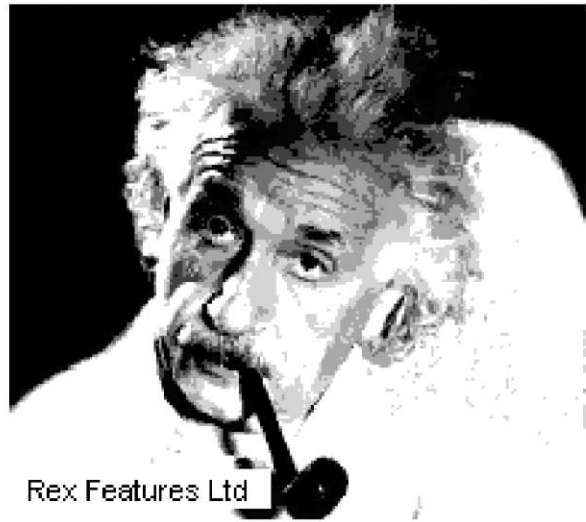


VIAȚA ȘI OPERA LUI EINSTEIN

Atunci când unei persoane i se cere să numească un fizician, aproape întotdeauna numele care îi vine în gând este cel al lui **Albert Einstein**, cel mai celebru om de știință al secolului 20. Cunoscut pentru crearea și dezvoltarea teoriei speciale și generalizate a relativității, ca și pentru îndrăznețea sa ipoteză cu privire la natura luminii, Einstein a fost fără îndoială una din cele mai strălucite minți științifice ale umanității.

Fizician american de origine germană, Einstein s-a născut pe 14 martie 1879 la Ulm. Tinerețea și-a petrecut-o la Muenchen, unde familia sa avea un mic magazin care producea aparate electrice. Deși nu a vorbit până la



vârsta de 3 ani, încă de tânăr a arătat o curiozitate vie pentru natură și o abilitate înăscută în înțelegerea conceptelor matematice dificile. La 12 ani a învățat singur geometria euclidiană.

Einstein ura rutina și spiritul lipsit de imaginație al școlii din Muenchen. Atunci când falimentul repetat al afacerii a determinat familia să plece din Germania către Milano, în Italia, Einstein, care avea 15 ani, a folosit ocazia ca să se retragă de la școală. A petrecut un an cu părinții săi la Milano și, atunci când i-a fost clar că va trebui să-și croiască propriul drum în viață, a terminat liceul la Arrau, în Elvetia, și s-a înscris la Politehnica din Zuerich. Tânărului nu-i plăceau metodele de instruire de aici, de aceea lipsea adesea de la ore, folosindu-și întregul timp pentru a studia fizica pe cont propriu sau pentru a cânta la iubita sa vioară. Și-a dat examenele și a absolvit în 1900 studiind lucrarea unui coleg de clasă. Profesorii săi nu aveau o părere bună despre el și nu l-au recomandat pentru un post universitar.

Următorii doi ani Einstein a lucrat ca meditator și suplinitor. În 1902 și-a asigurat un post de examinator la Biroul de Patente din Berna. În 1903 s-a căsătorit cu Mileva Maric, cu care fusese coleg la Politehnică. Au avut doi fii, dar în cele din urmă au divorțat. Einstein s-a recăsătorit mai târziu.

PRIMELE LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE

În 1905 Einstein și-a susținut doctoratul la Universitatea din Zuerich cu o dizertație teoretică asupra dimensiunii moleculelor, publicând de asemenea trei articole științifice care au avut o mare importanță pentru dezvoltarea ulterioară a fizicii secolului 20. În primul dintre aceste articole, cu titlul "Mișcarea browniană", a făcut predicții semnificative asupra mișcării particulelor răspândite aleatoriu într-un fluid. Aceste previziuni au fost confirmate experimental mai târziu. Cea de-a doua lucrare, dedicată efectului fotoelectric, conținea o ipoteză revoluționară privitoare la natura luminii. Einstein considera că lumina poate fi privită ca o sumă de particule în anumite condiții și pe lângă aceasta emitea ipoteza că energia purtată de orice particulă luminoasă, numită foton, este proporțională cu frecvența radiației. Formula care exprima aceasta este $E=h\nu$, unde E este energia radiației și h este o constantă universală cunoscută sub denumirea de constanta lui Planck.

Ipoteza sa – și anume că energia conținută de o undă luminoasă se transferă în unități - sau cuante - contrazicea o tradiție de 100 de ani care considera emiterea energiei luminoase ca pe un proces continuu. Aproape nimeni nu a acceptat teoria lui Einstein. În consecință,

6 Anul mondial al fizicii

fizicianul american Robert Andrews Millikan care a confirmat experimental teoria un deceniu mai târziu a fost el însuși descumpănit de rezultat.

Einstein, a cărui principală preocupare era să înțeleagă natura radiației electromagnetice, a urgentat ulterior dezvoltarea unei teorii care să reflecte dualismul particulă-undă al luminii. Din nou, foarte puțini fizicieni înțelegeau sau erau de acord cu ideile sale.

TEORIA SPECIALĂ A RELATIVITĂȚII

Cea de-a treia lucrare importantă publicată de Einstein în 1905, "Asupra electrodinamicii corpurilor în mișcare", conținea ceea ce avea să fie cunoscută mai târziu ca teoria relativității. Încă de la Newton, filosoffii naturali (denumirea sub care erau cunoscuți fizicienii și chimiștii) încercaseră să înțeleagă natura materiei și a radiației, precum și felul în care interacționau într-o imagine unificată a lumii. Ideea că legile mecanicii sunt fundamentale era cunoscută drept concepția mecanicistă asupra lumii, în timp ce ideea că legile electricității sunt fundamentale era cunoscută drept concepția electromagnetică asupra lumii. Totuși, nici una dintre idei nu era capabilă să ofere o explicație coerentă asupra felului cum radiația (de exemplu lumina) și materia interacționează atunci când sunt văzute din sisteme de referință inerțiale diferite, adică interacțiile sunt urmărite simultan de un observator în repaus și un observator care se mișcă cu o viteză constantă.

În primăvara anului 1905, după ce a reflectat la aceste probleme timp de 10 ani, Einstein și-a dat seama că esența problemei constă nu într-o teorie a materiei, ci într-o teorie a măsurării. Esența acestei teorii speciale a relativității era constatarea că toate măsurătorile timpului și spațiului depind de judecări asupra simultaneității a doua evenimente diferite. Aceasta l-a condus la dezvoltarea unei teorii bazate pe două postulate: principiul relativității, care afirma că legile fizicii sunt aceleași în toate sistemele de referință inerțiale, și principiul invariabilității vitezei luminii, care arăta că viteza luminii în vid este o constantă universală. Prin aceasta a fost capabil să ofere o descriere consistentă și corectă a evenimentelor fizice din diverse sisteme de referință inerțiale fără a face presupuneri speciale cu privire la natura materiei sau a radiației, sau a felului cum ele interacționează. Aproape nimeni nu a înțeles demonstrația lui Einstein.

PRIMELE REACȚII

Greutățile pe care ceilalți savanți le aveau cu teoriile lui Einstein nu se datorează faptului că teoriile sale sunt complexe din punct de vedere matematic sau obscure tehnic; problema decurge mai degrabă din convingerile lui Einstein asupra naturii teoriilor valabile și asupra relației dintre experiment și teorie. Deși credea în continuare că singura sursă de cunoaștere este experiența, era convins de asemenea de faptul că teoriile științifice sunt creațiile libere ale unei intuiții fizice bine formate și că premisele pe care se bazează teoriile nu pot fi asociate logic experimentului. De aceea, o teorie bună este teoria care necesită un număr minim de postulate pentru verificarea ei practică. Această economie de postulate -care este o caracteristică a întregii sale opere științifice este și ceea ce a făcut ca opera sa să fie înțeleasă atât de greu de colegii săi.

Totuși Einstein a avut și susținători importanți. Primul care l-a sprijinit a fost fizicianul german Max Planck. Einstein a rămas la Biroul de Patente patru ani după ce steaua sa a început să se ridice în comunitatea fizicienilor. Apoi s-a îndreptat rapid către lumea academică de limbă germană. Primul său post academic a fost în 1909 la Universitatea din Zuerich. În 1911 s-a mutat la Universitatea de limbă germană din Praga și în 1912 s-a întors la Politehnica din Zuerich. În sfârșit, în 1913, a fost numit director al Institutului de Fizică din Berlin "Kaiser Wilhelm".

TEORIA GENERALIZATĂ A RELATIVITĂȚII

Chiar înainte de a părăsi în 1907 Biroul de Patente, Einstein și-a început munca pentru extinderea și generalizarea teoriei relativității pentru toate sistemele de coordonate. A început prin enunțarea principiului echivalenței, un postulat prin care câmpurile gravitaționale sunt echivalente cu accelerațiile sistemelor de referință. De exemplu, oamenii care călătoresc într-un lift nu pot, în principiu, să decidă dacă forța care acționează asupra lor este cauzată de gravitație sau de o accelerație constantă a liftului. Teoria generalizată a relativității nu a fost publicată în forma ei completă până în 1916. În această teorie, interacțiunile corpurilor, care până atunci fusesera circumscrise forțelor gravitaționale, sunt explicate ca fiind o consecință a influenței corpurilor asupra geometriei spațio-timpului (spațiul cvadrimensional, o abstracție matematică, având cele trei dimensiuni ale spațiului euclidian și timpul a patra dimensiune). Pe baza teoriei generalizate a relativității Einstein a justificat variațiile neexplicate ale mișcării pe orbită a planetelor și a prezis curbarea luminii stelare în vecinătatea unui corp masiv - ca de exemplu Soarele. Confirmarea acestui din urmă fenomen în timpul eclipsei de Soare din 1919 a devenit un eveniment mediativ, și faima lui Einstein s-a răspândit în întreaga lume.

Restul vieții Einstein l-a dedicat pentru a-și generaliza teoria chiar mai mult. Ultimul său efort, de realizare a unei teorii unificate a câmpurilor, care nu s-a dovedit reușit întrutotul, s-a bazat pe încercarea de a înțelege toate interacțiunile fizice - incluzând interacțiunile electromagnetice și interacțiunile nucleare tare și slabă - ca pe modificări ale geometriei spațio-timpului între entități care interacționează.

Părerea celor mai mulți dintre colegii lui Einstein este că eforturile sale nu au fost îndreptate într-o direcție bună. Între 1915 și 1930 principala tendință a fizicii era dezvoltarea unei noi concepții cu privire la caracterul fundamental al materiei, cunoscută și ca teoria cuantică. Această teorie conținea principiul dualismului undă-particulă (lumina prezintă atât proprietățile unei particule, cât și pe cele ale unei unde) pe care Einstein îl considerase anterior ca necesar ca și principiul de incertitudine, care afirmă că precizia în măsurarea proceselor este limitată. În plus promova o respingere la nivel fundamental a noțiunii de cauzalitate strictă. Einstein nu putea totuși să accepte asemenea noțiuni și a criticat aceste teorii până la sfârșitul vieții sale: "Dumnezeu", a spus odată Einstein, "nu joacă zaruri cu lumea".

CETĂȚEAN AL LUMII

Dupa 1919 Einstein a devenit renumit internațional. A dobândit medalii și premii, inclusiv Premiul Nobel în 1921, din partea a diverse societăți științifice internaționale. Vizita sa în orice parte a lumii devenea un eveniment național; fotografi și reporteri îl urmau pretutindeni. Deși regreta pierderea intimității, Einstein și-a capitalizat faima spre a-și impune opiniile politice.

Cele două mișcări sociale care au primit întregul său sprijin au fost pacifismul și sionismul. În timpul primului război mondial a fost unul din puținii savanți germani care au deplâns implicarea Germaniei în război. După război sprijinul său pentru scopurile pacifismului și sionismului l-a făcut ținta unor atacuri din partea elementelor antisemite și de extremă dreapta din Germania. Chiar și teoriile sale științifice au fost ridiculizate public, în special teoria relativității.

Când Hitler a venit la putere în Germania în 1933, Einstein a decis imediat să emigreze în Statele Unite. A obținut un post la Institutul de Studii Avansate din Princeton, New Jersey. În timp ce și-a continuat eforturile pentru cauza sionismului mondial, Einstein a renunțat la fosta sa poziție pacifistă în fața teribilei amenințări asupra umanității puse de regimul nazist din Germania.

În 1939 Einstein a colaborat cu alți câțiva fizicieni la redactarea unei scrisori către

8 Anul mondial al fizicii

președintele Franklin Delano Roosevelt, în care arătau posibilitatea producerii unei bombe atomice și probabilitatea ca guvernul german să se fi angajat în această direcție. Scrisoarea, care era semnată numai de Einstein, a determinat sporirea eforturilor de construire a unei bombe atomice de către Statele Unite, dar savantul nu a jucat nici un rol în lucrare și nu a știut nimic privitor la aceasta la momentul respectiv.

După război Einstein a activat pentru cauza dezarmării internaționale și a guvernării mondiale. Și-a continuat sprijinul activ pentru sionism, dar a respins oferta făcută de conducătorii statului Israel de a deveni președinte al țării. În Statele Unite, la sfârșitul anilor '40 și la începutul anilor '50 a vorbit de necesitatea ca intelectualii națiunii să facă orice sacrificiu necesar pentru a păstra libertatea politică. Einstein a murit la Princeton pe 18 aprilie 1955.

Eforturile lui Einstein în sprijinul cauzelor sociale au fost văzute uneori ca nerealiste. De fapt, propunerile sale erau întotdeauna atent analizate. La fel ca teoriile sale științifice, ele erau motivate de o intuiție ascuțită bazată pe o evaluare precisă a dovezilor și observațiilor. Deși Einstein s-a dedicat mult cauzelor politice și sociale, știința a fost întotdeauna pe planul întâi, pentru că, spunea el adesea, numai descoperirea naturii Universului ar avea un înțeles de durată. Scrierile sale includ: "Relativitatea: teoria specială și generalizată" (1916), "Despre sionism" (1931), "Constructorii ai Universului" (1932), "De ce război?" (scrisă împreună cu Sigmund Freud), "Lumea așa cum o văd eu" (1934), "Evoluția fizicii" (1938) și "Din ultimii mei ani" (1950). Documentele adunate ale lui Einstein sunt publicate într-o operă de mai multe volume începând din 1987.

Sursa : www.eReferate.ro

MIRACOLUL ALBERT EINSTEIN MARCAT CU FOCURI DE ARTIFICII LA BERNA

Timp de 10 zile (6-16 iulie 2005) la Berna, capitala Elveției, a avut loc un șir de manifestări științifice, consacrate Anului Mondial al Fizicii - 2005, declarat astfel de ONU în legătură cu centenarul "Annus Mirabilis" Einstein's 1905 - anul Miracolului Einstein - 1905. Prezent activ la aceste festivități a fost și fizicianul moldovean Valeriu Canțer, academician-coordonator al Secției de Științe Fizice și Inginerești a A.S.M., președinte al Societății Fizicienilor din Moldova. Solicitat să se exprime vis-a-vis de acest eveniment de importanță mondială, marcat de comunitatea fizicienilor din Europa, dl Valeriu Canțer a relatat următoarele.

Manifestările festive au început cu munca de rutină: pe data de 7 iulie a avut loc ședința Consiliului Societății Europene de Fizică, la care au participat toți președinții societăților naționale de fizică din 39 de țări. Aceștia, împreună cu alți 29 de reprezentanți ai comunității europene a fizicienilor, formează consiliul nominalizat. În cadrul ședinței cu un program bine definitivat pentru două zile, a fost pus în discuție un spectru larg de probleme ce țin de activitatea Societății Europene de Fizică (SEF), în general, și de activitățile consacrate Anului Mondial al Fizicii la nivel internațional, european și național, în particular. În acest sens evidențiem Inițiativa pentru Știință în Europa (Initiative for Science in Europe) în conexiune cu Programul-Cadru 7 al Uniunii Europene și Programele Pan-Europene "Știință pentru Educație", axate pe implementarea Declarației de la Bologna privind formarea spațiului

european al învățământului superior.

Referitor la acțiunile dedicate Anului Mondial al Fizicii, s-a discutat în mod special Programul SEF, finanțat de Uniunea Europeană cu suma de peste 2 milioane de Euro. În consorțiul de 23 de organizații din 16 țări ale Europei format pentru realizarea acestui program participă și Societatea Fizicienilor din Moldova cu un proiect de 50 mii Euro, câștigat în regim competițional. De menționat că Moldova e unica țară din CSI care a obținut acest drept. Manifestările au luat amploare la 9 iulie - Ziua Internațională de Celebrare a Anului Miracolului Albert Einstein - 1905, anul în care savantul german, în perioada când lucra la Biroul de Patente din Berna, a publicat cele 5 lucrări cu adevărat geniale, care au pus bazele științei și civilizației moderne. Sedința festivă a fost deschisă prin alocuțiunea președintelui țării-gazdă (Confederația Elvețiană), dl Samuel Schmid, după care au urmat luările de cuvânt ale Directorului General UNESCO, dl Koichiro Matsuura, Directorului Muzeului Nobel din Stockholm, dl Anders Barany și ale altor reprezentanți ai organizațiilor europene și internaționale.

O prezentare emotivă a moștenirii științifice a lui Albert Einstein a fost făcută de profesorul Murray Gell-Mann din SUA, laureat al Premiului Nobel (1969), somitate în fizica modernă și unul din discipolii în viață ai omagiatului. La încheierea discursului său, fizicianului Murray Gell-Mann i-a fost înmănată medalia "Albert Einstein" pentru contribuție considerabilă la dezvoltarea operei genialului său profesor. Partea festivă a solemnității a continuat cu lecțiile profesorilor invitați A. Zeilinger (Austria), C. Cohen-Tannoudji (Franța) (ambii laureați ai premiului Nobel) și A. Guth (SUA).

Ziua Internațională de Celebrare a lui Albert Einstein a culminat cu Noaptea Fizicii de la Muzeul de Istorie din Berna, transformat pentru un an de zile (aprilie 2005 - iunie 2006) în Muzeul Fizicii Moderne, cu laboratoare operaționale pentru toți vizitatorii. Această noapte albă a fost marcată cu un spectacol al fizicii experimentale, iar la orele 24.00 - cu un extraordinar și fantastic foc de artificii.

Manifestările dedicate Anului Mondial al Fizicii și lui Albert Einstein au continuat în perioada 11 - 15 iulie în cadrul Conferinței Generale a Societății Europene de Fizică "După Einstein: Fizica pentru secolul XXI" (Beyond Einstein: Physics for the XXI Century"), care de fapt a reunit trei conferințe paralele: 1. Fotoni, Lasere și Statistică Cuantică; 2. Relativitatea, Materia și Cosmologia; 3. Mișcarea Browniană, Sistemele Complexe și Fizica în Biologie.

În încheiere voi preciza că la lucrările Conferinței de la Berna au participat peste 250 de cercetători din întreaga lume, fiind prezentate înaltului for al fizicienilor din Europa peste 400 de comunicări științifice. În cadrul acestei manifestări a avut loc ceremonia decernării Premiilor EuroPhysics 2005 (acestea urmând după Premiile Nobel ca rang și prestigiu). În acest an deosebit pentru științele fizice, de premiul nominalizat s-au învrednicit profesorii D. Awschalom (SUA), T. Dietl (Polonia) și H. Ohno (Japonia) pentru contribuții esențiale la dezvoltarea unui nou domeniu al fizicii și tehnologiei moderne - electronica de spin sau spintronica.

A înscris Tatiana ROTARU
20 iulie 2005

PREMIUL NOBEL ÎN FIZICĂ – 2005

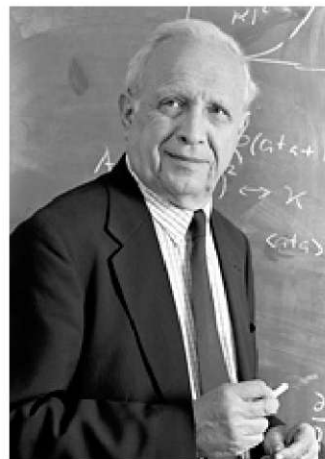
Academia Regală Suedeză de Științe a decis să acorde Premiul Nobel în Fizică pentru anul 2005 fizicienilor:

o jumătate –

Roy J. Glauber (Universitatea Harvard, Cambridge, SUA)

„pentru contribuția lui la teoria cuantică a coerenței optice”

și o jumătate - în comun –



John L. Hall (Universitatea Colorado și Institutul Național de Standarde și Tehnologie, Boulder, SUA) și



Theodor W. Haensch (Institutul Max Planck de Optică Cuantică, Garching, și Universitatea Ludwig Maximilian, Muenchen, Germania)

„pentru contribuțiile lor la dezvoltarea laser-spectroscopiei de precizie, inclusiv tehnica combinată a frecvențelor optice”.

O NOUĂ LUMINĂ ASUPRA OPTICII MODERNE

De când ființele umane au populat Pământul, noi am fost mereu fascinați de fenomenele optice și treptat am descoperit natura luminii. Premiul Nobel în Fizică pentru acest an a fost decernat la trei savanți în domeniul opticii. **Roy Glauber** s-a învrednicit de o jumătate de Premiu pentru descrierea teoretică a comportamentului particulelor de lumină. **John Hall** și **Theodor Haensch** au împărțit cealaltă jumătate a Premiului pentru dezvoltarea laser-spectroscopiei de precizie, și anume, pentru determinarea culorii luminii emise de atomi și molecule cu o precizie extraordinară.

La fel ca și undele radio, lumina este o formă a radiației electromagnetice. Maxwell a descris aceasta încă în anii 1850. Teoria lui a fost utilizată în tehnologiile moderne de comunicare bazate pe transmițători și receptori: telefonie mobilă, televiziune și radio. Dacă un receptor sau un detector urmează să înregistreze lumina, el trebuie să fie capabil să absoarbă

energia radiației și să emită un semnal. Această energie se propagă în pachete numite cuante și acum o sută de ani în urmă Einstein a fost în stare să arate cum absorbția unei cuante (unui foton) duce la eliberarea unui fotoelectron. Tocmai acești fotoelectroni indirecti sunt înregistrați de aparate atunci când fotonii sunt absorbiți.

Astfel, lumina manifestă o natură duală – ea poate fi considerată atât ca unde, cât și ca un flux de particule. **Roy Glauber** a întărit baza opticii cuantice, în care teoria cuantică se extinde asupra domeniului opticii. El a putut să explice diferențele fundamentale dintre sursele fierbinți de lumină, cum ar fi becurile electrice, care constituie un amestec de frecvențe și faze și lasere care dau o anumită frecvență și fază.

Contribuțiile importante ale lui **John Hall** și **Theodor Haensch** au făcut posibilă măsurarea frecvențelor cu o precizie de cincisprezece cifre. Acum pot fi construite lasere de culori extrem de distincte și aplicând tehnica frecvențelor combinate pot fi făcute indicatoare precise de lumină de toate culorile. Această metodică face posibilă, de exemplu, studierea stabilității în timp a constantelor naturii și elaborarea unor ceasornice extrem de precise și a unei tehnologii GPS îmbunătățite.

Roy J. Glauber, născut în 1925 la New York, SUA (cetățean al SUA). PhD în fizică în 1949 la Universitatea Harvard, Cambridge, SUA. Profesor de fizică la Universitatea Harvard.

John L. Hall, născut în 1934 la Denver, Colorado, SUA (cetățean al SUA). PhD în fizică în 1961 la Institutul Carnegie de Tehnologie, Pittsburgh, SUA. Cercetător Superior la Institutul Național de Standarde și Tehnologie și bursier științific, JILA, Universitatea Colorado, Boulder, SUA.

Theodor W. Haensch, născut în 1941 la Heidelberg, Germania (cetățean al Germaniei). PhD în fizică în 1969 la Universitatea Heidelberg. Director, Institutul Max Planck de Optică Cuantică, Garching, și profesor de fizică la Universitatea Ludwig Maximilian, Muenchen, Germania.

Mărimea Premiului: 10 milioane SEK (coroane suedeze).

Sursa:
Comunicatul de presă
al Academiei Regale Suedeze de Științe,
4 octombrie 2005.

Traducere: S. TIRON

LASERELE DE LUMINĂ ALBASTRĂ - ELEMENTE CHEIE PENTRU NOILE SISTEME BD

Vasile Z. TRONCIU
CATEDRA DE FIZICĂ,
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
tronciu@mail.utm.md

ADNOTARE

Prezenta lucrare este destinată studiului dinamicii laserelor InGaN cu absorbant de saturație. Au fost identificate natura bifurcațiilor ce apar în dinamica laserului, precum și condițiile ce sunt necesare pentru apariția autopulsațiilor. S-a studiat influența parametrilor laserului asupra regiunilor de autopulsații și s-au determinat domeniile autopulsațiilor cu frecvențe mari. S-au estimat parametrii laserelor în vederea realizării și utilizării lor în sistemele BD.

Cuvinte cheie: lasere InGaN, autopulsații, BD, CD, DVD

INTRODUCERE

Dezvoltarea extensivă din ultimii ani a sistemelor de comunicații, stocare și distribuire a informației a mărit interesul pentru dispozitive și surse noi de lumină. Recent o atenție deosebită s-a acordat laserelor de lumină violetă și albastră de tipul InGaN. Interesul pentru asemenea lasere se datorează aplicării lor la stocarea și procesarea informației în sistemele BD (blu-ray disc) [1]. Sistemul BD reprezintă un succes al sistemelor CD, și DVD care fac posibil, datorită utilizării laserului albastru cu lungime de undă 405 nm, înscrisura mai densă a datelor pe disc. În particular, diodele laser de lumină violet-albastră ce funcționează pe lungimea de undă de 405 nm sunt necesare pentru ridicarea capacității de stocare a unui disc până la 25 GB (Figura 1). Laserele și diodele de lumină albastră sunt de asemenea folosite la imprimante și monitoare color, în medicină, în biologie, etc [2].

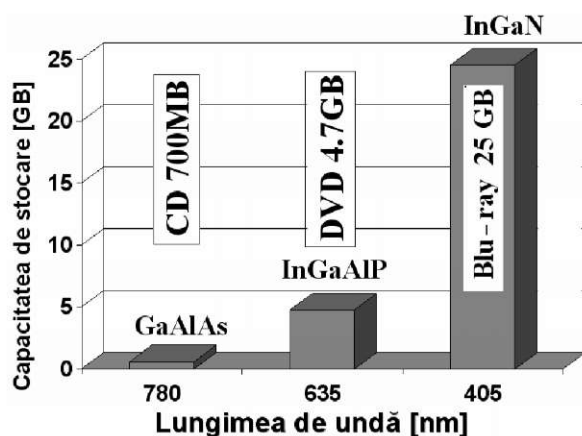


Figura 1. Dependența capacității de stocare a discului de lungimea de undă a laserului.

În ultimul deceniu au fost propuse și dezvoltate numeroase metode de producere a laserelor albastre ce funcționează în regim de unde continue [3]-[7]. Recent realizarea laserului diodă violet a fost îmbunătățită astfel încât timpul funcționării lui a atins 15000 ore.

Laserul de unde continue ce funcționează pe lungimea de undă $\lambda = 400$ nm deja este disponibil comercial [8]. Și totuși, de la momentul când a fost publicată prima investigație a acestui fenomen de către Nakamura [9], nu s-a mai raportat despre fenomenul de autopulsatii în laserul de lumină violet -albastru. Evident apare întrebarea care-i motivul pentru cercetările acestui fenomen? Anterior s-a demonstrat că funcționarea unui laser în regim de autopulsatii ridică semnificativ performanța lui și fenomenul autopulsatiilor este considerat eficient pentru reducerea zgomotului în cazul întoarcerii semnalului reflectat de un obstacol (o oglindă, un disc, o conectare a fibrelor optice etc) [10],[11]. Menționăm că acest fenomen este foarte important în cazul citirii informației de pe disc în vederea reducerii erorilor.

