Colegiul Național “Alexandru Papiu Ilarian” Târgu-Mureş Catedra de fizică

Caiete de fizică

Anul 2, Nr. 6, Noiembrie 2000 http:\\papiu.netsoft.ro\˜labfiz

MOŞ PĂTRU SAU ÎNVĂȚĂTORUL DE SAT

Prof. Liviu Belaşcu

Cartea de mecanică “***Moş Pătru sau învățătorul de sat. Convorbiri asupra mecanicii***” de Alexe Marin, a apărut în anul 1842 la tipografia Colegiului Sfântul Sava din Bucureşti. Cartea este tipărită cu alfabet de tranziție, are 46 de figuri sugestive, are 64 de pagini şi este concepută ca un dialog – 16 convorbiri, între Moş Pătru şi nepoții săi, Ana, Gheorghe şi Ilie. Numele autorului nu apare nici pe copertă şi nici pe prima pagină însă pe exemplarul aflat în Biblioteca Academiei se găseşte o notă scrisă de mână “de Alexe Marin”. Studiind cărțile lui Alexe Marin se poate trage concluzia că acesta a încercat totul pentru a fi înțeles de un număr cât mai mare de cititori.

Cartea de mecanică este influențată ca formă şi fond de mecanica newtoniană a timpului. Lucrarea se prezintă în general la un nivel mediu, fenomenele sunt prezentate descriptiv, fără prea multe justificări matematice. Cartea are un caracter practic, aplicativ. *Convorbirea a doua* se referă la planul înclinat, numit “planul aplecat”. Pornind de la joaca lui Ilie, care se lăsa să alunece pe o scândură, Moş Pătru începe o discuție despre “planul aplecat” folosind un exemplu: “Acest joc al lui Ilie îl vede cineva adesea la oamenii ce cobor lemne din munte ca un mijloc înlesnitor spre aceasta şi prea practicat, mai cu seamă, în Elveția”. În cadrul discuției se precizează faptul că mişcarea se face sub acțiunea greutății. Gheorghe observă că o ladă cu materiale poate fi transportată între etajele a două clădiri folosind a frânghie care formează un plan înclinat între cele două clădiri. Se vorbeşte şi despre forța de frecare la alunecare. La coborârea pantelor roțile căruțelor sunt blocate deoarece “Când drumul este aplecat, trăsura trage a se coborâ singură, din chiar pricina greutăți[i] ei, şi ar putea să ia vrodată o iuțeală aşa de mare, ca să târască şi caii şi să pricinuiască întâmplări grele. Spre a depărta primejdia aceasta, i se face o astfel de frecătură care micşorează foarte mult iuțeala”. Se precizează faptul că forța de frecare la alunecare depinde de natura şi gradul de prelucrare al suprafețelor aflate în contact: “N-ai băgat de seamă când ai să alunece câte un bulz pe scândurile din sală, că acel bulz merge mai departe şi mai iute decât când îl arunci pe năsip în grădină?… Ei bine, această deosebire este că suprafața salei este mai nete şi mai sclivisită decât a grădini[i], adică că bulzul cearcă mai puțină frecare în sală decât pe năsip”. În încheiere se arată o altă situație în care putem vorbi de plan înclinat: “… planul aplecat este întrebuințat şi de natură la curgerea apelor. Mătcile tuturor gârlelor şi râurilor sunt adevărate planuri plecate, şi pricina pentruce toate râurile se varsă în mare este că suprafața continentelor este mai rădicată decât luciul mărilor”.

REZULTATELE SESIUNII DE COMUNICĂRI ŞTIINȚIFICE ALE ELEVILOR

Premiul	Titlul	Autor	Clasa	Profesor
I	Simularea mişcării planetelor	Klein Cristian	X D	Liviu Belaşcu Mircea Moldovan
II	Termometrul lui Galilei	Bancu Carla	X F	Tökés András
III	Forța Coriolis	Rânja Ramona Duma Laura	IX B	Liviu Belaşcu
M	Calculul elementelor de circuit	Moldovan George Radovici Alexandru Stoica Ovidiu	X D X D	Liviu Belaşcu Mircea Moldovan
M	Cum gândesc fizicienii	Jurca Bianca	IX B	Liviu Belaşcu

ANTIMATERIA

Prof. Cristinel Codău

Ca în cele mai multe situații din cercetările de fizică modernă, înainte de observarea experimentală, antimateria a fost o idee pur teoretică. Primele decenii ale secolului sunt considerate drept perioada de aur a fizicii moderne. Atunci a apărut teoria relativității restrânse şi cea generală, care se aplică obiectelor ce se deplasează cu viteze apropiate de cea a luminii, precum şi teoria cuantică, care studiază lumea bizară şi paradoxală a microcosmosului. În cadrul teoriei cuantice, Schrödinger pune bazele mecanicii ondulatorii, cu ajutorul căreia se puteau trata majoritatea problemelor atomice. Problema era că aceasta a fost elaborată pentru cazul nereletivist, în plus încercările de a explica spinul electronului (electronul care se roteşte în jurul axei proprii are proprietățile unui mic magnet), nu au dus la rezultate satisfăcătoare. În 1930 Paul Adrien Maurice Dirac a formulat o nouă ecuație pentru mişcarea electronului şi care acum îi poartă numele. Aceasta satisface toate cerințele relativiste, fiind deci aplicabilă indiferent de viteza cu care se mişcă electronul, în puls duce la concluzia că electronul trebuie să se comporte ca o mică sfârlează magnetizată care se roteşte. Această ecuație este prea complicată pentru a putea fi discutată aici, însă cititorul poate fi pe deplin liniştit că ea este absolut corectă.

Dar, deşi foarte bună, ea prezicând toate proprietățile electronului aşa cum au fost ele măsurate, această ecuație a condus imediat la foarte serioasă complicație. Ea admite două soluții, una care descrie electronul "normal", cealaltă părând să corespundă unei particule cu energie negativă (este vorba de energia totală relativistă a unei particule libere). Acest lucru este riguros imposibil, din mai multe motive. Unul din ele încercăm să-l expunem în continuare. În cadrul fizicii cuantice, oricărei particule îi este asociată o undă, a cărei frecvență este proporțională cu energia particulei. Dacă energia este negativă, atunci frecvența undei asociate este negativă, ceea ce revine la faptul că particula se întoarce în trecut, ("străbate" timpul în sens invers). Ideea este ispititoare, dar din păcate, aceasta ar însemna ca efectul să preceadă cauza, lucru pe care teoria relativității îl interzice cu desăvârşire şi cel puțin deocamdată, aceasta nu a fost pusă niciodată în dificultate de vre-o observație experimentală. Cu toate aceste aparente contradicții, Dirac nu a vrut sub nici o formă să renunțe la ecuația sa care dădea de altfel rezultate atât de satisfăcătoare pentru electronul "normal". Ulterior, propune o altă interpretare pentru a doua soluție a ecuației sale. O particulă cu masă negativă, care "străbate" timpul în sens invers, este echivalentă matematic cu o particulă de energie pozitivă, care "parcurge" timpul în sensul corect, dar care are o sarcină electrică opusă: un "electron" cu sarcină pozitivă, aşa numitul antielectron sau pozitron. Deocamdată era vorba doar o nouă ipoteză.

La mai puțin de un an după aceea Carl Anderson, care nici nu cunoştea ipoteza lui Dirac, descoperă în radiația cosmică pe care o studia o particulă ciudată. Deviația ei într-un câmp magnetic arăta că este vorba de o particulă încărcată pozitiv, dar masa ei era identică cu cea a electronului. Era vorba de antielectronul prezis de Dirac. (De fapt această particulă ciudată apare în urma interacțiunii dintre radiația cosmică şi un atom din atmosfera terestră, în urma căreia prima se materializează într-o pereche electron – pozitron. În fapt rarele antiparticule naturale care se observă pe Pământ sunt produse "secundare" ale radiației cosmice).

Mai târziu, generalizându-şi ecuația, Dirac demonstrează că materia trebuie în mod necesar să aibă o imagine simetrică. Cu alte cuvinte oricărei particule îi corespunde o antiparticulă ale cărei sarcini au semne opuse. Este vorba de toate sarcinile, şi nu numai de cea electrică! Dacă sarcina electrică este binecunoscută, celelalte sarcini exprimă proprietăți pur cuantice, ele nu au echivalent în lumea care ne este familiară.

Astfel aşa cum sarcina electrică caracterizează o particulă în privința modului în care ea participă la interacțiuni electromagnetice, celelalte sarcini (numite isospin, culoare, etc.),definesc particula vis a vis de alte tipuri de interacțiuni care se manifestă doar la nivel microscopic. Astfel chiar dacă neutronul este neutru din punct de vedere electric, există un antineutron al cărui moment magnetic este invers celui al neutronului. Excepție face fotonul care nu are o antiparticulă, pentru că toate sarcinile lui sunt nule. Până în prezent regula s-a verificat, orice particulă posedă o antiparticulă.

După descoperirea antiprotonului, în 1955, antimateria a devenit un lucru banal, fizicienii reuşind să "fabrice" antiparticule (prin ciocniri ale particulelor) şi să le utilizeze pentru provocarea unor noi ciocniri, care au condus la descoperirea altor particule "elementare". Utilizarea antiparticulelor prezintă avantajul că permite reducerea la jumătate a sistemelor de accelerare în câmp electric şi a celor de ghidare magnetică. Electronul şi antielectronul prezentând sarcini electrice opuse, un unic câmp electric şi un unic câmp magnetic, vor determina pentru aceştia traiectorii inverse.

În prezent se încearcă obţinerea antiatomilor şi apoi a unor "anticorpuri". În acest fel s-ar putea răspunde la întrebarea cum se comportă antimateria faţă de gravitaţie. Pe un "Antipământ" un "Antinewton" ar vedea un "antimăr" căzând din "antipom"? Acest lucru nu este deloc simplu, întrucât la întâlnirea dintre o particulă şi antiparticula ei are loc anihilarea acestora, ele dispar toată masa lor transformându-se în energie, conform celebrei ecuaţii a lui Einstein $E = m \cdot c^2$. O asemenea reacţie ar putea eventual avea şi o importanţă energetică, teoretic ea eliberând de 100 până la de 1000 de ori mai multă energie decât reacţiile nucleare de fisiune sau de fuziune.

Existenţa antimateriei pune mari probleme cosmologiei. Este toată materia din Univers de un singur fel sau există grupuri de materie şi antimaterie? Dacă există numai materie, de ce este aşa? Dacă există şi una şi alta cum sunt ele separate?

DESPRE METODELE DE GÂNDIRE ÎN FIZICĂ
Rolul teoriei în ştiinţă

Jurcă Bianca cl. a– IX –a B

În ziua de 15 noiembrie 1647 Pascal, într-o scrisoare adresată lui Périer, a scris: " Nu v-aş distrage de la munca Dv. continuă, legată de profesie, ca să vă ocup timpul cu probleme de fizică, dacă n-aş şti că ele sunt pentru Dv. un răgaz în clipele libere şi un divertisment neobositor... Este vorba de executarea, în repetate rânduri, a cunoscutei experienţe cu vid, în cursul aceleiaşi zile în acelaşi tub, cu acelaşi mercur, succesiv la poalele muntelui şi pe vârful lui, pentru a verifica dacă înălţimea coloanei de mercur va fi aceeaşi în ambele cazuri, sau va fi diferită... Este lucru sigur că la poalele muntelui apasă mai mult aer decât pe vârful lui. "

Pascal a prevăzut cu 300 de ani în urmă acest fapt simplu, aproape banal: presiunea atmosferică sus la munte este mai scăzută decât la şes. Numai experienţa poate să confirme sau să infirme această idee. Ce răspuns a dat experienţa ? Îl aflăm în scrisoarea trimisă lui Pascal de către Périer în ziua de 22 septembrie 1648: " În cele din urmă am făcut experienţa pe care Dv. o doreaţi de atâta timp... Pe vârful lui Puy Dôme... s-a putut vedea, că în acest tub au rămas numai 23 ţoli şi 2 linii de mercur, în timp ce în « Grădina călugărilor », în acelaşi tub erau 26 ţoli şi 3 linii şi jumătate: prin urmare, în aceste două cazuri apare diferenţa de 3 ţoli şi 1,5 linii. Acestea mă umplu de admiraţie şi uimire ... "

În aceste două scrisori vedem cu mult mai mult decât o poveste obişnuită a descoperii unei legi ştiinţifice. Observăm în ele două dintre cele mai esenţiale caracteristici ale creaţiei ştiinţifice: Prevederea unor anumite fapte, a unor anumite legi şi verificarea acestora cu ajutorul experienţei.

Cât de mult ne-am îndepărtat în cursul celor 300 de ani de la aceste metode primitive şi simple ale experimentării! Producem în laboratoare tensiuni de milioane de volţi, pătrundem în interiorul atomilor, realizăm transmutarea unor elemente în altele, cercetăm radiaţiile cosmice din stratosferă, deviem fascicule de electroni, construim aparate complicate pentru a descoperi legile simple sau complicate care guvernează natura, dar aceste constatări despre care am citit în scrisorile lui Pascal şi Périer au rămas neschimbate. Fiecare teorie ştiinţifică explică şi prezice anumite fapte, iar experienţa confirmă sau infirmă aceste profeţii.

Să ne închipuim un fizician care lucrează la o problemă simplă de experienţă, fie ea oricât de veche. De exemplu: Cum se poate înainta măcar cu un pas în precizia măsurării căldurii de topire ? În ce fel trebuie modificată, schimbată aparatura pentru a deveni mai subtilă, ca să obţinem un rezultat cu încă o zecimală în plus? N-avem voie să subapreciem o muncă de acest fel. Înregistrând benzile spectrale ale anumitor corpuri, aducând precizie mai mare în măsurarea densităţii sau rezistenţei materialelor, fizicianul execută o muncă utilă, căci furnizează date de care se va folosi tehnica în viitor, sau înregistrează mai multe date, din care cândva va răsări poate o idee teoretică nouă, o concepţie nouă despre fenomenele naturii. Să ne gândim la cercetările cele mai esenţiale şi cele mai adânci din fizică, acelea care au transformat fundamental concepţiile noastre despre structura lumii înconjurătoare şi legile care o guvernează.

În anul 1919 două expediţii ştiinţifice engleze înzestrate cu cele mai bune aparate de pe atunci pentru fotografierea cerului, au plecat în două locuri diferite ale globului. Una din ele a ales drumul spre Sobral în Brazilia, alta spre insula Principe în Golful Guineei, în apropiere de coasta Africii. Calculele astronomice prevedeau că tocmai în aceste localităţi în momentul stabilit se va putea vedea o eclipsă totală de soare. În plină zi însorită luna acoperă pentru câteva minute în faţa noastră soarele, provocând o noapte cu stele, dând naştere unui fenomen plin de farmec şi nelinişte. Vor trece ani până când iarăşi, undeva pe globul terestru, o nouă eclipsă va întrerupe monotonia răsăriturilor şi apusurilor de soare, care luminează bucuriile, tristeţile şi necazurile vieţii noastre. Care este scopul acestor expediţii ?Iată-l : fotografierea stelelor vizibile din vecinătatea cea mai apropiată a soarelui eclipsat. Examinarea fotografiilor trebuia să dea răspunsul la următoarea întrebare: oare prevederile teoriei relativităţii generale sunt adevărate ? Oare, în câmpul gravitaţional al soarelui, razele de lumină trimise de stele, suferă în adevăr o deviaţie de un anumit fel? Fotografiile efectuate în timpul eclipsei solare au demonstrat că acest efect se produce în adevăr.

Între cele două cercetări, efectuate la o distanţă atât de mare în timp , adică între experienţa efectuată cu un simplu tub barometric şi măsurătorile astronomice complicate şi subtile observăm analogii. Atât în primul cât şi în al doilea caz există o anumită concepţie despre natura acestor fenomene, care duce la formularea problemelor respective. Se va coborî oare nivelul coloanei de mercur pe vârful muntelui ? Fotografiile unei regiuni a cerului luate în momentul eclipsei de soare şi aceleaşi regiuni în cursul nopţii înstelate, vor fi oare identice sau vor prezenta - după cum prevede teorie relativităţii - anumite diferenţe mici, ce se pot stabili cu ajutorul măsurătorii ?

Într-o cercetare ştiinţifică imboldul muncii creatoare este căutarea răspunsului la întrebarea formulată de teorie. Întâmplarea care vine în ajutor este doar un capriciu al naturii, este o excepţie care doar infirmă regula.

Ce este teoria? Teoria ştiinţifică este o încercare, o năzuire de a făuri o imaginea a realităţii ce ne înconjoară, ea se extinde la un domeniu mai larg sau mai îngust de fapte şi legi experimentale, introducând în ele rânduială şi ordine. Ştiinţa nu este un conglomerat de legi şi un depozit de fapte. Stabilind legătura între aceste fapte pe baza gândirii logice, teoria creează viziunea realităţii. Din cele două exemple citate am văzut că teoria face mai mult. Ea este un factor creator, este un îndrumător în domeniul unor fenomene noi şi necunoscute, ne arată cum să făurim aparate noi şi să descoperim legi noi. Teoria îşi soarbe seva sa vitală din experienţe, dacă acestea confirmă concluziile ei. Ea poate fi doborâtă şi anulată dacă este în discordanţă cu concluziile experienţei. Experimentul este şi va rămâne totdeauna instanţa supremă, care decide soarta teoriei.

Cum iau naştere teoriile? Cum se creează şi se dezvoltă viziunea lumii înconjurătoare? Oare obţinem de la început o schiţă uşoară, un contur slab, care în dezvoltarea sa continuă să câştige expresie, plasticitate, culori noi şi vii, păstrând totuşi caracteristicile şi specificul schemei iniţiale? Sau, cu alte cuvinte, oare în dezvoltarea teoriei observăm numai factorul evolutiv sau cataclismele, revoluţiile mari, care schimbă într-un timp scurt concepţia noastră asupra structurii lumii şi legilor care o guvernează?

În istoria dezvoltării ştiinţei observăm ambii factori: cel evolutiv şi cel revoluţionar. Evoluţia se face prin munca generaţiilor, prin efortul lor colectiv. Alături de nume strălucite, vestite, găsim o serie de lucrări mărunte, folositoare, care adâncesc gândirea teoretică şi extind teoria asupra unor fenomene noi. Evoluţia este ridicarea clădirii ştiinţei pe fundamentele deja create. În perioada evoluţiei ajung la maturitate şi se dezvoltă ideile mari. În dezvoltarea ei teoria se eliberează de ipoteze stingheritoare, simpliste, domeniul faptelor cuprinse de ea devine din ce în ce mai vast, forma ei matematică iniţial simplă se complică paralel cu adâncirea ei.

Vom crea teorii care vor reflecta din ce în ce mai fidel lumea ce ne înconjoară, vom descoperi mereu fapte noi, fenomene noi ; totuşi bogăţia naturii este inepuizabilă şi în fiecare stadiu de dezvoltare a ştiinţei vor apărea probleme noi, care cer să fie soluţionate. Dezvoltarea oricărei teorii face ca în ea să apară cu timpul fisuri şi crăpături mici, invizibile în clipa triumfului dar care cresc mai târziu, devenim din ce în ce mai evidente şi mai periculoase. În aceste dificultăţi, în discordanţa dintre concluziile teoretice şi experienţă, adesea chiar în contradicţiile interne, pe care nu va fi capabilă să le înlăture dezvoltarea teoriei, zac germenii unei evoluţii noi, apare necesitatea creării unor fundamente noi, unor baze noi ale ştiinţei. Eşecurile teoriei pregătesc terenul pentru revoluţie. Ea este aproape întotdeauna opera unui singur geniu. Revoluţia în ştiinţă prezintă plasarea problemelor pe un plan nou, ne învaţă să privim fenomenele dintr-un unghi deosebit, reprezintă punerea unor fundamente noi, construirea unei lumi deosebite, noi, în fizică. În acest înţeles, revoluţionari în ştiinţă au fost numai puţini la număr. Din aceştia fac parte fără îndoială: Copernic, Galilei, Newton, Faraday, Mendeleev, Einstein, Bohr, creatori de teorii, pe care se bazează dezvoltarea evoluţionistă a ştiinţei ca rezultat al muncii generaţiilor care i-au urmat.

Observaţiile despre rolul teoriei în ştiinţă, prezentate aici, au caracter general. Să adăugăm aici în treacăt câteva exemple care arată rolul celor doi factori (evoluţionist şi revoluţionar) în ştiinţă. Newton pune bazele mecanicii clasice. Lucrările lui Lagrange, Hamilton, Jacobi constituie dezvoltarea şi adâncirea acestor baze. Mecanica clasică obţine o formă matematică din ce în ce mai elegantă şi mai profundă. Domeniul faptelor cuprinse de ea devine din ce în ce mai mare. Lagrange a fost acela care a spus: “ Newton a fost nu numai cel mai mare, dar şi cel mai fericit dintre savanţi, căci ştiinţa despre univers poate fi creată numai o singură dată “.

Oare într-adevăr este posibil de a crea ştiinţa despre univers numai o singură dată ? Astăzi, plini de admirație pentru geniul lui Newton, înțelegem totuşi că Lagrange n-avut dreptate. Norocul de a făuri ştiința despre lume nu era numai apanajul lui Newton. Lagrange trăia în epoca evoluției ştiinței, în epoca adâncirii pentru prima oară a bazelor fizicii. El nu bănuia că poate exista o perspectivă nouă, mai adâncă, asupra fenomenelor naturii, că ştiința despre univers va fi creată în repetate rânduri. Am auzit adesea vorbindu-se despre marea operă a lui Copernic, omul care a înțeles pentru prima dată că pământul nu este centrul universului, ci o planetă care împreună cu celelalte gravitează în jurul soarelui. Această descoperire a inițiat nu numai astronomia de azi, dar şi întreaga ştiință modernă despre univers şi natură. În acest domeniu teoria relativității a introdus încă un factor nou, datorită căruia opera lui Copernic ne apare în altă lumină. Astăzi, când vrem să descriem, cu ajutorul ecuațiilor teoria relativității, mişcarea a două corpuri cereşti, de exemplu a pământului şi a soarelui obținem acelaşi rezultat indiferent dacă analizăm mişcarea Pământului în jurul Soarelui, sau a soarelui în jurul pământului. Totuşi, aceste ecuații trebuie legate de realitate; trebuie să dăm concluziilor matematice o interpretare fizică şi să le comparăm cu rezultatele experienței. Analizând mişcarea pământului şi a soarelui în acelaşi sistem, obținem anumite abateri foarte mici de la teoria lui Newton, abateri confirmate pe deplin de observațiile astronomice. Aceasta constituie o confirmare şi în acelaşi timp un succes uriaş al teoriei relativității. Dar pentru a ajunge la aceste concluzii, pentru a soluționa ecuațiile corespunzătoare, admitem întotdeauna că pământul se mişcă în jurul soarelui. În acest fel teoria relativității ne arată marea descoperire a lui Copernic într-o lumină nouă, adâncind cunoştințele noastre şi înțelegerea noastră despre natură.

Ce concluzie rezultă din observații schițate aici figurativ ? Vedem că toate teoriile fizicii, la fel ca şi viața omului, au începutul şi sfârşitul lor. În secolul al XX-lea, în secolul dezvoltării foarte intense a ştiinței, ele trăiesc viața lor din plin şi frumos, dar un timp scurt. Viziunea lumii înconjurătoare suferă necontenite transformării şi schimbări datorite ştiinței. Ştiința nu este o construcție, în care se schimbă cel mult nişte amănunte secundare, decorative. O astfel de concepție ar fi sumbră şi întristătoare şi din fericire ea ar fi de asemenea falsă. Bucuria muncii creatoare, bucuria rezultată de pe urma cunoaşterii legilor ştiinței rezidă în veşnica lor tinerețe şi variabilitate. Variabilitatea înseamnă progresul, calea care merge în sus, cu toate greşelile şi erorile inerente. Schimbăm teoriile ca să îmbrățişăm cu ele un domeniu din ce în ce mai vast de fapte, ca să obținem o concordanță din ce mai bună şi mai strânsă cu experiența, ca să obținem o viziune din ce în ce mai fidelă a lumii înconjurătoare.

Bibliografie : LEOPOLD INFELD - Noile Căi ale Ştiinței, Editura Ştiințifică, Bucureşti, 1960

VERIFICAREA LEGII DE CONSERVARE A ENERGIEI MECANICE

Boilă Adela – clasa a-XI-a A

PREZENTARE TEORETICĂ

Energia este o mărime caracteristică a corpurilor sau a sistemelor fizice care arată posibilitatea acestora de a efectua lucru mecanic. Există două tipuri de energie mecanică, după cum starea corpurilor poate fi statică sau dinamică:

- energie potențială de poziție;
- energia cinetică de mişcare.

ENERGIA POTENȚIALĂ:
- măsoară capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic, ca urmare a poziției pe care o are față de Pământ; sau față de alte sisteme conservative.
- este o caracteristică a sistemelor conservative;

Prin definiție **VARIAȚIA ENERGIEI POTENȚIALE** a unui corp între două stări este egală şi de semn contrar cu lucru mecanic efectuat de forțele interne asupra corpului.

Energia potențială a unui corp aflat la o înălțime *h* față de Pământ va fi:

$$E_p = mgh$$

ENERGIA CINETICĂ:
- măsoară capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic, ca urmare a mişcării sale;
- este egală cu semiprodusul dintre masa şi pătratul vitezei corpului:

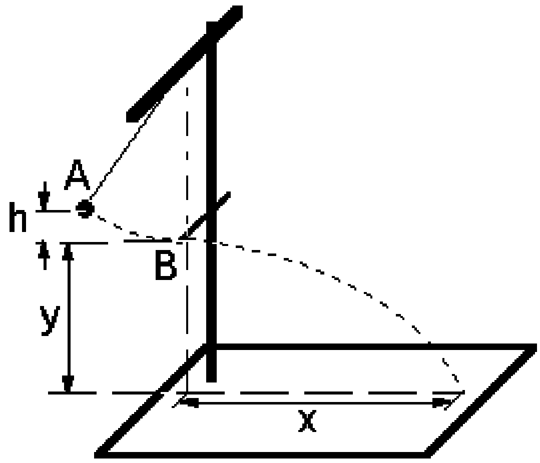
$$E_c = mv^2/2$$

LEGEA DE CONSERVARE A ENERGIEI MECANICE se enunță astfel:

- în procesele mecanice fără frecare, într-un sistem izolat fizic, energia cinetică şi potențială se conservă, adică este constantă în timp:

$$E_t = mgh + mv^2/2 = \text{constantă}$$

MONTAJ EXPERIMENTAL



PRINCIPIUL METODEI:

- corpul de masă *m* porneşte din punctul A aflat la o înălţime *h* faţă de punctul B (punctul B află la o înălţime *y* faţă de sol), viteza lui iniţială este 0, deci energia lui iniţială va fi:

$$E_{ti} = E_p(A) = mgh$$

- ajungând în B, corpul a dobândit o viteză *v'* şi v' = 0, el se află la o înălţime h' = 0 faţă de punctul B, deci:

$$E_{tf} = E_c(B) = mv'^2/2$$

Pentru a se verifica legea de conservare a energiei mecanice valoarea raportului $E_p(A)/E_c(B)$ trebuie să fie aproximativ egală cu 1.

- lama fixată în punctul B taie firul care leagă corpul de tija orizontală;
- acesta îşi continuă mişcarea până când atinge solul, având o viteză iniţială *v'* orizontală.
- în mişcarea sa corpul parcurge pe orizontală o distanţă *x*, iar pe verticală o distanţă *y:*

$$E_c(B)=mxg/4y; \qquad E_p(A)=mgh ;$$

$$E_p(A)/E_c(B)=4hy/x$$

MODUL DE LUCRU:

i) am realizat montajul experimental;
ii) am măsurat înălţimea *y* la care se află punctul B de sol;
iii) am lăsat corpul să cadă de la o înălţime *h* faţă de punctul B şi am măsurat această distanţă;
iv) am marcat locul în care corpul atinge solul şi am măsurat distanţa *x;*
pe orizontală din acest punct până la punctul B;
v) am repetat apoi de la ii);

TABEL DE VALORI:

Nr. . crt.	x(cm)	y(cm)	h(cm)	Ep(A)/Ec(B)
1	29	21,1	9,2	0,92
2	28	21,1	8,5	0,91
3	30	21,1	8,9	0,83

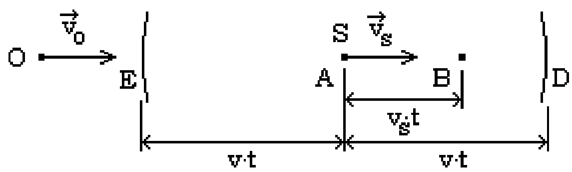
În urma efectuări experimentului nu s-a obţinut o valoare a raportului foarte apropiată de 1. Acest fapt subliniază prezenţa erorilor.

EFECTUL DOPPLER

Prof. Liviu Belaşcu

Când sursa sonoră, observatorul sau ambii se deplasează faţă de aer, înălţimea sunetului recepţionat se modifică faţă de starea în care acestea se află în repaus. Acest fenomen se numeşte efect Doppler. Exemplul cel mai obişnuit este sunetul claxonului unui automobil în mişcare: cât timp automobilul se apropie sunetul este mai înalt, scăzând brusc în momentul depăşirii.

Presupunem că sursa şi observatorul se deplasează în aceeaşi direcţie cu vitezele v_s şi respectiv v_0. Sensul pozitiv îl considerăm de la observator spre sursă. Viteza v a undelor sonore se consideră întotdeauna pozitivă. Frecvenţa undelor produse de sursă este ν_s iar frecvenţa undelor recepţionate de observator este ν_0.



Sursa se află la momentul iniţial $t_0 = 0$ în punctul A iar la momentul t, în punctul B. Frontul de undă emis la momentul iniţial ajunge până în punctele E respectiv, D, astfel încât:

$$AE = AD = v \cdot t.$$

La momentul t observăm că lungimile de undă măsurate în sensul deplasării sursei şi în sens contrar sunt diferite:

$$\lambda_+ = \frac{v - v_s}{\nu_s} \qquad \lambda_- = \frac{v + v_s}{\nu_s}.$$

Frecvența cu care observatorul întâlneşte undele va fi:

$$\nu_0 = \frac{v + v_0}{\lambda} = \frac{v + v_0}{v + v_s} \cdot \nu_s$$

sau:

$$\frac{\nu_0}{v + v_0} = \frac{\nu_s}{v + v_s}.$$

Această formulă cuprinde toate cazurile mişcării colineare a sursei şi observatorului

Exerciții:

Fie v = 340 m/s şi ν_s = 1000 Hz.

1) Calculați λ_+ şi λ_- dacă v_s = 20 m/s.
2) Observatorul este în repaus şi sursa se depărtează cu viteza v_s = 60 m/s. Care este frecvența auzită?
3) Sursa este în repaus şi observatorul se depărtează cu viteza v_0 = 60 m/s. Care este frecvența auzită?

Ce observație se poate face referitor la ultimele două cazuri?

METODA IMAGINILOR ÎN ELECTROSTATICĂ

Prof. Cristinel Codău

Principala problemă a electrostaticii este determinarea mărimilor ce caracterizează câmpul electric, intensitatea şi potențialul. Pentru cazul unor sarcini punctiforme ale căror poziții sunt cunoscute rezolvarea este relativ simplă, având la bază principiul superpoziției. De asemenea pentru distribuții uniforme de sarcină, nu apar complicații deosebite în acest sens, teorema lui Gauss fiind de obicei simplu de aplicat. Evident însă că există şi alte feluri de distribuții, în general complicate şi dificil de determinat.

Să luăm de exemplu situația unei sarcini Q aflată pe un conductor oarecare. Unde se vor găsi oare sarcinile? Desigur, ele se vor distribui cumva la suprafața conductorului. Dar care este distribuția lor exactă pe această suprafață? Găsirea răspunsului nu înseamnă doar satisfacerea unei simple curiozități, cunoaşterea distribuției permițând calcularea intensității şi a potențialului. Evident că sarcinile se vor dispune pe suprafață de aşa manieră încât potențialul ei să fie constant. Dacă suprafața nu ar fi echipotențială, sarcinile s-ar afla încă în mişcare, până ce potențialul ar căpăta aceiaşi valoare în toate punctele suprafeței (evident că şi în interiorul conductorului potențialul va avea aceeaşi valoare). Găsirea distribuției care satisface această condiție este foarte greoaie la modul general. Trebuie să presupunem, să ghicim o distribuție de sarcină, să calculăm potențialul şi să constatăm dacă el are aceeaşi valoare în toate punctele suprafeței. Dacă nu trebuie să alegem o altă distribuție şi aşa mai departe. Această modalitate nu poate fi dezvoltată analitic, ca necesită metode numerice complicate şi impune utilizarea calculatorului.

Există însă, un număr mic de situații în care răspunsul la întrebarea privind câmpul generat şi distribuția de sarcină poate fi găsit utilizând un artificiu. Un asemenea truc este acela care foloseşte soluțiile obținute pentru situații în care sarcinile au poziții cunoscute, aşa numita metodă a imaginilor. Ea se bazează pe afirmația evidentă: dacă într-un câmp electric, se înlocuieşte o suprafață echipotențială oarecare printr-un conductor, având aceeaşi formă şi adus la acelaşi potențial cu cel al suprafeței considerate, câmpul electric în afara lui rămâne neschimbat. În figura de mai jos, sunt reprezentate câteva suprafețe echipotențiale (cu linie întreruptă) şi câteva linii de câmp pentru un sistem de două sarcini punctiforme egale şi de semne contrare.

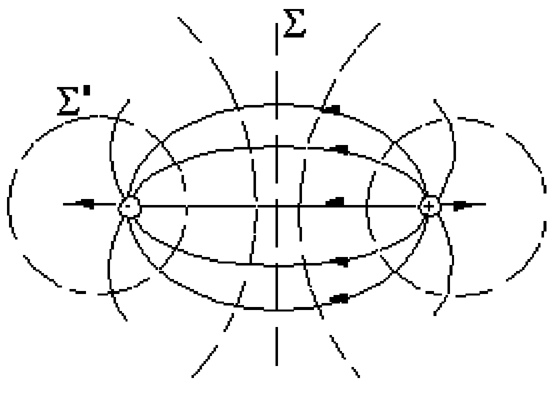


fig. 1

Câmpul considerat poate fi divizat în două părți prin planul Σ, care constituie o suprafață echipotențială (de potențial nul). Dacă vom plasa un conductor plan infinit, legat la pământ (pentru a-l menține la potențial nul) în planul Σ, câmpul dintre el şi sarcina pozitivă va rămâne neschimbat, aşa cum se arată în figura următoare.

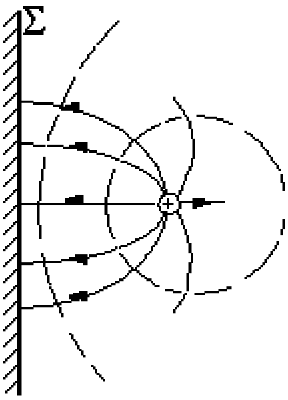


fig. 2

La fel, dacă vom plasa un conductor de forma suprafeței Σ' în locul acesteia şi îl vom menține la potențialul ei, în spațiul din exteriorul conductorului câmpul va fi exact la fel cu cel generat de sistemul sarcinilor punctiforme.

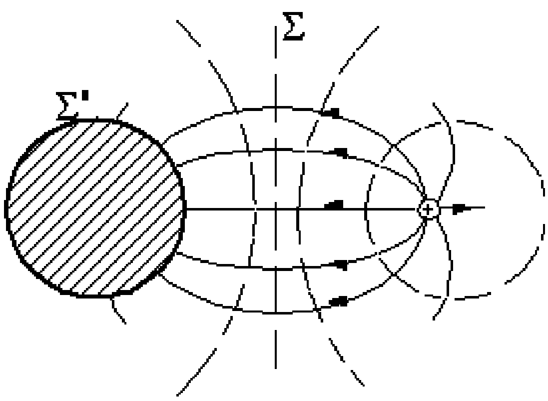


fig. 3

Cele de mai sus sugerează că am putea calcula câmpul generat de un sistem format dintr-o sarcină punctiformă şi un conductor, înlocuind conductorul cu sarcină punctiformă, "imaginea" celei considerate la început.

Vom analiza în continuare câteva situații concrete.

Sarcină punctiformă lângă un plan conductor legat la pământ.

Fie o sarcină +Q situată la distanța a de un plan conductor legat la pământ. Se pot pune două probleme. Care este distribuția sarcinilor care apar prin influență pe plan şi ce forță va acționa asupra sarcinii +Q. Conform celor de mai înainte câmpul generat va fi ca şi cel generat de un sistem de două sarcini punctiforme, cea de-a doua fiind plasată simetric față de plan şi de semn contrar (desigur este vorba de câmpul din dreapta suprafeței Σ. Se poate observa că în acest fel se rezolvă imediat problema câmpului total. Putem găsi uşor forța care se exercită asupra sarcinii +Q, forță datorată sarcinilor induse pe planul conductor, şi anume:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{(2a)^2}$$

Care este oare distribuția sarcinilor induse pe planul conductor? Aceasta se poate afla folosindu-ne de faptul că în vecinătatea exteriorului unui conductor intensitatea câmpului este perpendiculară la suprafața acestuia, iar pentru un plan aceasta are valoarea $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, determinată cu ajutorul teoremei lui Gauss. Pe de altă parte, folosind metoda imaginilor, această intensitate se poate exprima şi altfel. Pentru un punct situat pe plan la distanța r față de proiecția sarcinii Q pe plan, conform fig. 4 vom avea: $\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$, iar modulul:

$$E = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\left(a^2 + r^2\right)}\frac{a}{\sqrt{\left(a^2 + r^2\right)}}$$

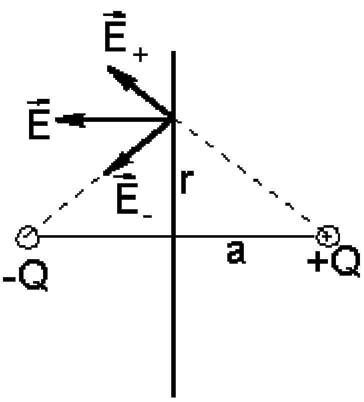


fig. 4

Comparând acest rezultat cu cel precedent găsim:

$$|\sigma| = \frac{aQ}{2\pi\left(a^2 + r^2\right)^{3/2}}$$

Dacă se calculează sarcina totală indusă pe plan se găseşte exact -Q, cât ar trebui să fie. (calculul necesită cunoştințe de calcul integral)

Sarcină punctiformă în apropierea unei sfere conductoare legată la pământ.

Fie o sarcină +Q, plasată la distanța r de centrul unei sfere conductoare cu raza R, legată la Pământ. Să găsim valoarea şi poziția sarcinii imagine în această situație. Datorită simetriei, aceasta va fi plasată undeva pe segmentul ce uneşte sarcina Q cu centrul sferei.

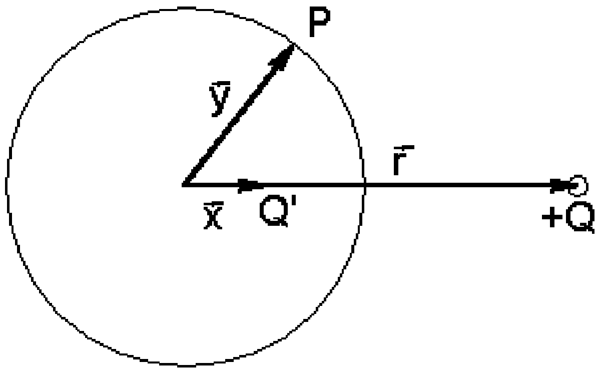


fig. 5

Potenţialul într-un punct P de pe suprafaţa sferei trebuie să fie nul. Cu notaţiile din fig. 5 vom avea:

$$V(\vec{y}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0|\vec{y}-\vec{r}|} + \frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0|\vec{y}-\vec{x}|} = 0$$

dacă $\vec{n}$ şi $\vec{n}'$ sunt versorii lui $\vec{r}$, respectiv al lui $\vec{y}$, condiţia de mai sus revine la:

$$\frac{Q}{R\left|\vec{n}' - \frac{r}{R}\vec{n}\right|} + \frac{Q'}{x\left|\frac{R}{x}\vec{n}' - \vec{n}\right|} = 0,$$

sau, deoarece $\vec{n}$ şi $\vec{n}'$ au mărimea egală cu unitatea şi ca urmare

$$\left|\frac{R}{x}\vec{n}' - \vec{n}\right| = \left|\vec{n}' - \frac{R}{x}\vec{n}\right|,$$

condiţia de anulare a potenţialului pe suprafaţă va fi:

$$\frac{Q}{R\left|\vec{n}' - \frac{r}{R}\vec{n}\right|} + \frac{Q'}{x\left|\vec{n}' - \frac{R}{x}\vec{n}\right|} = 0.$$

Se observă că alegând:

$$\frac{Q}{R} = -\frac{Q'}{x} \text{ şi } \frac{r}{R} = \frac{R}{x},$$

se obţine $V(\vec{y}) = 0$ pentru orice direcţii ale versorilor $\vec{n}$ şi $\vec{n}'$, altfel spus în toate punctele de pe suprafaţa sferei. Rezultă că sarcina imagine este situată la distanţa $x = R^2/r$ faţă de centrul sferei, şi are valoarea $Q' = -QR/r$. Asupra sarcinii Q se va exercita o forţă de atracţie datorită sarcinii induse pe sferă care se poate calcula cu relaţia:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q\frac{QR}{r}}{\left(r - \frac{R^2}{r}\right)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2Rr}{\left(r^2 - R^2\right)^2}.$$

Calculul distribuţiei sarcinii pe suprafaţa sferei este posibil analitic, însă depăşeşte nivelul acestui articol.

Ce se întâmplă insă, dacă sfera nu este legată la pământ, ci este încărcată cu o sarcină Q_0 (care în particular poate fi şi zero) ? Principiul superpoziţiei permite rezolvarea noii situaţii folosind rezultatul anterior. Putem adăuga întotdeauna o sarcină punctiformă în centrul sferei. Suprafaţa ei va rămâne o suprafaţă echipotenţială, numai valoarea potenţialului ei se va modifică. Aşadar pe lângă sarcina imagine, determinată ca şi în cazul precedent, se mai consideră o sarcină punctiformă, plasată în centrul sferei, a cărei valoare însumată algebric cu cea a imaginii este egală cu sarcina totală a sferei.

Să luăm, de exemplu, o sferă conductoare, neutră şi izolată, iar în apropierea ei o sarcină punctiformă +Q. Pentru punctele din exteriorul sferei, sistemul este echivalent cu trei sarcini punctiforme: sarcina Q, imaginea ei Q’, ca şi cea corespunzătoare sferei legate la pământ, şi o treia Q”, situată în centrul sferei şi de valoare Q” = - Q’, astfel încât sarcina totală de pe sferă să rămână zero. Se poate vedea că va exista o forţă de atracţie între sarcina +Q şi sferă, chiar dacă aceasta este neutră în ansamblu. Este uşor de explicat acesta şi fără a face apel la metoda imaginilor. În adevăr, sarcina exterioară va atrage sarcini negative pe sferă, în partea mai apropiată şi lasă sarcini pozitive în partea opusă. Atracţia determinată de sarcinile apropiate va fi mai mare decât respingerea dintre cele îndepărtate, astfel încât va exista o rezultantă atractivă. Folosind metoda imaginilor, se poate şi calcula valoarea acestei forţe. Încercaţi!

Bibliografie:

1. R. Feynman – Fizica modernă, vol II, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1970
2. J. D. Jackson – Electrodinamica clasică, vol I, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1991
3. S. Kalachnicov – Élecricité, Éditions MIR, Moscou, 1980
4. E. M. Purcell – Electricitate şi magnetism, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982

DILEMA LUI MINIFIZICUS

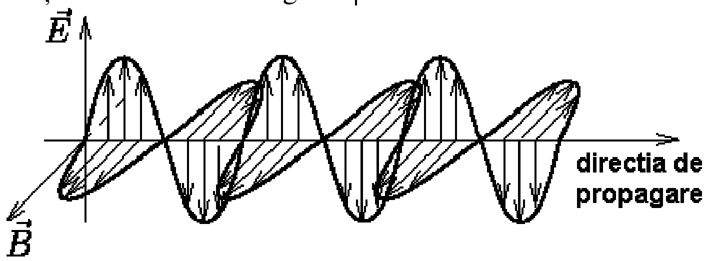
Prof. Liviu Belaşcu

Un avion zboară cu viteză supersonică. Pilotul se află in partea din faţă a fuzelajului, iar motoarele sunt plasate pe aripi, în spatele pilotului. Pilotul aude oare zgomotul motoarelor? Minifizicus, care nu a zburat vre-o dată cu un asemenea aparat, crede că deoarece viteza avionului este mai mare decât a sunetului, acesta va rămâne în urmă, iar pilotul nu va auzi zgomotul motoarelor. De fapt era sigur de aceasta. Vizionând un film artistic, constată că în cabina unui asemenea avion este un zgomot cumplit. Care să fie oare explicaţia ?

VITEZA LUMINII – VITEZA LIMITĂ ÎN UNIVERS?

Prof. Mircea Moldovan

Ecuațiile lui Maxwell sunt un set de ecuații diferențiale care descriu câmpul electric şi magnetic creat de o distribuție de sarcini şi / sau curenți electrici. Cele mai simple soluții, descoperite chiar de Maxwell, descriu undele electromagnetice (nu există sarcini / curenți). Deoarece lumina este o undă electromagnetică, aceste soluții sunt numite light - solutions (LS). Undele electromagnetice plane (LS) au două caracteristici importante: sunt unde transversale, câmpul electric şi magnetic oscilând perpendicular pe direcția de propagare, cu o anumită frecvență, şi se propagă în vid cu viteza c (~300000 m/s).

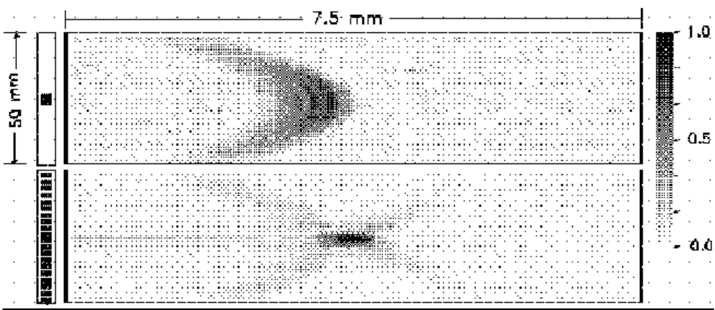


Dar ecuațiile lui Maxwell prezic existența altor soluții, cu viteză diferită de c? Răspunsul este DA!

H. Bateman, a arătat ca ecuația undelor scalare are soluții care descriu un pachet compact de unde cu viteză mai mică decât c! Aceste soluții prezintă o dispersie mică, dar se poate arăta că timpul de împrăştiere a pachetului este comparabil cu timpul presupus al universului. Astfel de pachete pot reprezenta particule elementare, care nu sunt altceva decât configurații speciale electromagnetice.

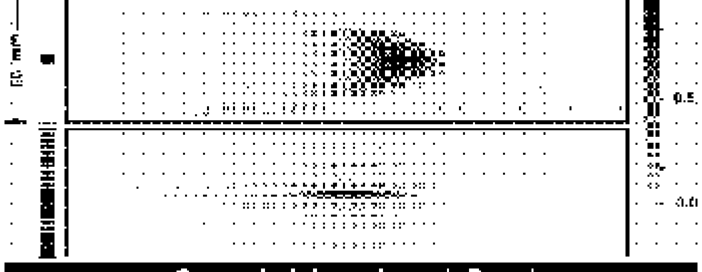
O soluție superluminică este aşa numita undă electromagnetică X, care îşi păstrează forma în timpul propagării. Nimeni nu a produs până acum unda electromagnetică X. Totuşi există motive serioase să credem că acest lucru e posibil:

- a fost produsă unda acustică X, undă ce are viteză mai mare decât viteza sunetului;



Sus: unda de baza; Jos: unda X

- au fost produse de asemenea unde acustice compacte, aşa numitele pulsuri Bessel, care se propagă cu viteză mai mică decât viteza sunetului.


Sus: unda de baza; Jos: puls Bessel

Găsim de asemenea predicții teoretice de configurații electromagnetice cu propagare superluminică în probleme cu valori limită:

- rezolvarea ecuațiilor lui Maxwell în cazul unui câmp electromagnetic aflat între două oglinzi perfecte conduce la o soluție în care câmpul electromagnetic are o viteză > c în direcție perpendiculară pe suprafața oglinzilor (G. Barton si K. Scharnhorst);
- generarea unor pachete de unde superluminice în afara unui cilindru conductor (W. Band). În 1988, P. T. Papas şi A. G. Obolensky pretind că au trimis semnale printr-un cablu coaxial cu viteze de până la 100c. Acest lucru este prezis de teoria lui Band;
- emiterea unor microunde prin antene cu viteza de 1.47c pe o distanță de 1m.

O altă problemă importantă este cea a tunelării (trecerea pachetelor de unde prin bariere de potențial). Această problemă este puțin studiată deşi este cunoscută de peste 50 de ani. Mai multe experimente confirmă propagarea superluminică prin bariere. De exemplu, R. Chiao şi colaboratorii au observat un foton printr-o barieră la o viteză de 1.47c, iar G. Nimtz a transmis simfonia 40 a lui Mozart între două puncte la o viteză de 4.7c.

Caracteristica esențială a soluțiilor care se propagă în vid cu viteza $v \neq c$ este că au o componentă longitudinală (electrică şi / sau magnetică).

Care sunt concluziile? La mai bine de 150 de ani de la descoperirea ecuațiilor lui Maxwell, acestea continuă să surprindă. Şi a doua concluzie … unele principii sunt pe cale să cadă!

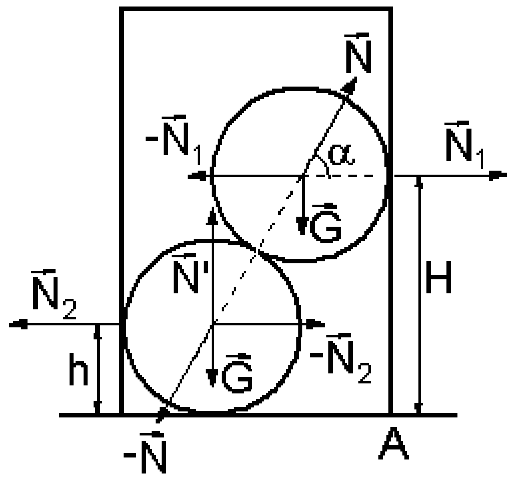
Bibliografie

1. Faster Than Light? J. E. Maiorino and W. A. Rodrigues Jr.
2. H. Bateman, Electrical and Optical Motion, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1915
3. A. O. Barut, Found. Phys. 22, 1267 (1992)
4. W. A. Rodrigues Jr. and J. Y. Lu, Found. Phys. 27, 435 (1997)
5. G. Barton and K. Scharnhorst, J. Physics A 26, 2037 (1993)
6. W. Band, Found. Phys. 18, 549 (1989)
7. P. T. Papas si A. G. Obolensky, Electronics and Wireless World 12, 1162 (1988)
8. R. Chiao et al., Phys. Rev. Lett. 71, 708 (1993)
9. G. Nimtz, Phys. Lett. A 196, 154 (1994)

SOLUȚIILE UNOR PROBLEME DE PERFORMANȚĂ DIN NR. 4

Top – M. 15. Dacă v_0 este viteza inițială a pisoiului şi α unghiul sub care sare față de orizontală, din legea conservării impulsului pe orizontală, se obține viteza scândurii: $v = \frac{mv_0 \cos\alpha}{M}$. Timpul în care pisoiul se află în aer este: $t = t_u + t_c = 2\frac{v_0 \sin\alpha}{g}$. În acest timp distanța parcursă pe orizontală, față de scândură va fi: $L = (v + v_0 \sin\alpha)\cdot t$ Se obține că viteza necesară pentru a ajunge la capătul scândurii în funcție de unghi este : $v_0 = \sqrt{\frac{MgL}{(M+m)\cdot \sin 2\alpha}}$. Viteza minimă se realizează pentru $\sin 2\alpha = 1$, deci pentru $\alpha = 45°$ şi are valoarea $v_{0\min} = \sqrt{\frac{MgL}{(M+m)}}$.

Top – M. 16. În figura de mai jos sunt reprezentate forțele care acționează asupra bilelor şi cele cu care acestea acționează asupra pereților cilindrului. (Nu sunt reprezentate greutatea cilindrului şi reacțiunea suprafeței orizontale asupra cilindrului)



Din condițiile de echilibru pentru cele două sfere se obține: $N_1 = N_2 = mg \cdot ctg\alpha$. Din considerente geometrice rezultă: $\cos\alpha = \frac{R-r}{R}$, $h = r$ şi $H = r + 2r \cdot \sin\alpha$. În momentul în care începe răsturnarea cilindrului, reacțiunea din partea suprafeței orizontale asupra lui are punctul de aplicație în A, iar condiția de rotație în jurul acestui punct este: $N_1H - MgR - N_2h \ge 0$. În urma înlocuirilor se obține : $\frac{M}{m} \le 2\frac{R-r}{R}$.

Top – M. 17. Din legea conservării impulsului rezultă imediat că dacă dopul pleacă cu viteza v_1, eprubeta va căpăta viteza $v_0 = \frac{mv_1}{M}$. Pe de altă parte, atunci când eprubeta este legată cu tija (pct. a.), pentru a efectua o rotație completă este suficient ca ea să ajungă în punctul cel mai înalt al traiectoriei. Din legea conservării energiei mecanice se găseşte că viteza minimă a eprubetei, în punctul inferior este $v_0 = 2\sqrt{gl}$. Ca urmare viteza minimă a dopului trebuie să fie $v_1 = 2\frac{M}{m}\sqrt{gl}$. În situația de la punctul b, când tija este legată cu un fir, viteza minimă pe care trebuie să o aibă eprubeta în punctul cel mai înalt al traiectoriei se determină din condiția ca firul să rămână întins. În acest punct greutatea joacă rol de forță centripetă, de unde se obține că viteza minimă în punctul superior este $v' = \sqrt{gl}$. Aplicând ca mai înainte legea conservării energiei se găseşte viteza minimă a eprubetei, în punctul inferior este $v_0 = \sqrt{5gl}$, iar viteza minimă a dopului: $v_1 = \frac{M}{m}\sqrt{5gl}$.

Top – M. 18. Lucrul mecanic al forței de frecare pentru un corp care coboară pe un plan înclinat, este dat de relația $L = -\mu mgl$, unde l este baza planului. Se observă că lucrul mecanic total al forței de frecare care acționează asupra schiorului, de la plecare până la oprire va fi $L = -\mu mgL$, unde L reprezintă distanța dintre piciorul perpendicularei coborâte din punctul de plecare pe planul punctului de oprire, şi acest punct. Teorema variației energiei cinetice conduce la: $mgh - \mu mgL = 0$, unde h este diferența de nivel dintre punctele între care se deplasează schiorul. Se obține: $\mu = tg\alpha$.

Top – M. 19. Viteza în momentul trecerii prin poziția de echilibru este $v = \sqrt{2gL}$, L fiind lungimea firului. Înălțimea pe care va urca, într-un sistem de referință legat de punctul de suspensie se determină uşor tot din legea conservării energiei mecanice, exprimând energia potențială sub forma $m(g+a)h$. Aceasta deoarece deplasarea S.R. cu accelerația a orientată în sus in câmpul de accelerație g este echivalentă cu un S.R.I. în câmpul de accelerație $a+g$. Rezultă: $h = \frac{v^2}{2(g+a)} = \frac{gL}{g+a}$ şi $\cos\alpha = \frac{L-h}{L} = \frac{a}{g+a}$

Top – E. 10. Să calculăm rezistența echivalentă între punctele A şi B din figura a. Datorită simetriei rețelei, punctele B, C, D, E şi F au acelaşi potențial. Notând cu O punctul comun (placa), circuitul dat este echivalent cu cel din figura b. , unde toate rezistoarele au rezistența $\frac{R}{2}$.

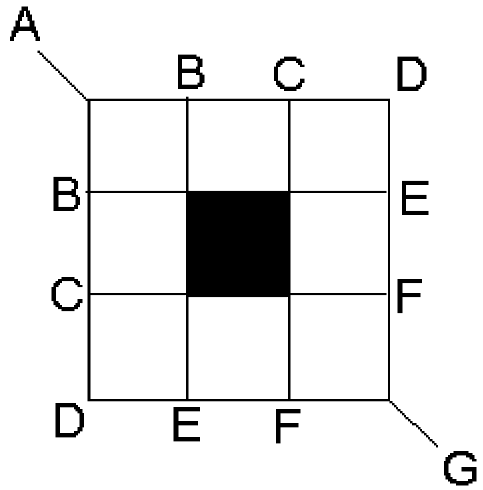


fig. a.

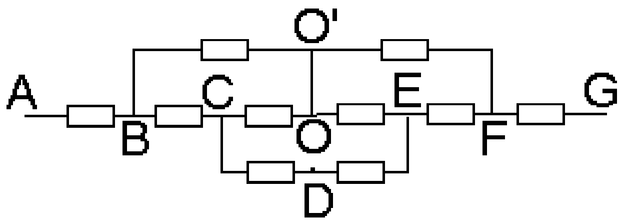


fig. b.

Se observă acum că prin ramura OO' nu circulă curent, ca urmare ea poate fi eliminată, obținându-se un circuit simplu cu rezistența echivalentă $R_e = \frac{8R}{5}$.

Top - E. 11. Placa introdusă între armături, generează un câmp de intensitate $E' = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$, care se suprapune câmpului E_0 generat de plăcile condensatorului, ele având sensurile indicate în figură. Sursa menține între plăci o diferență de potențial U egală cu t.e.m. $\mathcal{E}$ a bateriei. Avem:

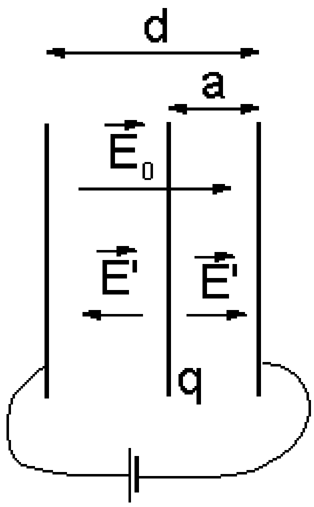
$$U = (E_0 - E')\cdot(d-a) + (E_0 + E')\cdot a,$$

de unde:

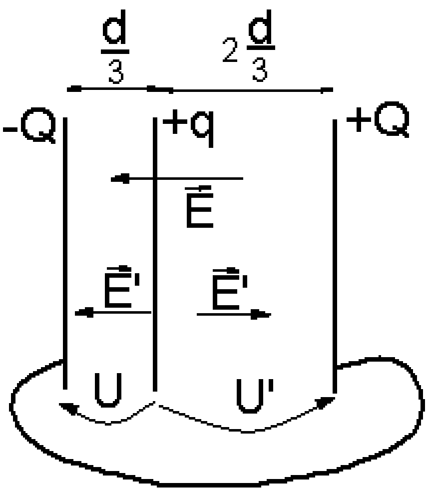
$$E_0 = \frac{U + E' \cdot (d - 2a)}{d},$$

iar forța ce acționează asupra plăcii:

$$F = qE_0 = \frac{q}{d}\left[U + \frac{q \cdot (d - 2a)}{2\varepsilon_0 S}\right]$$

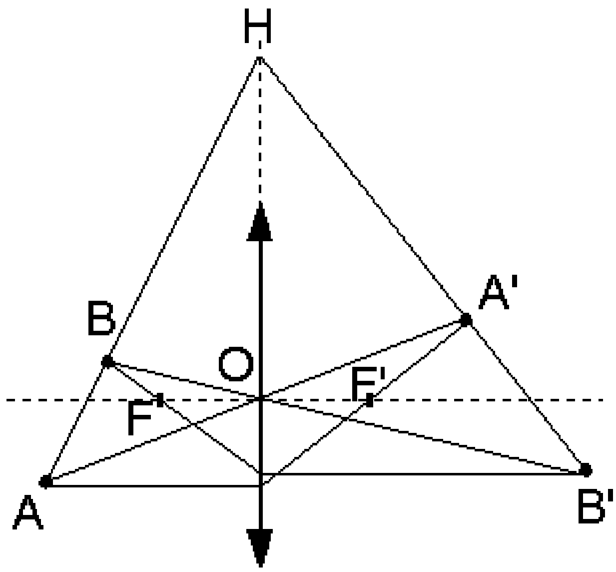


Top - E. 12. Plăcile condensatorului se vor electriza prin influență, situația inițială fiind cea din figura următoare.



Sarcinile de pe armăturile condensatorului generează câmpul de intensitate $E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$, iar sarcina de pe placă $E' = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ cu sensurile din figură. Cum plăcile sunt conectate, ele vor avea același potențial, deci $U - U' = 0$. Dar $U = (E + E') \cdot \frac{d}{3}$ și $U' = (E' - E) \cdot \frac{2d}{3}$. Se obține pentru sarcina de pe armătura din stânga $Q = \frac{q}{6}$. După deplasarea plăcii, sarcina acestei armături va fi $Q = -\frac{q}{6}$. Rezultă că sarcina care trece prin fir va fi $\Delta Q = \frac{q}{3}$.

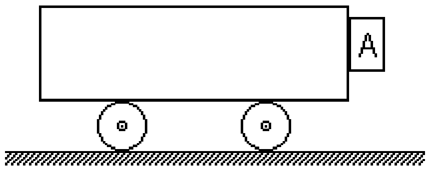
Top – O. 6. Raza de lumină care trece prin centrul optic al lentilei nu-și schimbă direcția. Ca urmare centrul optic se găsește la intersecția dreptelor AA' și BB'. Considerând acum o rază care are direcția determinată de punctele A și B, după refracția prin lentilă, va avea direcția A'B'. Înseamnă că punctul de intersecție H a acestora se află în planul lentilei. În acest mod am determinat poziția lentilei. Axul optic principal, este perpendicular pe planul lentilei și trece prin centrul O al acesteia. Pentru determinarea poziției focarului principal imagine, se consideră raza care pleacă, de exemplu, din A, paralel cu axul optic principal, iar după refracție, prin lentilă va trece prin A', intersecția cu axul optic principal, determinând poziția acestui focar. Asemănător se determină poziția celuilalt focar.



ERATĂ: Premiul Nobel Pentru fizică în anul 1903 a fost atribuit lui ANTOINE HENRY BECQUEREL pentru descoperirea radioactivității naturale și nu lui Sir Joseph Thomson așa cum din greșeală s-a scris in numărul trecut. Ceilalți premianți din 1903 sunt, așa cum a apărut, PIERRE CURIE și MARIE SKLODOWSKA – CURIE pentru cercetările lor asupra fenomenelor radiative descoperite de Henry Bequerel.

PROBLEME PROPUSE

M.70. Ce accelerație trebuie să aibă căruciorul din figură pentru ca corpul A să nu cadă? Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp şi cărucior este μ. Cum ar descrie comportarea corpului un observator aflat în cărucior?



R. g/μ.

M.71. Un corp cu masa m = 5 kg cade pornind din repaus într-un mediu vâscos. Asupra corpului acționează o forță constantă F = 20 N îndreptată în jos şi forța de rezistență datorată vâscozității, proporțională cu viteza, $F_r = k\cdot v$, unde $k = 5\ N\cdot s\cdot m^{-1}$ şi v este viteza exprimată în $m\cdot s^{-1}$. a) Determinați accelerația inițială, a_0; b) Determinați accelerația atunci când viteza este 3 $m\cdot s^{-1}$; c) Determinați viteza atunci când accelerația este egală cu $0{,}1\cdot a_0$; d) Calculați viteza finală, v_f; e) Desenați graficul vitezei în funcție de timpul t, pentru un interval de timp de la 0 la 3 s.

R. 4 ms^{-2}; 1 ms^{-2}; 3,6 ms^{-1}; 4 ms^{-1}.

E.43. În montajele din figurile următoare se dau E = 220 V, $R_1 = 400\ \Omega$, $R_2 = 600\ \Omega$, $R_V = 1000\ \Omega$ (rezistența voltmetrului), ampermetrul este ideal, iar rezistența internă a bateriei este neglijabilă. Aflați indicațiile aparatelor de măsură.

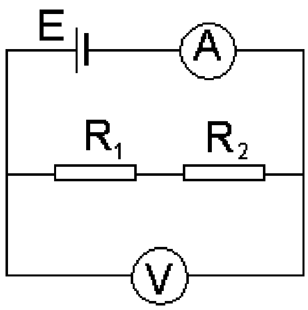


fig. a

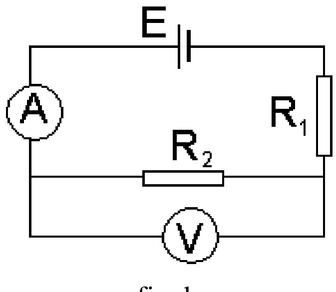


fig. b

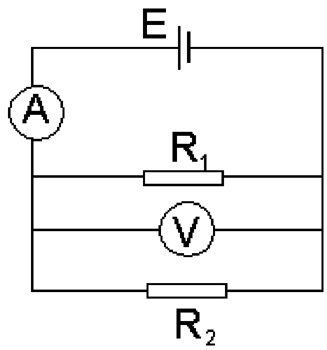


fig. c

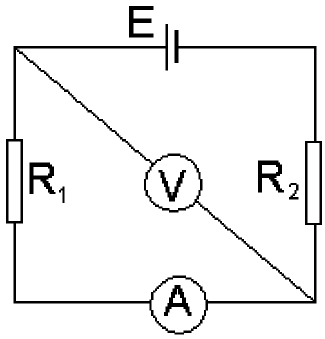


fig. d

R. a) 0,44 A; 220 V; b) 0,28 A; 106 V;
c) 1,14 A; 220 V; d) 0,18 A; 71,6 V;

E.44. Un voltmetru legat în serie cu o rezistență R = 10 000 Ω indică $U_1 = 50$ V când tensiunea aplicată grupării este $U_0 = 120$ V. Dacă se leagă în serie cu o altă rezistență R_x el indică $U_2 = 10$ V, pentru aceeaşi tensiunea aplicată la capetele grupării. Să se afle R_x.

R. $R_x = R\dfrac{(U_0 - U_2)U_1}{(U_0 - U_1)U_2} = 78.600\Omega$

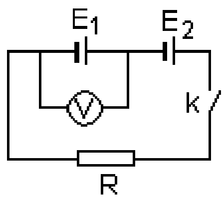
E.45. La sfârşitul încărcării unui acumulator cu un curent de 3 A, un voltmetru, legat la borne, indică 4,5 V. La începutul descărcării cu un curent de 4 A, voltmetrul indică 3,9 V. Curentul prin voltmetru se poate neglija. Să se afle t.e.m. şi rezistența interioară a acumulatorului.

R. 4,1 V; 0,05 Ω

E.46. Tensiunea la bornele unei porțiuni de circuit este 8 V, la un curent de 0,5 A. La un curent de 1,5 A tensiunea este de 20 V. Ce t.e.m. cuprinde această porțiune de circuit ? Care va fi tensiunea la un curent de 0,1 A ?

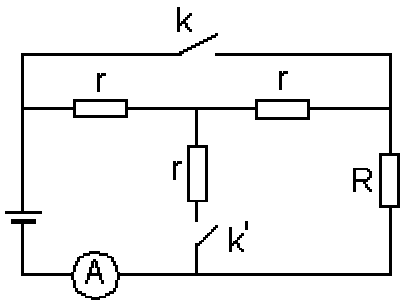
R. 2 V; 3,2 V

E.47. Două elemente galvanice cu t.e.m. E_1 şi E_2, un voltmetru cu rezistenţă mare şi un rezistor de rezistenţă R se conectează ca în figură. Rezistenţa R este egală cu rezistenţa interioară a fiecărui element. Originea scalei voltmetrului se află la mijloc. Când întrerupătorul este deschis, acul deviază la dreapta. Pentru ce raport între E_1 şi E_2 la închiderea întrerupătorului: a) acul deviază la dreapta; b) acul nu deviază; c) acul deviază la stânga.



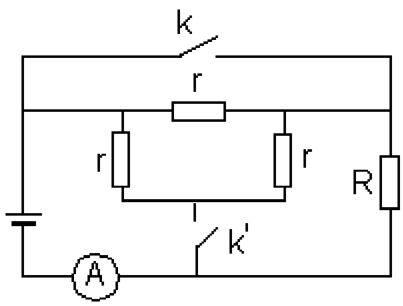
R. a) $E_1 > 2E_2$; b) $E_1 = 2E_2$; c) $E_1 < 2E_2$

E.48. Cunoscând rezistenţa r, din circuitul de mai jos, determinaţi R, dacă ampermetrul indică acelaşi curent în cazurile k închis, k' deschis, şi k deschis, k' închis.



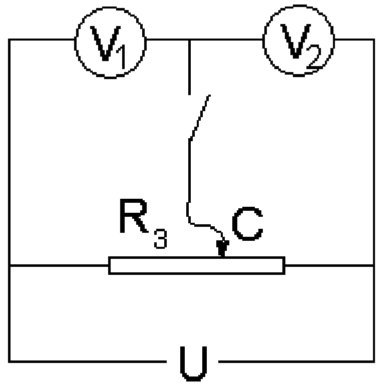
R. $R = r\sqrt{3}$

E.50. Cunoscând rezistenţa r, din circuitul de mai jos, determinaţi R, dacă ampermetrul indică acelaşi curent în cazurile k închis, k' deschis, şi k deschis, k' închis.



R. $R = \frac{r\sqrt{3}}{3}$

E.51. Două voltmetre cu rezistenţele R_1 = 6 000 Ω şi R_2 = 4 000 Ω se leagă în serie. In paralel cu ele se leagă o rezistenţă R_3 = 10 000 Ω. Gruparea se alimentează la tensiunea U = 180 V, ca în figură. a) ce indică voltmetrele când întrerupătorul este deschis ? b) dar când întrerupătorul este închis, iar cursorul C este la mijlocul rezistenţei R_3 ? c) Cursorul se deplasează până când indicaţiile voltmetrelor devin egale În ce raport împarte el rezistenţa R_3 ?

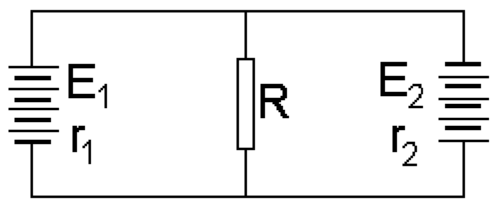


R. a) 108 V şi 72 V; b) 99 V şi 81 V;
c) 4.000 Ω şi 6.000 Ω

E.52. Două rezistoare, ale căror rezistenţe dorim să le comparăm, sunt legate în serie şi alimentate la o grupare serie formată din n = 10 generatoare identice. Între punctul de legătură al celor două rezistoare şi un punct al bateriei de generatoare se introduce un galvanometru sensibil. Căutând poziţia pentru care curentul prin galvanometru este zero se găseşte că bateria este împărţită în două grupe, de $n_1 = 4$ şi respectiv $n_2 = 6$ elemente. Care este raportul rezistenţelor celor două rezistoare?

R. $\frac{R_2}{R_1} = \frac{n_2}{n_1} = 1{,}5$

E.53. Se consideră circuitul din figură. Tensiunea electromotoare a unei baterii este E_1 = 12 V, iar rezistenţa ei internă r_1 = 1 Ω. Care trebuie să fie t.e.m. a celei de-a doua baterii cu rezistenţa internă r_2 = 3 Ω, pentru ca prin rezistorul R să nu treacă curent electric?



R. $E_2 = E_1 \frac{r_2}{r_1} = 36V$

E.54. Trei elemente galvanice se leagă în paralel, atât între ele cât şi cu un rezistor. Tensiunile electromotoare ale elementelor sunt: E_1 = 2 V, E_2 = 1,7 V, E_3 = 1,6 V, iar rezistenţele lor interne au respectiv valorile r_1 = 0,3 Ω, r_2 = 0,1 Ω, r_3 = 0,1 Ω. În serie cu al treilea element se conectează un galvanometru sensibil şi se constată că acesta indică zero. