

EDITORIAL

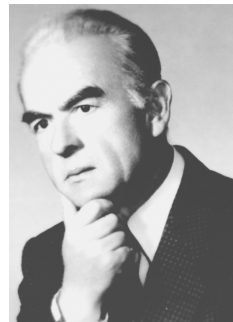
A XV-A EDIȚIE A COLOCVIULUI NAȚIONAL DE FIZICĂ „EVRIKA – CYGNUS”, SUCEAVA, 4 – 6 SEPTEMBRIE 2009

de Prof. Romulus Sfichi – redactor șef
Societatea Științifică CYGNUS, Suceava

În zilele de 4 – 6 septembrie 2009 s-au desfășurat la Suceava lucrările celei de a 15-a ediții a *Colocviului Național de Fizică EVRIKA – CYGNUS* (cu participare internațională) organizată de Inspectoratul Școlar al Județului Suceava, Societatea Română de Fizică, Asociația Profesorilor de Fizică din Învățământul Preuniversitar din România, Redacția revistei de Fizică EVRIKA și Societatea Științifică CYGNUS – centru UNESCO Suceava. Colectivul de organizare a manifestării a inclus 14 profesori, coordonatorul de program fiind dl. prof. Lucian Lungu de la Colegiul Național de Informatică „Spiru Haret” Suceava, directorul Revistei de Fizică și Matematică aplicată CYGNUS – Suceava. Lucrările au fost deschise în după-amiaza zilei de 4 septembrie 2009 printr-o scurtă ședință cu caracter festiv la care au rostit scurte alocuțiuni dna prof. dr. Carmen Gina Ciobâcă – inspector la IȘJ Suceava, dl prof. univ. dr. Eugen Lakatoș – Târgoviște, dl prof. dr. Ion Dan Chirilă – președintele Asociației Profesorilor de Fizică din Învățământul Preuniversitar din România (Brașov), dl prof. Emilian Micu – redactor șef al revistei EVRIKA (Brăila) și dl prof. Victor Șutac – președintele Societății Științifice CYGNUS – centru UNESCO Suceava, după care s-a trecut la prezentarea și susținerea referatelor și comunicărilor incluse în plenul programului Colocviului.

Cele 77 de lucrări înscrise în programul manifestării au fost grupate pe 7 secțiuni, 5 lucrări fiind incluse, pentru prezentare, în plenul Colocviului. Secțiunile și numărul de lucrări aferent au fost: Rolul Fizicii în învățământul preuniversitar (4 lucrări), Studiul interdisciplinar al Fizicii (9 lucrări), Metode experimentale și mijloace de învățământ (20 lucrări), Cercetări în domeniul Fizicii contemporane (15 lucrări), Aplicații ale instrumentației virtuale în experimentele de Fizică (2 lucrări), Astronomie și Astrofizică (16 lucrări) și Matematică aplicată în Fizică (6 lucrări). Tema fundamentală a acestei ediții a Colocviului a fost „*Fizica – propulsor al realizărilor tehnice și tehnologice de performanță*” ceea ce explică ponderea mai mare a lucrărilor ce vizează interdisciplinaritatea, cercetările în domeniul Fizicii contemporane, astronomia și astrofizica.

Programul manifestării a inclus și două mese rotunde cu teme: „*Este în acest moment învățământul românesc (superior) un învățământ de masă? (de ce s-a degradat învățământul românesc?)*” și „*Publicațiile Evrika și Cygnus – prezent și perspective*”. Prima temă a fost propusă și apoi condusă în cadrul discuțiilor de către dl prof. dr. Eugen Lakatoș de la Universitatea VALAHIA din Târgoviște iar a doua de



către profesorii Emilian Micu și Romulus Sfichi – redactori șefi ai celor două publicații (*Evrrika* și, respectiv, *Cygnus*).

Reține atenția faptul că această ediție a Colocviului a inclus un număr mai mare de lucrări decât edițiile precedente și că printre autori se remarcă nume din afara granițelor țării: Republica Moldova, în primul rând, R.P. Chineză, Marea Britanie, SUA și Canada.

Așadar, o participare internațională mai consistentă față de edițiile precedente – aspect pe care sperăm să-l amplificăm în edițiile anuale ale Colocviului din viitor spre a putea vorbi de o întrunire ce include cu pondere relevantă participarea internațională cu consecințe benefice pentru învățământul românesc.

După epuizarea lucrărilor din plenul manifestării (4 septembrie 2009), lucrările s-au desfășurat pe două compartimente: secțiunile I, II, III, IV, V și VII (moderator – prof. Romulus Sfichi) și secțiunea a VI-a (Astronomie și Astrofizică – moderator prof. dr. Petru Crăciun). Este de menționat că în Compartimentul al doilea, sub conducerea dlui prof. dr. Petru Crăciun, s-a desfășurat și un concurs cu caracter național al elevilor la Astronomie.

Ziua a doua a Colocviului (5 septembrie 2009) a fost programată pentru susținerea și prezentarea lucrărilor incluse în cadrul celor 7 secțiuni ale Colocviului și care au debutat cu prezentarea (de la distanță, din București – videoconferință) cu lucrarea dlui dr. ing. Florin Munteanu „*Rolul fizicii neliniare în structura societății conștiinței*” care s-a bucurat de un viu interes în rândul participanților la Colocviu prin viziunea și originalitatea mesajului cu privire la spectrul viitorului pentru știință în general iar pentru Fizică în special. Marea varietate și diversitate a materialelor prezentate face dificilă încerca-

rea de a sintetiza conținutul acestora și, ca urmare, ne vom rezuma în a sublinia doar câteva aspecte ce ni se par esențiale în legătură cu preocupările profesorilor de Fizică (și nu numai) din învățământul preuniversitar și universitar așa cum sunt ele reflectate în referatele și comunicările manifestării.

În primul rând aș sublinia părerea cvasiunanimă că, învățământul preuniversitar în general și cel al Fizicii în special din România, continuă a se deprecia în cadrul unei așa zise reforme interminabile și fără orizont. Ca urmare, se impun măsuri ferme ale organelor de decizie care trebuie să facă dovada competenței profesionale înlăturând diletantismul, subiectivismul și arbitrariul precum și imixtiunea nevenită a politicului în procesul instructiv-educativ de factură publică prin școli. În acest sens s-a hotărât în cadrul Colocviului (prima masă rotundă) redactarea unei scrisori deschise cu conținut adecvat adresată Ministerului Educației, Cercetării și Inovării din România.

Aplicarea conceptului de învățământ științific integrat în școala românească preuniversitară impune revizuirea și re-corelarea programelor analitice școlare într-o viziune sistemică astfel încât interdisciplinaritatea, transdisciplinaritatea etc. să fie viabile, să existe ca atare și nu ca deziderate nerealizabile.

Au dispărut fără motivație capitole întregi de Fizică, cu consecințe grave pentru coerența disciplinei, din programele analitice cum ar fi: mecanica fluidelor, electrostatica, Fotometria ș.a. Cum să faci circuite electrice de curent alternativ fără a cunoaște condensatorul electric de pildă? Este necesară regândirea și experimentarea unor manuale globale și sintetice care să reflecte posibilitatea traducerii în practică a conceptului ca atare în mod logic, co-

erent, armonios fără discontinuități, spații goale și întunecate în reprezentarea fenomenelor din natură și societate. În acest context este necesară acordarea unei deosebite atenții corelării programelor analitice ce vizează științele fundamentale (Fizică, Chimie etc) cu disciplinele tehnice fundamentale din liceele de profil tehnic și tehnologic (Mecanică tehnică, Rezistența materialelor, Electrotehnică generală, Electronică industrială, Radiotehnică etc.) pentru evitarea paralelismului și suprapunerilor contraproductive.

O bună parte din referatele și comunicările susținute tratează probleme de Fizică modernă și noile direcții de cercetare printre care geometria fractală, teoria constructală, aspecte legate de învățământul elementar de Fizică cuantică și relativistă etc. Este de reținut, în context, corelarea cu noi metode experimentale și mijloace de învățământ realizate și propuse pentru licee (colegii) și școli generale cu adecvarea necesară unei corecte și obiective evaluări școlare concomitent cu creșterea calității actului educațional.

De o deosebită atenție s-au bucurat lucrările noilor secțiuni introduse în programul Colocviului: Astronomie și Astrofizică, respectiv, Matematică aplicată în Fizică, din spectrul cărora cităm: Analiza spectrală a meteorilor, Observațiile astronomice și nebulozitatea atmosferică, Experimente cu pendulul lui Foucault și pendulul paraconic realizate la Planetariul Suceava în perioada 2007-2009, Fibonacci – noi ipoteze, Formularea tensorială (cva-dridimensională) a teoriei relativității ș.a.

Desfășurarea prezentării lucrărilor, a discuțiilor și comentariilor pe marginea acestora, pe parcursul a aproape 3 zile, au avut loc în localul Colegiului Național „Ștefan cel Mare” din Suceava (care în 2010 împlinește vârsta venerabilă de 150

de ani) într-o atmosferă colegială chiar dacă uneori dialogul între participanți a luat forme ceva mai aprinse la unele teme (mai ales în cadrul primei mese rotunde).

S-au reținut și câteva concluzii cu privire la viitorul publicațiilor (revistelor) EVRIKA și CYGNUS: intenția realizării unui număr mai mare de abonamente individuale și/sau colective, asigurarea acurateții mesajelor printr-o insistență corectură și control (științific și literar) a articolelor și problemelor ce urmează a fi încredințate tiparului, sensibilizarea inspectoratelor școlare județene cu privire la apariția periodică lunară și semestrială a acestor reviste, solicitarea MECI din România de a încuraja și recunoaște la un punctaj sporit pe cei ce publică (mai ales lucrări originale) în revistele respective, evitarea plagiatului indicarea, acolo unde este cazul a bibliografiei (obligatoriu), o mai bună difuzare a revistelor în toate mediile interesate inclusiv în afara granițelor țării pentru schimb de informații cu reviste similare din alte țări ale lumii și, mai ales, din țările Comunității Europene din care România face parte etc.

* * *

Așa cum afirmam și altă dată, nu-i deloc ușor să organizezi o astfel de manifestare fără nici un sprijin material exterior, bazându-te doar pe taxa de participare (40 lei/persoană) în care se include masa, cazarea și materialele colocviului (program, revista CYGNUS, ecuson), mai ales în această perioadă de austeritate economică și financiară. Și totuși dacă este dorință și voință, viața a dovedit că se poate. Colocviul și-a încheiat lucrările în prima jumătate a zilei de 6 septembrie 2009 epuizându-se toate lucrările din program pe care le-au avut autorii prezenți la manifestare. Toți participanții au primit *Diplome de participare* iar cele mai valoroase

lucrări prezentate urmează a fi publicate în numerele viitoare ale revistelor EVRIKA și CYGNUS în măsura în care autorii vor dori acest lucru și se vor abona la revistele în cauză. Manifestarea a inclus participanți din 21 de județe ale țării și din București ceea ce dovedește că încă n-am reușit să sensibilizăm toți profesorii de Fizică din țară în legătură cu această manifestare care, potrivit informațiilor noastre, în acord cu specificul ei, este unică.

Am mers și mergem în continuare pe ideea că schimbul de opinii prin contactele ce se realizează cu acest prilej, schimbul de experiență (dacă nu-i perimată expresia), întâlnirile ca atare etc. aduc o contribuție notabilă creșterii nivelului de performanță al învățământului – în speță al Fizicii.

Este regretabil și în același timp inexplicabil la un moment dat, de ce nici la această ediție a Colocviului n-a participat nici un reprezentant al MECI deși invitațiile au fost trimise în timp util. Să sperăm că acest absenteism (să nu-i zicem indiferentism sau boicot) se datorează unei anume conjuncturi și că nu are o altă conotație.

Ne-am permite cu acest prilej să precizăm că de ani buni redacția revistei CYGNUS insistă să primească recunoașterea ei de către Comisia de specialitate

a MECI dar fără succes! Să fie clar: nu cerem mila nimănui și nici obedienți nu putem fi. Revista nu are nici un profit comercial și supraviețuiește din banii celor care o fac. Suntem optimiști și prea tineri spiritual ca să nu reușim cândva. Nu știu când! În încheiere mulțumim Inspectoratului Școlar al Județului Suceava, Societății Române de Fizică și Asociației Profesiorilor de Fizică din Învățământul Preuniversitar din România pentru sprijinul și susținerea acestei manifestări, Colegiilor Naționale „Spiru Haret”, „Ștefan cel Mare” și „Petru Rareș” din Suceava pentru implicarea directă în organizarea și desfășurarea lucrărilor Colocviului.

Părerea exprimată de participanți, la finele manifestării, a fost că aceasta și-a atins obiectivele propuse și că s-au simțit bine la Suceava, chiar dacă la această ediție au lipsit acțiunile de destindere și relaxare (n-a mai fost posibilă tradiționala excursie în munții Bucovinei și monumentele istorice medievale) din motive de ordin financiar.

A rămas ca manifestarea să se continue anual, pentru anul 2010 nefixându-se încă județul de desfășurare a lucrărilor celei de a 16-a ediții.

Până atunci, multă sănătate, succese profesionale de vârf și gânduri senine tuturor.

LA REVEDERE 2010!

A. FIZICĂ

STUDIUL CARACTERISTICILOR I-V ALE JONȚIUNII PN FOLOSIND PROGRAMUL DE SIMULARE SPICE

*Prof. Liliana Lakatoș, Colegiul Național „Iulia Hașdeu”,
București, e-mail: lilianalakatos@yahoo.com*

Prof. Eugen Lakatoș, Universitatea „Valahia”, Târgoviște, e-mail: e_lakatos@yahoo.com

Introducere

Așa cum s-a arătat și în alte lucrări [1], [2], [3], simularea cu ajutorul programelor de calculator, a diferitelor fenomene fizice, reprezintă o modalitate simplă de înțelegere a fenomenelor respective, fără a avea nevoie de aparatură de laborator.

Joncțiunea *pn* reprezintă structura fizică care stă la baza alcătuirii și funcționării principalelor dispozitive semiconductoare active. Din acest punct de vedere, este foarte important studiul caracteristicilor I-V, care pun în evidență toate particularitățile de funcționare ale acestei structuri: caracteristica I-V directă și inversă, funcția de redresare și de comutare.

Un program foarte potrivit și ușor de folosit, pentru simularea funcționării și comportării oricărui tip de circuit electric sau electronic, este programul SPICE.

SPICE este un simulator de circuite electrice și electronice de uz general, pentru analiza neliniară de curent continuu, analiza neliniară tranzitorie și analiza liniară de curent alternativ. În esență, programul rezolvă ecuațiile potențialelor la noduri. Programul este la fel de potrivit atât pentru simularea circuitelor liniare cât și a celor neliniare. Astfel, circuitele analizate cu SPICE pot să conțină atât elemente liniare, ca de exemplu: rezistoare, bobine, condensatoare, surse de curent sau tensiune independente, cât și elemente neliniare, din această categorie făcând parte dispozitivele electronice semiconductoare (diode semiconductoare, tranzistoare bipolare, tranzistoare cu efect de câmp).

Numele de SPICE provine de la **S**imulation **P**rogram with **I**ntegrated **C**ircuit **E**mphasis (program de simulare destinat simulării circuitelor integrate). Un program folosit pe scară largă în mediul universitar, este varianta pentru PC (Personal Computer) a programului SPICE, numit PSpice. Acest program de simulare îndeplinește principalele cerințe privind folosirea lui atât în mediul universitar cât și în mediul industrial (reprezintă un program standard pentru simularea circuitelor electronice). Foarte important este faptul că rezultatele simulărilor pot fi prezentate într-o formă grafică intuitivă și accesibilă.

Formarea joncțiunii PN

Din punct de vedere strict teoretic, formarea joncțiunii *pn* se poate considera că are loc prin aducerea în contact intim a două materiale semiconductoare de conductivități diferite, *p* și *n* (semiconductor de tip *p* și semiconductor de tip *n*). Semiconductorul de tip *p* este caracterizat în primul rând prin faptul că el conține o concentrație mare de purtători de sarcină electrică „pozitivă” numiți *goluri*. Un semiconductor de tip *n* este caracterizat de faptul că el conține o concentrație mare de purtători de sarcină negativă, *electronii*. Prin aducerea în contact a celor două materiale de tip *opus*, golurile (purtători majoritari în semiconductorul de tip *p*) din apropierea joncțiunii vor difuza din regiunea *p* în regiunea *n*, unde se recombina cu electronii; electronii (purtători majoritari în semiconductorul de tip *n*) din regiunea *n* vor difuza

în regiunea p , unde se recombina cu golurile. Acest fenomen fizic are loc datorită diferenței de concentrație între golurile din regiunea p și n (concentrație mai mare în regiunea p), respectiv electronii din regiunea n și p (concentrație mai mare în regiunea n). Fluxurile de goluri și electroni tind să anuleze gradientul mare de concentrație al purtătorilor de sarcină care există între regiunile p și n . Dacă golurile și electronii nu ar fi încărcate electric, aceste fluxuri ar continua până în momentul stabilirii unei concentrații uniforme a ambelor tipuri de purtători de sarcină, în întreaga structură.

Deoarece golurile și electronii sunt încărcate electric și deoarece materialele semiconductoare conțin și ioni de impurități (atomi donori și acceptori ionizați), situația reală este total diferită, așa cum este prezentată schematic în figura 1. Prin difuzia golurilor rămân atomi acceptori ionizați negativ, a căror sarcină nu este compensată, și electronii rămân atomi donori ionizați pozitiv, a căror sarcină nu este compensată. Atomii acceptori și donori fiind fiși, în regiunea de trecere de la un tip de material la cel de conductivitate opusă se formează un *strat de sarcină spațială fixă*: sarcină negativă în regiunea p și sarcină pozitivă în regiunea n . Această sarcină spațială determină apariția unui *câmp electric intern*. Sensul acestui câmp electric (de la n la p) este astfel încât să împiedice difuzia purtătorilor de sarcină liberi majoritari, dintr-o regiune în alta (electroni de

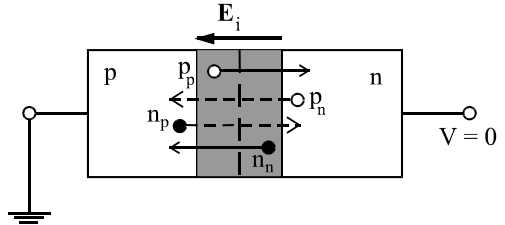


Figura 2. Echilibrul dinamic al joncțiunii pn (linia plină – componenta de difuzie, linia punctată – componenta de drift)

la n la p , goluri de la p la n). Astfel, în joncțiune se stabilește un *echilibru dinamic* în care fluxul datorat difuziei fiecărui tip de purtători de sarcină este egal și opus fluxului aceluiași tip de purtători datorat câmpului electric (figura 2). Deci, la echilibru, fluxul net de goluri și electroni este zero. În absența unei tensiuni externe curentul total prin joncțiune este nul. Prin urmare, la polarizare zero a joncțiunii, se formează un *strat de baraj* care reprezintă zona de trecere de la o regiune la alta, de ambele părți ale liniei teoretice de demarcație dintre cele două regiuni p și n (joncțiunea *metalurgică*). Câmpul electric intern determină o barieră de potențial Φ_B . Această barieră de potențial se mai numește și *diferența internă de potențial a joncțiunii pn*. În absența unei polarizări exterioare, valoarea ei este constantă și diferită de zero.

Polarizarea joncțiunii PN

Polarizarea directă

Dacă pe regiunea n se aplică un potențial *negativ* față de regiunea p , diferența totală de potențial pe joncțiune, scade, față de cazul polarizării zero. Scăderea potențialului este însoțită de micșorarea intensității câmpului electric și a lărgimii regiunii de sarcină spațială. În aceste condiții, datorită scăderii componentei curentului de drift, echilibrul dinamic este perturbat, rezultând un curent net prin joncțiune. Câmpul electric datorat polarizării externe diminuează câmpul intern al joncțiunii, dar câmpul electric net este îndreptat tot spre regiunea p , datorită

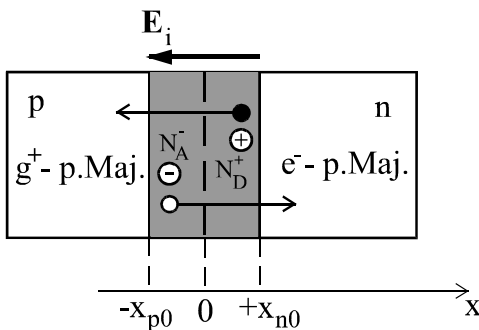


Figura 1. Formarea joncțiunii pn

gradientului mare al concentrației de purtători de sarcină (electroni și goluri) existent lângă joncțiune (figura 3).

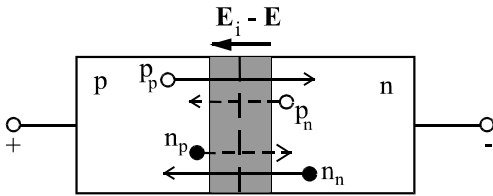


Figura 3. Joncțiunea *pn* la polarizare directă (linia plină - componenta de difuzie, linia punctată - componenta de drift)

Polarizarea inversă

Dacă pe regiunea *n* se aplică un potențial pozitiv față de regiunea *p*, diferența totală de potențial pe joncțiune, crește, față de cazul polarizării zero. Creșterea potențialului este însoțită de creșterea intensității câmpului electric și a lărgimii regiunii de sarcină spațială. În aceste condiții, toate golurile generate în regiunea *n*, care ajung, prin difuzie, la marginea regiunii de sarcină spațială, sunt preluate de câmpul electric favorabil și de valoare mare, fiind trecute în regiunea *p* (figura 4). Pe de altă parte, datorită creșterii înălțimii barierei de potențial, curentul de difuzie al golurilor, dinspre regiunea *p* spre *n*, se micșorează (numărul de goluri din regiunea *p*, care au energie suficientă pentru a trece de bariera de potențial, se reduce). Datorită scăderii componentei de difuzie a curentului, curentul total scade foarte mult, dar nu devine nul. Joncțiunea se află în stare de *blocare*.

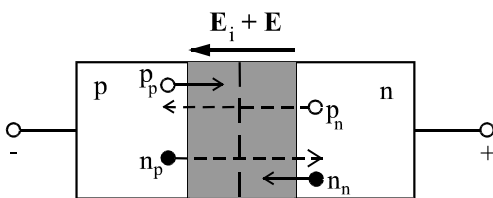


Figura 4. Joncțiunea *pn* la polarizare inversă (linia plină - componenta de difuzie, linia punctată - componenta de drift)

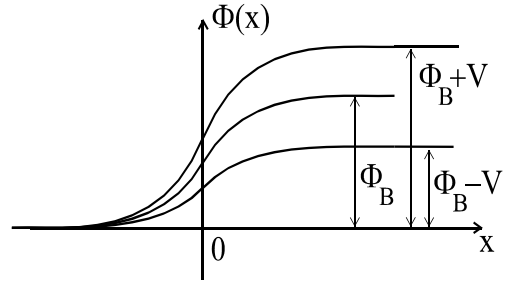


Figura 5. Variația potențialului cu distanța pentru joncțiunea *pn* polarizată invers, nepolarizată, polarizată direct

Caracteristica I-V ideală a joncțiunii PN

Teoria joncțiunii *pn* și a caracteristicii I-V ideale, elaborată de W. Shockley [4], are la bază câteva ipoteze simplificatoare asupra distribuției de sarcină și a curentului prin joncțiune:

1. Joncțiunea este abruptă (cel mai simplu caz de joncțiune *pn*, variația concentrației de impurități de la o regiune la alta făcându-se abrupt; concentrațiile de impurități sunt constante în cele două regiuni ale joncțiunii).
2. Tensiunea aplicată cade numai pe stratul de baraj. În afara lui, se presupune că semiconductorul este neutru.
3. Se consideră numai concentrațiile de purtători de sarcină minoritari.
4. Curenții de electroni și goluri sunt constanți prin stratul de baraj.

Caracteristica I-V se exprimă cu relația: $I = I_s \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right]$ (1), unde I_s reprezintă curentul de saturație. Relația (1) este valabilă pentru ambele polarizări (tensiunea aplicată, *V*, are semn pozitiv la polarizare directă și semn negativ la polarizare inversă). Caracteristica ideală a joncțiunii *pn* este reprezentată în figura 6.

Caracteristica I-V se exprimă cu relațiile aproximative: $I_F \approx I_s \exp\left(\frac{qV}{kT}\right)$ (2), în cazul polarizării directe, respectiv: $I_R \approx -I_s$ (3), în cazul polarizării inverse.

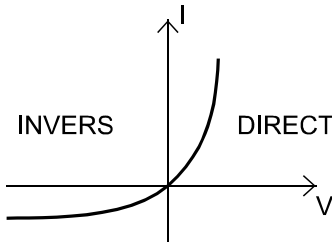


Figura 6. Caracteristica I-V ideală a joncțiunii pn

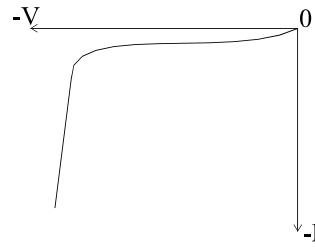


Figura 7. Caracteristica I-V reală a joncțiunii pn la polarizare inversă

Influența temperaturii asupra caracteristicii I-V se poate analiza luând în considerare efectul temperaturii asupra curentului de saturație. Dependența de temperatură a curentului de saturație se exprimă cu relația aproximativă: $I_s \cong \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right)$ (4).

Ca urmare, conform relațiilor (2) și (3), curentul crește cu temperatura conform relației: $I_F \approx \exp\left(-E_g - \frac{qV}{kT}\right)$ (5), în cazul polarizării directe și conform relației:

$I_R \approx \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right)$ (6), în cazul polarizării inverse.

Străpungerea joncțiunii PN

Principala caracteristică a joncțiunii pn este de a redresa curentul electric, permițând trecerea lui într-o singură direcție. Dacă se aplică o tensiune inversă având valoarea suficient de mare, joncțiunea pierde proprietatea de redresare. Acest fenomen se numește *străpungerea joncțiunii*. Străpungerea poate fi de origine electrică sau termică, distructivă sau nedistructivă. Ea constă în creșterea puternică a curentului electric.

Caracteristica I-V reală, la polarizare inversă este reprezentată în figura 7. Se observă abaterea de la forma ideală datorită fenomenului de străpungere, de la o anumită tensiune, numită *tensiune de străpungere*, aparând fenomenul de conducție. În aceste condiții, la o tensiune de polarizare, practic constantă, curentul crește foarte mult, străpungerea reprezentând o abatere de la legea lui Ohm. Creșterea curentului este datorată creșterii concentrației pur-

tătorilor de sarcină. Străpungerea electrică a joncțiunii apare în condițiile existenței unui câmp electric de intensitate mare, în regiunea de sarcină spațială. Prin urmare, toate joncțiunile conduc curentul electric și la polarizare inversă, dacă tensiunea inversă aplicată este suficient de mare.

Comportarea tranzitorie a joncțiunii PN

Deoarece joncțiunea pn poate să lucreze în două stări de polarizare (directă și inversă), viteza de comutare din starea de conducție în starea de blocare este foarte importantă pentru aplicațiile de comutare, în care joncțiunea este utilizată în regim *tranzitoriu* (polarizare cu tensiune alternativă). Pentru ca performanțele joncțiunilor în astfel de aplicații să fie corespunzătoare, este nevoie ca *timpul de tranziție* din starea de conducție (starea ON) în starea de blocare (starea OFF) să fie cât mai redus.

Joncțiunea fiind polarizată direct, la momentul de timp $t = 0$ se schimbă polarizarea, joncțiunea trecând în starea de polarizare inversă. Din acest moment va trece un interval de timp (*timpul de comutare*) până când joncțiunea va ajunge în starea de blocare. Curentul invers care se stabilește elimină purtătorii de sarcină minoritari în exces, din cele două regiuni ale joncțiunii pn (de exemplu, golurile din regiunea n; figura 8). Durata cât acest curent invers există depinde de concentrația de purtători minoritari, în cele două regiuni ale joncțiunii, la momentul $t = 0$ (o concentrație mică de

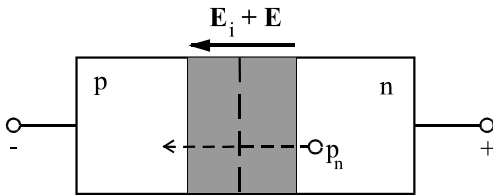


Figura 8. Joncțiunea pn la polarizare inversă

purtători de sarcină minoritari va determina un timp mic de comutare).

Timpul de comutare fiind direct proporțional cu *timpul de viață al purtătorilor minoritari*, joncțiunea semiconductoră comută cu atât mai rapid cu cât timpul de viață este mai mic. De regulă, în modelele utilizate pentru simularea pe calculator, timpul de viață al purtătorilor minoritari, τ , se asimilează cu timpul de tranzit al purtătorilor minoritari ($\tau = TT$).

Simularea SPICE

Pentru simulare se folosește un model de joncțiune semiconductoră abruptă, definirea modelului făcându-se cu următorii parametri de model SPICE: IS (curentul de saturație), N (coeficientul de neidealitate), BV (tensiunea de străpungere), IBV (curentul la tensiunea de străpungere), TT (timpul de tranzit al purtătorilor minoritari). De asemenea, prin simulări la diverse temperaturi, se studiază efectul temperaturii asupra caracteristicilor I-V.

Tipurile de analiză folosite pentru simularea SPICE sunt:

- analiza de curent continuu, care calculează punctul static de funcționare. Ecuatiile neliniare care descriu circuitul, determinate de caracteristicile curent-tensiune neliniare ale dispozitivelor semiconductoră, sunt rezolvate în mod iterativ;
- analiza tranzitorie, care calculează pentru fiecare nod al circuitului, formele de undă în funcție de timp.

Programul SPICE construiește și rezolvă ecuațiile corespunzătoare circuitului care este analizat, folosind, așa cum s-a arătat, metoda potențialelor la noduri. Algoritmul

programului este similar cu cel al unei rezolvări „manuale” a circuitului, cu utilizarea teoremelor lui Kirchoff și a relațiilor curent - tensiune pentru elementele din laturile circuitului, iar în final, rezolvarea sistemului de ecuații rezultat.

Caracteristica la polarizare directă

Pentru simularea caracteristicii directe a diodei semiconductoră se folosește circuitul de polarizare din figura 9. Caracteristica I-V este simulată folosind analiza de curent continuu cu baleiaj (tensiunea bateriei de polarizare este variată între 0 și 0,8 V cu pas de 0,01 V). Se simulează efectul variației temperaturii asupra caracteristicii considerând trei valori ale temperaturii: 0°C, 27°C, 125°C. Fișierul de intrare SPICE este de forma:

```

CARACTERISTICA DIRECTA A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 10 DC 1
R 1 2 1K
D 2 0 DMODEL
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
.DC V 0 800M 10M
.TEMP 0 27 125
.PROBE
.END
    
```

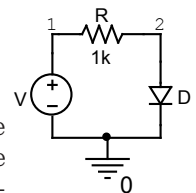


Figura 9. Circuitul de polarizare

Rezultatul simulării este prezentat în figura 10. Se observă influența negativă a creșterii temperaturii asupra caracteristicii I-V, conform relației (5) (la

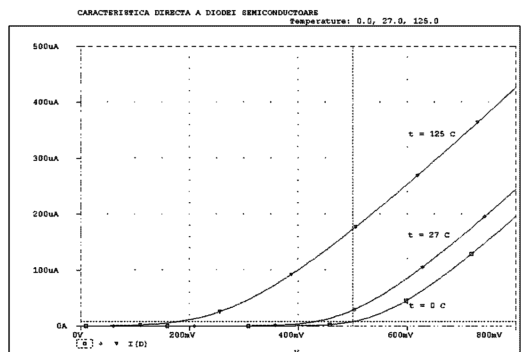


Figura 10. Caracteristica I-V la polarizare directă pentru simularea caracteristicii directe

aceeași tensiune de polarizare valoarea curentului crește exponențial cu temperatura).

Caracteristica la polarizare inversă

Circuitul de polarizare pentru simularea caracteristicii inverse a diodei semiconductoare este ilustrat în figura 11. Caracteristica I-V este simulată folosind analiza de curent continuu cu baleiaj (tensiunea bateriei de polarizare este variată între 0 și 10V cu pas de 0,01V). Se simulează efectul variației temperaturii asupra caracteristicii considerând trei valori ale temperaturii: 0°C, 27°C, 125°C. Fișierul de intrare SPICE este de forma:

```

CARACTERISTICA INVERSA A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 1 0 10
R 1 2 1K
D 0 2 DMODEL
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
.TRAN 0 1U 2M
.PROBE
.END
    
```

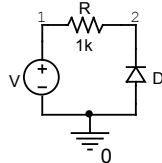


Figura 11. Circuitul de polarizare

Rezultatul simulării este prezentat în figura 12. Influența negativă a creșterii temperaturii se observă în cazul temperaturii mari (125°C), pentru care caracteristica I-V are un curent de saturație foarte mare (300nA), comparativ cu temperatura normală (relația 6).

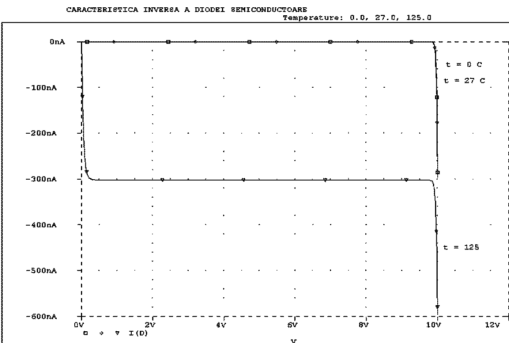


Figura 12. Caracteristica I-V la polarizare inversă pentru simularea caracteristicii inverse

Funcția de redresare

Pentru simularea funcției de redresare a diodei semiconductoare se folosește circuitul de polarizare din figura 13. Caracteristica I-V este simulată folosind analiza tranzitorie. La intrarea circuitului se aplică un semnal sinusoidal cu amplitudinea 5V și frecvența 1kHz. De asemenea, se simulează efectul variației temperaturii asupra caracteristicii considerând trei valori ale temperaturii: 0°C, 27°C, 125°C. Fișierul de intrare SPICE este de forma:

```

FUNCTIA DE REDRESARE A DIODEI
SEMICONDUCTOARE
V 1 0 SIN 0 5 1K
R 2 0 100
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
.TRAN 0 1U 2M
.TEMP 0 27 125
.PROBE
.END
    
```

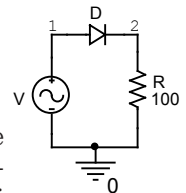


Figura 13. Circuitul de polarizare

Rezultatul simulării este prezentat în figura 14. Temperatura influențează mai puțin forma caracteristicii.

Funcția de comutare

Circuitul de polarizare pentru simularea funcției de comutare a diodei semiconductoare este ilustrat în figura 15. Caracteristica I-V este simulată folosind analiza tranzitorie. La intrarea circuitului se aplică

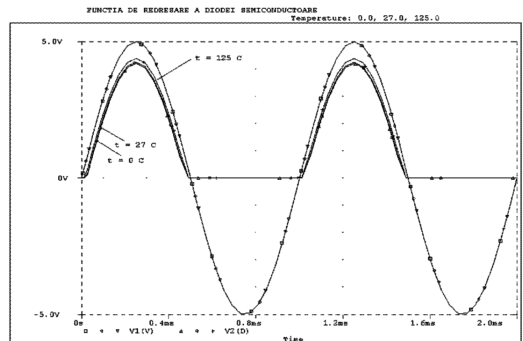


Figura 14. Funcția de redresare a diodei semiconductoare pentru simularea funcției de redresare

un semnal sinusoidal cu amplitudinea 5V și frecvența 1MHz. Pentru a verifica influența timpului de tranzit asupra formei caracteristicii I-V, se consideră mai multe valori pentru parametrul TT: 10ns, 25ns, 50ns și 200ns. Se simulează efectul variației temperaturii asupra caracteristicii considerând trei valori ale temperaturii: 0°C, 27°C, 125°C. Fișierul de intrare SPICE este de forma:

```

FUNCTIA DE COMUTARE A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 10 SIN 0 5 1MEG
D 1 2 DMODEL
R 2 0 1K
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
TT=10N
.TRAN 0.1N 1U
.PROBE
.END
    
```

```

FUNCTIA DE COMUTARE A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 10 SIN 0 5 1MEG
D 1 2 DMODEL
R 2 0 1K
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
TT=25N
.TRAN 0.1N 1U
.PROBE
.END
    
```

```

FUNCTIA DE COMUTARE A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 10 SIN 0 5 1MEG
D 1 2 DMODEL
R 2 0 1K
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
TT=50N
.TRAN 0.1N 1U
.PROBE
.END
    
```

```

FUNCTIA DE COMUTARE A
DIODEI SEMICONDUCTOARE
V 10 SIN 0 5 1MEG
D 1 2 DMODEL
R 2 0 1K
.MODEL DMODEL D IS=150P N=1.5
TT=200N
.TRAN 0.1N 1U
.PROBE
.END
    
```

Se observă că ipotezele teoretice sunt confirmate de rezultatul simulării, prezentat în figura 16. Astfel, timpul de comutare este direct proporțional cu timpul de tranzit TT. De asemenea, caracteristica de comutare este cu atât mai netedă (lipsită de oscilații) cu cât timpul de tranzit este mai mic.

