

# Caiete de fizică

Anul III , Nr. 8 , Mai 2001

<http://papiu.netsoft.ro/~labfiz>

## MARIE SKLODOWSKA-CURIE

Prof. Liviu Belășcu



M. Skłodowska-Curie s-a născut la 7 noiembrie 1867 la Varșovia care în acea perioadă făcea parte din Rusia. Tatăl ei, Władysław, era profesor de matematică și fizică iar mama sa era institutoare la un pension.

În familie învață limba germană și primește noțiuni de fizică și chimie. Studiile secundare le face în limba rusă, limba poloneză fiind interzisă. Între anii 1884 și 1890 este guvernantă și învățătoare pe la diverse familii din provincie. Cu banii economisiți pleacă la Paris unde își completează studiile universitare la Sorbona, între 1891 și 1894, unde își ia licența în fizică (1893) și matematică (1894). După terminarea studiilor lucrează în laboratorului prof. Lippman la teza de doctorat care avea ca subiect studiul radiațiilor uraniului.

În această perioadă îl cunoaște pe viitorul soț, Pierre Curie cu care se căsătorește în 1895. Au două fiice: Irène Curie, viitoare savantă și Ève Curie, viitoare ziaristă, scriitoare și biografă a mamei sale. În perioada 1900 – 1905 este conferențiar la Școala normală superioară de la Sèvres iar după decesul

soțului său este aleasă succesoarea lui la catedră fiind prima femeie titularizată profesoară la Sorbona. În 1914 este numită directoare a Institutului de radiu care începe să funcționeze efectiv după război. În timpul războiului a condus serviciul de radiologie al Crucii Roșii franceze și s-a ocupat de problemele răniților.

Moare la 4 iulie 1934 datorită leucemiei provocate de substanțele radioactive cu care a lucrat fără măsuri de protecție.

Soții Marie și Pierre Curie au primit premiul Nobel pentru fizică (1903) pentru cercetările privind fenomenul de radioactivitate naturală și pentru descoperirea în 1898 a unor noi elemente radioactive – poloniul ( $Z = 84$ ) și radiul ( $Z = 88$ ) – pe care le-au separat după prelucrarea unei tone de minereu într-un laborator improvizat. Marie Curie descoperă și radioactivitatea toriului ( $Z = 90$ ). Împreună cu A. Debierne reușește izolarea radiului în stare metalică (1910) pentru care primește premiul Nobel pentru chimie în anul 1911.

Marie Curie a fost aceea care a propus numele de "radioactivitate" și "radioelement".

A publicat numeroase lucrări importante: "Tratatul de radioactivitate" (1910), "Izotopie și elemente izotope" (1924), "Radioactivitatea" apărută post-mortem, în 1935.

## PIERRE CURIE

Prof. Liviu Belășcu

Pierre Curie s-a născut la 15 mai 1859 la Paris fiind fiul unui medic.

Fiind o fire visătoare și independentă nu a mers la școală, de instrucția sa ocupându-se tatăl său și un profesor particular. Promovează bacalaureatul la 16 ani și este licențiat în științe la 18 ani. Devine preparator la Sorbona.

Prima sa lucrare este un studiu asupra radiațiilor infraroșii, în colaborare cu prof. Desains. Studiază împreună cu fratele său, Paul Jaques, cristalele, descoperind piezoelectricitatea (fenomen care constă

în polarizarea electrică a unui cristal în urma unei deformări mecanice). În anul 1882 este numit șef de lucrări la Școala de fizică și chimie orașului Paris. Doctoratul îl obține în anul 1895 teza având ca subiect proprietățile magnetice ale corpurilor. În același an se căsătorește cu Maria Skłodowska.

În 1904 este numit profesor de fizică generală la Sorbona iar în 1905 este primit în Academia de științe.

Moare la 19 aprilie 1906 într-un accident de circulație fiind lovit de un atelaj tras de cai.

În afară de studiile sale teoretice de magnetism, cristalografie și radioactivitate, Pierre Curie, a fost și un foarte bun experimentator construind chiar și diferite instrumente: un electrometru cu condensator și o balanță ultrasensibilă. Cu ajutorul electrometrului a descoperit în 1904 faptul că radiațiile  $\beta$  transportă sarcină electrică negativă, egală cu sarcina elementară.

Ca o recunoaștere a meritelor științifice ale familiei Curie, activitatea unui gram de radiu pur a fost aleasă ca unitate de măsură fiind denumită *curie* (simbol Ci). Un element artificial a fost de asemenea numit *curiu* (Cu, Z = 96).

Bibliografie:

Chiorcea, N; Fizicienii laureați ai premiului Nobel, Teora, București, 1998.

## CLASIFICAREA PARTICULELOR ELEMENTARE

Prof. Moldovan Mircea

### 1. Tipuri de interacțiuni

Avem două tipuri de interacțiuni:

- **interacțiuni primare sau elementare** = sunt cele care nu se explică prin nici o altă interacțiune (de exemplu interacțiunea dintre doi electroni - interacțiune electromagnetică);
- **interacțiuni compuse** = sunt cele care pot fi explicate prin alte interacțiuni (de exemplu interacțiunea dintre doi atomi - poate fi explicată prin interacțiunea dintre componentele atomilor)

Interacțiunile elementare sunt următoarele:

- a) gravitaționale
- b) slabe (caracterizează interacțiunea leptonilor)
- c) electromagnetice
- d) tari

$$\left( \begin{matrix} u & \text{up} \\ d & \text{down} \end{matrix} \right); \left( \begin{matrix} s & \text{strange} \\ c & \text{charm} \end{matrix} \right); \left( \begin{matrix} t & \text{top} \\ b & \text{beauty} \end{matrix} \right);$$

Fiecare quarc are șase arome și trei culori.

- **Bosonii vectoriali sau Câmpuri Yang-Mills** = sunt particulele ce mediază interacțiunea dintre leptoni, respectiv quarci.

a) Fotonul este un câmp Yang-Mills cu spinul 1 și de masă zero.

Toate interacțiunile pot fi tratate ca niște teorii ce sunt invariante la diferite transformări locale. O transformare poate fi globală (de exemplu transformarea identică a protonului în neutron și invers în toate punctele Universului  $p \leftrightarrow n$ ) sau locală (atunci când protonii și neutronii se amestecă diferit în Univers). Transformarea locală implică existența unor bosoni vectoriali.

b) La ora actuală toți bosonii vectoriali sunt legați de grupuri de simetrie (GAUGE GROUP). De exemplu grupul  $SU(3)_c$  este caracteristic interacțiunilor tari și

### Particule elementare

Conform modelului standard avem trei categorii de particule elementare:

- **Leptonii**  $l_f$  unde  $f$  este "aroma" (flavour).

Avem trei perechi de leptoni:

$$\left( \begin{matrix} e \\ \nu_e \end{matrix} \right); \left( \begin{matrix} \mu \\ \nu_\mu \end{matrix} \right); \left( \begin{matrix} \tau \\ \nu_\tau \end{matrix} \right);$$

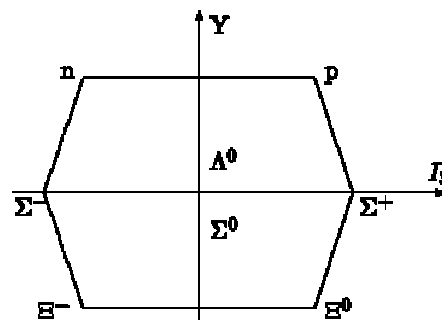
Leptonii interacționează gravitațional, slab și electromagnetic. În prezent sunt considerate fără structură (nu avem nici o informație că ele ar fi compuse) și punctiforme.

- **Quarcurile** - (QUARKS)  $q_{fc}$  -  $f$  reprezintă "aroma", iar  $c$  "culoarea".

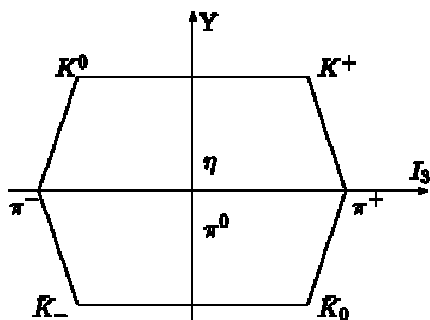
Sunt trei perechi de quarcuri:

are opt câmpuri de etalonare independente (GAUGE FIELDS) numite "GLUONI". Pentru interacțiunile electroslabă (apare de exemplu în dezintegrarea  $\beta$ -) grupul caracteristic este  $SU(2) \otimes U(1)$  care conduce la patru câmpuri de etalonare.

La început, barionii s-au clasificat cu ajutorul "octetului barionic" (este vorba de grupul  $SU(3)$ ), astfel:

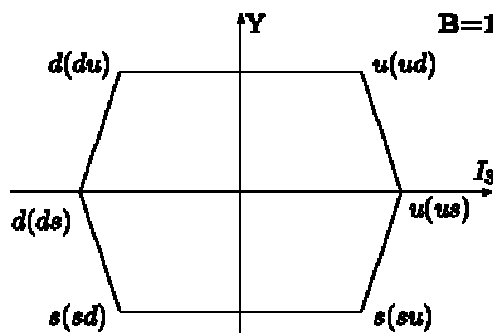
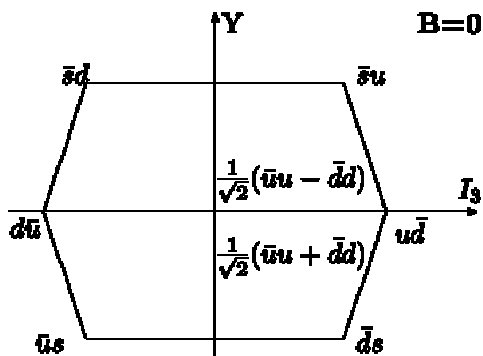


Un astfel de octet a putut fi completat și pentru mezozi:



Apare o diferență destul de mare datorită faptului că avem numai șase mezoni ( $(\pi^\pm, \pi^0), (K^0, K^+), \eta$ ). De aceea se introduc și antiparticule în octet. Această inconsistență s-a rezolvat cu modelele de quarci: particulele care au numărul barionic egal cu zero ( $B=0$ ) sunt compuse din două quarcuri (un quarc și un antiquarc), iar cele care au numărul barionic egal cu 1 ( $B=1$ ) sunt compuse din trei quarcuri. Pe baza proprietăților quarcilor date în tabelul de mai jos putem reconstrui octetul barionic și cel mezon.

DENUMIRE	QUARC		
	U	d	S
I(Izospinul)	1/2	1/2	0
$I_3$ (Proiecția pe axa 3 a izospinului)	+1/2	-1/2	0
Y(Hipersarcina)	1/3	1/3	-2/3
Q(Sarcina)	2/3	-1/3	-1/3
B(Numărul barionic)	1/3	1/3	1/3
S(Stranietatea)	0	0	-1



Reprezentarea poate fi extinsă. Astfel, de exemplu, găsim particula  $\Delta^{++}$  ca fiind ( $uuu$ ). Datorită faptului că apare o incompatibilitate cu statistica în 1970 Gell-Mann colorează quarcurile, fiecare quarc având trei culori.

Până în 1974 se cunoșteau trei quarcuri ( $u, d, s$ ). În 1974 s-a descoperit particula  $J/\Psi$  în care intră cel de-al patrulea quarc " $c$ ". În 1977 se descoperă particula  $\Xi$  și astfel mai apare un quarc " $b$ ". Quarcurile sunt

grupate în ( $u, d$ ), ( $s, c$ ) și ( $b, ?$ ). În 1995 se găsește și ultimul quarc " $t$ ", cel din ultima grupare.

Bibliografie

1. Curs universitar, Liviu Tătaru, 1996
2. Inelul lumii materiale, Mihai Drăgănescu, Editura științifică și Pedagogică, 1989
3. De la quarkuri la quasari, Editura Albatros, 1990

**HOLOGRAFIA**

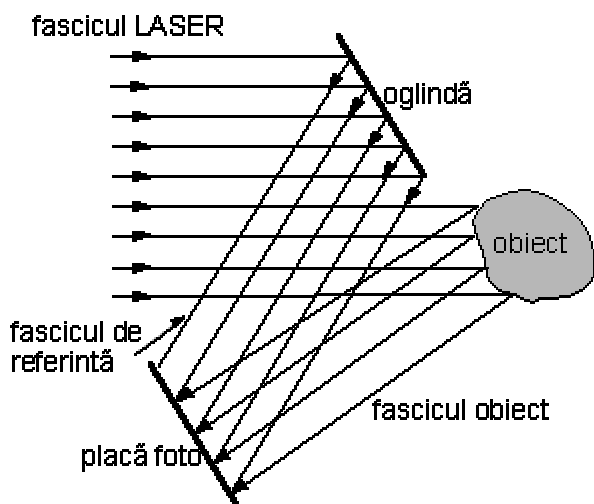
Prof. Cristinel Codău

Prin fotografierea unui obiect o serie de informații se pierd, câmpul vizual se comprimă într-un singur plan, unui obiect tridimensional corespunzându-i o imagine bidimensională. Pierderea unor informații este datorată faptului că pe placa fotografică se înregistrează intensitatea luminii care sosește de la obiect. Intensitatea luminii este proporțională cu pătratul amplitudinii unde electromagnetice (componentei electrice a acesteia). Placa fotografică

este sensibilă numai la intensitatea luminii și eventual la culoarea acesteia. O serie de informații referitoare la obiect sunt însă conținute în faza undei luminoase. Aceasta dă posibilitatea stabilirii profunzimii, lucru absolut necesar reconstruirii imaginilor în relief. Cu alte cuvinte pentru a putea reconstrui o imagine completă, trebuie ca simultan să fie înregistrate toate mărimile caracteristice unei unde luminoase: amplitudine, frecvență și fază. Primele două

sunt înregistrate în cazul fotografiei color. Holografia înseamnă o metodă de obținere a imaginilor în relief. Metoda holografică a fost descoperită în 1948 de către fizicianul englez de origine maghiară, Denis Gabor, pentru care a primit premiul Nobel în 1971. Denumirea a fost introdusă de fondatorul ei și derivă din cuvintele grecești *halos* – întreg și *grafein* – scriere. Contribuții importante la dezvoltarea tehnicii holografiei optice au adus Emmet Leith și Juris Upatnicks, cei care au realizat prima hologramă de calitate cu ajutorul unui laser cu heliu-neon în 1963.

Holografia are la bază fenomenul de interferență. Să vedem în continuare care este principiul de înregistrare a unei holograme și cum anume poate fi ea redată. Obținerea unei holograme necesită un dispozitiv interferențial care realizează suprapunerea fasciculului de lumină care sosește de la obiect cu unul de referință și înregistrarea figurii de interferență pe o placă fotografică. După direcția fasciculelor care interferă hologramele pot fi axiale (Gabor), atunci când axele fasciculelor coincid, sau neaxiale (Leith – Upatnicks). În funcție de felul fasciculelor se pot obține holograme Fresnel, în cazul fasciculelor divergente sau holograme Fraunhofer, pentru fascicule paralele. În orice caz, pentru a se obține o hologramă de calitate se impune folosirea luminii coerente, deci a unei surse LASER. Schema de principiu utilizată la înregistrarea unei imagini este prezentată mai jos.



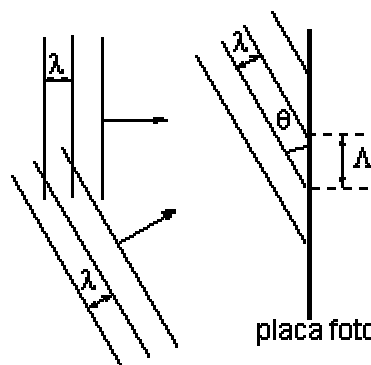
Dacă planul plăcii fotografice este  $xOy$ , ecuația undei de referință în acest plan se scrie:  $R(x, y) = R_0 \sin(\omega t + \varphi_R)$ , unde  $R_0$  și  $\varphi_R$ , amplitudinea și faza inițială sunt independente de poziția pe placă. Ecuația fasciculului împrăștiat de obiect, în același plan se scrie:

$O(x, y) = O_0(x, y) \sin(\omega t + \varphi_O(x, y))$ . Prin suprapunerea celor două fascicule, unda rezultantă este:  $H(x, y) = R(x, y) + O(x, y)$ . Ceea ce se în-

registrează efectiv pe placă este intensitatea acestei unde, deci o mărime proporțională cu pătratul amplitudinii ei :

$$I(x, y) = H_0^2(x, y) = R_0^2 + O_0^2(x, y) + 2R_0O_0(x, y) \cos[\varphi_O(x, y) - \varphi_R]$$

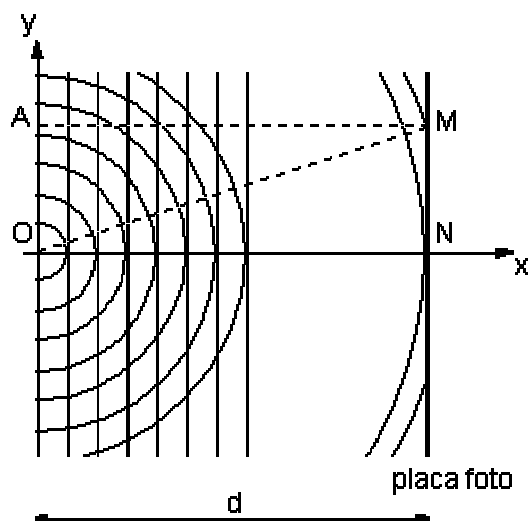
Distribuția intensității luminoase în câmpul de interferență se poate considera ca o undă modulată spațial, în care unda de referință este unda purtătoare, iar cea obiect, unda modulatoare. La expunere optimă, imaginea obținută pe placă fiind proporțională cu  $I$ , informația înregistrată în fiecare punct al hologramei conține atât mărimea amplitudinilor celor două unde cât și diferența de fază dintre acestea. Figura de interferență este în general extrem de complexă. Să analizăm acum două cazuri banale. Fie două unde coerente plane, una care se propagă pe o direcție perpendiculară pe placa fotografică, iar direcția de propagare a celei de-a doua face un unghi  $\theta$  cu direcția de propagare a celeilalte ca în figura de mai jos.



Se observă că figura de interferență va fi formată din franje paralele echidistante, perpendiculare pe planul figurii, cu o interfranță  $\Lambda = \frac{\lambda}{\sin \theta}$ . După dezvoltare

placa arată ca o rețea de difracție plană cu perioada egală cu interfranța. Frecvența spațială corespunzătoare este:  $\nu_s = \frac{1}{\Lambda} = \frac{\sin \theta}{\lambda}$ .

Fie acum interferența dintre o undă plană și una sferică, așa cum se arată în figura următoare. Condiția ca în punctul  $M$  de pe placa fotografică să se obțină un maxim de interferență este ca diferența de drum optic dintre cele două unde să fie un multiplu întreg de lungimi de undă:  $\delta = (OM) - (AM) = k\lambda$  cu  $k \in \mathbb{Z}$ . Locul geometric al punctelor  $M$  în care se obține acest maxim este un cerc de rază  $\rho^2 = NM^2 = 2k\lambda d + k^2\lambda^2$ .



Unda obiect, împrăștiată de obiectul de holografiat este formată dintr-un număr foarte mare de unde sferice elementare. Conform principiului lui Huygens, fiecare punct al obiectului este o nouă sursă elementară. Înfășurătoarea tuturor undelor sferice elementare contribuie la suprafața de undă a fascicului obiect asta înseamnă că informația sosită de la fiecare punct obiect va fi înregistrată pe toată suprafața plăcii. Altfel spus orice porțiune a hologramei conține informații despre toată suprafața obiectului, deci orice porțiune a hologramei permite reconstruirea imaginii integrale a obiectului (cu o pierdere de claritate). Volumul de informație care se poate înregistra pe o hologramă depinde de calitatea stratului fotosensibil al plăcii, de rezoluția acesteia.

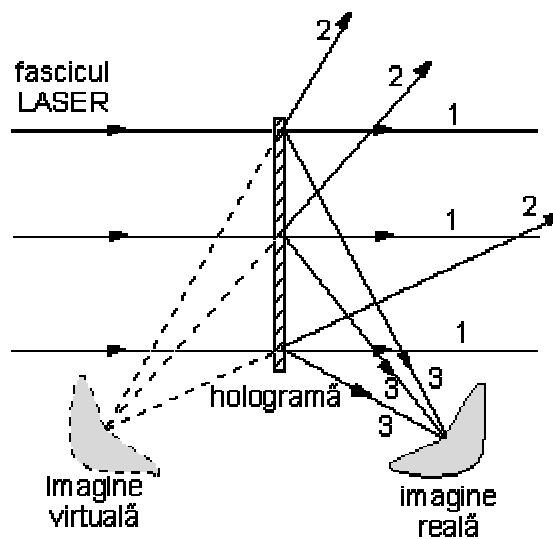
Privind placa fotografică, după dezvoltarea ei, nu se poate trage nici o concluzie despre forma obiectului holografiat. Ceea ce se vede este figura de interferență, formată dintr-o sumedenie de cercuri concentrice în jurul fiecărui punct al hologramei. Pentru vizualizare, imaginea trebuie reconstruită. Aceasta se face iluminând holograma cu un fascicul identic cu cel de referință utilizat la înregistrare. Fasciculul de lumină va fi difractat de aceasta ca orice rețea de difracție. Se poate arăta că undele difractate reconstruiesc frontul de undă obiect, respectiv imaginea obiectului. Utilizând holograma sub formă de negativ, transmitanța plăcii fotografice va fi proporțională cu expunerea, deci cu intensitatea luminii incidente la înregistrare. Ca urmare unda luminoasă după ce străbate holograma va fi de forma:  $\text{const} \cdot R(x, y) \cdot I(x, y)$ . Ecuația ei se poate pune sub forma sumei a doi termeni, proporționali cu  $R_0 \sin(\omega t + \varphi_R)(R_0^2 + O_0^2(x, y))$

și  $2R_0^2 O_0(x, y) \sin(\omega t + \varphi_R) \cos(\varphi_O(x, y) - \varphi_R)$ .

Primul termen reprezintă de fapt unda de referință (cu altă amplitudine). Cel de-al doilea se poate scrie la rândul lui ca o sumă. Unul din termeni:  $R_0^2 O_0(x, y) \sin(\omega t + \varphi_O(x, y))$ , care reprezintă de

fapt unda obiect (înmulțirea cu un termen constant nu afectează forma ei), reconstituie imaginea virtuală a obiectului. Al doilea termen este de forma:  $R_0^2 O_0(x, y) \sin(\omega t - \varphi_O(x, y) + 2\varphi_R)$ .

El reprezintă așa numita undă geamănă a undei obiect, al cărei front de undă este inversat (faza ei este  $-\varphi_O(x, y)$ ) și reconstituie imaginea reală a obiectului, dar deformată, având curbura inversată. Cele trei unde obținute în acest mod au direcții de propagare diferite astfel încât cele care nu interesează pentru reproducerea imaginii pot fi eliminate. În figura următoare, razele notate cu 2 sunt cele care reconstituie imaginea virtuală, cele notate cu 3 refac imaginea reală dar deformată, iar cele notate cu 1 reprezintă fasciculul de referință.



Un observator situat în dreapta hologramei, în interiorul undei obiect reconstituite, va vedea imaginea virtuală în trei dimensiuni cu toate proprietățile obiectului. Deplasarea observatorului permite acestuia să vadă imaginea sub diferite unghiuri exact așa cum ar vedea obiectul în realitate. El nu poate să spună dacă vede obiectul real, sau imaginea acestuia. Imaginile obținute prin holografie pot fi mărite, folosind pentru reconstituire radiații cu lungimi de undă mai mari decât cele utilizate la înregistrare.

Să vedem acum câteva din aplicațiile holografiei. Una din ele este cinematograful în relief. În afara unui realism superior există încă un avantaj. Pe aceeași placă pot fi înregistrate o serie de poziții succesive ale obiectului în mișcare, pentru aceasta fiind necesar ca la înregistrare și la redare să se modifice de fiecare dată unghiul de incidență al fasciculului de referință (pe aceeași placă pot fi înregistrate mai multe imagini). Televiziunea holografică ar putea fi o altă aplicație, informațiile transmise pe această cale fiind de 300.000 mai multe decât în mod obișnuit. Holografia se folosește la analiza calității suprafețelor. S-au obținut holograme folosind lumina albă, utilizând alte procedee decât cele descrise ante-

rior. Metoda holografică permite înregistrarea proceselor care se desfășoară la viteze mari cum ar fi cele ce însoțesc arderea și explozia. De asemenea holograma constituie un suport excelent pentru stocarea informațiilor, utilizarea ei în mod repetat pentru citire un afectează în nici un fel calitatea înregistrării așa cum se întâmplă în cazul altor sisteme utilizate în acest scop.

