

Caiete de fizică

Anul V, Nr. 13, Noiembrie 2003

PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ – 2002

Prof. Cristinel Codău

Academia Regală de Științe a Suediei a acordat Premiul Nobel pentru Fizică pe anul 2002, pe jumătate lui **Raymond Davis Jr.**, de la Departamentul de Fizică și Astronomie, Universitatea Pennsylvania, Philadelphia, SUA și lui **Masatoshi Koshiha**, de la Centrul Internațional pentru Fizica Particulelor Elementare, Universitatea din Tokyo, Japonia, "pentru contribuții de pionierat în astrofizică, în particular pentru detectarea neutrinelor cosmice", iar a doua jumătate lui **Riccardo Giacconi**, Associated Universities, Inc., Washington, DC, USA, "pentru lucrări de pionierat în astrofizică, ce au dus la descoperirea surselor cosmice de raze X."

În cele ce urmează vom descrie realizările celor premiați.

O întrebare rămasă multă vreme fără răspuns a fost care este sursa colosalei energii emise de Soare. Una din teoriile formulate în secolul XIX considera că aceasta s-ar datora energiei gravitaționale eliberate prin contractarea materiei solare. Dacă acesta ar fi adevărul, prin calcule s-a stabilit că viața Soarelui ar dura cam 20 de milioane de ani, în timp ce vârsta Pământului este de aproximativ 5 miliarde de ani.

În 1920 s-a constatat experimental că masa atomului de heliu este mai mică decât a patru atomi de hidrogen. Astrofizicianul englez Sir Arthur Eddington a arătat, folosind celebra formulă a lui Einstein $E = m \cdot c^2$, că reacțiile nucleare în care patru atomi de hidrogen se transformă în unul de heliu ar putea fi sursa energiei Soarelui. În aceste reacții ar trebui însă să apară niște particule noi care au fost numite neutrini. Detectarea neutrinelor solari putea confirma valabilitatea teoriei lui Eddington. Majoritatea fizicienilor credeau că neutrinii nu pot fi puși în evidență experimental. Motivul este că aceștia interacționează extrem de slab cu materia. Numărul estimat al neutrinelor emiși de Soare este enorm. În jur de douăzeci de miliarde de neutrini trec în fiecare secundă prin corpul unui om, fără ca nimeni să sesizeze acest fapt. Abia unul singur dintr-o mie de miliarde de neutrini solari este oprit în timp ce traversează Pământul. Scepticismul părea bine întemeiat. După la jumătatea secolului trecut echipa lui

Frederick Reines reușește să arate că neutrinii produși în număr foarte mare în reactoare pot fi detectați. Raymond Davis Jr. încearcă probarea existenței neutrinelor solari. O dificultate în plus este aceea că cea mai mare parte a reacțiilor nucleare din Soare dau naștere unor neutrini cu energii foarte mici care sunt foarte dificil de detectat. Din fericire apare și un număr mic de neutrini cu energii mari. Fizicianul italian Bruno Pontecorvo a demonstrat că aceștia ar putea fi detectați după interacțiunea lor cu nuclee de clor, în urma căreia se formează un nucleu de argon și un electron. Acest nucleu de argon este radioactiv, timpul său de viață fiind de aproximativ 50 de zile. Raymond Davis Jr. a construit un vas uriaș, care conținea peste 600 tone de tetracloretilenă, plasat într-o fostă mină de aur din South Dakota. Conform calculelor sale, în fiecare lună, aproximativ 20 de neutrini ar interacționa cu toți atâția atomi de clor, dând naștere atomilor de argon. Contribuția de pionierat a lui Davis a constatat în dezvoltarea metodei de extragere a atomilor de argon, lucru la fel de dificil ca și a găsi acul în carul cu fân. Din deceniul al șaselea al secolului trecut și până în 1994 au fost detectați în jur de 2000 de atomi de argon, mai puțini decât se aștepta, lucru care însemna că, fie procesele care au loc în Soare nu erau complet cunoscute, fie o parte din neutrini dispar în drumul lor spre Pământ.

După începerea experimentelor conduse de Raymond Davis Jr., echipa fizicianului nipon Masatoshi Koshiha a construit un alt fel de detector. Acesta, plasat tot într-o mină, consta într-un uriaș vas plin cu apă. Neutrinii care trec prin vas pot interacționa cu nucleele atomilor, în urma cărora se emit fotoni. Fotomultiplicatoarele plasate în jurul vasului permit detectarea acestora și prin urmare, numărarea neutrinelor care i-au generat. Spre deosebire de dispozitivul lui Davis, cel al japonezilor era sensibil și la direcție, putându-se dovedi că neutrinii detectații proveneau într-adevăr de la Soare. În 1987 dispozitivul lui Koshiha a detectat 12 din cei 10^{16} neutrini care l-au traversat, proveniți în urma exploziei unei supernove, situate în Norul Mare al lui

Magelan. Cu ajutorul unui detector, funcționând după același principiu, dar mai sensibil, s-a pus în evidență un fenomen nou, oscilațiile neutrinelui, în care un tip de neutrino se transformă în altul. Acest din urmă proces dovedește că neutrinii au masă de repaus diferită de zero, lucru important pentru modelul standard al particulelor elementare, dar și pentru rolul neutrinelor în Univers. Aceste transformări explică și numărul mai mic de neutrini detectați de Davies.

Descoperirile lui Davies și ale lui Koshiba și perfecționarea instrumentelor construite de ei au pus bazele astronomiei neutrino, de foarte mare importanță pentru fizica particulelor elementare, pentru astrofizică și pentru cosmologie.

După ce Wilhelm Röntgen descoperă, în 1895, radiațiile X acestea au fost repede utilizate în laboratoarele fizicienilor și în cele ale medicilor. Abia după 50 de ani astronomii au început să studieze acest tip de radiație. Motivul este acela că deși razele X pot străbate ușor țesuturi vii sau alte materiale solide, ele sunt aproape în întregime absorbite de atmosfera terestră. Primele înregistrări ale radiațiilor X de origine cosmică au fost făcute în 1949 cu ajutorul instrumentelor plasat într-o rachetă de echipa lui Herbert Friedman. S-a constatat că această radiație provenea de la regiunile extrem de fierbinți ale Soarelui, însă razele X provenite de la surse mai îndepărtate rămâneau în continuare extrem de dificil de detectat. Zece ani mai târziu, la inițiativa lui Bruno Rossi, Agenția Spațială Americană (NASA) îl numește pe Riccardo Giacconi șef al unui proiect de cercetare spațială. Împreună cu Rossi, tânărul Giacconi pune la punct principiile de construcție a unui telescop cu raze X. Echipa sa a efectuat de asemenea determinări cu ajutorul instrumentelor plasate în rachete. Mai întâi au încercat să afle dacă Luna emite radiații X. Rezultatul a fost negativ, însă cu acel prilej s-a constatat, cu surprindere, existența la mare distanță a unei foarte puternice surse de radiații Röntgen. În plus s-a pus în evidență radiația X de fond, uniform distribuită. Aceste descoperiri neașteptate au determinat o rapidă dezvoltare a astronomiei cu raze X. Au fost perfecționate metodele de determinare a direcției de proveniență a radiațiilor X, iar sursele au putut fi identificate apoi și în

domeniul vizibil. Prima sursă pusă în evidență în acest fel a fost Scorpius X-1, o stea din constelația Săgetător. Cele mai multe din nou descoperitele surse erau stele duble, în care o stea se rotește pe o orbită apropiată de un obiect foarte compact, o stea neutronică sau poate o gaură neagră. Totuși aceste determinări rămâneau dificile din cauza timpului redus în care se puteau face din rachete sau baloane. În scopul creșterii timpului de observare, Giacconi a inițiat construcția unui satelit pentru supravegherea spațiului cosmic în domeniul radiației X. Acesta, numit UHURU a fost lansat în 1970 și datorită sensibilității sale mari, a permis ca în numai o săptămână, să se obțină mai multe rezultate decât toate cele realizate anterior din rachete. În 1978 s-a construit un telescop de înaltă rezoluție, Einstein X-ray Observatory, capabil să producă imagini de bună calitate în domeniul lungimilor de undă ale razelor X. Sensibilitatea acestuia era suficient de mare pentru a pune în evidență surse de un milion de ori mai puțin intense decât Scorpius X-1. Cu acest telescop s-au realizat multe noi descoperiri. Numeroase stele duble au fost studiate în detaliu și nu mai puține obiecte care ar putea conține găuri negre. Au fost studiate stele obișnuite, pentru prima dată în domeniul razelor X, rămășițe ale unor supernove, etc. Studiul radiației X provenite de la gazul dintre galaxii au permis formularea unor ipoteze cu privire la materia întunecată. În 1976 Giacconi a inițiat construcția unui nou observator, lansat abia în 1999, numit Chandra (după numele astrofizicianului Subrahmanyan Chandrasekhar, și el deținător al Premiului Nobel pentru fizică). Acest telescop a furnizat imagini detaliate ale corpurilor cerești, în raze X.

Datorită astronomiei în raze X, imaginea Universului s-a modificat decisiv. În urmă cu 50 de ani, se considerau stelele și galaxiile în echilibru, orice evoluție fiind lentă și graduală. Astăzi se știe că Universul este, de asemenea, scena unor fenomene extrem de rapide, în care enorme cantități de energie sunt eliberate în procese care durează mai puțin de o secundă, la care participă obiecte nu cu mult mai mari decât Pământul, dar care sunt extrem de compacte.

MATERIA ÎNTUNECATĂ

Prof. Liviu Belășcu

1. Introducere

Astronomia se bazează în mare măsură pe studiul radiațiilor luminoase care sosesc pe Pământ din spațiul cosmic. Din analiza acestor radiații se pot trage diferite concluzii privind corpurile cerești și fenomele

care se produc în cosmos și mai ales putem înțelege mai mult din ceea ce nu se poate încă vedea.

Observațiile astronomice din ultima jumătate de secol conduc la ideea că mai mult de 90% din materia

din univers este conținută în obiecte și particule care nu pot fi observate. Mai mult, cea mai mare parte a materiei din univers nu emite radiații care să poată fi detectate în spectrul electromagnetic. Primele ipoteze au considerat că această materie care "lipsește" se află în interiorul grupurilor de galaxii. Ulterior "materia lipsă" a fost denumită materie întunecată deoarece ceea ce lipsește este radiația emisă și nu materia ca atare.

S-au dat diferite explicații materiei întunecate:

- materia întunecată ar putea fi constituită din materie obișnuită – stele consumate, găuri negre, gaz rece, praf interstelar – care emite prea puține radiații electromagnetice pentru a putea fi detectate cu instrumentele actuale;
- ar putea exista o categorie de obiecte întunecate numite MACHO (Massive Compact Halo Objects) care stau invizibile în halourile care înconjoară galaxiile sau grupurile de galaxii;
- materia întunecată ar putea fi alcătuită din particule exotice – WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) – care încă nu au fost observate deși teoriile corespunzătoare au fost elaborate;
- o altă ipoteză ar fi că materia întunecată nu există iar pentru explicarea fenomenelor observate ar trebui reconsiderate bazele teoriei gravitației – cei mai mulți fizicieni însă consideră că o astfel de idee nu poate fi luată în serios.

Problema materiei întunecate este strâns legată de ipotezele cosmologice care arată că în funcție de masa universului se pot elabora diferite modele cu privire la formarea stelelor și galaxiilor, se poate preciza dacă expansiunea universului se va opri sau nu.

2. Cum poate fi observat invizibilul?

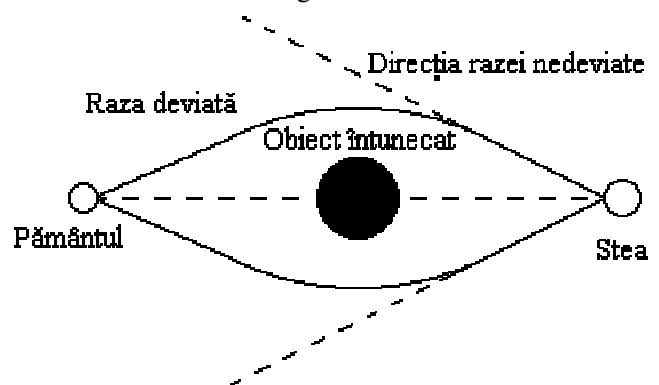
Materia întunecată poate fi studiată observând efectele produse asupra materiei vizibile. De exemplu perturbațiile din mișcarea unei stele pot fi explicate prin mișcarea în jurul stelei a unei planete care nu poate fi observată cu mijloacele actuale.

Astfel se constată că mișcarea stelelor și a norilor de gaz interstelar din galaxiile spirale este mai rapidă decât ne-am aștepta. Acest lucru arată că forțele gravitaționale exercitate sunt mai mari decât cele corespunzătoare masei observate a galaxiilor respective. S-a dedus că materia întunecată se află în afara galaxiilor, de o parte și cealaltă a planului galactic formând un nor sferic de materie invizibilă.

Studiul radiațiilor X arată că roiurile de galaxii sunt practic scufundate în nori de gaz extrem de rarefiat, aflat la temperaturi de circa 100 milioane de grade dar care nu poate fi detectat direct. Totuși cantitatea

de materie detectată în acest fel nu reprezintă decât 20...30% din masa gravitațională a roiului.

O metodă mai avansată a fost elaborată de curând prin observarea unor inele sau arce luminoase în jurul roiurilor de galaxii, numite "inelele lui Einstein". Acesta este un efect datorat acțiunii câmpului gravitațional asupra luminii, care se manifestă prin curbarea razelor de lumină în câmpuri gravitaționale puternice. Corpurile cu masă mare se comportă ca un fel de lentile gravitaționale. Corpul opac obturează steaua îndepărtată însă datorită devierii gravitaționale a razelor de lumină observatorul de pe Pământ va observa în locul stelei un inel luminos mai strălucitor decât imaginea normală a stelei.



3. Unde este materia întunecată?

Prin această metodă se încearcă depistarea obiectelor întunecate din jurul galaxiei noastre, din Norii lui Magellan și din galaxia din Andromeda. S-a stabilit că Norii lui Magellan sunt două galaxii satelit care se mișcă în haloul de materie din jurul galaxiei noastre.

Se consideră că în general materia obscură este asociată cu materia strălucitoare.

Studii amănunțite au arătat că interacțiunile dintre stelele individuale sunt foarte slabe datorită distanțelor mari dintre ele comparativ cu dimensiunile lor. În cazul galaxiilor distanțele dintre ele sunt mici comparativ cu dimensiunile lor și astfel interacțiunile lor sunt mai ușor de observat. Mișcările, deformările, ciocnirile dintre galaxii nu pot fi explicate fără luarea în considerare a existenței materiei întunecate.

Se mai presupune că ar exista formațiuni de materie întunecată în regiuni în care nu există materia vizibilă însă acest lucru nu poate fi dovedit deocamdată prin observații directe.

4. Ce este materia întunecată?

Răspunsul la întrebare este căutat de astronomi cercetările fiind abia la început. Există mai mulți candidați, atât obiecte alcătuite din materie obișnuită cât și obiecte exotice. Numărul de particule din univers este în funcție de modelul propus. Cunoașterea masei totale a universului ar permite alegerea unui model viabil de univers. Observațiile de până acum su-

gerează posibilitatea unui model deschis de univers (în expansiune continuă). Calculele arată că numărul barionilor (particule grele, grupă din care fac parte protonii și neutronii) este aproximativ egal cu numărul celorlalte particule elementare (nebarioni). Cu un astfel de model se poate justifica circa 20% din materia necesară astfel încât trebuie să existe și particule cu proprietăți speciale care încă nu pot fi detectate.

Barionii exotici pot exista în găurile negre, în stelele reci care practic nu radiază energie, MACHO-uri, gaz rece, galaxii întunecate și roiuri întunecate.

Particulele nebarionice care formează materia întunecată ar putea fi neutrinii, gravitonii, monopoli magnetici, axionii etc. Aceste particule constituie materia întunecată, rece, fiind masive, și deplasându-se cu viteze mult mai mici decât cea a

luminii. Ei au reprezentat probabil nucleele gravitaționale în jurul cărora s-a condensat materia pentru a forma galaxii. Deocamdată numai neutrinii au fost observați și nu se știe dacă au masă. Sunt în curs experimente pentru detectarea și a altor particule exotice.

În afară de astronomia observațională se dezvoltă foarte mult modelarea pe calculator a proceselor din univers obținându-se unele rezultate promițătoare. De exemplu modelarea ciocnirilor dintre galaxii arată că fenomenele observate pot fi explicate dacă se consideră că masele galaxiilor sunt de la trei până la zece ori mai mari decât masele materiei luminoase din galaxiile respective.

(Adaptare din "Scientific American")

ANTOINE HENRI BECQUEREL

Prof. Liviu Belășcu

A. H. Becquerel s-a născut la Paris la 15 decembrie 1852. Tatăl și bunicul său au fost de asemenea fizicieni. Continuând tradiția familiei intră în 1872 la Școala politehnică din Paris apoi studiază la Școala de poduri și șosele devenind în 1877 inginer. În anul 1888 obține titlul de doctor în științe apoi devine profesor de fizică la Muzeul de istorie naturală (1892). În anul 1895 devine profesor la Școala politehnică.

A fost căsătorit cu domnișoara Janin, fiică de inginer, și au avut un fiu, Jean, care a devenit tot fizician. Antoine Becquerel a decedat în anul 1908.

Cele mai importante studii ale sale au fost cu privire la: polarizarea rotatorie magnetică a luminii (1876), fosforescența unor substanțe (1882), spectrul radiațiilor infraroșii (1883) absorbția luminii în cristale (1886). În urma descoperirii razelor X a studiat posibilitatea existenței unei legături între producerea acestor radiații și fenomenul de fosforescență. În cursul experimentelor observă că sărurile de uraniu emit niște radiații, diferite de radiațiile X, care im-

presionează placa fotografică (1896). Acest fenomen a fost denumit radioactivitate naturală.

La sfârșitul unei zile de lucru a pus în același sertar niște plăci fotografice și un pachetel cu săruri de uraniu. După câteva zile a observat că plăcile fotografice au fost voalate. A presupus că acest lucru s-a datorat emisiei unor radiații de către sărurile de uraniu, radiații care au străbătut hârtia de ambalaj a plăcilor fotografice. Studiind fenomenul a stabilit că radiațiile sunt emise de uraniu și a pus în evidență proprietatea acestor radiații de a ioniza aerul.

Pentru descoperirea acestui fenomen, Becquerel a primit premiul Nobel în anul 1903 împreună cu soții Pierre și Marie Curie.

A avut numeroase titluri academice: a fost membru al Academiei de științe (1899), al Academiei Regale din Berlin, al Academiei dei Lincei, a fost Ofițer al Legiunii de onoare (1900).

Unitatea de măsură a activității unei surse radioactive a fost denumită în onoarea sa, *becquerel*, astfel că $1 \text{ Bq} = 1 \text{ dezintegrare/secundă}$.

OLIMPIADA JUDEȚEANĂ DE FIZICĂ - SUBIECTE

22 martie 2003

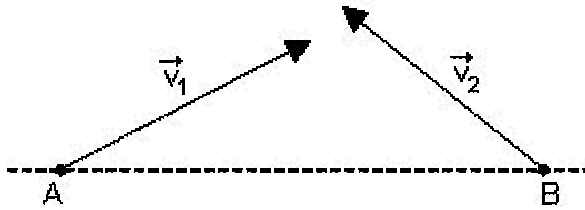
PROBA TEORETICĂ

Clasa a IX-a

I. 1) În punctele A și B se află două bărci care se deplasează cu vitezele constante v_1 și $v_2 = 2 v_1$ pe

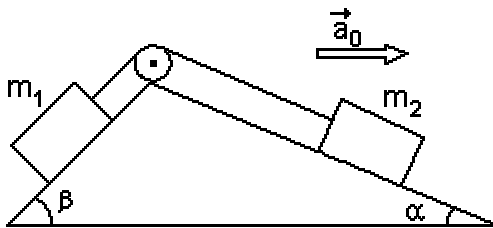
direcțiile indicate în figura alăturată. Găsiți pe cale grafică distanța minimă până la care se pot apropia cele două bărci. Calculați distanța minimă până la

care se apropie bărcile cunoscând: $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$ și distanța $AB = 100\text{m}$.

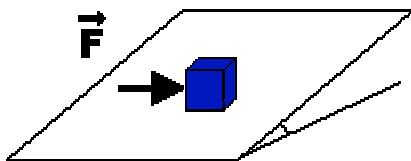


2) În vârful unui dublu plan înclinat cu unghiurile bazei α și β se află un scripete ideal peste care este trecut un fir inextensibil de masa neglijabilă. La capetele firului se leagă două corpuri cu masele m_1 și m_2 . Considerând toate forțele de frecare neglijabile, să se determine accelerația maximă a_0 care trebuie imprimată planului înclinat astfel încât corpul de masă m_1

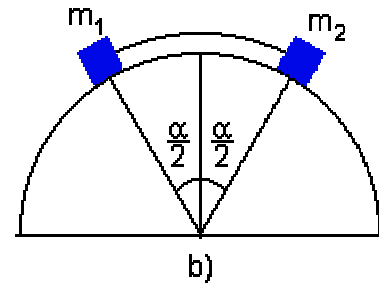
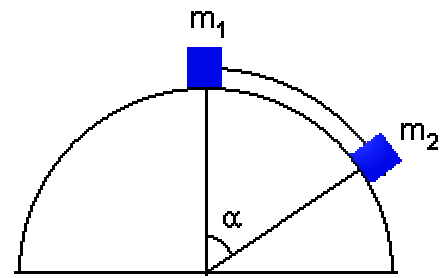
să nu apese asupra suprafeței pe care se va deplasa. În ce sens se va mișca, în acest caz, sistemul format din corpurile cu mase m_1 și m_2 și cu ce accelerație.



II. 1) Un cub mic cu masa $m = 100\text{ g}$ se află în repaus pe un plan rugos de unghi $\alpha = 30^\circ$. Determinați forța orizontală minimă F , cu care trebuie împins cubul pentru ca acesta să înceapă să se miște. Se cunoaște coeficientul de frecare la alunecare dintre cub și plan $\mu = 0,8$.



2) Două corpuri mici, cu masele m_1 și m_2 ($m_2 > m_1$), legate printr-un fir inextensibil de masă neglijabilă, se află pe suprafața netedă a unui semicilindru fix, ca în figura a). Mărimea unghiului α nu este cunoscută. Dacă în poziția din figura a) sistemul este lăsat liber, el începe să se miște cu accelerația a_1 . Cu ce accelerație a_2 se va mișca sistemul imediat ce se lasă liber din poziția prezentată în figura b). Aplicație numerică: $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 6\text{ kg}$ și $a_1 = 6\text{ m/s}^2$



III. 1) Pe un inel circular pot să alunece trei mărgelile. Una dintre ele are sarcina $+q_1$, iar celelalte două au, fiecare, sarcina q_2 .

Să se determine raportul dintre sarcinile q_1 și q_2 , dacă la echilibru unghiul dintre razele care duc la mărgelile cu sarcini egale este ascuțit și egal cu 2α .

2) În jurul Pământului se mișcă un satelit pe o orbită cu rază puțin mai mare decât raza Pământului. Luna se mișcă, în jurul Pământului, pe o orbită de rază egală cu 380.000 km . Cunoscând raza Pământului $R = 6.400\text{ km}$, aflați raportul dintre viteza satelitului și viteza Lunii.