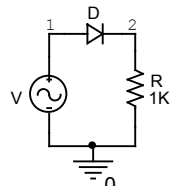


Figura 15. Circuitul de polarizare

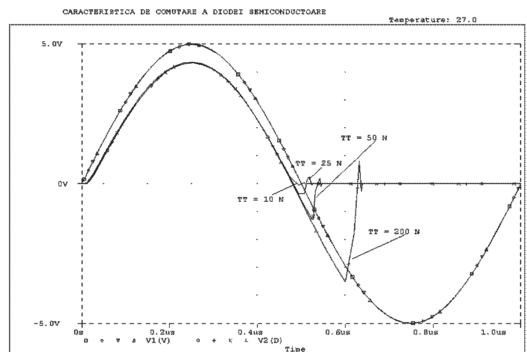


Figura 16. Funcția de comutare a diodei semiconductoare pentru simularea funcției de comutare

Concluzii

Lucrarea prezintă studiul caracteristicilor I-V ale joncțiunii pn (dioda semiconductoră), structura fizică care stă la baza alcătuirii și funcționării principalelor dispozitive semiconductoare active. Au fost descrise, pe scurt: formarea joncțiunii pn și fenomenele fizice care stau la baza funcționării acestei structuri, în regim de polarizare directă, inversă și în regim de comutare. Folosind circuite de polarizare simple ale diodei semiconductoră, au fost studiate, cu ajutorul programului de simulare SPICE, caracteristicile I-V ale diodei semiconductoră, care pun în evidență particularitățile de funcționare ale acestei structuri fizice importante: caracteristicile I-V la polarizare directă și inversă, funcția de redresare și de comutare.

Pentru simulare s-a folosit un model de joncțiune semiconductoră abruptă, defi-

nirea modelului făcându-se cu următorii parametrii de model SPICE: IS (curentul de saturație), N (coeficientul de neidealitate), BV (tensiunea de străpungere), IBV (curentul la tensiunea de străpungere), TT (timpul de tranzit al purtătorilor minoritari). De asemenea, prin simulări la diverse temperaturi, s-a studiat efectul temperaturii asupra caracteristicilor I-V.

Bibliografie:

Liliana LAKATOȘ, E. LAKATOȘ, *Simularea SPICE a circuitului electric rezonant*, Coloc-

viul Național de Fizică, „Evrika! – Cygnus”, ediția a XII-a, Bârlad, 2006.

Liliana LAKATOȘ, E. LAKATOȘ, *Simularea SPICE a celulei solare*, Colocviul Național de Fizică „Evrika! – Cygnus”, ediția a XI-a, Suceava, 2005.

E. LAKATOȘ, Liliana LAKATOȘ, *Magnetic field sensor. SPICE Simulation*, Conferința Națională de Fizică, București, 2005, p. 60, ISBN 973-718-305-3.

W. SHOCKLEY, *Bell Syst. Tech. J.*, 28, p. 435, 1949.

ELEMENTE DE DEONTOLOGIE A EVALUĂRII ÎN CONTEXTUL CREȘTERII CALITĂȚII ACTULUI EDUCAȚIONAL

Prof. Chioran Viorica, liceul „C. D. Nenițescu” Baia Mare

Prof. Florinela Micu, redacția Revistei de Fizică „Evrika!” Brăila

Îmbunătățirea calității educației presupune *evaluare, analiză și acțiune de corectare continuă* din partea organizației furnizoare de educație, bazată pe selectarea și adoptarea celor mai potrivite proceduri, precum și pe alegerea și aplicarea celor mai relevante standarde de referință. Motivarea opțiunii de alegere a competențelor specifice pentru care este proiectat demersul de evaluare: 1. Gradual acești itemi prezintă o notă de complexitate; 2. Itemii pot fi rezolvați astfel încât fiecare elev să atingă un nivel de performanță peste mediu; 3. Necesită cunoașterea unei terminologii specifice fizicii; 4. Asigură aplicarea cunoștințelor în contexte noi. Instrumentul de evaluare proiectat la clasa a X-a este un test de verificare sumativă aplicat elevilor după terminarea unității de învățare „Rezistența electrică”. Proba de evaluare va încerca să atingă cât mai multe din competențele generale/specifice ale programei școlare

A) Obiectivele de evaluare urmărite prin aplicarea testului sunt prezentate în cele ce urmează, astfel că în urma studierii unității

de învățare „Rezistența electrică” elevii trebuie să fie capabili să:

1. *definească* o mărime fizică (rezistența electrică – itemul 1)

2. *descrie un dispozitiv* electric care conține o rezistență variabilă (potențiometrul - itemul 2)

3. *identifice o expresie matematică* corectă prin care se poate defini rezistența electrică (itemul 3)

4. *caracterizeze circuitul electric* în regim de scurtcircuit (itemul 4)

5. *caracterizeze o mărime fizică* (rezistivitatea - itemul 5)

6. *recunoască unitatea de măsură* pentru rezistența electrică (itemul 6)

7. *cunoască construcția/modul de folosire a instrumentelor de măsură* (Ampermetrul - itemul 7)

8. *identifice relația cauză - efect* în cazul dependenței randamentului circuitului de rezistența electrică (itemul 8)

9. *aplice algoritmi* de calcul și expresii matematice corecte în rezolvarea de probleme (variația relativă ΔR - itemii 9, 10)

10. *compare* eficiența grupării rezistorilor în serie cu cea în paralel (item10)

11. *transforme unitățile de măsură* în Sistemul Internațional (itemii 9, 10).

B) Elaborarea unui test

Testul conceput evaluează conținuturi deja parcurse, vizând cunoștințe, priceperi, deprinderi și capacități corespunzătoare acestora. Nivelul de dificultate al testului conceput este unul „Mediu”, acesta fiind aplicat unei clase de a X-a cu profil tehnic. În componența acestui test au fost alese următoarele tipuri de itemi: obiectivi, semio-obiectivi, subiectivi. Aceștia sunt aleși astfel încât să necesite diferite forme de răspuns: *itemi cu răspuns unic, itemi cu răspuns multiplu, itemi de tip cauză – efect*. Alcătuirea itemilor s-a realizat în concordanță cu obiectivele de evaluare stabilite care să corespundă fiecăruia dintre cele șase nivele ale achizițiilor cognitive, identificate de către Bloom. Evaluarea cunoștințelor elevilor se poate face prin teste nestandardizate – elaborate de profesorul clasei sau prin teste standardizate – elaborate de MECT. În ambele situații aceasta necesită o prestare care să includă o analiză a itemilor (calcularea coeficientului de dificultate și a celui de discriminare).

Utilizarea testelor docimologice prezintă următoarele *avantaje*:

- Constituie mijloace eficiente de cunoaștere a performanței subiecților și de selecție a acestora (atunci când acesta este scopul aplicării lor);
- Poate contribui la o tratare diferențiată;
- Reglează activitățile educaționale (elaborarea programelor de recuperare sau de accelerare).

Testele docimologice, la utilizare, pot prezenta și *dezavantaje*, printre acestea numărându-se:

- Lipsa de rigoare în elaborarea și administrarea acestor teste docimologice;
- Testele standardizate care includ prea multe răspunsuri închise au fost cri-

ticate prin faptul că evaluează mai degrabă capacitatea de memorare a subiecților, în timp ce testele de tip eseu sunt considerate prea subiective.

Din perspectiva evaluării moderne *itemul* poate fi considerat *ca unitate de măsurare* care include un stimul și o formă prescriptivă de răspuns, fiind formulat cu intenția de a suscita un răspuns de la cel examinat, pe baza căruia poate aprecia nivelul de achiziții al acestuia într-o direcție sau alta.

C) Instrumentul de evaluare proiectat

Tipul evaluării: sumativă

Forma de evaluare: scrisă

Clasa: a X-a, profil tehnic

Obiectul: fizică nr. de ore: 2 ore/ săptămână

Țimp de lucru: 50 minute

Subiectele 1-3 conțin itemi cu răspuns unic. Fiecare item conține trei variante din care numai una este corectă

1. Rezistența electrică este

a) un dispozitiv într-un circuit electric

b) o proprietate a unui rezistor

c) opoziția manifestată de un dipol la trecerea curentului electric

2. Potentiometrul este

a) o rezistență variabilă

b) dispozitiv folosit pentru variația tensiunii prin cuplarea a două circuite

c) un reostat care se conectează în serie în circuit.

3. Rezistența electrică se poate calcula cu

relația: a) $R = \frac{\rho S}{L}$; b) $R = \frac{U}{I}$; c) $R = \rho(1 + \alpha \Delta t)$

Subiectele 4 - 6 conțin itemi cu răspuns multiplu. Fiecare item conține trei variante din care pot fi corecte 2 sau 3 răspunsuri.

4. Rezistența circuitului în regim de scurtcircuit este

a) $R \rightarrow \infty$ și $r = 0$; b) $R = 0$ și $r \neq 0$; I -maximă

c) $(R+r) \neq 0$ și $r \neq 0$; $I = E/r$

5. Rezistivitatea unui conductor metalic cilindric

a) este direct proporțională cu rezistența electrică a conductorului

b) este invers proporțională cu conductivitatea electrică.

c) variază aproximativ liniar cu temperatura

6. Unitatea de măsură pentru rezistență este: a) Ohm; b) Volt/Amper; c) Coulomb / secundă

Subiectele 7-8 conțin itemi de tip cauză – efect. Fiecare item cuprinde două afirmații A și F separate prin „deoarece”. Posibilitățile de alegere sunt:

a) ambele afirmații sunt adevărate și este adevărată relația de cauzalitate invocată AA

b) ambele afirmații sunt false FF

c) o afirmație este adevărată și una este falsă AF

7. Pentru a mări domeniul de măsurare al unui ampermetru se conectează un rezistor în paralel cu aparatul de măsură *deoarece* acesta preia diferența de curent și protejează aparatul. a) AA; b) FF; c) AF.

8. Randamentul unui circuit electric este dependent de rezistența circuitului *deoarece* randamentul crește dacă scade rezistența internă (r) a generatorului sau dacă rezistența consumatorului (R) crește. a) AA; b) FF; c) AF

Subiectul 9 conține itemi cu răspuns unic. Fiecare item conține trei variante din care numai una este corectă.

9. Variația relativă a rezistenței electrice ($\Delta R/R_0$) a unui fir de nichelină ($\alpha=0,2 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$) când temperatura crește cu 200 grade este: a) 0,04; b) 4/10; c) 40%.

Subiectul 10 conține itemi cu răspuns multiplu. Fiecare item conține trei variante din care pot fi corecte 2 sau 3 răspunsuri.

10. A. Trei rezistori identici R se conectează o dată în serie și apoi în paralel. Raportul rezistențelor echivalente R_s/R_p este: a) 9; b) 81/9; c) 4.

B. O sursă de tensiune are rezistența internă $r=3\Omega$ și tensiunea electromotoare $E=12V$. Curentul de scurtcircuit și puterea maximă transferată au valorile: a) 4 A; 12W; b) 12/3 A; 4 W; c) 4 A; $0,12 \cdot 10^2$ W

C. Un fir conductor din aluminiu ($\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$) cu lungimea $l=1\text{km}$ și secțiunea $S=0,28\text{mm}^2$ are rezistența electrică: a) 1Ω ; b) $10^{-3}\text{k}\Omega$; c) 10Ω .

D) Baremul de corectare și notare

Rezolvarea testului

1. Rezistența electrică se definește prin (c) opoziția manifestată de un dipol la trecerea curentului electric

2. Potentiometrul este un (b) dispozitiv folosit pentru variația tensiunii prin cuplarea între ele a două circuite

3. Rezistența electrică se poate calcula cu relația: (b) $R=U/I$

4. Rezistența circuitului în regim de scurtcircuit este (b) $R=0$ și $r \neq 0$; $I=\text{max}$. (c) $(R+r) \neq 0$ și $r \neq 0$; $I=E/r$

5. Rezistivitatea ρ unui conductor metallic cilindric este (b) invers proporțională cu conductivitatea electrică σ , (c) variază aproximativ liniar cu temperatura

6. Unitatea de măsură pentru rezistență este: (a) Ohm, (b) Volt / Amper

7. Pentru a mări domeniul de măsurare al unui ampermetru se conectează un rezistor în paralel cu aparatul de măsură *deoarece* acesta preia diferența de curent și protejează aparatul (a) ambele afirmații sunt adevărate și este adevărată relația de cauzalitate invocată.

8. Randamentul unui circuit electric este dependent de rezistența circuitului *deoarece* randamentul crește dacă scade rezistența internă (r) a generatorului sau dacă rezistența consumatorului (R) crește. (a) ambele afirmații sunt adevărate și este adevărată relația de cauzalitate invocată.

9. Variația relativă a rezistenței electrice ($\Delta R/R_0$) a unui fir de nichelină ($\alpha=0,2 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$) când temperatura crește cu 200 grade este: (a) 0,04

$$R=R_0(1+\alpha\Delta t); R=R_0+R_0\alpha\Delta t;$$

$$R-R_0=R_0\alpha\Delta t; \frac{R-R_0}{R_0}=\alpha\cdot\Delta t;$$

$$\frac{\Delta R}{R_0}=0,2 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1} \cdot 200\text{K};$$

$$\frac{\Delta R}{R_0}=40 \cdot 10^{-3}=0,04; \frac{\Delta R}{R_0}=4\%$$

10. A. Trei rezistori identici R se conectează o dată în serie și apoi în paralel. Raportul rezistențelor echivalente R_s/R_p este: (a) 9, (b) 81 / 9;

$$A. R_s = \sum_{k=1}^n R_k; R_s = R + R + R = 3R;$$

$$\frac{1}{R_p} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}; \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}; R_p = \frac{R}{3};$$

$$\frac{R_s}{R_p} = \frac{3R}{R/3} = 9$$

B. O sursă de tensiune are rezistența internă $r=3\Omega$ și tensiunea electromotoare $E=12V$. Curentul de scurtcircuit și puterea maximă transferată au valorile: (a) 4A; 12W, (c) 4 A; $0,12 \cdot 10^2 W$

$$B. I_{Sc} = \frac{E}{r}; I_{Sc} = \frac{12 \cdot V}{3 \cdot \Omega} = 4 \text{ Amperi}$$

$$P_{max} = \frac{E^2}{4r}; P_{max} = \frac{(12 V)^2}{4 \cdot 3 \Omega} = \frac{12 \cdot 12 V^2}{12 \cdot \Omega} = 12 \cdot \text{Watt};$$

C. Un fir conductor din aluminiu ($\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \Omega m$) cu lungimea $l=1 \text{ km}$ și secțiunea $S=0,28 \text{ mm}^2$, are rezistența electrică: (a) 1Ω , (b) $10^{-3} \text{ k}\Omega$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}; R = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot 10^3 m}{2,8 \cdot 10^{-5} m} = 1\Omega$$

E) Baremul de corectare și notare

1. Rezistența electrică se definește prin c) 6p
2. Potentiometrul este un b) 6p
3. Rezistența electrică se poate calcula cu relația: b) 6p
4. Rezistența circuitului în regim de scurtcircuit este b) c) 6p
5. Rezistivitatea ρ unui conductor metalic cilindric este b) c) 6p
6. Unitatea de măsură pentru rezistență este: a) b) 6p
7. Pentru a mări domeniul de măsurare al unui ampermetru se conectează un rezistor în paralel cu aparatul de măsură *deoarece* acesta preia diferența de curent și protejează aparatul a) 7p
8. Randamentul unui circuit electric este dependent de rezistența circuitului *deoarece* randamentul crește dacă scade rezistența internă (r) a generatorului sau dacă rezistența consumatorului (R) crește. a) 7p

9. Variația relativă a rezistenței electrice ($\Delta R/R_0$) a unui fir de nichelină

F) Matricea de specificații

Niveluri taxonomice / conținut	Achiziții de cunoștințe		Înțelegere		Aplicare		Analiza		TOTAL	
	itemi	puncte	itemi	puncte	itemi	puncte	itemi	puncte	itemi	puncte
1. definirea unor mărimi fizice: rezistență (R) rezistivitate (ρ), conductivitate (σ), putere electrică (P) 2. dispozitive electrice (rezistor, potențiometru) 3. Dependența rezistenței, rezistivității de temperatură 4. Dependența rezistenței de dimensiunile și natura materialului rezistorului 5. Unități de măsură în Sistemul internațional 6. Aparate de măsură în circuitul electric 7. Rezistența în circuitul electric (Randamentul unui circuit electric, Regimul de scurtcircuit) 8. Gruparea rezistorilor (în serie și paralel) 9. Relații matematice pentru determinarea mărimilor fizice	1. 6p									
	3. 6p		-		10.C 1p		-			4 itemi 19 p
	5. 6p									
	2. 6p									1 itemi 6p
	9. 5p									1 itemi 5p
	-				10.C 5p					1 itemi 5p
	6. 6p				10.C 2p					2 itemi 8p
	-									1 itemi 7p
	-									2 itemi 13p
10.A 10p										1 itemi 2p
10.B 10p										6 itemi 35p
8 itemi 55p					5 itemi 16p					4 itemi 22p 17 itemi 100p

($\alpha=0,2 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$) când temperatura crește cu 200 grade este: a) 0,04 12p

$$R=R_0(1+\alpha\Delta t); 5p, R=R_0+R_0\alpha\Delta t; 1p,$$

$$R-R_0=R_0\alpha\Delta t; 1p, \frac{R-R_0}{R_0}=\alpha\cdot\Delta t; 1p,$$

$$\frac{\Delta R}{R_0}=0,2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \cdot 200 \text{ K}; 2p,$$

$$\frac{\Delta R}{R_0}=40 \cdot 10^{-3}=0,04; 1p, \frac{\Delta R}{R_0}=4\%; 1p.$$

10. A. Trei rezistori identici R se conectează o dată în serie și apoi în paralel. Raportul 16p rezistențelor echivalente R_s/R_p :

a) 9; b) 81/9;

$$A. R_s=\sum_{k=1}^n R_k; 5p, R_s=R+R+R=3R; 2p,$$

$$\frac{1}{R_p}=\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}; 5p, \frac{1}{R_p}=\frac{1}{R}+\frac{1}{R}+\frac{1}{R}=\frac{3}{R}; 2p,$$

$$R_p=\frac{R}{3}; \frac{R_s}{R_p}=\frac{3R}{R/3}=9; 2p.$$

B. O sursă de tensiune are rezistența internă $r=3\Omega$ și tensiunea electromotoare $E=12\text{V}$. Curentul de scurtcircuit și puterea maximă transferată au valorile: a) 4 A; 12W c) 4A; 0,12·10² W 14p

$$B. I_{sc}=\frac{E}{r}; 5p, I_{sc}=\frac{12\cdot\text{V}}{3\cdot\Omega}=4\text{Amperi}; 2p,$$

$$P_{\max}=\frac{E^2}{4r}; 5p,$$

$$P_{\max}=\frac{(12\text{V})^2}{4\cdot 3\Omega}=\frac{12\cdot 12\text{V}^2}{12\cdot\Omega}=12\cdot\text{Watt}; 2p.$$

C. Un fir conductor din aluminiu ($\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$) cu lungimea $l=1\text{km}$ și secțiunea $S=0,28\text{mm}^2$, are rezistența electrică: 8p

a) 1 Ω b) 10⁻³ k Ω

$$R=\frac{\rho \cdot l}{S}; 5p, R=\frac{2,8 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m} \cdot 10^3\text{m}}{2,8 \cdot 10^{-5}\text{m}^2}=1\Omega; 3p$$

G) Document de prezentare a administrării instrumentului de evaluare

Disciplina: FIZICĂ

Clasa a X-a D, Eșantionul de subiecți este format din 24 elevi clasa a X-a D, vârsta 16-17 ani, 19 fete și 5 băieți.

Tabel nominal cu notele obținute la testul sumativ

Testul de verificare de mai sus a fost administrat elevilor clasei a X-a D de la Grupul Școlar „C. D. Nenițescu” Baia Mare. Testul a avut un nivel mediu spre greu de dificultate. Acesta a respectat cerințele programei

școlare și a fost în așa fel conceput încât să asigure o evaluare sumativă după parcurgerea unității de învățare „Rezistența electrică”. Au fost prezenți 24 de elevi. Rezultatele obținute de către aceștia sunt prezentate în tabelul următor.

Nr. crt.	Elev	Punctaj obținut	Nota obținută (rotunjită)	Abaterea medie pătratică (nota-medie) ²
1	Elev 1	66	7	0,00
2	Elev 2	68	7	0,00
3	Elev 3	54	5	4,00
4	Elev 4	65	7	0,00
5	Elev 5	92	9	4,00
6	Elev 6	80	8	1,00
7	Elev 7	66	7	0,00
8	Elev 8	58	6	1,00
9	Elev 9	65	7	0,00
10	Elev 10	65	7	0,00
11	Elev 11	58	6	1,00
12	Elev 12	75	8	1,00
13	Elev 13	56	6	1,00
14	Elev 14	62	6	1,00
15	Elev 15	50	5	4,00
16	Elev 16	65	7	0,00
17	Elev 17	68	7	0,00
18	Elev 18	75	8	1,00
19	Elev 19	80	8	1,00
20	Elev 20	70	7	0,00
21	Elev 21	69	7	0,00
22	Elev 22	60	6	1,00
23	Elev 23	66	7	0,00
24	Elev 24	95	10	9,00

168 puncte : 24 elevi = 7 (media pe clasă) suma (nota - medie)² = 30

Distribuția notelor obținute de elevii evaluați este prezentată în tabelul alăturat.

Pentru a putea interpreta mai bine rezultatele acestei probe de evaluare am calculat următorii indici: *Promovabilitate*: 100 %

Media clasei :

$$M=\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, M=\frac{168}{24}=7,0; M=7,00$$

Mediana: mărimea (nota) din mijlocul șirului de note așezate în ordine crescătoare și care împarte șirul de note în două părți egale ca număr de note este $Me=6,6$.

Note între:	1.00– 1.99	2.00– 2.99	3.00– 3.49	3.50– 4.49	4.50– 5.49	5.50– 6.49	6.50– 7.49	7.50– 8.49	8.50– 9.49	9.50– 10
Nr. de elevi frecvența notelor	0	0	0	0	2	4	12	4	1	1

La test s-au obținut următoarele punctaje: 50, 54, 56, 58, 58, 60, 62, 65, 65, 65, 65, 66, 66, 66, 68, 68, 69, 70, 75, 75, 80, 80, 92, 95.

Modul: Nota care are cea mai mare frecvență (se repetă de cele mai multe ori) este $M_0 = 7$.

Media și mediana prezintă o diferență de 0,4 în favoarea mediei clasei.

$$(M - Me) = (7 - 6,6) = 0,4$$

Domeniul este între diferența dintre scorul maxim și scorul minim obținut de elevi la test, deci este: $9,50 - 5,00 = 4,50$

Deviația standard: arată împrăștierea notelor față de medie și se calculează astfel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M)^2}{n}}; \sigma = \sqrt{\frac{30}{24}} = \sqrt{1,25} = 1,118$$

În cazul acesta deviația standard este: $\sigma = 1,118$

Pentru a determina numărul elevilor care au obținut note funcție de cele trei nivele cognitive: Cunoaștere, Aplicare și Rezolvare de probleme, a fost aplicată formula:

$$M - \sigma = 7,000 - 1,118 = 5,882$$

$$M + \sigma = 7,000 + 1,118 = 8,118$$

Numărul notelor în intervalul 5,882 și 8,118 este de 20, adică 83,33 % dintre elevi au note cuprinse în acest interval.

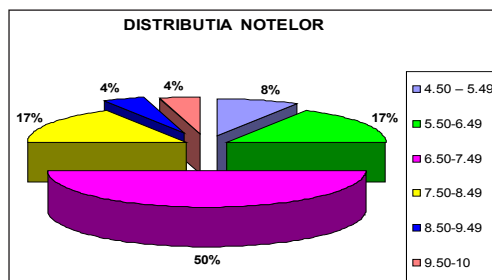
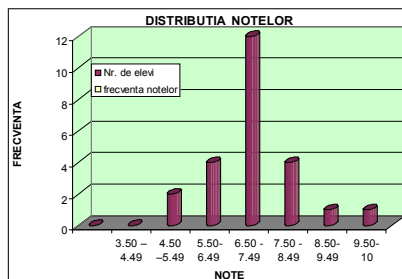
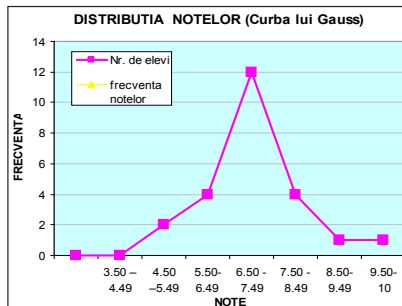
$$M - 2\sigma = 7,000 - (2 \times 1,118) = 7,000 - (2,236) = 4,764$$

$$M + 2\sigma = 7,000 + (2 \times 1,118) = 7,000 + (2,236) = 9,236$$

Numărul notelor cuprinse între 4,764 și 9,236 este de 23, adică 95,83% dintre elevi au note cuprinse în acest interval.

Reprezentarea grafică a notelor obținute de elevi a fost făcută prin curba lui Gauss, prin histogramă și diagramă circulară astfel:

- Curba lui Gauss
- Histograma distribuției notelor
- Diagrama circulară a distribuției notelor obținute la evaluare



Concluzii:

- Testul aplicat la sfârșitul unității de învățare "Rezistența electrică", este unul de tip sumativ.
- Se observă că notele se așează aproximativ pe curba lui Gauss.
- Media generală este 7,000.
- Nu au existat note mai mici de 5. Cea mai mare notă a fost nota 10.
- Elevii și-au însușit deprinderile și competențele minime pe unitatea de învățare predată și învățată. Colectivul acestei clase este unul omogen,

fără extreme, nivelul clasei este unul mediu, lucru care se observă și din punctajele obținute în urma evaluării.

- În vederea întocmirii unui test cât mai reprezentativ, care să corespundă cerințelor stabilite, trebuie realizat fiecare item, în sensul stabilirii nivelului lui de stăpânire, folosind anumite criterii și având la îndemână anumiți indici.
- Pentru ameliorarea situației și adaptarea la cerințele programei și la situația reală a clasei este nevoie să intervenim în structura testului și în conținut. Din acest motiv la acest test s-a renunțat la itemii cu grad mare de dificultate și au fost înlocuiți cu itemi mai accesibili.

Ca o concluzie putem remarca faptul că proba de evaluare a fost concepută în concordanță cu modelele de subiecte de bacalaureat.

H) Analiza modului în care a fost aplicat baremul de corectare și notare

Baremul de corectare a fost în așa fel conceput încât să asigure flexibilitatea în notare. Acest lucru se referă în principal la a da posibilitatea elevului de a alege și alte metode de rezolvare decât cele pe care le-a prospectat profesorul.

Celor trei mari niveluri taxonomice (CUNOAȘTERE (achiziții + înțelegere), APLICARE ȘI REZOLVARE DE PROBLEME) le-au fost atribuite următoarele ponderi: 62 %, 16 %, respectiv 22 %. Această alegere a fost făcută ținând cont de nivelul clasei.

Cea mai simplă parte a testului percepută de elevi a fost cea constituită din itemii care au urmărit atingerea nivelului de achiziție a informației, respectiv înțelegerea acesteia. Au fost aplicați 17 itemi. Astfel itemii care vizau confirmarea sau infirmarea unei relații cauzale, au fost rezolvați de majoritatea elevilor. Au fost rezolvați în proporție de 70% itemii care solicitau cunoașterea și utilizarea în rezolvarea problemelor simple a noțiunilor care definesc

„Rezistența electrică”. 55% dintre elevi au fost capabili de a rezolva itemii care solicitau scrierea relațiilor matematice ale mărimilor fizice caracteristice rezistenței electrice. Au fost întâlnite situații tipice: elevi care au cunoscut algoritmul de rezolvare, însă au greșit la calcule elementare.

Itemii 10 - 14 au fost cei mai dificili, doar 7 elevi abordând acești itemi, adică 29,16%. Am sesizat că elevii au dificultăți în a face corelații între conținuturi și concepte aflate în capitole diferite, mai ales dacă itemul nu este structurat.

În urma aplicării testului s-a constatat că în general elevii stăpânesc noțiunile de bază ale unității de învățare „Rezistența electrică”. Elevii se descurcă atunci când este vorba de exerciții care nu necesită prea multe explicații, argumentări, respectiv dificultăți ample atunci când întâlnesc situații-problemă, care necesită o analiză complexă.

Se poate constata că obiectivele de evaluare propuse au fost atinse în mare măsură prin testul sumativ propus la sfârșitul unității de învățare. Pentru elevii cu carențe în procesul de predare-învățare-evaluare se impune a se avea în vedere o mai mare implicare a lor în activitățile de învățare din clasă, o mai riguroasă verificare și urmărire a sarcinilor pe care le au de îndeplinit, a calității sarcinilor realizate.

Dacă ar fi să dăm testul din nou am face unele modificări: ori se modifică baremul de notare, prin micșorarea punctajului acordat itemilor obiectivi și semiobiectivi ori se solicită răspunsuri prin alți itemi: *obiectivi - de tip cu răspuns scurt, semio-obiectivi* ori se pot aplica și întrebări structurate pentru a le oferi elevilor posibilitatea (prin intermediul subîntrebărilor) de a evita răspunsurile limitate.

Bibliografie:

- Bârzea, C., (1995), *Arta și știința educației*, București, E.D.P.
- Cucoș, C., (2002), *Pedagogie*, Ed. a II-a revăzută și adăugită, Iași, Editura Polirom.

Jinga, I., (coord.), *Evaluarea performanțelor școlare*, Editura ALL, București, 1998.
 Mezer, G., *De ce și cum evaluăm*, trad. Iași, Editura Polirom, 2000
 Văideanu, G., (1998), *Educația la frontiera dintre milenii*, București, Editura Politică

Voiculescu, E., *Factorii subiectivi ai evaluării*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 2001.
Programa școlară de Fizică, clasa X (valabilă pentru anul școlar 2008/2009); Aprobat prin ordin al ministrului Nr. 4598 / 31.08.2004

OBSERVAȚIILE ASTRONOMICE ȘI NEBULOZITATEA ATMOSFERICĂ

*Prof. dr. Luchian Dorina, Colegiul Național „C. Negruzzi” Iași
 meteorolog Luchian Neculai, A.N.M.-C.M.R. Moldova, Iași*

Introducere

Observația meteorologică reprezintă măsurarea sau evaluarea unuia sau mai multor elemente meteorologice. Aceasta constă în măsurarea valorilor numerice ale elementelor meteorologice, a variației lor, precum și în aprecierea caracteristicilor calitative ale fenomenelor care descriu starea timpului la stația meteorologică. Condiția esențială la care trebuie să răspundă observația meteorologică este comparabilitatea datelor și valorilor în timp, fie cu cele provenite de la alte stații, fie între ele. **Unul dintre parametrii atmosferici** important este nebulozitatea, deci gradul de acoperire cu nori a bolții cerești.

Nebulozitatea noroasă

Nebulozitatea depinde de foarte mulți factori: tipul de masă atmosferică ce există în momentul observației, gradul de încărcare cu umezeală a respectivei mase, gradul de insolație a soarelui legat de durata de strălucire a acestuia, vântul, morfologia terenului peste care trece masa atmosferică, latitudinea locului unde se face observația. În meteorologie, gradul de acoperire cu nori se face prin apreciere efectuată cu ochiul pregătit profesional, observația făcându-se pe baza atlasului internațional de nori, atlas care cuprinde marea majoritate a tipurilor de nori, la termene fixe stabilite conform instrucțiunilor elaborate de OMM.

Aprecieri asupra nivelului la care se află baza norilor se face observațional și cu aju-

torul ceilometrelor care dau înălțimea bazei norului la verticala locului. Ceilometrele sunt folosite în special la stațiile meteorologice ce deservește aeroporturile și sunt precise în aprecierea înălțimii bazei norului mai ales pentru valori reduse de până la 1000-1200m.

Observația se efectuează simultan la toate stațiile meteorologice dintr-o arie dată, la ore oficiale standard, pentru a se obține o imagine asupra stării timpului. Observațiile și măsurătorile se fac atât cu aparatură clasică, iar în ultimul timp și cu stații automate și vizează presiunea atmosferică, vântul, temperatura și umezeala aerului, temperatura și starea suprafeței solului, durata de strălucire a soarelui, precipitațiile atmosferice, strat de zăpadă, fenomene atmosferice, nebulozitatea și altele. Norul este un hidrometeor constituit dintr-o suspensie de particule minuscule de apă lichidă sau de gheață în atmosferă, sau din ambele în același timp, care în general nu ating solul. De asemenea, el mai poate conține particule lichide neapoase sau solide, provenite din vapori industriali, fum sau pulberi. Este un element care în majoritatea cazurilor determină aspectul vremii în zona deasupra căreia există și reprezintă unul din cele mai importante fenomene care fac obiectul observației meteorologice. Prin cantitatea, forma, înălțimea, asociațiile sau evoluția lor, norii reprezintă un indicator prețios al proceselor termodinamice dominante în

zona lor de existență. Ca urmare a proceselor de formare, norii sunt asociați în sisteme noroase de dimensiuni corespunzătoare intensității și mărimii acestor procese. În cadrul unui sistem noros condițiile termodinamice sunt relativ omogene. În marea lor majoritate sistemele noroase sunt migratoare, însoțind perturbațiile barice cărora le sunt asociate – durata lor de viață și modificările structurale sunt determinate direct de evoluția acestor perturbații.

Clasificarea norilor

În general norii se împart pe etaje, genuri, specii, varietăți, înălțimea maximă la care sunt situați norii superiori nu depășește 8–9 km pentru latitudinea noastră. Deosebit norii situați în etajul inferior, la o altitudine de la 0 km până la 2 km, norii situați în etajul mijlociu, etaj cuprins în banda de altitudine cuprinsă între 2 km și 4 km și norii situați în etajul superior situat până la 8–9 km. Sunt cazuri în perioada verii, la traversarea teritoriului țării noastre de formațiuni ciclonice puternice, când vârful norilor de furtună Cumulonimbus poate atinge 18 km (măsurătoare efectuată cu ajutorul radarului Doppler). Mai sunt tipuri de nori alcătuiți din particule suprarăcite, a căror înălțime este de ordinul 20–30 km față de sol, nori situați în stratosferă. Acest tip de nori nu sunt codificați de meteorologia clasică, de exemplu norii sidefii. Dimensiunea norilor variază în limite foarte mari, începând de la cele

ale fragmentelor de-abia observabile și terminând cu cele ale straturilor sau pânzelor continue, care pot acoperi în întregime bolta cerului vizibilă din punctul considerat.

Izopletele nebulozității

Izopletele nebulozității reprezintă niște curbe care dau distribuția nebulozității pe bolta cerească dintr-o zonă geografică bine determinate. Se împarte bolta cerească în 10 suprafețe de arii egale și se trasează curbele care unesc punctele de nebulozitate egală. Aceste curbe delimitează niște suprafețe de nebulozitate distinctă. Ele au valoare diagnostică. Am realizat de exemplu izopletele nebulozității totale la Stația Meteorologică O.M.M. Bârlad pe o perioadă de 36 ani și anume 1961–2007 (fig. 1). În acest scop am prelucrat datele înregistrate observațional în perioada considerată pe care le-am prezentat cu valorile maxime și minime lunare și anuale, corespunzător perioadei 1961–2007. Am analizat și regimul nebulozității anuale la orele de observații climatologice pentru perioada 1961–2008 (fig. 2).

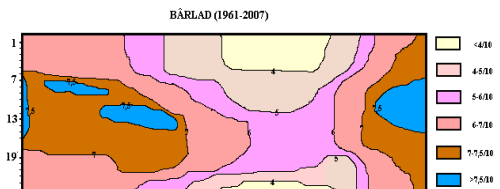


Figura 1. Izopletele nebulozității totale la Bârlad pentru perioada 1961–2007.