În final amintim de existența holografiei în culori, precum și a holografiei acustice, caz în care în

locul undelor luminoase se folosesc unde acustice sau ultrasonore.

**Bibliografie**

1. Huțanu, Gheorghe Dorin, Jean – Holografia, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1979
2. Huțanu, Gheorghe – Holografia, o revoluție în optică, Buletin de fizică vol III, 1979
3. N. Kalitéevski – Optique ondulatorie, Éditions MIR, Moscou, 1980

**MICROSCOPUL**

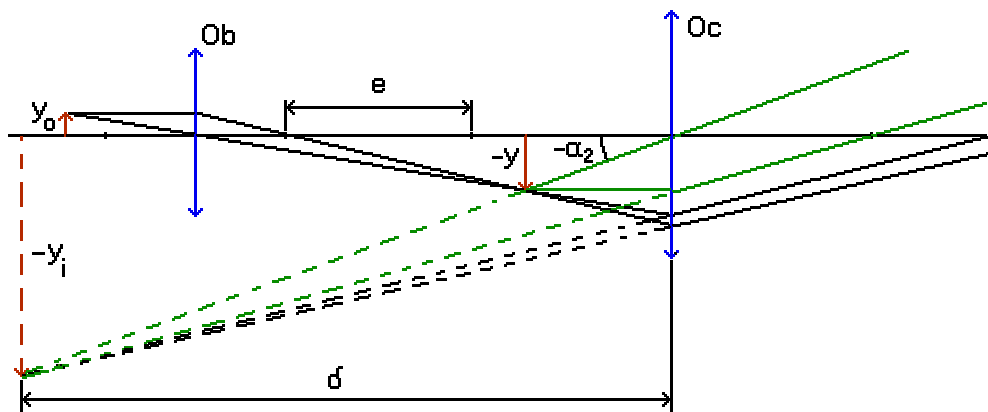
Prof. Liviu Belășcu

1<sup>0</sup> Introducere

Pentru a se observa obiecte foarte mici se utilizează două lentile (sisteme optice) montate la extremitățile unui tub. Lentila îndreptată spre obiect se numește obiectiv și produce o imagine reală, mărită a obiectului. Lentila prin care se privește imaginea se nu-

mește ocular și produce o imagine virtuală, mărită, imaginii intermediare. Pentru a se realiza mărimi importante distanțele focale sunt mici. De obicei distanța focală a ocularului este mai mare decât distanța focală a obiectivului.

2<sup>0</sup> Imagine în punctul vederii optime



unde:

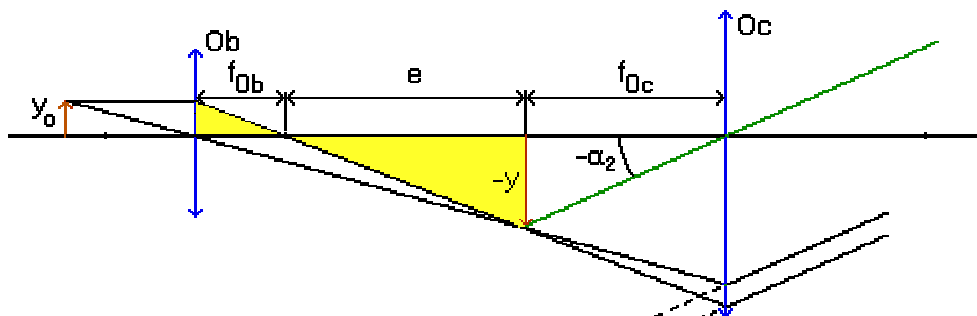
\$e\$ este lungimea (intervalul) optic (aprox. 16 cm),  
 \$\delta\$ este distanța vederii optime (aprox. 25 cm).  
 Obiectul este plasat în imediata apropiere a focarului obiect al obiectivului iar poziția ocularului se stabilește astfel încât imaginea intermediară să fie între focarul obiect și centrul optic al acestuia.  
 Putem calcula grosismentul:

$$G = \frac{\text{tg}\alpha_2}{\text{tg}\alpha_1}; \quad \text{tg}\alpha_1 = \frac{y_0}{\delta}; \quad -\text{tg}\alpha_2 = \frac{-y_i}{\delta}$$

deci:

$$G = \frac{y_i}{\delta} \frac{\delta}{y_0} = \frac{y_i}{y_0} = \frac{y_i}{y} \frac{y}{y_0} = \beta_{Ob} \cdot \beta_{Oc}$$

3<sup>0</sup> Imagine la infinit



Obiectul este plasat în imediata apropiere a focarului obiect al obiectivului iar poziția ocularului se stabilește astfel încât focarul obiect al acestuia să coincidă cu imaginea intermediară,  $-y$ . În acest fel imaginea finală se va forma la  $-\infty$ .

Grosismenul va fi:

$$G = \frac{\text{tg}\alpha_2}{\text{tg}\alpha_1}; \quad \text{tg}\alpha_1 = \frac{y_0}{\delta}; \quad -\text{tg}\alpha_2 = \frac{-y}{f_{Oc}} \Rightarrow$$

$$G = \frac{y}{f_{Oc}} \frac{\delta}{y_0};$$

din triunghiurile colorate putem scrie:

$$-\frac{y}{y_0} = \frac{e}{f_{Ob}} \Rightarrow G = -\frac{e \cdot \delta}{f_{Ob} \cdot f_{Oc}}$$

În modul, grosismenul și puterea vor fi:

$$G = \frac{e \cdot \delta}{f_{Ob} \cdot f_{Oc}} \quad \text{și} \quad P = \frac{e}{f_{Ob} \cdot f_{Oc}}.$$

#### 4<sup>o</sup> Exemplu

Un microscop are  $f_{Ob} = 10$  mm și  $f_{Oc} = 20$  mm. Dacă un obiect este plasat la 11 mm de obiectiv, instrumentul produce o imagine la infinit. Determinați  $e$ ,  $P$  și  $G$ .

## CE SUNT QUARKURILE ?

Prof. Cristinel Codău

În jurul anului 1930, fizicienii erau fericiți, numărul particulelor elementare cunoscute era mic, iar clasificarea lor era simplă. Protonul și neutronul formau clasa hadronilor, particule sensibile la interacțiunea tare, una din cele patru forțe fundamentale pe care le cunoaștem (celelalte sunt interacțiunea gravitațională, interacțiunea electromagnetică și cea slabă). Alte două particule, electronul și neutrino, insensibile la această interacțiune erau numite leptoni. Acestor două familii li se adăuga fotonul – particula de lumină. Locul acestuia în rândul particulelor elementare a devenit mai clar în anii '40, odată cu elaborarea teoriei electrodinamicii cuantice, când s-a relevat rolul său în intermedierea interacțiunilor electrodinamice. După anul 1947, această situație a început să se complice din ce în ce mai mult. Au fost descoperiți noi hadroni, întâi în radiația cosmică și apoi în acceleratoarele de particule. Mai mult, dezintegrarea acestor noi particule nu se realiza după regulile cunoscute pentru particulele supuse interacțiunii tari. Într-o primă fază, fizicienii au introdus o nouă proprietate a hadronilor, care a fost numită straniețate. Această mărime, într-un fel analogă sarcinii electrice are o proprietate curioasă, ea se conservă numai în reacțiile intermediare de interacțiunile tari. Particulele caracterizate printr-o straniețate nenulă au fost numite particule stranii.

Numărul hadronilor puși în evidență a devenit atât de mare încât problema clasificării lor riguroase era prioritară. În 1961, fizicianul american Murray Gell-Mann, de la California Institute of Technology a propus o soluție bazată pe teoria matematică a grupurilor. În mecanica cuantică, particulele sunt descrise de matrici, care prezintă proprietăți de simetrie ca și anumite grupuri matematice. Utilizând o tehnică de descompunere a grupurilor, în subgrupuri

ireductibile (analoage într-un fel numerelor prime din mulțimea numerelor întregi), se pot identifica familii de particule corespunzătoare acestor subgrupuri, ale căror combinații permit reconstituirea tuturor celorlalte. Aceste "cărămizi" au fost numite quarkuri (quarks). Numele a fost introdus chiar de Murray Gell-Mann, inspirat de versul enigmatic al lui James Joyce: « Three Quarks for Mr. Mark ». Această idee a permis nu numai clasificarea corectă a tuturor hadronilor cunoscuți, ci prevedea și existența unei noi particule ( $\Omega$ ) cu straniețate  $-3$ , pusă ulterior în evidență (1963).

Conform acestei teorii, protonul și neutronul, particule cu straniețate nulă, sunt "construiți" fiecare din câte trei quarkuri. (M. Gell-Mann nu considera quarkurile ca niște particule, și datorită faptului că sarcina lor electrică este o fracțiune din sarcina electrică elementară.) Toți hadronii fără straniețate pot fi obținuți prin combinații a doi quarkuri numiți up (u) și down (d), ale căror sarcini sunt  $2/3$ , respectiv  $-1/3$  din sarcina elementară. Astfel protonul înseamnă o combinație a două quarkuri u și a unui d, în timp ce neutronul reprezintă două quarkuri d și unul u. Particulele stranii conțin neapărat un al treilea tip de quark, strange (s), cu straniețate  $-1$  și sarcina  $-1/3$  din sarcina elementară.

Pe de altă parte la începutul anilor 1960 s-a construit un accelerator de particule, SLAC (Stanford Linear Accelerator), în scopul studierii protonului și neutronului. Henry Kendall, Jerome Friedmann și Robert Taylor, folosind fascicule de electroni focalizate pe ținte de hidrogen și de deuteriu, ajung la concluzia că în interiorul protonului, ca și în cel al neutronului ar exista trei "sâmburi" tari, care au fost numiți partoni. După ani partonii au fost identificați drept quarkuri.

Particula  $\Omega$ , cea cu straniețea  $-3$ , crea însă o problemă. Proprietățile ei se explică dacă ar fi formată din trei quarkuri *s*. O asemenea combinație este însă în contradicție cu principiul de excluziune al lui Pauli. Conform acestuia, într-un același sistem cuantic, două particule identice cu spin semiîntreg (fermioni) nu pot exista în aceeași stare cuantică. A fost necesar să se admită existența unei noi proprietăți, un nou fel de sarcină, care să admită trei stări. Analogia cu cele trei culori fundamentale a dus la denumirea de culoare pentru aceasta. Conform cromodinamicii cuantice forța tare se explică prin interacțiunea acestor sarcini de culoare.

La sfârșitul anilor '60 era admisă existența a trei tipuri de quarkuri, trei arome: *u*, *d* și *s*. Treptat s-a admis că două dintre ele sunt partoni, deci particule reale. Quarkurile sunt sensibile la forțele electromagnetice, la cele tari, dar și la cele slabe. După modelul din electrodinamica cuantice, conform căruia interacțiunea electromagnetică este vehiculată de foton, s-a elaborat o teorie cuantică a interacțiunii slabe. În acest caz interacțiunea se realizează prin schimbul unor particule numite bosoni *W*. George Gamow în cartea sa "Biografia fizicii" are o încercare plastică de descriere intuitivă a acestor "forțe de schimb". El scrie: "...să ne imaginăm doi câini flămânzi cu un ciolan succulent pe care fiecare caută să-l înhațe unul altuia ca să rupă câte o bucată. Acest ciolan gustos trece mereu de la botul unui câine în botul celuilalt și, în cele din urmă, lupta va avea drept urmare faptul că cei doi câini devin inseparabil legați." Consecința importantă a acestei teorii a fost că forța electromagnetică și cea slabă nu sunt decât două aspecte ale unei singure interacțiuni, interacțiunea electroslabă. Pentru a pune de acord această teorie cu observațiile experimentale, a fost necesar să se admită existența unui nou quark. Acesta a fost pus în evidență în 1974 și numit charm (*c*). Existența unui nou quark implica existența unor noi combinații posibile între quarkuri, deci și a unor noi particule, toate puse ulterior în evidență. Mai mult, se obținea o corespondență între leptoni și quarkuri. Se cunoșteau patru leptoni, după descoperirea în 1932 a mezonului  $\mu$ , (numit și miuon) și apoi în 1962 a neutrinelui asociat lui, neutrinel mezonice (cel asociat electronului numindu-se acum neutrino electronic). Se observau două familii de particule cu adevărat elementare. Din prima făcând parte electronul și neutrino-ul său, în plus quarkurile *up* și *down*. În a doua familie intrau miuonul și neutrino-ul mezonice precum și quarkurile *strange* și *charm*. Această sistematizare a particulelor elementare permitea și o bună explicare a interacțiunilor dintre ele.

Descoperirea în 1975 a unui nou lepton, tau, care are și el un neutrino, dădea din nou dureri de cap. Dacă era corectă clasificarea anterioară a lepto-

nilor și quarkurilor, înseamnă că există și alte quarkuri. Acestea au fost evidențiate succesiv în 1977 și 1995 la Fermilab din Chicago de Leon Ledermann. Este vorba de quarkurile *beauty* (*b*) și ultimul descoperit top (*t*). Tabloul particulelor elementare este din nou simetric: trei familii, adică șase quarkuri, câte unul pentru fiecare lepton.

Se pune însă întrebarea dacă tabloul este complet sau nu. Experimentele efectuate în acceleratoarele de particule de la laboratoarele CERN din Geneva, corelate cu rezultatele observațiilor asupra supernovelor și măsurătorile privind abundența deuteriului în Univers au dus la concluzia că nu există alți neutrini în afara celor trei cunoscuți. Deoarece până acum corespondența dintre leptoni și quarkuri este bine verificată, este de presupus că există dor cele șase quarkuri cunoscute în prezent.

Este interesant de remarcat că în afară de quarkurile *u* și *d*, prezente în proton și neutron, și de quarkul *s*, cel din particula  $\Omega$ , ceilalți trei sunt de masă mare. Conform unei teorii la modă, cea a vidului cuantic, vidul nu este ceea ce se considera până acum adică nimic. El ar conține (potențial), toate câmpurile și particulele cunoscute. Acceleratoarele de particule ar avea rolul de a concentra o cantitate mare de energie, într-un volum foarte mic, ceea ce ar provoca o fluctuație suficientă pentru materializarea ei într-o pereche particulă – antiparticulă, de exemplu electron – pozitron. În cazul quarkului top, energia necesară acestei materializări este foarte mare. Pe baza relației lui Einstein  $E = mc^2$ , masa lui ar fi egală cu cea a unui atom de plumb.

Dar dacă protonul, de exemplu, conține cele trei quarkuri, nu l-am putea oare rupe în bucăți pentru a le putea analiza apoi mai bine? Din păcate interacțiunea dintre quarkuri crește la mărirea distanței dintre ele. Conform cromodinamicii cuantice, quarkurile interacționează prin schimbul continuu al unor particule numite gluoni. Această teorie prevede că un quark nu poate fi niciodată izolat, nu poate fi observat separat.

Există teorii care admit quarkurilor o structură internă. Eforturile fizicienilor se concentrează către elaborarea unei teorii care să unifice toate forțele cunoscute. Astfel teoria superstringurilor presupune existența unor particule elementare, de forma unor "coarde cuantice". Particulele pe care le punem în evidență, de exemplu leptonii sau quarkurile nu ar fi decât manifestări ale diverselor moduri de oscilații ale acestor coarde. Aceste teorii, extrem de abstracte, sunt deocamdată departe de a putea fi verificate experimental (cel puțin așa se pare), și deci de a fi confirmate. Evoluția cunoașterii este însă atât de rapidă în prezent încât ceea ce pare astăzi o simplă speculație matematică ar putea fi mâine un adevăr de necontestat.

## SOLUȚIILE UNOR PROBLEME DE PERFORMANȚĂ DIN NR. 6

Top-E.14. Fie  $I_1, I_2, \dots, I_n$  intensitățile curenților prin ampermetre și  $I_{V1}, I_{V2}, \dots, I_{Vn}$  intensitățile curenților prin voltmetre. Se observă că:

$$I_1 = \sum_{i=1}^n I_{Vi} . \text{ Dacă } R_V \text{ este rezistența unui voltmetru,}$$

se poate scrie pentru indicația voltmetrului "i":  
 $U_i = R_V \cdot I_{Vi} .$  Suma indicațiilor va fi :

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n R_V \cdot I_{Vi} = R_V \cdot \sum_{i=1}^n I_{Vi} = R_V \cdot I_1 .$$

Rezistența voltmetrului este:  $R_V = \frac{U_1}{I_{V1}} = \frac{U_1}{I_1 - I_2} .$

$$\text{Deci: } \sum_{i=1}^n U_i = \frac{U_1}{I_1 - I_2} \cdot I_1 = 304 \text{ V} .$$

Top-E.15. În urma accelerării, electronii vor căpăta energia cinetică:  $\frac{mv^2}{2} = eU$ , conform te-

remei variației energiei cinetice. Ajungând la placa metalică, electronii sunt captați, transmînd acesteia impulsul lor. Dacă la placă ajung în  $\Delta t$  un număr  $N$  de electroni, atunci impulsul plăcii variază cu  $Nmv$ . Forța exercitată asupra plăcii va fi  $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{Nmv}{\Delta t}$ . Pe de altă parte  $I = \frac{Ne}{\Delta t}$ . În urma

$$\text{înlocuirilor se obține } F = I \sqrt{\frac{2mU}{e}}$$

Top-E.16. Din motive de simetrie intensitatea curenților este zero la mijlocul barei și  $\frac{I}{2}$  la capetele ei. Între cele două puncte menționate, curenții crește liniar, astfel încât tensiunea dintre ele se va putea scrie:

$$U = I_{\text{mediu}} \cdot \frac{R}{2} = \frac{I}{4} \cdot \frac{R}{2} = \frac{IR}{8} .$$

Se poate judeca și altfel. Să împărțim mintal una din jumătățile barei într-un număr foarte mare  $n$  de părți egale. Dacă  $I_1$  este intensitatea la capătul primei porțiuni, plecând de la mijlocul barei, atunci intensitatea la capătul celei de-a doua va fi:  $I_2 = 2I_1$ . În general,  $I_k = kI_1$ . Pentru ultima porțiune se poate scrie:

$$I_n = nI_1 = \frac{I}{2}, \text{ de unde } I_1 = \frac{I}{2n} . \text{ Rezistența unei}$$

porțiuni este  $\frac{R}{2n}$ , astfel încât tensiunea pe porțiunea

$k$  se poate scrie:  $U_k = I_k \frac{R}{2n} = \frac{kIR}{4n^2}$ . Tensiunea

între mijlocul barei și unul din capete este

$$U = \sum_{k=1}^n U_k = \sum_{k=1}^n \frac{kIR}{4n^2} = \frac{IR}{4n^2} \sum_{k=1}^n k = \frac{IR}{4n^2} \frac{n(n+1)}{2}$$

Evident că aproximația pe care am făcut-o aici (am considerat constant curenții pe fiecare porțiune în parte), va fi cu atât mai bună cu cât  $n$  va fi mai mare.

Făcând pe  $n$  să tindă la infinit, ultima relație revine

$$\text{la } U = \frac{IR}{8} .$$

Top-E.17. a) Impedanța ramurii serie este

$$Z_s = \sqrt{R^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} . \text{ Amplitudinea tensiunii}$$

între punctele A și B se poate scrie  $U_0 = I_s Z_s$ ,

sau  $U_0 = Ir$ . Rezultă că  $I_s Z_s = Ir$ . Dacă tensiunea

instantanee între A și B este  $u_{AB} = U_0 \cos \omega t$ ,

atunci intensitatea instantanee prin  $r$  este

$i = I \cos \omega t$ , deci în fază cu tensiunea  $u_{AB}$ . În ace-

lași timp intensitatea instantanee prin ramura serie este de forma

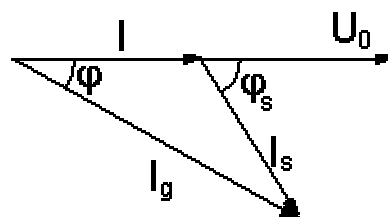
$$i_s = I_s \cos(\omega t - \varphi_s), \text{ unde}$$

$\varphi_s = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$ . Deoarece  $i$  este în fază cu

$u_{AB}$ , iar  $i_s$  este în urma aceleiași tensiuni cu  $\varphi_s$ ,

rezultă că  $i_s$  este defazat cu  $\varphi_s$  în urma lui  $i$ .

b) Din diagrama fazorială a circuitului rezultă:



$$I_G^2 = I^2 + I_s^2 + 2I \cdot I_s \cos \varphi_s . \text{ Cum } I_s = \frac{rI}{Z_s} \text{ și}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{R}{Z_s}, \text{ rezultă } I_G = I \sqrt{\frac{Z_s^2 + 2Rr + r^2}{Z_s^2}} . \text{ Tot}$$

din diagramă se observă că  $I_G \sin \varphi = I_s \sin \varphi_s$  și

$I_G \cos \varphi = I + I_s \cos \varphi_s$ . Se obține pentru defazajul

$$\text{dintre } i \text{ și } i_G \quad \varphi = \arctg \frac{r(X_L - X_C)}{rR + Z_s^2} .$$

a) 
$$U_0 = rI = r \frac{Z_s I_G}{\sqrt{Z_s^2 + 2rR + r^2}}$$

În urma înlocuirilor se obține:

$$U_0 = \frac{rI_G}{\sqrt{1 + \frac{2rR + r^2}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}}$$

Se observă că  $U_0$  este minimă când  $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$ ,

deci când ramura serie este la rezonanță. Frecvența căutată este  $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ , iar valoarea minimă a

tensiunii  $U_0$  este:  $U_{\min} = \frac{rRI_G}{r + R}$ .

d) Din condiția impusă:

$$\frac{rI_G}{\sqrt{1 + \frac{2rR + r^2}{R^2 + X^2}}} = \sqrt{2} \frac{rRI_G}{r + R},$$

unde am notat  $\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 = X^2$ , se obțin ecuații-

le:  $LC\omega^2 \pm XC\omega - 1 = 0$ ,  
cu soluțiile:

$$\omega_{1,2,3,4} = \frac{\pm XC \pm \sqrt{X^2 C^2 + 4LC}}{2LC},$$

dintre care au sens pentru problemă doar:

$$\omega_{1,2} = \frac{\pm XC + \sqrt{X^2 C^2 + 4LC}}{2LC}.$$

Se obține  $Q = \sqrt{\frac{L}{C} \frac{\sqrt{2rR + r^2} - R^2}{R(R+r)}}$ . Pentru ca

definiția acestui factor să aibă sens este necesar ca:  
 $2rR + r^2 - R^2 \geq 0$ .

## OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ 2001

### Subiecte proba teoretică

#### Clasa a IX – a

1. La baza unui plan înclinat de lungime  $\ell$  și unghi  $\alpha$  se află un corp de mici dimensiuni (Fig. 1). Planul înclinat se poate mișca pe orizontală în două moduri: cu viteză constantă sau cu accelerație constantă. Se neglijează frecările și se cunoaște accelerația gravitațională  $g$ .

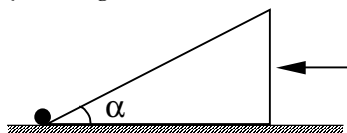


Fig. 1

- a. Pentru ce valori minime ale vitezei planului, respectiv ale accelerației acestuia, corpul ajunge în vârful planului?
- b. Dacă viteza, respectiv accelerația sunt de  $n$  ori mai mari decât valorile minime calculate anterior, care sunt vitezele corpului și respectiv planului înclinat în raport cu Pământul, în momentul în care corpul părăsește planul înclinat?
- c. În condițiile punctului (b), la ce înălțime maximă ajunge corpul în raport cu baza planului?

*Prof. Viorel Popescu – Colegiul Național „I. C. Brătianu” Pitești*

2. Un mic corp paralelipedic, de masă  $m = 2 \text{ kg}$ , alunecă pe o scândură suficient de lungă, de masă  $M = 3 \text{ kg}$ . Asupra corpului acționează

forța  $\vec{F}$  care formează unghiul  $\alpha = 45^\circ$  cu orizontala. Modulul forței variază în timp după legea  $F = bt$ , unde  $b = \sqrt{2} \text{ N/s}$ . Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și scândură este  $\mu = 0,2$ , iar între scândură și planul orizontal frecările se neglijează (Fig. 2). Accelerația gravitațională se consideră  $g \cong 10 \text{ m/s}^2$ .