Problemele au fost selectate de prof. Stelian Ursu și prof. Zamfirică Petrescu

Clasa a X-a

1. Se consideră rețeaua plană infinită reprezentată parțial în figura 1. Toate segmentele dintre două noduri vecine sunt realizate din conductoare cu aceeași rezistență R .

a) Se decupează și se extrage din această rețea porțiunea cuprinsă în interiorul conturului C_1 . Cele șase capete libere ale porțiunii extrase se îndoaie în unghi drept față de planul hexagonului rămas și se sudează pe o placă metalică plană, de rezistență neglijabilă între oricare două puncte ale sale. Se formează astfel o structură spațială având forma unei prisme hexagonale drepte (figura 2). Află, în funcție de R , rezistența între punctele A și B ale porțiunii extrase.

b) Se decupează și se extrage din această rețea porțiunea cuprinsă în interiorul conturului C_2 (spre dreapta, decuparea este spre infinit). Află, în funcție de R , rezistența între punctele C și D.

c) Fiind dată rețeaua infinită (fără decupări), află, în funcție de R , rezistența între punctele E și F1.

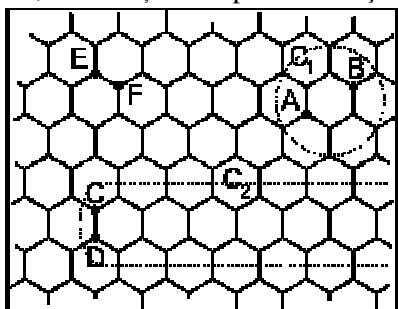


Figura 1

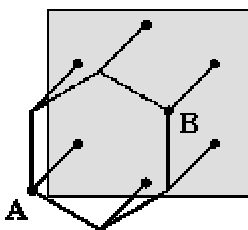


Figura 2

2. Pentru circuitul reprezentat în figura 3 se cunosc: $E_1 = 2\text{ V}$, $E_2 = E_3 = 4\text{ V}$, $r_1 = r_3 = 3\ \Omega$, $r_2 = 2\ \Omega$, $R_1 = R_3 = 7\ \Omega$ și $R_2 = 3\ \Omega$.

- a) Află parametrii unui generator care, singur, ar asigura prin același rezistor R un curent cu aceeași intensitate cu a celui prin R în circuitul dat.
- b) Se înlocuiește R cu un dipol pasiv a cărui caracteristică U - I este cea reprezentată în figura 4. Află intensitatea curentului prin acest dipol.
- c) Se înlocuiește R cu un miliampermetru având curentul nominal $I_0 + 1\text{ mA}$ și rezistența interioară $R_0 = 1\text{ k}$. Află ce intensitate va indica acest instrument dacă, înainte de a-l cupla în circuit, i se atașează un șunt astfel ales încât domeniul de măsurare să devină $[0\text{ A}; 2\text{ A}]$.

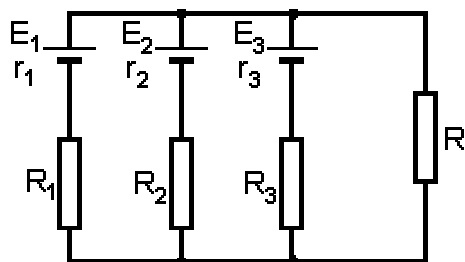


Figura 3

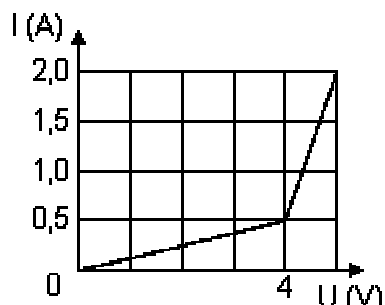


Figura 4

3. Se consideră o sferă conductoare de rază R , plasată în vid, într-o zonă în care există imponderabilitate.

- a) Se încarcă sfera până la un potențial V_1 (negativ). Află densitatea de sarcină de pe suprafața sferei și presiunea electrostatică (mărimă fizică numeric egală cu forța ce acționează asupra sarcinii aflate pe unitatea de suprafață a sferei din partea câmpului electric produs de sarcina de pe sferă).
- b) Se încarcă sfera la un potențial V_2 (pozitiv). De la o distanță r de centrul sferei se lansează un electron astfel încât să descrie o mișcare circulară cu centrul traiectoriei în centrul sferei. Află modulul vitezei ce trebuie imprimată electronului astfel încât să fie posibilă mișcarea descrisă.
- c) Se încarcă sfera la un potențial V_3 . Concentric cu sfera se plasează un inel de rază r ($r > R$), realizat dintr-un conductor foarte subțire dar nedeformabil, încărcat electric cu o sarcină egală cu cea de pe sferă. Se presupune că inelul este menținut în poziția indicată, printr-un procedeu oarecare. Află tensiunea de întindere din inel datorată doar acțiunii sarcinii de pe sferă asupra sarcinii de pe inel. Se consideră că sarcina de pe sferă este uniform distribuită pe suprafața acesteia și în prezența inelului. Se consideră cunoscute următoarele constante universale: sarcina elementară (e), permitivitatea electrică a vidului (ϵ_0) și masa electronului (m_0). Pentru întreaga problemă se consideră că potențialul de referință este $V = 0$, la infinit.

(subiect propus de prof. Dorel Haralamb – Colegiul Național „Petru Rareș“, Piatra Neamț)

Clasa a XI-a

1. a) Un vas deschis conține un lichid gliceric. Indică o metodă de determinare a coeficientului de tensiune superficială a lichidului aflat în vas. Ai la dispoziție o pâlnie conică, confecționată din sticlă, care are imprimată în lungul unei generatoare o riglă gradată în milimetri. Se cunosc: presiunea atmosferică p_0 , raza bazei conului R (mai mică decât raza vasului), unghiul de la vârful conului 2α . Formula de calcul pentru volumul sectorului sferic care face parte dintr-o sferă de rază r și are

$$\text{unghiul la vârf } 2\alpha, \text{ este: } V = \frac{4\pi R^3}{3} \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

- b) Un metal având masa atomică relativă μ , formează o structură cristalină cubică centrată în volum (conține în fiecare vârf și în centrul cubului câte un ion). Calculează distanța minimă dintre doi ioni. Densitatea metalului este ρ .
- c) Două sfere metalice identice de raza R_0 , aflate inițial la aceeași temperatură, absorb aceeași cantitate de căldură. Calculează raportul dintre variațiile de

temperatură ale sferelor dacă sfera 1 se află pe un plan orizontal izolator iar sfera 2 este suspendată de un cablu izolator. Se cunosc: căldura specifică c și coeficientul de dilatare liniară α ale materialului din care sunt confecționate sferele.

2. a) Prin arderea combustibilului, într-o locuință temperatura variază de la $t_1 = 7^\circ\text{C}$ la $t_2 = 21^\circ\text{C}$. Calculează variația procentuală a energiei interne a aerului din locuință.

Pentru cascada b) - c):

Un balon de volum V_1 conține ν_1 moli de gaz. Balonul se află într-o incintă închisă de volum V_2 ($V_2 > V_1$), în care se află și ν_2 moli de gaz. Pereții balonului sunt perfect termoconductori și suportă presiunea maximă p .

b) Calculează presiunea din cilindru după explozia balonului.

c) Găsește condițiile pentru care explozia balonului nu are loc indiferent de valoarea temperaturii.

3. Un amestec ce conține $f_1 = 20\%$ gaz monoatomic, $f_2 = 40\%$ gaz biatomic și restul gaz poliatomic participă la un proces ciclic format din:

- 1 - 2 destindere după legea $\rightarrow V^2 = 0,5 \cdot 10^{-8} \cdot T$;
- 2 - 3 destindere după legea $\rightarrow p = -0,8 \cdot 10^8 \cdot V + 8,4 \cdot 10^5$;
- 3 - 1 transformare până la starea inițială conform legii $\rightarrow V = 0,5 \cdot 10^{-5} \cdot T$.

Cantitatea de gaz satisface relația: $\nu \cdot R = 1 \text{ J/K}$.

Calculează:

- a) lucrul mecanic efectuat pe un ciclu;
- b) raportul dintre temperatura maximă și temperatura minimă atinse pe ciclu;
- c) căldura schimbată de gaz pe transformarea dintre stările 3 și 1.

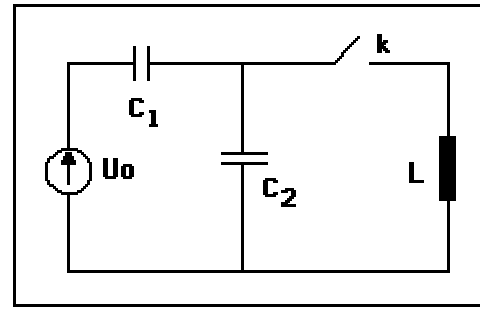
(propunător subiecte: prof. Seryl Talpalaru, Colegiul Național „Emil Racoviță” Iași)

Clasa a XII-a

1.A. Se consideră circuitul din figură, format din elemente ideale. După închiderea comutatorului k , să se determine:

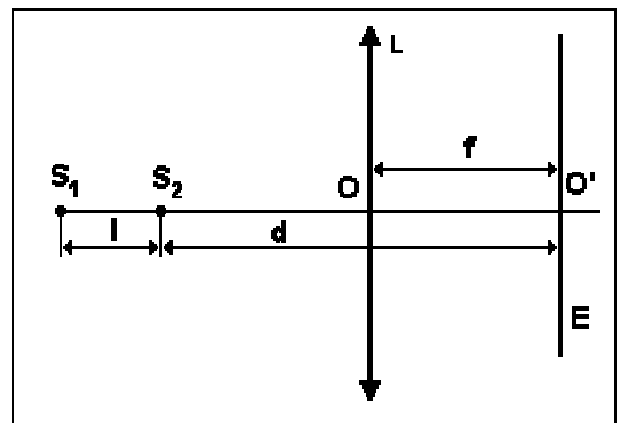
- a) valoarea maximă a intensității curentului electric prin bobină; (3 puncte)
- b) valoarea maximă a tensiunii de la bornele condensatorului C_1 ; (4,5 puncte)

B. Se consideră un circuit rezonant, serie R, L, C . Cunoscând factorul de calitate Q ($Q \gg 1$) și armonica de ordinul n să se determine raportul impedanțelor corespunzătoare armonicii de ordinul n respectiv frecvenței de rezonanță. (1,5 puncte)

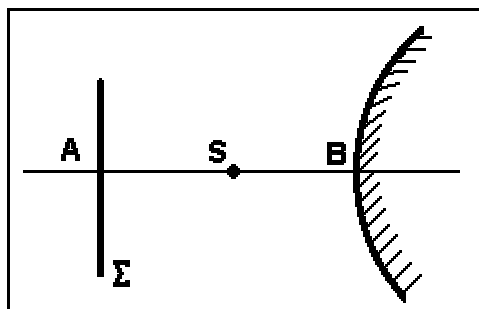


2. Două surse luminoase, punctiforme monocromatice și coerente S_1 și S_2 sunt așezate pe axul optic principal al unei lentile convergente subțiri având distanța focală f ; distanța dintre surse este l . Perpendicular pe axul optic principal al lentilei se așează un ecran E de observație la distanța f de lentilă. Se știe că oscilațiile sursei S_1 sunt defazate cu φ_0 înaintea oscilațiilor sursei S_2 , iar lungimea de undă a radiațiilor emise este λ .