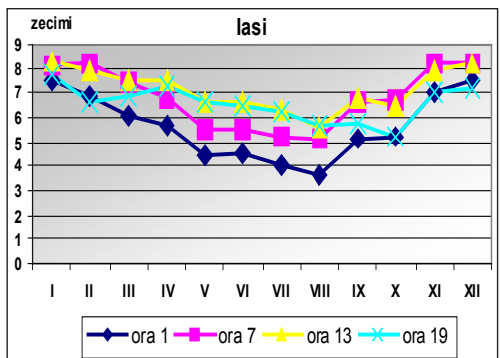
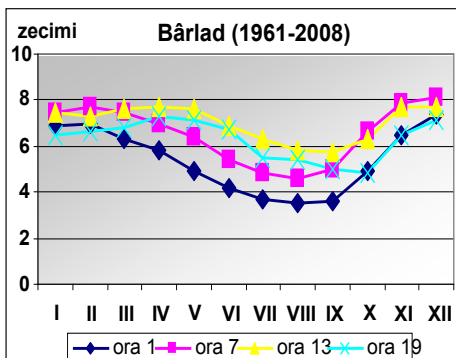


Figura 2. Regimul anual al nebulozității totale la orele de observații climatologice în perioada 1961–2008

Date experimentale înregistrate observațional și reprezentarea grafică a lor

În lucrarea de față am folosit datele înregistrate observațional la Stațiile Meteorologice Suceava, Iași, Bârlad, Galați care sunt stații meteo reprezentative pentru Moldova. Menționăm că tabelele cu valorile numerice le prezentăm în Anexa 1, iar graficele le prezentăm în lucrare. Astfel am reprezentat variația nebulozității medii lunare la orele principale de observații 1,7,13,19 la Stația Meteo Galați și Iași (fig. 3), Bârlad (fig. 4) și Suceava (fig. 5), corespunzător perioadei 1961-2008.

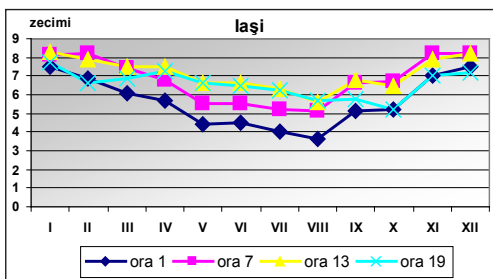
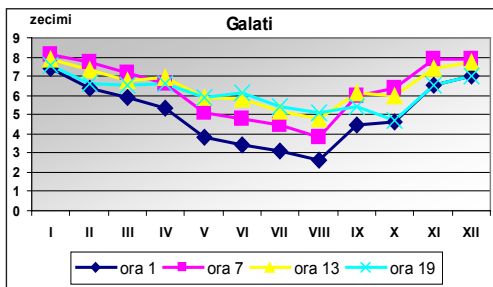


Figura 3. Regimul lunar al nebulozității la Stațiile Meteo Galați și Iași, perioada 1961-2008

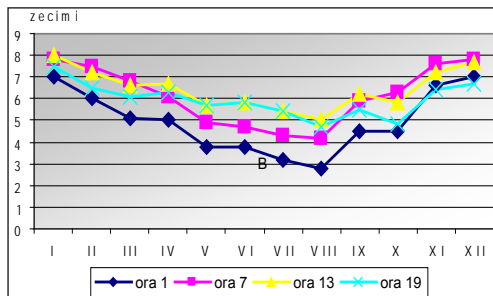


Figura 4. Variația nebulozității medii lunare la orele principale de observații S.M. Bârlad în perioada 1961-2008

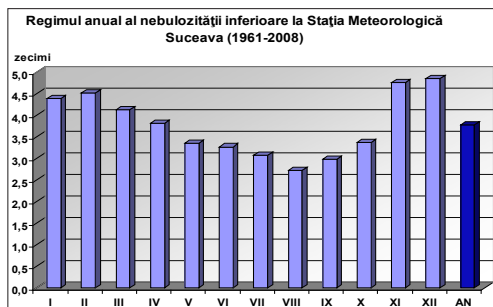
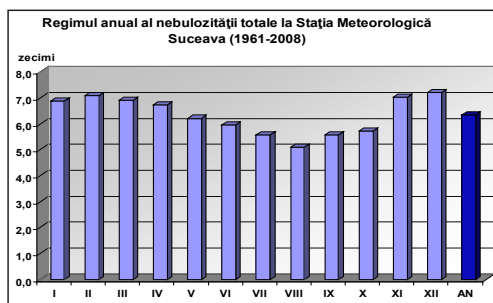


Figura 5. Variația nebulozității medii lunare totale și inferioare la S.M. Suceava (1961-2008)

Regimul anual al nebulozității totale la Stația Meteorologică Suceava (1961-2008)

Ora	Luna												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Media	6,9	7,1	6,9	6,7	6,2	5,9	5,6	5,1	5,6	5,7	7,0	7,2	6,3

Regimul anual al nebulozității inferioare la Stația Meteorologică Suceava (1961-2008)

Ora	Luna												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Media	4,4	4,5	4,1	3,8	3,3	3,3	3,1	2,7	3,0	3,4	4,8	4,8	3,8

Concluzii

Din analiza graficelor se observă că, pentru fiecare termen (oră) principal la toate stațiile considerate, nebulozitatea are valori minime la miezul nopții, cele mai mici valori fiind în sezonul cald. Luna august reprezintă minimumul absolut, cele mai mici valori fiind la Galați, iar cele mai mari se găsesc la Iași. Cele mai mari valori în evoluția lunară se regăsesc pentru orele 13 la toate stațiile meteorologice. De remarcat că nebulozitatea la Galați are un palier destul de larg în perioada ianuarie-iunie, urmat de octombrie-decembrie spre deosebire de celelalte stații la care valorile maxime sunt în lunile noiembrie, decembrie și ianuarie. Nebulozitatea atmosferică influen-

tează mult observațiile astronomice efectuate de pe Pământ și este foarte important să o studiem pe o perioadă lungă de timp pentru a putea stabili corect când, unde și cum se produce aceasta influență.

Bibliografie:

- Bacinschi D. (1979), *Meteorologie generală*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
 Leontie L. (2002), *Introducere în fizica atmosferei*, Ed. „Gh. Asachi”, Iași.
 Pop Gh. (1988), *Introducere în meteorologie și climatologie*, Ed. Științifică și Enciclopedică, Cluj-Napoca.
 ***(1961-2009), *Tabele meteorologice TMI-1M*, Administrația Națională de Meteorologie R.A.

Anexa 1: Tabele cu date experimentale

Parametru	Luna												AN
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
M	9,019701990	9,11984	8,51969	7,91972	7,91978	7,01989	6,71969	6,81968	7,81996	8,11976	9,11968	9,81969	6,819681972
m	4,31993	4,81976	5,02005	4,71986	3,22000	4,11996	2,42007	2,11992	2,91994	4,11969	4,91983	5,91998	5,519832

Tab. 1. Maximele și minimele lunare și anuale ale nebulozității totale la Stația Meteorologică Bârlad în perioada 1961-2007

Ora	Luna												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	6,9	7,0	6,3	5,8	4,9	4,2	3,7	3,5	3,6	4,9	6,5	7,4	5,4
7	7,5	7,7	7,5	7,0	6,4	5,4	4,8	4,6	5,0	6,6	7,9	8,1	6,5
13	7,5	7,3	7,6	7,7	7,6	6,9	6,3	5,8	5,7	6,3	7,7	7,7	7,0
19	6,5	6,6	6,8	7,3	7,1	6,7	5,5	5,4	5,0	4,8	6,5	7,1	6,3
Media	7,1	7,2	7,1	7,0	6,5	5,8	5,1	4,8	4,8	5,7	7,2	7,6	6,3

Tab. 2. Maximele și minimele lunare și anuale ale nebulozității totale la Stația Meteorologică Galați în perioada 1961-2007

Ora	Luna												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	7,4	6,4	5,9	5,3	3,8	3,4	3,1	2,6	4,5	4,6	6,5	7,0	5,0
7	8,1	7,7	7,2	6,6	5,1	4,8	4,5	3,8	6,0	6,4	7,9	7,9	6,3
13	7,9	7,3	6,8	6,9	5,9	5,8	5,2	4,8	6,1	6,0	7,4	7,7	6,5
19	7,6	6,6	6,5	6,6	5,9	6,1	5,4	5,1	5,4	4,7	6,5	7,0	6,1
Media	7,8	7,0	6,6	6,4	5,2	5,0	4,6	4,1	5,5	5,4	7,1	7,4	6,0

Ora	Luna												Anual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	7,5	6,9	6,1	5,7	4,4	4,5	4,0	3,6	5,1	5,2	7,0	7,5	5,6
7	8,1	8,2	7,4	6,8	5,5	5,5	5,2	5,1	6,6	6,7	8,2	8,2	6,8
13	8,3	7,9	7,5	7,5	6,6	6,6	6,3	5,6	6,8	6,5	7,9	8,2	7,1
19	7,7	6,6	6,9	7,3	6,6	6,5	6,2	5,7	5,8	5,2	7,0	7,2	6,6
Media	7,9	7,4	7,0	6,8	5,8	5,8	5,4	5,0	6,1	5,9	7,5	7,8	6,5

Tab. 3. Maximele și minimele lunare și anuale ale nebulozității totale la Stația Meteorologică Iași în perioada 1961-2007

DESPRE APLICAREA METODEI GRAFICE LA REZOLVAREA UNOR PROBLEME DE FIZICĂ

*Conf. univ. dr. Vitalie Chistol
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău*

Pentru a face o analiză mai profundă a rezultatelor obținute în urma rezolvării problemelor de fizică și pentru înțelegerea esenței fenomenelor care au loc, deseori este necesară o reprezentare grafică a rezultatelor obținute. În același timp, o mulțime de probleme se reduc la rezolvarea unor ecuații de gradul doi sau trei, care au, corespunzător, două sau trei rădăcini. Rezolvarea grafică a acestor ecuații ne permite să determinăm câte soluții poate avea problema, care din ele au sens fizic și care nu. Unele probleme, care se reduc la rezolvarea ecuațiilor de gradul trei, în genere, nu pot fi rezolvate analitic, ci numai grafic. În cele ce urmează vom da câteva exemple de rezolvare a problemelor și de analiză a rezultatelor obținute, utilizând metoda grafică.

Problema 1:

Un corp alunecă pe un plan înclinat sub un unghi α față de orizont. Coeficientul de frecare dintre corp și plan este μ . Pentru ce valoare a unghiului α accelerația corpului este a ?

Proiecțiile forțelor de greutate \vec{G} și de frecare \vec{F}_f pe axa x (fig. 1) sunt

$$G_x = m \cdot g \cdot \sin \alpha \text{ și}$$

$$F_{fx} = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = -\mu \cdot m \cdot g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}.$$

Accelerația corpului este

$$a = g \cdot \sin \alpha - \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad (1)$$

Din ultima expresie rezultă ecuația pătrată $(1 + \mu^2) \sin^2 \alpha - 2 \frac{a}{g} \sin \alpha + \frac{a^2}{g^2} - \mu^2 = 0$

Soluțiile acesteia sunt:

$$\sin \alpha = \frac{\frac{a}{g} \pm \mu \sqrt{\mu^2 - \left(\frac{a}{g}\right)^2 + 1}}{1 + \mu^2} \quad (2).$$

Din expresia obținută vedem că una și aceeași valoare a accelerației matematice poate fi obținută pentru două valori diferite ale unghiului α .

Din ce cauză obținem acest rezultat și pot avea oare sens fizic ambele rădăcini ale expresiei (2)? Pentru a răspunde la această întrebare vom construi graficul dependenței $a = f(\sin \alpha)$.

Deoarece $\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$, expresia (1) poate fi scrisă și sub forma:

$$a = g \cdot \sin \alpha + \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad (3).$$

Expresia (3) nu are sens fizic, deoarece această expresie ar corespunde unei forțe de frecare orientate în direcția mișcării corpului. În fig. 2 sunt reprezentate grafic dependențele $a = f(\sin \alpha)$ obținute din expresia (1) (linie

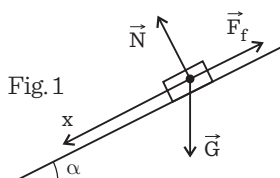


Fig. 1

Fig. 2 sunt reprezentate grafic dependențele $a = f(\sin \alpha)$ obținute din expresia (1) (linie

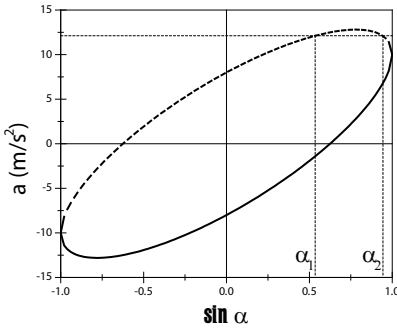


Fig. 2

neîntreruptă) și din expresia (3) (linie întreruptă).

Din figură vedem că două valori pozitive ale aceleiași accelerații pentru diferite unghiuri de înclinație a planului α_1 și α_2 le putem obține numai în cazul expresiei (3), care nu are sens fizic, iar din expresia (2) sens fizic are doar valoarea pozitivă. Deci, una și aceeași valoare a accelerației poate fi obținută doar pentru o singură valoare a unghiului α .

Problema 2:

Un tub subțire vertical de lungime l , închis în partea de jos, se introduce în mercur (Fig. 3a), apoi se scoate. Aflați lungimea coloanei de aer din tub după scoaterea lui din mercur (Fig. 3b). Presiunea atmosferică este p_0 , densitatea mercurului – ρ .

Considerând că aerul din tub este supus unui proces izotermic, avem $p_0 l = p_1 x$ (4), unde x – lungimea coloanei de aer din tub.

$$p_1 = p_0 + \rho \cdot g \cdot (l - x) \quad (5).$$

$$\text{Din (1) avem } p_1 = \frac{p_0 l}{x} \quad (6).$$

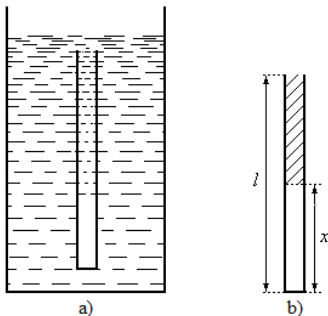


Fig. 3

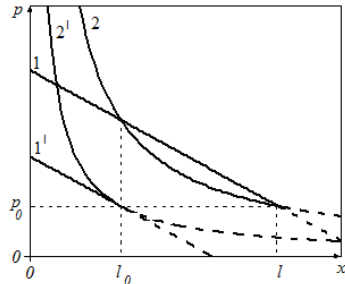


Fig. 4

Egalând expresiile (5) și (6), obținem

$$x^2 - \left(\frac{p_0}{\rho g} + l\right)x + \frac{p_0 l}{\rho g} = 0 \quad (7).$$

Soluțiile acestei ecuații sunt:

$$x = l \text{ și } x = \frac{p_0}{\rho g} = l_0 \quad (8).$$

Prima soluție corespunde cazului când mercurul încă n-a intrat în tub. Vom vedea că în acest caz sistemul aer – mercur se află într-o stare de echilibru instabil.

A doua soluție indică lungimea coloanei de aer din tub după scoaterea tubului din mercur. Rezultatul obținut este interesant. În primul rând, din (8) vedem că l_0 este o mărime constantă, care nu depinde nici de lungimea tubului, nici de adâncimea la care el a fost introdus în mercur. Dacă înlocuim $p_0 = \rho g h_0$, unde h_0 este presiunea atmosferică normală exprimată în milimetri a coloanei de mercur, din (8) obținem $l_0 = h_0 = 760 \text{ mm}$. Deci, indiferent de lungimea tubului sau de adâncimea la care el a fost scufundat, lungimea coloanei de aer din tub după ce va fi scos din mercur, este $l_0 = 760 \text{ mm}$. În al doilea rând, rezultatul (8) este valabil numai pentru lungimi ale tubului nu mai mici decât l_0 .

Pentru a explica ultima concluzie, cercetăm echilibrul suprafeței inferioare a mercurului din tub. Această suprafață se va afla în echilibru în cazul când presiunea pe care o exercită mercurul, exprimată prin relația (5), va fi egală cu presiunea pe care o exercită aerul din tub, exprimată prin relația (6). Reprezentăm grafic dependențele $p_1(x)$ din expresiile (5) și (6) (fig.4) pentru două cazuri: lungimea tubului l este mai

mare decât l_0 (curbele 1 și 2) și $l=l_0$ (curbele 1' și 2').

Din figură vedem că pentru orice $l > l_0$ avem două poziții de echilibru a sistemului mercur-aer: $x=l$ și $x=l_0$. În poziția $x=l_0$, pentru orice $x < l_0$, presiunea aerului din cilindru (curba 2) este mai mare decât presiunea exercitată de coloana de mercur (dreapta 1), iar pentru orice $x > l_0$, presiunea aerului este mai mică. Deci, pentru o abateră mică de la poziția de echilibru, presiunile mercurului și a aerului din tub tind să întoarcă sistemul la starea de echilibru. Astfel, poziția $x=l_0$ reprezintă o poziție de echilibru stabil.

Pentru orice $l_0 < x < l$ vedem că presiunea mercurului este mai mare decât cea a aerului și mercurul tinde să pătrundă în tub. Deci, pentru $x=l$, sistemul se află într-o stare de echilibru instabil. În acest caz, este de ajuns să scufundăm puțin tubul și mercurul va începe să pătrundă în el până la poziția $x=l_0$, în care sistemul se va afla într-o stare de echilibru stabil.

Din expresiile (5) și (6) se vede că, micșorând lungimea tubului, dreapta 1 coboară fără să-și modifice panta, iar curba 2 urcă. În acest caz pozițiile de echilibru stabil și instabil se apropie una de alta și, pentru $l=l_0$, ele se contopesc în una singură, pe care o vom numi poziție de echilibru metastabil. Pentru $l < l_0$, curbele 1 și 2 nu mai au nici un punct de intersecție și, pentru orice valoare a lui x , presiunea aerului din tub este mai mare ca cea a mercurului. Deci, pentru $l < l_0$ mercurul nu va mai pătrunde în tub și problema în acest caz nu are soluții.

Valoarea lui l_0 poate fi aflată și din alte considerente. Din fig. 4 vedem că pentru $l=l_0$ dreapta 1' coincide cu tangenta curbei 2' în punctul $x=l$, deci, derivatele expresiilor (5) și (6), în acest caz, trebuie să coincidă. Derivând expresiile (5) și (6), obținem

$$-\rho g = \frac{p_0 l}{x^2}.$$

Deoarece $x=l_0$, obținem $l_0 = \frac{p_0}{\rho g}$ rezultatul obținut coincide cu rezultatul (8).

Problema 3:

Două bile mici sunt fixate la capetele unui resort de lungime l , coeficientul de elasticitate al acestuia este k . Bilelor li se transmit sarcini q egale după valoare și de semn opus. Cu cât se va comprima resortul?

Asupra unei bile acționează forța de elasticitate a resortului $F_1 = k\Delta x$ (9) și forța coulombiană, al cărei modul este

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(l-\Delta x)^2} \quad (10).$$

Bilele se vor afla în echilibru în cazul când aceste două forțe vor fi egale. Egalăm expresiile din părțile drepte ale formulelor (9) și

$$(10): k\Delta x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(l-\Delta x)^2},$$

$$\text{deci } \Delta x(l-\Delta x)^2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 k} \quad (11).$$

Am obținut o ecuație de gradul trei, care are trei soluții. Pot avea oare bilele trei poziții de echilibru? Ecuația (11) nu poate fi rezolvată în mod analitic (cel puțin, în limitele programului școlar), dar poate fi rezolvată grafic. Tot din grafic putem vedea câte soluții poate avea problema.

În fig. 5 sunt prezentate graficele expresiilor (9) și (10). Dreapta 1 reprezintă dependența de Δx a forței de elasticitate (expresia (9)), iar curba 2 – a forței coulombiene (expresia (10)).

Din figură vedem că soluția Δx_3 nu poate avea sens fizic, deoarece în această poziție comprimarea resortului totdeauna este mai mare decât lungimea lui l . Celelalte două soluții au sens fizic. Inițial, pentru $\Delta x=0$, forța coulombiană este mai mare decât cea

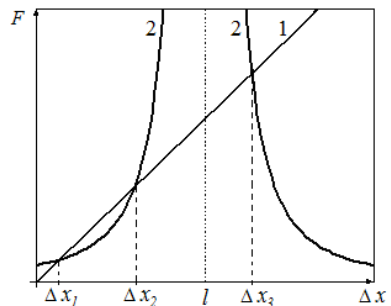


Fig. 5

elastică și resortul se va comprima până la poziția de echilibru Δx_1 . Pentru o comprimare mai mare decât Δx_1 forța elastică devine mai mare decât cea coulombiană și resortul se întoarce la starea de echilibru. Deci, în poziția Δx_1 resortul se află într-o stare de echilibru stabil. Comprimând resortul în continuare, ajungem la poziția de echilibru Δx_2 . Pentru $\Delta x > \Delta x_2$ resortul se va comprima nelimitat (desigur, în limitele dimensiunilor resortului). Deci, în poziția Δx_2 resortul se află într-o stare de echilibru instabil.

Dacă micșorăm coeficientul de elasticitate a resortului, panta dreptei 1 se micșorează și pozițiile de echilibru Δx_1 și Δx_2 se apropie una de alta. Pentru o anumită valoare a coeficientului de elasticitate (sau a sarcinilor bilelor) pozițiile de echilibru se contopesc în una singură și problema în acest caz are o singură soluție. Micșorând în continuare coeficientul de elasticitate, forța coulombiană totdeauna va fi mai mare decât cea elastică și resortul nu va avea nici o stare de echilibru.

Rezolvând grafic problema de echilibru putem determina valorile limită ale coeficientului de elasticitate sau sarcinilor bilelor pentru care problema încă mai are soluții.

Problema 4:

Pe un disc este fixat un resort de un capăt al căruia este prins un corp mic de masă m . Resortul are lungimea l_0 , iar corpul se află la distanța x_0 de la axa de simetrie a discului (fig. 6). Resortul se extinde și corpul se fixează la distanța r_1 de la axa discului, astfel încât mișcarea lui se limitează de limitatoarele 1 și 2 în intervalul $r_1 \leq r \leq r_2$, unde r este distanța de la corp până la axa discului. Coeficientul de elasticitate a resortului este k . Întreg sistemul se rotește cu viteza unghiulară ω . Pentru ce valoare a vitezei unghiulare corpul se va afla la distanța $r_1 < r < r_2$ de la axa discului?. Masa resortului se neglijează.

Asupra corpului acționează forțele:

$$F_1 = k(r + x_0) \quad (12), \quad F_2 = m\omega^2 r \quad (13).$$

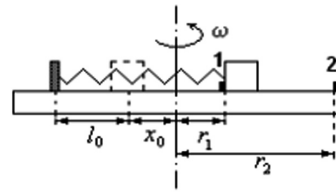


Fig. 6

Egalând aceste două forțe, obținem relația dintre viteza de rotație a discului ω și distanța r până la poziția de echilibru a corpului: $k(r + x_0) = m\omega^2 r$ (14).

S-ar părea că, exprimând ω din (14), putem determina viteza unghiulară pentru care corpul se va afla la orice distanță r de la axa de rotație. În realitate problema este mai complicată.

$$\hat{\text{Îl vom exprima pe } r \text{ din (14): } r = \frac{kx_0}{m\omega^2 - k} \quad (15)$$

Din (15) vedem că rezultatul obținut este valabil doar pentru $\omega \geq \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Pentru $\omega < \omega_0$, obținem $r < 0$ și expresia (12) în acest caz nu este valabilă. Pentru $\omega = \omega_0$ poziția de echilibru a corpului se va afla la o distanță infinit de mare de la axa discului.

Pentru a explica fenomenele care au loc, reprezentăm grafic funcțiile $F_1(r)$ și $F_2(r)$ din expresiile (12) și (13) (fig. 7).

Din fig. 7 se observă că pentru orice viteză unghiulară mai mică decât ω_1 , la distanța $r = r_1$, $F_1 > F_2$ și forța de reacțiune a limitatorului menține corpul în stare de repaus. La $\omega = \omega_1$ sistemul trece în stare de echilibru instabil, resortul începe să se extindă și corpul se îndepărtează la distanța $r = r_2$ (în lipsa limitatorului 2 resortul se va extinde nelimitat). La mărirea vitezei unghiulare, limitatorul 2 menține corpul la această distanță. Micșorând viteza unghiulară a discului, corpul se va menține la aceeași distanță până la viteza $\omega_2 < \omega_1$. La viteza $\omega = \omega_2$ sistemul iarăși se află în stare de echilibru instabil și corpul trece în poziția inițială. În poziții intermediare $r_1 < r < r_2$ sistemul nu poate să se afle.

Graficul dependenței $r(\omega)$ are forma reprezentată în figura 8.

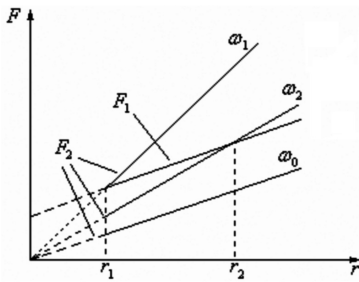


Fig. 7

Deci, obținem un fenomen analogic fenomenului de bistabilitate. Sistemul posedă două stări stabile. Trecerea din prima stare în a doua are loc pe o cale (la viteza ω_1), trecerea din starea a doua în prima are loc pe o

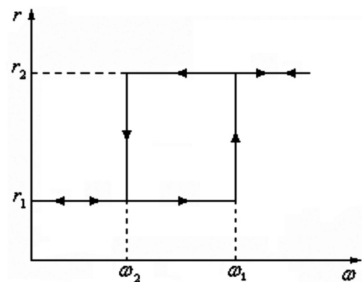


Fig. 8

altă cale (la viteza $\omega_2 < \omega_1$). Acest fenomen ar putea fi aplicat, de exemplu, la schimbarea vitezelor în cazul unui automobil cu cutia de viteze automată.

MONITORIZARE SISTEME DE ILUMINAT INDEPENDENTE

Prof. dr. Ion-Dan Chirilă, Colegiul Național de Informatică „G. Moisil” Brașov

„Nimic nu se pierde, nimic nu se câștigă, ci totul se transformă.” (Lavoisier)

La fel ca în multe alte situații din actualitate, dinamica evenimentelor de pe piață a luat pe foarte mulți pe nepregătite. Deși multe discursuri, la nivele chiar foarte înalte, au prezentat problema epuizării resurselor de energie clasice (combustibili fosili) în culori foarte sumbre, numărul celor care se implică în găsirea de soluții pe termen lung, care vizează perspectiva generațiilor viitoare, este nepermis de mic. Este adevărat că *sunt necesare investiții*, este adevărat de asemenea că *bani sunt o problemă* (în România a devenit un slogan), dar a nu lua în seamă perspectiva, cu potențialele pericole ce pot duce la adevărate blocaje, este de neiertat.

Un alt plan al abordării problemei importanței temei derivă din statutul nostru de țară care dorește să treacă de la starea de *aderat* la Comunitatea Europeană la cea de *integrat* deplin al acestei structuri politico-economice. Așa cum am mai subliniat mai sus, problematica nu este cunoscută în pro-

fuzime în primul rând de cei ce trebuie să ia decizii, pentru care declararea și ierarhizarea priorităților naționale este tratată ca o simplă obligație și nu o răspundere de înalt nivel.

Tipuri de „energii regenerabile” (ER)

1. Energie eoliană
2. Biomass – Biomasa, Biofuels – Bio-combustibili
3. Management de mediu și reciclarea deșeurilor
4. Energia mareelor
5. Tehnologia Hidrogenului
6. Hidro energy – hidroelectrică
7. Conversia Fotovoltaică
8. Energia termică solară

Nivelul atins în România

Sursele de energie din România sunt, în principal, legate de cărbune (peste 4 miliarde de tone), petrol brut, hidro-energie, energie nucleară. În prezent sunt exploatare patru platforme petoliere în platoul continental al Mării Negre și se estimează că,

noul câmp petrolifer, descoperit în 1999 va fi mult mai bogat. În ce privește energia obținută din zona hidro, valoarea medie teoretică, calculată în condiții tehnologice optime, este 70 miliarde kwh pe an, dar numai o parte din acest potențial a fost valorificată. Aici referirea se face la potențialul hidro al Dunării și ale principalelor râuri din munți, dar și a lacurilor glaciare din zonele montane. „Componenta nucleară” se datorează centralei de la Cernavodă care în prezent asigură 18% din producția de energie electrică, dar care va ajunge în final (se estimează 2015-2017) la 35-40%.

Rezervele de cărbune sunt exploatate pentru a fi utilizat în termocentrale.

În ce privește capacitățile de producție pentru rafinarea petrolului, România ocupă locul 5 în Europa și 14 în lume.

În diagrama următoare este prezentată schematic ponderea pe tipuri de energie electrică produsă în România la nivelul anului 2003.

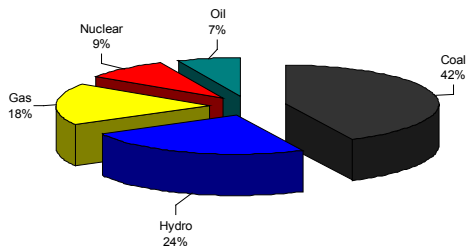


Figura 1. Ponderea surselor de energie folosite pentru producerea energiei electrice în România 2003

Modul în care se „regăsește” energia emisă cu generozitate de Soare poate fi ușor de remarcat din studiarea „hărții energiei solare” alăturate:

Considerăm necesar să prezentăm o seamă de repere de ordin științific și tehnologic, legate de acest domeniu:

- Intensitatea radiației solare la o distanță de 1AU este numită constanta solară (ISC) și are valoarea $ISC=1367 \text{ W/m}^2$
- Radiația ce cade pe suprafața considerată poate fi calculată cu relația: $I=I_0 \cos\theta$ unde I_0 este valoarea inten-

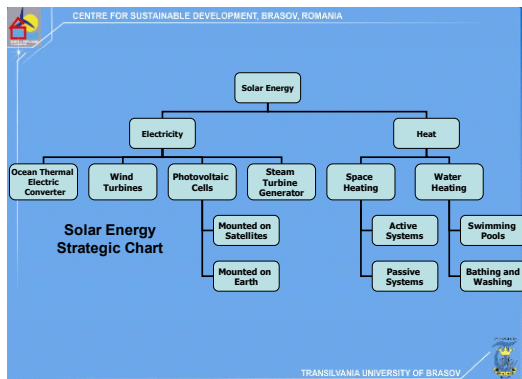
sității radiației la incidența normală, iar θ este unghiul de incidență la suprafața iradiată

- Reducerea valorii iradierii datorată unghiului de incidență respectiv se numește efect de cosinus
- Atmosfera terestră produce o reducere a iradierii, față de input-ul extraterestru, de 30% într-o zi foarte senină și de până la 100% într-o zi foarte noroasă
- Instrumentele folosite la măsurarea radiației solare și a caracteristicilor ei sunt: pyranometrul, pyrlieliometrul, înregistratorul de lumină solară



Unghiul de înclinare al colectorului pentru folosire pe întreaga perioadă a anului trebuie să fie egal cu latitudinea geografică a localității. Pentru folosire numai vara, din valoarea latitudinii se vor scădea 15° , în timp ce, pentru folosire exclusiv iarna, se vor adăuga 15° .

În Brașov au început să apară asemenea sisteme solare după anul 2004. Un exemplu de utilizator de panouri solare este Hotelul Belvedere, plasat într-o zonă favorizată de poziție (în zona Warthe), cu fațada spre sud



și cu o deschidere deosebit de largă. Panourile solare sunt montate pe acoperiș, în număr de 5, cu o suprafață totală de 15m². Ponderea energiei termice obținute cu ajutorul acestor captatori solari reprezintă aproximativ 50% din efortul energetic al societății pentru obținerea apei calde. De altfel, în urma unui acord cu o instituție de profil din Belgia, funcționarea acestui sistem de captori solari este monitorizată în permanență, datele fiind transmise on line către institutul de cercetare, care dorește să optimizeze funcționarea sistemului.

Explicarea procesului fotovoltaic:

- transformarea energiei luminoase direct în tensiune + energie electrică
- se realizează în celule solare (fotovoltaice)
- sub acțiunea luminii se produc perechi electron-gol apoi se produce o polarizare a unei diode semiconductoare cu structură specială care devine astfel o sursă de tensiune electrică. Această polarizare apare datorită purtătorilor minoritari generați în fiecare regiune semiconductoare care tranzitează ușor bariera de potențial a joncțiunii p-n, ajungând astfel în regiunea în care

ei sunt purtători majoritari. Aici apare polarizarea + pentru regiunea p și respectiv - pentru regiunea n.

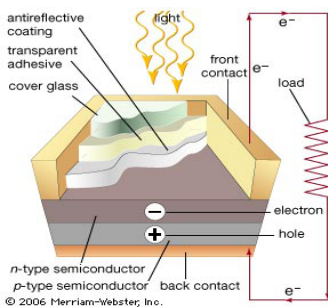
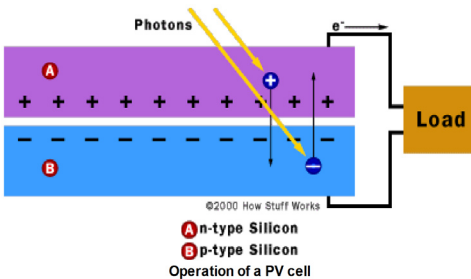
Principalele materiale utilizate în procesul fotovoltaic:

- diode semiconductoare pe bază de siliciu amorf sau/și cristalin (mono + policristalin)
- GaAs, Ge, Si, CdTe, CuInSeS, C
- istoricește celulele solare se împart în trei generații, în funcție de materialele și tehnologiile folosite precum și de performanțele obținute în conversia fotoelectrică

Generația/ perioada	Materiale	Eficiența conversiei
Prima generație - 1970	GaAs	17 - 20 %
A 2- a generație - 1990/2000	Si + straturi subțiri	25 - 30 %
A 3- a generație 2007, în cercetare	Polimeri, fibre de carbon nanometrice	45 %

Proprietăți necesare pentru ca un material să fie utilizat în conversia fotovoltaică

- banda interzisă să fie corespunzătoare cu energia fotonilor de lumină (vizibilă)
- $E_g = E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
- absorbție mare a radiației luminoase vizibile, în domeniul $\lambda \in [350\text{nm} - 750\text{nm}]$, ceea ce duce la un randament mai bun al sistemului
- coeficient de reflexie mic sau + strat antireflex.



Celule fotovoltaice aflate în comerț



SKU 16636

Solar Panel: 5.5V / 120mA

Rechargeable Lithium Battery:

3.7V/1000mAh

Dimensions:

closed 4.75in × 2.5in × .5in

opened 7.50in × 2.5 in × .5in

USB charging cable: 5V 500mA

DC Outputs: 5.5V 500mA

Price = 59.95 \$

ThinFilm 6V 7Watt

Innovative Solar Technologies™



SKU 8473

Output: 6V, 7W

Dimensions:

6 x 14 inches Folding solar panel

(12 x 14 inches unfolded)

Warranty: 10 years

Price = 42.95 \$

Briefcase Solar Generator

Innovative Solar Technologies™



SKU 07 - 1253

Dimensions: 17" x 22" x 2.5"

Weight: 10 lbs

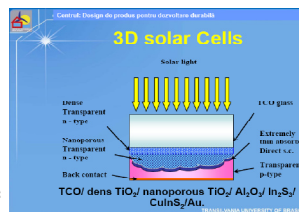
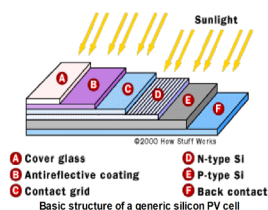
Peak Power Output: 13W / 17V

Price = 114 \$

Structura unei celule fotovoltaice

Imaginile de mai jos arată structura unei celule fotovoltaice. Componentele esențiale sunt:

strat de acoperire și protecție	strat de Si de tip N
strat antireflex	strat de siliciu de tip P
strat de contact 1	strat de contact 2



Principalele componente ale unui sistem fotovoltaic

Modulele componente ale unui sistem fotovoltaic sunt:

- Panourile solare (compuse din celule, conexiuni, suporturi și eventual sisteme de orientare)
- Baterii pentru stocarea energiei electrice
- Controler al funcționării sistemului de baterii – procesele de încărcare/descărcare
- Prize de consum direct al tensiunii continue
- Invertor – transformă tensiunea continuă în tensiune alternativă pentru rețeaua publică
- Prize de consum al tensiunii alternative

Implementarea sistemelor ER în sistemul de învățământ

Interesul crescut pentru noile tehnologii bazate pe energia provenită gratis de la Soare este pe deplin justificat, dar, lipsa fondurilor pentru acestea, face ca sistemele ER să fie încă un aspect "exotic" pentru mulți.

Conștienți de importanța pe care o au aceste tehnologii pentru viitor (chiar și pe termen scurt) am inclus în curriculum-ul opțional și teme care vizează cunoașterea și înțelegerea proceselor fizice și chimice care stau la baza funcționării lor. Mai mult de atât, am reușit să aducem în cadrul Colegiului (pentru început cu titlu de custodie pe termen limitat) câteva sisteme de iluminat. Monitorizarea funcționării acestor sisteme face obiectul prezentei lucrări. Sunt implicați mai mulți factori, pe care ne face plăcere să îi facem cunoscuți Dumneavoastră:

– S.C. Akro SRL Brașov, care ne-a pus la dispoziție panouri fotovoltaice, acumulatori, lămpi spe-

ciale și întreaga infrastructură de montaj a sistemelor ;

– *Universitatea „Transilvania” Brașov*, prin secția de *Inginerie Fizică* ne-a pus la dispoziție Tehnologia pentru colectarea și prelucrarea datelor , iar secția de pregătire în *domeniul ER* ne-a permis vizitarea laboratoarelor de specialitate și a întregii infrastructuri a sistemelor ER, prilej cu care elevii s-au familiarizat cu acest domeniu nou;

– *Catedra de Fizică a C.N.I. „Grigore Moisil”* care dezvoltă un Centru pilot pentru elevi de cunoașterea și folosirea sistemelor ER.

În perspectivă, cu sprijinul Rectoratului Universității Transilvania, vom dezvolta mai mult acest centru pilot la care elevii vor putea face măsurători și monitorizări a acestor sisteme.

Descrierea sistemelor fotovoltaice care fac obiectul monitorizării.

Nr. crt.	Denumirea produselor	U.M.	Cant.
1	Panou solar fotovoltaic 12V Mono solar panel 75Wp	buc	2
2	Panou solar fotovoltaic 12V Mono solar panel 100Wp	buc	1
3	Acumulator cu gel 12V 200Ah GEL battery (-30 to 50 degree, 5 years life time)	buc	1
4	Acumulator cu gel 12V 150Ah GEL battery (-30 to 50 degree, 5 years life time)	buc	2
5	Cadru metalic pentru panouri solare	buc	2
6	Lampa iluminat + lampa LVD 12V 23W LVD induction lamp with fixture (1200 to 1500lm)	buc	1
7	Lampa iluminat + lampa LVD 24V 40W LVD induction lamp with fixture (2400 to 2800lm)	buc	1
8	Controller 12V 10A charge controller with light sensor and timer function	buc	1
9	Controller 24V 15A charge controller with light sensor and timer function	buc	1
10	Cablu electric	metri	40

1. Solar Street Lighting System including:
12V Mono solar panel 100Wp (complet echipat). Preț echipament – 2.320 USD + TVA

2. Solar Street Lighting System including:
12V Mono solar panel 75Wp x 2 – (complet echipat). Preț echipament- 3.160 USD + TVA

Împreună cu elevii, care s-au arătat foarte încântați de activitățile de monitorizare a funcționării acestor sisteme (înregistrarea la intervale prestabilite a valorilor tensiunii de încărcare a bateriilor, măsurarea intensității luminoase care cade pe panouri cu un exponometru), am început să studiem, construcția și funcționarea lor. ”Echipa” este destul de eterogenă (ca la orice început) dar are numitorul comun al entuziasmului și curiozității caracteristice vârstei. Elevii au început să se documenteze asupra sistemelor ER și pun tot mai multe întrebări, mai ales după cele pe care le-au văzut la Universitatea ”Transilvania”.

Urmează să abordăm și alte sisteme ER, cum ar fi captorii solari termici, centralele eoliene, dar și aspectele legate de managementul deșeurilor și biomasa.

Rezultatele înregistrărilor monitorizării

Deoarece elevii mai mari au participat chiar la montarea pe acoperișul pasajului dintre corpurile A și B ale școlii, a panourilor cu celule fotovoltaice, încă din acel moment au început să „curgă” întrebările și ofertele de implicări personale.

Pentru început s-au familiarizat cu componentele sistemului, iar apoi, au efectuat la intervale de o oră măsurătorile de tensiune la încărcarea bateriilor celor două lămpi, concomitant cu înregistrarea valorilor intensității luminoase la suprafața panourilor, pe direcția normală la planul panoului.

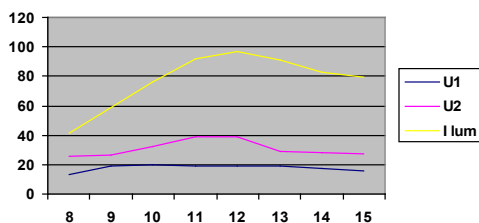
Sunt observate cu ușurință dinamica acestor valori în funcție de unghiul de incidență a razelor Soarelui pe panouri și dependența cantitativă a acestor valori de nebulozitatea cerului. Sunt investigații simple, primare, dar le continuăm în laborator cu măsurători și asupra unor mici panouri fotovoltaice „recoltate” de la mici

lămpi artisanale din comerț. Se studiază dependența valorilor de tensiune produsă de aceste mici generatoare în funcție de distanța față de sursa de iluminat și de unghiul de incidență a razelor pe panou.

Prezentăm în tabelul și diagramele următoare datele pe care le-am înregistrat și care ne permit să facem unele aprecieri asupra funcționării acestor sisteme.

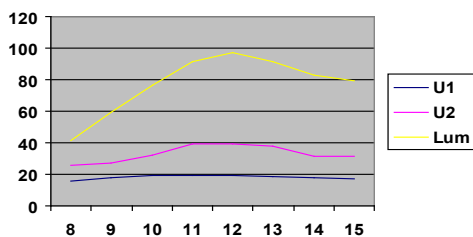
Luni 18.05.2009

Ora	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
U_1 (V)	13,65	19,25	19,6	19,4	19,2	18,9	17,6	15,4
U_2 (V)	25,8	26,2	32,65	39,2	39,0	36,79	31,9	29,1
I (W/m^2)	41,1	59,0	76,2	91,6	97,0	91,1	83,1	79,4



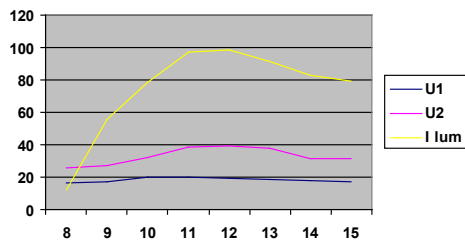
Marti 19.05.2009

Ora	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
U_1 (V)	15,8	17,6	19,5	19,3	19,2	18,9	18,1	16,9
U_2 (V)	25,4	26,9	31,9	39,1	39,0	38,2	31,7	31,1
I (W/m^2)	411	590	762	916	970	911	831	794

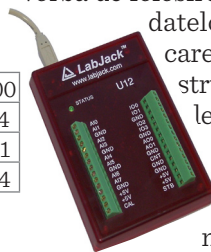


Miercuri 20.05.2009

Ora	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
U_1 (V)	16,1	17,5	19,8	19,7	19,4	18,7	18,1	16,9
U_2 (V)	25,5	27,1	32,3	38,9	39,0	38,0	31,7	31,1
I (W/m^2)	419	576	784	973	985	911	831	794



Aminteam și de implicarea Catedrei de Fizică de la Universitatea „Transilvania”. Am trecut la faza a doua a proiectului nostru și anume la monitorizarea automată a funcționării acestor sisteme, prin folosirea unei tehnologii de ultimă oră în ce privește stocarea și prelucrarea datelor fizice. Este vorba de folosirea unei plăci de achiziții a datelor denumită „LABJACK” care permite realizarea de instrumente de măsură virtuale pe calculator.

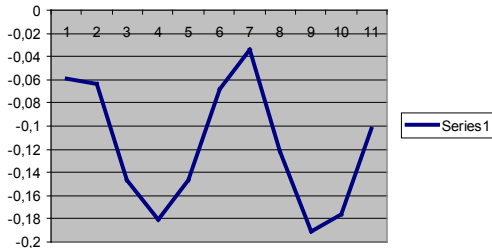


Este un sistem foarte performant, care permite culegerea simultană a mai multor date de la diferite senzori/sonde și apoi prelucrarea datelor obținute cu computerul. Pe lângă tabelele de valori, care pot fi înregistrate la intervale de timp setate din calculator se pot obține diagramele evoluției în timp a acestora. Faptul că este implicat calculatorul în aceste activități a făcut ca interesul elevilor să fie și mai mare, astfel că va trebui să facem mai multe grupe ale „echipei” de cercetători.

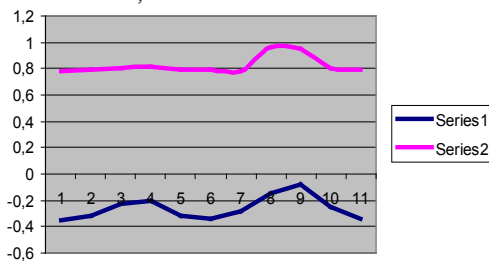
Deoarece este încă destul de dificil să abordăm direct monitorizarea panourilor fotovoltaice pe care le avem (doar în custodie) cu plăci de achiziții, respectiv aplicații LabView, am început prin realizarea de măsurători pe mici plăci de celule fotovoltaice (obținute din lămpi ce se găsesc în comerț). Elevii au observat cu ușurință aspecte calitative în ce privește dependența tensiunii realizate de celulă în funcție de distanța de sursa de lumină, dar și de unghiul sub care cade radiația luminoasă pe suprafața acesteia (efectul de cosinus). Astfel, folosind o lampă a cărei distanță față de suprafața de lucru putea fi controlată, și un mic panou fotovoltaic, care avea alăturat un senzor de lumină (din cele folosite la sistemele Nova), prin deplasarea orizontală a acestora s-au înregistrat (cu o placă de achiziție Labjack) valorile iluminării și a tensiunii produse de celulă. Fără a avea pretenția unei acurateți deosebite, timpii de reacție ai componentelor și vi-

teza de deplasare orizontală cvasiconstantă influențând forma diagramelor prezentăm mai jos câteva asemenea diagrame.

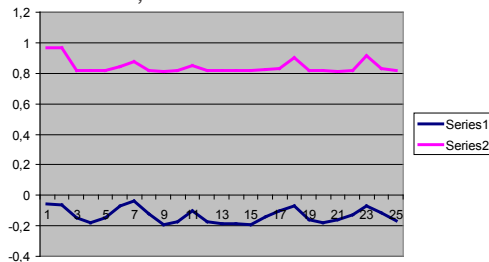
Valorile tensiunii produse în funcție de unghiul de incidență pe placă



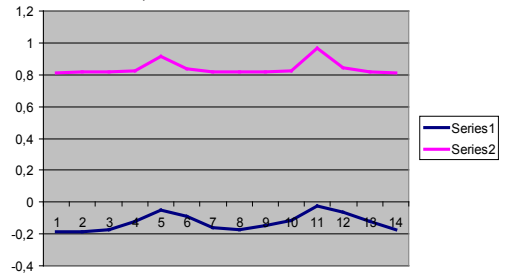
La distanța de 20 cm



La distanța de 40 cm



La distanța de 50 cm



Sunt în lucru de asemenea și aplicațiile LabView care își propun urmărirea accelerași dependente, care au fost înregistrate și prezentate mai sus.

Bibliografie:

Mitchell, Chris (2006). *Price of Wind-Generated Electricity Plummeting*.

E-Letter responses to: *The Real Cost of Wind Energy*. Science.

Helming, Troy (2004). *Uncle Sam's New Year's Resolution*. RE Insider.

http://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_eolian%C4%83, Categori: Energie | Ecologie
Greenpeace Energy (2008). *World's largest photovoltaic power plants*

Nicula, Al., *Fizica semiconductorilor și aplicații*, București 1975, Editura Didactică și Pedagogică

Piroi, I., *Conversia energiei electrice – Curs masterat*, Brașov, 2003

<http://www.viessmann.ro>

<http://www.educativ.ro>

[ni.com/labview](http://www.educativ.ro)

EXPLICAREA PARADOXULUI SATELIȚILOR COORBITALI JANUS ȘI EPIMETHEUS AI PLANETEI SATURN

Prof. dr. Petru Crăciun, Colegiul Agricol Fălticeni

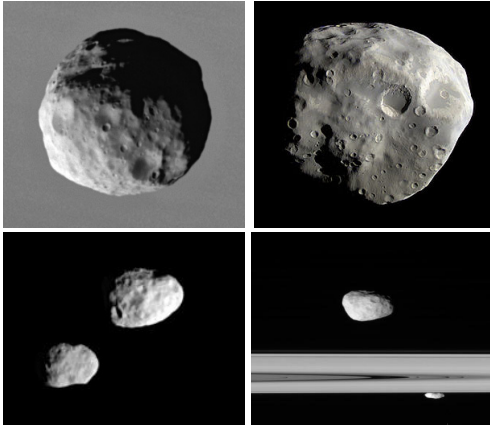
Janus și Epimetheus sunt doi sateliți co-orbitali ai planetei Saturn care au următoarele caracteristici:

A. Janus:

1. Semiaxa mare: $a_1=151460\pm 10\text{Km}$
2. Excentricitatea: $\epsilon_1=0,0068$
3. Înclinarea orbitei: $\alpha_1=0,163^\circ$
4. Masa: $m_1=1,912\cdot 10^{18}\text{Kg}$
5. Dimensiuni: $193 \times 173 \times 137\text{ km}$
6. Descoperit: Audouin Dollfus, 15 dec. 1966

B. Epimetheus:

1. Semiaxa mare: $a_2=151420\pm 10\text{Km}$
2. Excentricitatea: $\epsilon_2=0,0098$
3. Înclinarea orbitei: $\alpha_2=0,352^\circ$
4. Masa: $m_2=0,5304\cdot 10^{18}\text{Kg}$
5. Dimensiuni: $135 \times 108 \times 105\text{ km}$
6. Descoperit: Richard Walker, 18 dec. 1966



Mișcarea celor doi sateliți în jurul planetei Saturn are următorul paradox care este unic în Sistemul Solar. Odată la aproximativ 4 ani cei doi sateliți își schimbă simultan orbitele adică:

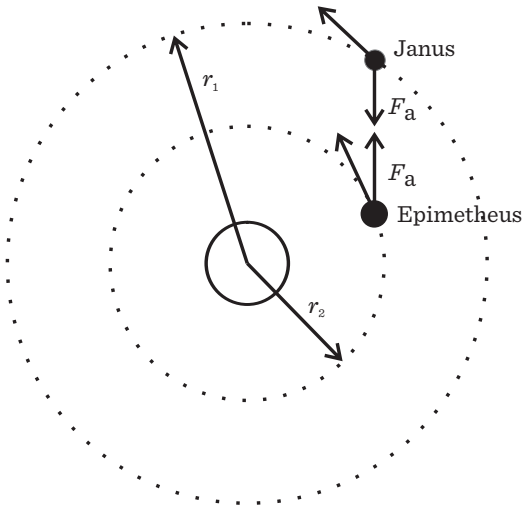
Epimetheus trece de pe orbita interioară pe orbita exterioară;

Janus trece de pe orbita exterioară pe orbita interioară (practic își schimbă orbitele între ei).

Ultima schimbare a celor doi sateliți a avut loc pe data de 21 ianuarie 2006 atunci când distanța dintre ei este cuprinsă între 10000 și 15000 km. Sonda Cassini a observat că distanța dintre orbitele celor doi sateliți este de aproximativ 50 km.

În studiul de față încercăm să explicăm mișcarea celor doi sateliți și să descifrăm paradoxul celor doi sateliți.

Deoarece excentricitățile celor doi sateliți sunt foarte mici $\epsilon_1=0,0068$ (pentru Janus) și $\epsilon_2=0,0098$ (pentru Epimetheus) putem considera orbitele lor practic circulare și situate în planul ecuatorial al lui Saturn (deoarece $\alpha_1=0,163^\circ$ și $\alpha_2=0,351^\circ$).



Perioadele mișcării circulare a celor doi sateliți sunt:

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{a_1^3}{(M_1+m_1)K}}=0,696041413\text{ zile}$$

$$T_2=2\pi\sqrt{\frac{a_2^3}{(M_2+m_2)K}}=0,695696776\text{ zile}$$

$$M_s=5,6846\cdot 10^{26}\text{kg} - \text{masa lui Saturn}$$

Intervalul de timp la care cei doi sateliți se apropie la distanța minimă dintre ei se calculează astfel:

$$\omega_1 = \frac{\theta_1}{\Delta t} \Rightarrow \theta_1 = \omega_1 \Delta t; \omega_2 = \frac{\theta_2}{\Delta t} \Rightarrow \theta_2 = \omega_2 \Delta t$$

$\theta_2 - \theta_1 = 2\pi$ (atunci când cei doi sateliți se apropie la distanța minimă)

$$\omega_2 \Delta t - \omega_1 \Delta t = 2\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{T_2} \Delta t - \frac{2\pi}{T_1} \Delta t = 2\pi \Rightarrow$$

$$2\pi \Delta t \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = 2\pi \Rightarrow \Delta t \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right) = 1 \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} - \text{intervalul de timp după care}$$

cei doi sateliți se apropie la distanța minimă; $\Delta t = 3.849464378$ ani

Dacă ar ajunge la distanța minimă între ei (adică 50 Km) ei s-ar ciocni și se vor distruge iar acest lucru nu se întâmplă.

Cei doi sateliți când ajung la o distanță d pe care o vom calcula își schimbă orbitele. De ce?

Epimetheus fiind pe o orbită interioară îl ajunge din urmă pe Janus iar când ajunge la o distanță d intră în acțiune forțele de atracție gravitațională dintre ei astfel încât Janus va fi frânat și micșorându-și viteza va trece pe o orbită mai aproape de Saturn iar Epimetheus fiind accelerat va trece pe o orbită exterioară deci mai departe de Saturn. S-a constatat (sonda Cassini) că și după acest schimb de orbite distanța dintre orbitele lor este tot de aproximativ 50 Km.

Explicarea fenomenului

Din legea conservării energiei pentru cei doi sateliți avem:

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} - \frac{K m_1 M}{R_1} = \frac{m_2 V_2^2}{2} - \frac{K m_2 M}{R_2} = \frac{m_1 (v_1 - \Delta v_1)^2}{2} - \frac{K m_1 M}{R_1 + \frac{m_2 (v_2 + \Delta v_2)^2}{2}} = \frac{K m_2 M}{R_2} - \frac{K m_1 m_2}{d}$$

Din condițiile de stabilitate:

$$\frac{m_1 V_1^2}{R_1} = \frac{K m_1 M}{R_1^2} \Rightarrow \frac{K m_1 M}{R_1} = m_1 v_1^2 \text{ iar}$$

$$\frac{K m_{21} M}{R_{21}} = m_{21} v_2^2$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 (v_1^2 - 2v_1 \Delta v_1 + \Delta v_1^2)}{2} +$$

$$+ \frac{m_2 (v_2^2 + 2v_2 \Delta v_2 + \Delta v_2^2)}{2} - \frac{K m_1 m_2}{d}$$

$$\text{Deci: } \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - m_1 v_1 \Delta v_1 +$$

$$+ \frac{m_1 \Delta v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + m_2 v_2 \Delta v_2 - \frac{K m_1 m_2}{d} + \frac{m_2 \Delta v_2^2}{2}$$

$$\text{Deci: } \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - m_1 v_1 \Delta v_1 + m_2 v_2 \Delta v_2 - \frac{K m_1 m_2}{d} = 0 \quad (1)$$

Din conservarea impulsului obținem:

$$m_1 v_2 = m_1 (v_1 - \Delta v_1) + m_2 (v_2 + \Delta v_2) \quad (2)$$

Înlocuim în (1) obținem:

$$\frac{m_1 \Delta v_1^2}{2} + \frac{m_2 m_1^2 \Delta v_1^2}{2 m_2^2} - m_1 v_1 \Delta v_1 +$$

$$+ m_2 v_2 \frac{m_1 \Delta v_1}{m_2} - \frac{K m_1 m_2}{d} = 0$$

$$\frac{m_1 \Delta v_1^2}{2} + \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) m_1 \Delta v_1 (v_2 - v_1) - \frac{K m_1 m_2}{d} = 0$$

$$\Delta v_1^2 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) + 2 \Delta v_1 (v_2 - v_1) - \frac{2 K m_2}{d} = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta = 4(v_2 - v_1)^2 + \frac{8 K m_2}{d} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{4(v_2 - v_1)^2 \left[1 + \frac{8 K (m_2 + m_1)}{d} \cdot \frac{1}{4(v_2 - v_1)^2}\right]}$$

$$\sqrt{\Delta} = 2(v_2 - v_1) \sqrt{1 + \frac{2 K (m_2 + m_1)}{d(v_2 - v_1)^2}}$$

$$\Delta v_1 = \frac{-2(v_2 - v_1) \pm 2(v_2 - v_1) \sqrt{1 + \frac{2 K (m_1 + m_2)}{d(v_2 - v_1)^2}}}{\left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)}$$

Deci

$$\Delta v_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_2 - v_1) \left[\sqrt{1 + \frac{2 K (m_1 + m_2)}{d(v_2 - v_1)^2}} - 1 \right] \quad (3)$$

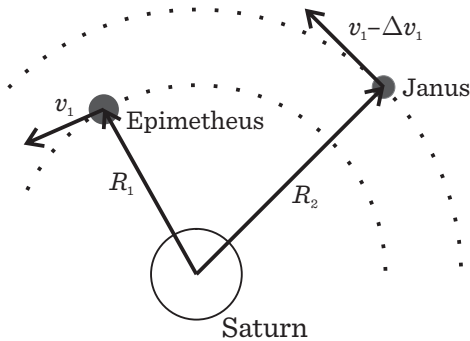
iar

$$\Delta v_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_2 - v_1) \left[\sqrt{1 + \frac{2 K (m_1 + m_2)}{d(v_2 - v_1)^2}} - 1 \right] \quad (4)$$

Δv_1 - reprezintă variația vitezei satelitelui Janus în urma frânării

Δv_{21} - reprezintă variația vitezei satelitelui Epimetheus în urma accelerării.

În urma frânării Janus trece pe o orbită mai aproape de Saturn. Fie R'_1 raza finală a lui Janus și R'_2 raza finală a lui Epithemeus.



Din conservarea energiei avem:

$$\frac{m_1 \Delta v_1^2}{2} - \frac{K m_1 M}{R'_1} = \frac{m_1 (v_1 - \Delta v_1)^2}{2} - \frac{K m_1 M}{R_1} \quad (5)$$

Deci:

$$\frac{m_1 \Delta v_1^2}{R_1} = \frac{K m_1 M}{R_1^2} \Rightarrow \frac{K m_1 M}{R'_1} = m_1 v_1^2$$

$$\frac{K m_1 M}{R_R} = m_1 v_1^2$$

Deci: $\frac{KM}{2R'_1} = \frac{KM}{2R_1} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}$

$$\frac{2R'_1}{KM} = \frac{1}{\frac{KM}{2R_1} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}}$$

$$R'_1 = \frac{\frac{KM}{2}}{\frac{KM}{2R_1} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}} \quad (6)$$

$$\Delta R_1 = R_1 - R'_1 = R_1 - \frac{\frac{KM}{2}}{\frac{KM}{2R_1} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}} \quad (7)$$

$$\Delta R_1 = \frac{\frac{KM}{2} - \frac{KM}{2} + v_1 \Delta v_1 R_1 - R_1 \frac{\Delta v_1^2}{2}}{\frac{KM}{2R_1} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}}$$

$$\Delta R_1 = \frac{v_1 \Delta v_1 R_1 - R_1 \frac{\Delta v_1^2}{2}}{\frac{v_1^2}{2} + v_1 \Delta v_1 - \frac{\Delta v_1^2}{2}} = \frac{v_1 \Delta v_1 R_1 \left(1 - \frac{\Delta v_1}{2v_1}\right)}{\frac{v_1^2}{2} \left(1 + \frac{2v_1 \Delta v_1}{v_1^2} - \frac{\Delta v_1^2}{v_1^2}\right)}$$

$$\Delta R_1 = \frac{2\Delta v_1 R_1 \left(1 - \frac{\Delta v_1}{2v_1}\right)}{v_1 \left(1 + \frac{2v_1 \Delta v_1}{v_1^2} - \frac{\Delta v_1^2}{v_1^2}\right)} \approx \frac{2\Delta v_1}{v_1} R_1 \quad (8)$$

Deoarece $\Delta v_1 \ll v_1 \Rightarrow$

$$\text{Analog: } \Delta R_2 = \frac{2\Delta v_2}{v_2} R_2 \quad (10)$$

Deci: $R'_1 = R_1 - \Delta R_1$; $R'_2 = R_2 + \Delta R_2$ (11)

Din rezultatele observaționale ale sondei Cassini și după schimbarea orbitelor celor doi sateliți distanța dintre ei este tot de 50Km.

Deci: $R'_2 - R'_1 = R_1 - R_2 = 50\text{Km}$

$$R_2 + \Delta R_2 - R_1 + \Delta R_1 = R_1 - R_2 = 50 \quad (12)$$

$$2(R_1 - R_2) = \Delta R_1 + \Delta R_2$$

Înlocuind pe $\Delta R_1, \Delta R_2$ obținem:

$$2(R_1 - R_2) = \frac{2\Delta v_1}{v_1} R_1 + \frac{2\Delta v_2}{v_2} R_2 \Rightarrow$$

$$R_1 - R_2 = \frac{\Delta v_1}{v_1} R_1 + \frac{\Delta v_2}{v_2} R_2; m_1 \Delta v_1 = m_2 \Delta v_2 \Rightarrow$$

$$\Delta v_2 = \frac{m_1 \Delta v_1}{m_2} \Rightarrow R_1 - R_2 = \frac{\Delta v_1}{v_1} R_1 + \frac{m_1 \Delta v_1 R_2}{v_2 m_2}$$

$$R_1 - R_2 = \Delta v_1 \left(\frac{R_1}{v_1} + \frac{R_2 m_1}{v_2 m_2} \right) \Rightarrow$$

$$\Delta v_1 = \frac{R_1 - R_2}{\frac{R_1}{v_1} + \frac{R_2 m_1}{v_2 m_2}} = 1,134896 \text{m/s} \quad (13)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{KM}{R_1}} = \sqrt{\frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 5,6846 \cdot 10^{26}}{151460 \cdot 10^3}} = 15,8244636 \text{Km/s}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{KM}{R_2}} = \sqrt{\frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 5,6846 \cdot 10^{26}}{151410 \cdot 10^3}} = 15,82707624 \text{Km/s}$$

$$v_2 - v_1 = 2,612632 \text{m/s} \quad (14)$$

$$\Delta v_2 = \frac{m_1}{m_2} \Delta v_1 = 4,091103 \text{m/s}$$

Înlocuind pe Δv_1 în expresie putem să obținem pe d

$$1,134896 = \frac{0,5304}{2,4424} \cdot 2,612632$$

$$\left[\sqrt{1 + \frac{4,774702763 \cdot 10^{17}}{d_m}} \right]$$

$$d_m = 0,596711897 \cdot 10^7 \text{m}$$

$$d_m = 5967,11897 \text{Km} \quad (15)$$

$$d_m = \frac{d}{2} \Rightarrow d = 11934,23796$$

Deci $d=11934,24$ Km în conformitate cu datele observaționale date de sonda Cassini.

Să calculăm unghiul la centru dintre razele vectoare ale celor doi sateliți atunci când s-au apropiat la distanța d .

$$d^2=R_1^2+R_2^2-2R_1R_2\cos\Delta\theta \quad (16)$$

$$\cos\Delta\theta=\sqrt{\frac{R_1^2+R_2^2-d^2}{2R_1R_2}}=0,999834926$$

Deci: $\Delta\theta=1,041076292^\circ$ transformăm în radiani $\Delta\theta=0,018170209$ radiani

Calculăm timpul după care cei doi sateliți încep modificarea orbitelor.

$$\Delta t_0=\Delta t\frac{2\pi-\Delta\theta}{2\pi}=0,997108121\cdot\Delta t=0,99710812\cdot 3,849464378=3,838331194$$

$$\text{ani } \Delta t-\Delta t_0=4,063247 \text{ zile (17)}$$

Să calculăm razele orbitelor în urma schimbului:

$$\Delta R_1=\frac{2\Delta v_1}{v_1}R_1=\frac{2\cdot 1,134896\text{m/s}}{15,82446361\text{km/s}}\cdot 151460\text{km}=21,725\text{km} \quad (18)$$

$$\Delta R_2=\frac{2\Delta v_2}{v_2}R_2=78,275\text{km}$$

$$\text{Deci: } R'_1=R_1-\Delta R_1=151438,275\text{km}$$

$$R'_2=R_1+\Delta R_2=151488,275\text{km} \quad (19)$$

$$R'_2-R'_1=50\text{km}$$

Deci Janus în urma frânării se apropie de Saturn cu 21,725 Km iar Epimetheus în urma accelerării având masa mai mică de 3,6 ori decât Janus se depărtează cu 78,275 Km.

$$T'_1=2\pi\sqrt{\frac{R_1^3}{KM_S}}=60125,039578=0,695891661 \text{ zile}$$

$$T'_2=2\pi\sqrt{\frac{R_2^3}{KM_S}}=60154,819035=0,696236331 \text{ zile} \quad (20)$$

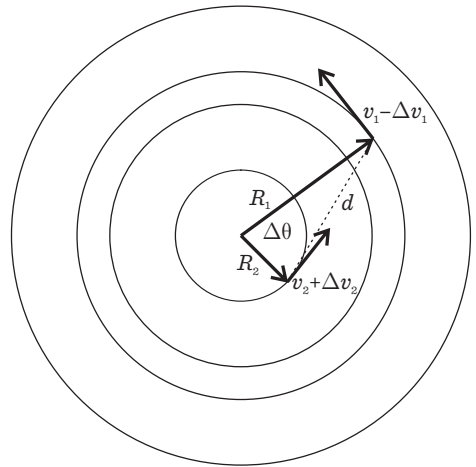
După cât timp se întâlnesc cei doi sateliți iarăși?

$$\Delta t'=\frac{T'_2T'_1}{T'_2-T'_1}=1405,705 \text{ zile}=3,851247686 \text{ ani} \quad (21)$$

$$\text{iar } v'_1=\sqrt{\frac{KM_S}{R_1}}=15,82559864\text{km/s}$$

$$v'_2=\sqrt{\frac{KM_S}{R_2}}=15,82298674\text{km/s} \quad (22)$$

$$v'_1-v'_2=2,611903\text{m/s}$$



După încă aproape 3,85 ani Janus îl ajunge din urmă pe Epimetheus și îl frânează

$$\Delta R''_1=\frac{2\Delta v'_1}{v'_1}R'_1; \Delta R''_2=\frac{2\Delta v'_2}{v'_2}R'_2$$

$$R''_1=R'_1+\Delta R''_1; R''_2=R'_2-\Delta R''_2$$

$$R''_1-R''_2=R'_1-R'_2+\Delta R''_1+\Delta R''_2$$

$$R''_1-R''_2=R'_1-R'_2; \Delta R''_1+\Delta R''_2=2(R'_2-R'_1)$$

$$\text{Dar: } m_1v'_1+m_2v'_2=m_1(v'_{11}+\Delta v'_1)+m_2(v_2-\Delta v'_2)$$

$$m_1\Delta v'_1+m_2v'_2\Rightarrow\Delta v'_2=\frac{m_1}{m_2}=\frac{m_1}{m_2}\cdot\Delta v'_1$$

$$\frac{2\Delta v'_1}{v'_1}R'_1+\frac{2R'_2}{v'_2}\cdot\frac{m_1}{m_2}\cdot\Delta v'_1=2(R'_2-R'_1)\Rightarrow$$

$$\Delta v'_1=\frac{R'_2-R'_1}{\frac{R'_1}{v'_1}+\frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{R'_2}{v'_2}}=\frac{50}{9569,197251+34512,38152}$$

$$\Rightarrow\Delta v'_1=1,13426\text{m/s este accelerat} \quad (23)$$

$$\Delta v'_2=4,088812\text{m/s este frânat}$$

$$\Delta R''_1=\frac{2\cdot 1,13426}{15,82559864}\cdot 151438,275=21,70791\text{km} \quad (24)$$

$$\Delta R''_2=78,29208465\text{km}$$

$$\text{Deci } R''_1=R'_1+\Delta R''_1=151438,275+21,70791=151459,9829\text{km}$$

$$R''_2=R'_2-\Delta R''_2=151488,275\text{km}-78,29208465\text{km}=151409,9829\text{km}$$

Concluzie:

Mișcarea este ciclică. Următoarea întâlnire a sateliților este: 21 Ianuarie 2006 + 3,838332196 ani = 23 noiembrie 2009

$$R_1-R'_1=17,1\text{m} \quad (25)$$

$$R_2-R''_2=17,1\text{m}$$

Deci sateliții se apropie de Saturn cu 17,1 m o dată la 3,83833 ani.

Referințe:

Spitale, J. N.; et al. (2006). *The orbits of Saturn's small satellites derived from combined historic and Cassini imaging observations*. „The Astronomical Journal 132 (2)”: 692–710. <http://www.iop.org/EJ/article/1538-3881/132/2/692/205235.html>.

Porco, C. C.; et al. (2006). *Physical Characteristics and Possible Accretionary Origins for Saturn's Small Satellites*. „Bulletin of the American Astronomical Society 37: 768”

Verbiscer, A., French, R., Showalter, M. and Helfenstein, P.; Enceladus: *Cosmic Graffiti Artist Caught in the Act*, „Science”, Vol. 315, No. 5813 (09.02.2007), p. 815

IAUC 1987: *Probable New Satellite of Saturn January 3, 1967* (discovery)

IAUC 1995: *Saturn X (Janus) February 1, 1967* (naming the moon)

IAUC 1991: *Possible New Satellite of Saturn January 6, 1967*

Fountain, J. W.; and Larson, S. M.; *Saturn's ring and nearby faint satellites*, „Icarus”, Vol. 36 (October 1978), pp. 92–106

IAUC 3417: *New Ring and Satellites of Saturn October 25, 1979*

IAUC 3454: *Saturn February 25, 1980*

IAUC 3456: *1980 S 2 February 29, 1980*

Transactions of the International Astronomical Union, Vol. XVIII A, 1982 (mentioned in IAUC 3872: *Satellites of Jupiter and Saturn*, September 30, 1983)

NASA JPL, *Cassini-Huygens Multimedia: The Dancing Moons*, May 3, 2006

Lloyd, R.; *More Moons Around Earth? Its Not So Loony*, Space.com, October 29, 1999

NASA Planetary Photojournal, PIA08328: *Moon-Made Rings*

Cassini-Huygens press release, *NASA Finds Saturn's Moons May Be Creating New Rings*, October 11, 2006

INFLUENȚA UNDELOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA CELULELOR SANGVINE - STUDIU SPECTROFOTOMETRIC ASUPRA INTENSITĂȚII HEMOLIZEI

Ramona Focea, Dorina Creangă, Florin Mihai Tufescu și Manuela Ursache
Universitatea „Al. I. Cuza”, Facultatea de Fizică, e-mail: dorinacreanga@yahoo.com
Spitalul Clinic Universitar de Urgență „Sf. Spiridon”, Iași

Studiul experimental prezentat mai jos a fost dedicat influenței undelor electromagnetice asupra eritrocitelor din sânge. Investigațiile s-au bazat pe răspunsul sângelui animal (cal) expus în câmpuri electromagnetice cu densitatea joasă de putere (când efectele termice sunt neglijabile) și în câmpuri magnetice statice. Pentru măsurarea gradului de hemoliză s-a utilizat dispozitivul spectrofotometric de tip Meterteck, serul sangvin fiind preparat prin centrifugare la 3500 rotații/minut. Rezultatele au fost studiate ținând cont de legătura existentă între gradul de hemoliză și timpul de expunere la densități de putere constante.

Cuvinte cheie: câmp magnetic static, expunere electromagnetică, grad de hemoliză, proteinemie (conținutul total de proteine).

Introducere

Sângele este un sistem complex, principalele lui componente fiind: celulele roșii (eritrocitele), celulele albe (leucocitele), trombocitele și plasma sangvină, fiecare având o contribuție în spectrul de absorbție al sângelui [1].

În momentul de față încărcătura electromagnetică a mediului variază continuu. Acest lucru este cauzat de impactul unor noi agenți poluanți precum câmpurile elec-

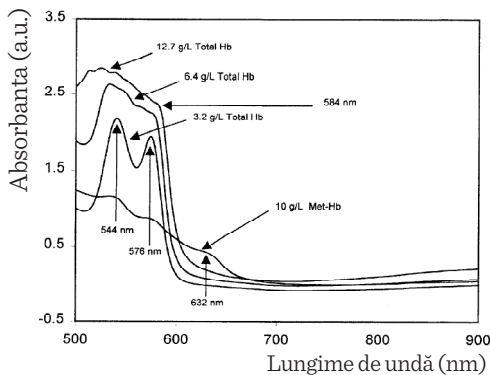


Figura 1. Spectrul de absorbție al hemoglobinei și derivaților săi, modificat după [2]; total Hb = conținutul total de hemoglobină

tromagnetice rezultate din surse artificiale aflate în legătură cu activitățile omului (domenii industriale, medicale, telecomunicații), agenți poluanți care pot avea influență atât asupra omului cât și asupra biocostemelor. Răspunsul biologic poate fi indus de următorii parametri ai câmpurilor electromagnetice: intensitate, frecvență, durata expunerii, modularea semnalului.

Celulele roșii pot fi separate de plasmă prin procesul de centrifugare, sau celulele roșii și diferite proteine plasmatică pot fi extrase din serul sangvin prin coagulare și centrifugare. Hemoglobina (Hb), moleculele lipidice și unii pigmenți: bilirubina (BR) sau biliverdina (BV) sunt componentele tipice sângelui care pot fi detectate prin metode spectrofotometrice sau prin alte măsurători analitice realizate asupra probelor sangvine.

Spectrul de absorbție al hemoglobinei prezintă o pantă negativă între 570 nm și 670 nm, după cum arată Fig. 1. Maximul de absorbție al acestei regiuni, identificat în Fig.1, corespunde lungimii de undă de 576 nm. Înclinarea și aparenta deplasare a spectrului către domeniul roșu al spectrului electromagnetic din vizibil crește cu creșterea concentrației de Hb. Hb prezintă și alte semnale de absorbție puternice după cum arată Fig.1, dar acestea se pierd de obicei când concentrația de Hb este mare și/sau când este prezentă turbiditatea.

Conținutul total de hemoglobină reprezintă un indicator sensibil al procesului de hemoliză și asigură o estimare bună asupra extinderii acesteia. Compoziția normală a Hb din sângele arterial este de aproximativ 95% oxihemoglobină, 1% metemoglobină, 2% carboxihemoglobină și 2% deoxihemoglobină, măsurate în probe de sânge arterial prin CO-oximetrie. Proporția componentelor Hb regăsită în majoritatea probelor de ser sangvin și plasma sangvină în care este prezentă hemoliza este similară cu cea descrisă pentru sângele arterial, deși serul și plasma sangvină sunt obținute în mod obișnuit din probe de sânge venos.

Procesul de hemoliză este rezultatul distrugerii celulelor roșii ale sângelui datorită unui impact mecanic sau chimic și constă în eliberarea de hemoglobină.

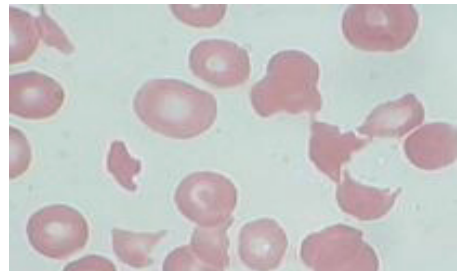


Figura 2. Imagine la microscop a hemolizei intravasculare: celulele roșii lizează și eliberează hemoglobina în plasma sangvină [3].

Chiar dacă expunerea umană nu este tocmai intensă și/sau continuă, totuși există riscul apariției unor efecte biologice, crescând astfel interesul asupra studiului efectelor expunerii electromagnetice.

O privire scurtă asupra răspunsului sângelui la expunerea în câmp magnetic sau electromagnetic dezvăluie câteva probleme interesante: scăderea vitezei de sedimentare a eritrocitelor, intensificarea fagocitozei leucocitare [4]. Mai recent, în [5] se arată că expunerea în câmp magnetic nu conduce la intensificarea hemolizei.

Studiul nostru este motivat de utilizarea tot mai largă, atât în domeniul industrial

cât și casnic, a câmpurilor electromagnetice din domeniul microundelor și radiofrecvenței cât și de omniprezența câmpurilor electromagnetice de joasă frecvență induse de utilizarea și transportul curentului alternativ de 50Hz. În această lucrare ne-am concentrat asupra studiului influenței câmpului magnetic static și a celui electromagnetic asupra eritrocitelor din sângele animal (sânge de cal).

Experiment

Materiale: Sângele de cal a fost tratat cu anticoagulant pe bază de acid citric, glucoză și citrat de sodiu ACD (9 părți sânge și o parte ACD).

Expunerea în câmp magnetic: Pentru expunerea probelor în câmp magnetic static s-au folosit magneți permanenți cu inducție magnetică de 4 mT, 6 mT, 12 mT și 20 mT (după cum a rezultat din măsuratori de inducție magnetică folosind un magnetometru cu sondă Hall).

Expunerea electromagnetică a fost asigurată de o incintă electromagnetică transversală caracterizată de o frecvență de 400MHz și de o densitate de putere de 0.6mW/cm^2 , timp de 2, 4, 6, 10, 14 ore. Efectul termic a fost foarte scăzut, aproape inexistent, după cum a rezultat în urma măsurării temperaturii cu ajutorul unei sonde Luxtron.

Măsurători spectrofotometrice: Pentru a măsura gradul de hemoliză s-a folosit un dipozitiv spectrofotometric de tip Meter-teck, serul sangvin fiind obținut prin incubare la 37°C timp de 30 min și prin centrifugare la 3500 rot/min timp de 15 min. Absorbția luminii s-a înregistrat la o lungime de undă de 520 nm, iar gradul de hemoliză s-a calculat după formula:
$$H.E. = \frac{A_s - A_c}{A_c}$$
 unde A_s și A_c reprezintă valorile absorbanței pentru probele de sânge expuse și respectiv pentru probele de control (neexpuse).

Măsurători refractometrice: Metoda refractometrică s-a folosit pentru a estima conținutul total de proteine din sânge, exprimat în mg/100ml, pe baza curbei de ca-

librare (pentru majoritatea proteinelor din soluții, refractivitatea este funcție liniară de concentrația acestora). Valoarea citită este de fapt o măsură a conținutului total de componente solide și poate numai să estimeze concentrația de proteine, întrucât indicele de refracție poate fi influențat și de variațiile altor componente solide ale sângelui (sodiu, glucoză, colesterol, uree, etc. [6, 7]). Indicele de refracție s-a măsurat cu ajutorul unui refractometru Abbe.

Statistica. Pentru fiecare parametru al aceleiași probe de sânge s-a realizat un set de cinci măsurători, probele fiind expuse și analizate în condiții identice. S-au calculat valorile medii și deviațiile standard pentru reprezentarea grafică și pentru a evidenția semnificația statistică (testul student -t).

Rezultate și discuții

Datele experimentale provenite din măsurătorile spectrofotometrice și cele refractometrice sunt prezentate mai jos.

În figurile 3a și 3b sunt reprezentate spectrele de absorbție din domeniul vizibil a probelor expuse în câmp electromagnetic. Se poate observa că maximum de absorbție corespunde benzii hemoglobinei, situată la aproximativ 415 nm, dar banda de absorbție situată la 520 nm este mai adecvată pentru măsuratori cantitative. Absorbanța este întotdeauna mai mare pentru probele expuse în comparație cu cele de control.

S-a arătat că absorbția luminii pentru serul sangvin a scăzut pentru ambele benzi reprezentative: la aproximativ 415 nm și la 520 nm.

Gradul de hemoliză s-a calculat folosind absorbanta de la 415 nm, rezultatele fiind prezentate în figurile următoare. În figura 4a gradul de hemoliză din serul sangvin apare crescut, până la valoarea 0,40, după 2–4–6 ore de expunere, iar după 10–16 ore de expunere, gradul de hemoliză crește până la 0,80 (în comparație cu probele de control – neexpuse). Prin acest experiment s-a pus în evidență efectul hemolitic al expunerilor electromagnetice.

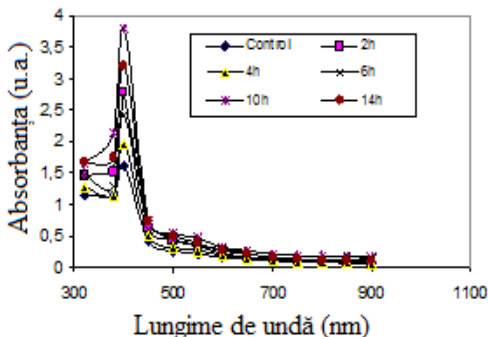


Figura 3a. Spectrul de absorbție al serului sangvin după expunere în câmp electromagnetic; control=probele neexpușe

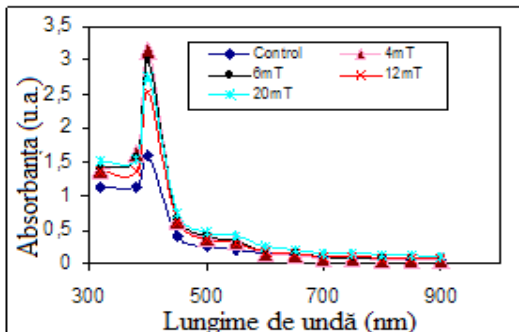


Figura 3b. Spectrul de absorbție al serului sangvin după expunere în câmp magnetic static; control= probele neexpușe

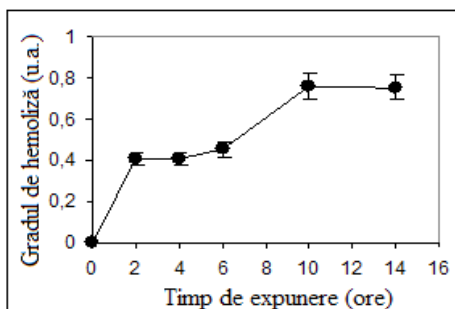


Figura 4a. Gradul de hemoliză pentru probele expuse în câmp electrostatic

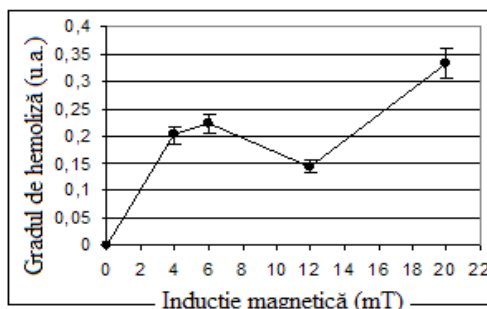


Figura 4b. Gradul de hemoliză pentru probele expuse în câmp magnetic static

În figura 4b se poate observa că gradul de hemoliză este mai scăzut în cazul probelor expuse în câmp magnetic static în comparație cu cele expuse în câmp electromagnetic (0,20 pentru 2 – 4 mT și respectiv 0,35 pentru 20 mT). Deviația standard medie a fost de 8%. Efectul variației inducției magnetice pare a fi mai mare asupra membranei eritrocitare, crescând eliberarea de hemoglobină (nivelul de hemoglobină din serul sangvin poate crește fie datorită hemolizei, fie datorită creșterii permeabilității membranei eritrocitare).

În urma efectuării măsurătorilor refractometrice au rezultat datele experimentale sintetizate în figurile 5a și 5b.

Conținutul total de proteine din serul sangvin expus în câmp electromagnetic a fost în general diminuat (cu 30% după 2 ore de expunere și cu respectiv 15% după 4-6

ore de expunere, Fig.5a) în comparație cu cel din serul sangvin martor. Valoarea corespunzătoare unui timp de expunere de 12 ore nu este semnificativă din punct de vedere statistic.

În figura 5b se arată că efectul expunerii magnetice conduce la scăderea conținutului de proteine cu aproximativ 25-30% pentru 4 și 6 mT și cu 15% pentru 20 mT. Valoarea ce corespunde la 12 mT nu este semnificativă din punct de vedere statistic. Toate celelalte valori ce corespund probelor expuse (atât în câmp magnetic cât și în câmp electrostatic) sunt semnificative din punct de vedere statistic.

Aceste rezultate sugerează că expunerea în câmp magnetic static sau în câmp electromagnetic poate influența atât distrugerea membranei eritrocitare cât și a proteinelor din serul sangvin.

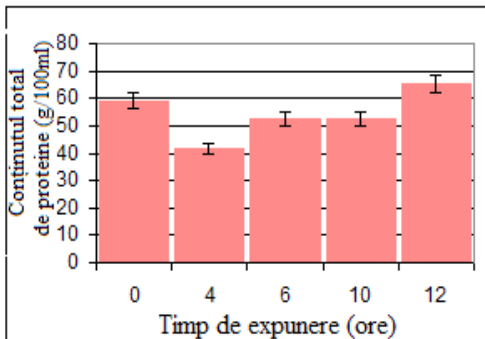


Figura 5a. Conținutul de proteine din probele expuse în câmp electromagnetic

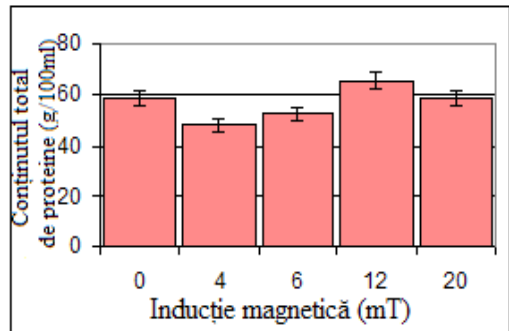


Figura 5b. Conținutul de proteine din probele expuse în câmp magnetic static

Concluzii

S-a arătat că expunerea în câmp electromagnetic caracterizat de o frecvență de 400Mhz și de o densitate de putere de 0,6 mW/cm² cât și expunerea în câmp magnetic static induc eliberarea semnificativă a hemoglobinei, lucru care poate fi explicat mai bine prin creșterea permeabilității membranei eritrocitelor iradiate decât prin liza acestora.

Referințe:

- [1] McKenzie, S. B. *Textbook of hematology*. (1996) Baltimore;
- [2] Samsoodar, J., *Indicator of hemolysis*, Spectromedical Inc., Patent No.: US 6,689,612 B2, Cambridge (Ca);

- [3] Department of Pathology, University of Virginia, Health System.
- [4] Holodov, Y. A., 1974. *Influence of Magnetic fields on biological objects*, NTIS Rep. JPRS 63038. Natl. Tech. Inf. Serv., Springfield Williams and Wilkins;
- [5] Ciorba, D, Morariu, VV., 2001, *Life In Zero Magnetic Field. III. Activity Of Aspartate Aminotransferase And Alanine Aminotransferase During In Vitro Aging Of Human Blood*, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 30(3):313-321
- [6] Borovoi, A. G., Naats, E. I., and U.G. Oppel, 1998. *Scattering of Light by a Red Blood Cell*, *J. Biomed. Opt.* 3, 364-372
- [7] Bohren, C., Huffman, D., 1983. *Absorption and Scattering of Light by Small Particles*, John Wiley & Sons, New York.

Notă: Acest studiu a fost parțial susținut prin grantul de cercetare național nr. 474, CNCIS PN II, IDEI, 2009



LABORATORUL DE FIZICĂ

MĂSURAREA IMPEDANTELOR PRIN METODE INDIRECTE

Conf. dr. ing. Dan Milici, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava

Noțiuni teoretice

Impedanțele pot fi măsurate prin:

- metode indirecte;
- metode de punte;
- metode directe cu ajutorul aparatelor specifice (ohmmetre, impedanțmetre).

În cazul măsurării prin metode indirecte se utilizează aparate de măsură de tip ampermetru, voltmetru și/sau etaloane de rezistență, capacitate, inductanță. Evident măsurarea indirectă are la baza legea lui

Ohm: $Z = \frac{U}{I}$ (1) pentru curent alternativ,

respectiv: $R = \frac{U}{I}$ (2) în curent continuu.

Metodele indirecte utilizate depind atât de tipul impedanței (în cazul în care este cunoscută), cât și de valoarea acesteia. Funcție de tipul impedanței pot fi evidențiate următoarele cazuri:

Măsurarea indirectă a rezistențelor

În acest caz există trei metode:

- a) Metoda ampermetrului și voltmetrului;
- b) Metoda comparației curenților;
- c) Metoda comparației tensiunilor.

a. Metoda ampermetrului și voltmetrului

Funcție de modul de conectare în circuit a ampermetrului și voltmetrului există două variante ale metodei: montaj amonte, montaj aval.

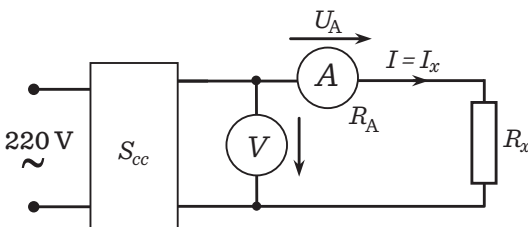


Figura 1. Montaj amonte

În cazul montajului amonte prezentat în figura 1 voltmetrul este conectat înaintea ampermetrului.

Valoarea rezistenței necunoscute poate fi determinată cu relația aproximativă: $R'_x = \frac{U}{I}$ (3) prin neglijarea valorii rezistenței ampermetrului R_A .

Luând în considerare și R_A se determină o valoare a rezistenței R_x apropiată de cea reală conform relației: $R'_x = \frac{U}{I} - R_A$ (4).

Prin utilizarea relației (3) măsurarea este afectată de o eroare sistematică de metodă:

$$\left[\frac{\Delta R_x}{R_x} \right]_M \cdot 100 = \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100 = \frac{R_A}{R_x} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

cu atât mai mică cu cât $R_A \ll R_x$. În cazul utilizării relației (4) eroarea de măsurare poate fi determinată prin metoda directă:

$$R_{x\min} = \frac{U - (\Delta U)_{\max}}{I + (\Delta I)_{\max}} - R_A = \frac{U - C_U \cdot U_N}{I + C_I \cdot I_N} - R_A \quad (6)$$

$$R_{x\max} = \frac{U + (\Delta U)_{\max}}{I - (\Delta I)_{\max}} - R_A = \frac{U + C_U \cdot U_N}{I - C_I \cdot I_N} - R_A \quad (7)$$

$$E_{R_x} = \frac{(\Delta R_x)_{\max}}{R_x} \cdot 100 [\%] = \max \left[\frac{R_x - R_{x\min}}{R_x} \cdot 100; \frac{R_{x\max} - R_x}{R_x} \cdot 100 \right] [\%] \quad (8)$$

respectiv prin diferențiere logaritmică:

$$E_{R_x} = \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100 [\%] = \left(1 + \frac{R_A}{R_x} \right) \cdot \left(\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \right) [\%] = \left(1 + \frac{R_A}{R_x} \right) \cdot \left(C_U \cdot \frac{U_N}{U} + C_I \cdot \frac{I_N}{I} \right) [\%] \quad (9)$$

unde:

C_U, C_I sunt clasele de precizie ale voltmetrului și ampermetrului;

U_N, I_N - domeniile nominale ale aparatelor de măsură.

În relațiile de mai sus s-a considerat R_A cunoscută fără eroare. Rezultă conform relației (9) că montajul amonte este recoman-

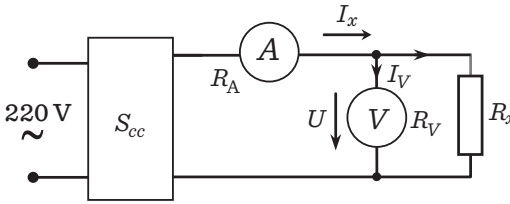


Figura 2. Montaj aval

dat pentru măsurarea rezistențelor de valori mari, eroarea fiind cu atât mai mică cu cât valorile curenților și tensiunilor sunt mai apropiate de valorile nominale ale aparaturii. Montajul aval este prezentat în figura 2.

În acest caz rezistența necunoscută poate fi determinată aproximativ, neglijând R_V cu relația (3) sau luând în considerare și rezistența voltmetrului R_V cu relația:

$$R_x = \frac{U}{I - I_V} = \frac{U}{I - \frac{R_V U}{R_x + R_V}} \quad (10)$$

Eroarea sistematică de metodă în cazul utilizării relației (3) este:

$$\left[\frac{\Delta R'_x}{R_x} \right]_M \cdot 100[\%] = \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100[\%] = \frac{-1}{1 + \frac{R_V}{R_x}} \cdot 100[\%] \quad (11)$$

cu atât mai mică cu cât $R_V \gg R_x$. În cazul utilizării relației (10) eroarea de măsurare este:

$$E_{R_x} = \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100[\%] = \left[1 + \frac{R_x}{R_V} \right] \cdot \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \right] [\%] = \left[1 + \frac{R_x}{R_V} \right] \cdot \left[C_U \frac{U_N}{U} + C_I \frac{I_N}{I} \right] [\%] \quad (12)$$

deci cu atât mai mică cu cât R_x este mai mic în comparație cu R_V , metoda fiind recomandată pentru rezistențe mici.

b. Metoda comparației curenților

Pentru această metodă se realizează montajul din figura 3.

În cadrul metodei se compară curentul I_x prin rezistența necunoscută R_x , măsurat cu comutatorul K pe poziția 1 cu valoarea curentului I_E prin rezistența etalon R_E (deca de rezistență), măsurat cu K pe poziția 2. La ambele măsurări tensiunea de alimentare U trebuie să fie aceeași. Conform legii

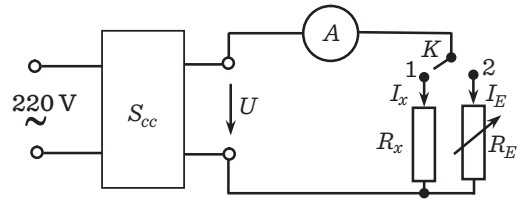


Figura 3

lui Ohm, neglijând rezistența ampermetrului R_A : $U = R'_x \cdot I_x = R_E \cdot I_E$ (13)

$$\text{deci: } R'_x = \frac{I_E}{I_x} \cdot R_E \quad (14)$$

Luând în considerare și R_A obținem:

$$(R_A + R_x) I_x = (R_A + R_E) I_E \quad (15)$$

$$R_x = \frac{I_E}{I_x} \cdot R_E + R_A \left(\frac{I_E}{I_x} - 1 \right) \quad (16)$$

Eroarea sistematică de metodă va fi deci:

$$\left[\frac{\Delta R_x}{R_x} \right]_M \cdot 100[\%] = \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100[\%] = \frac{-R_A \left(\frac{I_E}{I_x} - 1 \right)}{\frac{I_E}{I_x} R_E + R_A \left(\frac{I_E}{I_x} - 1 \right)} \cdot 100[\%] \quad (17)$$

Se observă că această eroare este zero dacă se realizează condiția: $I_x = I_E$ (18) pentru care: $R_x = R_E$ (19) și eroarea de măsurare pentru R_x va fi minimă, fiind egală cu clasa de precizie a rezistenței etalon:

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100 = \frac{\Delta R_E}{R_E} \cdot 100 = C_{RE} \quad (20)$$

c. Metoda comparației tensiunilor

Pentru aplicarea acestei metode se utilizează montajul prezentat în figura 4.

Menținând curentul constant în circuit se determină căderile de tensiune pe rezistența necunoscută R_x , respectiv pe rezistența etalon R_E , rezultând:

$$U_x = R'_x \cdot I; U_E = R_E \cdot I; R'_x = \frac{U_x}{U_E} \cdot R_E \quad (21)$$

prin neglijarea rezistențelor voltmetrelor. Practic măsurarea tensiunilor se efectuează succesiv cu același voltmetru fiind îndeplinită condiția: $R_{V1} = R_{V2} = R_V$ (22)

Luând în considerație și rezistența voltmetrului R_V , rezultă:

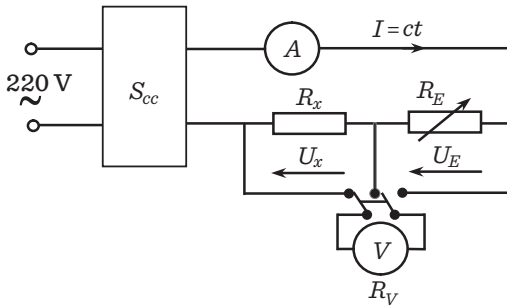


Figura 4

$$\frac{U_x}{I} = \frac{R_x \cdot R_V}{R_x + R_V} \quad (23); \quad \frac{U_E}{I} = \frac{R_E \cdot R_V}{R_E + R_V} \quad (24);$$

$$R_x = R_E \cdot \frac{U_x}{U_E} \cdot \frac{R_V}{\left(1 - \frac{U_x}{U_E}\right) \cdot R_E + R_V} \quad (25)$$

Eroarea sistematică de metodă la utilizarea relației (21) este:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100[\%] &= \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100[\%] = \\ &= \frac{R_E}{R_V} \left(1 - \frac{U_x}{U_V}\right) \cdot 100[\%] \end{aligned} \quad (26)$$

și în acest caz eroarea este nulă dacă se îndeplinește condiția: $U_x = U_E$ (27) pentru care: $R_x = R_E$ (28) eroarea maximă fiind clasa de precizie a rezistenței etalon.

I.2. Măsurarea indirectă a impedanțelor bobinelor

a. Măsurarea inductanțelor proprii

Întrucât inductanțele reale prezintă și rezistență ohmică, acestea pot fi reprezentate printr-un circuit electric echivalent serie realizat din rezistența proprie R_L și inductanța ideală L_0 , ca în figura 5.



Figura 5

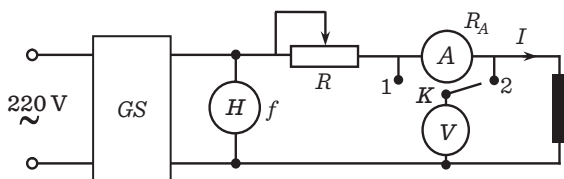


Figura 6

Valoarea rezistenței proprii R_L fiind mică aceasta este măsurată prin metoda volt - ampermetrică montaj aval. Pentru determinarea inductanței proprii se efectuează montajul din figura 6.

Generatorul de semnal furnizează un semnal de frecvență f , cunoscută (poate fi utilizat un autotransformator). R reprezintă un reostat folosit la reglajul curentului în circuit. În cazul alimentării circuitului la un semnal de frecvență joasă, impedanța echivalentă având valori relativ mici se va utiliza montajul aval (K pe poziția 2). Neglijând valoarea rezistenței voltmetrului R_V , se determină L_0 din relația:

$$L_0 = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R_L^2} \quad (29) \text{ cu eroarea de măsurare:}$$

$$\frac{\Delta L_0}{L_0} = \frac{\Delta f}{f} + \left(\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I}\right) \left(1 + \frac{R_L^2}{(\omega L_0)^2}\right) + \frac{\Delta R_L}{R_L} \cdot \frac{R_L}{(\omega L_0)^2} \quad (30).$$

Δf , ΔU , ΔI , reprezintă erorile maxime ale aparatelor de măsură și se determină cu relațiile cunoscute. Pentru valori ale frecvenței f mari, valoarea impedanței fiind mare se utilizează montajul amonte (comutatorul K pe poziția 1) și se determină valoarea

$$\text{inductanței: } L_0 = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - (R_L + R_A)^2} \quad (31)$$

eroarea în acest caz se determină cu relația (30) în care se înlocuiește R_L cu $R_L + R_A$.

b. Măsurarea inductanței mutuale

Se efectuează montajul din figura 7.

Conform legilor inducției electromagnetice: $M = \frac{U}{2\pi f I}$ (32) eroarea de măsurare

$$\text{fiind: } \frac{\Delta M}{M} \cdot 100 = \frac{\Delta f}{f} + \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} [\%] \quad (33).$$

I.3. Măsurarea indirectă a capacității condensatoarelor

În cazul condensatoarelor măsurarea trebuie făcută în condițiile de lucru ale condensatorului (tensiunea și frecvența nominală), fără a fi depășită

c. Metoda comparației tensiunilor

Se efectuează montajul din figura 4, cu măsurile de protecție precizate. Se determină două valori diferite ale tensiunilor U_x și U_E și apoi se modifică rezistența etalon până la obținerea condiției $U_x = U_E$. Utilizând relațiile (21)÷(28) se determină rezultatele experimentale care se trec în tabelul 3.

Tabelul 3

Nr. det.	U_x	U_E	R_x'	R_x	$(\Delta R_x / R_x)M$	Observații
$U_x \neq U_E$						
$U_x = U_E$						

II.2. Măsurarea impedanțelor proprii și mutuale ale bobinelor

În cazul măsurării impedanței proprii se determină în prima etapă rezistența proprie a bobinei procedând ca la punctul 1, montaj aval. În etapa a doua se efectuează montajul din figura 6 cu poziția comutatorului adecvată frecvenței tensiunii de alimentare. Rezultatele experimentale se trec în tabelul 4 utilizând relațiile (10)÷(12) respectiv (29)÷(31).

Tabelul 4

Nr. det.	$U_{cont.}$	$U_{cont.}$	R_L	ϵR_L	U_A	I_A	f	L_0	ϵL_0	Observații

Pentru măsurarea impedanței mutuale se realizează montajul din figura 7, determinându-se curentul I și tensiunea U . Rezultatele determinate cu relațiile (32), (33), se trec în tabelul 5.

Tabelul 5

Nr. det.	U	I	M	$\Delta f / f$ [%]	$\Delta U / U$ [%]	$\Delta I / I$ [%]	$\Delta M / M$ [%]	U	Observații

II.3. Măsurarea capacităților condensatoarelor

Se efectuează montajul din figura 8 utilizând un generator de semnal sau auto-transformator funcție de caracteristicile nominale ale condensatorului măsurat. Se crește ușor tensiunea de alimentare fără a depăși valoarea maximă admisibilă a tensiunii pe condensator și limitele de măsură

ale aparatelor. Se efectuează determinări atât cu comutatorul K pe poziția 1 cât și pe poziția 2. Utilizând relațiile (34)÷(37) se determină rezultatele experimentale care se trec în tabelul 6.

Tabelul 6

Montaj	f	U	I	RA	RV	C	$\Delta f / f$	$\Delta U / U$	$\Delta I / I$	$\Delta C / C$	Observații
amonte											
aval											

Observație: În cazul circuitelor alimentate în curent alternativ aparatele de măsură se aleg adecvat frecvenței semnalului!

Întrebări recapitulative

Calculați impedanța elementului de circuit care, în urma determinărilor în curent continuu, indică $U=24V$, $I=0,012A$, iar în urma determinărilor în curent alternativ, la o tensiune de alimentare cu $f=300Hz$, $U=30V$, $I=0,125A$. Calculați eroarea cu care s-a făcut determinarea.

Calculați influența cablurilor utilizate în montaj asupra valorii determinate pentru un caz dat.

Calculați comparativ erorile obținute pentru metoda aval și respectiv amonte în cazul unei determinări de rezistență electrică.

Notă pentru profesori:

Lucrarea de laborator a fost concepută la gradul maxim de complexitate; pentru a scurta timpul aferent experimentelor și calculului se poate neglija calculul erorilor;

Materialele necesare efectuării experimentului sunt ușor de procurat. Ca sursă de curent continuu poate fi folosită o baterie iar sursa de curent alternativ poate fi un transformator de sonerie pentru a evita lucrul la tensiune periculoasă. Rezistorii pot fi potențiometre și rezistențe electronice obișnuite iar etalonul ar trebui să fie procurat dintr-o trusă experimentală de fizică. Bobinele pot fi înfășurări ale unor transformatoare sau simple bobinaje de sârmă pe un miez magnetic.

Pot fi folosite pentru măsură și aparate numerice dar în cazul acesta clasa de precizie este greu de evaluat (se va utiliza cartea tehnică a aparatului).

STUDIUL CONTORULUI MONOFAZAT DE ENERGIE ELECTRICĂ ACTIVĂ

Conf. univ. dr. Dan Milici, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava

Noțiuni teoretice

1. Construcția contorului monofazat

Contorul monofazat are la bază un dispozitiv de măsură cu trei fluxuri.

În figura 1 este reprezentată schema constructivă și modul de conectare la rețeaua de curent alternativ a unui contor.

Dispozitivul de măsură se compune dintr-o parte fixă formată din electromagnetul de curent (1) și electromagnetul de tensiune (2), aflați în plane perpendiculare de o parte și de alta a discului rotitor (3).

Electromagnetul de curent are înfășurarea parcursă de curentul din circuitul de utilizare I și produce fluxul de curent util ce străbate de două ori discul mobil în sensuri contrare. Fluxul util de tensiune este produs de electromagnetul de tensiune și străbate discul o singură dată, la distanță egală între cele două fluxuri ale bobinei de curent. Discul mobil (3) este confecționat din aluminiu și se poate roti în jurul axului (4), în între fierul dintre electromagneții (1) și (2), și între polii magnetului permanent (5). Pe

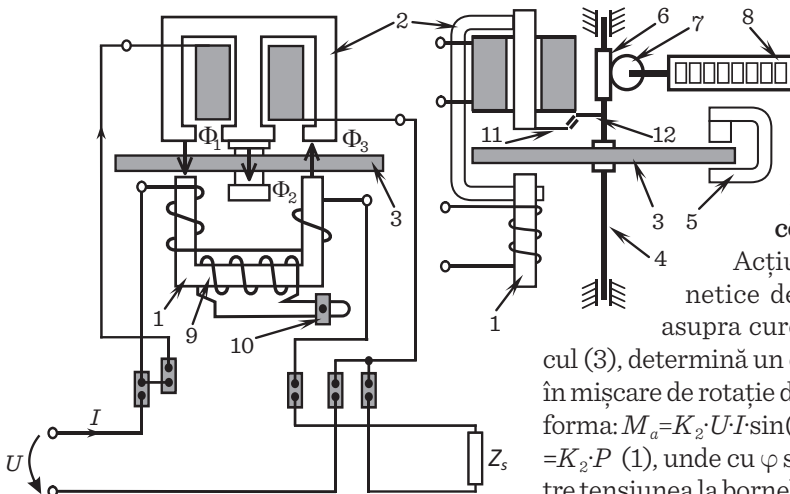


Figura 1. Contorul monofazat de inducție

axul discului se află șurubul melc (6), care prin intermediul unui sistem de transmisie (7) roată melcată, antrenează dispozitivul de înregistrare a energiei electrice (8).

Fluxurile de curent și de tensiune sunt defazate în urmă față de curenții care îi produc datorită pierderilor prin histerezis și a curenților turbionari în miezuri și în disc (figura 2). Defazajul fluxului de tensiune este reglat cu ajutorul spirelor în scurtcircuit (9), dispuse pe circuitul magnetic al electromagnetului de curent, prin modificarea poziției șurubului (10), șurub care variază rezistența circuitului. Plăcuțele (11) și (12) constituie dispozitivul de oprire la mers în gol.

Influența frecărilor se face simțită la sarcini reduse, la care cuplul activ scade foarte mult și se înlătură prin utilizarea de lagăre speciale (bilă de oțel între două pietre de lagăr) sau prin descărcarea greutății discului pe cale magnetică. Reducerea influenței cuplului de frecări remanent, se realizează prin folosirea de dispozitive de compensare, care funcționează pe baza producerii unei oarecare nesimetrii a fluxului de tensiune.

2. Funcționarea contorului monofazat

Acțiunea fluxurilor magnetice de curent și tensiune asupra curenților induși în discul (3), determină un cuplu activ care pune în mișcare de rotație discul. Acest cuplu are forma: $M_a = K_2 \cdot U \cdot I \cdot \sin(90 - \varphi) = K_2 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = K_2 \cdot P$ (1), unde cu φ s-a notat defazajul între tensiunea la bornele circuitului și intensitatea curentului ce-l străbate.

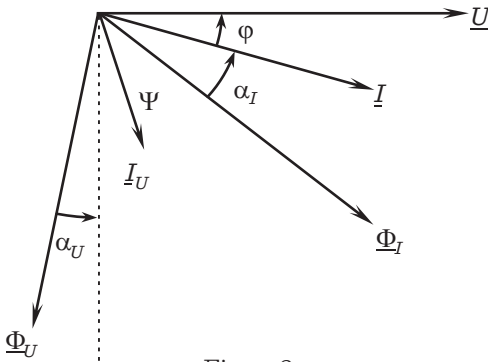


Figura 2

Sub acțiunea acestui cuplu și în lipsa altor forțe, discul capătă o mișcare de rotație accelerată, careia i se opune cuplul de frânare produs de magnetul permanent (5):

$$-M_f = K' \cdot \Phi_0^2 \cdot \frac{d\alpha}{dt} = K_1 \cdot \frac{d\alpha}{dt} \quad (2)$$

Accelerarea încetează când suma acestor cupluri este nulă: $K_2 \cdot P = K_1 \cdot \frac{d\alpha}{dt}$ (3) relație ce arată că viteza de regim permanent este proporțională cu puterea activă P consumată de receptor.

Integrând ultima relație, vom obține în partea stângă energia consumată iar în partea dreaptă, numărul de rotații N efectuat de disc într-un anumit interval de timp: $W = \int_{t_1}^{t_2} P \cdot dt = \frac{K_1}{K_2} \cdot \int_{t_1}^{t_2} d\alpha = \frac{1}{A} \cdot N$ (4),

unde A reprezintă constanta nominală a contorului, definită ca raportul dintre numărul de rotații ale discului și energia corespunzătoare înregistrată de contor într-un timp determinat: $K = \frac{N}{W} \left[\frac{\text{rot}}{\text{W}\cdot\text{s}} \right]$ (5).

Constanta nominală a contorului se inscripționează pe capacul acestuia în rot/kWh.

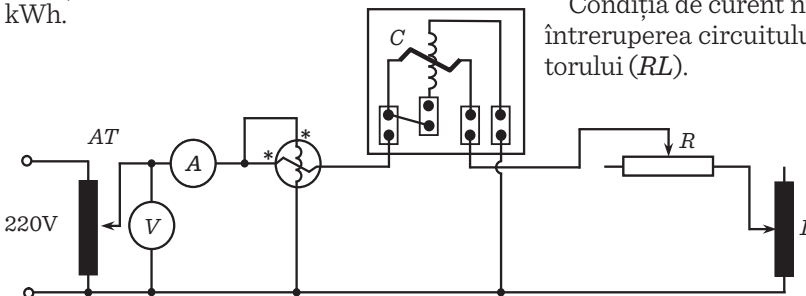


Figura 3. Schema de montaj pentru verificarea contorului prin metoda wattmetru-cronometru

Partea experimentală

Se vor efectua în laborator verificările prevăzute în STAS 4189/60 referitoare la verificarea unui dispozitiv de măsură cu trei fluxuri, folosit pentru măsurarea energiei electrice.

Determinarea erorilor se face prin metoda comparației folosind una din variantele: cu wattmetru și cronometru, cu contor etalon.

Prima metodă are dezavantajul că necesită menținerea unui regim de funcționare neschimbat (putere constantă) în timpul determinărilor și de aceea nu se folosește la verificarea contoarelor la locul de exploatare.

1. Schema de montaj

Schema corespunzătoare verificării contorului prin metoda wattmetru-cronometru este prezentată în figura 3.

2. Verificarea stării generale

Verificarea stării generale se face controlând dacă bornele, cadranul și sistemul indicator sunt în bună stare. De asemenea se va controla dacă pe panoul frontal și pe cadran sunt înscrise toate simbolurile și inscripțiile necesare și se vor urmări eventualele piese rupte sau desprinse în interior.

3. Verificarea mersului în gol

Pentru un curent de sarcină nul ($I=0$) în condițiile alimentării înfășurării de tensiune cu valori cuprinse între $0,8 \cdot U_n$ și $1,1 \cdot U_n$, se constată dacă discul contorului rămâne nemișcat (contorul nu trebuie să înregistreze, consumul de energie fiind nul).

Condiția de curent nul se realizează prin întreruperea circuitului în zona consumatorului (RL).

4. Verificarea preciziei

Verificarea preciziei se face prin compararea energiei înregistrate de contor cu energia determinată cu ajutorul

unui wattmetru etalon și al unui cronometru de precizie.

În circuit se introduce ampermetrul A_1 .

Se vor face determinări pentru următoarele valori:

– la $\cos\varphi=1$, $I=(10, 20, 50, 75, 100)\%$ din I_n ;

– la $\cos\varphi=0,5$, $I=(20, 50, 75, 100)\%$ din I_n .

În toate cazurile tensiunea fiind menținută la valoarea nominală U_n .

Condiția $\cos\varphi=1$ se realizează prin scurtcircuitarea bornelor bobinei L .

Condiția $\cos\varphi=0,5$ se realizează prin reglarea reostatului R până când ampermetrul va indica dublul valorii curentului la care se dorește efectuarea măsurătorii, bobina fiind cu bornele scurtcircuitate. Se reglează apoi inductanța bobinei până când ampermetrul indică valoarea necesară efectuării măsurătorii. În acest moment condiția $\cos\varphi=0,5$ a fost îndeplinită.

Verificarea preciziei se face prin măsurarea cu un cronometru a timpului corespunzător efectuării unui număr întreg de rotații (20 de exemplu), pentru fiecare din curenții indicați mai sus.

La fiecare sarcină se repetă măsurarea timpului de cel puțin două ori; timpul t corespunzător celor N rotații fiind media timpilor măsurați.

Pe tot parcursul încercărilor, un student va urmări și nota indicația wattmetrului. Dacă puterea variază în timpul unei determinări, el o va reduce la valoarea anterioară.

Energia înregistrată de contor va fi:

$$W_{inr} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{A} N [W \cdot s] \quad (6), \text{ relație unde cu}$$

A s-a notat constanta contorului.

Energia reală se determină cu relația:

$W = P \cdot t [W \cdot s]$ (7), unde P puterea citită pe cadranul wattmetrului și t timpul în care s-au realizat cele N rotații.

$$\text{Eroarea relativă este: } \varepsilon = \frac{W_{inr} - W}{W} \cdot 100\% \quad (8)$$

Precizia contorului este satisfăcătoare dacă este îndeplinită condiția: $|\varepsilon| \leq c_c$ (9)

Rezultatele se trec într-un tabel de forma:

Tabelul 1.

Verificarea preciziei contorului monofazat

U [V]	I [A]	$\cos\varphi$	P [W]	t [s]	W [W·s]	N [rot]	W_{inr} [W·s]	ε [%]	Concluzie

5. Verificarea sensibilității

Pentru această verificare, în circuit se montează un miliampermetru.

Încercarea se face la tensiunea nominală ($U_n=220V, f=50Hz$) și $\cos\varphi=1$, condiții în care discul trebuie să pornească singur la un curent egal cu:

– $I_s=0,005 \cdot I_n$ – pentru contoare de clasă 2;

– $I_s=0,01 \cdot I_n$ – pentru contoare de clasă 2,5 și 3.

Se va introduce în circuit alături de rezistența R o rezistență suplimentară pentru realizarea condiției de curent mic în circuit.

Pornind de la rezistența maximă se micșorează sarcina urmărindu-se discul contorului. În momentul în care se observă pornirea discului, se citește pe ampermetru curentul din circuit și se verifică dacă acesta îndeplinește condiția $I \leq I_s$.

6. Verificarea mecanismului integrator

Aceasta constă în determinarea energiei înregistrate de mecanismul integrator pentru sarcina nominală, factor de putere egal cu unitatea și un interval de timp suficient pentru ca erorile de citire la mecanismul integrator, cumulate pentru pornire și oprire, să nu depășească 1%.

Se va nota deci energia W_{inr} afișată pe dispozitivul de înregistrare pentru $I=I_n$, $\cos\varphi=1$ și $U=U_n$. Se va calcula eroarea relativă cu relația (8).

Dacă toate verificările corespund condițiilor impuse, se va consemna admiterea aparatului în exploatare. În caz contrar aparatul se respinge indicând motivul.

Întrebări recapitulative

Indicați variantele de legare a contorului de inducție într-un circuit, care ar conduce la rotirea discului în sens opus rotirii normale.

Cum se verifică condiția de defazaj a fluxurilor de curent și tensiune, și ce se reglează pentru îndeplinirea ei?

La verificarea condiției de precizie a unui contor, s-au înregistrat 30 de rotații într-un timp de 383,6 secunde. Știind că sarcina circuitului a fost o rezistență de 880 Ω , să se determine constanta contorului și energia consumată.

Notă pentru profesori:

Deoarece se lucrează la tensiuni periculoase, se recomandă intruirea elevilor și sporirea atenției la punerea sub tensiune a montajelor.

Materialele și aparatele necesare efectuării experimentului trebuie atent alese. Consumatorul poate fi realizat din reostate și autotransformatoare de laborator. Se recomandă calculul curenților prin aparate în așa fel încât să nu se depășească curentul maxim admisibil pe fiecare aparat în timpul efectuării experimentelor.

Contorul poate fi procurat de la furnizorul de energie electrică din localitate care are aparate ce nu mai pot fi aduse în clasa de precizie și care urmează să fie casate. Este recomandabil să se utilizeze în montaj un aparat ce nu corespunde metrologic pentru a se putea observa comportarea acestuia în situații particulare.

CYGNUS MAGAZIN

JUDECAREA, CONDAMNAREA ȘI EXECUȚIA SOȚILOR ROSENBERG – O EROARE REGRETABILĂ

Prof. Romulus Sfichi, Societatea Științifică CYGNUS, Suceava

Spre surprinderea tuturor, într-o arhivă secretă a Uniunii Sovietice, a apărut un „*Super – secret*” – dosar cu numărul 13676, care, cu aprobarea autorităților respective, a fost dat publicității apărând în revista „*Timpuri noi*”. Super-secretul dosar conținea toate detaliile unui plan sovietic în legătură cu intrarea în posesie a planurilor privind producerea bombei atomice în laboratoarele americane, inclusiv unele detalii de mare importanță care, laolaltă, obligă istoricii să rescrie aproape în întregime episoade petrecute în ultimii 60-65 de ani. Se desprinde, spre exemplu, o primă și foarte importantă concluzie tragică, care confirmă faptul că Ethel și Julius Rosenberg, cei doi soți americani care, după cum se știe, au fost acuzați că au transmis unor agenți sovietici documente privind fabricarea bombei atomice, motiv pentru care au fost condamnați la moarte și executați în luna iunie 1953, nu erau vinovați. Într-adevăr soții Rosenberg erau membri ai partidului comunist din SUA și aparțineau unei rețele de spionaj sovietic, dar erau cu totul străini de acțiunea propriu-zisă, inițiată de un cu totul alt grup. Astfel,

autorii marelui furt al secolului privind secretul nuclear, au fost soții Leontina (poloneză) și Morris (evreu) Cohen și nu soții Rosenberg care au plătit cu viața acțiunea întreprinsă de adevărații autori.

În anul 1949 (patru ani după bombardarea atomică a Japoniei), în Siberia, rușii făceau să explodeze prima lor bombă cu uraniu. Americanii și-au dat seama că au fost furați și au declanșat investigațiile cărora le-au căzut victime – ca țapi ispășitori – soții Rosenberg. Soții Cohen au plecat la timp în Canada și apoi, cu acte de identitate false, au apărut în Londra continuând activitatea de spioni sovietici. În 1961 au fost descoperiți și arestați fără să se cunoască (culmea!) anterioarele lor acțiuni în SUA.

În 1969, însă, au fost eliberați pentru a se efectua un schimb de spioni între Anglia și URSS. De atunci nu s-a mai auzit nimic de ei de parcă ar fi dispărut definitiv. Unele voci cu oarecare competență au afirmat, prin anii 1990, că soții Cohen trăiesc (Morris – 83 de ani și Leontina – 80 de ani) fără a se preciza unde și eventual sub ce alt nume.

PROBLEME DE SINTEZĂ

CLASA a VI-a

P.1. Se amestecă alcool etilic ($\rho_1=790\text{kg}/\text{m}^3$) cu apă ($\rho_2=1000\text{kg}/\text{m}^3$). În ce raport trebuie să se afle masa de apă cu cea de alcool astfel încât densitatea amestecului obținut să fie egală cu media aritmetică a densităților celor două lichide?

R: $m_2/m_1=1,26$

P.2. Un corp cu masa de 1kg este atârnat de un resort elastic. Alungirea produsă acestuia este de 2cm. Care este constanta elastică a resortului? Cu cât se va alungi alt resort, având $k=250\text{N}/\text{m}$, sub acțiunea aceluiași corp? ($g=10\text{N}/\text{kg}$)

R: $k_1=500\text{N}/\text{m}$; $\Delta l=4\text{cm}$

P.3. Explicați de ce două dinamometre, având constante elastice diferite, se alungesc diferit când se trage unul de celălalt? Cum sunt forțele indicate de dinamometre?

P.4. Se amestecă mase egale de apă aflate la 80°C , respectiv 20°C . Care va fi temperatura amestecului după stabilirea echilibrului termic? Verificați experimental!

R: 50°C

P.5. Explicați ce se întâmplă cu fructele și legumele lăsate în ger.

P.6. Comparați dilatarea termică la aer, fier și apă pentru variația temperaturii cu un grad.

P.7. Dacă prin încălzire volumul unui corp crește cu 25%, determinați cu cât scade densitatea.

R: 20%

P.8. Ce mărimi caracteristice unui corp se modifică atunci când acesta este ridicat de la nivelul mării pe vârful unui munte?

P.9. Prin încălzire o piesă de oțel își modifică densitatea cu $0,71\text{g}/\text{cm}^3$, iar creșterea relativă a volumului $\Delta V/V_0$ este de 10%. Cât este densitatea piesei înainte și după încălzire?

R: $\rho_0=7,81\text{g}/\text{cm}^3$, $\rho=7,1\text{g}/\text{cm}^3$

P.10. O bucată de sârmă din zinc cu lungimea de 1m la 0°C se alungește cu 3mm atunci când este încălzită la 100°C . Ce lungime va avea o bucată de sârmă de zinc la 50°C dacă la 0°C are lungimea de 5 m?

R: 5,0075m

P.11. Un corp are masa de 4kg și volumul $V=2\text{dm}^3$. Corpul se atârână înainte și după încălzire de un resort cu constanta elastică $250\text{N}/\text{m}$. Cu cât se va alungi resortul în fiecare caz ($g=10\text{N}/\text{kg}$)?

R: 16cm

P.12. Într-un vas se amestecă mase egale din lichide diferite, iar în altul volume egale din lichide diferite. În care vas densitatea amestecului este mai mare? (Aplicație numerică: $\rho_1=700\text{kg}/\text{m}^3$, $\rho_2=720\text{kg}/\text{m}^3$)

R: În vasul în care se pun volume egale din lichide diferite; $710\text{kg}/\text{m}^3$, $709,8\text{kg}/\text{m}^3$

P.13. De capătul unui resort este legat printr-un fir ignifug un corp din aluminiu cu masa de 50g. Cu cât se modifică alungirea resortului când sfera este încălzită cu 60°C ?

R: alungirea nu se modifică

P.14. O sferă metalică având sarcina $Q=16\mu\text{C}$ este pusă în contact cu alte patru sfere identice neutre. Cu ce sarcină se încarcă sferile după contact? Câți electroni lipsesc de pe fiecare sferă?

R: $2 \cdot 10^{13}$ electroni

P.15. O bară metalică este adusă cu un capăt în apropierea unei sfere încărcate cu sarcina $Q=2 \cdot 10^{-4}\text{C}$. Cu ce fel de sarcină se va

încărca capătul barei îndreptat către sferă?
Cum se va realiza acest lucru?

R: $-2 \cdot 10^{-4} \text{C}$; electrizare prin influență

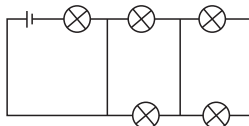
P.16. Fie trei sfere metalice identice A, B, C . Sfera A este neutră, sfera B este încărcată cu sarcina $-q$, iar sfera C este încărcată cu sarcina $+4q$. Ce sarcină va avea fiecare sferă după punerea în contact?

R: q

P.17. Între doi magneți bară orientați cu polii N și S unul spre celălalt se așează un resort din plastic. Sub acțiunea forțelor de atracție dintre magneți, resortul ($k=200\text{N/m}$) se comprimă cu $1,5\text{cm}$. Determinați forța de interacțiune dintre magneți.

R: 3N

P.18. Se dă circuitul din figură. Aveți la dispoziție două întrerupătoare K_1 și K_2 . Identificați variantele unde putem lega cele două întrerupătoare în poziția „deschis” astfel încât curentul să circule doar prin câte trei becuri.



P.19. La bornele unui baterii sunt 6V . Cum trebuie legate două becuri cu tensiuni nominale de 3V pentru a lumina normal? Ce efect poate avea scurtcircuitarea unui bec? Realizați schema electrică și argumentați răspunsul.

P.20. Fie două circuite, unul serie și altul paralel. Ce indică, în fiecare circuit, un voltmetru legat în paralel cu întrerupătorul atunci când: a) întrerupătorul este deschis; b) întrerupătorul este închis?

P.21. Valoarea unghiului dintre raza reflectată și cea incidentă este 40° . Determinați valorile unghiurilor de incidență și reflexie.

R: 20°

P.22. Pe una din oglinzile plane ale unui sistem format din două oglinzi plane per-

pendicularare se trimite o rază de lumină sub un unghi de 30° . Sub ce unghi se reflectă lumina în cea de-a doua oglindă?

R: 60°

P.23. Fie două oglinzi plane identice cu lungimea de 10cm , paralele aflate la distanța de 4cm . Pe marginea din stânga a oglinzii O_1 se trimite un fascicul de lumină sub un unghi de 45° . Câte reflexii se vor produce pe fiecare oglindă?

R: $1; 2$

P.24. Pe o suprafață plană se trimit în același punct de incidență două fascicule laser sub unghiurile: $i_1=60^\circ, i_2=30^\circ$. Care este valoarea unghiului dintre razele reflectate?

R: 30°

P.25. Determinați viteza de propagare a luminii în apă ($n_1=1,33$) și în sticlă ($n_2=1,5$). Viteza luminii în vid este $c = 300\,000\text{ km/s}$.

R: $225.563,9\text{ km/s}; 200.000\text{ km/s}$.

P.26. *Io* și *Europa* sunt doi sateliți ai lui *Jupiter*. Care este poziția relativă a celor doi sateliți față de un observator de pe *Pământ* astfel încât *Io* să-l oculteze pe *Europa*?

R: *Io, Europa*

P.27. Pe holul unui salon un copil își vede imaginea într-o oglindă și începe să alerge cu viteza constantă v către oglindă. Determinați viteza de deplasare a imaginii față de copil?

R: $-2v$

P.28. O oglindă plană este așezată paralel cu o rază laser. Cu ce unghi trebuie rotită oglinda astfel încât între raza reflectată și cea incidentă să fie 90° ?

R: 45°

P.29. Fie o oglindă plană poziționată paralel față de un ecran suficient de lung. La mijlocul distanței dintre oglindă și ecran se găsește o sursă laser orientată spre oglindă. Dacă oglinda se pune în mișcare cu

viteza v , cu ce viteză se mișcă raza reflectată pe ecran?

R: $3v$

P.30. Un copil se află în fața unei oglinzi plane. Dacă oglinda se depărtează de copil cu viteza 3cm/s timp de 10s , calculeți distanța parcursă de imagine în acest interval de timp.

R: 60cm

*Probleme selectate de
prof. Magdalena Cosovanu*

CLASA a VII-a

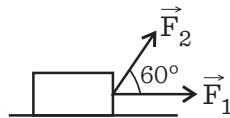
Lucru mecanic, putere, energia mecanică

P.1. Un corp se deplasează uniform pe o direcție orizontală, pe distanța $d=100\text{m}$. Mișcarea se realizează sub acțiunea unei forțe constante $F=40\text{N}$, care face cu orizontala un unghi $\alpha=30^\circ$. Se cere:

- reprezentarea tuturor forțelor care acționează asupra corpului;
- lucrul mecanic efectuat de forța F ;
- lucrul mecanic efectuat de forța de frecare;
- lucrul mecanic efectuat de forța de greutate. ($\sin 30^\circ=1/2$).

R: b) $3464,1\text{J}$; c) $-3464,1\text{J}$; d) 0

P.2. Un corp cu masa $m=6\text{kg}$ se deplasează pe distanța $d=2\text{m}$, sub acțiunea a două forțe concuren-



te plasate în același plan vertical și constante cu valorile $F_1=F_2=30\text{N}$. Se consideră $g=10\text{N/kg}$. Aflați lucrul mecanic total efectuat asupra corpului dacă coeficientul de frecare este $\mu=0,2$ iar unghiul $\alpha=60^\circ$

R: $76,38\text{J}$

P.3. Un corp cu masa de 2500g pornește din repaus din punctul A al unui plan înclinat de unghi 30° , cu înălțimea de 2m . El

ajunge în punctul B aflat la baza planului cu o viteză de 4m/s și apoi alunecă pe o suprafață orizontală până în punctul C , unde se oprește.

a) Ce fel de energie are corpul în punctul A ? Care este valoarea acesteia?

b) Ce fel de energie are corpul în punctul B ? Care este valoarea acesteia?

c) Comparați valorile obținute și justificați, stabilind cauza.

d) Ce distanță parcurge corpul până la oprire, dacă coeficientul de frecare este același de pe planul înclinat?

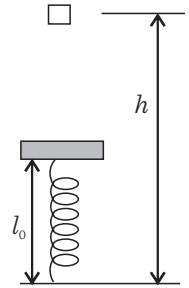
R: a) $E_{pg}=50\text{J}$; b) $E_c=20\text{J}$; d) $2,28\text{m}$

P.4. De la înălțimea $h=1\text{m}$ cade liber un corp de masă $m=100\text{g}$ pe o platformă de masă neglijabilă așezată pe un resort elastic cu lungimea inițială $l_0=20\text{cm}$. Determină:

a) energia cinetică a corpului în momentul ciocnirii cu platforma;

b) constanta elastică a resortului ce se comprimă cu $\Delta l=2\text{cm}$, presupunând că 20% din energia corpului se pierde în urma ciocnirii. Frecările cu aerul se neglijează, ca și masa resortului.

R: a) $0,8\text{J}$; b) 3300N/m



P.5. De la baza unui plan înclinat se lansează fără frecare un corp. Energia cinetică a corpului depinde de înălțimea la care se află conform graficului din figură. Determină:

a) semnificația fizică a punctelor de intersecție a graficului cu axele de coordonate;

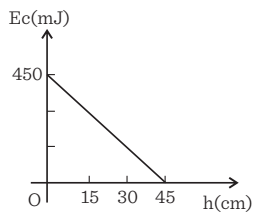
b) masa corpului;

c) viteza corpului în momentul lansării;

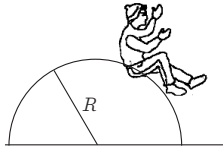
d) energia cinetică la înălțimea $h=20\text{cm}$

R: a) $E_{cmax}=450\text{mJ}$; $h_{max}=45\text{cm}$; b) $0,1\text{kg}$;

c) 3m/s ; d) $0,25\text{J}$



P.6. Un copil alunecă fără viteză inițială din vârful unei emisfere de gheață cu raza de 1,8m. Știind că frecările sunt neglijabile și că $g=10\text{m/s}^2$ să se calculeze valoarea vitezei copilului când acesta ajunge la baza semisferei.

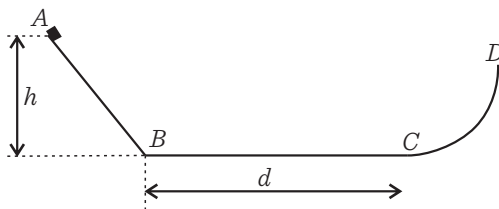


R: 6m/s

P.7. Un corp de masă $m=2\text{kg}$, aflat în punctul A, coboară fără frecare pe un plan înclinat de înălțime $h=1\text{m}$. Ajungând la baza planului (punctul B), corpul se deplasează cu frecare pe o suprafață plană orizontală până într-un punct C, parcurgând distanța $d=2\text{m}$. Coeficientul de frecare pe suprafața orizontală este $\mu=0,3$. Din punctul C, corpul urcă fără frecare pe o suprafață curbată CD. Să se calculeze:

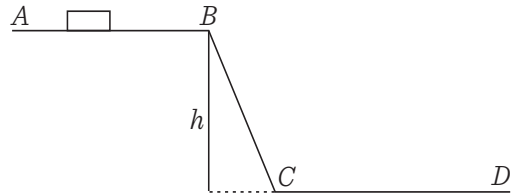
- a) viteza v_1 a corpului la baza planului înclinat;
- b) viteza v_2 a corpului în punctul C;
- c) înălțimea h_1 la care urcă corpul pe suprafața CD;
- d) poziția punctului în care se oprește corpul (la revenirea pe suprafața orizontală) față de punctul B.

Se va lua $g=9,8\text{ m/s}^2$.



R: a) 4,43m/s; b) 2,8m/s; c) 0,4m; d) 0,67m

P.8. Un corp cu masa $m=50\text{kg}$ se deplasează pe drumul din figură (fără să părăsească nici un moment suprafața), pornind din A cu viteză $v_0=5\text{m/s}$. Pe porțiunile orizontale mișcarea se face cu frecare, $\mu=0,2$. Pe planul înclinat BC mișcarea se face cu frecări neglijabile. Pe porțiunea AB asupra corpului acționează o forță constantă $F=400\text{N}$, orientată pe direcția și în sensul mișcării sale. Lucrul mecanic efec-



tuat de această forță pe distanța $d=AB$ este $L=2660\text{J}$. Când corpul își începe mișcarea pe planul înclinat (care face cu orizontala unghiul $\alpha=60^\circ$) forța F își inversează instantaneu sensul (direcția ei menținându-se aceeași). Când corpul ajunge la baza planului înclinat forța F își încetează acțiunea astfel încât corpul se va opri în D. Știind că $h=20\text{m}$ și $g=10\text{N/Kg}$ calculați:

- a) Lucrul mecanic efectuat de forța de frecare pe porțiunea AB
- b) Energia cinetică a corpului în punctul B
- c) Energia cinetică în punctul C
- d) Distanța $CD=d_0$ parcursă de corp pe ultima porțiune orizontală, până la oprire.

R: a) -665J ; b) 2620J ; c) $3382,13\text{J}$; d) $33,82\text{m}$

P.9. Un corp de masă $M=10\text{kg}$ este fixat la capătul unei tije rigide de masă neglijabilă având lungimea $l=2\text{m}$, articulată în O. Inițial tija este în repaus în poziție verticală cu corpul de masă m în punctul A. Lăsând sistemul să se miște liber se cere:

- a) energia cinetică a corpului M când trece prin poziția orizontală și energia cinetică în punctul B;

b) știind că în punctul B corpul M lovește un cui aflat în peretele vertical cărui îi transmite 75% din energia sa cinetică, iar forța de rezistență la înaintare a cuiului este $F_r=100\text{kN}$ să se calculeze adâncimea cu care intră cuiul în perete;

c) presupunând că tija este omogenă, de masă $M=10\text{kg}$, determinați lucrul mecanic necesar readucerii sistemului corp-tijă în starea mecanică inițială.

R: a) 200J ; 400J ; b) 3mm ; c) 600J

P.10. Un avion cu masa $m=2t$ urcă cu viteză constantă $v=180\text{km/h}$ de la înălțimea $h_1=1500\text{m}$ la înălțimea $h_2=3\text{km}$, lungimea drumului parcurs fiind $d=15\text{km}$. Motorul avionului dezvoltă puterea $P=0,2\text{MW}$. Determinați:

a) variația energiei cinetice și potențiale a sistemului avion-pământ

b) lucrul mecanic al forțelor de rezistență întâmpinate de avion

R: a) 0J; 30MJ; b) 30MJ

P.11. De pe podul de peste un râu un adept al sporturilor extreme cade liber de la înălțimea $H=30\text{m}$, fiind legat de picioare cu o coardă elastică ce are celălalt capăt fixat de pod. Sportivul își alege coarda elastică astfel încât viteza lui să fie nulă la înălțimea $h_1=2\text{m}$ deasupra apei și să fie în echilibru după amortizarea oscilațiilor la înălțimea $h=10\text{m}$. Calculați:

a) lungimea coardei în stare nedeformată;

b) viteza maximă pe care o atinge sportivul;

c) constanta elastică a coardei considerând masa sportivului $m=60\text{kg}$;

d) viteza cu care ajunge la suprafața apei dacă își dă drumul din starea de echilibru (de la înălțimea h).

Masa coardei și frecările cu aerul se neglijează

R: a) 18,33m; b) 19,58m/s; c) 359,28N/m; d) 14,14m/s

P.12. Un schior cu masa $M=60\text{kg}$ coboară o pantă de înălțime $h=70\text{m}$ și unghiul $\alpha=30^\circ$, pe o traiectorie șerpuită (slalom), apoi intră pe o pârtie orizontală și se oprește (datorită frecărilor) după ce parcurge rectiliniu distanța $d=49\text{m}$. Calculează lungimea traiectoriei șerpuite de pe pârtia înclinată.

R: $s=1560\text{m}$

Lumină și sunet

P.13. Într-o cutie prevăzută cu două orificii, se află două oglinzi plane. Cum sunt așezate oglinzile din cutie pentru ca mersul razelor de lumină să fie cel din figură?



P.14. O sursă luminoasă punctiformă se află în apă, la adâncimea $h=40\text{cm}$. Cunosând valoarea indicelui de refracție al apei, $n=4/3$, să se determine raza cercului luminos care se vede pe suprafața apei.

R: 45,35cm

P.15. Imaginea reală a unui obiect se formează la 18cm față de o lentilă convergentă cu distanța focală $f=12\text{cm}$. Obiectul începe să se deplaseze în lungul axului optic cu viteza $v=6\text{cm/s}$.

a) Care era poziția inițială a obiectului? Reprezentați grafic mersul razelor de lumină în acest caz.

b) După cât timp imaginea are aceeași înălțime cu obiectul?

R: a) 36cm în fața lentilei; b) 2s

P.16. Un ceasornicar încearcă să determine constanta elastică a unui arc. Dar, fiindcă arcul are dimensiuni foarte mici, îl privește printr-o lupă având convergența $C=4$ dioptrii ținând lupa la distanța de 12,5cm de arc. Când arcul este nedeformat, ceasornicarul observă imaginea virtuală a arcului prin lupă având lungimea $l'_0=8\text{mm}$. Când agață de arc un corp cubic cu latura $a=2\text{mm}$ din sticlă (densitate $\rho=2500\text{Kg/m}^3$) ceasornicarul observă imaginea virtuală a arcului prin lupă având lungimea $l'=10\text{mm}$.

a) Ce valoare are lungimea arcului nedeformat? Desenați mersul razelor de lumină prin lupă.

b) Ce valoare are constanta elastică a arcului?

R: a) 4mm; b) 0,2 N/m

P.17. Un copil privește, cu ajutorul unei lupe cu convergența $C=10$ dioptrii, o furnică aflată la o distanță de 6cm de lentilă.

a) Construiți grafic imaginea furnicii în lentilă și caracterizați-o;

b) Determinați la ce distanță de lentilă se obține imaginea și de câte ori este mai mare imaginea decât obiectul;

c) Furnica începe să se depărteze de lentilă. La 30 cm de lentilă furnica găsește de mâncare și se oprește. Copilul așează în fața furnicii, la 10cm, o oglindă plană paralelă cu lentila. Construiți grafic imaginile obținute și calculați distanța dintre ele.

R: a) imaginea e virtuală, dreaptă, mărită; b) 15 cm în fața oglinzii de 2,5 ori mai mare; c) imaginile sunt în spatele lentilei distanța dintre ele fiind de 2,5cm

P.18. O jucărie fosforescentă, de formă circulară, cu diametrul $d=10$ mm, este așezată coaxial cu o lentilă L , astfel încât diametrul jucăriei este dublul diametrului imaginii sale, iar jucăria și imaginea sa sunt de aceeași parte a lentilei. Cerințe:

a) precizați tipul lentilei;

b) știind că distanța dintre jucărie și imaginea ei este de 5mm, să se determine distanța focală și convergența lentilei.

R: a) lentilă divergentă;

b) $f=-10$ cm, $C=-10$ dioptrii

P.19. Distanța de la o lentilă convergentă până la imaginea obiectului este de 2 ori mai mare decât distanța de la obiect la lentilă. Convergența lentilei este de +1,5 dioptrii.

a) Calculați distanța obiect-lentilă și distanța imagine-lentilă.

b) Construiți imaginea obiectului în lentilă.

c) Dacă un om ar dori să aprindă un foc de veascuri cu ajutorul acestei lentile, ar îndrepta lentila spre soare și la ce distanță ar trebui să așeze veascurile față de lentilă pentru a reuși să aprindă focul?

R: a) ob. este la 1m în fața lentilei iar imag. este la 2m în spatele lentilei sau ob. este la 0,33m în fața lentilei iar imag. este la 0,66m în fața lentilei; c) 0,66m

P.20. O lentilă convergentă, cu distanța focală $f=15$ cm se află la distanța $d=40$ cm față de o oglindă plană. În fața lentilei, la distanța de 40cm, se așează un obiect cu înălțimea 10cm.

a) să se construiască imaginea finală dată de sistemul optic alcătuit din lentilă și oglindă.

b) să se calculeze distanța dintre obiect și imaginea finală a lui;

c) să se calculeze înălțimea imaginii finale.

R: b) 96cm; c) 6cm

P.21. Un pescar aflat într-o barcă aude după $t_1=3,62$ s semnalul sonor emis de sirena unui vapor. Un submarin aflat pe aceeași verticală cu barca pescarului recepționează sunetul după $t_2=1,1$ s de la emiterie. Dacă viteza sunetului în aer este $c=340$ m/s iar viteza sunetului în apă este de 4 ori mai mare decât în aer, la ce adâncime se află submarinul?

R: 850,38m

P.22. Liliacul depistează obstacolele folosind un sistem „sonar”. El emite impulsuri ultrasonore și recepționează semnalul reflectat de obstacol. Considerând că liliacul emite un semnal în momentul în care se află la distanța $d=10$ m de peretele peșterii și că în acel moment se deplasează perpendicular spre perete cu viteza $v=20$ m/s, iar semnalul emis se deplasează cu viteza $c=340$ m/s în aer, aflați:

a) după cât timp liliacul recepționează semnalul reflectat de perete?

b) la ce distanță de perete se găsește liliacul în momentul recepționării semnalului reflectat?

c) după cât timp ar recepționa semnalul reflectat de perete dacă în momentul emiterii acestuia liliacul se deplasează pe o direcție perpendiculară pe perete, dar în sens opus?

R: a) 1/18 s; b) 80/9 m; c) 1/16 s

P.23. Dacă sonarul unui vapor recepționează ecoul după 0,2 secunde (viteza sunetului în apă: $v=1430$ m/s) și dacă de pe vapor se aruncă ancora, care prin apă se mișcă uniform (datorită rezistenței apei) cu viteza 2m/s, în cât timp ajunge pe nisipul de pe fundul mării?

R: 71,5s

P.24. Pe o șosea paralelă cu un perete vertical de stâncă se deplasează cu viteză

constantă un autoturism. Distanța dintre șosea și perete este $d=510$ m. În momentul în care mașina trece prin dreptul indicatorului care restricționează viteza maximă la $v_{\max}=70\text{km/h}$ conducătorul autoturismului claxonează scurt. Un pieton aflat în repaus pe șosea înregistrează un interval de timp $\Delta t=1\text{s}$ între momentele recepționării sunetului direct și al celui reflectat de perete. După încă $\Delta t'=63\text{s}$ prin dreptul pietonului trece autoturismul. Cunoscând viteza sunetului în aer $c=340\text{m/s}$, determinați:

a) distanța dintre pieton și indicatorul care restricționează viteza maximă la $v_{\max}=70\text{ km/h}$;

b) dacă conducătorul autoturismului a respectat indicatorul de restricționare a vitezei.

R: a) 1360m; b) nu a respectat

Probleme selectate de prof. Marilena Sibechi

CLASA a IX-a

P.1 Aflați accelerația a cu care este ridicat vertical un corp tras de un fir ideal (fir inextensibil de masă neglijabilă), dacă tensiunea din fir este de k ori mai mare decât greutatea corpului.

R: $a=(k-1)g$.

P.2 Peste un scripete ideal trece un fir ideal având legate la capete două corpuri de mase $m_1=0,2\text{ kg}$ și $m_2=300\text{g}$. Considerând $g=10\text{m/s}^2$, să se calculeze: a) forța F care acționează asupra scripetelui; b) accelerația sistemului.

R: a) $F=2T=\frac{4m_1m_2}{m_1+m_2}=4,8\text{N}$;

b) $a=\frac{(m_2-m_1)g}{m_1+m_2}=2\text{m/s}^2$.

P.3 Două corpuri având masele $m_1=10\text{ kg}$ și $m_2=5\text{kg}$ sunt așezate pe un plan orizontal fără frecări și legate printr-un fir ideal (fig. 1). De corpul al doilea se trage cu o forță orizontală de 30N. Calculați:

a) tensiunea T din fir; b) accelerația sistemului.

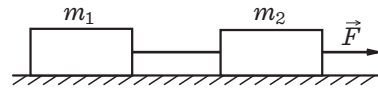


Fig. 1

R: a) $T=\frac{m_2F}{m_1+m_2}$; b) $a=\frac{F}{m_1+m_2}=2\text{m/s}^2$.

P.4 O forță orizontală $F=5\text{N}$ imprimă unui corp de masa $m=1\text{kg}$ așezat pe un plan orizontal o accelerație $a=4\text{m/s}^2$. Calculați coeficientul de frecare ($g=10\text{m/s}^2$).

R: $\mu=\frac{F-ma}{mg}=0,1$.

P.5 O forță F , aplicată pe o direcție care face unghiul $\alpha=45^\circ$ cu orizontala unui corp de masă $m=2\text{kg}$, așezat pe un plan orizontal, ca în fig. 2a, îi imprimă acestuia o mișcare rectilinie uniformă. Coeficientul de frecare la alunecare corp-plan este $\mu=0,1$. Calculați forța F ($g=10\text{m/s}^2$)

R: $F=\frac{\mu mg}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}=2,58\text{N}$.

P.6 Un corp de masă $m=50\text{ kg}$ este tras cu accelerația $a=2\text{m/s}^2$ pe un plan orizontal de forță necunoscută F care face un unghi $\alpha=30^\circ$ cu orizontala: a) deasupra orizontalei (fig. 2a); b) sub orizontală (fig. 2b). Coeficientul de frecare dintre corp și plan este $\mu=0,2$. Aflați mărimea forței F în cele două cazuri ($g=10\text{ m/s}^2$).

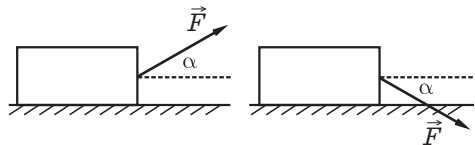


Fig. 2a

Fig. 2b

R: a) $F=\frac{m(a+\mu g)}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}=207,25\text{m/s}^2$;

b) $F=\frac{m(a+\mu g)}{\cos\alpha-\mu\sin\alpha}=261,44\text{m/s}^2$.

P.7 Fie sistemul din figura 3, pentru care se dau masele $m_1=5\text{kg}$, $m_2=3\text{kg}$. Scripetele și firul sunt ideale. Coeficientul de frecare

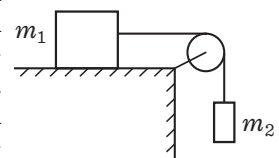


Fig. 3

între corpul de masă m_1 și planul orizontal este $\mu=0,2$. Aflați:

- a) accelerația sistemului;
- b) tensiunea T în fir ($g=10 \text{ m/s}^2$)

R: a) $a = \frac{(m_2 - \mu m_1)g}{m_1 + m_2} = 2,5 \text{ m/s}^2$;

b) $T = \frac{m_1 m_2 (1 + \mu)g}{m_1 + m_2} = 22,5 \text{ N}$.

P.8 Fie sistemul din figura 4, pentru care se dau masele $m_1=5\text{kg}$, $m_2=3\text{kg}$ și $F=50\text{N}$. Scripetele și firul sunt ideale. Coeficientul de frecare între corpul de masă m_1 și planul orizontal este $\mu=0,2$. Aflați:

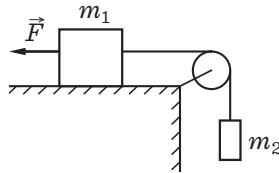


Fig. 4

- a) accelerația sistemului;
- b) tensiunea T în fir ($g=10\text{m/s}^2$)
- c) forța ce acționează asupra scripetelui.

R: a) $a = \frac{F - (\mu m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = 1,25 \text{ m/s}^2$;

b) $T = \frac{m_2 [F + m_1 g (1 - \mu)]}{m_1 + m_2} = 33,75 \text{ N}$;

c) $F_s = T\sqrt{2} = 47,59 \text{ N}$

P.9 Pe o masă orizontală netedă (fig. 5) se află un corp cu masa $M=4\text{kg}$. De acesta se leagă două

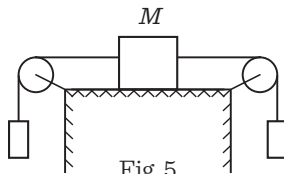


Fig. 5

fire care sunt trecute peste doi scripeți fixați la capetele opuse ale mesei. De fiecare fir este suspendat câte un corp, masele acestora fiind $m_1=1\text{kg}$ și $m_2=2\text{kg}$. Să se determine: a) accelerația cu care se deplasează sistemul; b) tensiunile din fire. ($g=10 \text{ m/s}^2$).

R: a) $a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + M} = 1,43 \text{ m/s}^2$;

b) $T_1 = \frac{m_1(2m_2 + M)g}{m_1 + m_2 + M} = 11,43 \text{ N}$;

$T_2 = \frac{m_2(2m_1 + M)g}{m_1 + m_2 + M} = 22,86 \text{ N}$.

P.10 Aflați forța F , paralelă cu planul înclinat de lungime $L=10\text{m}$ și înălțime $h=6\text{m}$,

necesară pentru a urca uniform pe plan un corp de masă $m=1000\text{kg}$. Coeficientul de frecare corp-plan este $\mu=0,2$. ($g=10\text{m/s}^2$)

R: $F = \frac{mg}{L}(h + \mu\sqrt{L^2 - h^2}) = 7600 \text{ N}$.

P.11 Un corp de masă $m=80\text{kg}$ este tras uniform în sus pe un plan înclinat de unghi $\alpha=30^\circ$ cu ajutorul unei forțe $F=500\text{N}$ paralelă cu planul. Aflați accelerația a cu care va aluneca pe plan corpul lăsat liber. ($g=10\text{m/s}^2$)

R: $a = 2g \sin \alpha - \frac{F}{m} = 3,75 \text{ m/s}^2$.

P.12 Un corp cu masa $m_1=1\text{kg}$, aflat pe un plan înclinat cu unghiul $\alpha=30^\circ$ față de orizontală, este legat cu un fir

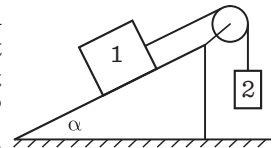


Fig. 6

inextensibil (fig. 6). Firul trece peste un scripete fix aflat în vârful planului înclinat și susține la celălalt capăt un corp cu masa $m_2=m_1=1\text{kg}$, care atârna liber. Considerând frecările neglijabile, să se determine: a) accelerația cu care se deplasează sistemul de corpuri; b) tensiunea din fir. ($g=10\text{m/s}^2$)

R: a) $a = \frac{(m_2 - m_1 \sin \alpha)g}{m_1 + m_2} = 2,5 \text{ m/s}^2$;

b) $T = \frac{m_1 m_2 (1 + \sin \alpha)g}{m_1 + m_2} = 7,5 \text{ N}$.

P.13 Să se determine raportul m_1/m_2 pentru care corpul 2 din figura 6 începe: a) să urce; b) să coboare. Se cunoaște unghiul α făcut de planul înclinat cu orizontala și coeficientul de frecare la alunecare μ dintre corpul 1 și planul înclinat.

R: a) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$;

b) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$.

P.14 Pentru dispozitivul din figura 6 se cunosc: $\alpha=30^\circ$, $k=m_1/m_2=2/3$, $\mu=0,1$. Să se determine accelerația cu care se deplasează sistemul de corpuri din momentul în care este lăsat liber. ($g=10\text{m/s}^2$)

R: $a = \frac{1 - k(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{k + 1} g = 3,65 \text{ m/s}^2$

P.15 Să se determine accelerația cu care se deplasează sistemul de corpuri din figura 7 și tensiunile din cele două fire. Se cunosc: $m_1=4\text{kg}$, $m_2=2\text{kg}$, $m_3=8\text{kg}$, $\alpha=30^\circ$. ($g=10\text{m/s}^2$)

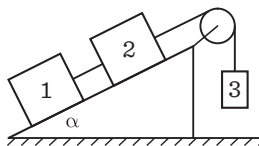


Fig. 7

R: $a = \frac{[m_3 - (m_1 + m_2) \sin \alpha] g}{m_1 + m_2 + m_3} = 3.57 \text{ m/s}^2$;

$$T_1 = \frac{m_1 m_3 (1 + \sin \alpha) g}{m_1 + m_2 + m_3} = 34.28 \text{ N};$$

$$T_2 = \frac{m_3 (m_1 + m_2) (1 + \sin \alpha) g}{m_1 + m_2 + m_3} = 51.42 \text{ N}.$$

P.16 Să se determine accelerația cu care se deplasează sistemul de corpuri din figura 8 și tensiunea din fir. Se cunosc: $m_1=4\text{kg}$, $m_2=2\text{kg}$, $\alpha=30^\circ$, iar coeficientul de frecare este același pentru ambele suprafețe $\mu=0,1$. ($g=10\text{m/s}^2$)

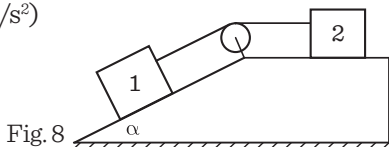


Fig. 8

$$\text{R: } a = \frac{[m_1 \sin \alpha - \mu (m_1 \cos \alpha + m_2)] g}{m_1 + m_2} = 3.09 \text{ m/s}^2;$$

$$T = \frac{m_1 m_2 [\sin \alpha + \mu (1 - \cos \alpha)] g}{m_1 + m_2} = 6.84 \text{ N}.$$

P.17 Să se determine accelerația cu care se deplasează sistemul de corpuri din figura 9 și tensiunea din fir. Se cunosc: $F=100\text{N}$, $m_1=2\text{kg}$, $m_2=2\text{kg}$, $\alpha=30^\circ$, iar coeficientul de frecare este același pentru ambele suprafețe $\mu=0,1$. ($g=10\text{m/s}^2$)

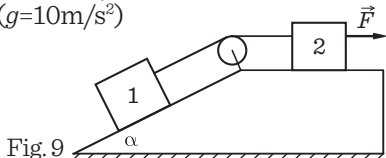


Fig. 9

$$\text{R: } a = \frac{F - [m_1 \sin \alpha + \mu (m_1 \cos \alpha + m_2)] g}{m_1 + m_2} = 2.82 \text{ m/s}^2;$$

$$T = \frac{m_1 [F + m_2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha - \mu)]}{m_1 + m_2} = 62.65 \text{ N}.$$

P.18 Corpurile din figura 10 au masele egale: $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$. Unghiul α are valoarea de 30° iar unghiul β are valoarea de 60° .

Coeficientul de frecare este același pentru ambele suprafețe $\mu=0,1$. Determinați accelerația cu care se vor mișca cele două corpuri și tensiunea din fir. ($g=10\text{m/s}^2$).

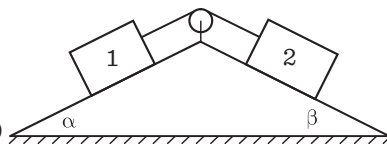


Fig. 10

$$\text{R: } a = \frac{[m_2 \sin \beta - m_1 \sin \alpha - \mu (m_1 \cos \alpha + m_2 \cos \beta)] g}{m_1 + m_2} = 0.645 \text{ m/s}^2;$$

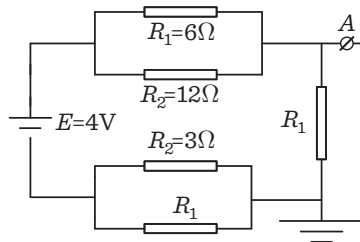
$$T = \frac{m_1 m_2 g [\sin \alpha + \sin \beta + \mu (\cos \alpha - \cos \beta)]}{m_1 + m_2} = 7 \text{ N}.$$

Probleme selectate de prof. Violeta Iaceniuc

CLASA a X-a

Legile lui Kirchhoff

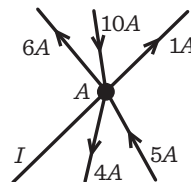
P.1 Care este potențialul punctului A din figura alăturată?



$$\text{R: } V_A = 2 \text{ V}$$

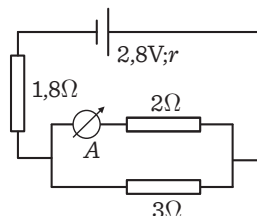
P.2 Care este intensitatea curentului I din figură și sensul acestuia?

$$\text{R: } I = 4 \text{ A, pleacă de la A}$$

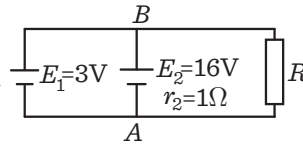


P.3 Ampermetrul din figură indică un curent electric cu intensitatea de $I=0,48 \text{ A}$. Determinați rezistența internă a sursei E .

$$\text{R: } r = 0,5 \Omega$$

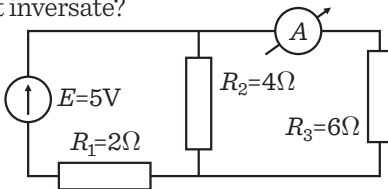


P.4 Determinați valoarea rezistenței R , așa încât prin bateria E_1 din circuitul alăturat să nu circule curent.



R: $R = \frac{3}{13} \Omega$

P.5 În schema din figură se cunosc $E=5V$, $R_1=2\Omega$, $R_2=4\Omega$, $R_3=6\Omega$. Rezistențele interioare ale sursei și ampermetrului se neglijează. Care va fi valoarea indicată de ampermetrul A? Dar când poziția sa și a sursei sunt inversate?



R: $I = 0,909A; 0,454A$

Energia și puterea curentului electric

P.6 Un bec electric B_1 cu valorile nominale $P_1=25W$, $U_1=120V$ și un altul B_2 cu valorile nominale $P_2=100W$, $U_2=120V$ sunt legate în serie la o rețea cu tensiunea $U=240V$. Cum vor lumina cele două becuri? Care este explicația?

P.7 În circuitul exterior alimentat de o sursă cu t.e.m. $E=2V$ și rezistența internă $r=1\Omega$ se consumă puterea $P=0,75W$. Care va fi intensitatea curentului debitat de sursă?

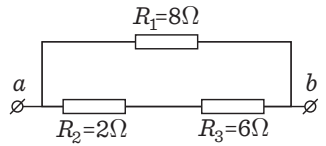
R: $I = 0,5A; 1,5A$

P.8 La legarea unui rezistor pe rând la bornele a două generatoare acestea vor debita pe rezistor energie cu randamentele η_1 , respectiv η_2 . Cât va fi randamentul cu care cele două generatoare legate în serie vor debita energie pe același rezistor?

R: $\frac{\eta_1 \eta_2}{\eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2}$

P.9 Între punctele a și b ale circuitului alăturat se cuplează o sursă de tensiune.

În care dintre cele trei rezistoare se degajă cea mai mare căldură? Care este valoarea acesteia în timp de 5 minute dacă $U_{ab}=16V$?



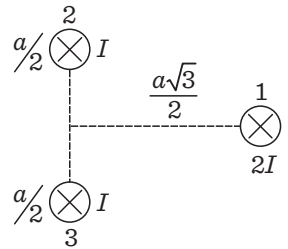
R: $Q=9600J$

Efectul magnetic al curentului electric

P.10 Un conductor rectiliniu cade, pe verticală, cu accelerația $a=2m/s^2$ perpendicular pe liniile unui câmp magnetic uniform $B=10,8mT$. Cunoscând secțiunea $S=2mm^2$ și densitatea metalului din care este realizat $\rho=2,7 \cdot 10^3 Kg/m^3$ determinați intensitatea curentului electric prin conductor. Se consideră $g=10m/s^2$.

R: $I=4A$

P.11 Trei conductori rectilinii, paraleli, aflați în vid, perpendiculari pe planul foii sunt parcursi de curent electric așa cum arată figura. Care este modulul forței care acționează asupra unității de lungime a conductorului 1?



R: $\frac{F}{l} = \frac{\sqrt{3} \mu_0 I^2}{\pi a}$

P.12 O spiră circulară cu raza de 2 cm, se află în vid ($\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} N/A^2$), în plan orizontal, și este parcursă de un curent electric staționar cu intensitatea de 2mA în sens trigonometric. Un conductor rectiliniu orizontal și tangent la spiră este parcurs de un curent electric staționar cu intensitatea de 4mA. Ce valori poate lua inducția câmpului magnetic în centrul spirii?

R: $B=2,28 \cdot 10^{-8} T$

P.13 Două spire circulare cu razele $R_1=2cm$ și $R_2=1cm$ sunt plasate în două plane

perpendicularare astfel încât centrele lor să coincidă. Intensitățile curenților care străbat spirele sunt $I_1=6\text{A}$ și $I_2=4\text{A}$. Ce valoare va lua inducția câmpului magnetic în centrul spirelor?

$$\text{R: } B=\pi \cdot 10^{-4}\text{T}$$

P.14 Un solenoid având lungimea $l=0,5\text{m}$ și diametrul $D=4\text{cm}$ este realizat dintr-o sârmă de cupru cu diametrul $d=1\text{mm}$ bobinată spiră lângă spiră într-un singur strat. Tensiunea aplicată la bornele solenoidului este $U=1,36\text{V}$. Dacă rezistivitatea cuprului este $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$ și $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-3}\text{H/m}$, calculați inducția câmpului magnetic în interiorul bobinei.

$$\text{R: } B=4\pi \cdot 10^{-4}\text{T}$$

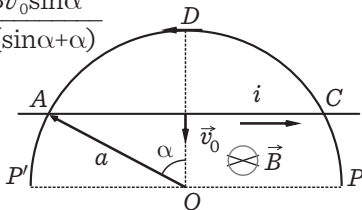
Inducția electromagnetică

P.15 O bobină cu 100 spire și cu aria secțiunii transversale 5cm^2 este plasată într-un câmp magnetic uniform cu inducția 1T . Axa bobinei și liniile câmpului magnetic formează un unghi de 60° . Bobina se rotește uniform cu 90° , astfel încât unghiul cu liniile câmpului devine 150° , în interval de timp de o secundă. Care este valoarea t.e.m. induse?

$$\text{R: } e=68,25\text{mV}$$

P.16 Un conductor PP' cu rezistența R_0 pe unitatea de lungime are forma unui semicerc de rază a . Un alt conductor AC cu aceeași rezistență pe unitatea de lungime se deplasează prin translație cu viteza constantă v_0 pe semicerc ca în figura alăturată. Un câmp magnetic de inducție B acționează perpendicular pe suprafața conturului închis de cele două conductoare. Deduceți expresia intensității curentului indus prin contur în funcție de unghiul α .

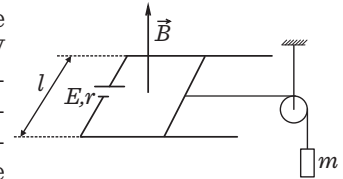
$$\text{R: } i=\frac{Bv_0\sin\alpha}{R_0(\sin\alpha+\alpha)}$$



P.17 Într-o bobină cu lungimea $l=2\text{cm}$, secțiunea $S=1\text{cm}^2$ și $N=150$ spire intensitatea curentului electric variază cu viteza constantă $\Delta I/\Delta t=110\text{A/s}$. Ce valoare va avea t.e.m. auto-indusă în bobină?

$$\text{R: } e=15,54\text{mV}$$

P.18 O bară conductoare de rezistență $R=0,6\Omega$ și masă $m_0=50\text{g}$ este legată printr-un fir subțire dintr-un material izolator, petrecut după un scripete și de un corp de masă $m=90\text{g}$. Bara alunecă fără frecare pe două șine perfect conductoare, orizontale, situate la distanța $l=60\text{cm}$ una de alta ca în figura alăturată. Barele sunt conectate la o sursă de t.e.m. $E=1,5\text{V}$ de rezistență internă neglijabilă. Perpendicular pe planul barelor acționează un câmp magnetic uniform și constant în timp, de inducție $B=10\text{mT}$. Calculați vitezei barei conductoare după ce mișcarea ei a devenit uniformă.



$$\text{R: } v=\frac{1}{Bl}\left[E-\frac{mgR}{Bl}\right]$$

P.19 Exprimați prin intermediul uniților de măsură fundamentale în S.I. un Henry (1H).

Curentul alternativ

P.20 Un cadru metalic pătratic cu $l=6\text{cm}$ care are $N=8$ spire se rotește într-un câmp magnetic omogen cu inducția magnetică $B=1\text{T}$. La momentul $t=T/6$ valoarea instantanee a t.e.m. este $e=4,5\text{V}$ și la momentul inițial cadrul este paralel cu liniile câmpului magnetic. Calculați amplitudinea și frecvența t.e.m. induse.

$$\text{R: } 9\text{V}, 50\text{Hz}$$

P.21 Tensiunea la bornele unui circuit de curent alternativ cu frecvența $\nu=50\text{Hz}$ are valorile instantanee $u(T/6)=(\sqrt{3}+1)\text{V}$ și $u(T/4)=2\text{V}$. Să se calculeze: frecvența, faza

inițială și valoarea efectivă pentru tensiunea la bornele circuitului.

R: $50\text{Hz}, \pi/4, 2\text{V}$

P.22 Un cadru dreptunghiular $ABCD$ de laturi $a=0,2\text{m}$ și $b=0,3\text{m}$ se află într-un câmp magnetic de inducție $B=0,02\text{T}$, uniform și normal pe cadru. Laturile cadrului au rezistența $r_0=1\Omega/\text{m}$ pe unitatea de lungime. Pe cadru se deplasează cu viteză constantă $v=1\text{m/s}$ conductorul MN aflat inițial în $AD=a$ ($MN//AD$). Calculați t.e.m. indusă în cadrul MN și intensitatea curentului la $t=0,1\text{s}$.

R: $e=4\text{mV}; I=9\text{mA}$

P.23 Calculați tensiunea electromotoare indusă într-un conductor rectiliniu de lungime $l=10\text{cm}$, care se deplasează cu viteza $v=2\text{m/s}$, perpendicular pe liniile unui câmp magnetic de inducție $B=1\text{T}$.

R: $e=0,2\text{V}$

Circuite de curent alternativ

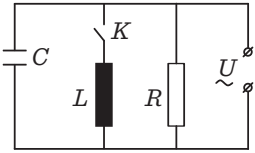
P.24 Un circuit de c.a. alimentat la o tensiune de 220V , cu o frecvență de 50Hz este compus dintr-un rezistor $R=30\Omega$ legat în serie cu o bobină de rezistență nulă și un condensator. La frecvența specificată bobina are reactanța inductivă $X_L=160\Omega$, iar condensatorul are o reactanță capacitivă 120Ω . Calculați intensitatea curentului prin circuit.

R: $I=4,4\text{A}$

P.25 O bobină reală alimentată la o sursă de c.a. cu valoarea efectivă a tensiunii U_1 și frecvența ν_1 are impedanța $Z_1=5\Omega$. Alimentând bobina la o sursă de c.a. cu valoarea efectivă a tensiunii de $n=2$ ori mai mare și frecvența de $k=3$ ori mai mare, ea este parcursă de un curent cu aceeași intensitate. Ce valori au rezistența bobinei și reactanța sa la frecvența ν_1 ?

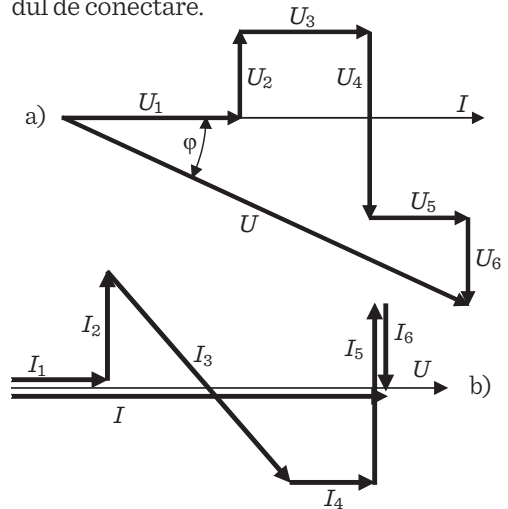
R: $\frac{5\sqrt{5}}{2\sqrt{2}}\Omega; \frac{5\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\Omega$

P.26 În circuitul din figura alăturată se cunosc $X_C=6\Omega$ și $R=3\sqrt{2}\Omega$. Intensitatea efectivă a curentului electric prin circuitul principal se dublează dacă întrerupătorul K este închis. Care va fi valoarea reactanței inductive X_L în acest caz?

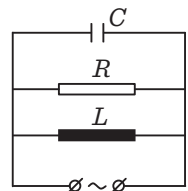


R: $X_L=2\Omega$

P.27 Diagramele fazoriale pentru două cazuri de curent alternativ sunt cele din figurile de mai jos. Identificați elementele din care este alcătuit fiecare circuit și modul de conectare.



P.28 Pentru circuitul din figură se cunoaște că reactanța capacitivă este dublul reactanței inductive și că valoarea numerică a puterii active reprezintă 75% din valoarea puterii reactive. Care este raportul între rezistența rezistorului și reactanța bobinei?



R: $8/3$

P.29 O bobină având tensiunea la borne $U=220\text{V}$ are o putere activă $P=10\text{W}$ și o putere reactivă $Q=8\text{var}$. Legăm în serie cu bobina un rezistor, iar gruparea este alimentată la tensiunea $U=220\text{V}$. Calculați valoarea

rezistenței rezistorului pentru care puterea activă a acestuia este maximă.

$$\mathbf{R}: R=378\Omega$$

Probleme selectate de prof. Chichifoi Aurel

CLASA a XI-a

P.1 O lamă plan paralelă alcătuită din trei straturi transparente optic diferite, se află în aer. Pe lamă se trimite perpendicular o rază de lumină având lungimea de undă λ_0 . În ce relație trebuie să se găsească grosimile celor trei straturi astfel încât numărul de lungimi de undă corespunzătoare grosimii acestora să fie același?

\mathbf{R} : drumul optic trebuie să fie același

P.2 O bobină cu inductanța $L=(210/\pi)$ mH și rezistența $R=10\Omega$ este alimentată la o tensiune alternativă $U=110\text{V}$ având frecvența $\nu=50$ Hz. Determinați:

a) impedanța bobinei;

b) defazajul dintre intensitatea curentului ce străbate bobina și tensiunea aplicată la bornele acesteia;

c) căldura degajată de bobină în timp de o perioadă;

d) Ce tensiune continuă trebuie aplicată bobinei pentru a fi străbătută de un curent a cărui intensitate să fie egală cu valoarea efectivă a intensității curentului alternativ?

$$\mathbf{R}: Z=23,25\Omega, \varphi=71,7^\circ,$$

$$Q=4,47\text{J}, U_0=47,35\text{V}$$

P.3 Două bobine identice având inductanța $L=(420/\pi)$ mH și rezistența $R=20\Omega$, grupate în serie, sunt legate în serie și apoi în paralel cu un condensator de capacitate $C=(20/\pi)\mu\text{F}$. Circuitele obținute se alimentează cu tensiunea alternativă $U=220\text{V}$ și frecvența $\nu=50\text{Hz}$. Determinați:

a) frecvența proprie a circuitului în cele două cazuri;

b) factorul de calitate al circuitelor;

c) caracterul circuitelor în cele două cazuri;

d) valoarea intensității curentului ce străbate bobinele și condensatorul în cele două grupări.

\mathbf{R} : a) $\nu_{op}=\nu_{os}=559,01\text{Hz}$; b) $Q=4,47$; c) s: capacitiv; p: inductiv; d) $I_1=0,43\text{A}$; $I_2=2,187\text{A}$; $I_3=0,44\text{A}$.

P.4 Un circuit RLC serie alcătuit dintr-o bobină având inductanța $L=(3/\pi)\text{H}$, rezistența $R=5\Omega$ și un condensator de capacitate $C=(10/\pi)\mu\text{F}$ este alimentat la o tensiune alternativ sinusoidală având frecvența 50Hz . Tensiunea alternativă la bornele condensatorului este $U_c=100\text{V}$. Determinați:

a) valoarea efectivă a intensității curentului din circuit;

b) defazajul dintre tensiunea la bornele circuitului și intensitatea curentului ce-l străbate;

c) expresia valorii momentane a intensității curentului;

d) valoarea frecvenței tensiunii de alimentare pentru care circuitul va avea un caracter opus sub același defazaj.

$$\mathbf{R}: I=0,1\text{A}; \varphi=-89,693^\circ;$$

$$i=0,141\sin(314t-0,498\pi); \nu'=150\text{Hz}$$

P.5 O bobină având inductanța $L=(105/\pi)$ mH și rezistența $R=5\Omega$ este alimentată la o tensiune alternativ sinusoidală $U=110\text{V}$ și frecvența $\nu=60\text{Hz}$. Determinați:

a) defazajul dintre tensiunea la borne și intensitatea curentului ce străbate bobina;

b) puterea electrică activă, reactivă și aparentă din bobină;

c) valoarea tensiunii continue care ar genera în bobină o putere electrică de aceeași valoare cu puterea activă din curent alternativ.

\mathbf{R} : $\varphi=68,35^\circ$, $P=918,01\text{W}$; $P_r=2313,39\text{VAR}$, $S=1468,5\text{VA}$, $U=67,75\text{V}$.

P.6 Un circuit paralel LC are condensatorul variabil. Capacitatea condensatorului variază între $C_1=25\text{pF}$ și $C_2=1000\text{pF}$, iar bobina are inductanța $L=1\text{mH}$ și rezistența $R=2,5\text{k}\Omega$.

a) Pentru ce domeniu de valori ale capacității condensatorului, circuitul poate deveni un circuit oscilant?

b) Care este domeniul de frecvență al oscilațiilor electromagnetice produse în circuit?

c) Determinați lungimea maximă și minimă a dipolului sferic de undă ce ar recepta undele corespunzătoare.

R: $C=(25\div 640)\text{pF}$; $\nu=(100,716\div 199,04)\text{kHz}$; $l_{\min}=376,80\text{m}$, $l_{\max}=744,71\text{m}$.

P.7 Un fascicul de lumină albă cade perpendicular pe o rețea de difracție având $n=100$ de trăsături pe mm. Domeniul vizibil este cuprins între $\lambda_{\min}=380\text{nm}$ și $\lambda_{\max}=700\text{nm}$. Razele difractate se compun în planul focal al unei lentile având distanța focală $f=0,5\text{m}$. Determinați:

- ce culoare are franja centrală;
- lărgimea spectrului pentru $k=1$;
- poziția medie a spectrului pentru $k=1$ față de mijlocul franjei centrale.

R: albă; $\Delta x_1=1,6\text{cm}$; $x_{\text{med}}=2,7\text{cm}$

P.8 Expresia câmpului electric din unda electromagnetică este dată de relația:

$$E=0,03 \sin 2\pi(t/10^{-9}-x/0,3)\text{(V/m)}.$$

Determinați:

- frecvența unde electromagnetice;
- expresia câmpului magnetic din unda electromagnetică;
- lungimea antenei dipol semiundă care emite acest câmp electromagnetic.

R: $\nu=1\text{GHz}$; $B=10^{-10}\sin 2\pi(10^9t-x/0,3)\text{T}$; $l=0,15\text{m}$.

P.9 Undele radio lungi au lungimea de undă cuprinsă între 600m și 2km. Determinați:

- banda de frecvență a undelor radio lungi;
- durata deplasării acestora de la București la Suceava ($d=450\text{km}$).

R: 0,15–0,5GHz; 1,5ms

P.10 Un circuit oscilant are un condensator plan cu distanța dintre plăci $d=1\text{mm}$ și suprafața $S=100\text{cm}^2$, iar dielectricul dintre plăci este aerul. Bobina circuitului are impedanța $L=5\text{mH}$. Determinați:

- frecvența proprie a circuitului;
- lungimea de undă a radiației emise.
- Cum se modifică lungimea de undă dacă suprafața condensatorului se înjumătățește?

R: $\nu=2,436\text{MHz}$; $\lambda=123,15\text{m}$; $\nu'=3,44\text{MHz}$; $\lambda'=87,20\text{m}$;

P.11 Pe o suprafață de separare aer-sticlă se trimite un fascicul de lumină albă sub un unghi de incidență $i=60^\circ$. În fasciculul refractat pentru culoarea roșie, unghiul de refracție este $r_r=48^\circ$, iar pentru culoarea violet $r_v=35^\circ$. Calculați:

- viteza de propagare a celor două radiații în sticlă;
- unghiul sub care este dispersat fasciculul refractat.

R: $2,573\cdot 10^8\text{m/s}$; $1,986\cdot 10^8\text{m/s}$; $\Delta r=13^\circ$

P.12 Un circuit oscilant deschis având frecvența proprie $\nu_0=10\text{MHz}$ are în componență un condensator de capacitate $C=0,1\text{pF}$. Determinați:

- inductanța bobinei din circuitul oscilant;
- lungimea dipolului semiundă care emite unda;
- lungimea unei antene receptor sferic de undă.

R: $L=2,53\text{mH}$; $l=150\text{m}$; $l'=75\text{m}$

P.13 Pentru radiația $\lambda=0,4\mu\text{m}$, indicele de refracție în fluorină este $n_1=1,43$, în cuarț $n_2=1,54$, iar în flint $n_3=1,67$. Determinați:

a) viteza de propagare în cele trei sorturi de sticlă optică;

b) sub ce unghiuri de incidență trebuie trimisă radiația pe lame plan paralele, confecționate din cele trei sorturi de sticlă, astfel încât unghiul de refracție să fie același $r=30^\circ$?

R: $v_1=2,097\cdot 10^8\text{m/s}$;

$v_2=1,948\cdot 10^8\text{m/s}$; $v_3=1,796\cdot 10^8\text{m/s}$;

$i_1=45,173^\circ$; $i_2=50,35^\circ$; $i_3=56,67^\circ$

P.14 De-a lungul unei bare de cuarț având lungimea $l=1\text{m}$ se propagă un fascicul de lumină albă. Pentru radiația violetă, indicele de refracție este $n_v=1,5$, iar pentru cea roșie $n_r=1,54$. Ce distanță este între fronturile de undă ale celor două radiații în momentul în care radiația violetă a ajuns la capătul opus al barei?

R: $\Delta x=2,59\text{cm}$

P.15 Pe un dispozitiv Young se trimite un fascicul de lumină monocromatică cu $\lambda=550\text{nm}$. Distanța dintre fante este $2l=1\text{mm}$, iar cea dintre planul fantelor și ecran este $D=1\text{m}$.

- a) Determinați interfranja;
b) La un moment dat ecranul începe să se îndepărteze uniform de planul fantelor cu

viteza de 1mm/s . Ce valoare va avea interfranja după 20min de la începutul mișcării?

- c) Ce valoare ar trebui să avem între fante pentru a avea aceeași interfranja ca la punctul a)?

$$\text{R: } i=0,55\text{mm}; i'=1,21\text{mm}; 2l'=2,2\text{mm}$$

Probleme selectate de prof. Ilie Cosovanu

PROBLEME DE PERFORMANȚĂ PROPUSE

MECANICĂ

M.1. Viteza unui mobil variază în timp după legea $v(t)=\frac{t^n+1}{t^{n+2}+1}$, $n \in \mathbb{N}$. Să se compare distanța parcursă în prima secundă cu restul distanței până la oprire.

$$\text{R: } s_{0-1}=s_{1-\infty}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

M.2. Un mobil cu masa $m=1\text{kg}$ este antrenat într-o mișcare orizontală fără frecări în lungul axei Ox astfel că în orice moment $t>0$ între abscisa sa $x(t)$, viteza instantanee $v(t)$ și accelerația instantanee $a(t)$ există relația $x(t)=vt+\frac{a}{2}t^2$. Știind că $v(1\text{s})=1\text{m/s}$ și $a(1\text{s})=6\text{m/s}^2$, să se determine lucrul mecanic efectuat de forța de antrenare a mobilului în intervalul de timp $[1,2]\text{s}$.

$$\text{R: } L=\frac{105}{32}\text{J}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

M.3. Trei corpuri de mase $m_1=4\text{ kg}$ și $m_2=m_3=2\text{kg}$ sunt antrenate simultan în mișcări rectilinii uniforme, vectorii viteze formând cu axa Ox respectiv unghiurile: $\alpha_1=\arccos 1/4$, $\alpha_2=0$, $\alpha_3=60^\circ$. Să se determine mărimile vitezelor celor trei corpuri astfel încât energia lor cinetică totală să fie $E_c=22\text{J}$, iar suma proiecțiilor impulsurilor lor pe direcția axei Ox să fie maximă.

$$\text{R: } v_1=1\text{m/s}, v_2=4\text{m/s}, v_3=2\text{m/s},$$

$$p_{x,\text{max}}=11\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

TERMODINAMICĂ

T.1. În diagrama $T-P$ trei izocore ale aceleași cantități ν de gaz ideal fac cu axa presiunii unghiurile α , β și γ supuse condițiilor: $\alpha+\beta+\gamma=\pi$; $\alpha>\beta>\gamma>\frac{\pi}{4}$. Referitor la volumele celor trei izocore, să se demonstreze că numeric $V_1+V_2+V_3>3\sqrt{3}\nu R$, R fiind constanta universală a gazelor perfecte.

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

T.2. În raport cu sistemul triortogonal VPT (volum – presiune – temperatură) locul geometric al punctelor de stare în care gazul ideal are același număr de moli ν reprezintă porțiunea din suprafața paraboloidului hiperbolic $pV=\nu RT$ situată în primul octant. Geometria analitică demonstrează că paraboloidul hiperbolic $xy=kz$, $k=\text{const.}$, este o suprafață riglată pe care se situează două familii de generatoare rectilinii cu proprietățile:

1) Prin orice punct al paraboloidului hiperbolic trece câte o generatoare din fiecare familie;

2) Cele două generatoare rectilinii, distincte ce trec printr-un punct M al paraboloidului hiperbolic se găsesc situate și în planul tangent la suprafața paraboloidului hiperbolic în punctul M .

Fie $M_0(V_0, p_0, T_0)$ un punct de stare pe suprafața $pV=\nu RT$. Să se determine ecuațiile celor două generatoare rectilinii ce trec prin punctul M_0 precizând tipul de transformare a gazului ideal reprezentat de fiecare.

$$\text{R: } \frac{V-V_0}{0} = \frac{p-0}{vR} = \frac{T-0}{V_0} \text{ izocoră;}$$

$$\frac{V-0}{vR} = \frac{p-p_0}{0} = \frac{T-0}{p_0} \text{ izobară.}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

ELECTRICITATE ȘI MAGNETISM

E.1. Un corp punctiform electrizat pătrunde axial între armăturile unui condensator electric plan cu o viteză inițială a cărei direcție este perpendiculară pe liniile de câmp electric ale condensatorului. Deflexia corpului pe un ecran perpendicular pe armăturile condensatorului, care au lungimea l , la marginea acestora este y_1 . Dacă ecranul este așezat perpendicular pe direcția armăturilor dar la o distanță x de marginea acestora, deflexia se mărește cu y_2 . Știind că $\frac{y_2}{y_1} = 4$ să se determine x .

$$\text{R: } x = 2l \sqrt{y_1}$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.2. Două condensatoare electrice plane identice sunt conectate în serie și alimentate la o anumită tensiune. Să se determine de câte ori a fost mărită distanța dintre armăturile unuia din condensatoare dacă tensiunea la bornele acestuia este tot de atâtea ori mai mică decât tensiunea de alimentare.

$$\text{R: } n = \varphi \cong 1,618 \text{ în care } \varphi = \frac{(1+\sqrt{5})}{2} \text{ este „numărul de aur”}$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.3. Să se determine mărimea forței electrostatice ce se exercită asupra unui corp punctiform încărcat cu o sarcină electrică q , când este plasat în aer, la o distanță d față de un plan conductor cu dimensiuni mult mai mari decât d .

$$\text{R: } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{2d} \right)^2$$

* * *

E.4. Un fir dielectric subțire de lungime $2c$ încărcat electric uniform cu densitatea liniară de sarcină λ este așezat în lungul axei x^{lor} cu mijlocul în originea reperului cartezian XYZ . Să se determine:

1) Ecuația suprafeței echipotențiale ce trece prin punctul $P(a,0,0)$, $a > c$;

2) Locul geometric al punctelor situate pe suprafața determinată la punctul 1) în care potențialul electrostatic rămâne nemodificat dacă firul inițial este înlocuit cu altul de aceeași natură, de lungime c și densitate liniară de sarcină electrică 2λ , așezat tot în lungul axei x^{lor} și tot cu mijlocul în originea sistemului de coordonate inițial. *Aplicație numerică:* $c=3$; $a=5$.

$$\text{R: 1) } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2+z^2}{a^2-c^2} = 1;$$

$$2) \text{ Cercurile } \begin{cases} y^2+z^2 = \frac{76}{7} \\ x = \pm \frac{15}{2\sqrt{7}} \end{cases}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

E.5. O sarcină electrică Q urmează a fi distribuită pe n corpuri conductoare izolate și depărtate fiecare de celelalte. Capacitățile electrice ale corpurilor fiind C_k , $k=\overline{1,n}$, să se determine sarcinile electrice q_k , $k=\overline{1,n}$, ce trebuie depuse pe corpuri astfel încât energia electrostatică totală a sistemului să fie minimă.

$$\text{R: } q_k = \frac{C_k Q}{\sum_{k=1}^n C_k}; W_{\min} = \frac{Q^2}{2\sum_{k=1}^n C_k}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

E.6. Se consideră un condensator electric plan având ca dielectric aerul și fiind încărcat la o anumită tensiune. Dacă condensatorul dat se conectează cu un altul identic din punctul de vedere al dimensiunilor geometrice dar cu dielectricul de permitivitate relativă ϵ_r , în paralel, tensiunea la bornele grupării este U_p .

1) Să se determine tensiunea la bornele grupării serie a celor două condensatoare;

2) Să se determine ϵ_r pentru care tensiunea la bornele grupării serie are valoarea minimă și apoi să se calculeze această valoare de extrem.

$$\text{R: 1) } U_S = (\sqrt{\epsilon_r} + 1/\sqrt{\epsilon_r})^2 U_p;$$

$$2) \epsilon_r = 1; U_{S\min} = 4U_p$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.7. O baterie de elemente galvanice identice, fiecare de t.e.m. E și rezistență electrică interioară r , debitează în circuitul electric exterior pe un rezistor de rezistență electrică R . Să se arate că numărul minim de elemente necesare, pentru care intensitatea curentului în circuitul exterior este I , se obține prin aplicarea teoremei „transferului maxim de putere”.

$$R: n_{\min} = rR \left(\frac{2I}{E} \right)^2$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.8. Un circuit electric este alcătuit prin inserierea unui rezistor de rezistență electrică constantă și un rezistor cu rezistență electrică variabilă, alimentat la tensiune electrică continuă. Aceeași putere electrică se disipă pe rezistorul de rezistență electrică variabilă pentru două valori distincte ale acesteia, 1Ω și 4Ω . Știind că valoarea maximă a puterii ce se poate dezvolta pe rezistorul de rezistență electrică variabilă este $32W$, să se determine tensiunea de alimentare a circuitului.

$$R: 16V$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.9. Puterea electrică de valoare maximă pe care o poate ceda la borne o sursă de curent continuu este $P_{\max} = 1,2kW$ și care are tensiunea la mers în gol (circuit deschis) $U_0 = 100V$ debitează în circuitul exterior pe un rezistor de putere $P \leq P_{\max}$. Să se determine tensiunea la bornele sursei și randamentul acesteia ca funcție de P .

$$R: U(P) = 50 \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{P}{1200}} \right) V \text{ cu } P_{\max} = 1200W$$

$$\eta(P) = 0,5 \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{P}{1200}} \right) \text{ cu } P \text{ în } W$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.10. O bobină cu un anumit număr de spire, fiecare având aria S este plasată într-un câmp magnetic uniform, de inducție B , având liniile de câmp paralele cu axa bobinei la bornele căreia este conectat, prin conductoare suficient de lungi, un galvanometru balistic^{*)}, rezistența electrică totală a circuitului fiind R . Scoțând brusc bobina din zona cu câmp magnetic, galvanometrul măsoară o sarcină electrică q . Ce număr de spire are bobina? *Aplicație numerică:* $S = 10cm^2$, $B = 2 \cdot 10^{-1}T$, $R = 10^2\Omega$ și $q = 1\mu C$.

$$R: N = \frac{qR}{SB} = 500 \text{ spire}$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

^{*)} Galvanometru balistic este un aparat a căru indicație maximă este proporțională cu sarcina totală care îl străbate, când înfășurarea sa este parcursă de un impuls de curent electric.

E.11. Într-un sistem de referință inerțial $Oxyz$, o particulă cu sarcina electrică q antrenată într-o mișcare nerelativistă cu viteza \vec{v} creează la distanța \vec{r} față de ea un câmp magnetic de inducție $\vec{B}(\vec{r})$ care se cere a fi determinată. Permeabilitatea magnetică a mediului este μ_0 .

$$R: \vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi q} \frac{\vec{v} \times \vec{r}}{r^3}$$

Prof. Tiberiu ȚUGUI, Brăila

E.12. Particula din problema precedentă accelerează la un moment dat cu accelerația \vec{a} . Mediul de deplasare, omogen și izotrop, are permeabilitatea magnetică μ_0 și permitivitatea electrică ϵ_0 . Să se determine puterea radiată de particulă.

$$R: P = \frac{2e^2}{3c^3} \vec{a}^2, c^2 = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}, e = \frac{q}{\sqrt{4\pi \epsilon_0}}$$

Prof. Tiberiu ȚUGUI, Brăila

E.13. O măsură a selectivității unui circuit serie utilizat în radiotehnică este banda sa de trecere prin care se înțelege diferența dintre cele două frecvențe (de pe curba de rezonanță a circuitului) pentru care rezultă o reducere a valorii efective a intensității curentului electric de $\sqrt{2}$ ori, față de valoarea de la rezonanță. Să se determine mărimea benzii de trecere B pentru un circuit electric serie RLC alimentat la tensiune alternativă sinusoidală care are rezistența electrică R și inductanța L .

$$R: B = \frac{R}{2\pi L}$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

E.14. Se consideră un circuit electric *RLC* serie constituit din elemente ideale și alimentat la o tensiune alternativă sinusoidală, care, în regim de rezonanță, absoarbe puterea electrică activă *P*. 1) Cunoscând factorul de calitate *q* al circuitului, să se determine puterea reactivă a condensatorului pentru pulsația relativă a tensiunii de alimentare *f* (raportul dintre pulsația tensiunii de alimentare și cea de rezonanță); 2) Să se particularizeze soluția problemei în cazul *f*=1.

$$R: Q_c = qP \frac{1}{f \left[1 + q^2 \left(f - \frac{1}{f} \right)^2 \right]}; Q_c = qP$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

OPTICĂ

O.1. Pe suprafața plană de separație vid – mediu dielectric cad sub același unghi de incidență două raze luminoase monocromatice de aceeași frecvență, prima venind din vid și a doua din interiorul mediului. Știind că prima rază se polarizează total prin reflexie, iar a doua are unghiul de refracție $\frac{\pi}{2}$, să se determine indicele de refracție al mediului dielectric și unghiul de incidență.

$$R: n = \sqrt{\varphi}, \varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cong 1,618 - \text{numărul de aur}, \hat{i} = 51,83^\circ$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

O.2. O rază de lumină monocromatică cade pe suprafața de separație a două medii optice având indicii de refracție diferiți. Mediul din planul de incidență are indicele de refracție *n*₁ iar mediul în care raza se refractă are indicele de refracție *n*₂. Cunoscând unghiul δ de deviere a razei incidente față de cea emergentă, să se determine unghiul de incidență. *Aplicație numerică:* *n*₁=1 (aer), *n*₂=*n*=√3 și δ = 30°.

$$R: i = \arcsin \left[\frac{\frac{n_2}{n_1} \sin \delta}{\sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 - 2 \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \cos \delta + 1}} \right];$$

$$i = \arcsin \left(\frac{n \sin \delta}{\sqrt{n^2 - 2n \cos \delta + 1}} \right) = 60^\circ$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

O.3. Pe axa optică principală a unei lentile sferice convergente subțiri având distanța focală *f* se află un obiect ce formează pe un ecran o imagine reală mărită de β ori față de el. Dacă obiectul se depărtează de poziția sa inițială, în sensul depărtării față de centrul lentilei, iar ecranul se deplasează față de poziția sa inițială, în sensul apropierii de centrul optic al lentilei, se formează din nou o imagine reală cu mărirea liniară de *k* ori mai mică decât cea inițială. Să se determine distanțele cu care au fost deplasate obiectul și ecranul față de pozițiile lor inițiale. *Aplicație numerică:* *f*=20cm; β=4 și *k*=2.

$$R: a = \frac{f}{\beta}(k-1) = 5\text{cm}; b = \frac{f}{k}(1+\beta) = 50\text{cm}$$

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

O.4. Se consideră un sistem optic centrat format dintr-o oglindă sferică concavă de distanță focală *f* și o oglindă plană situată la distanța *d*=4,5*f* de vârful acesteia. Să se determine distanța unui punct luminos de pe axa sistemului, față de vârful oglinzii concave, astfel încât după reflexia pe cele două oglinzi, raza pornită de la punctul luminos se va reîntoarce la acesta.

$$R: x_1 = \frac{2d}{3} \varphi^2; x'_1 = \frac{2d}{3} \varphi^2$$

în care $\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cong 1,618$ este „numărul de aur”

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

O.5. Un dispozitiv foto-voltaic de formă dreptunghiulară cu lungimea *L* și lățimea *l* este plasat în lungul axei *x*^{lor} cu centrul în originea *O*. Știind că randamentul de conversie fotovoltaică a dispozitivului este η și că iluminarea energetică variază în lungul axei *x*^{lor} potrivit expresiei

$$E(x) = \frac{dx^2 + \beta}{1 + e^{-\gamma x}}$$

cu α, β și γ constante pozitive,

să se determine puterea electrică dezvoltată de dispozitiv.

$$R: P = \frac{1}{2} \eta L \left(\frac{\alpha L^2}{12} + \beta \right)$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

FIZICĂ CUANTICĂ, ATOMICĂ ȘI NUCLEARĂ

N.1. Spectrul energetic al neutronilor generați prin reacțiile de fisiune nucleară într-un reactor poate fi descris de distribuția

$$\text{Maxwell } dn = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{N\sqrt{E}}{(kT)^{3/2}} e^{-\frac{E}{kT}} dE \text{ unde:}$$

dn – numărul de neutroni cu energiile în intervalul energetic $(E, E + dE)$;

N – numărul total de neutroni generați;

k – constanta Boltzman;

T – temperatura efectivă a „gazului” neutronic (temperatura nucleară de „evaporare” a neutronilor în procesul de fisiune).

Știind – pe baza măsurătorilor – că energia medie a unui neutron generat prin fisiune este $\bar{E} \cong 2\text{MeV}$, să se determine temperatura T a „gazului” neutronic. Se știe că:

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}.$$

$$\text{R: } T = \frac{2\bar{E}}{3k} = 15,47 \cdot 10^9 \text{K}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

N.2. În două puncte ale curbei ce redă variația în timp a numărului de nuclee ra-

dioactive rămase nedezintegrate (în stare metastabilă), tangentele la curbă fac cu axa timpului unghiurile $\alpha_1 = 120^\circ$ și $\alpha_2 = 150^\circ$. Știind că intervalul temporal ce separă cele două puncte este $\Delta t = 23\text{h}46\text{min}28\text{s}$, să se determine timpul de înjumătățire al respectivei substanțe radioactive.

$$\text{R: } T_{1/2} = 15\text{h}$$

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

N.3. Carbonul 14 produs în atmosferă trece în stare de dioxid de carbon și este asimilat de plante în timpul vieții acestora. După moartea plantei, carbonul 14 dispare treptat prin dezintegrare având perioada (timpul de înjumătățire) $T = 5730$ ani. O bucată de lemn vechi carbonizată dintr-o relicvă antică are activitatea $A = 182$ dezintegrări pe minut în timp ce o bucată de lemn, de aceeași esență (cu aceeași masă de carbon) dar actuală dă $A = 1320$ dezintegrări pe minut. Admițând că proporția de carbon 14 a rămas stabilă în atmosferă, să se determine vârsta bucății de lemn antic.

$$\text{R: } t = T \frac{\ln \frac{A_0}{A}}{\ln 2} \cong 16400 \text{ ani}$$

* * *

UNA PE NUMĂR

Romulus Sfichi

Prof., Societatea Științifică CYGNUS, Suceava

În cadrul enunțului unei probleme de mecanică se face afirmația: „Un corp de mici dimensiuni alunecă cu frecare (coeficientul de frecare la alunecare $\mu = 0,6$), fără viteză inițială, din vârful unui plan înclinat ce are unghiul față de orizontală $\alpha = 30^\circ$ etc. etc.”

Este corectă afirmația?

Răspuns:

Nu este corectă deoarece corpul nu poate aluneca pe planul înclinat dat fiindcă:

$$\mu = 0,57 > \text{tg} \alpha = \text{R}3/3 \cong 0,58$$

B. MATEMATICĂ APLICATĂ

LIMBAJUL MATEMATIC ÎN STUDIUL FIZICII

Prof. Doina Ungurean, Școala generală nr. 8 Brașov

Introducere

Natura începe să se dezvăluie într-o nouă viziune preadolescentului de doisprezece ani, odată cu primele ore de fizică. Profesorul de fizică inițiază elevii în investigarea proprietăților fizice prin senzori biologici și prin instrumente. Astfel, elevul clasei a VI-a este ridicat de la stadiul de observator la acela de explorator al lumii înconjurătoare.

În cele ce urmează mă voi referi la studiul legilor fizice în gimnaziu și la dubla provocare deschisă elevilor:

- experimentul științific este calea prin care elevul găsește legătura dintre laturile interne ale unui fenomen fizic. Prin experiment, elevul este solicitat să depună un efort specific, fapt ce va favoriza o retenție sporită a realității. Rezumând, vom spune că realizarea experimentului reprezintă condiția sine qua non ca elevul să dobândească convingerea că lumea poate fi cunoscută prin efort propriu;
- aplicarea legilor fizice în rezolvarea unei diversități de probleme propuse de manual și culegeri.

Testele de evaluare aplicate și rezultatele înregistrate în urma evaluării, arată că învățarea principiilor fizicii se face cu succes.

Metodologia cercetării

Obiectivele cercetării:

- evaluarea nivelelor de performanță în cunoașterea științifică a legilor fizicii;
- identificarea competențelor dobândite anterior care asigură învățarea cu succes a fizicii;
- elaborarea unui argument pentru prezentarea inteligibilă a aparatului matematic: proporții și ritmicitate.

Ipotezele cercetării:

- complexitatea aparatului matematic conduce la existența unei categorii de elevi – neangajați în spațiul aplicativ al fizicii; altfel spus, cu cât înțelegerea fenomenului fizic solicită cunoștințe mai complexe de matematică și cu cât elevii stăpânesc în proporție mai mică aceste cunoștințe, cu atât numărul celor care înțeleg fenomenul fizic va fi mai mic;
- dacă în testele de evaluare o lege, o noțiune, un principiu sunt cunoscute de cel puțin 66% din elevi, atunci se consideră a fi accesibile învățării.

Metodele cercetării:

- aplicarea testelor de evaluare în urma însușirii temeinice a cunoștințelor privind studiul principiilor fizicii;
- analiza nivelelor de performanță atinse de elevi;
- tehnici statistice.

Universul cercetării a cuprins 217 subiecți – elevi ai Școlii Generale nr. 8-Brașov:

- cls. a VI-a : 75 subiecți;
- cls. a VII-a: 72 subiecți;
- cls. a VIII-a: 70 subiecți;

Rezultatele cercetării cu privire la competențele investigate:

Enunțul legilor fizicii

Principiile fizicii prezintă în formă condensată legăturile esențiale între laturile interne ale unui fenomen fizic.

Din totalul elevilor investigați:

- 82% enunță corect legile calitative ale topirii și fierberii;
- 77% enunță corect legea deformărilor elastice;
- 70% enunță corect legea mișcării rectilinii și uniforme.

Cel mai mic procent a fost obținut de elevii clasei a VI-a, cărora li s-a aplicat testul în a treia lună a primului semestru.

Retenția algoritmilor legilor fizicii

Procentele ridicate înregistrate ne asigură că elevii au o memorie vizuală foarte bună. Recunoaștem că o parte din acești elevi – 20% – nu stăpânesc în mod real conținutul legii, așadar rămân la stadiul unei învățări formale:

- 90% din elevii de clasa a VI-a rețin algoritmul legii mișcării rectilinii și uniforme;
- 92% din elevii de clasa a VII-a rețin algoritmul legii deformărilor elastice;
- 86% din elevii de clasa a VIII-a rețin algoritmul legii lui Ohm;
- 75% din elevii de clasa a VIII-a rețin algoritmul legii lui Arhimede.

Reprezentarea grafică a legilor fizicii

Graficele sunt cea mai inteligibilă cale de redare a unei legi fizice. Elevii realizează cele mai durabile conexiuni între mărimile fizice, analizând tabelul cu valori, rezultate în urma măsurărilor experimentale și trasând graficul.

- 92% din elevii de clasa a VI-a reprezintă cu acuratețe graficul mișcării uniforme, redând proporționalitatea între distanța parcursă de mobil și durata mișcării;
- 85% din elevii de clasa a VIII-a reprezintă grafic dependența de directă proporționalitate între intensitatea curentului și tensiunea electrică.
- 78% din elevii de clasa a VII-a reprezintă meticolos unghiurile de incidență-reflexie, redând simetria surprinsă de legea reflexiei luminii.

Concluzionăm că elevii din gimnaziu au abilitatea de a prelucra datele experimentale și de a transpune grafic conținutul unei legi fizice.

Rezolvarea problemelor

Cele mai scăzute procente au fost înregistrate la măsurarea acestei competențe. Ca primă dificultate de operare cu aparatul matematic, menționăm prelucrarea algoritmilor legii.

- 60 % din elevii de clase a VI-a reușesc să extragă durata mișcării din configurația de trei simboluri fizice: distanță – viteză – timp;
- 40 % din elevii de clasa a VIII-a reușesc să extragă lungimea conductorului din configurația de patru simboluri fizice conținute în algoritmul rezistenței electrice.

Elevul de gimnaziu are tendința de a evita din ecuațiile fizice conținând prea multe simboluri. Deoarece se mișcă mai lejer în rezolvarea ecuațiilor matematice, recurge la substituirea simbolurilor fizice cu valori numerice și apoi extrag mărimea fizică necunoscută. Astfel la studiul legii lui Ohm:

- 21% din elevi nu extrag tensiunea electrică din algoritmul legii lui Ohm, deci nu folosesc formula: $U = IR$;
- 32% din elevi nu extrag tensiunea electromotoare din algoritmul legii pentru un circuit electric, deci nu folosesc formula: $E = I(R+r)$.

Cele mai grave erori de calcul matematic s-au înregistrat la rezolvarea problemelor de electrostatică, probleme care au propus sarcini electrice de ordinul micro-nanocoulombilor. Învățarea prematură a legii lui Coulomb a fost însoțită de eșec. Din acest motiv este salutară excluderea din programa clasei a VIII-a a temei „Legea lui Coulomb”

O treime din elevii de gimnaziu au aptitudini creative descoperind soluții pentru probleme inedite:

- la unitatea de învățare „Reflexia luminii” – cls. a VII-a, elevii au studiat periscopul, reprezentând în prealabil reflexii ale fasciculelor luminoase cu deviere de 90° . Menționăm că 52% din elevi abordează acest subiect, dar 18% dintre ei rezolvă parțial: orientează oglinzile la 45° și trasează razele de lumină. Subiectul este rezolvat integral de 34% din elevi, aceștia trasând riguros unghiurile de incidență – reflexie.
- la unitatea de învățare „Mișcarea uniformă și rectilinie” – cls. a VI-a, 60% din elevi rezolvă parțial o problemă complexă (un mobil rapid urmărește un mobil lent). Numai 28% din elevi reușesc să transfere

raționamentul într-un nou context și o rezolvă integral;

– la unitatea de învățare „Legea lui Arhimede” – cls. a VIII-a, 26% din elevi rezolvă integral o problemă inedită, referitoare la plutirea în aer, la echilibru, a unui aerostat;

Ar fi regretabil ca noi, profesorii, să nu stimulăm gândirea creativă a elevilor doțaiți, propunându-le probleme complexe. Culegerile de fizică care ne vin în ajutor sunt cele ale autorilor – Măceșanu Florin, Luca Rodica, Sandu Mihail.

Argument pentru prezentarea inteligibilă a aparatului matematic: proporții și ritmicitate

Studiul legilor fizice este determinat de triada:

Experimentul științific	Aparatul matematic (algoritm, valori numerice)	Adevărul fizic (conținutul legii)
-------------------------	---	--------------------------------------

Profesorul de fizică ghidează elevii pentru a face saltul de la realitatea fenomenului fizic la stadiul conceptual, prezentând aparatul matematic cât mai inteligibil.

La studiul legii mișcării uniforme și rectilinii este surprinsă legătura esențială între deplasarea mobilului și durata mișcării. La studiul legii lui Ohm este surprins raportul esențial între tensiunea electrică și intensitatea curentului electric.

Elevul de gimnaziu va ajunge la convingerea că „*Armonia/Ordinea*” guvernează fenomenele fizice, dacă va medita la ritmicitatea următoarelor proporții matematice:

$$\frac{5m}{1s} = \frac{10m}{2s} = \frac{15m}{3s} = \frac{20m}{4s} =$$

= viteza mișcării studiate

$$\frac{0,3V}{0,1A} = \frac{1,5V}{0,5A} = \frac{3V}{1A} = \text{rezistența electrică a}$$

conductorului studiat

$$\frac{0,25N}{2cm} = \frac{0,50N}{4cm} = \frac{0,75N}{6cm} = \text{constanta}$$

elastica a resortului studiat

În rapoartele enumerate, valorile numerice ale mărimilor fizice se multiplică atât de fluent, încât elevul va ajunge la adevărul: intensitatea curentului electric este direct proporțională cu tensiunea aplicată la bornele conductorului sau la adevărul: modulul forței elastice este direct proporțional cu deformarea resortului elastic.

„Curgerea ordonată” a unui fenomen fizic trebuie surprinsă de profesor nu numai în cazul debitului de sarcină electrică ce

definește curentul, ci și în cazul deformării elastice a unui resort sau în mișcarea uniformă a unui mobil.

Concluzii

Fizicianul Galileo Galilei a afirmat acum patru secole: „Cartea naturii este scrisă în limbaj matematic”. În urma studiului realizat asupra unui grup de peste 200 elevi de gimnaziu pot afirma: *Cartea Naturii* este o carte generoasă deschisă pentru 80% dintre elevi, din perspectiva accesibilității noțiunilor fizice. Această afirmație este susținută de procente ridicate înregistrate la măsurarea competențelor:

- enunțul legilor fizicii;
- reprezentarea grafică a legilor;
- retenția algoritmilor legilor.

Recunoaștem că aparatul matematic ridică obstacole în rezolvarea problemelor de fizică. Elevii se află pe două paliere ale efortului cognitiv: două treimi din elevi rezolvă parțial problemele de fizică și o treime din elevi stăpânesc strategiile rezolutive, fiind capabili să soluționeze întreaga problemă.

Și o ultimă observație: pentru ca operațiile mentale să se asocieze într-o „bază de cunoștințe” este nevoie de timp. Pentru a fixa rutinele de lucru ca deprinderi este nevoie tot de timp. Cunoașterea legilor fizicii solicită efort voluntar din partea elevilor și timp de sedimentare a cunoștințelor.

PROBLEME PROPUSE DE MATEMATICĂ APLICATĂ

MA.1. Un mobil aflat în mișcare rectilinie are viteza variabilă în timp potrivit legii $v(t) = \frac{1-t^k}{1+t^{k+2}} (m/s), k > 0$. Știind că la momentul $t_1 = 0,5s$ mobilul trece prin punctul A , să se determine la ce distanță (D) se va afla față de acest punct la momentul $t_2 = 2s$.

R: $D = 0$.

Lector univ. Viorel CROITORU, Suceava

MA.2. Un punct material participă simultan la două mișcări oscilatorii perpendiculare: $x = \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{2}\right)$ și $y = 2\cos\frac{\pi}{4}t$. Să se determine traiectoria mișcării rezultante.

R: $x = \frac{y^2}{2} - 1$, o parabolă.

Prof. Ioan NISTOR, Brașov

MA.3. Într-un triunghi dreptunghic unul din unghiurile ascuțite α respectă condiția $\text{ctg}\alpha = \sin\alpha$. Să se determine unghiurile ascuțite ale triunghiului respectiv.

R: $\alpha = \arccos(\varphi - 1) \cong \arccos 0,618 \cong 51^\circ 49' 47''$; $\beta = 90 - \alpha \cong 38^\circ 10' 13''$;

$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cong 1,618$ este „numărul de aur”

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

MA.4 Un punct material este supus simultan la două oscilații armonice perpendiculare de aceeași pulsație, ale căror elongații sunt descrise de ecuațiile $x = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$ și $y = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$. Să se determine traiectoria punctului material și apoi să se particularizeze problema pentru cazurile:

1) $\varphi_2 - \varphi_1 = k\frac{\pi}{2}$, k - număr întreg impar
 $A_1 = A$ față de 1)

R: $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - 2\frac{xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$
(elipsa);

1) $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} = 1$; 2) $x^2 + y^2 = A^2$ (cerc)

* * *

MA.5. Definim viteza de grup ca viteza cu care se deplasează modulația $v = \frac{d\omega}{dk}$, iar viteza de fază cea cu care se propagă faza

medie $v_f = \frac{\omega}{k}$. Dându-se dependența lui ω de k (sau de λ), adică legea de dispersie, deduceți expresia vitezei de grup și a celei de fază în următoarele cazuri; care din mediile de mai jos sunt dispersive și care nu? a) unde pe suprafața apei: $\omega^2 = gk + \frac{\sigma}{\rho} k^3$, în care σ este coeficientul de tensiune superficială și ρ densitatea apei; b) unde gravitaționale în apă: $\omega^2 = gk \frac{1 - e^{-2hk}}{1 + e^{-2hk}}$, unde h este adâncimea. Studiați cazurile: apă puțin adâncă (h mic); apă adâncă (h mare).

R: a) $v_f = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{g}{k} + \frac{\sigma}{\rho} k}$; $v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{g + 3\sigma k^2 / \rho}{2\sqrt{gk + \sigma k^3 / \rho}}$;
 $v_g \neq v_f$, mediul (apa la suprafață) este dispersiv;

b) $v_f = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{g}{k} \frac{1 - e^{-2hk}}{1 + e^{-2hk}}}$; $v_g = \frac{d\omega}{dk} =$

$= \left[\frac{g}{2\omega} \frac{1 - e^{-2hk}}{1 + e^{-2hk}} + \frac{4hke^{-2hk}}{(1 + e^{-2hk})^2} \right]$;

$v_g \neq v_f$ mediu dispersiv;

apă puțin adâncă: $v_f = \omega/k = \sqrt{gh}$; $v_g = d\omega/dk = \sqrt{gh}$; $v_g = v_f$, unde gravitaționale pe apă puțin adâncă sunt nedispersive;

apa adâncă: $v_f = \sqrt{g/k}$; $v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{k}}$; $v_g \neq v_f$, unde gravitaționale pe apă adâncă sunt dispersive: viteza de fază se dublează, când lungimea de undă se mărește de patru ori.

Prof. Ioan NISTOR, Brașov

MA.6. Pe axa Ox un mobil de masă m are o mișcare descrisă de ecuația $x(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t$, A și B fiind constante. Să se determine:

- 1) Viteza maximă a mobilului;
- 2) Energia potențială maximă a mobilului;
- 3) Relația între viteza și accelerația mobilului.

R: $v_{\max} = \omega \sqrt{A^2 + B^2}$; 2) $E_{p\max} = \frac{m\omega^2}{2} (A^2 + B^2)$;

3) $\frac{v^2}{\omega^2 (A^2 + B^2)} + \frac{a^2}{\omega^4 (A^2 + B^2)} = 1$

(o elipsă în planul (v, a) cu semiaxele

$\omega \sqrt{A^2 + B^2}$ și $\omega^2 \sqrt{A^2 + B^2}$

* * *

MA.7. Se dă un circuit RLC derivație al căutit din elemente ideale în care intensi-

tatea efectivă totală a curentului alternativ sinusoidal este constantă iar frecvența variabilă. Considerând curentul electric prin fazorul său respectiv ca drept origine de fază, să se determine locul geometric al vârfului fazorului tensiunii efective în planul reprezentării fazoriale.

R: Un cerc cu diametrul egal cu valoarea efectivă a curentului electric total din circuit și cu centrul la jumătatea fazorului reprezentativ al acestui curent.

Prof. Romulus SFICHI, Suceava

CYGNUS MAGAZIN

TELEPORTAREA DE LA VIS LA REALITATE

Romulus Sfichi

Prof., Societatea Științifică CYGNUS, Suceava

Întocmai ca și acum, mai bine de o sută de ani, primul secol al mileniului trei oferă omenirii „surprize” de largi proporții în domeniul Fizicii. Dacă Fizica anilor 1900–1915 oferea omenirii descoperirea celor două „lumi”, cea cuantică și cea relativistă, începutul mileniului trei este dominat de o serie de subiecte serioase dar care până nu demult aparțineau în exclusivitate domeniului literaturii SF. Printre acestea se pot enumera: călătoria în timp, vitezele superluminice, unitatea naturii câmpurilor fizice, teleportarea ș.a. În ceea ce privește teleportarea este de menționat că pentru prima oară, se pare, în istoria Fizicii, (dacă nu cumva a științei, în general!), un subiect de cercetare „serios” are denumirea preluată din ficțiunea științifică. Acest subiect readuce în actualitate interesul pentru o idee vehiculată cu cca 70 de ani în urmă și care implică cea mai stranie intuiție a Fizicii din toate timpurile (încurcătura, zăpăceala, întrepătrunderile care caracterizează viața la nivel cuantic).

Într-adevăr, *teleportarea* este denumirea dată de romanele științifico-fantastice spectaculosului fenomen în care o persoană se dezintegrează într-un loc și se recombune într-un altul, dar nici în filme și nici în cărți nu se explică „cum se desfășoară operația”.

Ceea ce vedem/citim este o „scanare” a persoanei respective, adică o extragere a informațiilor, urmată de transmiterea acestora la locația de destinație. Pe baza acestei informații, „călătorul” este reconstruit. Între timp, în locul

de unde a plecat, originalul a trebuit să fie distrus! Teleportorul este – sau mai bine spus va fi – „doar” un super-mijloc de transport și nu, cum se spunea în comentariile privind experimentele din 1998, un „reproducător” perfect de suflete și corpuri.

După cum se știe, în 1998 au avut loc primele experimente (Caltech, Insbruk, Roma) legate de teleportare. În 2002 însă, o echipă de cercetare australiană condusă de Ping Koy Lam a anunțat că „*au distrus un fascicul laser într-o zonă a laboratorului lor și au recreat (reconstruit) o copie exactă a sa la o distanță mai mică de un metru*”. Totul s-a petrecut într-o nanosecundă, timp în care miliarde de fotoni au fost „măsurăți”, distruși, pentru ca apoi să se construiască o „*replică perfectă a lor*”. Charles Bennet de la Caltech – Institutul de Tehnologie din California, a fost cel care a dat acestui fenomen denumirea de teleportare cuantică pentru a-l deosebi totuși de ceea ce înțelege marele public în mod obișnuit prin teleportare, adică „*transportarea – tip Star Trek*”, practic instantanee, a unui obiect sau chiar a unei ființe vii pe distanțe oricât de mari. Cu toată tăria afirmațiilor lui Ping Koy Lam, visul cel mare adică teleportarea unei persoane vii reprezintă, după părerea oamenilor de știință, o imposibilitate. Chiar dacă nu există, după o altă părere (nici această unanimă), nimic care să interzică teoretic o asemenea performanță, complexitatea extraordinară a problemei o face practic inabordabilă, cel puțin deocamdată. Dar, până când va

deveni un vis consumat (uitat sau, de ce nu, realizat), teleportarea rămâne un subiect preferențial pentru iubitorii de literatură SF precum și a celor pasionați de cele mai dificile și provocatoare probleme ale Fizicii.

Și într-adevăr, până relativ recent, teleportarea nu a fost luată în serios de cercetători, în primul rând pentru că se considera că încalcă principiul de incertitudine al lui Heisenberg care interzice cunoașterea simultană cu precizie absolută a perechilor de variabile canonice cum ar fi poziția – impulsul sau energia – timpul. Și atunci e firesc a ne întreba: cum obținem informații asupra corpului pe care vrem să-l teleportăm? Dar răspunsul este neașteptat de simplu: nu vrem de fapt să obținem informația respectivă ci doar să o transmitem! Simplificând lucrurile ideea este atunci de a trece această informație unei „*terțe părți*” care să o transmită mai departe la destinație ceea ce teoretic este posibil. Dar printre cele mai dure argumente contra posibilității de realizare efectivă a teleportării, se află cantitatea imens de mare de informație care ar trebui prelevată și apoi transmisă. Într-adevăr, potrivit *Proiectului genomul uman*, pentru a dispune de detaliile tridimensionale complete ale unei ființe umane, cu o rezoluție de 1 mm pe orice

direcție, avem nevoie de 10^{11} biți – aproximativ de 10^4 CD-ROM-uri. Dacă cerem o rezoluție la scară atomică (adică 10^{-8} cm), avem nevoie de 10^{32} biți, aceasta în cazul în care nu avem (nu cerem) și identificarea individuală a atomilor și măsurarea vitezelor lor! În această situație, informația este atât de mare (multă) încât cu cele mai performante fibre optice realizabile astăzi am avea nevoie cam de o sută de milioane de veacuri pentru a încheia transmisia!

Iată așadar că, Picard – căpitanul navei Enterprise, încă nu s-a născut!

Toate aceste raționamente au în vedere nivelul actual al tehnologiilor din informatică dar cine știe ce ne va aduce ziua de mâine într-o lume a inteligenței artificiale? Căci așa cum spunea nemuritorul nostru Eminescu: „*Căci toți se nasc spre a muri/Și mor spre a se naște*”, teleportarea este un vis realizabil dar cu bătaie lungă. Cel puțin în viziunea și cu mijloacele noastre de astăzi.

Referințe:

- [1] *Teleportarea – un vis încă neterminat* – Dorobanțu, A., Revista „Știință și Tehnică” nr. 7-8/2002
- [2] Colecția revistei „EVRIKA”, Brăila 2001 - 2009

Stimați cititori și colaboratori,

Revista CYGNUS, ca de altfel și multe alte publicații periodice din țară, traversează o situație grea ca urmare a crizei financiare prezentă în viața economică și socială a țării și lumii, în general.

Ne-am stabilit încă din 2008 apariția bianuală a revistei (2 apariții pe an) și am stabilizat această apariție (trim. I și IV al fiecărui an). Putem face abonamente anuale în cadrul unui tiraj de 1000 buc./număr la costul unui exemplar de 7 lei. Cei ce doresc să facă abonamente pentru anul școlar 2009–2010 (costul unui abonament anual 14 lei) vor trimite banii prin mandat poștal pe adresa: **prof. Romulus SFICHI, str. Oituz nr. 11, bl. A7, sc. B, ap. 5, et. 1, Suceava, jud. Suceava (tel. 0230.215975)**. La un număr de 15 abonamente, administrația publicației acordă un abonament gratuit. Același regim (bonus) se acordă și la comanda revistei ce se poate face la aceeași adresă. Apariția revistei este condiționată exclusiv de vânzarea ei. Nu avem sponsori și nici nu avem perspectiva, deocamdată, de a-i avea. Revista trebuie să se autofinanțeze iar pentru aceasta ea trebuie să ajungă la cei ce doresc s-o cumpere și s-o folosească. În cazul în care difuzarea revistei nu se va putea face în condiții de autofinanțare, aceasta riscă să dispară (cel puțin pentru o anumită perioadă). Stă în puterea celor ce încă mai cred în viitorul Fizicii preuniversitare din România ca aceasta revistă să supraviețuiască.

Așteptăm comenzi, comenzi de abonamente și colaborări de marcă. Să sperăm că prin ajutorul dvs. revista va reuși să depășească această perioadă grea, nefavorabilă apariției ei.

Vă mulțumim,
Prof. Romulus Sfichi – Redactor șef