Recent, noi am comunicat despre proprietățile autopulsatiilor și excitabilitate pentru laserul InGaN cu diferite structuri ale absorbantului saturabil [12]–[15]. Prezenta lucrare este o continuare și completare a lucrărilor precedente. În paragraful 2 vom prezenta structura laserului cercetat, modelul și ecuațiile ce descriu evoluția fotonilor și purtătorilor de sarcină injectați. Rezultatele simulărilor numerice ce confirmă existența autopulsatiilor în laserul InGaN și influența diferiților parametri asupra frecvenței autopulsatiilor sunt arătate în paragraful 3. La sfârșitul lucrării sunt expuse concluziile.

2. LASER CU ABSORBANT DE SATURAȚIE

Modelul analitic al laserului cu autopulsatii este prezentat în Figura 2. Studiul teoretic are la bază o structură recent fabricată [16],[12]. Acest laser constă din stratul activ - 6 gropi în jurul unei gropi cuantice InGaN de grosime de 3 nm. Grosimea de saturare este de 3 nm. Ceilalți parametri sunt prezentați în tabelul 1.

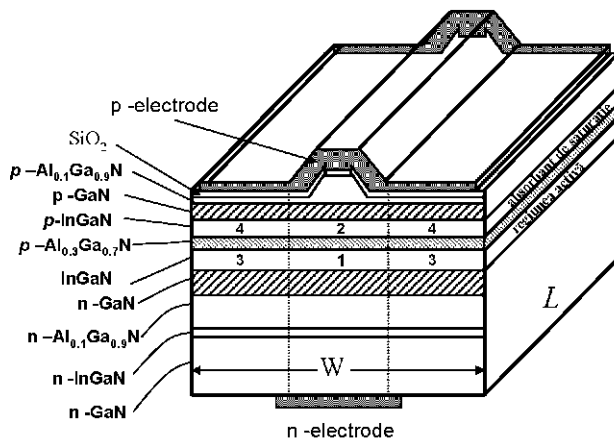


Figura 2. Schema laserului InGaN de lumină violet-albastră cu absorbant de saturare [16],[12].

Tabelul 1
Parametrii laserului

Regiunea activă	
Simbolul	Valoarea
a_{activ}	$1.85 \times 10^{-12} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
N_B	$1.4 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$
τ_a	2ns
d_a	18nm
W_a	$2 \mu\text{m}$

Absorbantul de saturare	
a_{SA}	$13 \times 10^{-13} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
N_a	$2.6 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$
$\tau_{S,t}$	0.1 ns
d_{SA}	3 nm
W_{SA}	$2.0 \mu\text{m}$

Alți parametri	
λ	395 nm
R_f	0.2
R_b	0.9
κ	15 cm^{-1}

Modelul teoretic folosit în această lucrare se bazează pe modelul propus de către Yamada [17],[18] ajustat cazului laserului InGaN de lumină albastră. Ecuațiile care descriu funcționarea laserului în dependență de parametrii lui sunt

$$\frac{dS}{dt} = \left[\frac{\sum_i a_i \xi_i (N_i - N_{gi})}{V_i} - BS - G_{th} \right] S + \frac{M \sum_i a_i \xi_i N_i}{V_i}, \quad (1)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = -\frac{a_i \xi_i}{V_i} (N_i - N_{gi}) S - \frac{N_i}{\tau_{si}} + \sum_{j=i} \left(\frac{N_j}{T_{ij}} - \frac{N_i}{T_{ji}} + \frac{I_{ji} - I_{ij}}{e} \right), \quad (2)$$

unde S este numărul fotonilor, N_i - numărul purtătorilor de sarcină injectați în regiunea i , a_i - coeficientul amplificării diferențiale, x_i - factorul de limitare a câmpului, N_{gi} - numărul purtătorilor de sarcină transferați prin regiunea i , τ_{si} - timpul de viață al purtătorilor de sarcină și T_{ij} - durata de timp echivalentă cu timpul de viață al purtătorilor de sarcină la difuzia lor din regiunea j în regiunea i . I_{ji} este intensitatea purtătorilor de sarcină injectați din regiunea j în regiunea i . M este echivalentul numărului total de moduri longitudinale, V_i - volumul secțiunilor laserului determinat de expresia $V_i = W_i \Psi_i \Psi$, unde L este lungimea laserului, iar d_i și W_i sunt respectiv grosimea și lățimea acestor secțiuni. B este coeficientul de amplificare la saturație

$$B = \frac{9\pi c \tau_{in}^2 |R_{cv}|^2 (N - N_{01}) a_i \xi_i^2}{2\varepsilon_0 n_r^2 \hbar \lambda_0 V_1^2}, \quad (3)$$

unde n_r este indicele de refracție, l_0 - lungimea unei centrale a radiației laser, R_{cv} este momentul dipolului și τ_{in} fiind timpul de relaxare a purtătorilor de sarcină în tranzițiile dintre zone. Nivelul pragului de amplificare este determinat de expresia

$$G_{th} = \frac{c}{n_r} \left(k + \frac{1}{2L} \ln \frac{1}{R_f R_b} \right), \quad (4)$$

unde R_f și R_b sunt coeficienții de reflexie de la fațetele anterioară și posterioară, iar k este coeficientul de absorbție a materialului din care este confecționat laserul.

Regiunea activă a laserului este separată în părțile centrale și exterioare astfel cum este indicat în Figura 2. La calculele numerice s-au luat în considerare cele 4 regiuni funcționale: 1- regiunea centrală activă, 2- regiunea centrală de saturație și regiunile exterioare 3 și 4. Celelalte regiuni au fost luate în considerare la calcularea indicelui de refracție efectiv, configurației apropiate a câmpului și a factorului de limitare. Regiunea 5 reprezintă un strat exterior care este conectat electric la sursa exterioară de curent. Mai multe detalii despre procedeul de calcul le puteți citi în [18],[12].

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Laserul produce autopulsații dacă pentru un curent exterior constant emisia lui reprezintă un tren periodic de impulsuri (Figura 3). Atât rezultatele experimentale cât și calculele numerice demonstrează prezența autopulsațiilor în lasere de tipul InGaN cu absorbant de saturație. În cazul laserului cu lungimea rezonatorului de 650μm autopulsațiile au fost obținute experimental pentru valori ale curentului injectat cuprinse între 163 și 220 mA cu frecvențe în domeniul de la 1,6 până la 2,25 GHz [16]. În Figura 3 (a) este prezentată traiectoria obținută experimental cu un osciloscop. Traiectoria calculată numeric a impulsului în cazul unui laser cu lungimea rezonatorului de 650μm și un curent injectat cu intensitatea

de 185 mA este arătată în Figura 3(b). După cum rezultă din Figura 3 rezultatele experimentale sunt în deplină concordanță cu calculele numerice și modelul propus descrie adecvat dinamica laserelor InGaN cu absorbant de saturație. Pornind de la aceasta concluzie în continuare vom cerceta influența parametrilor laserului și compoziția straturilor lui asupra regiunii autopulsațiilor și frecvenței lor.

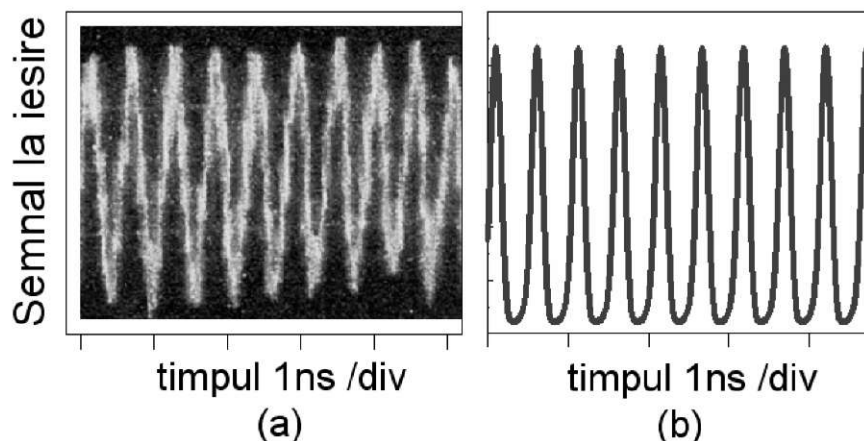


Figura 3. Traectoria semnalului de ieșire a unui laser cu lungimea rezonatorului de $650\mu\text{m}$ alimentat cu un curent de injecție de 185mA (a) măsurată experimental [16] și (b) calculată numeric utilizând parametrii din Tabelul 1.

Vom începe analiza dinamicii laserului în termenii diagramelor bifurcaționale. În Figura 4 este arătată dependența numărului maxim de fotoni în funcție de intensitatea curentului injectat, cea din urmă constituie parametrul de bifurcație care variază. La creșterea de la 0 a intensității curentului injectat, îndată după valoarea sa de prag se observă funcționarea laserului în regim de unde continue (linia continuă subțire). După aceasta laserul începe să producă autopulsații la trecerea prin bifurcația Hopf, marcată în Figura 4 printr-un cerculeț. Această caracteristică este complet diferită de cea pentru alte lasere (GaAs) cu autopulsații descrise pe larg anterior în [18], [19] și [20], unde autopulsațiile încep îndată de la valoarea de prag a intensității curentului. În cazul dat la creșterea curentului injectat după trecerea prin bifurcația Hopf amplitudinea oscilațiilor crește. Vârful amplitudinii de pulsație atinge valoarea maximă și autopulsațiile dispar la punctul Hopf superior. Ambele puncte Hopf sunt supercritice. Menționăm că diagrama din Figura 4 este diferită de cea pentru laserele GaAs [18],[19],[20] datorită valorii mici a timpului de viață din regiunea absorbantului de saturație. Această micșorare se presupune a fi cauzată de efectele piezoelectric și tunel în structura cu gropi cuantice separate [21],[22],[16].

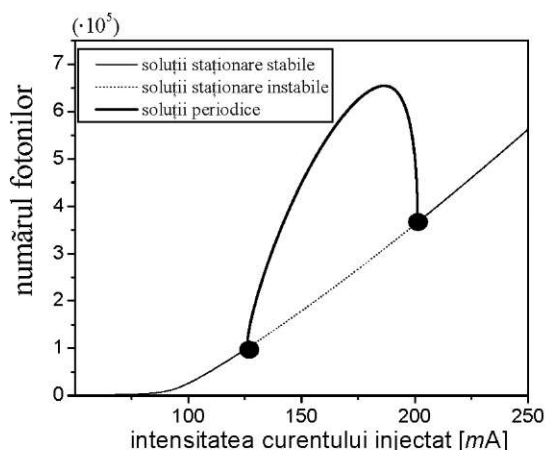


Figure 4. Diagrama bifurcațiilor pentru o lungime a rezonatorului de $500\mu\text{m}$. Linia subțire continuă indică regimul de funcționare cu unde continue, în timp ce linia cu puncte reprezintă ramura soluțiilor instabile. Linia continuă mai groasă arată valorile maxime ale soluției periodice stabile (ciclul limită). Cerculețele indică punctele de bifurcație Hopf.

După cum s-a menționat în lucrările anterioare [12]-[15] proprietățile absorbantului de saturație determină apariția autopulsațiilor și în cele din urmă frecvența lor. În Figura 5 sunt ilustrate regiunile de autopulsații în dependența lungimii rezonatorului laserului de a) coeficientul amplificării diferențiale a_{SA} și b) timpul de viața a purtătorilor de sarcină τ_{SA} în absorbant. Aceste regiuni au fost obținute folosind ecuațiile (1)–(4) pentru parametrii laserului InGaN (vezi Tabelul 1) și intensitatea curentului fixată la 150 mA. Regiunile întunecate sunt cele cu autopulsații, iar regiunea albă corespunde funcționării cu unde continue sau fără emisie. Observăm că în domeniul lungimilor rezonatorului de la 400 până la 500 μm regiunile de autopulsații se lărgesc. Lungimile mici ale rezonatorului implică frecvențe mari ale autopulsațiilor totuși aceste regiuni sunt înguste și au niveluri mari ale absorbției și curenți de prag mari. Astfel domeniul lungimilor rezonatorului 400 - 500 μm sunt cele mai favorabile pentru generarea autopulsațiilor cu frecvențe cuprinse între 2 și 3 GHz.

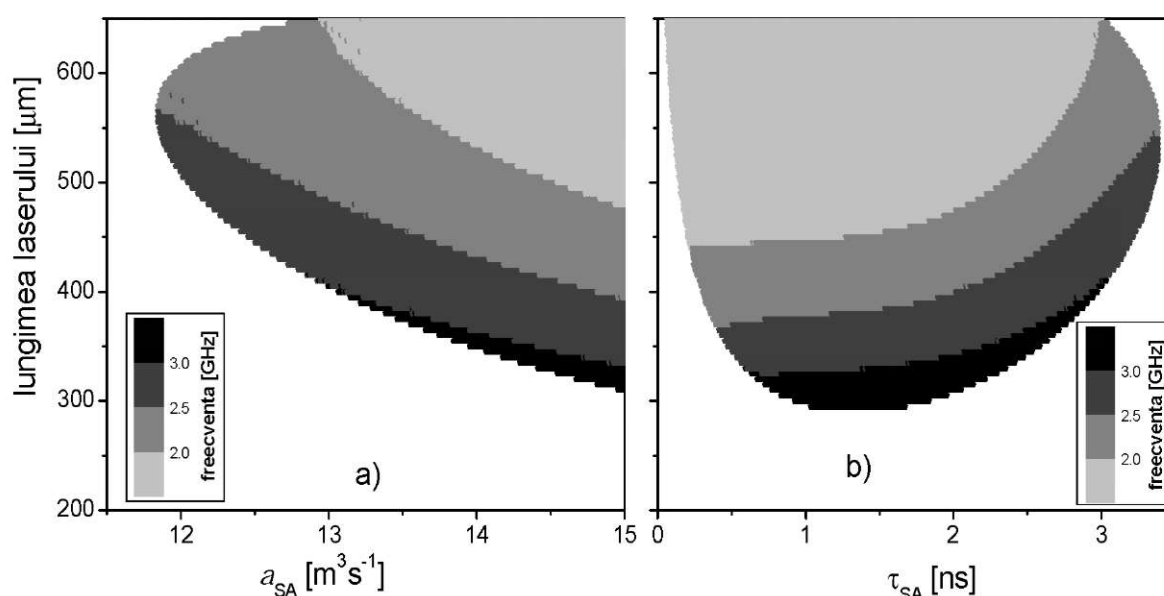


Figura 5 Variația frecvenței autopulsațiilor în planul: lungimea rezonatorului în funcție de a) coeficientul amplificării diferențiale în absorbant a_{SA} și b) timpul de viața a purtătorilor de sarcină τ_{SA} în absorbant. Intensitatea curentului este de 150mA. Ceilalți parametri sunt precum în Tabela 1.

În continuare ne vom opri mai detaliat la influența timpului de viață al purtătorilor de sarcină în absorbant asupra caracteristicilor autopulsațiilor. În Figura 6 este arătată dependența numărului fotonilor de intensitatea curentului injectat pentru diferite valori ale timpului de viață al purtătorilor de sarcină în absorbant. Stările staționare instabile sunt trasate prin linii punctate. După cum observăm din figură variația timpului τ_{SA} nu influențează tare valoarea curentului de prag. Totuși pentru o valoare fixă a curentului injectat se observă o dependență mare a numărului fotonilor de valoarea lui τ_{SA} . Se poate trage concluzia despre următoarele particularități: pentru valori mici ale lui τ_{SA} numărul fotonilor este mic dar regiunea autopulsațiilor largă; creșterea lui τ_{SA} rezultă în creșterea numărului fotonilor și în îngustarea regiunii autopulsațiilor; în cele din urmă creșterea ulterioară a lui τ_{SA} duce la dispariția autopulsațiilor și la apariția fenomenului de histereză. Cel din urmă a fost studiat în detalii în [14].

Vom analiza variația frecvenței autopulsațiilor în planul: timpul de viață al purtătorilor

de sarcină vs intensitatea curentului injectat. În Figura 7 este arătat un exemplu al acestei dependențe pentru un laser cu lungimea rezonatorului de $500\mu\text{m}$. Această figură mai demonstrează încă o dată că pentru obținerea autopulsațiilor cu frecvențe înalte este necesară reducerea timpului de viață al purtătorilor în absorbantul de saturație.

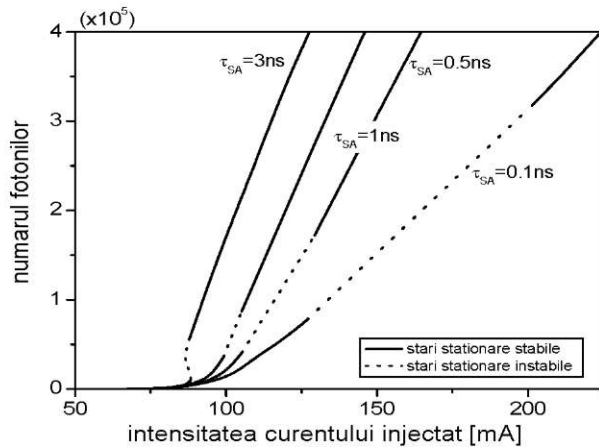


Figura 6 Dependența numărului de fotoni de intensitatea curentului injectat pentru diferite valori ale timpului de viață al purtătorilor de sarcină. Stările staționare instabile sunt redată prin linie punctată iar cele stabile prin linii continue.

După cum se vede din figură menținerea valorilor mari ale timpului de viață al purtătorilor de sarcină în absorbant rezultă în micșorarea intensității curentului injectat pentru realizarea autopulsațiilor. Pe de altă parte această micșorare duce la scăderea frecvenței autopulsațiilor și reducerea performanțelor laserului. În concluzie menționăm că micșorarea timpului de viață al purtătorilor de sarcină în absorbant rezultă în generarea autopulsațiilor cu frecvențe mari. Recent în [13] au fost prezentate diferite structuri ale laserelor în vederea obținerii duratelor mici de viață ale purtătorilor de sarcină în absorbant.

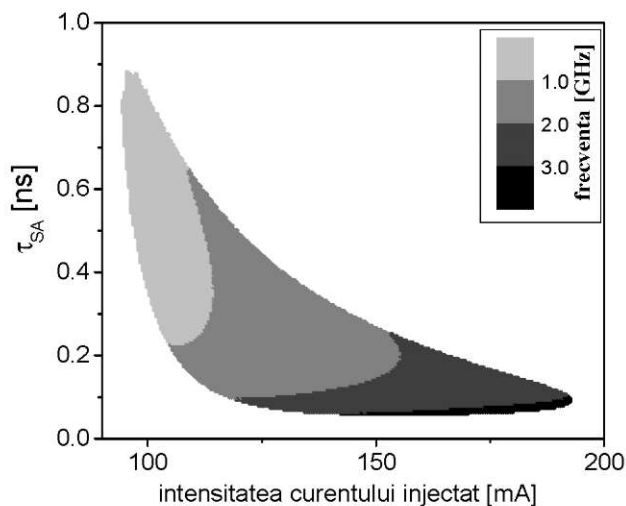


Figura 7. Regiunea autopulsațiilor în planul: timpul de viață a purtătorilor de sarcină în absorbant –intensitatea curentului injectat pentru lungimea rezonatorului $500\mu\text{m}$. Alți parametri sunt precum în Tabelul 1.

4. CONCLUZII

În concluzie menționăm că au fost studiate autopulsațiile unui laser de tipul InGaN cu emisie de lumină albastră-violetă cu lungimea de undă de 395 nm . Dinamica laserului este descrisă în limitele modelului lui Yamada ajustat pentru cazul laserelor cu multe gropi cuantice InGaN cu absorbant de saturație. S-a arătat că grosimea absorbantului precum și timpul de viață al purtătorilor de sarcină în absorbant joacă un rol deosebit în dinamica laserului. Autopulsațiile prezise teoretic au fost comparate cu cele detectate experimental în laserele recent fabricate și sunt în deplină concordanță. Din rezultatele obținute rezultă că laserul propus este promițător pentru aplicații practice în sistemele BD. Aceste lasere cu

autopulsatii dispun de o performanță îmbunătățită față de cele anterioare cu efect de unde continue.

Autorul aduce mulțumiri prof. M. Yamada de la Universitatea din Kanazawa, Japonia și prof. R. A. Abram de la Universitatea din Durham, Marea Britanie, pentru colaborare și discuții. Calde mulțumiri domnilor S. Ito, T. Kawakami și M. Taneya de la Compania Sharp, Japonia, pentru suportul experimental. O parte din lucrare a fost efectuată în cadrul proiectului 307 b/s.

7 iunie 2005

BIBLIOGRAFIE

1. <http://blu-ray.com>
2. S. Nakamura, S. Pearton, and G. Fasol, *The Blue Laser Diode*, 2nd ed. (Springer, Berlin, 2000).
3. T. Takeuchi, H. Takeuchi, S. Sota, H. Sakai, H. Amano, and I. Akasaki, *Jpn. J. Appl. Phys., Part 2* **36**, L177 (1997).
4. T. Kobayashi, T. Kobayashi, F. Nakamura, K. Naganuma, T. Tojyo, H. Nakajima, T. Asatsuma, H. Kawai, and M. Ikeda, *Electron. Lett.* **34**, 1494 (1998).
5. A. Kuramata, S. Kubota, R. Soejima, K. Domen, K. Horino, and T. Tanahashi, *Jpn. J. Appl. Phys., Part 2* **37**, L1373 (1998).
6. M. Kuramoto, C. Sasaoka, Y. Hisanaga, Y. Hisanaga, A. Kimura, A. A. Yamaguchi, H. Sunakawa, N. Kuroda, M. Nido, A. Usui, and M. Mizuta, *Jpn. J. Appl. Phys., Part 2* **38**, L184 (1999).
7. M. Kneissl, D. P. Bour, C. G. Van de Walle, L. T. Romano, J. E. Northrup, R. M. Wood, M. Teepe, and N. M. Johnson, *Appl. Phys. Lett.* **75**, 581 (1999).
8. <http://www.nichia.co.jp>
9. S. Nakamura, M. Senon, S. Nagahama, N. Iwasa, T. Yamada, T. Matsushita, H. Kuroku, Y. Sugimoto, T. Kozaki, H. Umemoto, M. Sano, and K. Chocho, *Jpn. J. Appl. Phys., Part 2* **36**, L1568 (1997).
10. M. Yamada, *J. Appl. Phys.* **79**, 61 (1996).
11. S. Matsui, H. Takiguchi, H. Hayashi, S. Yamamoto, S. Yano, and T. Hijikata, *Appl. Phys. Lett.* **43**, 219 (1983)
12. V.Z. Tronciu, M. Yamada, Tomoki Ohno, Shigetoshi Ito, Toshiyuki Kawakami, and Mototaka Taneya *IEEE J. Quantum Electronics* **39**, 1509-1514 (2003)
13. V.Z. Tronciu, M. Yamada, Toshiyuki Kawakami, Shigetoshi Ito, Tomoki Ohno, Mototaka Taneya and R.A. Abram *Optics Communications* Vol. **235** /4-6 pp. 409-414 (2004)
14. V.Z. Tronciu, M. Yamada and R.A. Abram *Phys Rev. E* **70**, 026604 (2004)
15. V.Z. Tronciu, M. Yamada, Tomoki Ohno, Shigetoshi Ito, Toshiyuki Kawakami, and Mototaka Taneya *Analysis of self-pulsation characteristics of InGaN laser diode*, *Phys. Stat. Sol. C*, **7**, 2296-2299 (2003)
16. T. Ohno, S. Ito, T. Kawakami, M. Taneya, *Appl. Phys. Lett.* **83** 1098, (2003)
17. M. Yamada, *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. **29**, pp. 1330-1336 (1993)
18. M. Yamada " *IEICE Trans. Electron.*, vol. E81-C, pp. 290-298 (1998)
19. L. A. Dubbeldam and B. Krauskopf, *Opt. Commun.* **159**, 325 (1999)
20. C. R. Mirasso, G. H. M. van Tartwijk, E. Hernandez-Garcia, S. Lynch, P. Landais, P. Phelan, J. O'Gorman, M. San Miguel, and W. Elsasser, *IEEE J. Quantum Electron.* **35**, 764 (1999).
21. Y. D. Jho, J. S. Yahng, E. Oh, and D. S. Kim, *Appl. Phys. Lett.*, vol. **79**, pp. 1130-1132, (2001)
22. C.-K. Sun and T.-L. Chiu, *Appl. Phys. Lett.*, vol. **71**, pp. 425-427 (1997).

PROBLEME PROPUSE PENTRU CONCURSUL REZOLVITORILOR

CINEMATICĂ

F41. Un corp în cădere liberă fără viteză inițială a parcurs în ultima secundă o distanță de k ori mai mare decât în penultima secundă.

Aflați, cu cât este mai mare viteza medie:

- în jumătatea a doua a timpului total de cădere, decât în prima jumătate a acestuia;
- pe jumătatea a doua a înălțimii totale de la care cade corpul, decât în jumătatea a doua a timpului total de cădere.

Depinde raportul vitezelor medii indicate în a) și b) de înălțimea de la care cade corpul ?
Ce valoare maximă posibilă poate avea k ?

Frecarea cu aerul se neglijează.

Aplicație numerică: $k = 2,0; 2,5; 3,0$.

Conf. univ. dr. Pavel CATANĂ

HIDROSTATICĂ

F42. Un pahar cilindric cu pereții subțiri de masă m este închis ermetic cu un piston având grosimea d și aria secțiunii transversale S confecționat dintr-un material de densitate ρ . Între piston și fundul paharului se află un resort în stare nedeformată cu constanta elastică k și lungimea l_0 .

La ce adâncime maximă poate fi scufundat paharul într-un lichid de densitate ρ_0 pentru ca el să nu se ducă la fund ? Presiunea aerului din pahar în cazul resortului nedeformat este egală cu presiunea atmosferică p_0 . Volumul și masa resortului, precum și forța de frecare dintre piston și pereții paharului se neglijează.

Aplicație numerică: $m = 0,2$ kg; $\rho = 2700$ kg/m³; $d = 2$ cm; $S = 100$ cm²; $k = 104$ N/m; $l_0 = 6$ cm; $\rho_0 = 1000$ kg/m³; $p_0 = 105$ Pa.

Prof. dr. Eleodor LUPAȘCU

TERMODINAMICĂ ȘI FIZICĂ MOLECULARĂ

F43. Un gaz ideal pentru care se cunoaște exponentul (indicele) adiabatic $\gamma = C_p/C_V$ (unde C_p și C_V este căldura molară la presiune constantă și respectiv la volum constant), efectuează un proces cvazistatic, astfel încât numărul mediu de ciocniri suferite în unitatea de timp de toate moleculele gazului din unitatea de volum rămâne neschimbat.

- Se încălzește ori se răcește gazul la destindere în acest proces ?
- Ce cantitate de căldură trebuie transmisă gazului pentru ca la destindere el să efectueze lucrul mecanic L ? Care este variația energiei interne a gazului în acest caz?

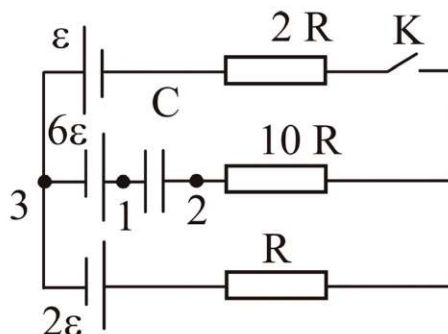
Aplicație numerică: $\gamma = 1,4$; $L = 8,0$ J.

Conf. univ. dr. Pavel CATANĂ

ELECTROCINETICĂ

F44. În montajul din figură sursele de curent au rezistențele interioare neglijabile și se cunosc R și ε . Aflați intensitatea curentului electric prin rezistorul cu rezistența electrică de $10R$ imediat după închiderea circuitului cu întrerupătorul K .

Aplicație numerică: $\varepsilon = 6,4$ V; $R = 1,0$ Ω .



Prof. univ. dr. habil. Alexandr KLIUKANOV

OPTICĂ COMPUTAȚIONALĂ

F45. Sistemul de operare Windows permite reproducerea pe ecranul calculatorului a 255 nuanțe de culori pentru fiecare din culorile de bază: roșu (R), verde (G) și albastru (B), în total 255^3 nuanțe de culori. Aceste nuanțe permit modelarea pe ecran a spectrului luminii albe cu un înalt grad de veridicitate.

Să se elaboreze algoritmul și un subprogram Delphi sau C++ pentru determinarea culorii care corespunde lungimii de undă în domeniul vizibil (700 nm – 350 nm).

Parametrul de intrare în procedură este lungimea de undă. La ieșirea din procedură se determină culoarea care corespunde acestei lungimi de undă sau părțile ei componente: R , G și B .

În sistemul Delphi, subprogramul ar putea să aibă următorul antet:

Function Culoare(Lambda, intensitate: extended): TColor

sau

Procedure Culoare(Lambda:extended; var R,G,B: Byte).

Notă: Aceste subprograme ar putea fi utilizate în simularea pe calculator a multor fenomene optice, cum ar fi interferența, difracția, analiza spectrală ș. a.

Conf. univ. dr. Nicolae BALMUȘ

REZOLVAREA UNUI GEN DE PROBLEME DE FIZICĂ

Conf. Univ. Dr. Mihai MARINCIUC
Lector Superior Constantin PÎRȚAC
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Să analizăm un gen de probleme din diferite capitole ale fizicii, dar care au o latură comună, ceea ce ne permite să le numim convențional „probleme cu repetări de situații sau de acțiuni”. De exemplu, probleme în care se consideră mișcarea corpului într-un interval oarecare de timp, apoi în următorul interval, apoi în al treilea interval etc. sau un circuit electric în care se leagă un rezistor (condensator), apoi un altul etc.

Problemele de acest gen pot fi rezolvate prin două metode. Relațiile fizice respective pot fi scrise pentru fiecare etapă a problemei în parte, dar și altfel: mai întâi pentru prima etapă, apoi pentru celelalte două sau trei etape împreună. În cel de al doilea caz nu figurează unii din parametrii stării intermediare – sfârșitul unei etape și începutul celei următoare.

Să rezolvăm câteva probleme concrete.

Problema 1. Un pasager a întârziat la tren. Ajuns pe peron a observat trenul în mișcare și a constatat că unul din vagoane a trecut prin fața sa în intervalul de timp $t_1 = 6,6$ s, iar vagonul al doilea după el – în $t_2 = 6,0$ s. Considerând mișcarea trenului rectilinie uniform-accelerată, să se determine:

- intervalul de timp τ cu care a întârziat pasagerul;
- intervalul de timp t_3 în care prin fața sa trece vagonul următor.

Rezolvare. a) La momentul sosirii pasagerului pe peron viteza trenului a devenit

$$v_{01} = a\tau, \quad (1)$$

unde a este accelerația trenului și τ - timpul de întârziere.

În timpul t_1 trenul a parcurs uniform accelerat cu viteza inițială (1) o distanță egală cu

lungimea l a unui vagon, adică

$$l = v_{01}t_1 + \frac{at_1^2}{2}. \quad (2)$$

Luând în seamă valoarea (1) a vitezei v_{01} , expresia (2) ia forma

$$l = at_1(\tau + t_1/2). \quad (3)$$

La finele acestui interval de timp viteza trenului a devenit egală cu

$$v_{02} = a(\tau + t_1) \quad (4)$$

În intervalul următor de timp t_2 trenul parcurge încă o distanță l . Deci

$$l = v_{02}t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

sau, având în vedere expresia (4):

$$l = at_2(\tau + t_1 + t_2/2). \quad (5)$$

Egalând expresiile (3) și (5) pentru lungimile vagonului, obținem ecuația

$$at_1(\tau + t_1/2) = at_2(\tau + t_1 + t_2/2),$$

de unde exprimăm timpul de întârziere

$$\tau = \frac{t_1 t_2}{t_1 - t_2} - \frac{t_1 + t_2}{2}; \tau = 59,7 \text{ s}. \quad (6)$$

Acest rezultat poate fi obținut și pe o altă cale, fără a folosi valoarea (4) a vitezei v_{02} a trenului după timpul t_1 de la sosirea pasagerului pe peron. De la acel moment trenul cu viteza inițială v_{01} a parcurs distanța $2l$ în timpul $(t_1 + t_2)$. Prin urmare

$$2l = v_0(t_1 + t_2) + \frac{a(t_1 + t_2)^2}{2}. \quad (7)$$

Substituind aici expresiile (1) și (3), avem

$$2at_1(\tau + t_1/2) = a\tau(t_1 + t_2) + a(t_1 + t_2)^2/2,$$

de unde pentru τ obținem din nou valoarea (6).

b) La începutul trecerii vagonului următor prin fața pasagerului viteza trenului era egală cu $v_{03} = a(\tau + t_1 + t_2)$. În intervalul de timp t_3 trenul a parcurs o distanță egală cu lungimea vagonului, adică

$$l = v_{03}t_3 + \frac{at_3^2}{2} = a(\tau + t_1 + t_2)t_3 + \frac{at_3^2}{2}. \quad (8)$$

Egalând expresiile (8) și (3), obținem pentru timpul t_3 o ecuație pătratică

$$t_3^2 + 2(\tau + t_1 + t_2)t_3 - (2\tau + t_1)t_1 = 0$$

Intervalul de timp căutat t_3 este soluția pozitivă a acestei ecuații:

$$t_3 = -(\tau + t_1 + t_2) + \sqrt{(\tau + t_1 + t_2)^2 + (2\tau + t_1)t_1}; t_3 = 5,5 \text{ s} \quad (9)$$

Acest rezultat poate fi obținut considerând că trenul cu viteza inițială (1) a parcurs în intervalul de timp $(t_1 + t_2 + t_3)$ o distanță egală cu 3 lungimi de vagon, adică

$$3l = v_{01}(t_1 + t_2 + t_3) + \frac{a(t_1 + t_2 + t_3)^2}{2}. \quad (10)$$

Introducând notația

$$x = (t_1 + t_2 + t_3), \quad (11)$$

din (10) și (3) obținem pentru x ecuația pătratică

$$x^2 + 2\tau x - 3t_1(2\tau + t_1) = 0.$$

Soluția pozitivă a acestei ecuații este

$$x = -\tau + \sqrt{\tau^2 + 3t_1(2\tau + t_1)}; x = 18,0 \text{ s.} \quad (12)$$

Pentru t_3 din (11), obținem $t_3 = x - (t_1 + t_2) \approx 5,4 \text{ s.}$

Faptul că această valoare nu coincide întocmai cu (9) este condiționată de rotunjirile efectuate.

Problema 2. Termometrul introdus în apa dintr-un calorimetru indică o temperatură de 20°C . După turnarea în calorimetru a unei mase de apă caldă termometrul indică 25°C . Dacă în el se adaugă încă o masă de apă caldă, de două ori mai mare decât cea precedentă, termometrul indică 29°C . Să se determine:

- temperatura apei calde, aceeași în toate cazurile;
- temperatura apei din calorimetru după adăugarea în el a încă unei mase de apă caldă, de trei ori mai mare decât cea adăugată în primul caz.

Rezolvare. a) Notăm cu t temperatura apei calde, cu C – capacitatea calorică a primei cantități de apă caldă și cu C_0 - capacitatea calorică a calorimetrului, a apei din el și a termometrului.

Alcătuim ecuația calorimetrică pentru cazul primei cantități de apă caldă turnată în calorimetru. Aceasta își micșorează temperatura de la t până la t_1 și cedează o cantitate de căldură a cărei valoare absolută este $C(t - t_1)$. Calorimetrul, apa din el și termometrul își măresc temperatura de la t_0 până la t_1 primind cantitatea de căldură $C_0(t_1 - t_0)$. Ecuația calorimetrică este

$$C_0(t_1 - t_0) = C(t - t_1) \quad (13)$$

Cea de a doua cantitate de apă, a cărei capacitate calorică este $2C$, este turnată în calorimetrul care conține și prima cantitate de apă adăugată în el, deci capacitatea calorică totală a lor este $(C_0 + C)$. Ținând seama de valorile respective ale temperaturilor, obținem următoarea ecuație calorimetrică

$$(C_0 + C)(t_2 - t_1) = 2C(t - t_2). \quad (14)$$

Exprimăm din (13) capacitatea calorică $C_0 = C \frac{t - t_1}{t_1 - t_0}$ și o substituim în ecuația (14).

Simplificând prin C avem

$$\left(\frac{t - t_1}{t_1 - t_0} + 1 \right) (t_2 - t_1) = 2(t - t_2).$$

De aici pentru temperatura necunoscută a apei calde obținem

$$t = \frac{t_1(t_0 + 2t_2) - 3t_0t_2}{3t_1 - 2t_0 - t_2}; t = 35^\circ\text{C}. \quad (15)$$

Problema poate fi rezolvată, înlocuind ecuația calorimetrică (14) cu ecuația ce corespunde turnării simultane în calorimetru a celor două cantități de apă, capacitatea calorică

totală a lor fiind egală cu $3C$. Avem

$$C_0(t_2 - t_0) = 3C(t - t_2). \quad (16)$$

Observăm că această ecuație calorimetrică nu conține temperatura intermediară t_1 . Din (16) și (13), în urma împărțirii termenilor respectivi, avem

$$\frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} = \frac{3(t - t_2)}{t - t_1}.$$

Din această ecuație pentru temperatura apei calde se obține, evident, valoarea de mai sus (15).

b) Pentru a determina temperatura ce s-a stabilit în calorimetru după turnarea în el a celei de a treia cantități de apă, alcătuim ecuația calorimetrică considerând că în calorimetru au fost turnate simultan toate cele trei cantități de apă. Capacitatea calorică totală a apei este egală cu $6C$, temperatura finală a ei este t_3 . Ecuația calorimetrică ia forma

$$C_0(t_3 - t_0) = 6C(t - t_3). \quad (17)$$

Din (17) și (13), făcând raportul expresiilor respective, rezultă

$$\frac{t_3 - t_0}{t_1 - t_0} = \frac{6(t - t_3)}{t - t_1},$$

de unde temperatura finală a apei din calorimetru

$$t_3 = \frac{t(6t_1 - 5t_0) - t_0t_1}{t + 5t_1 - 6t_0}; t_3 = 31,25^\circ \text{C}. \quad (18)$$

Bineînțeles, ecuația calorimetrică poate fi alcătuită considerând că cea de a treia cantitate de apă caldă având capacitatea calorică $3C$ și temperatura t este turnată în calorimetrul a cărui capacitate calorică totală (împreună cu apa deja adăugată în el) este $C_0 + 3C$ și temperatura în care este t_2 . Ecuația respectivă este

$$(C_0 + 3C)(t_3 - t_2) = 3C(t - t_3) \quad (19)$$

Din ecuațiile calorimetrice (13) și (19) exprimăm temperatura căutată t_3 prin temperaturile t, t_0 și t_2 , expresie diferită de formula (18) în care temperatura t_3 este exprimată prin t, t_0 și t_1 . Valoarea numerică calculată din expresia astfel obținută coincide cu cea din (18).

Problema 3. Un condensator este încărcat, apoi deconectat de la sursa de tensiune electrică. La el se leagă în paralel, câte unul, câteva condensatoare identice descărcate. După legarea primului condensator tensiunea dintre armăturile bateriei din două condensatoare a devenit $U_1 = 64 \text{ V}$, iar după legarea a încă unui condensator a devenit $U_2 = 48 \text{ V}$. Să se determine:

- tensiunea dintre armăturile condensatorului inițial încărcat, înainte de legarea în paralel la el a primului condensator descărcat;
- valoarea tensiunii dintre armături la legarea în paralel la baterie a unui al treilea condensator.

Rezolvare. a) Notăm cu U_0 tensiunea dintre armăturile condensatorului încărcat inițial și cu C_0 - capacitatea electrică a lui. Sarcina electrică a acestui condensator

24 Probleme, concursuri, olimpiade

$$q = C_0 U_0 \quad (20)$$

nu se modifică la legarea în paralel cu el a condensatoarelor descărcate.

După legarea în paralel a primului condensator capacitatea electrică devine egală cu $(C_0 + C)$, tensiunea electrică dintre armături cu U_1 , prin urmare, sarcina electrică

$$q = (C_0 + C)U_1. \quad (21)$$

După legarea în paralel a încă unui condensator capacitatea electrică este $(C_0 + 2C)$, tensiunea - U_2 , deci

$$q = (C_0 + 2C)U_2 \quad (22)$$

Din expresiile (20) – (22), obținem ecuațiile:

$$C_0 U_0 = (C_0 + C)U_1 \quad (23)$$

$$C_0 U_0 = (C_0 + 2C)U_2 \quad (24)$$

Transcriem aceste ecuații astfel

$$C_0 (U_0 - U_1) = C U_1 \quad (25)$$

$$C_0 (U_0 - U_2) = 2C U_2. \quad (26)$$

Împărțind parte cu parte termenii respectivi, obținem

$$\frac{U_0 - U_2}{U_0 - U_1} = \frac{2U_2}{U_1},$$

de unde exprimăm tensiunea dintre armăturile condensatorului care a fost încărcat inițial:

$$U_0 = \frac{U_1 U_2}{2U_2 - U_1}; U_0 = 96 \text{ V}. \quad (27)$$

b) După legarea în paralel a celui de al treilea condensator capacitatea electrică a bateriei a devenit egală cu $(C_0 + 3C)$, tensiunea - cu U_3 , prin urmare

$$q = (C_0 + 3C)U_3. \quad (28)$$

Din (21) și (28) rezultă

$$C_0 U_0 = (C_0 + 3C)U_3$$

sau

$$C_0 (U_0 - U_3) = 3C U_3 \quad (29)$$

Împărțind termenii respectivi ai egalităților (29) și (25), obținem

$$\frac{U_0 - U_3}{U_0 - U_1} = \frac{3U_3}{U_1},$$

de unde pentru tensiunea căutată U_3 avem:

$$U_3 = \frac{U_0 U_1}{3U_0 - 2U_1}; U_3 = 38,4 \text{ V}. \quad (30)$$

Problema 4. Dacă la o sursă de curent se leagă un rezistor, intensitatea curentului prin el este $I_1 = 0,8 \text{ A}$, iar dacă în serie cu acesta se leagă un rezistor identic intensitatea curentului devine $I_2 = 0,6 \text{ A}$. Să se determine:

a) intensitatea curentului de scurtcircuit;

- b) valoarea intensității curentului în circuitul care conține un al treilea rezistor legat în serie și identic cu cele precedente.

Rezolvare. a) Notăm cu E tensiunea electromotoare și cu r rezistența internă a sursei. Pentru intensitatea curentului de scurtcircuit avem

$$I_{s.c.} = \frac{E}{r}. \quad (31)$$

La introducerea în circuit a primului rezistor, a cărui rezistență o notăm cu R , intensitatea curentului prin el

$$I_1 = \frac{E}{R+r}, \quad (32)$$

iar după legarea în serie a celui de al doilea rezistor intensitatea devine

$$I_2 = \frac{E}{2R+r} \quad (33)$$

Transcriem expresiile (31) – (33) astfel:

$$r = \frac{E}{I_{s.c.}}, R+r = \frac{E}{I_1}, 2R+r = \frac{E}{I_2} \quad (34)$$

Observăm că

$$\frac{E}{I_2} + \frac{E}{I_{s.c.}} = 2\frac{E}{I_1},$$

de unde exprimăm intensitatea curentului de scurtcircuit

$$I_{s.c.} = \frac{I_1 I_2}{2I_2 - I_1}; I_{s.c.} = 1,2 \text{ A}. \quad (35)$$

- b) În circuitul în care este legat în serie al treilea rezistor intensitatea curentului

$$I_3 = \frac{E}{3R+r}, \quad (36)$$

adică

$$3R+r = \frac{E}{I_3} \quad (37)$$

Din egalitățile (34) și (37) rezultă că

$$\frac{E}{I_3} + 2\frac{E}{I_{s.c.}} = 3\frac{E}{I_1},$$

de unde intensitatea curentului

$$I_3 = \frac{I_1 I_{s.c.}}{3I_{s.c.} - 2I_1}; I_3 = 0,48 \text{ A}.$$

Să menționăm o particularitate a sistemelor de ecuații obținute la rezolvarea problemelor de mai sus. În cazul problemei 1, sistemele de două ecuații (3) și (4) sau (3) și (7) conțin trei necunoscute: lungimea unui vagon l , accelerația trenului a și intervalul de timp τ cu care a întârziat pasagerul. Ecuațiile au însă o astfel de structură încât la excluderea unei mărimi necunoscute – l – se exclude încă o necunoscută – accelerația a .

În mod similar, în cazul problemei 2 ecuațiile (13) și (14) conțin trei necunoscute: capacitățile calorice C_0 și C , precum și temperatura t a apei calde. Ecuațiile au o astfel de

structură încât la excluderea unei capacități calorice – C_0 sau C , capacitatea rămasă se simplifică și se obține o ecuație cu o singură necunoscută – temperatura apei calde t . Această particularitate este proprie și problemelor 3 și 4.

În literatura didactică [1-3] problemele în care numărul mărimilor necunoscute depășește numărul ecuațiilor sunt numite probleme cu “date incomplete”. Bineînțeles, prin rezolvarea unor asemenea sisteme de ecuații nu pot fi determinate decât numai unele din mărimile necunoscute. Pentru a le determina pe toate trebuie să fie cunoscute și valorile unora din mărimile ce figurează în probleme.

O altă particularitate a problemelor de mai sus este aceea că mărimile fizice care figurează în ele – atât cele cunoscute, cât și cele ce se cer a fi determinate – sunt de aceeași natură fizică și deci se exprimă în aceleași unități. În prima din probleme acestea sunt intervale de timp, în a doua – temperaturi, în a treia – tensiuni electrice, iar în a patra – intensități ale curentului. Aceste mărimi ce caracterizează sistemele considerate nu figurează în formulele de calcul ale mărimilor căutate.

Propunem pentru rezolvare câteva probleme de genul celor analizate mai sus.

Problema 5. Un elev studiază mișcarea unui cărucior dotat cu un dispozitiv care marchează pozițiile lui la intervale egale succesive de timp. Măsurând distanțele parcurse de cărucior, el obține că în primele două intervale de timp succesive acestea sunt egale respectiv cu 18 cm și 14 cm. Care este distanța parcursă în următorul interval de timp? (R. 10 cm).

Problema 6. De corpul unui pendul elastic se leagă, pe rând, corpuri identice. La suspendarea primului corp perioada oscilațiilor este de 2 s, iar după anexarea a încă unui corp, ea devine egală cu $\sqrt{7}$ s. Să se determine:

- perioada oscilațiilor pendulului după suspendarea celui de al treilea corp;
- valoarea perioadei înainte de suspendarea primului corp. (R. $\sqrt{10}$ s; 1 s).

BIBLIOGRAFIE

- Я. Ф. Лернер. Об одном приеме решения задач по физике. – „Физика в школе”, №2, 1976.
- Б. Ю. Коган. Задачи с лишними неизвестными. – „Физика в школе”, №5, 1981.
- М. Marinciuc. „Aplicarea elementelor de matematică la rezolvarea problemelor de fizică”. – „Lumina”, Chișinău, 1984.

CONCURSUL PREOLIMPIC DE FIZICĂ ROMÂNNO-UNGAR

EDIȚIA A VIII-A
CU PARTICIPAREA LOTULUI OLIMPIC AL MOLDOVEI
CĂLIMĂNEȘTI, 23 - 28 MAI 2005



Echipa R. Moldova care a participat la Concursul Preolimpic de Fizică Româno-Ungar, dedicat “Anului Internațional al Fizicii - 2005”, ediția a VIII-a (Călimănești, România. 23-28 mai 2005)

1. Plămădeală Eugeniu, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Premiul I, medalie, Diploma de Excelență a Ministerului Educației și Cercetării din România
2. Pușcașu Onoriu, clasa a XII-a, Liceul Teoretic “Prometeu”, Chișinău - Premiul II, medalie
3. Vanovschi Vladimir, clasa a XI-a, Liceul “N. M. Spătarul”, Chișinău - Premiul III, medalie
4. Abetkin Veaceslav, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Mențiune, medalie
5. Abetkin Vitalii, clasa a X-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Mențiune, medalie
6. Voloșciuc Alexandru, clasa a XII-a, Liceul “D. Cantemir”, Chișinău - Diplomă de participare
7. Cudreașov Alexandru, clasa a X-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Diplomă de participare
8. Burovenco Igor, clasa a XI-a, Liceul “D. Cantemir”, Chișinău - Diplomă de participare

Conducătorul echipei – conf. univ. dr. Igor Evtodiev, USM
Profesor însoțitor - lector universitar Sergiu Cârlig, USM



În imagine: (de la stânga la dreapta): lector universitar Sergiu Cârliș, USM, profesor însoțitor; Abetkin Vitalii, clasa a X-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Mențiune, medalie; Burovenco Igor, clasa a XI-a, Liceul "D. Cantemir", Chișinău - Diplomă de participare; Pușcașu Onoriu, clasa a XII-a, Liceul Teoretic "Prometeu", Chișinău - Premiul II, medalie; Cudreașov Alexandru, clasa a X-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Diplomă de participare; Vanovschi Vladimir, clasa a XI-a, Liceul "N. M. Spătarul", Chișinău - Premiul III, medalie; Abetkin Veaceslav, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Mențiune, medalie; Plămădeală Eugeniu, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Premiul I, medalie, Diploma de Excelență a Ministerului Educației și Cercetării din România; conf. univ. dr. Igor Evtodiev, USM, Conducătorul echipei.

Proba teoretică de concurs este alcătuită din trei probleme și proba de laborator din două probleme. Reproducem mai jos problemele propuse însoțite de rezolvările așteptate.

PROBĂ TEORETICĂ

PROBLEMA I – MECANICĂ, SATELIT CU VELĂ SOLARĂ

(125 puncte)

În jurul Soarelui, pe orbita circulară a Pământului, evoluează un satelit special cu masa m . La un anumit moment pe satelit se deschide o „velă solară” (un disc circular cu raza r), una din fețele sale fiind o oglindă plană, perfect reflectantă, care va fi orientată permanent perpendicular pe direcția Soarelui.

a) Să se determine modulul și orientarea forței de presiune care acționează în orice moment asupra velei satelitului, din cauza radiației solare cu incidență normală pe planul velei.

b) Să se stabilească forma traiectoriei după deschiderea velei și să se precizeze caracteristicile traiectoriei.

c) Decide dacă mișcarea satelitului după deschiderea velei este periodică sau nu și în caz afirmativ determină perioada rotației satelitului.

Se cunosc: L - luminozitatea integrală a Soarelui; c - viteza luminii în vid; R_0 - raza orbitei circulare a Pământului în jurul Soarelui; M - masa Soarelui; K - constanta atracției gravitaționale. Se neglijează influența gravitațională a Pământului asupra satelitului.

$$\text{Se va considera că: } m > \frac{Lr^2}{2cKM}.$$

(Se numește *luminozitate integrală* a Soarelui, L , energia radiației totale emisă de Soare în unitatea de timp, pe toată suprafața sa, pe toate lungimile de undă, pe toate direcțiile. Dimensional, luminozitatea este o putere; $L = 3,86 \cdot 10^{26}$ W.)

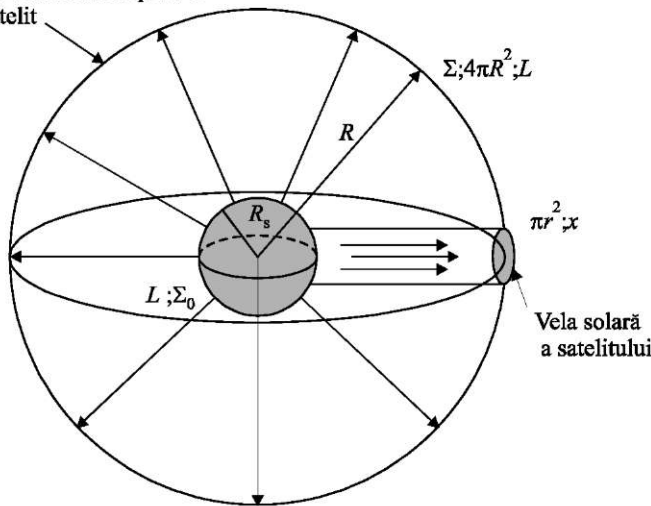
Prof. dr. Mihail SANDU
UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" – SIBIU
FACULTATEA DE ȘTIINȚE

REZOLVARE

a) Să admitem, așa cum indică figura 1, că Soarele este o sferă cu suprafața Σ_0 , având raza R_s .

Se numește *luminozitate integrală* a Soarelui, L , energia radiației totale emisă de Soare

Sfera circumsolară cu raza egală cu distanța de la centrul Soarelui până la satelit



în unitatea de timp, pe toată suprafața sa, pe toate lungimile de undă, pe toate direcțiile. Dimensional, luminozitatea este o putere ($L = 3,86 \cdot 10^{26}$ W).

Dacă Σ este suprafața sferei circumsolare, a cărei rază R reprezintă distanța instantanee dintre satelit (vela satelitului) și centrul Soarelui, atunci, evident, energia radiației solare care traversează în unitatea de timp suprafața Σ este egală cu L .

În aceste condiții energia radiației solare care sosește în unitatea de timp pe suprafața velei solare cu aria πr^2 este:

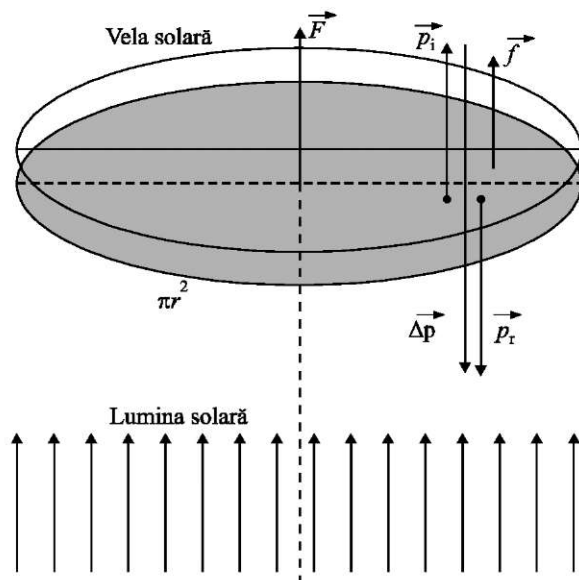
$$x = L \frac{\pi r^2}{4\pi R^2}.$$

Fig. 1

Ca urmare, iluminarea suprafeței velei (energia radiației solare ajunsă în unitatea de timp pe unitatea de arie a suprafeței velei) este:

$$E = \frac{x}{\pi r^2} = \frac{L}{4\pi R^2};$$

$$\langle E \rangle_{SI} = \frac{W}{m^2}.$$



Utilizând figura 2, să calculăm acum variația impulsului unui foton ca urmare a reflexiei luminii solare pe suprafața velei într-un punct oarecare:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_r - \vec{p}_i;$$

$$\Delta p = p_r + p_i;$$

$$p_r = p_i = p_0 = \frac{h\nu}{c};$$

$$\Delta p = 2 \frac{h\nu}{c},$$

unde h este constanta lui Planck, ν - frecvența luminii, c - viteza luminii în vid.