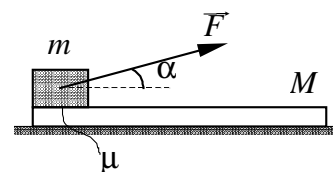


Fig. 2

- a. Stabilește expresiile accelerațiilor celor două corpuri față de Pământ în funcție de timp, pentru  $t \in [0, 20) \text{ s}$ .
- b. Reprezintă grafic accelerația scândurii în funcție de timp, considerând că la momentul inițial  $t_0 = 0$ , sistemul pornește din repaus.
- c. Stabilește expresia vitezei scândurii în funcție de timp și determină valoarea maximă a acesteia.

*Prof. Cristina Onea – Colegiul Național „Mihai Viteazul” București*

**3. A.** Se consideră un corp sferic de rază  $R$  și masa  $M$  uniform distribuită în volum. Ce valoare are intensitatea câmpului gravitațional creat de corpul sferic într-un punct situat la o distanță  $r$  de centrul său? Reprezintă grafic intensitatea câmpului gravitațional creat de corp în funcție de  $r$ .

**B.** Dacă masa corpului este concentrată într-un strat sferic având raza interioară  $R_1$  și raza exterioară  $R_2$ , care este valoarea intensității câmpului gravitațional creat de corp într-un punct situat la o distanță  $r$  de centrul său? Reprezintă grafic intensitatea câmpului gravitațional creat de corp în funcție de  $r$ . Se cunoaște constanta atracției gravitaționale  $K$ .

**Indicație:** pentru un corp sferic de masă dată, intensitatea câmpului gravitațional într-un punct situat la o distanță  $r$  de centrul său, depinde numai de masa substanței conținute în sfera cu raza egală cu distanța  $r$ .

Prof. Viorel Popescu – Colegiul Național „I. C. Brătianu” Pitești

**Clasa a X – a**

1) **A.** Două condensatoare plane identice, având drept dielectric aerul, suprafața armăturilor  $S$  și distanța dintre ele  $d_0$ , sunt încărcate fiecare cu aceeași sarcină  $Q_0$ . Armăturile cu sarcina de același semn se leagă între ele prin intermediul unui rezistor  $R$  (Fig. 1.1).

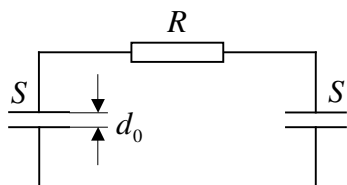


Fig. 1.1

- a. Calculează forța de atracție dintre armăturile unuia dintre condensatoare.
- b. Armăturile unuia dintre condensatoare sunt mobile. Ele sunt îndepărtate una de cealaltă foarte lent sub acțiunea unor forțe exterioare, de la distanța inițială  $d_0$  până la o distanță  $d_1$ , efectuându-se un lucru mecanic  $L$ . Calculează variația sarcinii electrice a fiecărui condensator, precum și cantitatea de căldură degajată în rezistorul de rezistență  $R$ . Masa armăturilor este neglijabilă.

Conf. dr. Mihai Todiciă – Facultatea de Fizică, Universitatea „Babeș – Bolyai” Cluj-Napoca

**B.** Două grile metalice, paralele, au potențialele  $V_1$  și respectiv  $V_2$  ( $V_2 > V_1 > 0$ ). Un electron acce-

lerat la o diferență de potențial  $V_1$  pătrunde prin grila 1 sub unghiul  $\alpha_1$  și iese prin grila 2 sub unghiul  $\alpha_2$  (Fig. 1.2). Stabilește relația dintre sinusurile unghiurilor și potențialele grilelor.

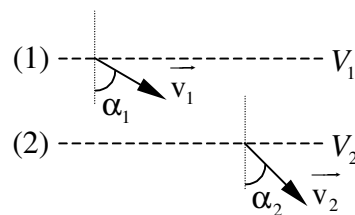


Fig. 1.2

Prof. Cristina Onea – Colegiul Național „Mihai Viteazul” București  
 Prof. Gabriel Negrea – Colegiul Național „Gheorghe Lazăr” Sibiu

- 2) Înlocuind condensatoarele din circuitul prezentat în Fig. 2.1 cu rezistoare, se obține circuitul din Fig. 2.2. Valoarea puterii disipate pe porțiunea  $AB$  este aceeași în ambele circuite.

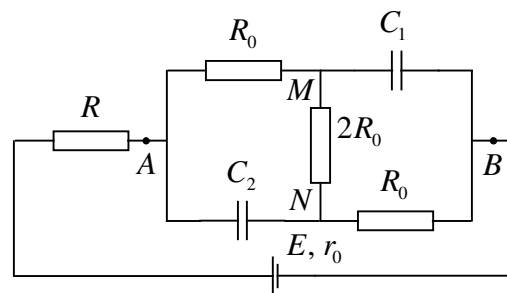


Fig. 2.1

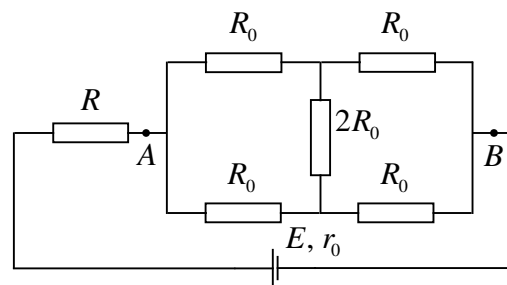


Fig. 2.2

- a. Calculează valoarea rezistenței  $R'$  a unui rezistor și indică modul său de conectare în circuitul din Fig. 2.1, astfel încât puterea disipată pe porțiunea  $AB$  să fie maximă. Se dau:  $R_0 = 1 \Omega$ ,  $E = 28 \text{ V}$ ,  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ .

- b. Calculează sarcina electrică de pe armăturile condensatoarele  $C_1, C_2$  din circuitul prezentat în Fig. 2.1.
- c. Calculează tensiunea electromotoare  $E_0$  a sursei din montajul prezentat în Fig. 2.3 astfel încât prin această sursă să nu treacă curent electric.

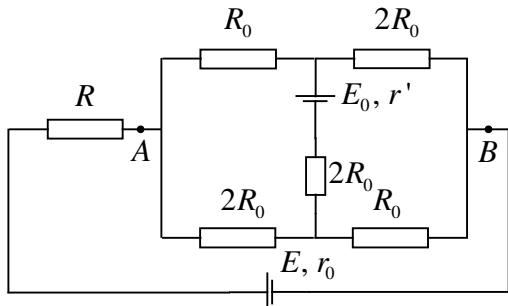


Fig. 2.3

Prof. Seryl Talpalaru – Colegiul Național „Emil Racoviță” Iași

- 3) A. În montajul din Fig. 3.1 voltmetrele sunt identice, iar rezistoarele au rezistențe egale. Compară tensiunile indicate de cele trei voltmetre.

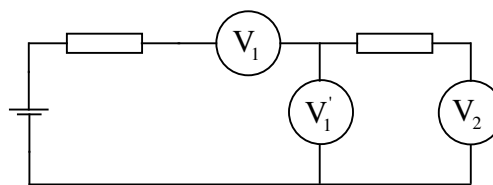


Fig. 3.1

B. Rețeaua din Fig. 3.2 conține un număr foarte mare de ochiuri formate din voltmetre identice și rezistoare identice. Indicațiile primei perechi de voltmetre sunt, respectiv:  $U_1 = 6 \text{ V}$  și  $U_1' = 4 \text{ V}$ .

- a. Calculează tensiunea la bornele sursei.
- b. Care sunt indicațiile următoarei perechi de voltmetre?
- c. Calculează raportul  $\frac{U_k + U_k'}{U_m + U_m'}$ , unde  $U_k, U_k'$  sunt indicațiile perechii  $k$  de voltmetre, iar  $U_m, U_m'$  sunt indicațiile perechii  $m$  de voltmetre.

Prof. Rodica Ionescu – Colegiul Național „Matei Basarab” București

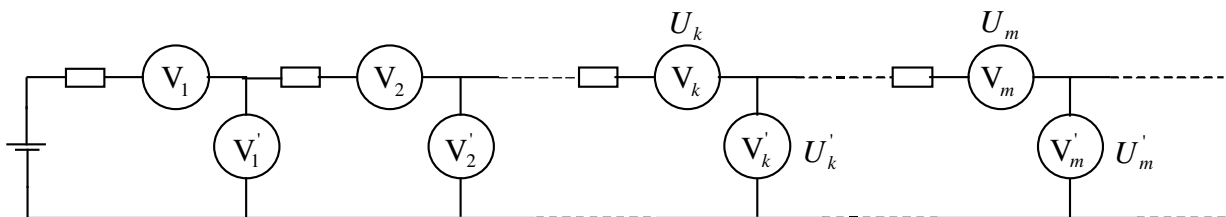


Fig. 3.2

**Clasa a XI-a**

1. Copiii învață ușor cum să se dea în leagăn. Ei trag de lanțurile leagănului (le scurtează puțin), la capetele cursei. Lucrul mecanic făcut la această tragere este transferat în energia mișcării leagănului. Tehnica este cunoscută sub numele de amplificarea parametrică. Ea este utilizată pentru menținerea oscilației pendulului Foucault, asigurându-se compensarea pierderilor. Modelarea fenomenului poate fi realizată studiind un pendul matematic.

A. Un pendul simplu cu fir de lungime  $\ell$  și masă neglijabilă, la care este atașat un corp punctiform de masă  $m$  este inițial în repaus având firul înclinat cu unghiul  $\theta_0$ , mic, față de verticală.

- a. Demonstrează că tensiunea din firul pendulului în momentul în care acesta este înclinat cu unghiul  $\theta$  și are viteza unghiulară  $\Omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$  este :

$$T = mg \cos \theta + m\ell\Omega^2 .$$

- b. Demonstrează că dependența de timpul  $t$  a tensiunii,  $T$ , în firul pendulului în timpul oscilației de mică amplitudine este:

$$T = mg \left[ 1 + \frac{1}{4}\theta_0^2 - \frac{3}{4}\theta_0^2 \cos \left( 2\sqrt{\frac{g}{\ell}} t \right) \right] .$$

B. Admitem că punctul de suspensie al firului este atașat unui mecanism, astfel încât poziția sa variază pe verticală față de poziția inițială după expresia:  $y = -b \sin \left( 2\sqrt{\frac{g}{\ell}} t \right)$  cu  $b \ll \ell$ .

- a. Determină puterea medie a mecanismului.
- b. În cât timp energia dată de mecanism pendulului egalează energia inițială a acestuia?

Poți eventual folosi următoarele relații matematice:

$$\sin \alpha \cong \alpha ; \cos \alpha \cong 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

Valoarea medie pe o perioadă a funcției cos este nulă.

2. La o sursa de curent alternativ cu tensiune și frecvență constante, se conectează un circuit serie alcătuit dintr-un condensator plan având ca dielectric aerul, o bobină ideală cu un singur strat de spire, fără miez magnetic și un rezistor. Circuitul, aflat în aceste condiții la rezonanță, are factorul de calitate  $Q$ .

Se micșorează lungimea bobinei cu o fracțiune  $f$  din lungimea inițială (fără să se modifice numărul spirelor) și se modifică totodată distanța dintre armăturile condensatorului, astfel încât factorul de calitate al circuitului rămâne același. Pentru cele două situații descrise, calculează:

- raportul distanțelor dintre armăturile condensatorului;
- raportul puterilor active.

3. Rezonanța apare atunci când un oscilator este excitat de o forță exterioară pe frecvența proprie. Specifică oscilatorului de masă  $m$  este constanta sa de timp  $\tau$ , care determină timpul în care oscilatorul excitat intră într-o stare staționară de oscilație sau timpul în care energia stocată în oscilator aflat la rezonanță este pierdută după încetarea acțiunii forței excitante. La rezonanță, puterea stocată în oscilator sub acțiunea forței  $F$  are expresia:  $P = \frac{F^2 \tau}{2m}$ .

Intensitatea unei unde este puterea medie transportată de undă prin unitatea de suprafață. Pentru unda sonoră, transportul de energie este legat de variația de presiune. Amplitudinea presiunii celei mai slabe unde sonore audibile este de aproximativ  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ . Pentru intensitatea unei sonore unitatea de măsură este decibelul, dB. Intensitatea sonoră măsurată în decibeli este corelată cu presiunea datorată unei sonore prin relația

$$I = 20 \lg \left( \frac{p}{p_0} \right).$$

Se afirmă că un cântăreț de operă poate sparge un pahar cântând susținut o notă acută. Analizați posibilitatea ca un tenor care emite timp de 10 secunde un sunet cu intensitatea sonoră de 100 dB, să poată sparge un pahar numai datorită acțiunii sunetului. Paharul are masa de 40 grame, suprafața exterioară de  $100 \text{ cm}^2$ , vibrează 8 secunde atunci când este lovit ușor și se sparge când cade pe suprafața Pământului de la o înălțime de minim 0,5 metri.

Conf. dr. Adrian Dașinești – Facultatea de Fizică, Universitatea București

Prof. dr. Constantin Corega – Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca

Prof. Ion Toma – Colegiul Național „Mihai Viteazul” București

## Clasa a XII-a

1. Fibra optică se prezintă sub forma unui cilindru fabricat dintr-un material transparent, omogen și izotrop, având indicele de refracție  $n_0$ , învelit la exterior cu un material optic având indicele de refracție  $n$ ,  $n < n_0$  (Fig. 1a). Fibra are lungimea  $L$  și se găsește în aer. Diametrul fibrei este mult mai mare decât lungimea de undă a radiației monocromatice care tranzitează prin ea. Se cunoaște viteza luminii în vid  $c$ .

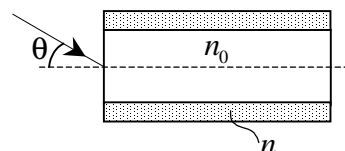


Fig. 1a

- Determinați unghiul de incidență maxim ( $\theta_{\max}$ ) în centrul bazei cilindricului (Fig. 1a), pentru care lumina ajunge la celălalt capăt al fibrei.
- Calculați cât timp va fi luminat capătul de ieșire al fibrei optice, dacă intrarea în fibră este iluminată un interval de timp foarte scurt.
- Fibra optică servește la transmisia de date codificate binar prin semnale luminoase. De exemplu, bitul „1”, poate corespunde existenței unui impuls luminos, în timp ce bitul „0” corespunde absenței impulsului. Dacă la intrare se aplică un semnal luminos de forma prezentată în Fig. 1b, să se calculeze numărul maxim de biți care pot fi transmiși în fiecare secundă prin fibra optică (capacitatea de transmisie binară a fibrei).

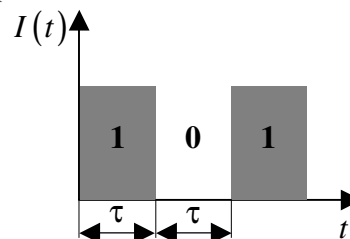


Fig. 1b

Aplicație numerică:  $n_0 = 1,53$ ;  $n = 1,51$ ;

$L = 1 \text{ km}$

Conf. dr. Simion Aștilean – Facultatea de Fizică, Universitatea „Babeș – Bolyai” Cluj-Napoca

2. A. Doi atomi, având masele de repaus  $m_{01}$  și respectiv  $m_{02}$ , se deplasează rectiliniu uniform cu vitezele relativiste  $\vec{v}_1 = v_{1x} \vec{i}$  și respectiv  $\vec{v}_2 = v_{2x} \vec{i} + v_{2y} \vec{j}$ , unde  $\vec{i}$  și  $\vec{j}$  sunt versorii sistemului de axe de coordonate  $xOy$ . Cei doi atomi se

ciocnesc și formează o moleculă. Asimilând molecula cu un punct material, determinați masa de repaus și viteza acesteia. Caz particular:  $\vec{v}_2 = -v_{2x} \vec{i}$  și  $m_1 v_{1x} \vec{i} = -m_2 v_{2x} \vec{i}$ , în care  $m_1$  și respectiv  $m_2$  sunt masele de mișcare ale celor doi atomi. Se cunoaște  $c$ .

**B.** Pe o rachetă care se depărtează rectiliniu uniform de Pământ sunt montate două oglinzi plane, paralele (Fig. 2). Distanța dintre planele celor două oglinzi, măsurată pe rachetă, este  $\ell_0$ . Un semnal electromagnetic cu frecvența  $\nu_0$  este transmis de la sol spre rachetă și se reflectă normal pe fiecare oglindă. Se cunoaște  $c$ .

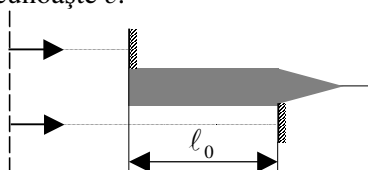


Fig. 2

- Să se determine viteza rachetei, comparabilă cu viteza luminii, dacă la sol se recepționează două semnale electromagnetice la un interval  $\Delta t$  (radiolocație relativistă).
- Să se determine frecvența semnalelor înregistrate la sol.

Conf. dr. Mihail Sandu – Facultatea de Științe, Universitatea „Lucian Blaga” Sibiu

**3.** Într-o incintă se află hidrogen atomic. În incintă pătrunde un fascicul de electroni monocinetici având energia  $E_{C0}$ .

- Presupunând atomii de hidrogen din incintă identici și considerând nucleele fixe și de masă mult mai mare decât a electronilor, calculați energiile cinetice ale electronilor și frecvențele radiațiilor care ies din incintă.
- Hidrogenul natural este format dintr-un amestec de izotopi: hidrogen ușor sau *protiu* ( $A = 1$ ,  $Z = 1$ ) și hidrogen greu sau *deuteriu* ( $A = 2$ ,  $Z = 1$ ). Presupunem că în incintă se găsește hidrogen natural. Pentru radiațiile care ies din incintă, determinați diferența  $\Delta\nu_{D-H}$  dintre frecvența radiațiilor emise de atomii de hidrogen greu și frecvența radiațiilor emise de atomii de hidrogen ușor (deplasarea izotopică a liniilor spectrale).
- Hidrogenul din incintă este menținut la temperatura constantă  $T$ . Datorită agitației termice, radiațiile care ies din incintă au o lărgime spectrală  $\Delta\nu$  care maschează în general deplasarea izotopică a liniilor spectrale. Explicați existența acestei lărgiri a liniilor spectrale și deduceți expresia lărgimii spectrale corespunzătoare.

Constante cunoscute: energia de ionizare a atomului de hidrogen de pe nivelul fundamental  $W_i$ , constanta lui Rydberg  $R_\infty$  (nucleu neantrenat), viteza luminii în vid  $c$ , masa nucleului atomului de hidrogen ușor  $M$ , masa electronului  $m$ , constanta lui Boltzmann  $k_B$ .

Prof. Gabriel Negrea – Colegiul Național „Gheorghe Lazăr” Sibiu

### PROBLEME PROPUSE

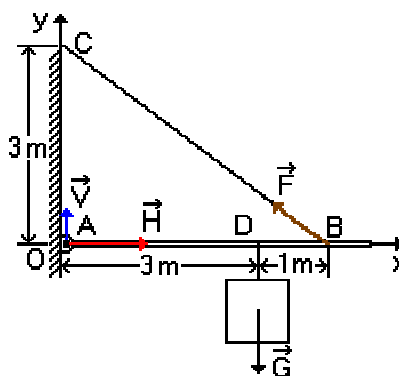
M.77. Anunțiți sateliți au orbitele foarte alungite. Explicați de ce viteza în punctul cel mai apropiat de Pământ este mai mare decât viteza în punctul cel mai îndepărtat de Pământ.

M.78. Un corp cu masa  $m$  și viteza  $2v$  ciocnește un al doilea corp cu masa  $2m$  aflat în repaus. a) Care vor fi vitezele corpurilor dacă ciocnirea este perfect elastică? b) Ce viteză vor avea corpurile dacă ciocnirea este perfect neelastică? Ce fracțiune din energia cinetică inițială se pierde?

M.79. Aflați tensiunea din cablul BD și componentele orizontală (H) și verticală (V) ale reacțiunii din punctul A folosind:

- condițiile de echilibru, considerând momentele față de punctul A;
- numai condiția de echilibru a momentelor față de punctele A, B și D, succesiv.

- Reprezentați la scară forțele care acționează asupra barei AB și arătați că suporturile lor trec prin același punct. ( $G = 100 \text{ N}$ ).

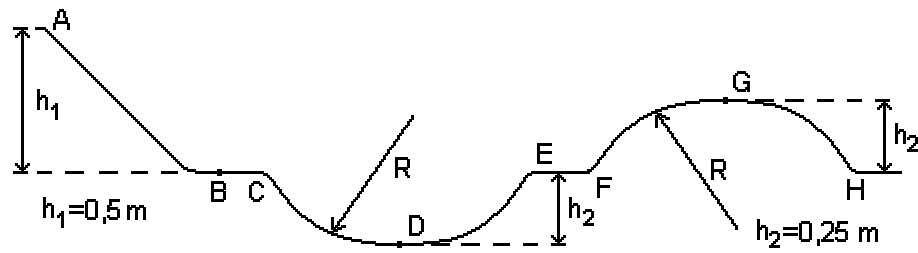


R.  $F = 125 \text{ N}$ ;  $H = 100 \text{ N}$ ;  $v = 25 \text{ N}$ .

M.80. O bilă se mișcă fără frecare pe o suprafață ca în figură. Porțiunile CDE și FGH sunt arce de cerc cu raza  $R = 0,75 \text{ m}$ . Masa bilei este  $m = 0,6 \text{ kg}$

și ea este lăsată liberă din punctul A. Neglijând efectele de rotație și frecarea, să se determine: a) viteza

bilei în punctele B, D și G; b) forța de apăsare în punctele D și G.

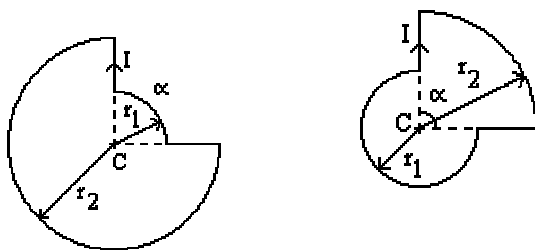


$v_B = 3,13 \text{ m/s}; v_D = 3,83 \text{ m/s}; v_G = 2,21 \text{ m/s}; F_D = 17,6 \text{ N}; F_G = 1,96 \text{ N}.$

M.81. Două sfere cu masele  $m_1 = 4 \text{ kg}$  și  $m_2 = 6 \text{ kg}$  se mișcă cu vitezele  $v_1 = 8 \text{ m/s}$ , respectiv  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ , în același sens. a) Cum se vor mișca sferele după o ciocnire plastică? b) Dar după o ciocnire perfect elastică? Răspundeți la aceleași întrebări dacă inițial sferele se mișcă una spre cealaltă.

R. a)  $4,4 \text{ m/s}$ ; b)  $u_1 = 0,8 \text{ m/s}; u_2 = 6,8 \text{ m/s}$ .  
R. a)  $2 \text{ m/s}$ ; b)  $u_1 = -4 \text{ m/s}; u_2 = 6 \text{ m/s}$ .

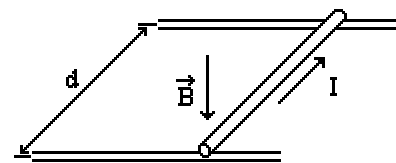
E.94. Curentul  $I = 1 \text{ A}$  trece prin circuitul din figură. Razele celor două secțiuni sunt  $r_1 = 10 \text{ cm}$  și  $r_2 = 20 \text{ cm}$ . Determinați inducția câmpului magnetic în punctul C. ( $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ ;  $\alpha = 90^\circ$ )



R:  $5,5 \mu\text{T}; 3,9 \mu\text{T}$

E.95. Perpendicular pe liniile unui câmp magnetic de inducție  $\mathbf{B}$  se mișcă un electron pe o traiectorie circulară. Să se determine intensitatea  $I$  a curentului circular datorat mișcării electronului. Se cunosc sarcina electronului,  $e$  și masa electronului,  $m$ .

E.96. Pe două șine paralele aflate la distanța  $d = 10 \text{ cm}$  una de alta alunecă uniform cu frecare ( $\mu = 0,2$ ) un conductor cu masa  $m = 100 \text{ g}$ . Șinele sunt legate la o sursă de tensiune astfel încât prin conductor trece un curent constant  $I = 10 \text{ A}$ . În zona respectivă acționează un câmp magnetic orientat perpendicular pe planul șinelor. Să se determine inducția câmpului magnetic.



R:  $0,2 \text{ T}$

E.97. Dintr-o bucată de sârmă izolată se confecționează buclele din figurile de mai jos. În primele două cazuri, în locul încrucișării sunt așezate unul peste altul punctele M și N ale circuitului. Razele celor două spire sunt  $R$  și  $r$ . Sârma are rezistența pe unitatea de lungime  $R_l$ , iar grosimea ei este neglijabilă în raport cu razele spirelor. Circuitele sunt plasate într-un câmp magnetic perpendicular pe planul figurii, iar inducția lui variază în timp după legea  $B = B_0 t$ , unde  $B_0$  este o constantă. Pentru fiecare caz determinați t.e.m. indusă în conductor, curentul prin acesta și tensiunea dintre punctele M și N.

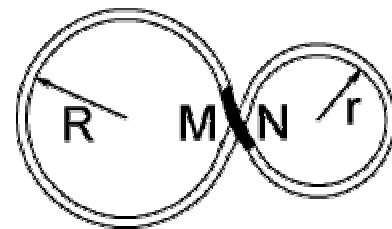


fig. a.

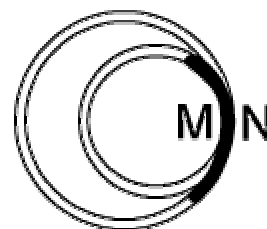


fig. b.

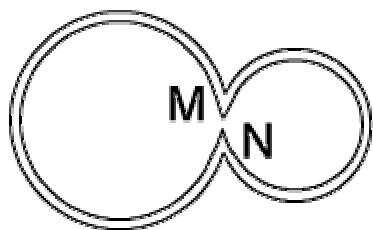


fig. c.

$$R. a) e = \pi(R^2 - r^2)B_0, I = \frac{R - r}{2R_1} B_0,$$

$$U_{MN} = \pi RrB_0; b) e = \pi(R^2 + r^2)B_0,$$

$$I = \frac{R^2 + r^2}{2(R + r)R_1} B_0, U_{MN} = \frac{\pi Rr(R - r)B_0}{R + r}$$

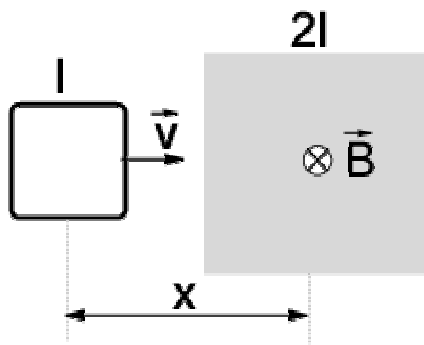
E.98. O spiră cu aria  $S = 10 \text{ cm}^2$  se rotește uniform cu turația  $n = 1800 \text{ rot/min}$ . Spira este plasată într-un câmp magnetic de inducție  $B = 0,1 \text{ T}$ , astfel încât în ea se induce o t.e.m., având valoarea maximă  $E_{\text{max}} = 9,42 \text{ mV}$ . Să se determine unghiul dintre axa de rotație a spirei și liniile câmpului magnetic.

R.  $60^\circ$ .

E.99. Un solenoid având secțiunea  $S = 10 \text{ cm}^2$  și  $N = 100$  de spire este plasat într-un câmp magnetic uniform de inducție  $B = 0,1 \text{ T}$  cu axul paralel cu liniile de câmp. La bornele solenoidului este conectat un galvanometru balistic cu sensibilitatea  $k = 2 \cdot 10^6 \text{ div/C}$ , rezistența totală a circuitului fiind  $R = 100 \Omega$ . Se cere indicația galvanometrului balistic dacă se rotește brusc solenoidul cu  $60^\circ$  față de direcția inițială. (Galvanometrul balistic este un aparat de măsură a cărui indicație este proporțională cu sarcina totală care îl străbate, atunci când este parcurs pentru un scurt timp de un curent electric.)

R. 100 div.

E.100. O spiră pătrată, de latură  $l$ , din sârmă se mișcă cu viteza constantă  $v$  într-un câmp magnetic uniform, limitat la o regiune cu secțiunea de forma unui pătrat cu latura de două ori mai mare decât latura spirei, ca în figură. Trasați un grafic al dependenței forței externe  $F$  necesare deplasării spirei în funcție de distanța  $x$ , de la  $x = -2l$  la  $x = 2l$ . Rezistența spirei este  $R$ .



E.101. Electromagnetul din figura de mai jos are între poli un câmp magnetic omogen de inducție  $B = 1 \text{ T}$ . De la mijlocul distanței dintre poli este lansat un punct material de masă  $m = 1 \text{ g}$  și încărcat cu sarcina electrică  $q = 1 \text{ mC}$ . Lansarea se face din dreptul unei extremități a polilor (fig. b) cu viteza  $v_0 = 1 \text{ cm/s}$ . Se cunosc distanțele  $D = 4 \text{ cm}$  și  $d = 10 \text{ cm}$ . Determinați timpul total de mișcare în zona polilor. Se va neglija existența câmpului gravitațional.

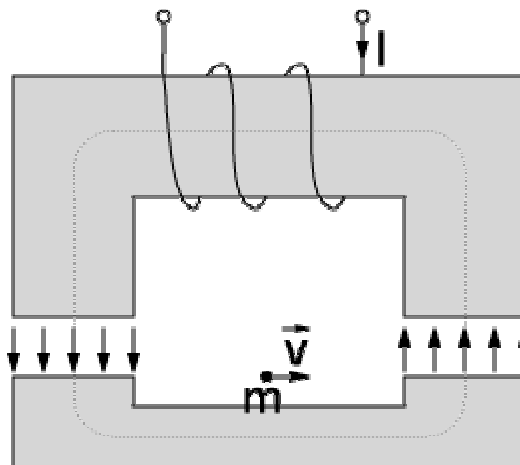


fig. a

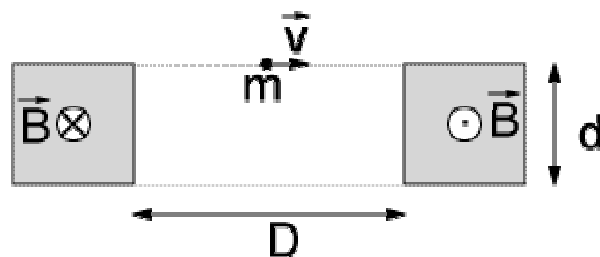


fig. b

R. 37,7 s.

E.102. La ce tensiune trebuie încărcat un condensator plan, cu plăcile de formă pătrată cu latura  $l = 10 \text{ cm}$  și aflate la  $d = 2 \text{ mm}$  una de alta, pentru ca armăturile sale să fie menținute la această distanță de un resort izolat pe care îl comprimă la jumătate. Constanta de elasticitate a resortului este  $k = 0,02 \text{ N/cm}$ . Dielectricul dintre plăci este aerul.

$$R. U = \sqrt{\frac{2kd^3}{\epsilon_0 l^2}} = 601,6 \text{ V}.$$

E.103. Un corp mic cu masa  $m = 0,5 \text{ g}$  și sarcina  $q = 1 \text{ mC}$  este suspendat de un punct fix printr-un fir de lungime  $l = 1 \text{ m}$ . Sistemul se rotește cu turație constantă, corpul descriind un cerc situat în plan orizontal. El este situat într-o regiune unde există câmp magnetic uniform vertical orientat în sus, de inducție  $B = 1 \text{ T}$  și un câmp electric uniform orientat în sus, de intensitate  $E = 3 \text{ V/m}$ . Firul face cu verti-

cala un unghi  $\alpha = 6^\circ$  ( $\cos 6^\circ = 0,995$ ). Văzut de sus sistemul se rotește în sens orar. Să se calculeze tensiunea din fir și turația sistemului.

R.  $2,01 \cdot 10^{-3}$  N; 31rot/min.

E.104. La bornele unei baterii de acumuloare cu t.e.m.  $E = 24$  V și rezistența interioară  $r = 0,5 \Omega$  este conectat un voltmetru având rezistența  $R_1 = 2 \Omega$ , în serie cu un rezistor având rezistența  $R_2 = 3,5 \Omega$ . În voltmetru se găsește o soluție de azotat de argint. Pentru a măsura tensiunea la bornele voltmetrului și curentul prin circuit, se folosesc două aparate de măsură identice; unul este utilizat ca ampermetru iar celălalt ca voltmetru. Aparatele de măsură au fiecare o rezistență  $r_0 = 9,8 \Omega$  și permit trecerea unui curent cu o intensitate maximă  $I_0 = 0,1$  A. Se cere: a) să se determine rezistența  $r_s$  a șuntului cu care trebuie prevăzut aparatul folosit ca ampermetru, în vederea măsurării unor curenți de până la 5 A; b) să se determine rezistența adițională  $r_a$  cu care trebuie prevăzut aparatul folosit ca voltmetru, în vederea măsurării unor tensiuni de până la 30 V; c) să se construiască schema electrică a circuitului în care sunt cuprinse atât aparatele de măsură cât și rezistențele determinate la punctele anterioare și să se calculeze intensitatea curentului debitat de bateria de acumuloare; d) să se determine cantitatea de argint depusă la catodul voltmetrului în timp de două ore. Echivalentul electrochimic al argintului este  $k = 4,0025$  g/Ah.

R. a)  $0,2 \Omega$ , b)  $290,2 \Omega$ , c)  $3,98$  A, d)  $18,23$  g

E.105. Un voltmetru  $V_1$  fiind conectat între două puncte A și B ale unui circuit de curent continuu indică o diferență de potențial de 100 V. Un alt voltmetru  $V_2$  indică între aceleași puncte 102 V, iar un al treilea voltmetru  $V_3$  cu rezistența internă infinită indică 104 V. Dacă se întrerupe circuitul între cele două puncte, voltmetrul al treilea indică 130 V. Să se determine rezistența  $r$  a circuitului între cele două puncte, rezistența totală  $R$  a circuitului și rezistența  $R_2$  a celui de-al doilea voltmetru, știind că primul voltmetru are rezistența internă  $R_1 = 13$  k  $\Omega$ .

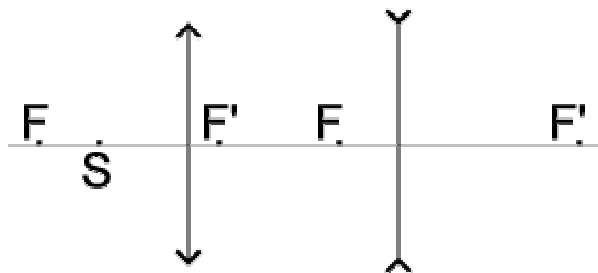
R.  $r = 2600 \Omega$ ,  $R = 3250 \Omega$ , c)  $R_2 = 26520 \Omega$

O.24. O rază de lumină  $SI_1$  cade pe fața AB a unei prisme ABC sub un unghi de incidență  $i_1$ . Care trebuie să fie unghiul A al prisme pentru ca raza emergentă să fie normală pe fața AB? Se consideră cunoscut indicele de refracție  $n$  al prisme.

$$R: \operatorname{tg} A = \frac{\sin i_1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1} - 1}$$

O.25. Construiți grafic imaginea punctului S dată de sistemul din figură, fără a considera un obiect liniar ajutător. Cu F s-au notat pozițiile focarelor

lentilei convergente, iar cu F' cele ale lentilei divergente.



O.26. Un punct luminos se află la 120 cm în fața unei lentile convergente cu distanța focală de 30 cm. În focarul imagine al acestei lentile se așează o lentilă divergentă. Ce distanță focală trebuie să aibă lentila divergentă pentru ca imaginea finală să coincidă cu punctul luminos?

R.  $-9,4$  cm.

O.27. Un polițist miop folosește ochelari pentru vederea la distanță cu lentile de  $-5$  dioptrii. Într-o zi când și-a uitat ochelarii acasă, el se află într-un parc unde se găsește o sferă argintată cu diametrul de 32 cm. La ce distanță maximă de sferă trebuie să se așeze pentru a vedea clar, prin reflexie pe sferă, un infractor periculos aflat la distanță foarte mare?

R. 12 cm

O.28. La distanța  $b = 1,68$  m de un ecran se află o lentilă convergentă cu distanța focală  $f = 2$  cm, care proiectează pe ecran imaginea unui obiect luminos, situat la o distanță convenabilă. Se intercalează apoi între această lentilă și ecran o lentilă divergentă cu distanța focală  $f' = -8$  cm, așezată la distanța  $d = 16$  cm de lentila convergentă și deci la distanța  $D = 1,52$  cm de ecran; se deplasează apoi obiectul astfel ca imaginea sa să se formeze din nou pe ecran. Să se determine, în cele două cazuri, raportul dimensiunilor liniare ale imaginii și obiectului.

R. 20; 216.

O.29. O lentilă subțire plan-concavă, cu indicele de refracție  $n = 1,5$  este argintată pe fața sa concavă. Înaintea feței argintate se deplasează un obiect rectiliniu, perpendicular pe axa optică principală, până când imaginea obținută, răsturnată față de obiect, se află în prelungirea acestuia. Se constată că în acest caz obiectul și imaginea se găsesc la distanța  $d = 50$  cm față de lentilă. Se rotește acum lentila cu  $180^\circ$ , fără a schimba distanța față de obiect. Care este poziția și natura noii imagini?

R. imagine dreaptă, virtuală, situată la 12,5 cm.

O.30. Un fascicul de lumină monocromatică, emis de o sursă punctiformă, este transformat într-un fascicul de lumină paralelă cu ajutorul unei lentile plan-convexe, care are raza de curbură de 20 cm și indicele de refracție 1,65. Fasciculul de lumină para-

lelă cade perpendicular pe o rețea de difracție cu 250 trăsături/mm. Razele de lumină care formează maximul de difracție de ordinul 3 sunt înclinate față de direcția razelor incidente cu un unghi de  $30^\circ$ . Se cere: a) distanța la care trebuie așezată sursa punctiformă față de lentilă pentru a se obține fasciculul de lumină paralelă.; b) lungimea de undă a radiației monocromatice; c) se scoate lentila din dispozitiv și se așează pe un banc optic împreună cu un obiect liniar. La ce distanță de lentilă trebuie așezat obiectul pentru ca imaginea sa virtuală să fie de trei ori mai mare decât obiectul. Să se construiască drumul razelor de lumină în acest caz; d) știind că metalul din care este confecționat bancul optic are coeficientul de dilatație liniară  $2 \cdot 10^{-5} \text{ grad}^{-1}$ , să se calculeze variația distanței imagine – lentilă când temperatura bancului crește cu  $100^\circ\text{C}$ .

R. a) 30,77 cm; b) 0,667  $\mu\text{m}$ ; c) 20,51 cm; d) 0,37 cm

O.31. Pe un banc optic se află un obiect având înălțimea de 5 cm. O lentilă biconvexă formează pe un ecran imaginea obiectului înaltă de 20 cm. Dacă obiectul se îndepărtează de lentilă cu 5 cm, pe ecran se formează o imagine înaltă de 10 cm. Se cere: a) distanța focală a lentilei; b) indicele de refracție al materialului din care este confecționată lentila, dacă raza de curbură a fețelor acesteia este de 4 cm; c) poziția imaginii, dacă se introduce o a doua lentilă cu distanța focală  $f' = 30 \text{ cm}$  la distanța de 110 cm de prima lentilă (în condițiile inițiale); d) dimensiunea imaginii formată de sistemul celor două lentile.

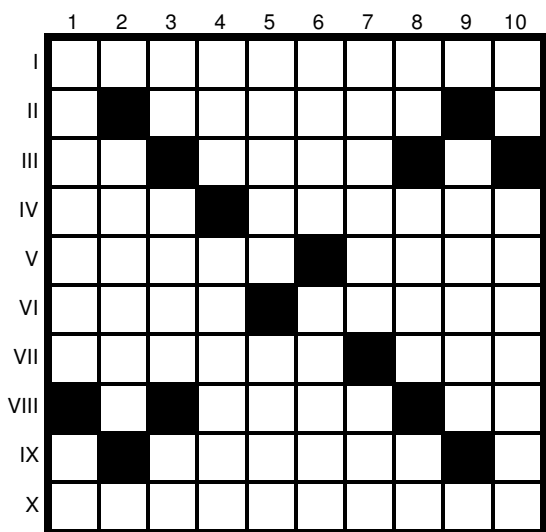
R. a) 4 cm; b) 1,5; c) 45 cm; d) 10 cm

Prof. Liviu Belășcu și Prof. Cristinel Codău.

Prof. Cristinel Codău

## NIMIC DESPRE FIZICĂ

### REBUS NO.2



**Orizontal:** **I.** Așa ne apar fenomenele din microcosmos (masc., sing.) **II.** Proprietate caracteristică acizilor. **III.** Nu. Locul unde ne găsim. **IV.** Rămășiță de baclava !. Vioară în N-V. **V.** Prezentă la haină. Indivizibil mii de ani. **VI.** Referitor la India. Indică un fel de mărime. **VII.** Expunere ritoasă. Mânz. **VIII.** Dusă, dar în altă ordine! Măsură de activitate. **IX.** Un moto cu totul special. **X.** Observație.

**Vertical:** **1.** Formă extremă de exploatare în trecut. Fotbal Club. **2.** A se angaja într-o acțiune. **3.** Calciu.

Fata lui Puccini. Esență! **4.** Celebră casă producătoare a unor roți desuete astăzi. Prăbușire. **5.** Nume de fată. Dați amestecați! **6.** Zaruri englezești. Favorizează. **7.** Maimuțărit. Comunitate în care de obicei toți se cunosc între ei. **8.** Beriliu. Fratele mai mic al metanului. Primele fante! **9.** Mică amfibie verde. **10.** Vibrație de 427 Hz pentru fizicienii melomani. Fata morgana.

Prof. Cristinel Codău

### Soluția careului precedent

F	R	A	C	T	I	O	N	A	T
L	A	S	A		U	Z	U	R	A
E	V	A	D	A		I	A	R	
S	N		E	L	E	F	A	N	T
C	I	U	R	D	A	R		J	A
A		R	E	A	L	I	Z	A	
I	A	Z		M	A	G	U	R	A
A	R	I	P	A		A	L	E	S
L	A	C	U	S	T	R	U		U
A	C	A	R		S	E	F	U	L

## LISTA PREMIILOR NOBEL PENTRU FIZICĂ (1961-1980)

1961. ROBERT HOFSTADTER “Pentru studii de pionierat cu privire la difuzia electronilor pe nuclee atomice și descoperirile sale cu privire la structura nucleonilor.”  
RUDOLF LUDWIG MOSSBAUER “Pentru cercetările sale cu privire la absorbția de rezonanță a radiației  $\gamma$  și pentru descoperirea, legată de acest fenomen, a efectului care îi poartă numele.”
1962. LEV DAVIDOVICI LANDAU “Pentru teoriile sale de pionierat asupra materiei condensate, în special asupra heliului lichid.”
1963. EUGENE PAUL WIEGNER “Pentru recunoașterea importanței principiilor de simetrie și aplicarea lor unei categorii de probleme fizice.”  
MARIA GOEPPERT-MAYER și J.HANS DANIEL JENSEN “Pentru elaborarea modelului în pături al nucleului.”
1964. CHARLES HARD TOWNES, NIKOLAI GHENNADIEVICI BASOV ȘI ALEKSANDR MIHAILOVICI PROHOROV “Pentru cercetări fundamentale în domeniul electronicii cuantice, care au condus la construirea de oscilatoare și amplificatoare bazate pe principiul maser-laser.”
1965. SHINICHIRO TOMONAGA, JULIAN SEYMOUR SCHWINGER și RICHARD FEYNMAN “Pentru lucrări fundamentale în electrodinamica cuantică.”
1966. ALFRED KASTLER “Pentru descoperirea și perfecționarea de metode optice pentru studierea rezonanței hertziene în atomi.”
1967. HANS ALBRECHT BETHE “Pentru contribuțiile sale la teoria reacțiilor nucleare, în special pentru descoperirile sale cu privire la producerea energiei în stele.”
1968. LUIS WALTER ALVAREZ “Pentru contribuțiile sale decisive în fizica particulelor elementare, în particular pentru perfecționare tehnicii analizei datelor la camera cu bule de hidrogen.”
1969. MURRAY GELL-MANN “Pentru contribuțiile și descoperirile cu privire la clasificarea particulelor elementare și a interacțiunilor lor.”
1970. HANNES OLOF GOSTA ALFVEN “Pentru cercetări fundamentale în magnetohidrodinamică, cu aplicații fructuoase în diferite domenii ale fizicii plasmei.”  
LOUIS NEEL “Pentru cercetări și descoperiri fundamentale cu privire la antiferomagnetism, care au condus la aplicații importante în fizica stării solide.”
1971. DENNIS GABOR “Pentru descoperirea și perfecționare holografiei.”
1972. JOHN BARDEEN, LEON NIELS COOPER și JOHN ROBERT SCHRIEFFER “Pentru interpretarea supraconductibilității.”
1973. BRAIN DAVID JOSEFSON, LEO ESAKI și IVAR GIAEVER “Pentru cercetări privind modul în care electronii traversează bariere fizice, conform fenomenului numit « efect tunel ».”
1974. MARTIN RYLE și ANTHONY HEWISH “Pentru cercetări în domeniul astrofizicii și pentru descoperirea pulsarilor.”
1975. JAMES RAINWATER, AAGE BOHR și BEN ROY MOTTELSON “Pentru descoperirea relației dintre mișcarea de ansamblu și mișcarea particulelor din nucleul atomic și pentru dezvoltarea teoriei structurii nucleului atomic, bazată pe această relație.” ( modelul generalizat al nucleului )
1976. BURTON RICHTER, SAMUEL CHAO CHUNG TING “Pentru cercetări de pionierat în descoperirea unor particule elementare grele de un tip nou.”
1977. PHILIP WARREN ANDERSON, NEVILL FRANCIS MOTT și JOHN HASBROUCK VAN VLECK “Pentru cercetări teoretice fundamentale asupra structurii electronice a sistemelor magnetice și amorfe.”
1978. PIOTR LEONIDOVICI KAPIȚA “Pentru cercetări fundamentale în domeniul fizicii temperaturilor joase.”  
ARNO A. PENZIAS și ROBERT WILSON “Pentru descoperiri în domeniul radiațiilor cosmice.”
1979. SHELDON LEE GLASHOW, ABDUS SALAM și STEVEN WIENBERG “Pentru crearea teoriei unitare a interacțiunilor slabe și electromagnetice.”
1980. JAMES WATSON CRONIN și VAL LOGSDON FITCH “Pentru descoperirea violării principiilor fundamentale ale simetriei în dezintegrarea mezonilor K neutri.”

## Olimpiada națională de fizică

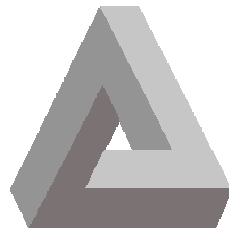
Klein Cristian                      Clasa a X-a D                      Prof. Mircea Moldovan                      Mențiuni

### Sesiunea de comunicări științifice a elevilor – faza municipală

Klein Cristian	Cl. a X-a D	Simularea mișcării planetelor	Prof. Mircea Moldovan	Mențiuni
Moldovan George și Radovici Alexandru	Cl. a X-a D	Calculul elementelor de circuit	Prof. Mircea Moldovan	Mențiuni
Stoica Ovidiu				
Jurca Bianca	Cl. a IX-a B	Cum gândesc fizicienii	Prof. Liviu Belășcu	Mențiuni
Rânja Ramona și Duma Lauira	Cl. a IX-a B	Forța Coriolis	Prof. Liviu Belășcu	Mențiuni

## CUPRINS

<b>MARIE SKLODOWSKA-CURIE .....</b>	<b>1</b>
<b>PIERRE CURIE .....</b>	<b>1</b>
<b>CLASIFICAREA PARTICULELOR ELEMENTARE .....</b>	<b>2</b>
<b>HOLOGRAFIA.....</b>	<b>3</b>
<b>MICROSCOPUL.....</b>	<b>6</b>
<b>CE SUNT QUARKURILE ? .....</b>	<b>7</b>
<b>SOLUȚIILE UNOR PROBLEME DE PERFORMANȚĂ DIN NR. 6.....</b>	<b>9</b>
<b>OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ 2001 .....</b>	<b>10</b>
<b>PROBLEME PROPUSE.....</b>	<b>14</b>
<b>NIMIC DESPRE FIZICĂ.....</b>	<b>18</b>
<b>LISTA PREMIILOR NOBEL PENTRU FIZICĂ (1961-1980) .....</b>	<b>19</b>



Colegiul de redacție: prof. Liviu Belășcu, prof. Cristinel Codău, prof. Mircea Moldovan  
Tehnoredactare: prof. Cristinel Codău, Webmaster: prof. Mircea Moldovan, Email: labfiz@papiu.netsoft.ro

**Această publicație nu se comercializează în nici o formă!**

Revista poate fi procurată de la membrii colegiului de redacție contra hârtie pentru copiator în limita  
posibilităților de multiplicare ( reduse ), sau fără restricție pentru posesorii de calculatoare, pe dischete.  
Orice formă de sponsorizare și de orice valoare va fi acceptată necondiționat.