- a) Care vor fi forma și dimensiunile caracteristice franjelor de interferență. (3 puncte)
- b) Ce valori trebuie să aibă φ_0 pentru ca în punctul O' să se obțină un maxim de interferență. (1,5 puncte)
- c) Dacă se îndepărtează lentila, iar $\varphi_0 = 0$ să se calculeze distanța de la punctul O' până la cel mai apropiat maxim. Se considera că această distanță este mai mică decât d . (4,5 puncte)

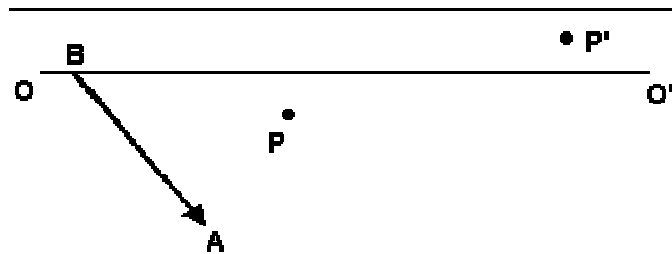


3. A. În fața unei oglinzi convexe, cu raza de curbura R , pe axul optic principal, se află o sursă punctiformă de lumină S , de intensitate I . Opus oglinzii se află un ecran de observație Σ . Știind că oglinda este caracterizată de un coeficient de absorbție α , să se determine iluminarea punctului A , punct situat la intersecția axului optic principal al oglinzii cu suprafața ecranului. Se știe că $AS=SB=R$, unde B reprezintă vârful oglinzii. (3 puncte)



B. Un obiect luminos este plasat pe axul optic principal al unei lentile subțiri convergente. Perpendicular pe axul optic al lentilei se află un ecran de observație. Lentila este situată între obiectul luminos și ecran. Exista două poziții ale lentilei pentru care imaginea pe ecran, a obiectului, este clară. Raportul măririlor liniare transversale pentru cele două poziții ale lentilei este k . Determinați distanța focală a lentilei dacă distanța dintre obiectul luminos și ecran este d . (3 puncte)

C. Analizând desenul din figura alăturată să se construiască imaginea obiectului AB , știind că:
 - OO' – axul optic principal al unei lentile convergente subțiri;
 - P' – imaginea prin lentila a punctului P . (3 puncte)



Propunător subiecte Prof. Viorel Popescu, Colegiul Național I.C. Brătianu Pitești

PROBLEME DE PERFORMANȚĂ

Top-M.40. Pe o șosea merge o coloană de automobile cu viteza v , fiecare automobil având lungimea l și păstrând distanța d între automobile. Din sens opus vine o mașină a Poliției cu viteza u . La întâlnirea acestora cu fiecare automobil, șoferul automobilului reduce viteza la v' . a) Care va fi noua distanță d' dintre automobile ? b) Dacă lungimea coloanei era L , care va fi noua lungime L' a coloanei?

$$R. d' = \frac{d(u+v') - l(v-v')}{u+v}; L' = \frac{L(u+v') + l(v-v')}{u+v}$$

Top-M.41. O coloană de sportivi aleargă cu viteza v . În întâmpinarea lor fuge un antrenor cu viteza u . La întâlnirea fiecărui sportiv cu antrenorul, sportivul pornește imediat înapoi cu aceeași viteză v . Ce lungime va avea coloana după ce antrenorul ajunge la ultimul sportiv, dacă lungimea inițială a coloanei este L ?

$$R. L' = L \frac{v-u}{v+u}. \text{ Dacă } v > u \text{ ordinea sportivilor în coloană se păstrează, altfel se inversează, iar pentru } v = u, L' = 0$$

Top-M.42. Un autoturism, având lățimea a , se deplasează rectiliniu și uniform, cu viteza v_0 pe lângă bordura șoselei. Un pieton, aflat pe bordură, la distanța b față de partea anterioară a autoturismului (în fața sa), vrea să traverseze fără a fi lovit de autoturism. a) Pe ce direcție trebuie să se deplaseze pietonul pentru ca modulul vitezei sale să aibă valoarea

minim posibilă? b) Exprimați această valoare a vitezei prin v_0 , a și b . c) Aplicație numerică: $a = 1,5$ m, $\frac{b}{a} = \frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}-1}$, $v_0 = 36$ km/h.

$$R. \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} = 15^\circ; v_{\min} = v_0 \cos \theta = 2,59 \text{ m/s, unde}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{b}{a}$$

Top-M.43. Departe de suprafața Pământului, pe orbite circulare situate în același plan, evoluează doi sateliți. Perioada rotației primului satelit este de două ori mai mică decât a celui de-al doilea. La un anumit moment cei doi sateliți se află deasupra aceleiași punct de pe suprafața Pământului, distanța dintre ei fiind minimă. După cât timp distanța dintre sateliți devine maximă? Determinați raportul $\frac{D_{\max}}{D_{\min}}$.

R. După un timp egal cu perioada cea mai mică.

$$\frac{D_{\max}}{D_{\min}} = \frac{\sqrt[3]{4+1}}{\sqrt[3]{4-1}}$$

Top-M.44. O fată înoată cu o viteză de două ori mai mare decât viteza de curgere a apei unui râu. Pe ce direcție trebuie să înoate ea spre malul celălalt, pentru ca deplasarea sa în lungul râului să fie minimă?

R. direcția după care trebuie să înoate face un unghi de 60° cu malul.

Top-M.45. Pe o suprafață orizontală se poate deplasa cu frecare un corp de masă m , coeficientul de frecare este μ ($\mu = \operatorname{tg}\varphi$, $\varphi =$ unghiul de frecare). Asupra corpului se acționează cu o forță F care face unghiul α cu orizontala, deasupra acesteia. Pentru ce valoare a unghiului α accelerația imprimată corpului este maximă și care este această accelerație? Cu ce forță maximă se poate acționa asupra corpului astfel încât acesta să rămână în repaus pentru orice valoare a unghiului α . (Corpul rămâne mereu în contact cu masa).

$$R. \alpha = \varphi, a_{\max} = \frac{F}{m \cos \varphi} - \mu g, F_{\max} = mg \sin \varphi$$

Top-M.46. Pe o suprafață orizontală netedă (fără frecări) se poate deplasa o scândură de masă $M = 1 \text{ kg}$. Pe suprafața orizontală superioară a scândurii poate aluneca cu frecare o săniuță. Marginea anterioară a săniuței se găsește la o distanță $l = 50 \text{ cm}$ de marginea anterioară a scândurii în momentul eliberării săniuței. Coeficientul de frecare la alunecare este $\mu = 0,02$, masa săniuței cu motor $m = 100 \text{ g}$. Pe săniuță este instalat un motor, care înfășoară pe un tambur un fir cu viteza constantă $v_0 = 10 \text{ cm/s}$. Celălalt capăt al firului este legat, în primul caz de un par suficient de depărtat, care este fixat de planul suport, și în cel de-al doilea caz de un par care este fixat chiar de scândura M . Se ține scândura fixă și I se dă posibilitate săniuței să se miște cu viteza v_0 și imediat se lasă liberă și scândura. Să se determine în cele două cazuri felul mișcării și vitezele scândurii și săniuței după ce sunt lăsate libere. Să se determine în cele două cazuri timpul după care săniuța ajunge la marginea anterioară a scândurii.



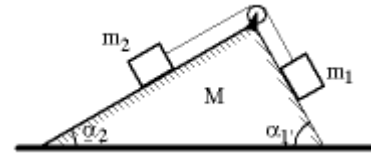
R. Caz 1. Săniuța se mișcă, față de pământ cu viteză constantă v_0 . Viteza scândurii crește uniform de la 0

la v_0 cu accelerația $a = \frac{\mu mg}{M}$, după care se mișcă cu

viteză constantă v_0 . Durata mișcării accelerate a scândurii este de 5,1 s. Săniuța nu ajunge la marginea anterioară a scândurii, deoarece în cele 5,1 s ea parcurge pe scândură numai 25,6 cm. Caz 2. Săniuța se deplasează cu viteza v_0 față de scândură și ajunge la capătul ei în 5 s. scândura rămâne în repaus față de pământ.

Top-M.47. Pe o pană netedă (dublu plan înclinat) cu secțiune triunghiulară, de masă M , sunt așezate 2 corpuri cu masele m_1 și m_2 , legate între ele printr-un fir inextensibil. Firul trece peste un scripete fixat pe muchia penei. Unghiurile de la baza penei ale celor două plane înclinate față de orizontală sunt

α_1 și α_2 . Inițial întregul sistem se află în repaus pe planul orizontal, apoi se lasă liber. Să se calculeze accelerația penei, dacă sistemul se mișcă numai sub acțiunea forțelor de greutate. Să se exprime accelerațiile relative ale celor două corpuri față de pană prin accelerația penei. Ce relație trebuie să existe între masele celor două corpuri pentru ca pana să rămână în repaus, iar cele două corpuri să alunece pe ea. toate frecările sunt neglijabile.



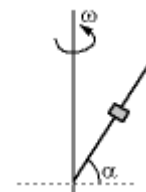
R. accelerația penei:

$$a_0 = g \frac{(m_1 \sin \alpha_1 - m_2 \sin \alpha_2)(m_1 \cos \alpha_1 + m_2 \cos \alpha_2)}{(m_1 + m_2 + M)(m_1 + m_2) - (m_1 \cos \alpha_1 + m_2 \cos \alpha_2)^2}$$

; accelerația corpurilor față de pană prin accelerația penei:

$$a_r = \frac{g(m_1 \sin \alpha_1 - m_2 \sin \alpha_2) + a_0(m_1 \cos \alpha_1 + m_2 \cos \alpha_2)}{(m_1 + m_2)}$$

Top-M.48. Pe o axă verticală este fixată lateral o tijă sub un unghi α . Sistemul se poate roti în jurul axei verticale cu viteza unghiulară ω . Pe tijă se află un corp de masă m care poate aluneca de-a lungul tijei. Lunecarea se face cu frecare cu un coeficient de frecare μ ($\mu = \operatorname{tg}\beta$, $\beta =$ unghi de frecare). a) Fie $\omega = 0$, adică sistemul nu se rotește. Pentru ce unghiuri α corpul este în repaus și pentru ce unghiuri α el se află în mișcare? b) Sistemul se rotește cu viteza unghiulară ω constantă. În timpul rotației unghiul α rămâne constant. Pentru ce poziții corpul se află în repaus față de tijă?



R. a) pentru $\alpha < \beta$ corpul este în repaus, iar pentru $\alpha > \beta$ el este în mișcare; b) distanța de la corp la axa

de rotație $r \in \left(\frac{g}{\omega^2} \operatorname{tg}(\alpha - \beta), \frac{g}{\omega^2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \right)$. Dacă $\alpha < \beta$

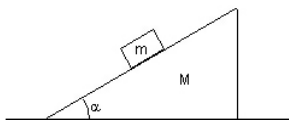
$$\text{condiția devine: } r \in \left[0, \frac{g}{\omega^2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \right)$$

Top-M.49. Pe platforma orizontală a unui vagonet cu masa $M = 20 \text{ kg}$, care se poate mișca orizontal fără frecare, se așează o ladă cu masa $m = 2 \text{ kg}$, de care se trage orizontal cu o forță F . Lungimea platformei în direcția de tragere este

$L = 1$ m, iar coeficientul de frecare la alunecare între ladă și platformă este $\mu = 0,25$. a) Pentru ce valori ale forței F lada nu alunecă pe platformă? b) După cât timp lada cade de pe platformă dacă $F = 20$ N?

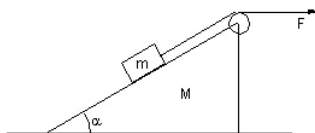
$$R. F \leq \mu mg \left(1 + \frac{m}{M}\right); t = \sqrt{\frac{2mML}{FM - \mu mg(m+M)}}$$

Top-M.50. Pe un plan înclinat cu unghiul α și masă M alunecă un corp cu masa m . Planul înclinat se află pe suprafața orizontală a unei mese. Neglijând frecările aflați accelerația planului și accelerația corpului față de planul înclinat.



$$R. a = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha} \text{ și } a' = \frac{(m+M)g \sin \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}$$

Top-M.51. Un plan înclinat cu masa M și unghiul α față de orizontală se poate deplasa de-a lungul unei suprafețe orizontale. Pe planul înclinat se află un corp de masă m legat cu un fir trecut peste un scripete fixat în vârful planului înclinat. Să se calculeze accelerațiile corpului și planului înclinat față de suprafața orizontală dacă se trage orizontal firul cu o forță F . Care sunt limitele între care poate lua valori forța F pentru ca problema să fie posibilă?