Ca urmare a principiului acțiunilor reciproce, asupra velei va acționa o forță:

$$\vec{f} = -\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}.$$

Fig. 2

Dacă în timpul Δt pe fața reflectantă a velei solare se reflectă ΔN_k fotoni cu frecvența ν_k , atunci forța care va acționa asupra velei va fi:

$$F_k = f_k \Delta N_k = \Delta N_k \frac{\Delta p_k}{\Delta t} = N_k \pi r^2 \Delta t \frac{2 \frac{h\nu_k}{c}}{\Delta t},$$

unde N_k este numărul fotonilor cu frecvența ν_k care sosesc pe unitatea de arie a

suprafeței velei în unitatea de timp;

$$F_k = 2 \frac{N_k h \nu_k}{c} \pi r^2;$$

$$\langle N_k h \nu_k \rangle_{SI} = \frac{W}{m^2};$$

$$N_k h \nu_k = E_k,$$

reprezentând iluminarea suprafeței velei datorită componentei cu frecvența ν_k din radiația solară;

$$F_k = 2 \frac{E_k}{c} \pi r^2;$$

$$P_k = \frac{F_k}{\pi r^2} = 2 \frac{E_k}{c},$$

reprezentând presiunea exercitată asupra velei de componenta cu frecvența ν_k din lumina solară.

Corespunzător tuturor componentelor radiației solare ($\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$), calculăm forța rezultantă care acționează asupra velei:

$$F = \sum_{k=1}^n F_k = 2 \frac{\sum_{k=1}^n E_k}{c} \pi r^2;$$

$$\sum_{k=1}^n E_k = E,$$

reprezentând iluminarea totală a suprafeței velei datorită tuturor componentelor radiației solare:

$$F = 2 \frac{E}{c} \pi r^2;$$

$$P = \frac{F}{\pi r^2} = 2 \frac{E}{c},$$

reprezentând presiunea luminii solare asupra velei;

$$F = 2 \frac{L}{c} \frac{\pi r^2}{4\pi R^2} = \frac{Lr^2}{2cR^2};$$

$$\vec{F} = \frac{Lr^2}{2cR^2} \text{vers } \vec{R} = \frac{Lr^2}{2cR^3} \vec{R}.$$

Concluzie: forța de presiune care acționează în orice moment asupra velei satelitelui, din cauza radiației solare cu incidență normală pe planul velei, este invers proporțională cu pătratul distanței dintre satelit și centrul Soarelui și are aceeași orientare cu vectorul de poziție al satelitelui față de centrul Soarelui așa cum indică figura 3.

b) Înainte de deschiderea velei mișcarea satelitelui se face pe orbita circulară a Pământului, sub acțiunea forței de atracție gravitațională, astfel încât:

$$\frac{mv_0^2}{R_0} = K \frac{mM}{R_0^2} = F_{g0};$$

$$v_0 = \sqrt{K \frac{M}{R_0}};$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{R_0^3}{KM}},$$

unde R_0 - raza orbitei Pământului.

Într-un moment oarecare, după deschiderea velei, rezultanta forțelor care acționează asupra satelitului, așa cum indică figura 3, este:

$$\vec{F}_{rez} = \vec{F}_g + \vec{F};$$

$$\vec{F}_{rez} = -\frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{R^2} \text{vers } \vec{R},$$

$$F_{rez} = \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{R^2},$$

pe care o identificăm ca fiind o forță centrală, al cărei efect este mișcarea satelitului, cu vela deschisă, pe o orbită în formă de elipsă având Soarele în focarul apropiat față de punctul în care s-a deschis vela (periheliul orbitei eliptice).

În acord cu legile de conservare a momentului cinetic și a energiei mecanice totale pentru sistemul *satelit cu vela deschisă - Soare*, rezultă:

$$v_0 R_0 = v_1 R_1;$$

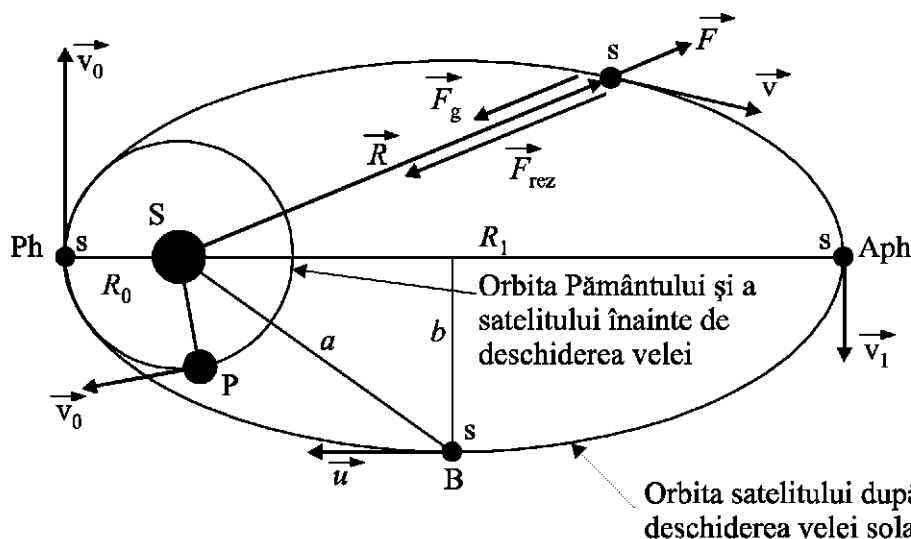
$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{R_0} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{R_1};$$

$$\alpha = KmM - \frac{Lr^2}{2c};$$

$$\left(m v_0^2 - 2 \frac{\alpha}{R_0} \right) R_1^2 + 2\alpha R_1 - m v_0^2 R_0^2 = 0;$$

$$R_1 = \frac{KmM}{KmM - \frac{Lr^2}{c}} R_0;$$

$$a = \frac{1}{2} (R_0 + R_1),$$



unde a este semiaxa mare a elipsei;

$$a = \frac{2KmM - \frac{Lr^2}{c}}{2KmM - \frac{Lr^2}{2c}} R_0.$$

Fig. 3

c) În acord cu legea a treia a lui Kepler, dacă satelitul cu vela deschisă ar evolua în jurul Soarelui pe un cerc cu raza r_0 , sau pe elipsa cu semiaxa mare a , putem scrie că:

$$T_{cerc}^2 = kr_0^3; \quad T_{elipsa}^2 = ka^3;$$

$$T_{cerc} = \frac{2\pi r_0}{v_{cerc}}; \quad \frac{mv_{cerc}^2}{r_0} = \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{r_0^2};$$

$$\frac{v_{cerc}^2}{r_0^2} = \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{mr_0^3}; \quad T_{cerc} = 2\pi \sqrt{\frac{mr_0^3}{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}};$$

$$\frac{T_{elipsa}^2}{T_{cerc}^2} = \frac{a^3}{r_0^3}; \quad T_{elipsa} = 2\pi \sqrt{\frac{ma^3}{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}};$$

$$T_{elipsa} = 2\pi R_0 \frac{2KmM - \frac{Lr^2}{c}}{2KmM - \frac{Lr^2}{2c}} \sqrt{\frac{R_0 \left(2KmM - \frac{Lr^2}{c} \right)}{\left(2KmM - \frac{Lr^2}{2c} \right) \left(KmM - \frac{Lr^2}{2c} \right)}}.$$

La același rezultat se ajunge dacă admitem că perioada rotației satelitului cu vela deschisă, evoluând în jurul Soarelui pe elipsa cu semiaxa mare a , este egală cu perioada rotației aceluiași satelit dacă ar evolua pe cercul confocal al elipsei (cercul cu raza a și centrul în centrul Soarelui, reprezentat în figura 4), cu viteza u , egală cu viteza satelitului pe orbita eliptică în vârful minor B al acesteia, aceeași cu viteza medie a satelitului pe orbita eliptică.

Rezultă:

$$\frac{mu^2}{a} = F_{rez, B} = \frac{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}{a^2}; \quad \frac{a^2}{u^2} = \frac{ma^3}{KmM - \frac{Lr^2}{2c}};$$

$$T = \frac{2\pi a}{u}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{ma^3}{KmM - \frac{Lr^2}{2c}}}.$$

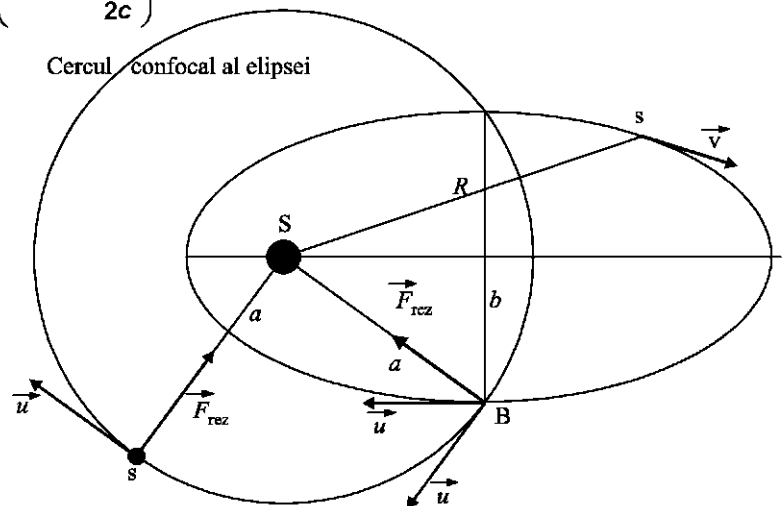


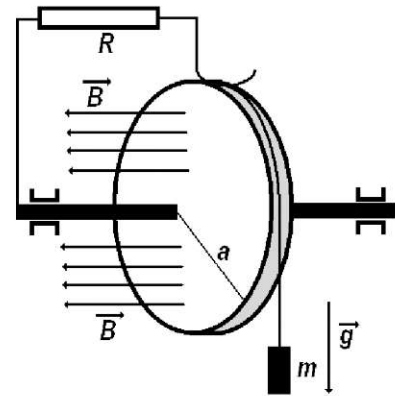
Fig. 4

PROBLEMA II – ELECTRICITATE, ROȚI ELECTRICE

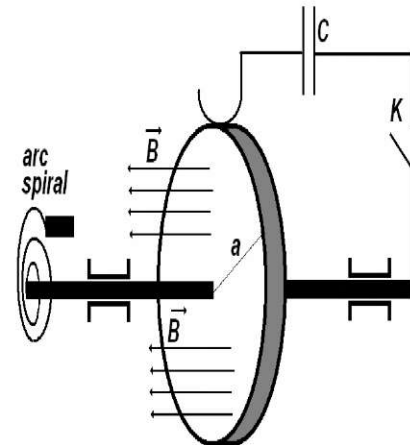
(125 puncte)

a. Două discuri paralele, conductoare, de rază a , coaxiale, situate la distanța $d \ll a$ unul de altul, sunt rotite în sensuri contrare, cu viteza unghiulară ω , într-un câmp magnetic uniform cu inducție B , constant în timp și perpendicular pe suprafața discurilor. Centrele discurilor sunt conectate electric între ele (Pentru situația de la punctul a nu este prezentat un desen). Determină sarcina electrică Q localizată pe fața fiecărui disc.

b. Un disc conductor având momentul de inerție I și rază a , cu axul orizontal, este așezat într-un câmp magnetic uniform cu inducție B , constant în timp și perpendicular pe disc, ca în figura alăturată. Axul roții și periferia sa sunt puse în contact electric cu ajutorul unor contacte mobile - perii - fără frecare. Discul este pus în rotație datorită momentului forței de greutate care acționează asupra masei m atârnată de un fir foarte lung înfășurat pe disc. În circuitul electric este inserată o rezistență electrică R . Cum se modifică viteza unghiulară a discului dacă masa m inițial fixă, este lăsată liberă? Neglijază rezistența electrică a discului.



c. Un disc conductor având momentul de inerție I și rază a , cu axul orizontal, este așezat într-un câmp magnetic uniform cu inducție B , constant în timp și perpendicular pe disc. Axul roții și periferia sa sunt puse în contact electric cu ajutorul unor contacte mobile - perii - fără frecare, ca în figura alăturată. Pe axul discului este prins un arc spiral având celălalt capăt fixat. Momentul determinat de arc spiral este proporțional cu unghiul de rotire al discului, constanta de proporționalitate dintre moment și unghi fiind γ . În circuitul electric este inserat un condensator de capacitate C . Inițial condensatorul este încărcat cu sarcina Q iar comutatorul K este deschis. Descrie mișcarea discului după ce comutatorul K se închide. Găsește dependența de timp a unghiului de rotire față de poziția inițială. Neglijază rezistența electrică a discului.



Prof. Delia DAVIDESCU
 SERVICIUL NAȚIONAL DE EVALUARE ȘI EXAMINARE
 AL MINISTERULUI EDUCAȚIEI, BUCUREȘTI
 Conf. Dr. Adrian DAFINEI
 UNIVERSITATEA BUCUREȘTI
 FACULTATEA DE FIZICA

SOLUȚIE AȘTEPTATĂ:

Asupra particulei cu sarcină q care se deplasează cu viteza \vec{v} într-un câmp magnetic cu inducția \vec{B} acționează forța Lorentz

$$\vec{F}_{Lorentz} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Intensitatea câmpului electric care ar produce același efect este

$$\vec{E}_{\text{Lorentz}} = \vec{v} \times \vec{B}$$

Dacă ne referim la o bară de lungime ℓ care se deplasează după o direcție perpendiculară pe dreapta sa suport, tensiunea electrică determinată de forța Lorentz între capetele sale este

$$U = B \cdot \ell \cdot v$$

Pentru o bară cu lungimea a care se rotește în jurul unuia dintre capete, pot considera o diviziune în n segmente foarte mici (de lungime $\Delta \ell_0$) – suficient de mici pentru a admite că se deplasează pe o linie. Pentru cel de-al k , $1 < k < n$, segment, tensiunea electrică apărută între capete este

$$\Delta U_k = B \cdot \Delta \ell_0 \cdot k \Delta \ell_0 \cdot \omega$$

Tensiunea apărută între axul de rotație și capătul segmentului elementar k este

$$U_k = B \cdot (\Delta \ell_0)^2 \cdot \omega \cdot \sum_{i=1}^k i$$

$$U_k = \frac{B \cdot (k \cdot \Delta \ell_0)^2 \cdot \omega}{2}$$

În general, pentru un punct de pe bara care se rotește aflat la distanța x de ax, tensiunea electrică apărută este

$$U(x) = \frac{B \cdot (x)^2 \cdot \omega}{2}$$

Coroanele circulare ale discurilor rotitoare corespunzătoare distanței $k \cdot \Delta \ell_0$ de ax formează un condensator plan cu capacitatea

$$C_k = \frac{\varepsilon \cdot 2\pi (k \cdot \Delta \ell_0) \cdot \Delta \ell_0}{d}$$

încărcat la tensiunea $2U_k$

Sarcina pe acest condensator este

$$Q_k = \frac{\varepsilon \cdot 2\pi \cdot k^3 \cdot (\Delta \ell_0)^4 \cdot B \cdot \omega}{d}$$

Sarcina totală acumulată pe disc este

$$Q = \frac{\varepsilon \cdot 2\pi \cdot (\Delta \ell_0)^4 \cdot B \cdot \omega}{d} \sum_{k=1}^n k^3$$

$$Q = \frac{\varepsilon \cdot 2\pi \cdot (\Delta \ell_0)^4 \cdot B \cdot \omega}{d} \frac{n^2 (n+1)^2}{4}$$

$$Q = \frac{\varepsilon \cdot \pi \cdot (a)^4 \cdot B \cdot \omega}{2d}$$

b. (Calculul potențialului poate servi ca alternativă la demonstrația de mai sus) Asupra unui electron aflat la distanța x de axul discului acționează forța Lorentz

$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = -e \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Dacă ω este viteza unghiulară a discului la un moment dat, modulul vitezei liniare a electronului este în acel moment

$$v = \omega \cdot x$$

și câmpul în care se află electronul are modulul

$$E_{\text{Lorentz}} = \omega \cdot x \cdot B$$

Ca urmare , diferența de potențial apărută este

$$V(x) = -\int_0^x E_{Lorentz} dx$$

$$V(x) = \frac{\omega \cdot B \cdot x^2}{2}$$

Diferența de potențial dintre axul și periferia roții este

$$V(a) = \frac{\omega \cdot B \cdot a^2}{2}$$

Curentul prin circuitul electric este

$$i = \frac{V(a)}{R} = \frac{\omega \cdot B \cdot a^2}{2R}$$

Puterea electrică disipată în rezistență este

$$P = i^2 R = \frac{\omega^2 \cdot B^2 \cdot a^4}{4R}$$

Energia cinetică de rotație a discului este

$$W_{cinetic} = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$$

Puterea mecanică datorată greutateii – care este forța activă în sistem este

$$P_{mech} = mgv = mga\omega$$

Bilanțul de putere pentru sistem este

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{J \cdot \omega^2}{2} \right) = m \cdot g \cdot a \cdot \omega - \frac{\omega^2 \cdot B^2 \cdot a^4}{4R}$$

Corespunzător,

$$J \cdot \varepsilon = m \cdot g \cdot a - \frac{\omega \cdot B^2 \cdot a^4}{4R}$$

Mișcarea discului este o rotație accelerată. Pe măsura creșterii vitezei sale unghiulare, accelerația unghiulară scade. La staționaritate, accelerația unghiulară ε se anulează și viteza unghiulară rămâne constantă la valoarea

$$\omega_{stationar} = \frac{4R \cdot m \cdot g}{B^2 \cdot a^3}$$

Ecuția de mișcare se poate rezolva (eventual) astfel

Omogena ecuației este

$$\varepsilon = -\frac{\omega \cdot B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J}$$

$$\frac{d\omega}{\omega} = -\frac{B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J} dt$$

cu soluția

$$\varepsilon = -\frac{\omega \cdot B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J}$$

$$\ln \omega \cdot const = -\frac{B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J} t$$

$$\omega = \text{const} \cdot e^{-\frac{B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J} t}$$

O soluție particulară a neomogenei este $\omega_{stationar}$.

Soluția generală a neomogenei este

$$\omega = \text{const} \cdot e^{-\frac{B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J} t} + \omega_{stationar}$$

La momentul inițial discul nu se învârtă astfel că

$$\omega(0) = \text{const} + \omega_{stationar} = 0$$

$$\text{const} = -\omega_{stationar}$$

și deci

$$\omega = \omega_{stationar} \left(1 - e^{-\frac{B^2 \cdot a^4}{4R \cdot J} t} \right)$$

Viteza unghiulară crește monoton către valoarea staționară

c. Energia totală din sistem este energia potențială din condensator și arc și energia cinetică de rotație a discului și se conservă

$$\frac{Cu^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + \frac{\gamma\alpha^2}{2} = \text{constant}$$

Tensiunea pe condensator este

$$u = \frac{\omega Ba^2}{2}$$

și relația de sus se scrie

$$\frac{C\omega^2 B^2 a^4}{8} + \frac{J\omega^2}{2} + \frac{\gamma\alpha^2}{2} = \text{constant}$$

sau prin derivare

$$\frac{C\omega B^2 a^4}{4} \varepsilon + J\omega\varepsilon + \gamma\alpha\omega = 0$$

$$\frac{CB^2 a^4}{4} \varepsilon + J\varepsilon + \gamma\alpha = 0$$

Cu notația

$$\Omega^2 = \frac{\gamma}{J + \frac{CB^2 a^4}{4}}$$

Ecuția de mișcare devine

$$\varepsilon + \Omega^2 \alpha = 0$$

Aceasta este o ecuație de oscilator cu pulsația Ω , cu soluția care descrie valoarea unghiului în timp

$$\alpha(t) = \alpha_0 \sin(\Omega t + \varphi)$$

și cu viteza unghiulară

$$\omega(t) = \alpha_0 \Omega \cos(\Omega t + \varphi)$$

La momentul inițial discul este în poziția de echilibru inițială,

$$\alpha(0) = 0$$

Putem considera că în momentul inițial sarcina curge rapid, într-un timp τ foarte scurt în care discul nu se rotește semnificativ. Dacă intensitatea curentului care trece prin circuit la această descărcare este $i(t)$,

$$\int_0^{\tau} i dt = Q$$

Instantaneu, valoarea momentului forței electromagnetice care acționează asupra roții este

$$\int_0^a B i x dx = B i \frac{a^2}{2} = M$$

Existența acestui moment produce o variație a momentului cinetic L al roții $dL = M dt$ și după trecerea curentului de descărcare a condensatorului roata va avea o viteză unghiulară ω_0 și un moment cinetic $J\omega_0$

$$J\omega_0 = \int_0^{\tau} B i \frac{a^2}{2} dt = B \frac{a^2}{2} Q$$

Viteza unghiulară inițială a roții va fi deci

$$\omega_0 = B \frac{a^2}{2J} Q$$

Înlocuind valorile inițiale în expresiile generale ale unghiului și vitezei unghiulare rezultă

$$\begin{cases} 0 = \alpha_0 \sin \varphi \\ \omega(0) = \frac{Ba^2 Q}{2J} = \alpha_0 \Omega \cos \varphi \end{cases}$$

de unde

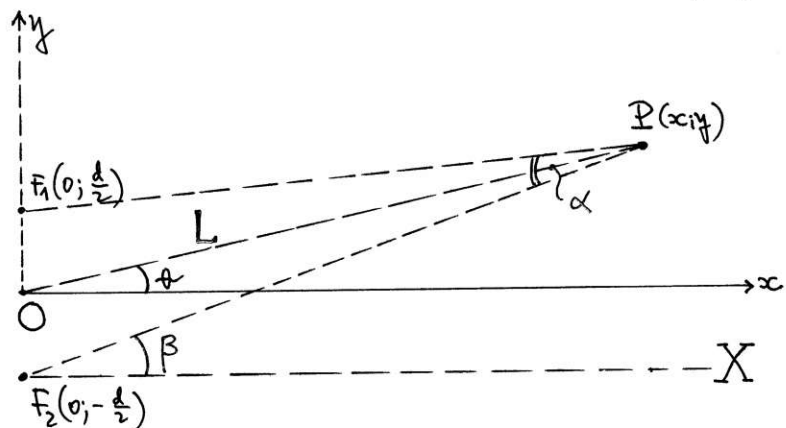
$$\varphi = 0$$

$$\alpha_0 = \frac{Ba^2 Q}{2J\Omega}$$

PROBLEMA III – OPTICĂ, INTERFERENȚA YOUNG

(50 puncte)

Se consideră situația fizică din figură în care $F_1(0; +d/2)$ și $F_2(0; -d/2)$ sunt două fante Young identice într-un paravan opac (nereprezentat în figura alăturată), iluminate din stânga de la o sursă luminoasă punctiformă, monocromatică, așezată pe axa Ox (axa



38 Probleme, concursuri, olimpiade

perpendiculară pe segmentul F_1F_2 , punctul O fiind la mijlocul acestui segment), iar $P(x; y)$ este un punct din planul xOy în care ne interesează rezultatul interferenței undelor ce sosesc de la cele două fante, propagându-se în vid.

a). Să se găsească ecuația locului geometric al punctelor $P(x; y)$ pentru care diferența de drum (optic) are o valoare bine determinată, egală cu Δ ;

b). Să se reprezinte grafic, calitativ, dependența $y' = f(x')$ în intervalul $0 \leq x' \leq 1$, (cu un pas $\Delta x' = 0,2$), pentru $\Delta' = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9$ și $0,98$ știind că $x' = x/d$, $y' = y/d$, $\Delta' = \Delta/d$;

c). Se notează cu L distanța OP și cu θ unghiul dintre direcția OP și axa Ox . Să se obțină o relație exactă pentru cantitatea “ $d \sin \theta$ ” în funcție de mărimile Δ , d și L ;

d). Utilizând o dezvoltare în serie de forma $\sqrt{1+a} = 1 + \frac{a}{2} - \frac{a^2}{8} + \dots$ (valabilă pentru $a \ll 1$) să se obțină o expresie aproximativă pentru cantitatea “ $d \sin \theta$ ” și să se precizeze când poate fi considerată corectă afirmația “diferența de drum (optic) este egală cu $d \sin \theta$ ”;

e). Dacă notăm cu α unghiul F_1PF_2 și cu β unghiul PF_2X , să se exprime diferența de drum Δ în funcție de mărimile α , β și d .

Observații:

Valorile numerice calculate de elevi și utilizate apoi pentru realizarea reprezentărilor grafice solicitate la punctul b) vor fi prezentate mai întâi sub formă de tabel;

1. Pentru realizarea graficelor solicitate la punctul b) elevilor li se pune la dispoziție o coală de hârtie milimetrică.

Prof. univ. dr. Florea Uliu
UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
FACULTATEA DE FIZICĂ

REZOLVARE

a. Cu ajutorul expresiilor analitice ale distanțelor $|F_1P| = [x^2 + (y - \frac{d}{2})^2]^{1/2}$ și

$|F_2P| = [x^2 + (y + \frac{d}{2})^2]^{1/2}$ obținem imediat ecuația unor hiperbole de forma

$$\frac{y^2}{(\frac{\Delta}{2})^2} - \frac{x^2}{(\frac{1}{2}\sqrt{d^2 - \Delta^2})^2} = 1$$

ale căror caracteristici sunt determinate de diferența de

drum Δ și de distanța dintre fante d .

b. În noile variabile (adimensionale), cu explicitarea lui y' avem dependența funcțională

$$y' = \pm \Delta' \left[\frac{1}{4} + \frac{x'^2}{1 - \Delta'^2} \right]^{1/2}. \text{ Intocmim (pentru valori } y' > 0 \text{) tabelul 1,}$$

TABELUL 1

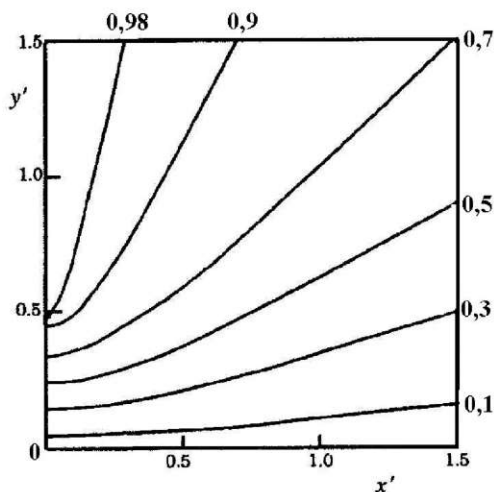
	x'	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
$\Delta' = 0,1$	y'	0,050	0,054	0,064	0,078	0,095	0,112
$\Delta' = 0,3$	y'	0,150	0,163	0,196	0,241	0,293	0,348

$\Delta' = 0,5$	y'	0,250	0,275	0,340	0,427	0,525	0,629
$\Delta' = 0,7$	y'	0,350	0,401	0,526	0,684	0,859	1,041
$\Delta' = 0,9$	y'	0,450	0,611	0,941	1,318	1,712	2,113
$\Delta' = 0,98$	y'	0,490	1,100	2,030	2,995	3,970	4,949

cu ajutorul căruia realizăm graficele din figura 1.

Fig.1

Se remarcă o creștere din ce în ce mai rapidă a lui y' funcție de x' pe măsură ce Δ' crește.



c. Cu $x = L \cos \theta$ și $y = L \sin \theta$, din ecuația dedusă la punctul a) găsim imediat relația exactă

$$d \sin \theta = \Delta \left[1 + \frac{d^2 - \Delta^2}{4L^2} \right]^{1/2}$$

d. Cu ajutorul dezvoltării în serie (indicate în enunț) putem scrie

$$d \sin \theta = \Delta \left[1 + \frac{d^2 - \Delta^2}{8L^2} - \frac{(d^2 - \Delta^2)^2}{128L^4} + \dots \right]$$

Aproximația $\Delta = d \sin \theta$ este corectă

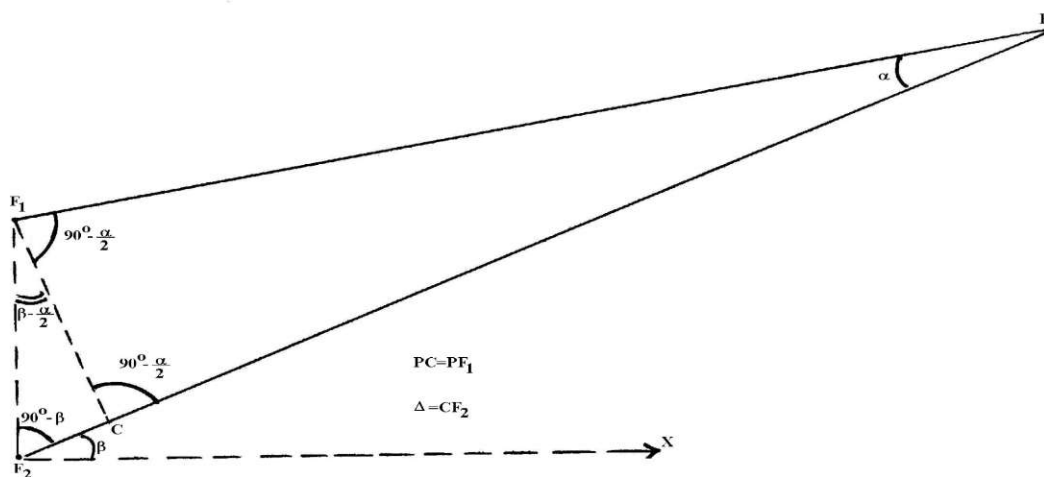
dacă al doilea termen din interiorul parantezei drepte este mult mai mic decât unitatea,

adică pentru $L \gg \left(\frac{d^2 - \Delta^2}{8} \right)^{1/2} \equiv L_c$ (o distanță caracteristică). Notăm raportul L_c / d cu

L_c' și obținem datele din tabelul 2.

TABELUL 2

Δ'	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,98
L_c'	0,352	0,322	0,306	0,252	0,154	0,070



40 Probleme, concursuri, olimpiade

Așadar afirmația la care se referă punctul d) este corectă atunci când raportul $L' = L/d$ este mult mai mare decât L_c' (dependent de Δ').

e. Se pot stabili ușor valorile unghiurilor reprezentate în figura 2.

Cu ajutorul teoremei sinusurilor în triunghiul F_1F_2C obținem expresiile

$$\Delta = d \frac{\sin(\beta - \frac{\alpha}{2})}{\sin(90^\circ + \frac{\alpha}{2})} \text{ sau } \Delta = \frac{\sin(\beta - \frac{\alpha}{2})}{\cos \frac{\alpha}{2}} = d[\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}]. \text{ Formula este remarcabilă}$$

deoarece nu conține dependența de distanța L .

PROBA DE LABORATOR PROBLEMA DE MECANICĂ, CORPURI ASCUNSE

În interiorul uneia dintre cele două “cutii negre” cubice identice, A și B, pe care le aveți în față, se află un cilindru metalic masiv, iar în cealaltă cutie se află un con masiv. Masele celor două piese interioare, omogene, confecționate din același metal, sunt identice ($m = 280$ g). Cele două corpuri interioare sunt fixate în așa fel încât axele lor de simetrie longitudinală coincid cu axele care unesc centrele a două fețe laterale opuse ale fiecărei cutii cubice și în așa fel încât centrele lor de masă coincid cu centrele de masă ale cutiilor cubice.

a) *Să se identifice* fețele laterale opuse ale fiecărei cutii, prin ale căror centre trec axele de simetrie longitudinală ale pieselor fixate în interiorul fiecărei cutii.

b) *Să se identifice* cutia în interiorul căreia se află cilindrul și cutia în interiorul căreia se află conul.

c) *Să se determine* dimensiunile geometrice ale celor două corpuri din interiorul celor două cutii cubice.

Materiale aflate la dispoziție: suport metalic; cronometru manual; riglă; fir inextensibil foarte ușor și rezistent; flanșe metalice; șuruburi; cheie pentru șuruburi.

Se cunosc:

- momentul de inerție al unui cilindru omogen, masiv, față de axa sa longitudinală de simetrie, $I_{0,cilindru} = \frac{1}{2} m R_{cilindru}^2$;

- momentul de inerție al unui cilindru masiv, omogen, față de o axă care trece prin centrul său de masă și este perpendiculară pe axul său de simetrie longitudinală,

$$I_{cilindru} = \frac{1}{12} m \cdot (3R_{cilindru}^2 + h_{cilindru}^2)$$

- momentul de inerție al unui con omogen, masiv, față de axa sa longitudinală de simetrie, $I_{0,con} = \frac{3}{10} m R_{con}^2$

- momentul de inerție al unui con masiv, omogen, față de o axă care trece prin centrul său de masă și este perpendiculară pe axul său de simetrie longitudinală,

$$I_{con} = \frac{3}{20} m \left(R_{con}^2 + \frac{1}{4} h_{con}^2 \right).$$

Se dau:

- momentul de inerție al fiecărei cutii cubice, împreună cu cele două flanșe metalice identice, atașate pe două fețe laterale opuse ale cutiei, în raport cu axul care unește centrele celor două fețe laterale, $I_{cutie} =$
- masa pereților fiecărei cutii cubice împreună cu cele două flanșe atașate $m_0 =$
- diametrul axului pe care este înfășurat firul d
- accelerația gravitațională la Călimănești, $g = 9,8\text{m/s}^2$

Se știe că: $R_{cilindru} < \sqrt{\frac{3}{5}}R_{con}$

IMPORTANT ! Manevrați cu grijă cuburile. Spargerea unui cub atrage descalificarea

Prof. dr. Mihail Sandu
FACULTATEA DE ȘTIINTE
UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" – SIBIU

PROBLEMA DE OPTICĂ LENTILE, OGLINZI ȘI LICHIDE TRANSPARENTE

Materiale la dispoziție:

- lentilă convergentă cu distanța focală necunoscută;
- oglindă plană;
- suport cu accesorii;
- creion pentru tâmplărie;
- vas cu apă (vasul A);
- vas cu un lichid transparent necunoscut (vasul B);
- tăviță de plastic;
- riglă gradată.

Să se determine:

- distanța focală a lentilei (f);
- indicele de refracție al materialului lentilei (n), dacă indicele de refracție al apei este $n_0 = 4/3$
- indicele de refracție al lichidului necunoscut (n_x).

Atenție ! Lichidul necunoscut nu trebuie gustat!

Se știe că $\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \frac{1}{R}$

Prof. dr. Mihail Sandu
FACULTATEA DE ȘTIINTE
UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" – SIBIU

OLIMPIADA INTERNAȚIONALĂ DE FIZICĂ, ediția a XXXVI-a Salamanca, Spania, 3-12 iulie 2005

În prima jumătate a lunii iulie 2005, în orașul Salamanca (Spania), situat la 200 km de Madrid, a avut loc Olimpiadă Internațională de Fizică, ediția a XXXVI-a. Acest oraș nu a fost ales întâmplător – aici se află una din cele mai vechi universități din Europa, fondată în anul 1218. La Olimpiadă au participat 352 de elevi din 73 de țări. Echipa R. Moldova care a participat la cea de a XXXVI-a Olimpiadă Internațională de Fizică a avut următoarea componență:



În imagine (de la stînga la dreapta): Voloșciuc Alexandru, Plamadeala Eugeniu, Vanovschi Vladimir, Abetchin Veaceslav și conf. univ. dr. Igor Evtodiev, conducătorul echipei (USM).

1. Plamadeala Eugeniu, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Medalie de bronz
2. Pușcașu Onoriu, clasa a XII-a, Liceul Teoretic "Prometeu", Chișinău - Certificat de participare
3. Vanovschi Vladimir, clasa a XI-a, Liceul "N. M. Spătarul", Chișinău - Medalie de bronz
4. Abetchin Veaceslav, clasa a XI-a, Liceul Moldo-Turc, Chișinău - Mențiune
5. Voloșciuc Alexandru, clasa a XII-a, Liceul "D. Cantemir", Chișinău - Medalie de bronz

Conducătorul echipei – conf. univ. dr. Igor Evtodiev, USM

Consultant - Victor Păgănu, Ministerul Educației, Tineretului și Sportului al R. Moldova

Proba de concurs se compune din proba teoretică alcătuită din trei probleme și proba experimentală. Reproducem mai jos textele problemelor propuse la Olimpiadă, traduse în limba română.

PROBA TEORETICĂ

Problema 1. UN SATELIT CU SOARTĂ TRAGICĂ

Cele mai frecvente manevre executate pe orbite de navele spațiale constau în variații ale vitezei pe direcția de zbor - și anume accelerări pentru a atinge orbite mai înalte sau frânări

pentru inițierea reintrării în atmosferă. În această problemă vei studia cum se modifică orbita atunci când acțiunea de împingere a motorului-rachetă este aplicată pe direcție radială.

Pentru calculul valorilor numerice, vei folosi următoarele date: raza Pământului $R_T = 6.37 \cdot 10^6$ m, accelerația gravitațională la suprafața Pământului, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ și durata unei zile siderale $T_0 = 24.0$ h.

Consideră un satelit de comunicații geostaționară¹ având masa m care se mișcă în planul ecuatorial pe o orbită circulară de rază r_0 . Acest satelit are un „motor de apogeu” care, la funcționare normală, trebuie să asigure acțiunea tangențială a jetului necesară atingerii orbitei finale.

Punctajele sunt indicate în paranteze pentru fiecare întrebare.

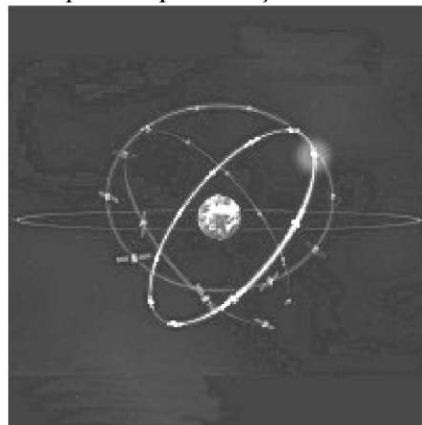


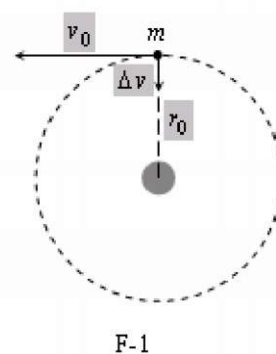
Image: ESA

Întrebarea 1-a

- 1.1 (0,3) Calculează valoarea numerică a razei r_0 .
- 1.2 (0,3+0,1) Determină expresia analitică a vitezei v_0 a satelitului în funcție de g , R_T și r_0 și calculează valoarea sa numerică.
- 1.3 (0,4 +0,4) Determină expresiile momentului cinetic al satelitului L_0 și a energiei sale mecanice totale E_0 în funcție de v_0 , m , g și R_T .

După ce satelitul geostaționară¹ a fost plasat în locația dorită, aflându-se pe orbita geostaționară circulară (vezi figura F-1) gata de lucru, o eroare a controlorilor de la sol produce reaprinderea „motorului de apogeu”. Acțiunea jetului motorului este direcționată spre Pământ și, deși echipa de controlori de zbor de pe Pământ oprește imediat motorul, o variație nedorită a vitezei, Δv , este imprimată satelitului. Acest șoc mecanic poate fi caracterizat cu parametrul $\beta = \Delta v / v_0$.

Timpul de funcționare accidentală al motorului rachetă este foarte mic față de toți ceilalți timpi care caracterizează mișcarea pe orbită, astfel încât acest timp este neglijabil.



F-1

Întrebarea 2-a

Presupune că $\beta < 1$.

- 2.1 (0,4 +0,5) Determină mărimile caracteristice noii orbite², *semi-latus-rectum* l (parametrul orbitei) și *excentricitatea* ε , în funcție de r_0 și β .
- 2.2 (1,0) Calculează unghiul α dintre axa mare a noii orbite și vectorul de poziție al satelitului în momentul aprinderii accidentale a motorului.
- 2.3 (1,0 +0,2) Determină expresia analitică a perigeului r_{min} și a apogeeului r_{max} , distanțe măsurate față de centrul Pământului ca funcții de r_0 și β și calculează valorile numerice corespunzătoare pentru $\beta = 1/4$.

¹ Perioada de revoluție este T_0 .

² Vezi „sugestia”.

44 Probleme, concursuri, olimpiade

2.4 (0,5 +0,2) Determină perioada noii orbite T , în funcție de T_0 și β și calculează valoarea sa numerică pentru $\beta = 1/4$.

Întrebarea a 3-a

3.1 (0,5) Calculează valoarea minimă a parametrului β_{esc} , necesară satelitelui pentru a scăpa din atracția Pământului.

3.2 (1,0) Determină în acest caz distanța minimă r'_{min} , a satelitelui aflat pe noua sa traiectorie față de centrul Pământului, ca funcție de r_0 .

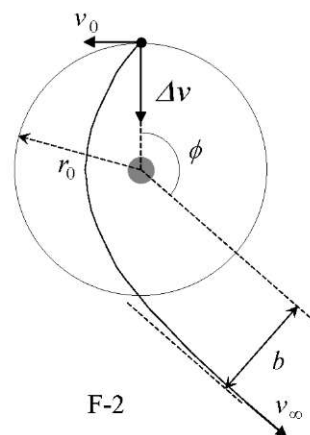
Întrebarea a 4-a

Presupune că $\beta > \beta_{esc}$.

4.1 (1,0) Determină viteza satelitelui la infinit v_∞ , în funcție de v_0 și β .

4.2 (1,0) Obține expresia pentru “parametrul de șoc” b pentru direcția de evadare asimptotică, în funcție de r_0 și β (vezi figura F-2).

4.3 (1,0 +0,2) Determină unghiul ϕ al direcției asimptotei de evadare ca funcție de β . Calculează valoarea sa numerică pentru $\beta = \frac{3}{2} \beta_{esc}$.



SUGESTIE

Sub acțiunea forțelor centrale în concordanță cu legea inverselor pătratelor, corpurile descriu traiectorii eliptice, parabolice sau hiperbolice. În aproximația $m \ll M$ masa gravitațională M se află în unul din focare. Plasând originea coordonatelor în acest focar, ecuația generală a acestor curbe poate fi scrisă în coordonate polare astfel (vezi figura F-3)

$$r(\theta) = \frac{l}{1 - \varepsilon \cos \theta}$$

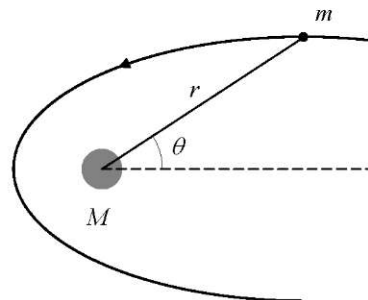
unde l este o constantă pozitivă numită *semi-latus-rectum* (parametrul orbitei) și ε *excentricitatea* curbei. În funcție de constantele mișcării:

$$l = \frac{L^2}{GMm^2} \quad \text{și} \quad \varepsilon = \left(1 + \frac{2EL^2}{G^2M^2m^3} \right)^{1/2}$$

unde G este constanta lui Newton a atracției universale, L este valoarea absolută a momentului cinetic al corpului care se mișcă pe orbită, în raport cu originea și E este energia sa mecanică totală, cu energia potențială nulă la infinit.

Poți întâlni următoarele cazuri:

- i) Dacă $0 \leq \varepsilon < 1$, atunci curba este o elipsă (cerc pentru $\varepsilon = 0$).
- ii) Dacă $\varepsilon = 1$, atunci curba este o parabolă.
- iii) Dacă $\varepsilon > 1$, atunci curba este o hiperbolă.



F-3

Problema 2. MĂSURAREA ABSOLUTĂ A MĂRIMILOR ELECTRICE

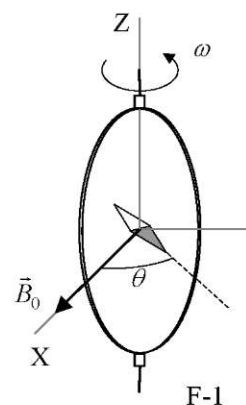
Transformările din știință și tehnologie care s-au petrecut în secolul al XIX – lea au făcut să apară necesitatea stringentă a definerii unor mărimi electrice conforme unor standarde universal acceptate. Se considera că noile mărimi absolute ar trebui să fie exprimate numai în funcție de etaloanele pentru unitățile de masă, lungime și timp așa cum acestea au fost stabilite după revoluția franceză. Între anii 1861 și 1912 s-au desfășurat lucrări experimentale intense care au stabilit valorile unităților electrice. Problema propune trei studii de caz. Punctajele sunt indicate în paranteze la începutul fiecărei întrebări.

Determinarea valorii etalanului ohm (Kelvin)

O bobină îngustă, circulară, cu N spire, cu rază a și rezistență totală R , electric închisă, este rotită uniform cu viteza unghiulară ω în jurul unui diametru vertical într-un câmp magnetic orizontal cu inducția $\vec{B}_0 = B_0 \vec{i}$.

1. (0.5+1.0) Calculează tensiunea electromotoare ε indusă în bobină și, de asemenea, puterea medie³ $\langle P \rangle$ necesară pentru menținerea spirei în mișcare. Se neglijează inductanța proprie a bobinei.

Un ac magnetic mic este plasat în centrul bobinei ca în figura F-1. Acul magnetic este liber să se rotească în plan orizontal în jurul axei Z. Mișcarea sa este însă lentă, astfel că el nu poate urmări rotația rapidă a bobinei.



2. (2,0) Atunci când regimul său staționar este stabilit, acul magnetic va fi orientat astfel încât să facă un unghi mic θ , cu \vec{B}_0 . Calculează rezistența electrică R a bobinei în funcție de acest unghi și mărimile caracteristice sistemului.

Lordul Kelvin a folosit această metodă în anul 1860 ca să stabilească etalonul pentru ohm. Pentru a evita rotirea bobinei, Lorentz a pus la punct o metodă folosită de Lordul Rayleigh și Ms. Sidgwick, pe care o vei analiza în paragraful care urmează.

Determinarea valorii etalanului ohm (Rayleigh, Sidgwick)

Montajul experimental este acela prezentat în figura F-2. El constă în două discuri metalice identice D și D' de rază b montate pe axul conductor SS' . Un motor rotește

³ Valoarea medie $\langle X \rangle$ a cantității $X(t)$ într-un proces periodic cu perioada T este

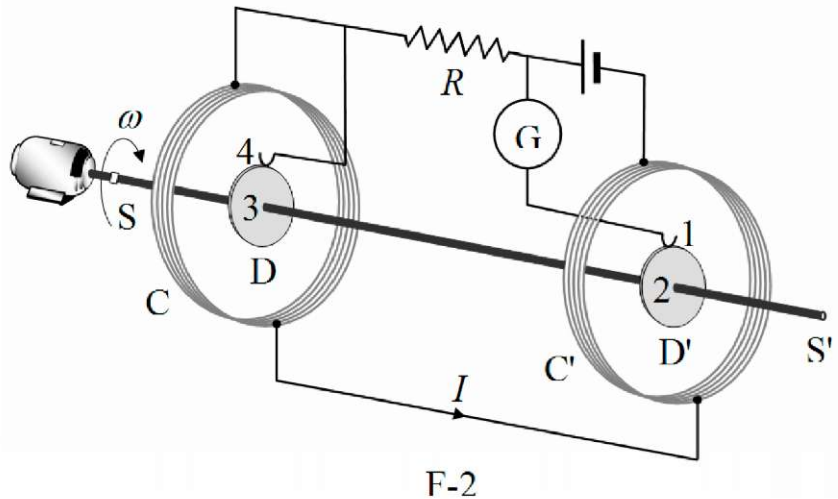
$$\langle X \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T X(t) dt$$

Ai putea avea nevoie de una sau mai multe dintre integralele :

$$\int_0^{2\pi} \sin x dx = \int_0^{2\pi} \cos x dx = \int_0^{2\pi} \sin x \cos x dx = 0, \quad \int_0^{2\pi} \sin^2 x dx = \int_0^{2\pi} \cos^2 x dx = \pi, \quad \text{and later}$$

$$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1}$$

ansamblul cu viteza unghiulară ω (nenulă) care poate fi modificată pentru determinarea valorii rezistenței electrice R . Două bobine identice C și C' (având fiecare raza a și numărul de spire N) înconjoară discurile. Ele sunt conectate astfel încât curentul electric circule prin ele în sensuri opuse. Întregul aparat este folosit pentru determinarea rezistenței electrice R .



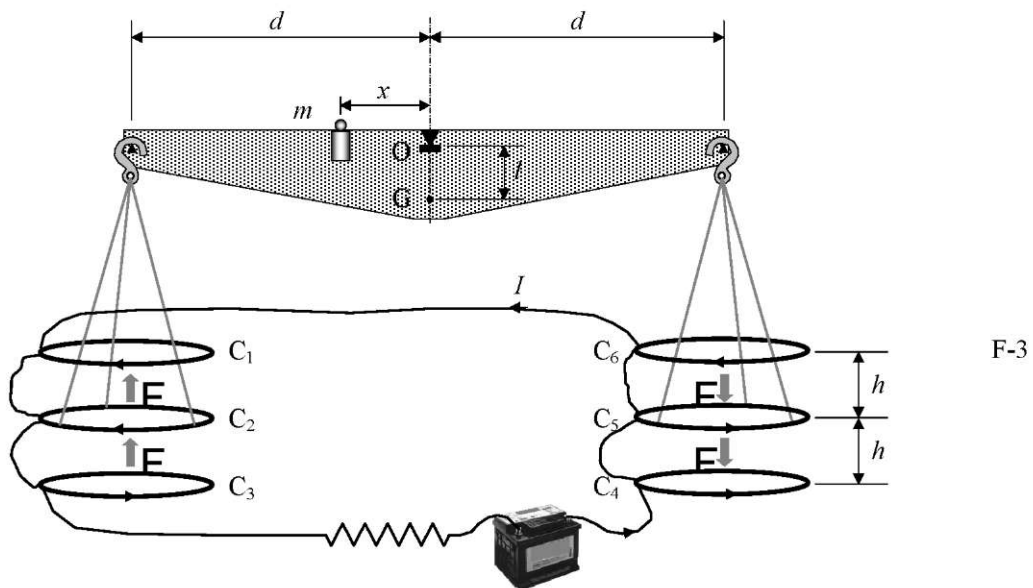
3. (2.0) Presupunem că intensitatea I a curentului electric care circule prin bobinele C și C' creează în zona discurilor D și D' un câmp magnetic uniform cu inducția B , având valoarea egală cu aceea din centrul bobinei. Fiecare disc este conectat în circuit prin ax și prin contactele perie 1 sau 4 care alunecă pe circumferința sa.

Determină¹ tensiunea electromotoare indusă ε culesă între periile 1 și 4, presupunând că distanța dintre bobine este mult mai mare decât raza acestora și că $a \gg b$. Galvanometrul G măsoară intensitatea curentului care circule prin circuitul 1-2-3-4.

4. (0.5) Rezistența R este măsurată atunci când galvanometrul G indică zero. Determină rezistența electrică R în funcție de mărimile caracteristice ale sistemului.

Determinarea valorii etalon a amperului

Trecerea curentului electric prin doi conductori și măsurarea forței de interacțiune dintre aceștia permite determinarea absolută a intensității curentului. "Balanța de cureni" proiectată de Lord Kelvin în 1882 folosește această metodă. Aparatul constă din 6 bobine identice,



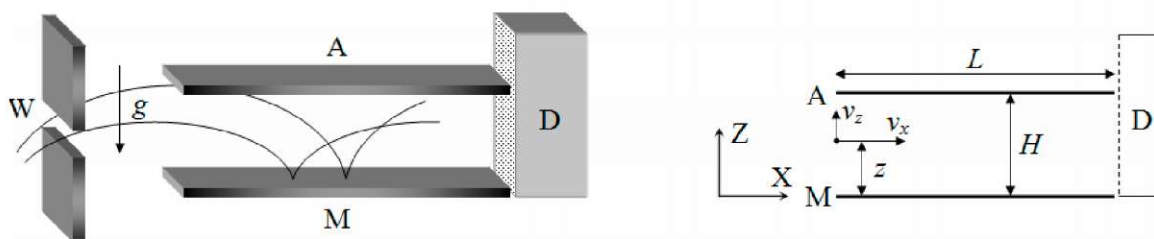
fiecare cu o singură spirală, $C_1 \dots C_6$ de rază a conectate în serie. Așa cum se poate observa în figura F-3 bobinele fixe C_1, C_3, C_4 , și C_6 sunt plasate în două plane orizontale situate la distanța foarte mică, $2h$. Bobinele C_2 și C_5 sunt suspendate de brațele cu lungimea d ale unei balanțe în echilibru, la distanțe egale de planele orizontale ale bobinelor fixe.

Curentul I trece prin bobine în așa fel încât forța magnetică ce acționează asupra bobinei C_2 este orientată în sus, în timp ce forța care acționează asupra bobinei C_5 este orientată în jos. Este necesară plasarea la distanța x de punctul de sprijin O al balanței a unei mase m pentru a restabili echilibrul balanței la trecerea curentului prin circuit.

5. (1.0) Determină forța F care acționează asupra bobinei C_2 datorită interacțiunii magnetice cu bobina C_1 . Pentru simplitate consideră că forța pe unitatea de lungime are aceeași expresie cu forța de interacțiune dintre două conductoare lineare paralele foarte lungi prin care trec curenți.
 6. (1.0) Intensitatea I a curentului este măsurată atunci când balanța este în echilibru. Determină expresia analitică pentru intensitatea I a curentului în funcție de caracteristicile fizice ale sistemului. Dimensiunile aparatului sunt astfel încât poți neglija respectiv interacțiunile magnetice reciproce dintre bobinele din brațul stâng și drept.
- Fie M masa părții mobile a balanței (fără m). G este centrul de masă al părții mobile a balanței și l lungimea segmentului \overline{OG} .
7. (2.0) Echilibrul balanței este stabil la deviații care produc o mică deplasare δz pe verticală a bobinei C_2 și respectiv o mică deplasare pe verticală $-\delta z$ a bobinei C_5 . Determină⁴ valoarea maximă a deplasării δz_{\max} pentru care balanța mai revine în poziția de echilibru dacă este lăsată liberă.

Problema 3. NEUTRONI ÎN CÂMP GRAVITAȚIONAL

În lumea familiară a fizicii clasice, ciocnirea cu suprafața orizontală a Pământului a unei bile elastice care sare, este un exemplu ideal de mișcare perpetuă. Bila se află într-o capcană; ea nu poate coborî sub suprafața orizontală a solului și nici nu poate urca deasupra punctului superior de întoarcere. Bila rămâne legată în această stare pentru totdeauna, căzând și sărind din nou, fără încetare. Numai rezistența aerului sau ciocnirile inelastice pot stopa procesul; în cele ce urmează, aceste fenomene vor fi neglijate.



F-1

U

Un grup de fizicieni de la institutul Laue-Langevin din Grenoble au raportat în 2002 dovezi experimentale referitoare la comportamentul neutronilor în câmpul gravitațional al Pământului. În experimentul lor, neutronii dintr-un fascicul se mișcă spre dreapta și cad pe suprafața orizontală a unui cristal, care acționează ca o oglindă pentru neutroni, pe care îi „aruncă” elastic înapoi, iar și iar, până la înălțimea inițială.

⁴ Consideră că centrele bobinelor rămân aproximativ pe aceeași aliniată.

