
Caiete de fizică

Anul VI, Nr. 14, Noiembrie 2004

PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ – 2004

Prof. Liviu Belășcu

Descoperirea pentru care s-a acordat premiul Nobel în acest an este foarte importantă pentru a înțelege cum acționează una din forțele fundamentale ale naturii – forța care ține legați între ei cuarcii. David Gross, David Politzer și Frank Wilczek și-au adus o importantă contribuție la explicarea modului în care interacționează cele mai mici obiecte din natură care alcătuiesc substanța. Cercetările lor contribuie de asemenea la efortul de a da o descriere unitară interacțiunilor din natură.

INTERACȚIUNEA TARE

Interacțiunea tare, numită și *interacțiunea de culoare*, este una din cele patru interacțiuni fundamentale recunoscute la ora actuală. Interacțiunea tare se exercită între cuarci, particulele care alcătuiesc protonii și neutronii care sunt constituenții nucleelor.

David Gross, David Politzer și Frank Wilczek au descoperit o proprietate a interacțiunii tari care explică de ce cuarcii se comportă aproape ca particule libere doar la energii foarte mari. Descoperirea a pus bazele fundamentării teoriei interacțiunii de culoare numită mai exact *Cromodinamica cuantică* (CDC). Teoria a fost verificată experimental la Laboratorul european de fizica particulelor, CERN, Elveția.

MODELUL STANDARD ȘI CELE PATRU INTERACȚIUNI FUNDAMENTALE

Prima forță care a fost evidentă pentru oameni a fost forța gravitațională. Această forță determină greutatea corpurilor dar și modul de mișcare al planetelor și galaxiilor. Deși efectele gravitației par a fi foarte importante, comparativ cu alte interacțiuni, interacțiunea gravitațională este foarte slabă. (Fig. 1)

Cele trei interacțiuni fundamentale aplicabile microcosmosului sunt: *interacțiunea electromagnetică*, *interacțiunea slabă* și *interacțiunea tare*. Acestea sunt descrise de *modelul standard*. Acest model este o construcție foarte bine fundamentată prin contribuțiile multor fizicieni, între care și mulți laureați ai Premiului Nobel, fiind un model matematic care ține cont atât de teoria relativității cât și de mecanica cuantică.

Modelul standard descrie cuarci, leptonii și particulele purtătoare (mijlocitoare) de interacțiuni. Protonii și neutronii, care formează nucleul atomului, sunt constituiți din cuarci. Electronii care sunt leptoni constituie învelișul electronic al atomilor. Din câte se cunoaște electronii nu sunt alcătuiți din alte particule. Atomii alcătuiesc moleculele care la rândul lor formează corpurile înconjurătoare astfel că în final structura întregul univers poate fi descrisă.

INTERACȚIUNEA ELECTROMAGNETICĂ – COEZIUNEA CORPURILOR ȘI LUMINA

Interacțiunea electromagnetică este răspunzătoare pentru o serie de fenomene care se produc în jurul nostru ca de exemplu: forța de frecare, coeziunea corpurilor, magnetismul etc.

Interacțiunea dintre electron și proton în atom este de 10^{41} ori mai mare decât interacțiunea lor gravitațională. Totuși între aceste interacțiuni există mari asemănări: forțele de interacțiune sunt invers proporționale cu pătratul distanței, au o rază mare de acțiune, amândouă sunt intermediare de *purtători de forță*, gravitonul pentru interacțiunea gravitațională și fotonul pentru interacțiunea electromagnetică. Totuși gravitonul

încă nu a fost descoperit experimental. Raza mare de acțiune poate fi pusă în legătură cu faptul că aceste particule nu au masă de repaus.

Interacțiunea electromagnetică este descrisă de electrodinamica cuantică (Sin-itiro Tomonaga, Julian Schwinger și Richard Feynman – premiul Nobel 1965). Această teorie este una din cele mai bune teorii din fizică. Acest lucru se datorează faptului că în ecuațiile acestei teorii apare o constantă mică numită constantă a structurii fine sau constanta de cuplaj ($\alpha_{em}=1/137$) care permite o tratare matematică elegantă numită calculul perturbațiilor (Feynmann).

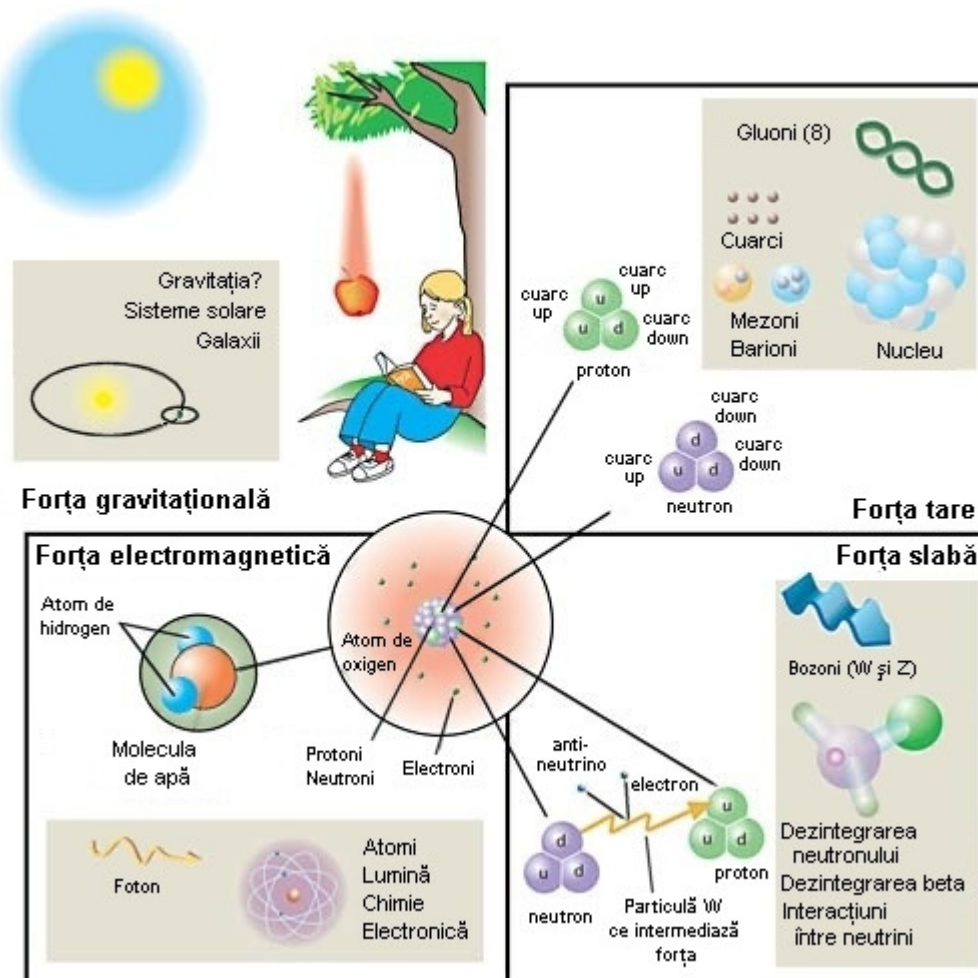


Fig. 1

INTERACȚIUNEA SLABĂ – DEZINTEGRAREA RADIOACTIVĂ

Interacțiunea slabă este intermediată de bozonii W^{\pm} și Z^0 , particule care spre deosebire de foton și graviton au masă de repaus foarte mare (de circa 100 de ori mai mare decât masa protonului). Din această cauză această interacțiune are o rază de acțiune foarte mică. Această interacțiune determină unele reacții de dezintegrare. Totuși interacțiunea slabă și electromagnetică sunt strâns legate între ele astfel că în 1970 au fost unificate în așa numita interacțiune electroslabă (Gerardus 't Hooft și Martinus Veltman – premiul Nobel 1999).

INTERACȚIUNEA TARE – SARCINA ȘI CULOAREA

Prin anii 1960 s-a demonstrat că protonii și neutronii au o anumită structură fiind constituiți din cuarci. Totuși nu s-au putut obține cuarci în libertate, existând numai structuri formate din 2 sau 3 cuarci. O altă proprietate stranie a cuarcilor, neexplicată până acum, este aceea că au sarcina electrică – $1/3$ sau $2/3$ din sarcina electrică elementară. Cuarcii mai au o proprietate cuantificată numită *sarcină de culoare*.