R. accelerația planului:

$$a_p = \frac{F(1 - \cos \alpha) + mg \sin \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}, \text{ accelerația corpului}$$

față de plan:

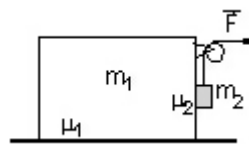
$$a_0 = \frac{F[M + m(1 - \cos \alpha)] - m(M + m)g \sin \alpha}{m(M + m \sin^2 \alpha)}, \text{ iar accelerația}$$

corpului față de suprafața orizontală:

$$\vec{a} = \vec{a}_p + \vec{a}_0, a = \sqrt{a_p^2 + a_0^2}. \text{ Problema este posibilă (m}$$

$$\text{urcă) dacă: } g \frac{m(m+M) \sin \alpha}{M + m(1 - \cos \alpha)} \leq F \leq g \frac{M \cos \alpha}{(1 - \cos \alpha) \sin \alpha}$$

Top-M.52. Pentru sistemul din figură se cunosc: $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 1$ kg, $\mu_1 = 0,2$, $\mu_2 = 0,4$. Scripetele este ideal, iar corpul cu masa m_1 nu se răstoarnă. Pentru diferite valori ale forței F sistemul pornește din repaus. Să se determine accelerația a_1 a primului corp în funcție de forța F și să se reprezinte grafic dependența $a_1 = f(F)$, considerând $g = 10$ m/s².



$$R. 1^\circ F \in \left[0, \frac{\mu_1 m_1 g}{1 - \mu_1}\right]: \text{corpul } m_1 \text{ este în repaus iar } m_2$$

$$\text{coboară; } 2^\circ F \in \left[\frac{\mu_1 m_1 g}{1 - \mu_1}, \frac{m_2 g(m_1 + m_2)(1 + \mu_1 \mu_2)}{m_1 + m_2 + \mu_2 m_2}\right]:$$

$$\text{corpul } m_2 \text{ coboară, iar } a_1 = \frac{F(1 - \mu_1) - \mu_1 m_1 g}{m_1 + m_2 + \mu_1 \mu_2 m_2};$$

$$F \in \left[\frac{m_2 g(m_1 + m_2)(1 + \mu_1 \mu_2)}{m_1 + m_2 + \mu_2 m_2}, \frac{m_2 g(m_1 + m_2)(1 - \mu_1 \mu_2)}{m_1 + m_2 - \mu_2 m_2}\right]$$

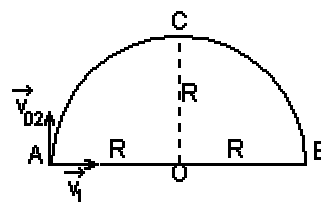
: corpul 2 este în repaus față de 1 și

$$a_1 = \frac{F - \mu_1(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}; 4^\circ$$

$$F > \frac{m_2 g(m_1 + m_2)(1 - \mu_1 \mu_2)}{m_1 + m_2 - \mu_2 m_2}: \text{corpul 2 urcă și}$$

$$a_1 = \frac{F(1 - \mu_1) - \mu_1 m_1 g}{m_1 + m_2 - \mu_1 \mu_2 m_2}$$

Top-M.53. Două mobile se deplasează între punctele A și B, reprezentate în figură, plecând simultan din A. Primul dintre acestea se deplasează cu viteza constantă v_1 în lungul diametrului AOB. Al doilea mobil se deplasează pe semicercul ACB, pornind cu viteza inițială v_{02} . Pentru ca mobilele să ajungă simultan în B, modulul vitezei mobilului al doilea se modifică uniform. a) Să se exprime accelerația celui de-al doilea mobil în funcție de timp în intervalul considerat; b) Să se determine valoarea numerică a accelerației în pozițiile C și B. Aplicație numerică: $v_1 = v_{02} = 10$ m/s, $R = 10$ m.



$$R. \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n; a_t \text{ și } a_n - \text{componentele tangențială, respectiv normală ale accelerației; } a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2},$$

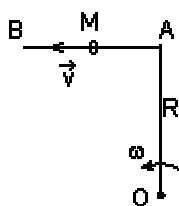
$$\text{unde } a_t = \frac{v_1}{2R}(\pi v_1 - 2v_{02}) = 5,71 \text{ m/s}^2,$$

$$a_n = a_{cp} = \frac{v_2^2}{R} = \frac{1}{R}(v_{02} + a_t t)^2; a_C = 28,52 \text{ m/s}^2;$$

$$a_B = 46,218 \text{ m/s}^2$$

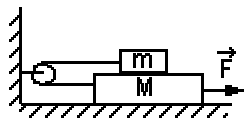
Top-M.54.. O bară cotită OAB, cu unghi de 90° în A, se rotește cu viteza unghiulară ω în jurul unei axe ce trece prin O și este perpendiculară pe planul desenului. De-a lungul brațului AB se deplasează,

cu viteză constantă v , un inel mobil M care pornește (la $t = 0$) din punctul A . Determinați modulul vitezei absolute a inelului M la momentul de timp $t > 0$ (când el se află încă pe brațul AB al barei). Aplicație numerică: $R = 1$ m, $v = 2$ m/s, $\omega = 2$ rad/s, $t = \sqrt{3}$ s.



$$R. v = \sqrt{(v + \omega R)^2 + (\omega vt)^2} = 8 \frac{m}{s}$$

Top-M.55. Pe o masă orizontală netedă de aflare o scândură de masă M pe care este așezată o cărămidă cu masa m . Scândura și cărămida sunt legate cu un fir inextensibil și imponderabil, trecut peste un scripete ideal fixat de un perete, ca în figură. a) Cu ce forță F trebuie acționat asupra scândurii, în lungul firului, pentru ca ea să se deplaseze cu accelerația $a = \frac{g}{2}$? b) Determinați tensiunea din fir; c) Aplicație numerică: $M = 2$ kg, $\mu = 0,5$, $g = 10$ m/s².



$$R. F = \frac{g}{2}(M + m + \mu m) = 25 \text{ N}; T = \frac{mg}{2}(1 + 2\mu) = 10 \text{ N}$$

Top-M.56. Peste un scripete ideal este trecut un fir de masă neglijabilă. De un capăt al firului este prinsă o scară pe care se află un om, iar la celălalt capăt este legat un corp care echilibrează greutatea scării și a omului. Omul începe să urce pe scară uniform accelerat parcurgând o distanță de 2,1 m pe scară. Să se afle cu ce înălțime se ridică omul față de pământ, dacă masa lui este de 6 ori mai mare decât masa scării.

$$R. 1,2 \text{ m}$$

Top-M.57. Pe o suprafață orizontală se află două corpuri cu masele m_1 și respectiv m_2 , legate printr-un resort nedeformat. Ce forță orizontală minimă trebuie aplicată primului corp pentru a mișca și corpul al doilea? Coeficientul de frecare μ este același pentru ambele corpuri.

$$R. F = \mu g \left(m_1 + \frac{m_2}{2} \right)$$

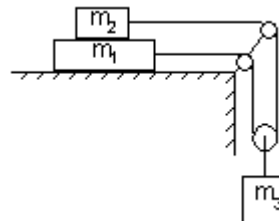
Top-M.58. Spre vârful unui plan înclinat cu unghiul α față de orizontală, este tras un corp, cu ajutorul unei sfori. Coeficientul de frecare dintre corp și plan este μ . Calculați sub ce unghi față de orizontală trebuie orientată sfoara, astfel încât, cu un

efort minim corpul să urce pe plan: a) uniform; b) cu o accelerație dată, a.

$$R. \text{ Dacă } a = a_0 = \frac{g(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{\mu} \text{ normala se anulează. Pentru accelerații mai mici decât } a_0, \text{ forța este minimă când, } \beta = \alpha + \arctg \mu, \text{ iar pentru accelerații}$$

mai mari decât a_0 , $\beta = \alpha + \arctg \frac{g \cos \alpha}{g \sin \alpha + a}$.

Top-M.59. Pentru sistemul din figură se cunoaște coeficientul de frecare μ dintre corpul 1 și corpul 2 și se știe că $m_3 = m_1 + m_2$, iar între corpul 1 și suprafața orizontală nu există frecare. Să se determine raportul $\frac{m_1}{m_2}$ pentru care corpurile se mișcă cu aceeași viteză. Se neglijează masele scripetilor, iar firele sunt imponderabile și inextensibile.



$$R. 1 - 4\mu \leq \frac{m_1}{m_2} \leq 1 + 4\mu$$

Top-M.60. O sfoară este trecută peste un cilindru orizontal fix. Pentru a susține un corp cu masa $m = 6$ kg suspendat la un capăt al sforii, se acționează la celălalt capăt cu forța $F_1 = 40$ N. Cu ce forță minimă F_2 trebuie acționat astfel încât corpul să înceapă să urce?

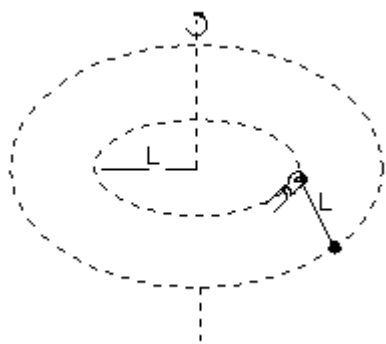
$$R. F_2 = \frac{G^2}{F_1}$$

Top-M.61. Un pasager, aflat într-un avion care zboară la înălțimea $h = 10$ km, vede răsăritul Soarelui. Stabiliți după cât timp un observator aflat pe sol, sub avion, va vedea răsăritul Soarelui.

$$R. \text{ La ecuator: } t = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{2h}{R}}, \text{ unde } T = 24 \text{ h și}$$

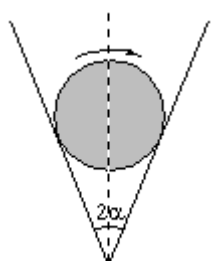
$$R = 6400 \text{ km. La o latitudine } \varphi, R \text{ se înlocuiește cu } R \cos \varphi.$$

Top-M.62. Un copil rotește uniform deasupra capului o piatră cu masa m , legată de o sfoară cu lungimea L . Mâna în care ține capătul sforii descrie un cerc cu raza L . Să se determine raza cercului descris de piatră, dacă forța de rezistență întâmpinată de aceasta din partea aerului este kv^2 , unde k este un coeficient de proporționalitate, iar v este viteza pietrei. Forța de greutate a pietrei se poate neglija.



$$R \cdot R = L \sqrt{\frac{m^2}{2k^2 L^2} \left(\sqrt{1 + \frac{16k^2 L^2}{m^2}} - 1 \right)}$$

Top-M.63. Corespunzător unei latitudini geografice φ , la ce distanță de centrul Pământului se află direcția firului cu plumb? Aplicație numerică: $R = 6400 \text{ km}$; $\varphi = 45^\circ$; $T = 86000 \text{ s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.



$$R \cdot d = \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2 \frac{\sin 2\varphi}{2g} = 10 \text{ km}$$

Top-M.64. Un cilindru omogen cu masa m , care se rotește în jurul axei sale orizontale, este așezat între doi pereți plani, așa cum indică desenul alăturat. Coeficientul de frecare dintre cilindru și fiecare perete fiind μ să se determine forța cu care cilindrul acționează asupra fiecărui perete. Se știe că bisectoarea unghiului 2α dintre pereți este verticală.

$$R \cdot F_1 = \frac{\mu mg}{\cos \alpha} \frac{1 + \mu \text{tg} \alpha}{2(1 + \mu^2) \text{tg} \alpha}; F_2 = \frac{\mu mg}{\cos \alpha} \frac{1 + \mu \text{tg} \alpha}{2(1 + \mu^2) \text{tg} \alpha}$$

Top-M.65. Într-o anumită galaxie se află un sistem planetar analog sistemului planetar al Soarelui nostru. Densitatea medie a planetelor și a Soarelui din acel sistem este de $n_1 = 2$ ori mai mică decât densitatea planetelor și a Soarelui din sistemul nostru planetar, iar dimensiunile tuturor corpurilor cerești sunt de $n_2 = 3$ ori mai mici decât dimensiunile corespunzătoare ale corpurilor din sistemul nostru planetar. Câte zile terestre durează un an pe planeta X, din acel sistem solar, analoagă Pământului din sistemul Soarelui nostru?