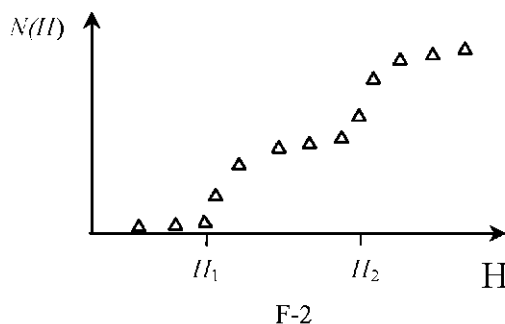
Folosește aproximarea $\frac{1}{1 \pm \beta} \approx 1 \mp \beta + \beta^2$ sau $\frac{1}{1 \pm \beta^2} \approx 1 \mp \beta^2$ pentru $\beta \ll 1$, și $\sin \theta \approx \text{tg} \theta$ pentru

valori mici ale lui θ .

Schița montajului experimental al experienței este prezentată în figura F-1. Montajul conține o deschidere W , oglinda pentru neutroni M (plasată la înălțimea $z = 0$), suprafața absorbantă de neutroni A (aflată la înălțimea $z = H$, având lungimea L) și detectorul de neutroni D . Fasciculul de neutroni „zboară” cu o viteză, a cărei componentă orizontală v_x este constantă, plecând de la deschiderea W spre detectorul D , prin cavitatea delimitată de suprafețele marcate cu A și M . Toți neutronii care ating suprafața A sunt absorbiți și dispar din punctul de vedere al experimentului descris. Aceia dintre neutronii care ating suprafața M sunt reflectați elastic. Detectorul D măsoară rata de transmisie $N(H)$, ce reprezintă numărul neutronilor care ating detectorul D în unitatea de timp.

Punctajele sunt indicate în paranteză la începutul fiecărei întrebări.

Neutronii care pătrund în cavitate au componenta verticală a vitezei v_z , distribuită într-un domeniu larg de valori pozitive sau negative. O dată pătrunși în cavitate, neutronii se mișcă între oglinda de dedesubt și suprafața absorbantă de deasupra.



1. (1,5) Calculează, în limitele mecanicii clasice, domeniul valorilor componenteii verticale a vitezelor $v_z(z)$ ale neutronilor care, intrând la înălțimea z pot ajunge la detectorul D . Presupune că L este mult mai mare decât oricare altă lungime din problemă.

2. (1,5) Calculează clasic lungimea minimă L_c a cavității pentru care toți neutronii din afara domeniului precedent de viteze, indiferent de z sunt absorbiți de suprafața absorbantă A . Folosește $v_x = 10 \text{ m s}^{-1}$ și $H = 50 \text{ }\mu\text{m}$.

Rata de transmisie a neutronilor $N(H)$ este măsurată de detectorul D . Ne așteptăm ca această rată să crească monoton cu H .

3. (2,5) Calculează rata clasică $N_c(H)$ presupunând că neutronii ajung în cavitate la înălțimea z având componenta verticală a vitezei v_z . Presupune că toate valorile componenteii verticale a vitezei v_z și z sunt egal probabile. Dă răspunsul în funcție de ρ , numărul constant de neutroni pe unitatea de timp, pe unitatea de componentă verticală a vitezei, pe unitatea de înălțime care intră în cavitate cu componenta verticală a vitezei v_z și la înălțimea z .

Rezultatele experimentale obținute de grupul de la Grenoble nu sunt conforme cu predicțiile clasice prezentate mai sus, arătând în schimb că valoarea ratei $N(H)$ manifestă creșteri clare când H ia câteva valori critice, H_1, H_2, \dots (În figura F-2 este prezentată o schiță a rezultatelor). Cu alte cuvinte experimentul evidențiază că mișcarea pe verticală a neutronilor care „sar” pe oglindă este cuantificată. Acceptând limbajul Bohr-Sommerfeld, folosit pentru obținerea nivelelor de energie ale atomului de hidrogen, cuantificarea de mai sus poate fi exprimată sub forma „Acțiunea S a neutronilor de-a lungul direcției verticale este un multiplu întreg al constantei h a lui Planck”. Aici S are expresia.

$$S = \int p_z(z) dz = nh, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (\text{Regula de cuantificare Bohr-Sommerfeld})$$

unde p_z este componenta verticală a impulsului clasic, iar integrala se referă la ciclul corespunzător unui salt. Numai neutronii care au astfel de valori pentru S sunt permisi în cavitate.

4. (2,5) Determină înălțimile de întoarcere H_n și nivelele energetice E_n (asociate mișcării verticale) utilizând condiția de cuantificare Bohr-Sommerfeld. Calculează valoarea numerică pentru H_1 în μm și valoarea numerică pentru E_1 în eV .

Distribuția inițial uniformă ρ a neutronilor la intrare se schimbă, în timpul zborului lor printr-o cavitate lungă, în distribuția „ în trepte” detectată de detectorul D (vezi figura F-2). De aici înainte vei considera pentru simplitate cazul cavității foarte lungi cu $H < H_2$. Clasic, toți neutronii cu energii în domeniul considerat la punctul 1 puteau evolua în cavitate, în timp ce în modelul cuantic doar neutronii cu energia E_1 sunt admiși. În conformitate cu relația de incertitudine timp - energie a lui Heisenberg această redistribuire necesită un timp de zbor minim. Incertitudinea energiei mișcării verticale va fi semnificativă dacă lungimea cavității este mică. Acest fenomen va determina creșterea lărgimii nivelelor energetice.

5. (2,0) Estimează timpul minim de zbor t_q și lungimea minimă a cavității L_q necesare pentru a observa prima creștere bruscă a numărului de neutroni înregistrați de detectorul D. Folosește $v_x = 10 \text{ m s}^{-1}$.

Se cunosc:

Constanta lui Planck	$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Viteza luminii în vid	$c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Sarcina elementară	$e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masa neutronului	$M = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Acelerația gravitațională pe Pământ	$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$
Daca este necesar , folosiți expresia: $\int (1-x)^{1/2} dx = -\frac{2(1-x)^{3/2}}{3}$	

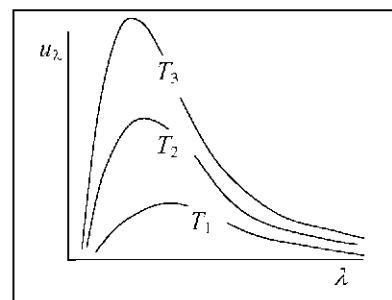
PROBA EXPERIMENTALĂ

Joi, 7 Iulie 2005

CONSTANTA LUI PLANCK ÎN LUMINA UNUI BEC CU INCANDESCENȚĂ

În 1900 Planck a introdus ipoteza că lumina este emisă de materie sub forma cuantelor de energie $h\nu$. În 1905 Einstein a extins această idee propunând că, odată emisă, cuanta de energie rămâne intactă ca o cuantă de lumină (care ulterior a primit numele de foton). Lumina obișnuită este alcătuită dintr-un număr enorm de fotoni pentru fiecare front de undă. Acești fotoni rămân ascunși în undă, așa cum un atom individual este ascuns în materia solidă, dar h - constanta lui Planck – le pune în evidență prezența.

Un corp nu numai că poate emite lumina; el poate de asemenea să absoarbă energia care vine din afară. Corp negru este numele dat unui corp care absoarbe orice radiație care cade asupra sa, indiferent de lungimea de



F-1

50 Probleme, concursuri, olimpiade

undă a acesteia. Corpul negru este totodată și un radiator complet. Referindu-ne la radiația electromagnetică, corpul negru absoarbe orice radiație, emite orice radiație și nu reflectă nimic. Corpurile reale nu sunt complet negre; raportul dintre densitatea energiei emise de un corp real și densitatea energiei emisă de un corp negru aflat la aceeași temperatură este numită emisivitate ε care depinde de regulă de lungimea de undă.

Planck a găsit că densitatea de putere radiată de un corp aflat la temperatura T sub formă de radiație electromagnetică având lungimea de undă λ poate fi scrisă sub forma

$$u_\lambda = \varepsilon \frac{c_1}{\lambda^5 (e^{c_2/\lambda T} - 1)} \quad (1)$$

unde c_1 și c_2 sunt constante. În problema experimentală îți se cere să determini experimental valoarea constantei c_2 .

Pentru emisia luminii cu lungimi de undă λ mici, poziționate în spectrul emisie reprezentat în figura F-1 departe în stânga maximului emisie, este posibilă neglijarea lui (-1) din numitorul expresiei relației (1). Corespunzător, relația se poate scrie sub forma

$$u_\lambda = \varepsilon \frac{c_1}{\lambda^5 e^{c_2/\lambda T}} \quad (2)$$

Elementele de bază ale problemei experimentale sunt prezentate în figura F-2.

- Emițătorul de lumină care este filamentul de wolfram (tungsten) al unui bec cu incandescență A care emite într-un spectru larg de lungimi de undă λ , a cărei luminozitate poate fi variată.
- Eprubeta B care conține un lichid filtrant care transmite numai o bandă îngustă din spectrul vizibil în jurul valorii λ_0 (vezi figura F-3). Mai multe informații asupra proprietăților filtrului vei găsi la pagina 5.
- În sfârșit, radiația transmisă cade pe un fotorezistor C (cunoscut de asemenea sub numele LDR, acronimul de la Light Dependent Resistor). Unele dintre proprietățile fotorezistorului vor fi descrise în pagina 6.

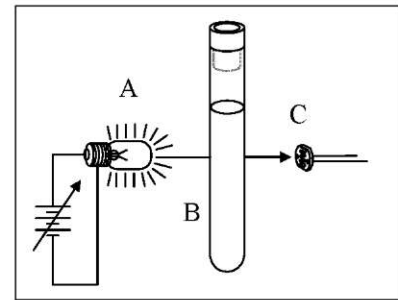
Rezistența electrică a fotorezistorului R depinde de iluminarea sa, E , care este proporțională cu densitatea de energie a emisieii filamentului adică

$$\left. \begin{array}{l} E \propto u_{\lambda_0} \\ R \propto E^{-\gamma} \end{array} \right\} \Rightarrow R \propto u_{\lambda_0}^{-\gamma}$$

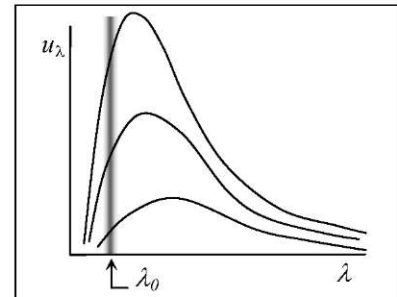
unde parametrul adimensional γ este o caracteristică a fotorezistorului pe care o vei determina experimental. Pentru montajul experimental prezentat poți obține o legătură între rezistența electrică a fotorezistorului R și temperatura filamentului T sub forma

$$R = c_3 e^{c_2 \gamma / \lambda_0 T} \quad (3)$$

pe care o vei folosi în pagina 6. În această relație c_3 este o constantă de proporționalitate necunoscută. Măsurând valorile rezistenței R ca funcție de temperatura filamentului T se poate obține valoarea constantei c_2 . Determinarea valorii acestei constante este obiectivul problemei experimentale.



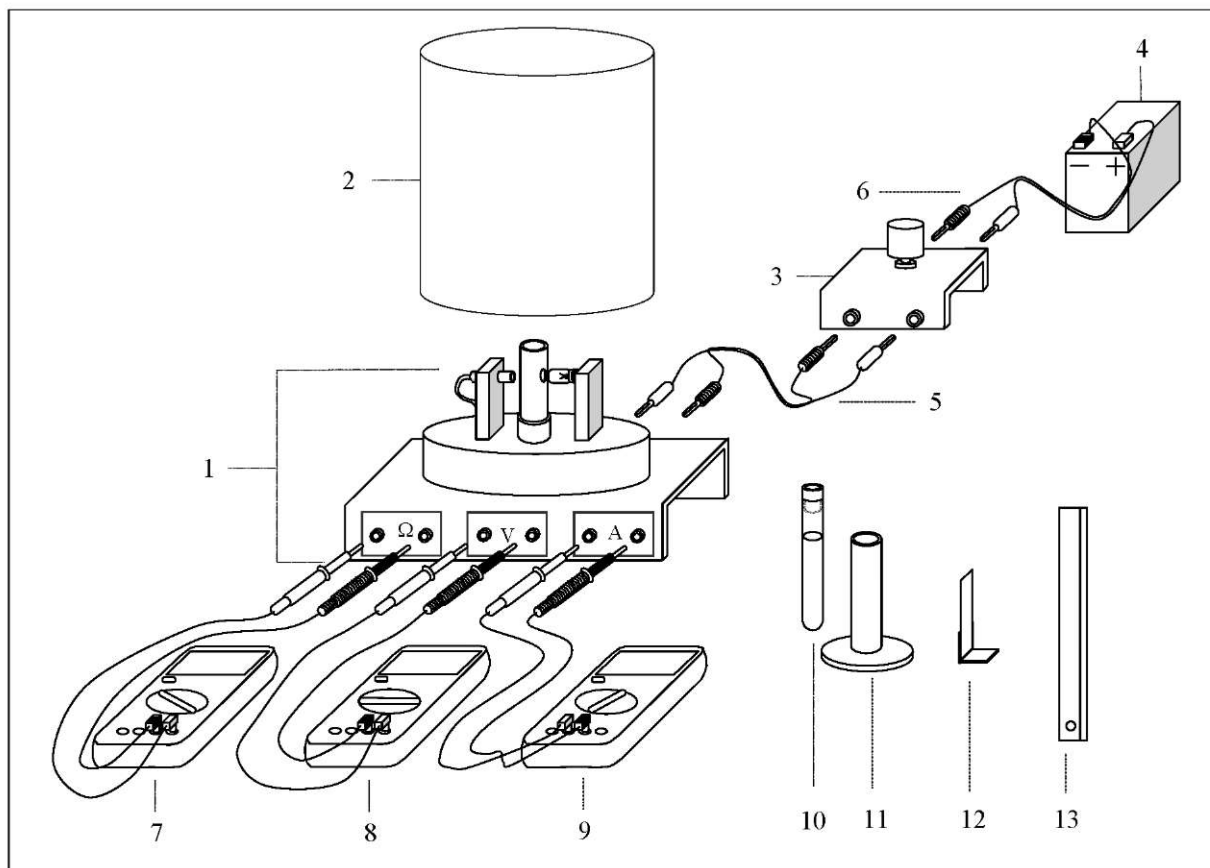
F-2



F-3

DESCRIEREA APARATULUI

Părțile componente ale aparatului sunt prezentate în figura F-4; figura include de asemenea câteva indicații referitoare la asamblarea acestor părți. Verifică **acum** că ai toate componentele dar abține-te să faci vreo manevră cu ele înainte de a citi în întregime instrucțiunile de manevrare din pagina care urmează.



F-4

ECHIPAMENT:

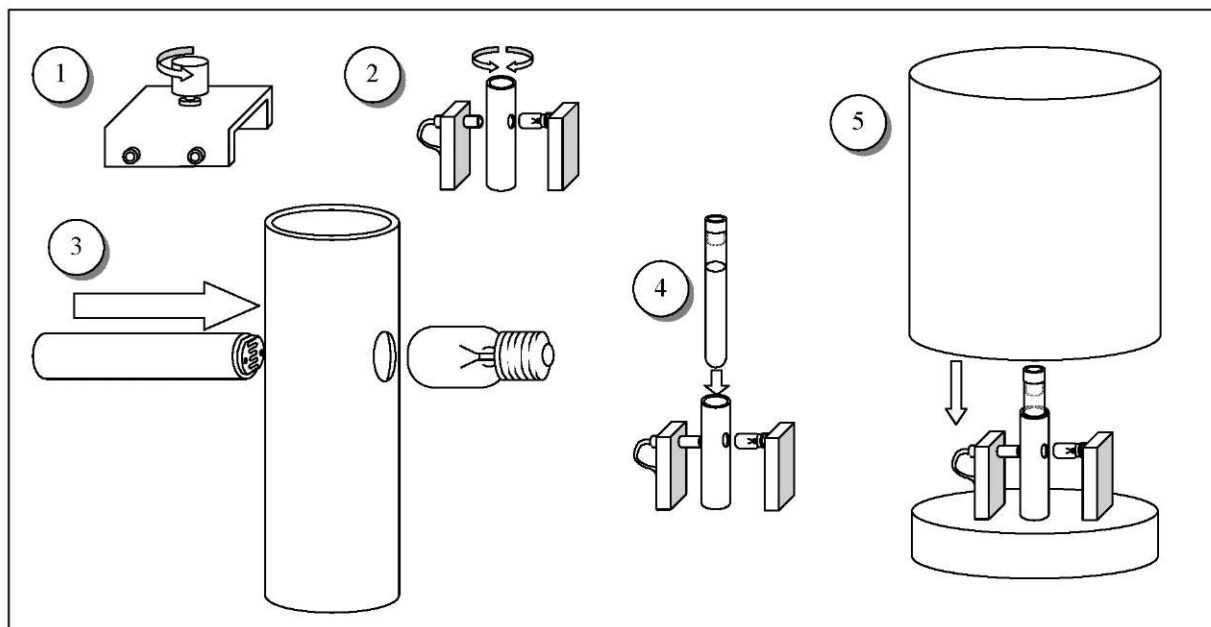
1. Suport. Pe fața sa superioară se află un disc care susține un suport pentru LDR, un suport pentru eprubetă și un suport pentru becul electric de 12V și 0,1A.
2. Capac de protecție
3. Potențiometru de 1 k Ω . Pentru a trece de la valoarea minimă la valoarea maximă a tensiunii furnizate, sunt necesare 10 rotații complete ale butonului său.
4. Baterie de 12V.
5. Fire roșii și negre cu banane la ambele capete pe care le vei folosi pentru a face conexiunile electrice între jacurile (bornele-mamă) ale suportului și potențiometru.
6. Fire roșii și negre cu banană la un capăt și papuc la celălalt capăt pentru legarea bateriei.
7. Multimetric folosit ca ohmmetric.
8. Multimetric folosit ca voltmetric.
9. Multimetric folosit ca ampermetric.
10. Eprubetă cu lichidul de filtrare a luminii.
11. Suport pentru eprubetă.
12. Filtru de lumină gri.
13. Riglă.

Vei găsi un scurt ghid de utilizare a multimetrului, împreună cu informații referitoare la metoda celor mai mici pătrate pe o pagină separată.

ASAMBLAREA DISPOZITIVULUI EXPERIMENTAL

Urmează instrucțiunile de mai jos:

- Realizează cu atenție așa cum sunt indicate în figura F-4, dar nu conecta firele notate cu 6 la potențiometrul.
- Privește cu atenție figura F-5 și execută succesiv pașii indicați mai jos:



F-5

1. Răsucește butonul potențiometrului în sens antiorar până la capătul cursei.
2. Rotește ușor suportul eprubetei până când una din găurile sale laterale se va afla în fața becului și cealaltă în fața suportului cilindric al LDR.
3. Deplasează cu grijă suportul cilindric al LDR așa cum îți indică săgeata din figura F-5, apropiind LDR de gaura laterală a suportului eprubetei până când suportul LDR atinge ușor gaura din peretele suportului eprubetei.
4. Introdu eprubeta în suportul său.
5. Pune capacul peste platformă pentru a proteja sistemul optic de lumina exterioară. Înainte de a începe măsurările pentru rezistența electrică a fotorezistorului LDR asigură-te că l-ai ținut cel puțin 10 minute în întuneric complet. Această precauție experimentală este necesară deoarece valoarea de întuneric a rezistenței electrice a LDR nu se atinge instantaneu.

SARCINA 1

Desenează pe Foaia de Răspunsuri 1 circuitul electric complet – în interiorul dreptunghiurilor și între acestea – pentru circuitul în stare de funcționare, complet conectat. Când desenezi, ia în considerare indicațiile din figura F-4 referitoare la conectare.

Măsurarea temperaturii filamentului

Rezistența electrică R_B a unui filament conductor poate fi scrisă

$$R_B = \rho \frac{l}{S} \quad (4)$$

unde ρ este rezistivitatea electrică a conductorului, l este lungimea sa iar S este aria secțiunii sale transversale.

Rezistența electrică depinde de temperatură din diferite motive dintre care:

- Rezistivitatea electrică a metalului crește cu temperatura. Pentru tungsten, pentru temperaturi din domeniul 300 K la 3655 K poate fi dată legătura empirică dintre rezistivitate și temperatura absolută măsurate în S.I. sub forma:

$$T = 3.05 \cdot 10^8 \rho^{0.83} \quad (5)$$

- Dilatarea termică responsabilă de modificarea lungimii și secțiunii filamentului. În acest experiment, totuși, efectul dilatării asupra rezistenței electrice a filamentului va fi neglijabil de mic.

Neglijând dilatările, din relațiile (4) și (5) vei obține

$$T = a R_B^{0.83} \quad (6)$$

- Prin urmare ca să obții T este necesar să determini valoarea lui a . Această cerință se poate realiza prin măsurarea rezistenței electrice a filamentului $R_{B,0}$, la temperatura mediului ambiant T_0 .

SARCINA A 2-A

a) Măsoară cu ajutorul multimetrului temperatura mediului ambiant T_0 .

b) Nu este o idee bună să folosești ohmmetrul pentru măsurarea rezistenței filamentului $R_{B,0}$ la temperatura mediului ambiant T_0 deoarece ohmmetrul introduce un mic curent electric necunoscut ceea ce produce creșterea temperaturii filamentului. Metoda recomandată pentru determinarea rezistenței filamentului $R_{B,0}$ la temperatura mediului ambiant T_0 este de a conecta bateria la potențiomtru și de a efectua un număr suficient de mare de citiri ale intensității curentului electric, pentru tensiuni cuprinse între valoarea minimă realizabilă până la 1V. (Se va dovedi util să faci cel puțin 15 măsurări pentru valori ale tensiunii de alimentare a filamentului sub 100 mV). În final, adu butonul potențiometrului în poziția inițială, pentru care tensiunea la bornele sale este nulă și deconectează-l de la baterie.

Determină R_B din fiecare pereche de valori ale tensiunii V și intensității curentului I și scrie aceste valori în tabelul corespunzător cerinței 2.b) din foaia de răspunsuri. Indică acolo care este valoarea minimă a tensiunii pe care ai putut să o obții experimental. Trasează graficul dependenței rezistenței R_B ca funcție de intensitatea curentului electric I . Plasează valorile rezistenței R_B pe axa verticală a graficului.

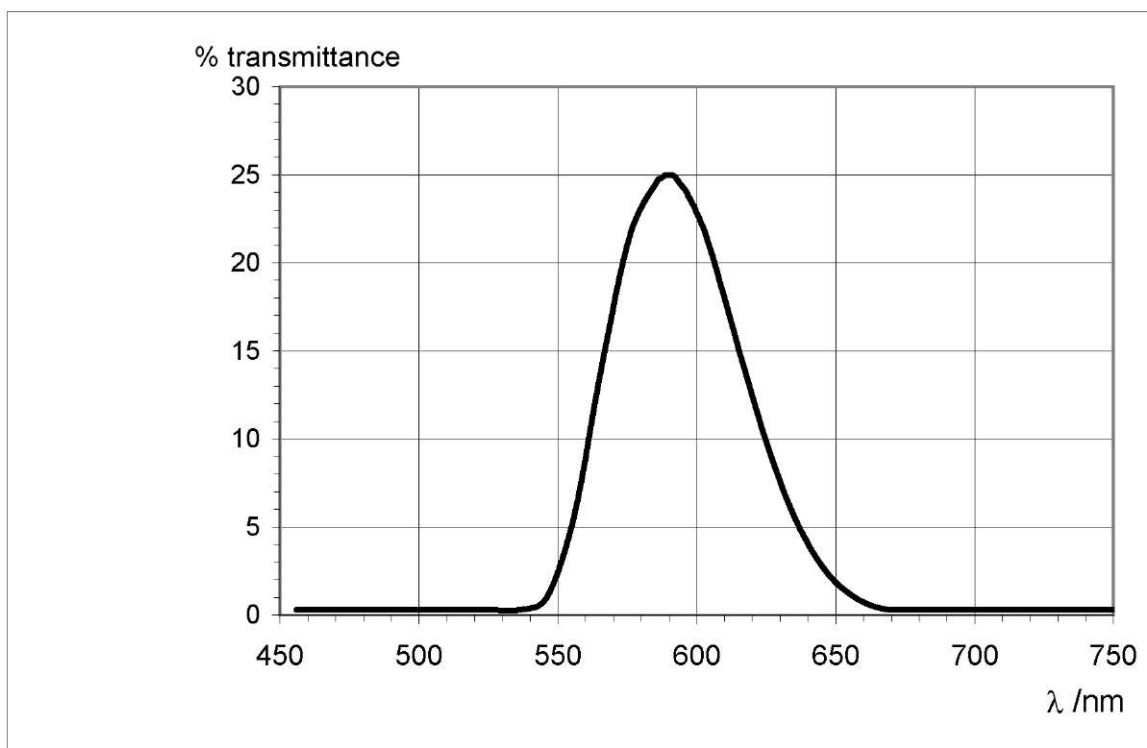
c) După ce analizezi graficul obținut la punctul b) selectează un domeniu potrivit al valorilor pentru care o dreaptă de fit sa-ți permită extrapolarea dependenței către axa verticală. Ordonata la origine a acestei dependențe extrapolate, îți dă valoarea rezistenței electrice $R_{B,0}$ a becului la temperatura mediului ambiant, T_0 . Scrie valorile selectate în tabelul corespunzător sarcinii 2.c) din foaia de răspunsuri. În final, determină valoarea $R_{B,0}$ și $\Delta R_{B,0}$.

d) Folosind relația (6) calculează, a și Δa în Ω și T_0 în K.

PROPRIETĂȚILE OPTICE ALE FILTRULUI

Lichidul din eprubetă care filtrează lumina, este o soluție apoasă de sulfat de cupru (II) și colorant portocaliu de anilină (II). Scopul sării din soluție este de a absorbi radiația infraroșie emisă de filament.

Transmitanța filtrului (intensitatea transmisă/intensitatea incidentă) ca funcție de lungimea de undă este evidențiată în figura F-6.



F-6

SARCINA A 3-A

Din figura F-6 se determină lungimea de undă λ_0 și $\Delta\lambda$.

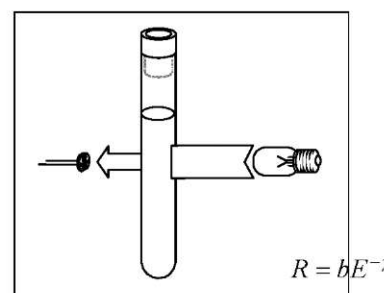
Notă: $2 \Delta\lambda$ reprezintă lărgimea curbei la jumătatea înălțimii corespunzătoare maximului curbei, iar λ_0 este lungimea de undă corespunzătoare acestui maxim.

PROPRIETĂȚILE FOTOREZISTORULUI LDR

La întuneric, materialul din care este confecționat fotorezistorul nu este conductor. Iluminând fotorezistorul, în materialul din care este construit sunt activați purtători de sarcină și prin urmare prin fotorezistor poate trece un curent electric. Pentru rezistența electrică a LDR se poate scrie o relație de forma:

$$R = bE^{-\gamma} \quad ; \quad (7)$$

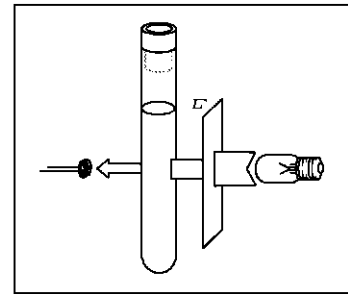
unde b este o constantă care depinde de compoziția și geometria LDR iar γ este un parametru adimensional care



F-7

determină variația rezistenței în funcție de iluminarea E produsă de radiația incidentă. Teoretic, o fotorezistență ideală ar trebui să aibă $\gamma = 1$, dar, deoarece există mulți factori care intervin, pentru cazul real al experimentului propus, $\gamma < 1$.