Sarcinile de culoare au fost denumite *roșu*, *albastru* și *verde*. Fiecare cuarc are o antiparticulă care poate avea sarcina de culoare *antiroșu*, *antialbastru* sau *antiverde* astfel că întotdeauna structurile libere formate din cuarci au culoarea neutră (sau alb).

Forțele de interacțiune dintre cuarci sunt intermediare de niște particule numite *gluoni* (de la 'glue') care la fel ca și fotonii nu au masă de repaus. Totuși gluonii au sarcină de culoare astfel că interacțiunea de culoare este mult mai complexă decât interacțiunea electromagnetică.

CUPLAJUL SLAB DETERMINĂ PARTICULELE SĂ FIE LIBERE

Multă vreme s-a crezut că nu poate fi găsită o teorie care să permită calcularea efectelor interacțiunilor dintre cuarci. De exemplu interacțiunea dintre doi protoni în nucleu poate fi descrisă printr-un schimb de mezoni π (Hideki Yukawa, premiul Nobel – 1949). Constanta de cuplaj în cazul acestor interacțiuni este mai mare ca 1 astfel că nu poate fi utilizat calculul perturbațiilor. Situația este și mai complicată în cazul particulelor cu energie foarte mare dificultățile de calcul fiind mult mai mari.

În 1973 a apărut teoria celor trei laureați ai premiului Nobel din acest an. Ei au considerat că gluonii au o proprietate importantă și anume aceea că ei pot să interacționeze nu numai cu cuarcii ci și unii cu alții. Acest lucru înseamnă că cu cât cuarcii se apropie mai mult sarcina de culoare se micșorează micșorându-se și forțele de interacțiune. Însă cuarcii se pot apropia numai dacă au energii mari astfel că interacțiunea de culoare scade o dată cu creșterea energiei particulelor. Această proprietate a fost denumită *libertate asimptotică*. Deoarece interacțiunea dintre cuarci crește cu creșterea distanței, aceste particule nu pot părăsi nucleul și nu pot exista în libertate. Această teorie este confirmată de experimentele care au arătat că protonii și nucleele au o anumită structură granulară.

AVALANȘĂ DE PARTICULE

Fenomenul de ciocnire și anihilare a electronilor și pozitronilor cu energii foarte mari a confirmat corectitudinea teoriei CDC. Conform relației din teoria relativității, $E=mc^2$, energia cinetică se poate transforma în particule noi, ca de exemplu cuarci cu masă și energie cinetică. Cuarzii se formează foarte aproape unul de altul și se deplasează în direcții opuse cu viteze foarte mari. Datorită libertății asimptotice din CDC se poate descrie matematic acest proces.

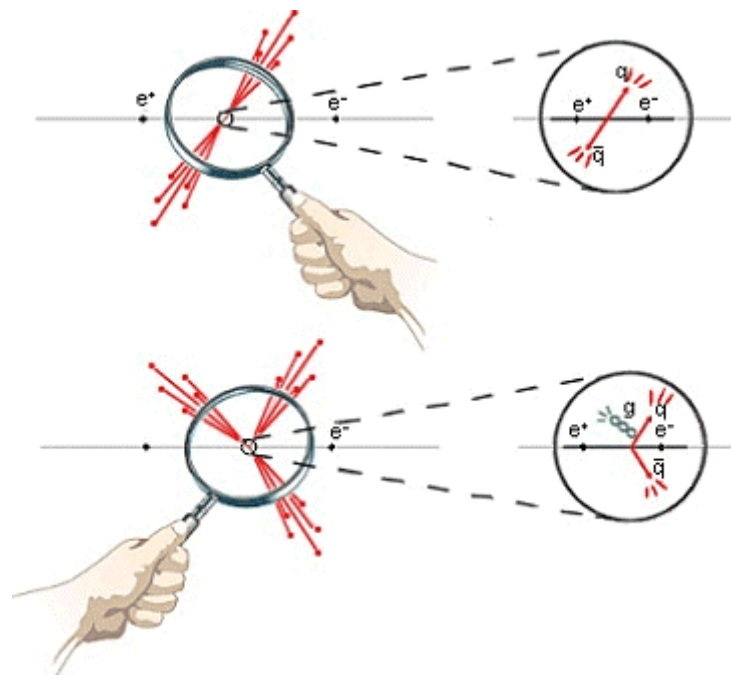


Fig. 2

În timp ce cuarzii se îndepărtează, forța de interacțiune dintre ei crește rapid și se pot produce alte perechi de particule apărând în acest fel o avalanșă de particule. Au fost observate experimental (1970) chiar și avalanșe de trei particule. Aceste avalanșe pot fi interpretate ca fiind gluoni emiși de cuarci și anticuarci. (Fig. 2)

POT FI UNIFICATE INTERACȚIUNILE FUNDAMENTALE?

Teoria libertății asimptotice în CDC deschide calea stabilirii unei teorii unitare a tuturor interacțiunilor din natură. Pentru realizarea acestui vis al fizicienilor trebuie modificat modelul standard. O posibilitate ar fi introducerea unui nou set de particule, *particulele supersimetrice*, care să aibă o masă suficient de mică pentru a fi studiate cu noile acceleratoare de particule care se construiesc la CERN – Geneva. Dacă supersimetria va fi descoperită aceasta va constitui un suport important al *teoriei string-urilor* care ar putea unifica gravitația cu celelalte interacțiuni. Modelul standard va trebui de asemenea modificat pentru a putea lua în considerare ultimele descoperiri privind neutrinii: aceștia au masa diferită de zero. De asemenea s-ar putea explica unele enigme ale cosmologiei cum ar fi aceea a predominanței materiei întunecate în Univers.

Teoria libertății asimptotice în CDC deschide un câmp vast de cercetare și determină o nouă înțelegere a felului în care se produc interacțiunile fundamentale.

(Traducere și adaptare după comunicatele de presă – prof. Liviu Belașcu)

CURCUBEUL

Prof. Lia Belașcu.

„Eu nu strivesc corola de minuni a lumii,
(Lucian Blaga – „Poemele luminii”)

Dintre toate fenomenele fizice, poate cele optice ne oferă cele mai spectaculoase și fascinante manifestări pe care la putem observa în natură. Cine nu s-a minunat în fața unui curcubeu, cine nu a admirat reflexele unei pietre prețioase? De fapt cele două fenomene amintite au foarte multe lucruri în comun.

Ca să înțelegem formarea curcubeului trebuie să ne amintim că:

- 1) Reflexia luminii este fenomenul de întoarcere a luminii în mediul din care provine la suprafața de separație dintre două medii.
- 2) Refracția luminii constă în schimbarea direcției de propagare a ei când traversează suprafața de separație dintre două medii transparente.
- 3) Indicele de refracție al unui mediu depinde de culoarea luminii (de lungimea ei de undă). Fenomenul se numește dispersia luminii și pentru majoritatea mediilor indicele de refracție pentru radiația violetă este mai mare decât indicele de refracție care corespunde radiației roșii ($n_V > n_R$).
- 4) Datorită dispersiei, o rază de lumină albă se descompune, în urma refracției, în culorile curcubeului: roșu, portocaliu, galben, verde, albastru, indigo și violet.

Curcubeul este rezultatul refracției, dispersiei și reflexiei pe care le suferă lumina venind de la Soare când ajunge pe micile picături de apă.

Să ne imaginăm că stăm cu spatele la Soare și în față avem o perdea de picături de apă: o ploaie în depărtare sau stropii unei fântâni arteziene sau ai unei cascade. Dacă vom avea noroc vom putea admira în fața noastră arcul unui curcubeu, cu roșul sus și violetul jos. Și dacă avem mult noroc vom vedea și curcubeul secundar, deasupra celui principal, având culorile în ordine inversă și fiind mai puțin luminos. Cine are spiritul de observație mai ascuțit va constata că zona de sub curcubeul principal este mai luminoasă decât „cerul” de deasupra curcubeului.

Ce se întâmplă de fapt?

Dacă o rază de lumină pătrunde într-o picătură de apă suferă o refracție pe prima față și ajunge la a doua unde se produce a doua refracție. De exemplu așa:

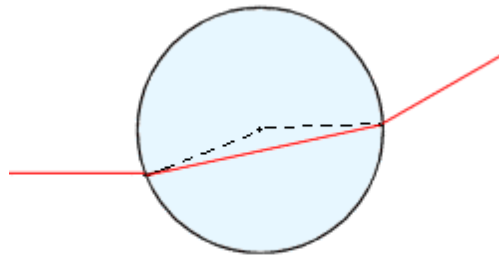


fig. 1

Ca să ajungă lumina la noi (să nu uităm că ne aflăm între Soare și perdeaua de apă) lumina trebuie să sufere cel puțin o reflexie în interiorul picăturii:

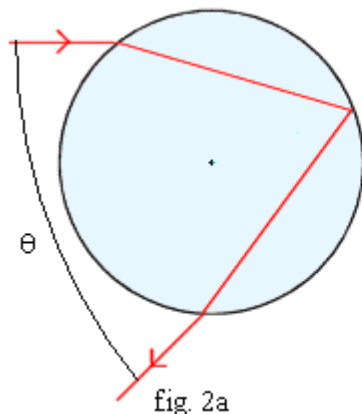


fig. 2a

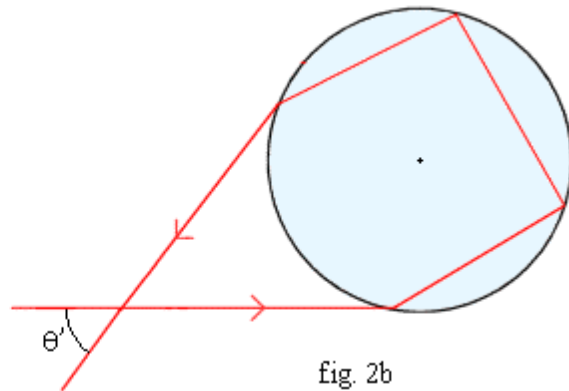


fig. 2b

Pentru simplitate am considerat că razele incidente sunt paralele și orizontale. Curcubeul primar este format de razele care au traiectoria ca în fig. 2a iar cel secundar ca în fig. 2b. Evident refracția pe prima față a picăturii separă culorile iar reflexia pe spatele picăturii „selectează” culoarea care ajunge la observator. Descartes (1596 – 1650) a făcut calcule foarte exacte pentru câteva mii de raze incidente în diferite puncte de pe suprafața unei picături și a arătat că dacă o rază de o culoare dată este incidentă într-un punct astfel încât deviația ei să fie maximă, toate razele de aceeași culoare care cad în apropierea acestui punct vor fi reflectate într-o direcție foarte apropiată de cea a primei raze. Astfel fiecare culoare este mai puternic reflectată într-o anumită direcție. S-a găsit că observatorul va vedea lumină roșie sub un unghi $\theta_R = 42^\circ$ și violetă sub un unghi $\theta_V = 40^\circ$ pentru curcubeul primar și respectiv $\theta'_R = 50,5^\circ$ și $\theta'_V = 54^\circ$ pentru cel secundar. Deci considerând că lumina de la Soare vine pe o direcție orizontală, direcția sub care se va vedea o culoare formează generatoarea unui con, cu vârful în punctul de observare, care determină un arc de cerc pe pânza de apă.

În fig. 3 lumina vine din stânga, paralel cu axa Ox. Picăturile care reflectă lumina sub un anumit unghi se află pe un arc de cerc cu centrul în O.

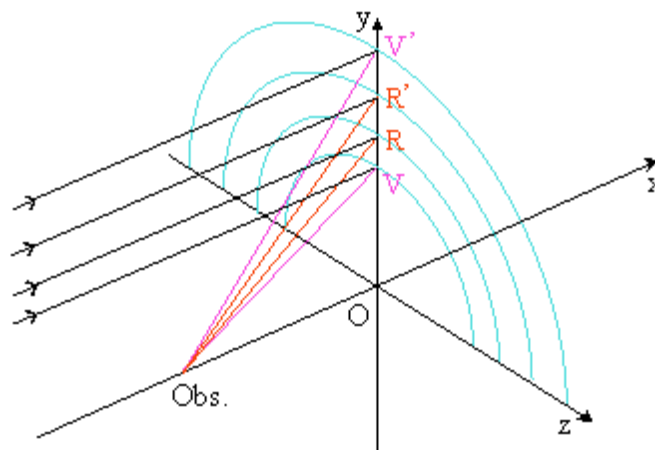


fig. 3

Punctul O este umbra observatorului pe planul yOz iar dacă Soarele se află deasupra orizontului punctul O coboară sub orizont și se vede din ce în ce mai puțin din curcubeu. Dacă Soarele este prea sus curcubeul nu mai poate fi observat. Dacă observatorul se află pe o înălțime poate vedea mai mult din curcubeu. De altfel dintr-un avion în anumite condiții se poate vedea întregul curcubeu.

Încercați să răspundeți la următoarele întrebări: 1) De ce zona din interiorul arcului curcubeului este mai luminoasă decât aceea din exterior? 2) Am văzut mai sus că reflexia de pe spatele picăturii selectează o anumită culoare. Dar ce se întâmplă cu celelalte culori? 3) Ce se întâmplă cu o rază de lumină care cade tangent la suprafața picăturii de apă?

Bibliografie:

- 1) Sears, F. W.; Fizică, Editura didactică și pedagogică, București, 1983
- 2) Huțanu, G.; De la optica clasică la optica modernă, Editura științifică și enciclopedică, București, 1984

CE CRED POPOARELE LUMII DESPRE CURCUBEU

- *Incașii* credeau despre curcubeu ca era un dar de la Zeul Soare.
- *Arabii* vedeau curcubeul ca pe o tapițerie cerească țesută de vântul ce bătea dinspre sud.
- Atât înțelepții *Norse* cât și cei din tribul *Navajo* spuneau ca arcul multicolor ce se forma pe cer era un pod între cer și pământ.
- Potrivit unei credințe populare *poloneze* îngerii lăsau aur la capetele curcubeului, dar numai un om gol pușcă îl putea găsi.
- O legendă *kenyană* spune că Dumnezeu a creat două curcubeu, unul bărbat și celălalt femeie, ambele trebuind să lucreze împreună pentru a opri ploaia.
- În Vechiul Testament, Dumnezeu îi arată lui Noe un curcubeu ca semn de îndurare pentru omenire, după Potop.
- O poveste *malayeziană* spune că un curcubeu marchează sfârșitul unei perioade cu ploi torențiale sau a uneia în care s-au petrecut mari nenorociri.
- Indienii *Mojave* din Arizona considerau curcubeul o succesiune de practici magice de care Creatorul avea nevoie pentru a face ca ploaia să se oprească. Dar pentru a pune capăt unei furtuni violente era nevoie de întreaga paletă de culori.
- În mitologia *africană* se crede despre curcubeu că este un șarpe uriaș ce iese la vânat după ploaie, și care îl va devora pe nefericitul pe care îl va întâlni în cale
- Indienii *Shoshoni* cred că bolta cerească este o cupolă de gheață de care curcubeul, care este un șarpe gigantic, își freacă spinarea, iar particulele de gheață ce se desprind de pe cupolă în acest timp, vor reveni înapoi pe pământ, iarna sub formă de zăpadă, iar vara sub formă de ploaie.
- Pentru *finlandezi* și *laponi* curcubeul era secera sau arcul zeului Tunetului, un iscusit arcaș a cărui săgeată era fulgerul
- În *Asia* centrală și de nord se spune despre curcubeu că este o cămilă care poartă pe spate trei oameni: primul bate la tobă și este tunetul, al doilea flutură o eșarfă, fulgerul iar cel de-al treilea trage căpăstrul făcând astfel ca apa (ploaia), să curgă din gura cămilei.
- Indienii *Picior Negru* denumesc curcubeul pălăria ploii, undița bătrânului sau lasso-ul.

-
- Există un mit *germanic* în care curcubeul este vasul pe care Divinitatea I-a folosit atunci când a colorat penajul păsărilor.
 - Pentru *groenlandezi* curcubeul este tivul hainei divinității.
 - Pentru vechii *galezii* curcubeul era jilțul zeiței Ceridwen.
 - *Peruvienii* primitivi aveau atâta venerație pentru curcubeu încât stăteau muți pe întreaga durată cât acesta rămânea pe cer.
 - Tradiția medievală *germană* considera că înainte cu patruzeci de ani de sfârșitul lumii nu va mai apare curcubeul, de aceea oamenii se simțeau mângâiați ori de câte ori vedeau curcubeul pe cer.
 - O credință *ebraică* spune că dacă Yahwe își lasă de-o parte arcul și îl agață de nori, acesta este semn că i-a trecut mânia.
 - În literatura clasică a antichității, curcubeul o personifica pe zeița Iris. În Grecia Antică, unde toate fenomenele naturale erau personificate întruchipând zei sau zeițe, curcubeul era zeița Iris: nepoata lui Oceanus (oceanul), fiica lui Thaumias (Zeul minunii) și a Oceanidei (Electra); soția lui Zephyrus (Vântul de apus). Caduceul pe care-l poartă indică faptul că zeița avea puteri tămăduitoare, schimbându-și uneori identitatea cu cea a lui Hermes sau Mercur.
 - „Era mesagera cerurilor, ce zbura cu viteza vântului de la un orizont la celălalt, și chiar în străfundul mării. Prin curcubeul de pe cer, Iris arăta oamenilor calea pe care o străbătuse de la un capăt la altul al boltei cerești, pentru a-i ajuta, aripile și hainele ei colorate fiind impregnate de lumina Soarelui.”
 - Numele de Iris a supraviețuit astăzi ca nume de floare, precum și numele aceluia cerc de culori din jurul punctului negru din mijlocul ochilor.
 - În alte epoci, acesta era pur și simplu considerat drumul pe care îl traversa mesagerul Zeiței Hera, soția lui Zeus.
 - Accepțiunea curcubeului ca pod sau cale era larg răspândită. Pentru unii curcubeul era cel mai bun dintre poduri, construit din trei culori, pentru alții expresia de „a construi pe curcubeu” însemna o afacere falimentară, un efort inutil.
 - *Indienii nord-americani* credeau despre curcubeu că era Calea Sufletelor, interpretare pe care o întâlnim la multe alte popoare.
 - Pentru *japonezi* curcubeul este „podul plutitor al cerurilor”;
 - Miturile *hawaiene* și *polineziene* îl descriu ca pe calea spre lumea superioară.
 - În *Alpii Austriei*, se spune că sufletele celor drepiți urcă pe curcubeu spre cer
 - Băștinașii din *Noua Zeelandă* credeau că șefii de trib decedați se foloseau de curcubeu pentru a ajunge în noua lor locuință din ceruri.
 - În unele regiuni din *Franța*, curcubeul se numește „podul Sfântului Duh”, iar în multe regiuni este numit „podul Sfântului Bernard sau al Sf. Martin, sau al Sf. Petru. Pelerinii basci îl numeau „puente de Roma” (podul de la Roma). Uneori, însă, era numit Croix de St. Denis (Crucea Sf. Denis) sau a Sf. Leonard, sau a Sf. Bernard, sau a Sf. Martin. În Italia numele de arcul de Santa Marina este un nume relativ familiar.
 - Frecvent, curcubeul este asociat cu numele Căii Lactee. Numele Căii Lactee în arabă se traduce prin Poarta Cerului, iar în rusă curcubeu înseamnă „poarta cerului”. În alte zone curcubeu se spune Poarta Raiului; sau se crede că este o rază de lumină ce cade pe pământ atunci când Sf. Petru deschide poarta raiului.
-

- În unele zone ale Franței curcubeul se mai numește la porte de St. Jacques (poarta Sf. Jacques), iar Calea Lactee este numită „chemain de St. Jacques” (Calea Sf. Jacques). În Suabia și Bavaria sfinții coboară din cer pe pământ pe curcubeu; în timp ce în Polinezia curcubeul este chiar calea zeilor.
- Unii *budiști* susțin că culorile reprezintă cele șapte planete sau cele șapte regiuni majore ale Terrei.
- În tradiția *islamică* se spune ca un curcubeu cuprinde doar patru culori – roșu, albastru, verde și galben, reprezentând cele patru elemente.
- Alte culturi afirmă că spectrul unui curcubeu numără sute sau chiar mii de culori.

CÂTEVA PROBLEME DE TEORIE CINETICO – MOLECULARĂ

Prof. Codău Cristinel

1. Pentru o misiune cosmică îndepărtată s-a utilizat un satelit cu volumul $V = 100 \text{ cm}^3$, plin cu aer în condiții normale. Un meteorit a străpuns peretele satelitului producând o spărtură cu aria suprafeței $S = 1 \text{ cm}^2$. După cât timp variația presiunii din interiorul satelitului reprezintă 1% din presiunea inițială? Temperatura se consideră constantă, iar masa molară a aerului este 29 kg/kmol .

Soluție:

Din cauza numărului foarte mare de molecule și mișcării lor dezordonate, pe fiecare direcție se mișcă același număr de molecule. Considerând trei axe perpendiculare, pe direcția oricăreia din ele se mișcă o treime din numărul total de molecule, dintre care jumătate într-un sens, iar cealaltă jumătate în sens contrar. Înseamnă că în orice moment spre peretele spart se deplasează o șesime din numărul moleculelor din satelit. Într-un interval de timp Δt vor ieși din incintă a șasea parte din numărul moleculelor aflate (la momentul inițial) la o distanță de cel mult $\bar{v} \cdot \Delta t$ față de orificiu, deci cele dintr-un cilindru de volum $S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t$, unde \bar{v} este viteza medie a moleculelor pe care o vom aproxima cu viteza termică. Dacă n este concentrația moleculelor atunci în Δt ies din satelit $\frac{1}{6} S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t \cdot n$ molecule. Înseamnă că și concentrația moleculelor va scă-

dea cu $\Delta n = \frac{\frac{1}{6} S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t \cdot n}{V}$, de unde $\frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{6} \cdot \frac{S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t}{V}$. Cum $p = n \cdot k \cdot T$ și $T = \text{const.}$, avem

$$\Delta p = \Delta n \cdot k \cdot T. \text{ Rezultă } \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{6} \cdot \frac{S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t}{V}, \text{ de unde } \Delta t = 6 \cdot \frac{V}{S \cdot \bar{v}} \cdot \frac{\Delta p}{p} \approx 6 \cdot \frac{V}{S} \cdot \frac{\Delta p}{p} \sqrt{\frac{\mu}{3RT}} \approx 120 \text{ s}.$$

2. O mică picătură de apă cade în aer cu viteză constantă, datorită faptului că asupra ei acționează forța de frecare, determinată de ciocnirile moleculelor din aer cu picătura. Cum variază viteza de cădere a picăturii dacă temperatura aerului crește? Se neglijează evaporarea picăturii.

Soluție:

Fie v viteza picăturii și $\bar{v} \approx v_t$ viteza medie a moleculelor. Moleculele care se mișcă pe verticală în jos vor ciocni elastic picătura și vor exercita asupra ei o forță orientată în jos F_j . Analog cele care se deplasează în sus vor acționa asupra picăturii cu o forță orientată în sus F_s . Moleculele care coboară au față de picătură viteza $\bar{v} - v$. Pentru că masa unei molecule este extrem de mică în comparație cu a picăturii și ciocnirea perfect elastică, după ciocnire, molecula se va deplasa, față de picătură, în sus cu aceeași valoare a vitezei $\bar{v} - v$ (ciocnire perfect elastică cu un perete). Variația impulsului moleculei ca urmare a ciocnirii are modulul $2m_0(\bar{v} - v)$, unde m_0 este masa moleculei. Într-un interval de timp Δt vor lovi picătura de sus în jos

un număr $N_1 = \frac{1}{6} n \cdot S \cdot (\bar{v} - v) \cdot \Delta t$ molecule (vezi raționamentul de la problema precedentă). Acestea vor

transmite picăturii un impuls $\Delta P_j = N_1 \cdot 2m_0(\bar{v} - v)$, care determină $F_j = \frac{\Delta P_j}{\Delta t}$. Înlocuind N_1 se obține

$F_j = \frac{1}{3} n \cdot S \cdot m_0 (\bar{v} - v)^2 = C \cdot (\bar{v} - v)^2$. Analog moleculele care lovesc picătura de jos în sus, au față de ea viteza $\bar{v} + v$ și vor determina o forță $F_s = \frac{1}{3} n \cdot S \cdot m_0 (\bar{v} + v)^2 = C \cdot (\bar{v} + v)^2$. Cum $F_s > F_j$, înseamnă că apare o forță de rezistență de jos în sus $F_r = F_s - F_j = 4C \cdot \bar{v} \cdot v = B\bar{v} \cdot v$. Atunci când picătura se mișcă cu viteză constantă $Mg - B\bar{v} \cdot v = 0$, M fiind masa picăturii. Rezultă: $v = \frac{Mg}{B\bar{v}} = \frac{Mg}{B \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}} = A \frac{1}{\sqrt{T}}$. În con-

cluzie la creșterea temperaturii viteza scade.

3. Pereții unui vas, în care se află un gaz cu temperatura T_1 , au temperatura T . În ce caz presiunea gazului asupra pereților vasului va fi mai mare: când pereții sunt mai reci decât gazul, sau când sunt mai calzi decât gazul ?

Soluție:

Se știe că la temperaturi mari corespund viteze și implicit impulsuri mari ale moleculelor. Dacă peretele este mai cald, gazul se va încălzi. La nivel molecular, în acest caz, molecula sosește la perete cu o energie cinetică $\frac{3}{2}kT_1$ și va pleca cu $\frac{3}{2}kT > \frac{3}{2}kT_1$, deci cu o viteză și un impuls mai mare decât cele cu care a sosit. Ca urmare variația impulsului $\Delta p = m_0 v + m_0 v_1 > 2m_0 v_1$. Dacă peretele este mai rece, molecula va avea după ciocnirea cu peretele o viteză mai mică decât cea cu care a sosit și în consecință $\Delta p < 2m_0 v_1$. Cum variația impulsului determină forța ce se exercită asupra pereților și deci și presiunea, rezultă că atunci când temperatura pereților este mai mare decât a gazului presiunea asupra pereților este mai mare.

4. Există următorul proiect al unui aparat de zbor: suprafața superioară a unei plăci plane este menținută la temperatura constantă $t_2 = 0^\circ\text{C}$, iar cea inferioară la $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Inventatorul susține că această placă va rămâne în aer ca un dirijabil. Să se explice de ce. Să se evalueze ordinul de mărime al forței ascensionale pentru o placă cu aria suprafeței $S = 1 \text{ m}^2$, când temperatura aerului este $t = 20^\circ\text{C}$.

Soluție: Vom folosi următoarele notații: \bar{v}_0 - viteza medie a moleculelor înainte de a ciocni placa; \bar{v}_1 și \bar{v}_2 - vitezele medii ale moleculelor după ciocnirile (elastice) cu fața de jos, respectiv de sus a plăcii. Acestea pot fi considerate în primă aproximație egale cu vitezele termice: $\bar{v}_0 = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$; $\bar{v}_1 = \sqrt{\frac{3kT_1}{m_0}}$; $\bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3kT_2}{m_0}}$. Vom considera placa în repaus. Modulul variației impulsului moleculei care lovește fața de jos a plăcii este: $\Delta p_1 = m_0 (\bar{v}_1 + \bar{v}_0)$, iar a celei care ciocnește fața de sus: $\Delta p_2 = m_0 (\bar{v}_2 + \bar{v}_0)$. Într-un interval de timp Δt vor lovi placa de jos în sus $N_1 = \frac{1}{6} n \cdot S \cdot \bar{v}_0 \cdot \Delta t$ molecule, care vor transmite plăcii un impuls total $\Delta P_1 = N_1 \cdot \Delta p_1$. Ca urmare asupra plăcii va acționa o forță verticală de jos în sus: $F_1 = \frac{\Delta P_1}{\Delta t} = \frac{1}{6} n \cdot S \cdot \bar{v}_0 \cdot m_0 (\bar{v}_1 + \bar{v}_0)$. Înlocuind vitezele și folosind relația $p_{\text{atm}} = nkT$ obținem: $F_1 = \frac{1}{2} S \frac{p_{\text{atm}}}{\sqrt{T}} (\sqrt{T_1} + \sqrt{T})$. În același fel se determină forța exercitată asupra feței superioare a plăcii: $F_2 = \frac{1}{2} S \frac{p_{\text{atm}}}{\sqrt{T}} (\sqrt{T_2} + \sqrt{T})$. Rezultă o forță ascensională $F_{\text{asc}} = F_1 - F_2 = \frac{1}{2} S \frac{p_{\text{atm}}}{\sqrt{T}} (\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})$. Numeric se obține o forță ascensională de aproximativ 8200 N.

5. O incintă izolată termic comunică cu două compartimente prin deschideri mici, identice, care conțin heliu în stare gazoasă. Presiunea heliului în aceste compartimente se menține constantă și egală cu p , iar temperatura se menține constantă egală cu T în compartimentul I și $2T$ în compartimentul II. Să se determine temperatura și presiunea din interiorul incintei la echilibru.

Soluție: La echilibru numărul moleculelor din incintă va fi constant, deci numărul celor care intră este egal cu numărul celor care ies (în același timp). În Δt din compartimentul I vin $N_1 = \frac{1}{6} n_1 \cdot S \cdot \bar{v}_1 \cdot \Delta t$ mole-

cule. Cum $p = nkT$ și aproximând $\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ rezultă: $N_1 = \frac{1}{6} \frac{p_1}{kT_1} \sqrt{\frac{3kT_1}{m_0}} \cdot S \cdot \Delta t$, deci $N_1 = A \frac{p_1}{\sqrt{T_1}} \Delta t$,

sau cu notațiile din enunț $N_1 = A \frac{p}{\sqrt{T}} \Delta t$. Din compartimentul II sosesc: $N_2 = A \frac{p}{\sqrt{2T}} \Delta t$ molecule. Dacă

T_i și p_i sunt temperatura, respectiv presiunea din incintă, prin cele două orificii vor ieși în Δt

$N = 2A \frac{p_i}{\sqrt{T_i}} \Delta t$. Cum $N = N_1 + N_2$, rezultă: $\frac{p}{\sqrt{T}} + \frac{p}{\sqrt{2T}} = 2 \frac{p_i}{\sqrt{T_i}}$ (1). Pe de altă parte și energia internă

din incintă rămâne constantă, deci energia cinetică adusă în incintă de particulele care intră trebuie să fie egală cu energia cinetică transportată de moleculele care ies în același interval de timp, deci:

$N_1 \frac{m_0 \cdot \bar{v}_1^2}{2} + N_2 \frac{m_0 \cdot \bar{v}_2^2}{2} = N \frac{m_0 \cdot \bar{v}_i^2}{2}$, sau $N_1 \frac{3}{2} kT_1 + N_2 \frac{3}{2} kT_2 = N \frac{3}{2} kT_i$, adică:

$p\sqrt{T} + p\sqrt{2T} = 2p_i\sqrt{T_i}$ (2). Eliminând p_i între (1) și (2) se obține $T_i = T\sqrt{2}$ și apoi $p_i = p \frac{\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}}$

6. Spațiul izolator termic dintre pereții dubli ai unui termos a fost vidat până la presiunea $p = 10^{-5}$ atm. (la temperatura camerei). Volumul interior al termosului este $V = 1 \text{ dm}^3$, iar aria suprafeței este $S = 600 \text{ cm}^2$. După cât timp ceaiul care umple termosul se răcește de la $\theta_0 = 90^\circ\text{C}$ până la $\theta = 70^\circ\text{C}$. Se cunosc: căldura specifică a apei (ceai) $c = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, densitatea apei $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, masa molară a aerului $\mu = 29 \text{ g/mol}$, $R = 8,3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, temperatura camerei $t = 20^\circ\text{C}$. Pierderile de căldură prin dop se neglijează.

Soluție: Transferul de energie termică este realizat de moleculele rămase între pereții interior și exterior ai termosului. O asemenea moleculă după ciocnirea cu peretele exterior, aflat la temperatura camerei T_C , va avea o energie cinetică medie $\frac{3}{2} kT_C$, iar după ciocnirea cu peretele interior, energia ei cinetică medie devine

$\frac{3}{2} kT'$, unde T' este temperatura peretelui interior, egală cu cea a ceaiului. Evident această temperatură scade mereu. Pentru că T' variază într-un interval mic ($363\text{K} - 343\text{K} = 20 \text{ K}$) vom considera

$T' = T_m = \frac{363 + 343}{2} = 353\text{K}$. Ca urmare a ciocnirii dintre moleculă și peretele interior, energia cinetică a

moleculii crește cu $\frac{3}{2} k(T_m - T_C)$, energie pe care o preia de la ceai. Dacă n este concentrația moleculelor,

în Δt la peretele interior sosesc $N = \frac{1}{6} n \cdot S \cdot \bar{v} \cdot \Delta t$ molecule care preiau o energie

$\frac{3}{2} k(T_m - T_C) \cdot N = \frac{3}{2} k(T_m - T_C) \cdot \frac{1}{6} n \cdot S \cdot \sqrt{\frac{3RT_C}{\mu}} \cdot \Delta t$. Ca urmare energia internă a ceaiului scade cu

aceeași cantitate.

Avem: $\frac{1}{4}k(T_m - T_C) \cdot \frac{p}{kT_C} \cdot S \cdot \sqrt{\frac{3RT_C}{\mu}} \cdot \Delta t = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$, de unde:

$$\Delta t = \frac{4\rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T}{p \cdot (T_m - T_C) \sqrt{\frac{3R}{\mu \cdot T_C}} \cdot S} \approx 10 \text{ ore}$$

SOLUȚIILE UNOR PROBLEME DIN NUMĂRUL 13

Prof. Cristinel Codău

Top-E.21. În figură este reprezentată situația inițială. Pentru că cele două plăci exterioare sunt conectate cu un fir conductor, potențialele lor sunt egale, iar pe fiecare din ele apar sarcini de aceeași valoare dar de semne contrare. Am notat $E = \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$ intensitatea câmpului ge-

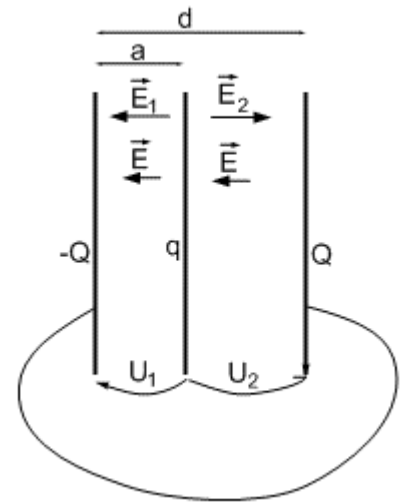
nerat de sarcinile de pe plăcile externe și $E_1 = E_2 = E_0 = \frac{q}{2\epsilon \cdot S}$

intensitatea câmpului generat de placa interioară în stânga, respectiv în dreapta ei. Egalitatea potențialelor plăcilor externe înseamnă: $U_1 = U_2$, deci $(E + E_0) \cdot a = (E_0 - E)(d - a)$. Înlocuind expresiile

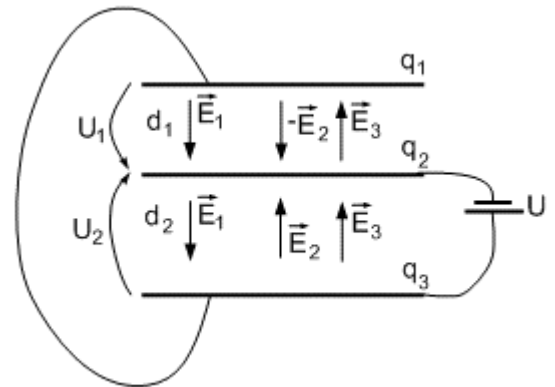
intensităților se găsește: $Q = \frac{q}{2d}(d - 2a)$. După deplasarea plăcii interioare spre dreapta pe distanța x , vom avea:

$Q' = \frac{q}{2d}(d - 2a - 2x)$. Prin circuitul exterior a trecut sarcina:

$$\Delta Q = \frac{qx}{d}.$$



Top-E.23. După închiderea întrerupătoarelor va avea loc o redistribuire a sarcinilor, pe plăcile 1 și 3 vom avea sarcini pozitive iar pe placa 2 o sarcină negativă. Fie q_1 , q_2 , q_3 respectiv, modulele sarcinilor pe plăci. Acestea vor genera câmpuri electrice orientate ca în figură. Din legea conservării sarcinii avem: $q_1 + q_3 = Q + q_2$ (1). Plăcile 1 și 3, fiind conectate printr-un fir, au același potențial iar între placa 3 și 2 sursa menține o tensiune U . Deci: $U_1 = U_2 = U$. Exprimând această condiție cu ajutorul intensităților câmpurilor și a distanțelor rezultă: $(E_1 + E_2 - E_3) \cdot d_1 = (E_3 + E_2 - E_1) \cdot d_2 = U$ (2). Fo-



losind expresiile intensităților: $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$, $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$ și $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$, relația (2) conduce la :

$q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 SU}{d_1}$ (3) și $q_3 + q_2 - q_1 = \frac{2\epsilon_0 SU}{d_2}$ (4). Adunând membru cu membru câte 2 din relațiile

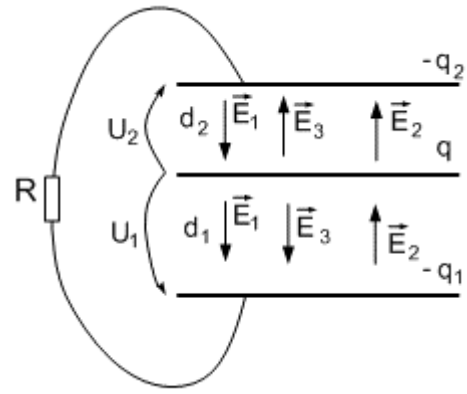
(1), (3) și (4) găsim: $q_1 = \frac{Q}{2} + \frac{\epsilon_0 SU}{d_1}$; $q_2 = \frac{\epsilon_0 SU}{d_1} + \frac{\epsilon_0 SU}{d_2}$ și $q_3 = \frac{Q}{2} + \frac{\epsilon_0 SU}{d_2}$

Top-E.24. Energia inițială se poate scrie sub forma:

$$W_0 = \frac{q^2 d_1}{2\epsilon_0 S}. \text{ Prin închiderea întrerupătorului sarcina de pe placa inferioară se redistribuie (o parte trece pe cea de sus). Situația finală este cea din figura alăturată. Intensitățile câmpurilor generate de fiecare placă sunt: } E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}, \quad E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \text{ și}$$

$$E_3 = \frac{q}{2\epsilon_0 S}. \text{ Legea conservării sarcinii ne dă: } q_1 + q_2 = q \text{ (1).}$$

În plus la sfârșit plăcile exterioare au același potențial, deci $U_1 = U_2$ sau $(E_1 + E_3 - E_2) \cdot d_1 = (E_3 + E_2 - E_1) \cdot d_2$. Înlocuind expresiile intensităților găsim: $q + q_1 - q_2 = q + q_2 - q_1$ (2). Din (1) și (2) rezultă: $q_1 = \frac{3q}{4}$ și $q_2 = \frac{q}{4}$, și ca urmare $E_1 = \frac{3E_3}{4}$, respectiv $E_2 = \frac{E_3}{4}$. Energia câmpului electric dintre două plăci plane între care există un câmp electric se poate scrie sub forma: $W = \frac{\epsilon S d E^2}{2}$. Folosind această expresie, energia finală a sistemului este: $W_f = \frac{\epsilon_0 S d_1}{2} (E_1 + E_3 - E_2)^2 + \frac{\epsilon_0 S d_2}{2} (E_3 + E_2 - E_1)^2$. Înlocuind se găsește: $W_f = \frac{3q^2 d_1}{4 \cdot 2\epsilon_0 S} = \frac{3}{4} W_0$. Căldura degajată va fi: $Q = W_0 - W_f = \frac{1}{4} W_0 = 0,1 \text{ mJ}$



Top-E.26. Pentru ca bila inferioară să se desprindă de suport trebuie ca cea de sus să se apropie la o distanță d suficient de mică pentru ca forța de atracție electrică să compenseze greutatea: $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d^2} = mg$ (1).

Aplicând legea conservării energiei avem: $mgh + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} = mgd + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{kx^2}{2}$ (2). Folosind relația (1),

(2) se poate pune sub forma: $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} = \frac{kx^2}{2} - 2mgx + 2mgd = f(x)$. Valoarea minimă a sarcinii implică

valoarea minimă a funcției f , de gradul II. Deci: $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} = -\frac{\Delta}{4a} = mgh - \frac{2m^2 g^2}{k}$, de unde:

$$q = \sqrt{4\pi\epsilon_0 mgh \left(h - \frac{2mg}{k} \right)}.$$

Top-E.27. Folosind teorema variației energiei cinetice (sau legea conservării energiei) găsim:

$$\frac{mv_B^2}{2} = qV_B \text{ și } \frac{mv_A^2}{2} = qV_A, \text{ de unde: } \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{V_A}{V_B} = n^2 \text{ (1). Principiul II al mecanicii conduce la}$$

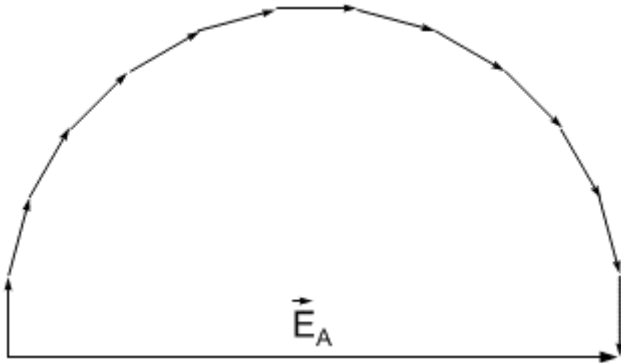
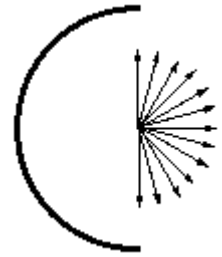
$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{E_A}{E_B} \text{ (2).}$$

Să determinăm potențialul și intensitatea câmpului generat de sarcina distribuită pe semicerc în centrul acestuia. Pentru aceasta divizăm mintal semicercul în elemente identice, foarte mici, astfel încât fiecare din acestea să poată fi considerat punctiform și purtând o sarcină Δq . Oricare asemenea element determină în A

un potențial $\Delta V_A = \frac{k\Delta q}{R}$, unde $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$, iar R este raza semicercului. Potențialul total în A se obține prin

simpla însumare a potențialelor generate de fiecare element separat și se obține: $V_A = \frac{kq}{R}$ (3). Intensitatea

câmpului produs de fiecare element în A are modulul $\Delta E_A = \frac{k\Delta q}{R^2}$, însă orientările sunt diferite ca în figura alăturată. Pentru a găsi intensitatea totală în A trebuie găsită suma vectorială a tuturor câmpurilor generate de fiecare element. Această sumă se găsește simplu folosind regula poligonului. În acest fel se obține figura de mai jos. Dacă numărul elementelor în care am divizat semicercul electrizat este foarte mare, linia poligonală din figură se apropie de un semicerc. Notând cu n numărul elemen-



telor, lungimea liniei poligonale va fi $\Delta S = n \cdot \Delta E_A = \frac{kq}{R^2}$. La limită (când numărul elemen-

telor tinde la infinit), această linie este exact un semicerc, iar intensitatea totală a câmpului în A are modulul egal cu diametrul acestui semicerc. Avem:

$$\pi \cdot \frac{E_A}{2} = \Delta S = k \frac{q}{R^2}, \text{ de unde: } E_A = \frac{2kq}{\pi R^2} \text{ (4). Din}$$

$$(3) \text{ și (4) rezultă: } \frac{V_A}{E_A} = \frac{\pi R}{2} \text{ (5).}$$

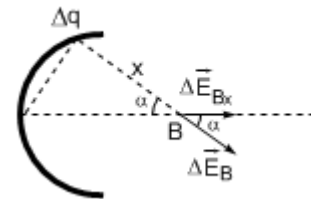
În punctul B elementul de sarcină Δq determină un

potențial $\Delta V_B = \frac{k\Delta q}{x}$ (6) și o intensitate $\Delta E_B = \frac{k\Delta q}{x^2}$. Din motive de simetrie inten-

sitatea totală în B va fi orientată în lungul dreptei determinate de punctele A și B. De aceea elementul analizat va contribui la intensitatea totală doar cu valoarea componen-

tei sale pe această direcție și anume $\Delta E_{Bx} = \frac{k\Delta q}{x^2} \cos \alpha = \frac{k\Delta q}{x^2} \frac{x}{2R}$ (7). Rezultă

$$\frac{V_B}{E_B} = \frac{\Delta V_B}{\Delta E_B} = 2R \text{ (8). Din (2), (5), (8) și (1) obținem: } \frac{a_A}{a_B} = \frac{E_A}{E_B} = \frac{2V_A}{\pi R} \frac{2R}{V_B} = \frac{4}{\pi} n^2.$$



Top-E.30. Alegem un sistem de coordonate cu originea în punctul în care electronul pătrunde în condensator, cu axa Ox în sensul vitezei inițiale și cu Oy în sens contrar intensității inițiale a câmpului. La început electronul va avea o accelerație $a = \frac{eE}{m}$. Dacă t este timpul după care se schimbă sensul câmpului, pu-

tem scrie: $d = \frac{1}{2}at^2$ (1) și $v_y = at$ (2). După schimbarea sensului câmpului accelerația devine $a' = -a$ (3).

Condiția trecerii prin B se exprimă cu ajutorul legii de mișcare pe direcția Oy sub forma:

$$0 = d + v_y t' + \frac{1}{2}a't'^2 \text{ (4). În plus mișcarea în lungul axei Ox este uniformă, deci: } t + t' = \frac{L}{v_0} \text{ (5). Înlocu-$$

ind (1), (2), (3) și t' din (5) în (4), se ajunge la o ecuația de gradul II cu soluțiile: $t_{1,2} = \frac{L(2 \pm \sqrt{2})}{2v_0}$. Cum

$$0 < t < \frac{L}{v_0}, \text{ rezultă: } t = \frac{L(2 - \sqrt{2})}{2v_0}$$

Top-E.31. După închiderea întrerupătorului condensatorul se încarcă, plăcile sale se atrag și se apropie, la echilibru forța electrică fiind egală ca valoare cu forța elastică. Dacă întrerupătorul rămâne închis în timpul deplasării plăcii, diferența de potențial la bornele condensatorului este constantă, egală cu t.e.m. a sursei, în timp ce sarcina de pe armături crește. Fie d distanța inițială dintre plăci, d_1 distanța la care se apropie în primul caz și d_2 distanța dintre ele în cazul al doilea. Forța electrică se exprimă ca produsul dintre sarcina de

pe o armătură și intensitatea câmpului generat de sarcina de pe cealaltă. Această intensitate este $\frac{q}{2\epsilon_0 S}$, unde

S este aria plăcii, deci $F_{\text{electrică}} = \frac{q^2}{2\epsilon_0 S}$. Sarcina o putem exprima, de exemplu, prin intermediul capacității:

$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{E} = \epsilon_0 \frac{S}{d_1}$. Înlocuind, obținem: $F_{\text{electrică}} = \frac{\epsilon_0 S E^2}{2d_1^2}$. Condiția de echilibru se scrie:

$k(d - d_1) = \frac{\epsilon_0 S E^2}{2d_1^2}$ (1), unde k este constanta de elasticitate a resortului. În al doilea caz, placa B nu se de-

plasează în timp ce întrerupătorul este închis și ca urmare sarcina rămâne constantă: $q' = \frac{\epsilon_0 S E}{d}$. Condiția de

echilibru devine: $k(d - d_2) = \frac{\epsilon_0 S E^2}{2d^2}$ (2). Din (1) și (2) găsim: $\frac{d - d_2}{d} = \frac{d - d_1}{d} \cdot \frac{d_1^2}{d^2}$ (3). Cum

$\frac{d - d_1}{d} = f_1$ și $\frac{d - d_2}{d} = f_2$, relația (3) devine: $f_2 = f_1(1 - f_1)^2 = 8,1\%$

PROBLEME DE PERFORMANȚĂ

Top-E.44. O placă dielectrică, uniform electricizată, este așezată orizontal. Deasupra ei la înălțimea h se află în echilibru o mică sferă. Care va fi accelerația sferei dacă se decupează din placă un disc de rază $r = 0,001 \cdot h$ exact sub sferă. Considerați placa foarte întinsă.

R. $4,9 \mu\text{m/s}^2$

Top-E.45. Trei particule sunt situate în punctele A, B și C, coliniare. Distanța dintre A și B este egală cu cea dintre B și C și egală cu r . Particula din A are masa m și sarcina q , cea din B are masa $2m$ și sarcina q , iar cea din C are masa $5m$ și sarcina $2q$. Cele trei particule sunt eliberate simultan. Care vor fi vitezele celor trei particule când distanțele dintre ele devin foarte mari?

$$\text{R. } v_1 = 3q\sqrt{\frac{k}{2mr}}, v_2 = q\sqrt{\frac{k}{2mr}}, v_3 = q\sqrt{\frac{k}{2mr}}$$

Top-E.46. Două particule electricizate au masele M și m , iar sarcinile $+Q$ și respectiv $-q$. Cele două particule sunt plasate într-un câmp electric uniform de intensitate E . După ce sunt eliberate simultan distanța dintre ele rămâne constantă. Care este această distanță ?

$$\text{R. } D = \sqrt{\frac{kQq(M+m)}{E(qM+Qm)}}$$

Top-E.47. Un corp punctiform de masă m și sarcină q este lansat cu viteza v de la o distanță foarte mare spre un inel cu masa m și rază r , încărcat uniform cu sarcina q , aflat în repaus. Viteza inițială a corpului este perpendiculară pe planul inelului și orientată spre centrul acestuia. Neglijând interacțiunile gravitaționale, determinați distanța minimă dintre corpul punctiform și inel.

$$\text{R. Dacă } \frac{q^2}{\pi\epsilon_0 m v^2} > r: d_{\min} = \sqrt{\left(\frac{q^2}{\pi\epsilon_0 m v^2}\right)^2 - r^2}, \text{ dacă } \frac{q^2}{\pi\epsilon_0 m v^2} \leq r: d_{\min} = 0$$

Selecția problemelor prof. Cristinel Codău

DATE DIN ISTORIA FIZICII (1800 – 1899)

- 1801: Humphry Davy, arcul electric;
- 1802: Thomas Young, interferența luminii, lumina este un fenomen ondulatoriu;
- 1802: Joseph Gay-Lussac, legea transformării izobare a gazelor;
- 1804: John Dalton, legea presiunilor parțiale;
- 1808: Etienne Malus, polarizarea luminii prin reflexie;
- 1811: Amedeo Avogadro, dezvoltarea teoriei moleculare a gazelor și legea care îi poartă numele;
- 1811: Jean-Baptiste Fourier, bazele analizei armonice;
- 1812: David Brewster, proprietățile luminii polarizate;
- 1814: Joseph von Fraunhofer, spectroscopul;
- 1815: William Prout, masele atomice sunt un multiplu întreg al masei atomului de hidrogen;
- 1815: Augustin Fresnel, teoria difracției luminii;
- 1816: Joseph von Fraunhofer, liniile de absorbție în spectrul solar;
- 1817: Young and Fresnel, lumina este o undă transversală;
- 1820: Andre Ampere, acțiunea câmpului magnetic asupra conductorilor parcurși de curent electric;
- 1820: Hans Christian Oersted, efectul magnetic al curentului electric;
- 1821: Michael Faraday, primul motor electric;
- 1822: Andre Ampere, interacțiunea curenților electrici;
- 1823: Heinrich Olbers, paradoxul lui Olbers: dacă Universul este infinit, ar trebui să conțină o infinitate de stele și cerul nopții ar trebui să fie foarte luminos;
- 1824: Sadi Carnot, întotdeauna căldura trece de la sine de la un corp mai cald la un corp mai rece;
- 1827: Georg Ohm, legea care îi poartă numele;
- 1827: Robert Brown, mișcarea browniană;
- 1831: Michael Faraday, fenomenul de inducție electromagnetică; construiește dinamul și transformatorul;
- 1833: Michael Faraday, legile electrolizei;
- 1833: Joseph Henry, autoinducția;
- 1834: Emile Clapeyron, entropia;
- 1834: William Hamilton, principiul acțiunii minime în mecanică;
- 1842: Christian Doppler, efectul care îi poartă numele;
- 1842: Justin von Mayer, legea conservării energiei mecanice și termice;
- 1843: James Joule, echivalentul mecanic și electric al căldurii;
- 1846: Adams, Le Verrier, existența planetei Neptun;
- 1846: Gustav Kirchhoff, legile rețelelor electrice;
- 1846: Jahanne Galle, planeta Neptun;
- 1848: William Thomson (Lord Kelvin), scara termometrică absolută;
- 1850: Rudolf Clausius, generalizarea principiului al II-lea al termodinamicii;
- 1851: William Thomson (Lord Kelvin), teoria cinetica a căldurii;
- 1851: Jean Foucault, demonstrarea rotației Pământului folosind un pendul;
- 1861: Johann Madler, paradoxul lui Olbers poate fi depășit dacă se consideră că Universul are o vârstă finită;
- 1864: James Clerk Maxwell, ecuațiile electrodinamicii;
- 1869: Dmitri Mendeleev, tabloul periodic al elementelor;
- 1871: Tyndall and Rayleigh, dispersia luminii și explică culoarea albastră a cerului;
- 1873: James Clerk Maxwell, natura electromagnetică a luminii;
- 1874: George Stoney, sarcina elementară și numele de electron;
- 1877: Ludwig Boltzmann, caracterul probabilistic al entropiei;
- 1881: Albert Michelson, interferometrul cu ajutorul căruia arată că eterul nu este antrenat;
- 1883: George Fitzgerald, teoria radiocomunicațiilor;
- 1887: Heinrich Hertz, produce și studiază undele radio;
- 1887: Hertz, Hallwachs, efectul fotoelectric;
- 1889: George Fitzgerald, contracția lungimilor;
- 1890: Johannes Rydberg, formula empirică a liniilor spectrale;
- 1892: Hendrick Lorentz, electricitatea se datorează particulelor cu sarcină;
- 1895: Wilhelm Roentgen, razele X;
- 1896: Pieter Zeeman, despicierea liniilor spectrale în câmp magnetic;
- 1896: Antoine Henri Becquerel, radioactivitatea;

1898: Guglielmo Marconi, transmisie radio peste Canalul Mânecii;
1898: Pierre și Marie Curie, separarea elementele radioactive radiu și poloniu;
1899: Joseph John Thomson, determinarea masei și sarcinii electronului;
1899: Max Planck, constanta lui Planck.

CUPRINS

PREMIUL NOBEL PENTRU FIZICĂ – 2004	1
CURCUBEUL	4
CE CRED POPOARELE LUMII DESPRE CURCUBEU	6
CÂTEVA PROBLEME DE TEORIE CINETICO – MOLECULARĂ	8
SOLUȚIILE UNOR PROBLEME DIN NUMĂRUL 13	11
PROBLEME DE PERFORMANȚĂ	14
DATE DIN ISTORIA FIZICII (1800 – 1899)	15



Cum vezi fizica?

Colegiul de redacție: prof. Lia Belașcu ,prof. Liviu Belașcu, 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.