mișcarea browniană se ciocnesc unele cu altele și cu pereții vasului și datorită ciocnirilor, care nu sunt perfect elastice, pierd o parte din viteză în procesul ciocnirilor. Rezultă că temperatura gazului trebuie să se modifice în timp (mai precis să se micșoreze), iar temperatura vasului datorită ciocnirilor să se mărească. Însă în practică acest lucru nu are loc. Care este greșeala analizei?



5. (4p.) La întrebarea, la care apă este mai mare coeficientul de tensiune superficială – la apa curată sau la apa cu săpun, doi elevi au răspuns diferit.

Primul a spus că la apa cu săpun este mai mare coeficientul de tensiune superficială deoarece din apa cu săpun se obțin bule mari, transparente, care nu se pot obține din apa curată.

Cel de-al doilea demonstrează că la apa cu săpun este mai mic coeficientul de tensiune superficială, deoarece bucățile de hârtie care plutesc pe suprafața apei curate se împrăștie dacă între ele se picură o picătură de apă cu săpun. Care dintre elevi este corect?

6. (4p.) Fizicianul din antichitate Heron din Alexandria a propus o construcție originală a havuzului din figura de mai sus. Inițial vasul A este plin cu apă și o anumită cantitate de apă se toarnă în vasul C. Se va obține oare rotația continuă a apei în sistem: vasul C, tubul 1, vasul B, tubul 2, vasul A, tubul 3, getul 4, vasul C etc.?

Așa cum havuzul este un sistem activ, atunci nu se încalcă oare legea conservării energiei: apa în getul 4 se ridică la un nivel mai înalt decât cel care era în vasul C?

**Barem de evaluare**

<b>Nr. puncte</b>	18	16-17	14-15	12-13	10-11	8-9	6-7	4-5	2-3	1
<b>Nota</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

06.V. 2014dr., conf. univ. Mihail Popa \_\_\_\_\_

**IX.II. Mostră de bilet pentru examen:**

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți  
 Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului  
 Catedra de științe fizice și inginerești

**Aprob**

Șef de catedră \_\_\_\_\_

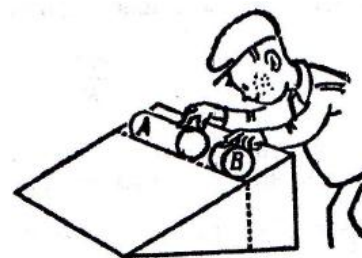
**Bilet de examinare Nr. 1**

**Examen la PARADOXURI ȘI SOFISME ÎN FIZICĂ**(masterat, specialitatea *Didactica fizicii*)

**Găsiți rezolvarea corectă a problemelor și exercițiilor. Argumentați fiecare răspuns:**

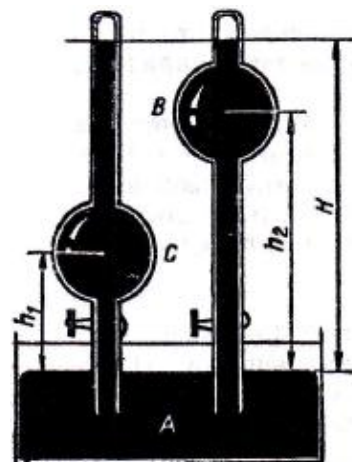
- (2p.) Temperatura normală a corpului omenesc este  $36,6^{\circ}\text{C}$ . Însă lui îi este frig când temperatura aerului este de  $20^{\circ}\text{C}$  și foarte cald când este  $36^{\circ}\text{C}$ . În apă se petrece invers, la  $36^{\circ}\text{C}$  omul se simte normal, iar la  $20^{\circ}\text{C}$  lui îi este frig. Cum explicați acest paradox?
- (2p.) Ungerea suprafețelor care se află în contact micșorează frecarea. De ce atunci este mai greu de a menține mânerul toporului cu mâna umedă decât cu mâna uscată.
- (2p.) Se va efectua oare un lucru mai mic de 1J, dacă o piatră cu greutatea de 1N este ridicată în apă la înălțimea de 1m?
- (3p.) Două mărimi fizice  $A$  și  $B$  sunt direct proporționale dacă raportul mărimilor lor este constant. Astfel, dacă  $A = kB$ , unde  $k$  este o mărime constantă, iar  $A$  și  $B$  sunt direct proporționale.  
 Conform legii a II-a a lui Newton forța  $F$  este direct proporțională cu masa  $m$  a punctului material și accelerația  $a$  a mișcării, adică  $F = k_1 m$  și  $F = k_2 a$ , unde  $k_1$  și  $k_2$  sunt mărimi constante. Înmulțind relațiile scrise obținem  $F^2 = k_1 k_2 m a$ . Presupunând că  $\sqrt{k_1 k_2} = k'$  obținem  $F = k' \sqrt{m a}$ . Împărțind termen cu termen primele relații obținem că  $1 = \frac{k_1}{k_2} * \frac{m}{a}$  și presupunând că  $\frac{k_1}{k_2} = k''$  obținem  $a = k'' / m$ . Relația obținută se află în contradicție cu legea a II-a a lui Newton  $F = k m a$ . În ce constă greșeala analizei descrise?
- (3p.) Un satelit artificial se mișcă în jurul planetei  $A$  cu o anumită perioadă de rotație  $T$ . Care va fi perioada dacă satelitul se va mișca în jurul altei planete  $B$ , ce posedă aceeași densitate ca și planeta  $A$ , dar cu rază de două ori mai mare? În ambele cazuri satelitul se va mișca după o orbită circulară din apropierea suprafeței planetei. Frecarea cu atmosfera se neglijează. Analizați răspunsul ținând cont și de legea a III-a a lui Kepler.
- (3p.) Cu cât este mai mare frecvența sunetelor cu atât ele mai rapid se amortizează cu distanța. Contrat acestora anume ultrasunetele sunt principala metodă de comunicare și locație la mai multe vietăți (lilieci, delfinii, morsele etc.). Explicați acest paradox.

7. (4p.) Doi cilindri  $A$  și  $B$  din figura alăturată sunt identici și omogeni, însă au înălțimi diferite (adică au diferite mase). Dacă ei sunt plasați la aceeași înălțime pe un plan înclinat, ca în figura alăturată, atunci ei coboară, rotindu-se, și ajung la bază în același timp.



Dacă însă corpurile posedă mase diferite, atunci sunt diferite și momentele de inerție ale cilindrilor. Trebuie să fie diferite și vitezele unghiulare și timpul de coborîre. Cum explicați acest paradox?

8. (4p.) Două tuburi barometrice din figura alăturată, de volume egale, din care este scos aerul, sunt puse în vasul  $A$  cu mercur și se deschid robinetele. Mercurul intră în ambele tuburi pînă la înălțimea  $H$ . În acest caz în ambele tuburi se efectuează același lucru  $L = p \Delta V$ , unde  $p$  este mărimea egală cu jumătatea din presiunea atmosferică, adică presiunea medie a coloanei de mercur din tub, iar  $\Delta V$  este volumul tubului împlut cu mercur.



Din figură se observă că energia potențială a mercurului ridicat la înălțimea  $h_2$  în cavitatea sferică  $B$  este mai mare decît energia potențială a mercurului ridicat la înălțimea  $h_1$  în cavitatea sferică  $C$ . Oare aceasta nu este în contradicție cu legea conservării energiei?

9. (4p.) Conform principiului II al termodinamicii prin schimb de căldură nu se poate crește energia internă a gazului cald pe contul micșorării energiei interne a gazului rece. Dacă însă se permite gazului să se dilate cu lucrul efectuat se poate ridica o greutate. După care energia potențială a greutății ridicate poate fi utilizată pentru creșterea energiei interne a gazului cald (de exemplu, printr-o comprimare adiabatică). Rezultă că se poate transmite o parte din energia internă a gazului rece celui cald. În ce constă greșeala analizei.

#### Barem de evaluare

Nr. puncte	25	22-24	19-21	16-18	13-15	10-12	7-9	5-6	3-4	1-2
<b>Nota</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

06.V. 2014

dr., conf. univ. Mihail Popa \_\_\_\_\_

#### X. Bibliografie

1. МАКОВЕЋКИ, P.V., ЛАНГЕ, V.N., *Paradoxuri și sofisme fizice-culegere de probleme*, București, Editura Enciclopedică Română, 1971. 220p.
2. ЛАНГЕ, V.N., *Paradoxuri și sofisme în fizică*, Chișinău, Lumina, 1981. 182p. (varianta rusă: ЛАНГЕ, В.Н., *Физические парадоксы и софизмы*, Москва, Просвещение, 1978. 176с.)
3. ТУЛЬЧИНСКИЙ, М.Е., *Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике*, Москва, Просвещение, 1971. 271с.
4. PERELMAN, Ia., I., *Fizica distractivă*, Chișinău, Lumina, 1979. 279p. (varianta rusă: ПЕРЕЛЬМАН, Я.И., *Занимательная физика*, Москва, Наука, 1976. 271с.)
5. FIUCIUC, N., *Materie și antimaterie*, București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1979. 193p.
6. ПРОКОПОВИЧ, В.Г., *Софизмы. Физика*, Москва, Грамотей, 2007. 48с.
7. RESNICK, R., HALLIDAY, D., *Basic Concepts in Relativity*. New York: Macmillan, 1992. 238p.
8. BUROVENKO, D., *Paradoxuri electrostatice*, Fizica și Tehnologiile Moderne, 2008, vol. 6, nr. 3-4, p.73-76.