R. 260 zile terestre.

Top-M.66. Coeficientul de elasticitate al unui cordon de cauciuc, cu lungimea l și masa m , este k . Un inel, confecționat din acest cordon, se rotește cu viteza unghiulară ω , în plan orizontal, în jurul axului

vertical care trece prin centrul inelului. Să se determine raza inelului în timpul rotației.

$$R \cdot R = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{1 - \frac{\omega^2 m}{4\pi^2 k}}$$

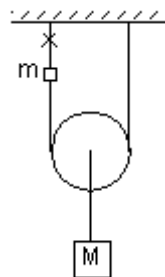
Top-M.67. Un lăncșor cu masa m și lungimea l este pus pe un con circular cu unghiul la vârf 2α . Conul se rotește în jurul axului vertical (axul de simetrie) cu viteza unghiulară ω . Planul lăncșorului este orizontal. Să se determine tensiunea din lăncșor.

$$R \cdot T = \frac{m}{2\pi} \left(\frac{g}{\text{tg} \alpha} + \frac{\omega^2 l}{2\pi} \right)$$

Top-M.68. La o coborâre rapidă, un schior alunecă pe o pantă cu înclinația $\theta = 45^\circ$, coeficientul de frecare dintre schiuri și zăpadă fiind $\mu = 0,1$. Rezistența aerului este $F_r = \alpha v^2$, unde $\alpha = 0,7 \text{ N}/(\text{m/s})^2$. Să se determine viteza maximă a schiorului, dacă masa lui este $m = 90 \text{ kg}$.

$$R \cdot v_{\max} = \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{2} mg \frac{1 - \mu}{\alpha}} \approx 28 \text{ m/s}$$

Top-M.69. Două corpuri cu masele $m = 2 \text{ kg}$ și $M = 1 \text{ kg}$ sunt suspendate, folosind fire ușoare și inextensibile și un scripete foarte ușor, așa cum indică desenul din figură. Se taie firul în locul indicat. După cât timp, din acel moment, viteza corpului cu masa m devine $v = 4,9 \text{ m/s}$? Se neglijează frecările.

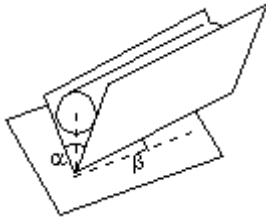


$$R \cdot t = \frac{(4m + M)v}{2g(2m + M)} = 0,45 \text{ s}$$

Top-M.70. Un cilindru cu pereți subțiri se rostogolește pe un plan orizontal cu accelerația a . Un corp A, ale cărui dimensiuni sunt mici în comparație cu raza cilindrului, alunecă pe fața interioară a cilindrului, în așa fel încât unghiul dintre raza vectorie a punctului A și verticala punctului A rămâne constant. Să se determine acest unghi, coeficientul de frecare dintre corp și cilindru fiind μ .

$$R \cdot \text{tg} \alpha = \frac{\mu g + a}{g - \mu a}$$

Top-M.71. Să se determine accelerația cilindru-lui care alunecă pe jgheabul reprezentat în figură. Coeficientul de frecare între cilindru și fețele jgheabului este μ , iar unghiurile din desen sunt cunoscute.

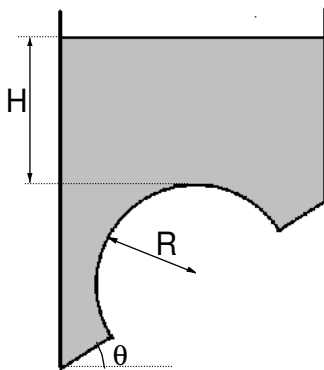


$$R. a = g \left[\sin \beta - \frac{\mu \cos \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

Top-M.72. Un automobil se deplasează pe un drum în formă de arc de cerc cu raza R . Brusc, șoferul observă pe drum un obstacol și începe să frâneze. Ce distanță a parcurs automobilul până la oprire dacă în momentul începerii frânării viteza acestuia era v_0 , iar coeficientul de frecare al roților cu drumul este μ . Se știe că automobilul frânează cu accelerația maximă posibilă constantă.

$$R. D = \frac{v_0^2 R}{2\sqrt{\mu^2 g^2 R^2 - v_0^4}}$$

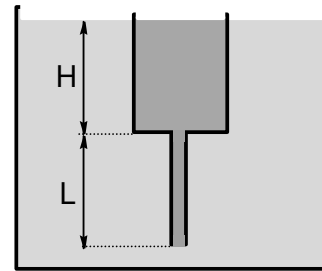
Top-M.73. Fundul unui vas formează unghiul $\theta = 45^\circ$ cu un plan orizontal. Fundul vasului conține o convexitate semisferică cu raza R . (vezi figura). Înălțimea lichidului deasupra convexității este H . Ce forță verticală exercită lichidul pe partea convexă a fundului vasului, dacă densitatea lichidului este ρ ?



$$R. F_V = \rho g \pi R^2 \left[(H + R) \cos \theta - \frac{2}{3} R \right]$$

Top-M.74. Un mic vas cilindric cu aria bazei S , prevăzut în partea inferioară cu un tub subțire cu lungimea L , este introdus într-un vas larg, care conține un lichid cu densitatea ρ_1 . Vasul mic conține un lichid colorat cu densitatea $\rho_2 > \rho_1$, până la înălțimea H , astfel încât nivelul lichidelor în vase este același (vezi figura). La un anumit moment se deschide tubul. Lichidul greu începe să curgă în vasul mare, iar după un anumit timp lichidul ușor începe să curgă în vasul mic. Procesul se repetă de la sine. Ce masă din lichidul greu va curge din vasul mic prima dată? Ce masă din lichidul greu va curge în fiecare din cazuri-

le următoare? Ce masă din lichidul ușor va curge în vasul mic de fiecare dată? Lichidele nu se amestecă și se neglijează fenomenele capilare.

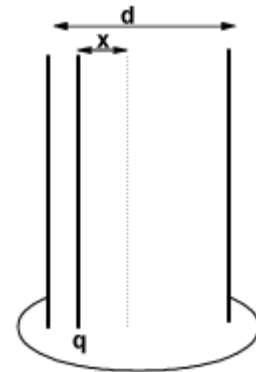


R. Prima dată se scurge din cilindrul mic o masă $m_1 = (\rho_2 - \rho_1)(H + L)S$, apoi de fiecare dată se va scurge și va pătrunde aceeași masă de lichid $m = (\rho_2 - \rho_1)LS$

Top-M.75. Un vas cilindric de rază R , al cărui ax formează cu verticala unghiul α , este plin cu apă. În cilindru se află un piston bine șlefuit, al cărui material lasă să treacă aerul, însă este impermeabil pentru apă. Pentru ce greutate minimă a pistonului, toată suprafața lui inferioară este în contact cu apa?

$$R. G = \pi \rho g R^3 \sin \alpha$$

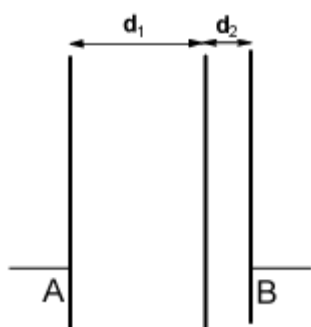
Top-E.21. Între plăcile unui condensator plan, situate la distanța d , conectate printr-un conductor, se află o placă plană, paralelă și identică cu armăturile condensatorului, având sarcina q . Placa electrizată este deplasată, paralel cu poziția inițială pe distanța x . Ce sarcină electrică trece prin circuitul exterior al condensatorului?



$$R. \Delta Q = \frac{xq}{d}$$

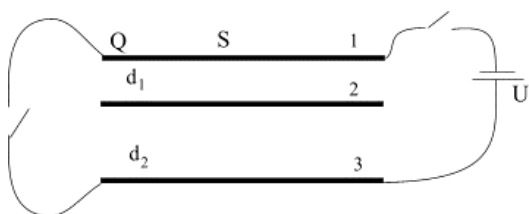
Top-E.22. a) Să se determine intensitatea câmpului electric produs de un sistem format din două plăci plane paralele, aflate în aer, electrizate uniform, având densitățile superficiale ale sarcinilor electrice $\sigma_1 > 0$ și $\sigma_2 < 0$, care satisfac condiția $\sigma_1 < |\sigma_2|$, în următoarele cazuri: între cele două plăci; în afara celor două plăci. b) Cele două plăci, conectate la tensiunea U formează un condensator. Presupunând că aria suprafeței fiecărei plăci este

$S = 1 \text{ dm}^2$, distanța dintre plăci $d = 1 \text{ mm}$, iar forța de atracție dintre plăci $F = 10^{-4} \text{ N}$, să se calculeze: densitatea superficială a sarcinilor de pe plăci; tensiunea U dintre plăci. c) cele două plăci aflându-se la distanța $d = 5 \text{ mm}$ și fiind legate la tensiunea $U = 100 \text{ V}$, se introduce între ele o a treia placă, identică cu primele, la distanța $d = 3 \text{ mm}$ de una dintre plăci. Să se găsească forța care acționează asupra acestei plăci, dacă ea este electricizată uniform cu sarcina pozitivă $q = 10^{-6} \text{ C}$. c) Cu cele trei plăci se realizează montajul din figură. Distanțele dintre plăci sunt $d_1 = 10 \text{ mm}$ și respectiv $d_2 = 1 \text{ mm}$. Tensiunea dintre A și B este $U = -100 \text{ V}$. Dielectricul dintre plăci are permitivitatea $\epsilon = 1,77 \cdot 10^{-11} \frac{\text{F}}{\text{m}}$. Să se calculeze sarcina q a plăcii interioare.



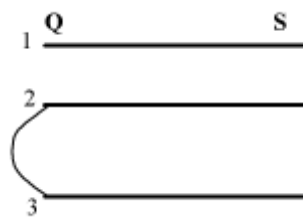
R. a) $E_{\text{int}} = \frac{\sigma_1 + |\sigma_2|}{2}$; $E_{\text{extl}} = E_{\text{extl}} = \frac{\sigma_1 - |\sigma_2|}{2}$; b) $\sigma = \sqrt{\frac{2\epsilon F}{S}}$; $U = \sqrt{\frac{2Fd^2}{\epsilon S}}$; c) $F = \frac{q}{d} \left[U + \frac{q(2a-d)}{2\epsilon S} \right]$ d) $q = \frac{\epsilon S U (d_1 + d_2)}{d_1 d_2}$

Top-E.23. În montajul din figură se cunosc: S , ϵ , d_1 , d_2 , U . Inițial placa 1 este încărcată cu sarcina Q , iar celelalte sunt neutre. Aflați sarcinile de pe plăci după închiderea întrerupătoarelor.



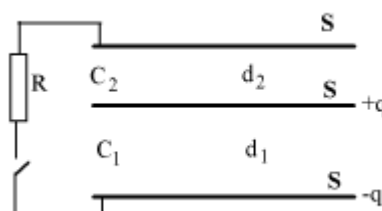
R. $q_1 = \frac{Q}{2} + \frac{\epsilon S U}{d_1}$, $q_2 = -\epsilon S U \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)$, $q_3 = \frac{Q}{2} + \frac{\epsilon S U}{d_2}$

Top-E.24. Fie trei plăci metalice plan – paralele de arie $S = 100 \text{ cm}^2$ apropiate între ele. Placa 1 este încărcată cu sarcina $Q = 0,1 \mu\text{C}$, iar celelalte sunt scurtcircuitate între ele. Aflați forța care acționează asupra plăcii 2.



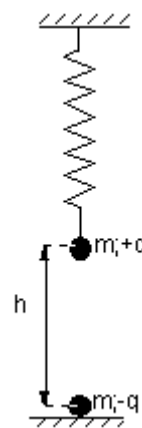
R. $F = \frac{Q^2}{8\epsilon_0 S}$

Top-E.25. Se dă montajul din figură în care condensatorul C_1 este inițial încărcat până la energia $W_0 = 0,4 \text{ mJ}$ și $\frac{d_2}{d_1} = 3$. Placa superioară este neutră. Ce căldură se degajă pe rezistor după închiderea întrerupătorului?



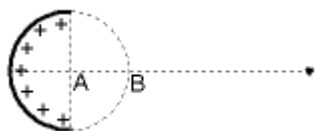
R. $Q = W_0 \frac{1}{1 + \frac{d_2}{d_1}} = 0,1 \text{ mJ}$

Top-E.26. O bilă mică cu masa m și sarcina electrică $q_1 = +q$ este suspendată de un resort vertical cu constanta de elasticitate k . La momentul inițial bila este ținută astfel încât resortul este nedeformat. Pe aceeași verticală, la distanța h , se află o altă bilă, identică cu prima, electricizată cu sarcina $q_2 = -q$. Se lasă liberă bila superioară. Să se determine valoarea minimă a sarcinii q , pentru care bila inferioară se desprinde de pe suportul orizontal. Se dau: ϵ și g .