Este necesară determinarea parametrului γ . Această cerință se împlințește prin măsurarea unei perechi de date R și E (figura F-7) urmată de introducerea între lampă și eprubetă a unui filtru gri F (figura F-8) a cărei transmitanță este cunoscută a fi 51,2%. Valoarea acestei mărimi este considerată a fi absolut corectă, fără eroare. Introducerea filtrului produce o nouă iluminare, $E' = 0.512 E$. După măsurarea rezistenței R' corespunzătoare iluminării noi, prin filtru, vei avea:



F-8

$$R = bE^{-\gamma} \quad ; \quad R' = b(0.512 E)^{-\gamma}$$

Din care rezultă

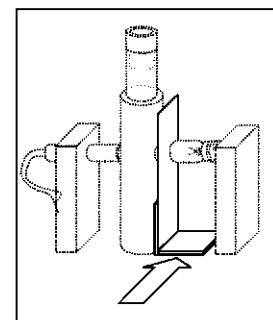
$$\ln \frac{R}{R'} = \gamma \ln 0.512 \tag{8}$$

Nu efectua procedura descrisă până în momentul în care nu ajungi la partea b) a sarcinii 4, enunțată mai jos.

SARCINA A 4-A

a) Înainte de a începe măsurările corespunzătoare acestui punct, asigură-te că fotorezistorul se află de cel puțin 10 minute în întuneric complet. Conectează bateria la potențiomtru și rotind lent butonul potențiometrului crește tensiunea pe bec. Citește perechi de valori de tensiune V și curent I pentru V cuprins în intervalul dintre 9,50V și 11,50V, și calculează valorile corespunzătoare ale rezistenței R a fotorezistorului LDR. (Este recomandat să faci cel puțin 12 determinări). Trece toate valorile măsurate și calculate în tabelul din foaia de răspunsuri. Pentru a opera rezonabil cu întârzierea în stabilirea regimului staționar de lucru al LDR, îți recomandăm următoarea procedură: atunci când ajungi la o valoare a tensiunii de alimentare a becului $V > 9.5$ V, așteaptă aproximativ 10 minute după care fă prima măsurare. Apoi, după schimbarea tensiunii, așteaptă 5 minute pentru a face următoarea măsurare și așa mai departe. Înainte de a face alte calcule, treci la pasul următor.

b) După ce ai obținut cea mai mică valoare a rezistenței electrice R , deschide capacul de protecție, introdu filtrul gri așa cum se indică în figura F-9, acoperă sistemul din nou – cât mai repede cu puțință și determină noua valoare R' a rezistenței fotorezistorului LDR după procedura descrisă mai sus. Folosind aceste date și relația (8), calculează γ și $\Delta\gamma$.



F-9

c) Rescrie ecuația (3) ținând seama de (6) pentru a găsi o dependență liniară între $\ln R$ și $R_b^{0.83}$. Scrie relația găsită pe foaia de răspunsuri 4 și notează-o cu (9).

d) Folosind acum datele de la punctul a) alcătuieste un tabel care îți va servi la trasarea unui grafic pentru ecuația (9).

56 Probleme, concursuri, olimpiade

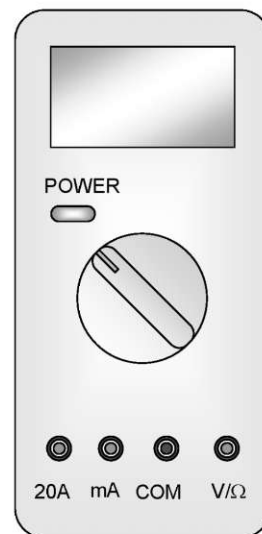
e) Construiește graficul și știind că $c_2 = hc/k$, calculează h și Δh prin orice metodă (ți se permite să folosești funcțiile statistice ale calculatorului pus la dispoziție de către organizatori).

(Viteza luminii $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Constanta lui Boltzmann, $k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$)

SCURT GHID DE UTILIZARE A MULTIMETRULUI DIGITAL

MĂSURAREA TENSIUNILOR CONTINUE (DC)

Conectează conductorul negru(-) la borna de intrare **COM** a multimetrului iar conductorul roșu(+) la borna **V/Ω** a multimetrului. Poziționează selectorul **FUNCTION** pe zona marcată cu **V**, pentru tensiuni continue. Pentru măsurare vei conecta instrumentul de măsurare la punctele între care urmează să se măsoare diferența de potențial.



MĂSURAREA INTENSITĂȚII CURENTULUI CONTINUU (DC)

Conectează conductorii la bornele **mA** (firul roșu) și respectiv **COM** (firul negru). Poziționează selectorul **FUNCTION** pe zona marcată cu **A**, pentru curenți continui și leagă firele **ÎN SERIE** cu rezistorul prin care trece curentul care urmează să fie măsurat. Pentru curenți mai mari de 200 mA conectează firele de legătură la bornele **20A** (firul roșu) și respectiv **COM** (firul negru). În continuare procedează ca mai sus.

MĂSURAREA REZISTENȚEI

Conectează firul negru la borna de intrare **COM** și conductorul roșu la borna **V/Ω** a multimetrului. Selectează domeniul potrivit din zona Ω .

MĂSURAREA TEMPERATURII

Poziționează selectorul **FUNCTION** pe **K TEMP °C**. În experimentul tău cuplarea senzorului exterior (termocuplu) nu este necesară.

REZOLUȚIA MULTIMETRULUI

Consideră că rezoluția instrumentului este dată valoarea celui mai mic digit măsurat de instrument în domeniul considerat

EROAREA PENTRU MĂSURĂRI INDIRECTE

Notează cu x și y valorile variabilelor independente măsurate cu erorile Δx și Δy . Consideră o constantă arbitrară a și fie z variabila dependentă a cărei valoare urmează să fie determinată. Eroarea Δz , a valorii lui z poate fi obținută folosind metode statistice dintre care unele sunt prezentate mai jos

DEPENDENȚA	EROAREA	DEPENDENȚA	EROAREA
$z = xy$	$\Delta z = z \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{y}\right)^2}$	$z = xy^a$	$\Delta z = z \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(a \frac{\Delta y}{y}\right)^2}$
și $z = \frac{x}{y}$	sau $\Delta z = z \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}\right)$		o $\Delta z = z \left(\frac{\Delta x}{x} + a \frac{\Delta y}{y}\right)$

$z = x^a$	$\Delta z = za \frac{\Delta x}{x}$	$z = \ln x$	$\Delta z = \frac{\Delta x}{x}$
-----------	------------------------------------	-------------	---------------------------------

TRASAREA LINIEI DE FIT LINIAR CU METODA CELOR MAI MICI PĂTRATE

Fie $y = mx + b$ legea de regresie lineară care asigură fitul prin metoda celor mai mici pătrate. Atunci:

$m = \frac{\sum x \sum y - n \sum xy}{(\sum x)^2 - n \sum x^2}$	$b = \frac{\sum x \sum xy - \sum y \sum x^2}{(\sum x)^2 - n \sum x^2}$
$\Delta m = \sqrt{\frac{n\sigma^2}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}$	$\Delta b = \sqrt{\frac{\sigma^2 \sum x^2}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}$

σ poate fi dat ca $\sigma = \sqrt{\sigma_y^2 + m^2 \sigma_x^2}$, cu $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n}}$ și $\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum \Delta y^2}{n}}$ unde Δx și Δy sunt erorile individuale pentru cele n măsurări independente.

PARADOXUL FOTOMETRIC AL LUI OLBERS

Vladimir SURDIN
Cercetător științific
INSTITUTUL ASTRONOMIC DE STAT „P. K. STERNBERG”
MOSCOVA

Paradoxul fotometric Olbers este unul din paradoxurile cosmologice clasice enunțat în 1823 de către medicul și astronomul german Heinrich Olbers (1758–1840). Pe scurt paradoxul se poate formula astfel: „De ce noaptea cerul e întunecat?” Problema constă în următoarele. Dacă în spațiul infinit al Universului stelele sunt repartizate uniform, atunci în orice direcție pe raza vizuală trebuie neapărat să fie vreo stea și deci toată suprafața cerului ar trebui să apară de o strălucire orbitoare, asemenea suprafeței Soarelui. În realitate însă cerul nocturn este întunecat.

Deseori această problemă este numită și paradoxul Cheseaux-Olbers, pentru că astronomul elvețian Jean-Philippe-Loys de Cheseaux (1718–1751) a exprimat o idee asemănătoare încă în 1744. Este de menționat că aceeași problemă era discutată cam în aceeași ani de Edmond Halley (1656–1742), iar mai înainte de Johannes Kepler (1571–1630), care în 1610 aducea faptul că cerul nocturn e întunecat drept argument împotriva Universului nemărginit populat de un număr infinit de stele. De altfel, încă în 1576 matematicianul englez Thomas Digges (1546–1595) își punea întrebarea: „De ce noaptea cerul este întunecat?”

Pentru explicarea paradoxului fotometric Olbers a făcut presupunerea că în spațiul interstelar există materie împrăștiată care absoarbe lumina stelelor îndepărtate. Deși un secol mai târziu absorbția interstelară a luminii a fost într-adevăr descoperită, aceasta nu a putut dezlega paradoxul fotometric: în Universul nemărginit și veșnic, cu stele repartizate în mod omogen, firicelele de praf ele însele s-ar încălzi până la temperatura suprafeței stelelor și ar lumina ca și ele.

Mai târziu astronomul german Hugo von Seeliger (1849–1924) a formulat un alt paradox cosmologic – paradoxul gravitațional. Acesta constă în faptul că în Universul infinit umplut uniform cu materie, conform teoriei gravitației a lui Newton, forța de gravitație nu are o valoare finită determinată.

În cadrul fizicii clasice, ambele paradoxuri și-au găsit dezlegarea în modelul structurii ierarhice a Universului, elaborat de Carl Charlier (1862–1934), profesor de astronomie și director al Observatorului Universității Lund (Suedia). În 1908 el a publicat o nouă teorie a structurii Universului, pe care în versiune finală a expus-o în 1922. Conform acestei teorii, Universul reprezintă o totalitate infinită de sisteme cuprinse una în alta, care prezintă un grad tot mai înalt de complexitate: stele distincte formează galaxia de ordinul întâi, totalitatea galaxiilor de ordinul întâi formează galaxia de ordinul al doilea (Metagalaxia), totalitatea galaxiilor de ordinul al doilea formează galaxia de ordinul al treilea și a. m. d. până la infinit

În baza acestei concepții cu privire la structura Universului, Charlier a ajuns la concluzia că în Universul infinit paradoxul fotometric și cel gravitațional dispar dacă distanțele dintre sistemele echivalente sunt suficient de mari în comparație cu dimensiunile acestora, fapt care duce la micșorarea continuă a densității medii a materiei cosmice pe măsura trecerii la sisteme de ordin mai înalt.

Însă ideea lui Charlier nu s-a confirmat: studiind distribuția galaxiilor îndepărtate, Edwin Hubble (1889–1953) și alți astronomi au demonstrat că la scară mare Universul este omogen și izotrop. Pe de altă parte, legea expansiunii Universului descoperită de Hubble arată că cu cât galaxiile și stelele lor sunt mai departe de noi, cu atât ele se îndepărtează mai rapid

de noi. Atunci unii cercetători au decis că numai efectul deplasării spre roșu poate explica aspectul întunecat al cerului nocturn, deoarece lumina emisă de stelele îndepărtate când ajunge la Pământ se află dincolo de limitele domeniului optic al spectrului. Însă alți cercetători erau de părerea că mai importantă este vârsta limitată a Universului: în timpul care a trecut de la începutul expansiunii Universului (circa 13,7 miliarde ani) până la noi a ajuns lumina doar de la un număr limitat de galaxii (circa 10 miliarde) ceea ce e prea puțin pentru a face ca cerul nocturn să fie luminos.

Paradoxul fotometric și cel gravitațional au fost dezlegate definitiv doar în teoria relativistă a Universului în expansiune, elaborată în baza teoriei relativității generalizate a lui A. Einstein (1879–1955).

Traducere: S. TIRON

PROBLEME DE ASTRONOMIE REZOLVATE

Ion NACU
LICEUL REAL REPUBLICAN, CHIȘINĂU

Problema 1

În decursul nopții o stea a traversat meridianul ceresc de două ori: în culminația inferioară la înălțimea de $14^{\circ}15'$ și în culminația superioară la înălțimea de $80^{\circ}00'$. Să se determine latitudinea geografică a locului φ și anotimpul când au fost efectuate observările.

I. NACU

Rezolvare:

Se dau:

$$h_1 = 14^{\circ}15'$$

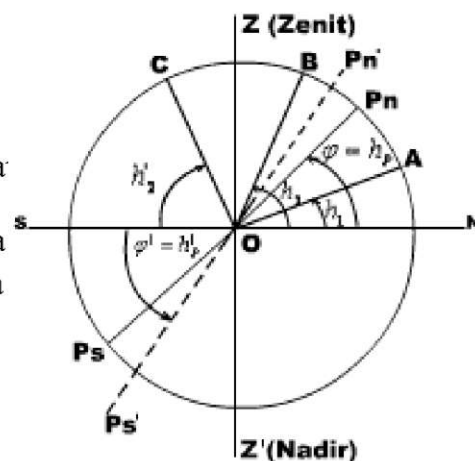
$$h_2^I = h_2 = 80^{\circ}00'$$

$$\varphi - ?$$

$$\varphi^I - ?$$

$$\text{anotimpul} - ?$$

Reprezentăm în desen sfera cerească și pozițiile astrului la culminații.
Aici $\sphericalangle NOA = h_1$ - înălțimea stelei la culminația inferioară.



Deoarece nu este indicată poziția astrului la culminație vom examina două cazuri:

cazul a): $\sphericalangle NOB = h_2$ - înălțimea stelei în culminația

cazul b). $\sphericalangle SOC = h_2^I$ - înălțimea stelei în culminația

a) $h_2 = \sphericalangle NOB$

$$\text{Aici: } \varphi = h_p = \frac{h_2 - h_1}{2} + h_1 = \frac{80^{\circ} - 14^{\circ}15'}{2} + 14^{\circ}15' =$$

$$= \frac{79^{\circ}60' - 14^{\circ}15'}{2} + 14^{\circ}15' = \frac{65^{\circ}45'}{2} + 14^{\circ}15' = \frac{64^{\circ}105'}{2} + 14^{\circ}15' = 32^{\circ}52'30'' + 14^{\circ}15' = 47^{\circ}06'45''$$

Deci, $\varphi = 47^{\circ}06'45''$;

b) $h_2^I = \sphericalangle SOC$

$$\text{În acest caz: } \varphi^I = h_p^I = \frac{(180^{\circ} - h_2^I) - h_1}{2} + h_1 = \frac{180^{\circ} - h_2^I - h_1}{2} + h_1 = \frac{180^{\circ} - (h_2^I + h_1)}{2} + h_1 =$$

$$= \frac{180^\circ - (80^\circ + 14^\circ 15')}{2} + 14^\circ 15' = \frac{85^\circ 45'}{2} + 14^\circ 15' = \frac{84^\circ 105'}{2} + 14^\circ 15' = 42^\circ 52' 30'' + 14^\circ 15' = 57^\circ 06' 45''$$

Deci, $\varphi = 57^\circ 06' 45''$;

Deoarece în decurs de o noapte au fost observate ambele culminații, superioară și inferioară, durata nopții depășește 12^h , de unde rezultă că în emisfera nordică aceste observări puteau fi efectuate iarna.

Problema 2

La 27 decembrie 1977 a fost lansat pe o orbită eliptică satelitul experimental "Cosmos - 979", având altitudinea de 210 km la perigeu și de 348 km la apogeu. Care era perioada de revoluție a satelitului ?

Rezolvare:

Se dau:

$h_1 = 210 \text{ km}$	$21 \cdot 10^4 \text{ m}$	Din tabele avem masa Pământului: $M_\oplus = 5,978 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$; $R_\oplus = 6371 \text{ km} = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
$h_2 = 348 \text{ km}$	$34,8 \cdot 10^4 \text{ m}$	
$T_s - ?$		

Conform legii a III-a a lui Kepler, scriem relația (B. Voronțov – Veliaminov, Astronomie, pag. 74):

$$\frac{T_s^2 (M_\oplus + m_s)}{a_s^3} = \frac{4\pi^2}{G} \quad (1)$$

unde a_s - semiaxa mare a orbitei satelitului; m_s - masa satelitului care se neglijează, deoarece $m_s \ll M_\oplus$

$$a_s = \frac{h_1 + h_2 + 2R_\oplus}{2} = \frac{210 + 348 + 2 \cdot 6371}{2} = 6650 \text{ km} = 6,65 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Din relația (1) se obține:

$$T_s = 2\pi \cdot a_s \sqrt{\frac{a_s}{M_\oplus \cdot G}} = 6,28 \cdot 6,65 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{6,65 \cdot 10^6}{5,978 \cdot 10^{24} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}} = 41,762 \cdot 10^6 \frac{66,5 \cdot 10^5}{39,87 \cdot 10^{13}} = 5393 \text{ s} = 89,89^{\text{min}} = 1^h 29^m 53^s$$

CONFERINȚA FIZICIENILOR DIN MOLDOVA



În perioada 19 – 21 octombrie 2005, la Chișinău, în incinta Institutului de Fizică Aplicată al Academiei de Științe a Moldovei (str. Academiei 5) s-au desfășurat lucrările Conferinței Fizicienilor din Moldova cu participare internațională, consacrată Anului Mondial al Fizicii. Instituțiile organizatoare au fost Societatea Fizicienilor din Moldova care este membru colectiv al Societății Europene de Fizică, Institutul de Fizică Aplicată al AȘM, Centrul LISES, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Tehnică a Moldovei și Universitatea de Stat Tiraspol (cu sediul la Chișinău). Instituțiile suport - Academia de Științe a Moldovei și Societatea Europeană de Fizică.

Conferința Fizicienilor din Moldova a avut drept scop să scoată în evidență și să discute problemele actuale ale fizicii pe plan intern și mondial, să încurajeze stabilirea de contacte științifice și relații de colaborare între membrii Societății Fizicienilor din Moldova și fizicienii din străinătate, să promoveze cooperarea între oamenii de știință și cultură, cadrele din învățământ și din diverse domenii ale economiei naționale.

Au fost reliefate direcțiile prioritare de cercetare din universități și instituțiile de cercetare. O atenție deosebită s-a acordat aspectelor aplicative ale fizicii și interacțiunii cu industria, energia, informatica, protecția mediului ambiant, medicina și alte domenii.

Conferința a cuprins domeniile: Fizica stării condensate; Problemele fizicii teoretice; Fizica și ingineria materialelor; Fizica și tehnologiile moderne; Ingineria fizică și echipamente tehnice; Tehnologii fizice în energetică; Fizica computațională și informatica; Fizica și învățământul; Geofizica, fizica atmosferei și protecția mediului; Metode și echipamente fizice în medicină și biologie.

La sesiunile plene au prezentat prelegeri profesori și oameni de știință invitați de Comitetul de program.

În cadrul Conferinței s-a derulat Simpozionul studenților și elevilor, la care tinerii cercetători au prezentat referate științifice selectate în prealabil de universități și direcțiile de învățământ.

De asemenea, în cadrul Conferinței s-au desfășurat mese rotunde pe probleme de larg interes: politici științifice, învățământul de fizică, fizica și problemele societății, etc.

Din Comitetul Științific Onorific al Conferinței au făcut parte acad. Gheorghe Duca, Președintele AȘM, acad. Jores I. Alferov, Laureat al Premiului Nobel (Rusia), E. Burzo

(România), prof. Ion Bostan, Rectorul UTM, acad. Andrei Andrieș (AȘM), acad. Mircea Bologa (AȘM), acad. Dumitru Ghițu (AȘM), acad. Anatol Drumea (AȘM), acad. Sviatoslav Moscalenco (AȘM), acad. Vsevolod Moscalenco (AȘM), acad. Alexei Simașchevici (AȘM), prof. Evghenii Pocotilov (USM), prof. Teodor Șișianu (UTM), prof. Ion Diaconu (AȘM).

Comitetul de organizare al Conferinței a fost condus de acad. Valeriu Canțer și prof. Ion Tighineanu, vice-președintele AȘM.

ANUL INTERNAȚIONAL AL FIZICII ȘI LUMEA CONTEMPORANĂ

Dr. Iulia MALCOCI
CONSILIUL SUPREM PENTRU ȘTIINȚĂ ȘI DEZVOLTARE TEHNOLOGICĂ
ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI
iuimalcoci@yahoo.com

Anul 2005, declarat Anul Mondial al Fizicii, a fost marcat de un șir de manifestări științifice în întreaga lume. Aceasta este o dovadă în plus privind importanța fizicii în toate domeniile de activitate umană: inginerie, chimie, geologie, geografie, arhitectură, pictură etc., ca să nu mai vorbim de aplicațiile fizicii în viața cotidiană (aparatele electrice casnice, telefonია mobilă etc.).

Cu acest prilej, a fost organizată prima Conferință a Fizicienilor din Moldova (19-21 octombrie 2005) unde și-a găsit locul și secțiunea „Fizica și Învățământul”. De asemenea, s-a desfășurat și o masă rotundă cu genericul „Calitatea învățământului preuniversitar de fizică prin prisma reformei învățământului” la care au participat profesori de fizică din liceele municipiului Chișinău. Conceptul “calitate” poate fi definit și, mai ales, interpretat în diferite moduri. Spre exemplu, această noțiune este frecvent utilizată la evaluarea bunurilor materiale produse sau a serviciilor acordate de diferite întreprinderi și organizații. O școală nu se deosebește de o uzină, fabrică sau organizație, decât doar prin faptul că produsul ei este omul, iar rezultatul activității acesteia sunt competențele și caracteristicile intelectuale ale individului.

Într-un domeniu atât de complex cum este procesul educațional sunt necesare eforturi considerabile pentru asigurarea calității. Cu atât mai mult că în acest proces rezultatul nu poate fi obținut într-o oră, într-o lună și nici într-un an. Doar munca asiduă de zi cu zi a cadrelor didactice poate avea un impact benefic în ceea ce privește îmbunătățirea calității procesului educațional.

Orice disciplină școlară este binevenită într-o măsură mai mare sau mai mică. Trecând peste treapta învățământului primar unde obiectivele majore vizează scrisul, cititul și socotitul, dar și vorbirea (exprimarea) coerentă, expunerea logică a celor observate etc., ne vom referi la locul fizicii ca disciplină școlară în învățământul gimnazial și cel liceal.

Dacă examinăm pe rând disciplinele școlare, observăm că ele se completează unele pe altele:

- matematica este regina științelor;
- fizica este nucleul științelor;
- chimia este soră cu fizica;
- biologia este știința despre viață;
- limba română este cuvântul pentru toate disciplinele (la început a fost cuvântul);
- limbile moderne deschid calea spre alte culturi, relații între indivizi;
- istoria și literatura sunt memoria timpului;
- educația fizică este calea spre stilul sănătos de viață;

arta plastică este educația frumosului;
 informatica deschide calea spre utilizarea celui mai performant instrument – calculatorul.

Procesul educațional preuniversitar este un proces pe cât de necesar, pe atât de complicat și complex având un scop major bine determinat: formarea personalității atât în plan profesional, cât și social.

Fizica este cu adevărat nucleul științelor. În jurul ei gravitează celelalte discipline în încercarea de a explica fenomenele și lumea care ne înconjoară. În acest context este evident că disciplina obligatorie pentru examenul de bacalaureat (profil real) nu poate fi alta decât fizica. Prin alcătuirea testelor (scrise sau orale) se pot verifica cunoștințele și deprinderile practice la matematică, chimie, geografie și nu în ultimul rând la limba română.

Pentru a obține rezultatul scontat – calitatea – cadrele didactice din învățământul preuniversitar au sarcina și responsabilitatea de a îmbunătăți procesul educațional și a forma tânăra generație, urmărind câteva obiective majore:

- a învăța elevul să învețe;
- a forma la elevi deprinderi de a lucra cu manualul, literatura, sursele suplimentare;
- a forma la elevi deprinderi de cercetare;

a-l deprinde pe elev să utilizeze în procesul de învățare-cercetare instrumentele corespunzătoare (aparatură matematică, limbajul adecvat, calculatorul, aparatele de măsură etc.).

Un loc aparte în asigurarea calității procesului instructiv-educativ revine evaluării cunoștințelor și deprinderilor elevilor. Astăzi unii indivizi ar dori să obțină cât mai multe fără să depună prea mult efort. Acest lucru se întâmplă și în procesul educațional. Unii elevi își amintesc doar la sfârșitul semestrului sau chiar al anului de studii că au nevoie de o notă mai mare. Dar cunoștințele nu se toarnă cu căldura ... peste noapte. Din păcate, unor profesori li se „înmoaie inima” și dau acestor elevi note mari nejustificate. Însă aprecierea cunoștințelor elevilor cu note mari nemeritate este un rău dublu:

elevul este privat de posibilitatea de a-și aprecia real cunoștințele, este mințit și astfel devine necompetitiv cu semenii lui;

se comite un act de incorectitudine în raport cu elevii care muncesc și demonstrează cunoștințe trainice, deprinderi și competențe, mai ales acum când admiterea la facultăți se face prin concursul notelor obținute.

Unii elevi de la profilul umanist declară că ei nu au nevoie de fizică, chimie etc. Se naște întrebarea, din care elemente se compune cultura unui om? Oare îmbrățișând profesia de jurnalist, tânărul nu va trebui să posede și unele cunoștințe despre lumea care-l înconjoară? În plus, învățământul preuniversitar este conceput ca un învățământ de cultură generală, fără a se obține o o profesie.

În cele ce urmează este prezentată sub formă de tabel și grafic evaluarea cunoștințelor elevilor (nota anuală) în anul de studii 2001-2002 (Tabelul 1 și Figura 1) și pe parcursul a patru ani de studii (Tabelul 2 și Figura 2) pentru unele și aceleași clase de elevi din Chișinău.

Tabelul 1

Clasa	Nr. de elevi	Nota anuală						
		≤ 4	5	6	7	8	9	10
6 ^A	39		6	8	14	8	3	
6 ^B	36		9	10	9	4	4	
6 ^C	40	1	8	9	7	11	4	
6 ^D	38	1	3	5	14	11	4	
6 ^E	40	1	3	5	15	10	5	1

6 ^F	42		2	12	15	9	4	
6 ^G	25		1	6	9	7	2	
7 ^B	41		7	14	4	12	4	
7 ^D	43		1	12	11	13	6	
7 ^F	43		1	5	17	15	5	
Total elevi	387	3 (0,77%)	41 (10,6%)	86 (22,22%)	115 (29,71%)	100 (25,8%)	41 (10,6%)	1 (0,26%)

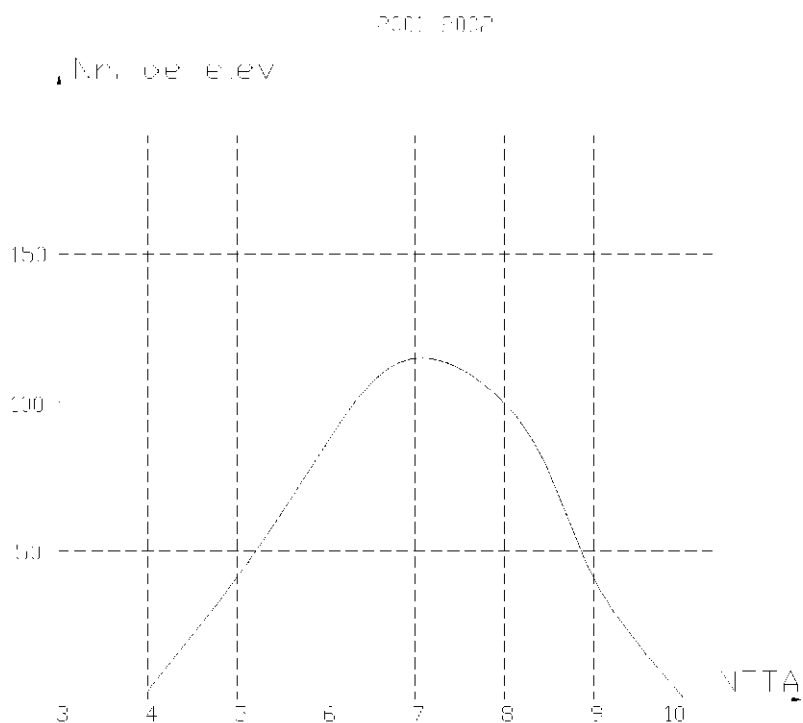


Fig. 1

Din grafic se observă că urcușul este mai greu decât coborâșul și că distribuția Maxwell-Boltzmann are loc nu doar la repartizarea moleculelor gazului după coordonate și viteze.

Tabelul 2

Anul de studii	Nr. de elevi	Nota și respectiv numărul de elevi / %						
		≤ 4	5	6	7	8	9	10
2001-2002	40	1 (2,5%)	3 (7,5%)	5 (12,5%)	15 (37,5%)	10 (25,0%)	5 (12,5%)	1 (2,5%)
2002-2003	42	1 (2,38%)	3 (7,14%)	9 (21,42%)	7 (16,67%)	15 (35,71%)	5 (11,9%)	2 (4,76%)
2003-2004	39	2 (5,12%)	-	9 (23,07%)	7 (17,95%)	12 (30,77%)	6 (15,38%)	3 (7,69%)
2004-2005	34	-	2 (5,88%)	7 (20,59%)	9 (26,47%)	8 (23,52%)	5 (14,71%)	3 (8,82%)

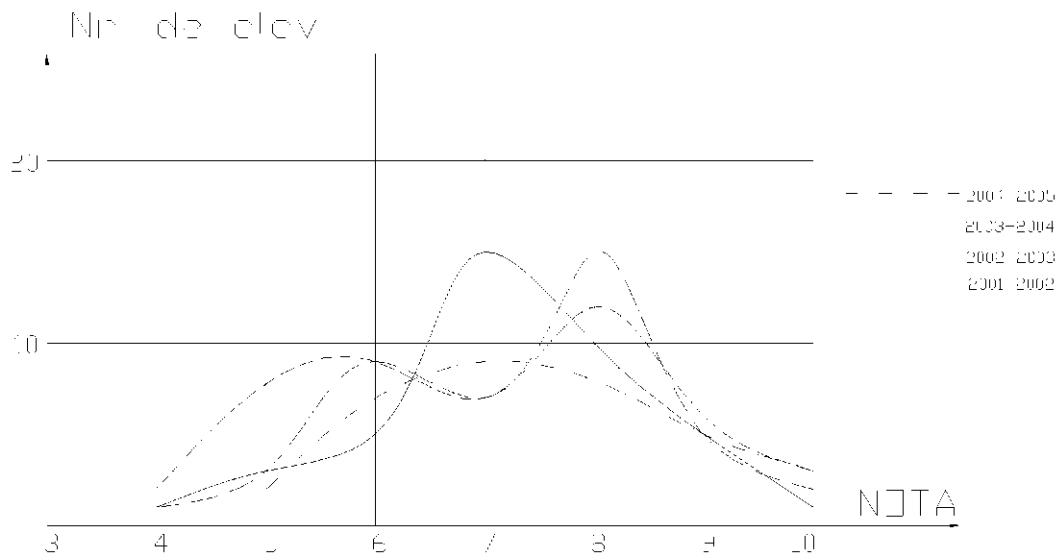


Fig. 2.

Se observă iarăși că distribuția elevilor conform notelor obținute tinde către distribuția Maxwell-Boltzmann, iar fluctuațiile din primii ani demonstrează că relația profesor-elev-profesor a avut o perioadă de adaptare.

Fiecare profesor poate să construiască curba reușitei elevilor săi. Dacă ea tinde spre o linie dreaptă sau are mari abateri de la distribuția menționată înseamnă că ceva nu este în regulă.

Evaluarea cunoștințelor nu trebuie efectuată de dragul dărilor de seamă. Tocmai acestea din urmă au dus la profanarea procesului educațional. În procesul de evaluare elevii capătă încredere în forțele proprii, iar profesorul își vede roadele muncii depuse, dar și lacunele comise.

Fizica este știința care a dat cele mai multe răspunsuri corecte cu privire la fenomenele naturii, abordând problemele fundamentale ale lumii materiale. Scopul fizicii este descrierea și explicarea fenomenelor naturii pentru a le putea stăpâni și pune în slujba omenirii.

Ca disciplină școlară fizica este considerată de majoritatea elevilor o „disciplină dificilă, complicată”. Deși ei utilizează tot mai mult, chiar consumă rezultatele muncii fizicienilor, tot mai puțini dintre ei se îndreaptă spre această disciplină.

Să sperăm că lucrurile vor reveni la normal, pentru că societatea se dezvoltă în spirală.

1 noiembrie 2005

UN NUME NOTORIU ÎN LUMEA FIZICII - Anatolie CASIAN la 70 de TOAMNE împlinite

“Cei, de la care învățăm, se numesc, pe drept cuvânt, învățătorii noștri, inși nu oricare dintre cei ce ne învață merita acest nume”.

Ghôte



Primul din față – Anatolie Casian, Teatrul de Opreă și Balet, Odesă, 1961

Savant recunoscut în domeniul fizicii, profesor universitar, academician al Academiei Internaționale de Termoelectricitate, membru-corespondent al Academiei Româno-Americane de Arte și Științe, Laureat al Premiului Național în domeniul Științei și Tehnicii, profesor invitat în diverse universități din SUA, Franța, Israel, Alger, dl Anatolie Casian este, de asemenea, și un om modest, sufletist și un bun patriot, generos cu studenții prin împărtășirea experienței acumulate, onest și cooperant cu colegii și prietenii.

În imagine: Anatolie Casian la început de cale științifică (al doilea din stânga).

Nu este deloc simplu să prezinți în câteva cuvinte o personalitate. S-a născut la 17 noiembrie 1935 în comuna Colicăuți, județul Bălți, în familia intelectualilor Rodion Casian și Anastasia Sârbu. A absolvit cu medalie de aur Școala medie nr. 2 din Edineț și cu Diplomă cu mențiune Facultatea de fizică și matematică a Universității de Stat din Chișinău, în timpul studiilor beneficiind de cea mai prestigioasă bursă – „Lenin”. Având o pregătire foarte bună și posedând o enormă capacitate de muncă, a parcurs practic toate treptele – de la cercetător științific la profesor universitar, - susținând teza de doctor și pe cea de doctor habilitatus în științe fizico-matematice. Cam acesta ar fi un CV foarte restrâns al dlui Anatolie Casian.

Câteva momente culese din diverse surse merită să fie menționate pentru că pun în evidență arborele genealogic al profesorului A. Casian. Tatăl său, Rodion Casian a luptat în primul război mondial și fiind luat prizonier de nemți s-a aflat în Germania timp de 7 ani de zile, învățând de la ei, în primul rând, disciplina de muncă și cumsecădenia. A făcut studii pentru preoție, însă la întoarcere din Germania a îmbrățișat profesia de învățător la școala din sat. Unchiul său (după bunic pe linia mamei), Iacob Suceveanu a fost profesor la Liceul Industrial Chișinău, membru al Sfatului Țării, unul din organizatorii cursurilor de învățători din vara anului 1917 la Chișinău și tatăl Olgăi Plămădeală – soția sculptorului Alexandru Plămădeală. Unchiul Vasile Suceveanu a absolvit Academia Teologică din Kiev, dar ulterior a lucrat în calitate de profesor de matematică la Liceul Eparhial de Fete din Chișinău.

În continuare voi încerca să întregesc portretul omagiatului prin intermediul unui scurt dialog cu domnia sa.

V. D. – Domnule profesor, în toamna aceasta împliniți al 70^{lea} an de viață. Cum se simte profesorul Casian la această vârstă?

A. C. – Mă simt destul de bine. Sincer să vă spun, încă nu simt povara anilor. Totuși am observat un lucru. Dacă până mai anul trecut, când ieșeam din casă și vedeam că troleul se apropia de stație (până la ea aveam de parcurs vre-o 40 de metri), trăgeam o fugă și reușeam să urc în troleu, acum nu-mi mai vine să alerg. Poate vârsta nu-mi mai permite. Dacă e să vorbim serios, cercetătorii științifici de obicei lucrează mult, iar munca este și un stimulent excelent de viață.

V. D. – Cred că ați moștenit ceva și de la părinți. Cine au fost părinții Dvs?

A. C. – Tatăl meu a fost învățător la școala primară din satul de baștină Colicăuți, județul Bălți. Mama se ocupa de-ale gospodăriei și de educarea mea și a surorii. Ambii părinți au trăit peste 90 de ani. Am avut mare noroc de părinți. Ei mi-au dat nu numai cei „*șapte ani de acasă*”, dar și mai târziu m-au îndrumat și susținut în viață. Tatăl a fost învățător la mai multe generații de copii din sat. Era foarte corect și amabil cu elevii și consătenii, avea o autoritate deosebită în sat. El parcă îmi arăta „*Fă ca mine, fă mai bine decât mine*” și eu consider că această metodă de educare este cea mai eficientă. Tot timpul m-am străduit să-i urmez exemplul. În legătură cu aceasta țin să menționez că în zilele noastre educația „*de acasă*” a slăbit mult. Foarte des părinții nu se ocupă de educarea copiilor. Deseori copiii rămân practic fără părinți care pleacă la munci peste hotare. Uneori părinții prin comportamentul lor servesc drept un exemplu prost pentru copii. Educarea copiilor trebuie să fie, în primul rând, obligațiunea părinților și după aceea a școlii sau o datorie comună – a părinților și a școlii.

V. D. – Ați avut noroc și de învățători buni?

A. C. – Da, pot să declar cu toată certitudinea că am avut mare noroc de învățători buni. Mi-a rămas în memorie prima mea învățătoare, dna Gudumac. Făcea mult pentru noi, elevii, ne era ca o a doua mamă, pentru care fapt noi o stimam foarte mult. În clasele a 8 - 10^a am învățat la Școala nr. 2 din or. Edineț pe care am absolvit-o cu medalie de aur și unde, de asemenea, am avut noroc de învățători buni. Profesorul meu de fizică, Lazar Vasserman, care avea și cunoștințe vaste de literatură, istorie, geografie, mi-a insuflat dragostea pentru fizică. Datorită domniei sale am devenit fizician. Puteam să-mi aleg o altă profesie, dar fizica m-a atras mai mult.

V. D. - Pe atunci, concurența la admiterea în instituțiile de învățământ superior era foarte mare, iar medaliații erau admiși fără examene de concurs. De ce ați ales anume Universitatea de Stat din Chișinău?

A. C. – Pe timpurile acelea mobilitatea studenților nu era atât de mare ca astăzi. Eu m-am înscris la cea mai apropiată instituție – Universitatea de Stat din Chișinău, la Facultatea de fizică și matematică, secția fizică. Și nu regret. Deși era o universitate tânără și dotată slab cu echipamente de laborator (nu existau laboratoare moderne), am avut noroc de profesori buni. Toți profesorii se evidențiau nu numai prin cunoștințe profunde în domeniu, dar și printr-o cultură și inteligență impresionantă. La Universitate, pe când eram student în anii 4 și 5 de studii, primeam bursa „Lenin” care se acorda pentru succese deosebite la învățătură. Deși am absolvit Universitatea cu mențiune, am întâmpinat și greutăți. Noi, cei veniți de la țară din școlile moldovenești, ne-am pomenit că la Universitate

toate cursurile se predau în limba rusă, iar pentru noi nu erau planificate ore suplimentare de limbă rusă. Ne era deosebit de greu la disciplina „*Bazele marxism-leninismului*” unde trebuia de conspectat în limba rusă zeci de pagini. Însă nimeni dintre noi nu se revolta. Lucram mult și deja la anul 2 nu mai aveam dificultăți cu limba rusă. Astăzi situația este cu totul alta - absolvenții școlilor ruse au posibilitatea să-și continue studiile în universitățile din R. Moldova în limba rusă. Pentru acești studenți sunt prevăzute ore suplimentare de limbă română. În același timp, întâlnesc mulți absolvenți alogeni care cunosc foarte slab limba română sau n-o cunosc deloc. Nu e bine. A cunoaște mai multe limbi este o bogăție a omului, cu atât mai mult limba statului, cetățean al căruia ești. Eu personal predau la Universitatea Tehnică a Moldovei în 4 limbi: română, rusă, franceză și engleză. Engleza am perfecționat-o fiind deja în etate. Și tinerii ar trebui să facă totul ca să vorbească cel puțin 4 limbi.

V. D. – Calea Dvs de mai departe pare clar conturată: doctorat, teza de doctor, post-doctorat, teza de doctor habilitatus, activitatea științifică.

A. C. – Cam așa este. Am urmat studiile de doctorat pe lângă catedra de fizică teoretică a Universității de Stat, însă studiind diverse lucrări din reviste științifice simțeam nivelul insuficient al cunoștințelor. Întâmplător, în 1960 am avut ocazia să vizitez Universitatea de Stat „M. Lomonosov” din Moscova (MGU), fiind premiat cu o deplasare în calitate de învingător al Conferinței tinerilor cercetători din Moldova. Am rămas foarte impresionat de cele văzute acolo. Am avut dorința să revin pe un termen mai îndelungat. Ocazia a apărut în 1962, când la recomandarea acad. Vsevolod Moscalenco am fost înscris ca stagiar la catedra de mecanică statistică sub conducerea reputatului acad. Nicolai N. Bogoliubov. Seminarele și discuțiile cu N. N. Bogoliubov au lăsat o amprentă adâncă pe parcursul întregii vieți. Fiind la MGU, am frecventat cursurile vestitelor profesori V. L. Bonci-Bruevici, A. A. Abricosov, I. M. Lifșit, toate seminarele științifice ale profesorilor V. L. Bonci-Bruevici, S. V. Tiablicov și D. N. Zubarev. La un seminar al acad. N. N. Bogoliubov am făcut cunoștință cu prof. Iu. L. Klimontovici. Între noi s-au stabilit relații strânse de prietenie. Ulterior prof. Iu. L. Klimontovici a vizitat de multe ori or. Chișinău, iar prof. V. L. Bonci-Bruevici mi-a fost referent oficial la susținerea tezei de candidat în științe (actualmente doctor).

V. D. – Și cum ați ajuns profesor la Universitatea din Alger?

A. C. – Cred că a fost o întâmplare fericită. Lucram ca secretar științific la Secția de științe fizico-tehnice și matematice a Academiei de Științe a Moldovei. Și iată că la Academie a venit o scrisoare de la Ministerul Învățământului Superior (MÎS) din Moscova, prin care se cerea un fizician care cunoaște limba franceză pentru a preda cursul de fizică la Universitatea din Alger. Eu nu mă consideram competitor pentru acest post, dar totuși m-am adresat academicianului coordonator de atunci al Secției, răposatul acad. V. A. Andrunachievici după un sfat. Dumnealui s-a gândit puțin, apoi mi-a spus: „De ce nu? Pregătiți documentele”. Am fost chemat la convorbire la Colegiul MÎS unde candidatura mea a fost aprobată. Am fost înscris la cursurile de limbă franceză de pe lângă Institutul de Limbi Străine „M. Torez” din Moscova, pe care le-am susținut cu succes în trei luni. În același an am fost trimis la Universitatea din Alger. Eram unicul fizician din fosta Uniune Sovietică, împreună cu doi matematicieni și doi geologi.

V. D. – Ați plecat în Algeria de la Academia de Științe, dar v-ați întors la

Institutul Politehnic din Chișinău. Care a fost motivul?

A. C. - Am fost invitat insistent de către rectorul de atunci, acad. Sergiu Rădăuțan ca să ocup postul de șef al catedrei de Mecanică Teoretică care urma să fie eliberat în legătură cu plecarea șefului ei, conf. univ. Aurel Marinciuc la doctorat. Dl S. Radauțan mă cunoștea încă din anii studenției, dar și de la Academie. În plus, eu lucrasem deja la catedra respectivă prin cumul, chiar din anul deschiderii Institutului Politehnic, 1964, când la Institut era lipsă acută de cadre didactice. la Institut am lucrat din septembrie 1969 până în 1976. Din 1970 am suplinit și funcția de secretar științific al Consiliului Științific al Institutului Politehnic, dar și multe alte funcții obștești. M-am străduit să contribui și eu, cum puteam, la procesul de formare și dezvoltare a Institutului Politehnic. Era o perioadă de entuziasm general. Am trăit însă și clipe grele atunci când rectorul S. Radauțan a fost destituit din post prin decizia Biroului CC al PC al RSSM.

V. D. - Ați plecat de la Institutul Politehnic pentru că nu v-a plăcut noul rector?

A. C. - Nu. Am simțit că trebuie să mă concentrez mai mult asupra cercetărilor științifice, asupra aplicațiilor practice. Doleanțele mele m-au făcut să accept invitația directorului Filialei din Moldova a Institutului de Surse Electrice al Asociației Științifice și de Producție „Kvant” din Moscova, prof. Amos Ceban. Am lucrat în această instituție până în 1982, la început în calitate de cercetător științific superior, apoi ca șef de laborator și director-adjunct pentru activitatea științifică. În această perioadă am stabilit relații de colaborare în domeniul termoelectricității cu mulți savanți din Moscova, în particular cu prof. Z. Dashevsky, cu care colaborez până în prezent. Am publicat împreună multe lucrări științifice, inclusiv o monografie. După ce A. Ceban a părăsit postul de director, am suplinit această funcție timp de câteva luni cu perspectiva de a fi confirmat în acest post. Dar lucrul administrativ nu mă atrăgea.

V. D. - Și v-ați întors la Institutul Politehnic?

A. C. - În același timp a fost anunțat un concurs pentru ocuparea postului de șef al catedrei de Mecanică Teoretică, unde lucrasem mai înainte. Rectoratul și colegii de la catedră m-au rugat să particip la acest concurs. Am fost ales din nou șef al catedrei și iată că activez în acest post până în prezent, fiind reales prin concurs de mai multe ori. Mă mândresc cu colectivul catedrei alcătuit din persoane cu o înaltă pregătire profesională și de o inteligență și cultură deosebită. 90 % din membrii catedrei au titlul științific de doctor și sunt conferențiai universitari. În 1988 am susținut teza de doctor habilitatus în științe fizico-matematice, iar în 1990 am obținut titlul de profesor universitar.

V. D. - Acum, când ați ajuns la vârsta onorabilă a împlinirilor, când - doriți sau nu - se fac unele bilanțuri ale activității, cu ce rezultate marcați Dvs acest eveniment?

A. C. - În primul rând, doresc să accentuez că tot timpul m-am străduit să-mi îndeplinesc obligațiunile didactice cât se poate mai bine. Am predat toate cursurile pe care le susține catedra - vreo șase la număr. Am editat un manual, 6 lucrări didactice pentru studenți, o carte pentru profesorii de liceu și elevi despre mecanică ca bază a științelor inginerești. Am atras mai mulți studenți în activități științifice, în comun cu ei publicând mai multe lucrări. Am fost menționat ca lucrător eminent al învățământului public din Moldova, dar și din fosta Uniune Sovietică.

V. D. – Desigur, ați fost antrenat și în activitatea științifică. Știu că un rol deosebit de important în pregătirea tinerilor specialiști considerați că revine activității de cercetare a profesorului.

A. C. - Cred că nu numai eu, dar și majoritatea colegilor consideră pe bună dreptate că un profesor universitar, un conferențiar universitar, un lector universitar, pentru a avea autoritatea morală de a-i învăța pe alții, el singur trebuie să fie la nivelul științific corespunzător, să învețe continuu, să facă și știință. În caz contrar, el riscă să degradeze. Cu atât mai important este acest lucru în timpul de față, când cunoștințele și informațiile se înnoiesc foarte rapid. Misiunea unui profesor și cercetător științific este una din cele mai responsabile. El are o mare responsabilitate mai ales față de societate. Mă bucură faptul că în ultimii ani, după o lungă perioadă de indiferență, societatea, organele abilitate au început să manifeste o oarecare grijă pentru dezvoltarea științei. Acest fapt e foarte important, pentru că o societate prosperă nu poate fi creată pe cunoștințe vechi, ea trebuie să se bazeze pe ultimele realizări ale științei. Mi se pare că și tineretul a înțeles, în sfârșit, că trebuie de făcut carte serioasă. Dacă în perioada sovietică în Moldova erau aproximativ 40 mii de studenți pe an, astăzi avem cca 120 mii. Și ei trebuie să fie pregătiți astfel ca să corespundă cerințelor zilei de mâine. Personal, mă ocup intens cu activitatea științifică. Datorită acestui fapt în 1994 am fost ales academician al Academiei Internaționale de Termoelectricitate, iar în 1999 – membru-corespondent al Academiei Americano-Române de Arte și Științe. Am peste 200 de publicații, inclusiv 2 monografii. În ultimii ani am participat, ca conducător de echipă, la realizarea a 4 proiecte științifice internaționale. Anul acesta am prezentat un raport la cea de a 3-a Conferință Europeană de Termoelectricitate, Nancy, Franța. În 2004 am obținut titlul de Laureat al Premiului Național în Domeniul Științei și Tehnicii. Am fost invitat să scriu un capitol pentru Enciclopedia de Termoelectricitate editată în SUA, care va apărea la sfârșitul lunii noiembrie.

V. D. – Am observat că Dumneavoastră acordați o atenție deosebită participării la concursuri de proiecte științifice internaționale. În realizarea acestor proiecte este foarte important lucrul în comun al mai multor echipe de cercetători, deci partenerii de proiect trebuie să fie persoane recunoscute și de nădejde. Cum vă reușește selectarea acestora, care este aportul Dvs personal?

A. C. – În timpul de față, când la noi finanțarea științei este foarte redusă, consider că ne pot realmente ajuta numai proiectele internaționale. La început, eu cu echipa mea am participat la proiectele locale. Deși foarte mici ca volum de finanțare, ele ne-au mobilizat și ne-au permis să obținem rezultate care ne-au servit drept „capital științific” inițial. Am publicat rezultatele obținute în reviste științifice prestigioase, le-am prezentat la conferințe internaționale. Colegii din alte țări au început să manifeste interes față de cercetările noastre și să citeze lucrările noastre în publicațiile lor. Ca rezultat, atunci când ne-am adresat cu propuneri de colaborare științifică, nici o dată nu am primit refuz. Desigur, a realiza un proiect internațional nu e un lucru simplu. Trebuie să propui ceva concret, actual, important și realizabil, care să reprezinte o dezvoltare a rezultatelor personale obținute până la prezentarea proiectului. De obicei, concurența este dură, sunt aprobate spre finanțare doar cca 8-10 %. Pentru a câștiga un proiect, trebuie să înaintezi 2-3 propuneri de proiect și să participi la diferite concursuri. Se cere o muncă asiduă și sistematică și atunci aprecierile pozitive nu vor întârzia să vină.

Anul acesta am finalizat un proiect INTAS. Am prezentat un proiect la concursul CRDF, SUA, la care participă toate fostele republici sovietice, dar nu l-am câștigat. Înseamnă că va trebui să depunem eforturi suplimentare și să pregătim un nou proiect.

V. D. – În știință, pe lângă competență un rol extrem de important îl are colaborarea cu alte colective din domeniu, inclusiv cu cele de peste hotare. Cum se știe, unde-s doi sau mai mulți – puterea crește. Care sunt colaborările Dvs mai semnificative?

A. C. – Avem relații de colaborare cu Laboratorul acad. Valeriu Canțer, Academia de Științe a Moldovei. Împreună am participat la realizarea a două proiecte internaționale INTAS. Continuăm colaborarea cu prof. Z. Dashevsky, Universitatea Ben-Gurion din or. Beer-Sheva, Israel. În anii 1996 și 2002 am fost invitat la dumnealui, iar el m-a vizitat de mai multe ori la Chișinău, ultima dată chiar anul trecut. În 1997 și 1998 am fost invitat, pentru colaborare, la Universitatea „Henri Poincare” și în 2000 la Institutul Politehnic al Lotaringiei, în or Nancy, Franța, pentru o lună în fiecare an. În 1999 am prezentat un raport în fața Consiliului Tehnic al Office of Naval Research, Washington, SUA. În 2002 la Universitatea din California – Riverside, SUA și în 2005 la Observatoire de Micro-et Nano-Technologies, Paris, Franța, am prezentat un seminar despre cercetările mele în domeniul materialelor termoelectrice organice. De mai multe ori am vizitat Universitatea „M. Lomonosov” din Moscova. Împreună cu echipa mea și două laboratoare ale Institutului de Probleme ale Fizicii Chimice din Cernogolovca, Rusia, am realizat un proiect științific internațional.

V. D. – Aveți deci rezultate remarcabile în activitatea științifică, realizați cercetări la nivel internațional. Însă vă confrunțați, probabil, și cu unele probleme. Ași putea să le punctați în mod succint?

A. C. – Probleme avem multe. Fără probleme viața ar fi tristă. Mă voi opri doar la două dintre cele mai acute. Prima problemă ține de faptul că tinerii talentați nu doresc să se angajeze în cercetare, preferând să lucreze în alte domenii unde pot avea salarii mult mai mari sau să plece peste hotare. Este înțeleasă această tendință, în special în cazul tinerilor căsătoriți. Bursa unui doctorand este mult mai mică decât valoarea coșului minim de consum pentru o persoană. Cu părere de rău, eforturile noastre de a-i atrage la doctorat pe mai mulți tineri nu s-au încununat de succes. Or, fără tineri cercetători viitorul științei este compromis. Știu că au fost luate unele măsuri și altele se discută la nivel de guvern pentru a stimula studiile la doctorat. Ele sunt binevenite, dar nu și suficiente. Poate ar trebui de prevăzut pentru tinerii talentați granturi speciale nominale, menite să-i sprijine pentru a urma studiile de doctorat.

O altă problemă grea este accesul limitat și întârziat la informația științifică, de care avem nevoie. Nu avem acces la revistele științifice prin INTERNET, nu avem bani pentru a participa la mai multe conferințe științifice internaționale. Astăzi informația costă prea scump pentru noi, iar știința se dezvoltă atât de repede, încât riscăm să rămânem în urmă. Abonamentul prin INTERNET numai la o singură revistă „Physical Review B” costă 600 dolari SUA pe an. Cred că Biblioteca Academiei de Științe ar trebui finanțată din diferite surse pentru abonare prin INTERNET la cele mai necesare reviste științifice. Utilizatorii ar putea avea acces cu plată rezonabilă la aceste reviste, pentru a recupera o parte din cheltuieli. Deocamdată ne străduim să rezolvăm această problemă cu ajutorul colegilor de

peste hotare.

V. D. – Vă mulțumesc, Domnule profesor Anatolie Casian, pentru interviul acordat. Constat cu plăcere că la această vârstă aveți suficiente proiecte de viitor și sunteți dispus și în continuare să ne bucurați cu noi realizări atât pe spinoasa cale de educare și formare a tinerei generații, cât și pe tărâmul științific. Va dorim mult succes în activitatea Dvs didactică și științifică. Să ne fiți mereu sănătos, mereu în frunte. La mulți ani !

Valeriu DULGHERU
1 noiembrie 2005