R. $q_{\text{min}} = \sqrt{4\pi\epsilon h^2 mg \left(1 - \frac{2mg}{hk} \right)}$

Top-E.27. O particulă electricizată, localizată la infinit, în stare de repaus este atrasă în lungul liniei AB de către un semicerc electricizată uniform. Raportul vitezelor în punctele A și B este $\frac{v_A}{v_B} = n$. Găsiți raportul accelerațiilor în cele două puncte.



$$R. \frac{a_A}{a_B} = \frac{4n^2}{\pi}$$

Top-E.28. Intensitatea unui câmp electrostatic omogen la stânga unei plăci plane electrizate este \vec{E}_1 , iar la dreapta \vec{E}_2 . Determinați forța care acționează pe unitatea de suprafață a plăcii considerate infinită.

$$R. \frac{F}{S} = \epsilon_0 \frac{E_2^2 - E_1^2}{2}$$

Top-E.29. Trei particule identice, fiecare cu masa m și sarcina electrică q se află în vârfurile unui triunghi echilateral cu latura r_0 . Inițial particulele sunt menținute în repaus, apoi se eliberează simultan. Determinați: a) viteza fiecărei particule atunci când distanța dintre ele este r ; b) lucrul mecanic efectuat de forțele electrice, care acționează asupra fiecărei particule, pentru depărtarea particulelor la distanțe foarte mari, una față de cealaltă.

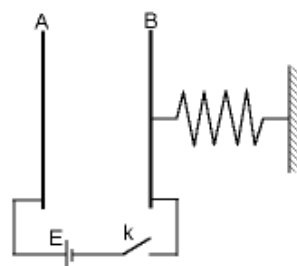
$$R. a) v = \sqrt{\frac{2kq^2}{m} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} \right)}, b) L = \frac{kq^2}{r_0}, k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Top-E.30. Un electron zboară între plăcile electrizate ale unui condensator plan, având la momentul inițial viteza \vec{v}_0 , orientată așa cum se indică în figură. După cât timp trebuie inversat sensul câmpului electric al condensatorului pentru ca electronul să treacă prin punctul B? Lungimea condensatorului este L .



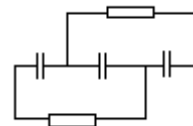
$$R. t = \frac{L}{v_0(2 + \sqrt{2})}$$

Top-E.31. Placa A a unui condensator plan este fixă, iar placa B este legată de un perete printr-un resort, putându-se mișca, rămânând paralelă cu placa A. După închiderea întrerupătorului k , placa B începe să se deplaseze și se oprește într-o poziție de echilibru, distanța dintre plăci reducându-se la $f_1 = 10\%$. Cum se va schimba distanța dintre plăci, dacă întrerupătorul k se închide numai pentru scurt timp. Se presupune că placa B nu are destul timp pentru a se deplasa apreciabil în timpul manevrării întrerupătorului.



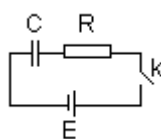
$$R. f_2 = 8,1\%$$

Top-E.32. Trei condensatoare identice, fiecare cu capacitatea C , înseriate, sunt cuplate la o baterie cu t.e.m. E . După se sunt complet încărcate se deconectează de la baterie. Atunci două rezistoare de rezistență R sunt conectate simultan la acestea, așa cum indică figura. Câtă căldură se va elibera în fiecare rezistor? Care sunt curenții prin rezistoare când tensiunea pe condensatorul din mijloc este de 10 ori mai mică decât t. e. m. a bateriei?



$$R. Q_1 = Q_2 = \frac{2CE^2}{27}; I = \frac{19E}{60R}; I = \frac{E}{60R}$$

Top-E.33. În schema din figură (mărimile C, R și E sunt cunoscute), în timp ce întrerupătorul k este deschis, sarcina armăturii din stânga a condensatorului este nulă. Determinați sarcina inițială a armăturii din dreapta a condensatorului dacă, după închiderea întrerupătorului, pe rezistorul R se eliberează aceeași căldură ca și atunci când condensatorul ar fi inițial neîncărcat.



$$R. q = 4CE$$

Top-E.34. Două sfere metalice cu masa m fiecare, ale căror raze sunt r și $2r$, sunt plasate într-un câmp electric E , orientat de la sfera mare spre cea mică. Distanța dintre centrele sferelor este $R_0 = 4r$. Sfera mare poartă sarcina q ($\frac{kq}{r^2} \ll E$), iar cea mică este neutră. Sferile sunt lăsate libere. Timpul între prima și a doua ciocnire a sferelor este t . Găsiți timpul între a $n - a$ și a $n + 1 - a$ ciocnire și distanța parcursă de sfere în acest timp. Cât este accelerația lor medie pe parcursul unei perioade de timp suficient de lungi? Ciocnirile sunt perfect elastice.

$$R. t; a_{CM} = \frac{qE}{2m}$$

Top-E.35. Un conductor a cărui rezistență depinde de temperatură este conectat la o sursă cu tensiunea constantă U . Rezistența conductorului depinde de temperatură în acord cu legea: $R = R_0(1 - \mu t)$, în care R_0 este rezistența la $t = 0^\circ\text{C}$, iar $\mu > 0$. Determinați temperatura stabilă a conductorului, dacă temperatura mediului înconjurător este 0°C , în timp ce căldura eliberată în mediul înconjurător în unitatea de timp, este $W = b\Delta t$, unde Δt este diferența de temperatură dintre conductor și mediul înconjurător.

$$R. t = \frac{1}{2\mu} \left[1 \pm \sqrt{1 - U^2 \frac{4\mu}{R_0 b}} \right]$$

Top-E.36. Două corpuri mici, fiecare cu masa m și sarcina q se află la distanța r unul față de celălalt, pe o suprafață orizontală. Eliberăm unul din corpuri. Când distanța dintre ele devine $2r$ eliberăm și celălalt corp. Determinați vitezele corpurilor când distanța dintre ele este foarte mare. Se neglijează frecările.

$$R. v_1 = \frac{q(\sqrt{3} + 1)}{4\sqrt{\pi\epsilon m}}; v_2 = \frac{q(\sqrt{3} - 1)}{4\sqrt{\pi\epsilon m}}$$

Top-E.37. Într-o sferă de rază R , electrizată uniform, există o cavitate sferică de rază r , al cărei centru se află la distanța a față de centrul sferei. Să se determine intensitatea câmpului electric în diferite puncte din interiorul cavității, dacă densitatea volumică de sarcină este ρ .

R. $E = \frac{\rho a}{3\epsilon}$, paralel cu dreapta determinată de centrul sferei și al cavității, orientat spre exterior, pentru sarcini pozitive.

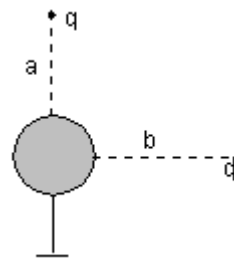
Top-E.38. Sarcina electrică $q = 10^{-8}\text{C}$ este distribuită uniform pe un arc de cerc cu raza $R = 1\text{cm}$ și cu deschiderea unghiulară: a) $\varphi = \pi$; b) $\varphi = \frac{2\pi}{3}$. Să se determine intensitatea câmpului electric în centrul cercului din care face parte arcul considerat.

$$R. a) E = \frac{2kq}{\pi R^2}; b) E = \frac{2kq}{\varphi R^2} \sin \frac{\varphi}{2}$$

Top-E.39. Două corpuri punctiforme identice, electrizate cu sarcina q se deplasează pe un cerc de rază R în jurul unui corp punctiform fix electrizat cu sarcina Q , rămânând tot timpul la extremitățile unui diametru. Să se determine viteza unghiulară cu care se rotesc corpurile mobile, fiecare având masa m .

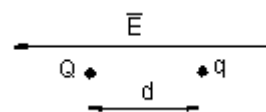
$$R. \omega = \frac{1}{4R} \sqrt{\frac{1}{\pi\epsilon m R} (4Q - q)q}$$

Top-E.40. Două corpuri punctiforme electrizate cu sarcina q fiecare se află la distanța a și respectiv b față de o sferă cu raza mică r , legată la pământ. Distanțele de la elementele sistemului până la suprafața pământului și până la celelalte elemente ale sistemului sunt mult mai mari decât a și b . Să se determine forța cu care corpurile punctiforme electrizate acționează asupra sferei.



$$R. F = \frac{rq^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \sqrt{\frac{1}{a^4} + \frac{1}{b^4}}$$

Top-E.41. Într-un câmp electric uniform cu intensitatea E este fixat un corp punctiform cu sarcina Q , iar la distanța d față de acesta se află un alt corp punctiform electrizat cu sarcina q . Să se determine viteza maximă dobândită de corpul cu sarcina q , după eliberarea sa, dacă el are masa m .



$$R. v = \sqrt{\frac{2q}{m} \left[\sqrt{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E}} - d \right] \left[-E + \frac{1}{d} \sqrt{\frac{QE}{4\pi\epsilon_0}} \right]}$$

Top-E.42. Se consideră o sferă conductoare omogenă cu raza R , plasată într-un mediu dielectric omogen și izotrop cu permitivitatea absolută ϵ . La distanța $d > R$ față de centrul sferei se află un corp punctiform electrizat cu sarcina $q > 0$. Să se calculeze intensitatea câmpului electrostatic și potențialul electrostatic în dielectric, într-un punct M definit de vectorii de poziție \vec{r}_1 (față de corpul punctiform electrizat) și \vec{r}_2 (față de centrul sferei), precum și repartiția pe sferă a densității de sarcină indusă prin influență și valoarea ei maximă, pentru următoarele situații: a) sfera este legată la pământ; b) sfera este izolată; c) sfera este izolată, dar electrizată cu sarcina Q .

$$R. a) \vec{E}_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1^3} - \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} \right), \vec{r}' = \vec{r}_2 - \frac{a}{d} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1),$$

$$V_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{R}{d} \frac{1}{r'} \right), \sigma_N = \frac{qN}{4\pi} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1^3} - \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} \right),$$

unde \vec{n} este versorul normalei la suprafața sferei în

$$\text{punctul N. } \sigma_{\max} = \frac{-q}{4\pi(d-R)^2} \left(1 + \frac{d}{R}\right);$$

$$\text{b) } \vec{E}_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1^3} - \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} + \frac{R}{d} \frac{\vec{r}_2}{r_2^3} \right),$$

$$V_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{R}{d} \frac{1}{r'} + \frac{R}{d} \frac{1}{r_2} \right),$$

$$\sigma_N = \frac{q\vec{n}}{4\pi} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1^3} - \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} + \frac{R}{d} \frac{\vec{r}_2}{r_2^3} \right),$$

$$\sigma_{\max} = \frac{-q(3d-R)}{4\pi d(d-R)^2}$$

$$\text{c) } \vec{E}_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1^3} - \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} + \frac{R}{d} \frac{\vec{r}_2}{r_2^3} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}_2}{r_2^3},$$

$$V_M = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r_1} - \frac{R}{d} \frac{q}{r'} + \frac{d}{R} \frac{q+Q}{r_2} \right),$$

$$\sigma_N = \frac{\vec{n}}{4\pi} \left(\frac{q\vec{r}_1}{r_1^3} - q \frac{R}{d} \frac{\vec{r}'}{r'^3} + \frac{\left(\frac{R}{d}q+Q\right)\vec{r}_2}{r_2^3} \right)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{-q(3d-R)}{4\pi d(d-R)^2} + \frac{Q}{4\pi R^2}$$

Top-E.43. Se consideră un cilindru infinit de lung, cu raza R , format dintr-un material dielectric cu permitivitatea electrică absolută ϵ , în care există sarcină electrică distribuită uniform cu densitatea volumică ρ . a) Să se stabilească expresia intensității câmpului electric și a potențialului electric în puncte situate la distanța $r < R$ față de axa cilindrului. b) Să se stabilească expresia intensității câmpului electric și a potențialului electric în puncte situate la distanța $r > R$ față de axa cilindrului. c) Să se reprezinte grafic dependențele de r stabilite la punctele anterioare. d) Considerăm că în interiorul cilindrului infinit cu raza R se practică o cavitate cilindrică infinită, excentrică, cu raza $R_1 < R$. Distanța dintre axul cilindrului și axul cavității este $d < R - R_1$. Să se stabilească expresia intensității câmpului electric în interiorul cavității și să se discute rezultatul. e) Să se stabilească expresia potențialului electric în centrul cavității, știind că $R - R_1 = nd$; f) Presupunem că în interiorul cavității se dorește efectuarea unui experiment de electrostatică, necesitând ecranarea electrică. Este posibilă oare efectuarea experimentului? Justificați răspunsul.

Notă: Fie $f: \mathfrak{R} \rightarrow \mathfrak{R}$, $a \in \mathfrak{R}$, $b \in \mathfrak{R}$, $b > a$. Valoarea medie a lui f pe intervalul $[a, b]$ este: 1°.

$f_m = \frac{1}{ab}$, dacă $f(x) = \frac{1}{x^2}$; 2° $f_m = \frac{1}{b-a} \ln \frac{b}{a}$, dacă

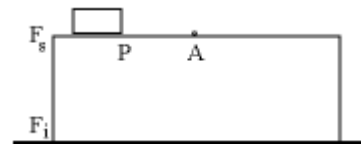
$$f(x) = \frac{1}{x}.$$

R. a) $E_{\text{int}} = \frac{\rho r}{2\epsilon}$, $V_{\text{int}} = V_R + \frac{\rho}{4\epsilon} (R^2 - r^2)$, unde V_R , este potențialul la suprafața cilindrului (se poate lua zero); b) $E_{\text{ext}} = \frac{\rho R^2}{2\epsilon r}$, $V_{\text{int}} = V_R - \frac{\rho R^2}{4\epsilon} \ln \frac{r}{R}$; d) în

cavitate câmpul este uniform, $E = \frac{\rho d}{2\epsilon}$, orientat de la axa cilindrului spre cea a cavității;

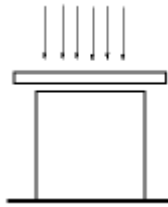
e) $V = \frac{\rho d(n^2 - 1)}{4\epsilon}$; f) cavitata trebuie să fie coaxială cu cilindrul.

Top-O.10. Se consideră o lamă cu fețe plan paralele argintată pe fața sa inferioară F_i . Fie un obiect M de formă paralelipipedică așezat pe fața superioară a lemei F_s . Să se arate că este posibil să se aprecieze grosimea lamei (așa cum procedează cei care fabrică oglinzi) după distanța aparentă PA , A fiind punctul de fața superioară a lamei ce pare să coincidă cu imaginea lui P în sistem (oglinzindă – lamă), când vizarea are loc după o direcție ce face un unghi i cu normala la lamă în punctul A . Să se arate de ce acest procedeu este destul de aproximativ. (OIF)



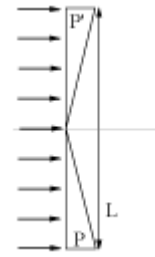
$$R. e = \frac{PA}{2} \sqrt{\frac{n^2}{\sin^2 i} - 1}$$

Top-O.11. Peste un cub de sticlă șlefuit optic este fixată o lamă șlefuită, astfel încât între cub și lamă se formează un strat subțire plan – paralel de aer. Dacă se trimite perpendicular pe această lamă, de sus în jos, o radiație electromagnetică care cuprinde toate lungimile de undă de la $\lambda_1 = 400$ nm la $\lambda_2 = 1150$ nm, atunci condiția de interferență maximă prin reflexie este îndeplinită numai pentru două lungimi de undă ale intervalului de mai sus, și anume pentru $\lambda = 400$ nm și pentru încă o lungime de undă. Să se determine această a doua lungime de undă. (OIF)



$$R. \lambda' = 666,67 \text{ nm}$$

Top-O.12. O lentilă convergentă subțire L de distanță focală $f = 60 \text{ cm}$ și două prisme identice P și P' de unghi A mic sunt dispuse ca în figură. Se lasă să cadă asupra sistemului un fascicul de raze, paralele cu axa principală a lentilei. Presupunând că fasciculul de lumină este monocromatic (pentru a elimina fenomenul de dispersie), se constată în planul focal al lentilei L două puncte luminoase la distanța $d = 8,4 \text{ cm}$. Se cere: a) Să se reprezinte mersul razelor de lumină prin sistemul optic dat și să se explice formarea celor două imagini în planul focal al lentilei. b) Să se calculeze unghiul A al prismelor P și P' (indicele de refracție pentru ambele prisme este $n = 1,5$). c) Se depărtează progresiv cele două prisme prin mișcări de translație opuse, după o direcție perpendiculară pe axa principală. Să se determine modificările survenite în ceea ce privește aspectul fenomenului în planul focal al lentilei. (OIF)



$$R. A \approx 0,14 \text{ rad}$$

Top-O.13. Într-un telescop este folosită o oglindă sferică (concavă) cu raza de curbură $R = 2 \text{ m}$. În focarul principal al oglinzii se găsește un receptor de radiații sub forma unui disc rotund. Discul este așezat perpendicular pe axa telescopului. Cât de mare trebuie să fie receptorul pentru ca el să capteze întreaga radiație reflectată de oglindă? Dimensiunea transversală a oglinzii (diametrul calotei sferice) este $2a = 50 \text{ cm}$. De câte ori se micșorează radiația înregistrată de receptor, dacă dimensiunile sale se reduc de opt ori? Observație: în calcule, pentru x mic, se poate folosi aproximația

$$\sqrt{1-x^2} \approx 1 - \frac{x^2}{2} \text{ (OIF)}$$

$$R. 1,95 \text{ mm; se micșorează de 4 ori.}$$

Selecția problemelor prof. Cristinel Codău

REZULTATELE ELEVILOR ÎN ANUL ȘCOLAR 2002-2003

Nr. crt.	Numele și prenumele	Clasa	Profesor	Premiul	Concursul
1	NAGY SILVIA	IX A	Liviu Belașcu	I	Concursul județean de fizică "Augustin Maior"
2	BERNAT DORIN	IX C	Dorin Fehete	III	
3	CIOLOCA ADRIAN	X A	Cristinel Codău	II	
4	GLIGA ANDREA	X A	Cristinel Codău	III	
5	POL CĂTĂLIN	XI B	Liviu Belașcu	I	
6	BEREȘ ADELA	XI A	Liviu Belașcu	III	
7	STĂNESCU ADRIAN	XI B	Liviu Belașcu	I	Sesiunea de comunicări științifice a elevilor, faza județeană
8	NAGY SILVIA	IX A	Liviu Belașcu	II	Olimpiada de fizică – faza județeană
9	BOTA DANA	X A	Cristinel Codău	I	
10	CIMPOI MIRCEA	XI B	Liviu Belașcu	II	
11	ISAI RADU	XII B	Cristinel Codău	I	
12	FRĂȚILĂ DRAGOȘ	X C	Liviu Belașcu	Mențiune	Concursul interjudețean de fizică "Evrîka"

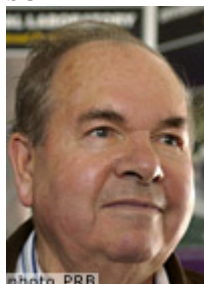
DATE DIN ISTORIA FIZICII (1700 – 1800)

- 1704: *Isaac Newton*, publică teoria corpusculară a luminii și culorilor;
 1705: *Edmund Halley*, prezice apariția cometei care îi poartă numele;
 1709: *Gabriel Fahrenheit*, construiește termometrul cu alcool;
 1714: *Gottfreid Leibniz*, enunță legea conservării energiei;
 1714: *Gabriel Fahrenheit*, construiește termometrul cu mercur;
 1721: *George Berkeley*, consideră că spațiul există datorită materiei;
 1729: *Stephen Gray*, studiază conducția electricității;
 1731: *Rene Reaumur*, construiește termometrul cu apă/alcool;
 1736: *Leonhard Euler*, introduce ecuațiile diferențiale în studiul mecanicii;
 1738: *Daniel Bernoulli*, studii de teorie cinetică a gazelor și de hidrodinamică;
 1742: *Anders Celsius*, scara centigradă inversă de temperatură
 1743: *Jean Christin*, scara Celsius așa cum este folosită în prezent;
 1744: *Pierre de Maupertuis*, enunță principiul minimei acțiuni;
 1744: *Mihail Lomonosov*, consideră căldura o formă de mișcare;
 1746: *Leonhard Euler*, teoria ondulatorie a refracției și dispersiei luminii;
 1748: *Mihail Lomonosov*, legile conservării masei și energiei;
 1750: *Benjamin Franklin*, teoria electricității și a fulgerelor;
 1751: *Benjamin Franklin*, observă efectul magnetic al curentului electric;
 1765: *Leonhard Euler*, stabilește ecuațiile mișcării corpurilor solide rigide;
 1766: *Joseph Priestley*, arată că interacțiunea corpurilor electrizate este invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele;
 1772: *Joseph Lagrange*, elaborează teoria punctelor lagrangeene;
 1775: *Alessandro Volta*, realizează condensatorul electric;
 1779: *Charles Augustin de Coulomb*, stabilește legile frecării;
 1781: *Charles Messier*, catalogul nebuloaselor;
 1782: *William Herschel*, catalogul stelelor duble; arată că Soarele se mișcă prin spațiu;
 1783: *John Michell*, presupune existența găurilor negre newtoniene;
 1784: *Pierre Laplace*, introduce potențialul electrostatic;
 1785: *Charles Augustin de Coulomb*, stabilește legea care îi poartă numele;
 1787: *Jacques-Alexander Charles*, legea transformării izocore;
 1788: *Joseph Lagrange*, mecanica lagrangeană;
 1796: *Alessandro Volta*, construiește baterii chimice;
 1798: *Benjamin Thompson*, egalitatea dintre căldura generată și lucrul mecanic consumat;

ULTIMA ORĂ

Premiul Nobel pentru Fizică pe anul 2003 a fost acordat “pentru contribuții de pionerat în domeniul supraconductorilor și suprafluidelor”, în părți egale următorilor:

Alexei A. Abrikosov (n. 1928)
 cetățenie rusă și americană
 Laboratorul Național Argonne,
 SUA



Vitaly L. Ginzburg (n. 1916)
 cetățenie rusă
 Institutul de Fizică P.N. Lebedev
 Moscova , Rusia

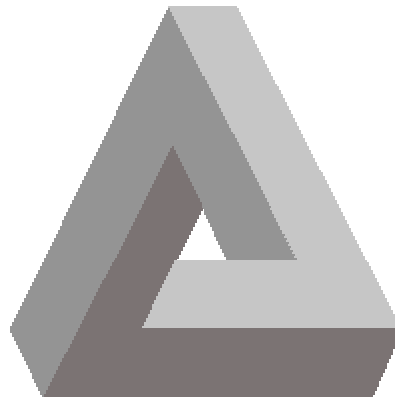


Anthony J. Leggett (n. 1938)
 Cetățenie britanică și americană
 Departamentul de Fizică al Uni-
 versității Illinois , Urbana, SUA



CUPRINS

PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ – 2002	1
MATERIA ÎNTUNECATĂ	2
ANTOINE HENRI BECQUEREL	4
OLIMPIADA JUDEȚEANĂ DE FIZICĂ - SUBIECTE	4
PROBLEME DE PERFORMANȚĂ	8
REZULTATELE ELEVILOR ÎN ANUL ȘCOLAR 2002-2003	18
DATE DIN ISTORIA FIZICII (1700 – 1800)	19
ULTIMA ORĂ	19



Colegiul de redacție: prof. Liviu Belășcu, prof. Cristinel Codău
Tehnoredactare: prof. Cristinel Codău

Această publicație nu se comercializează în nici o formă!

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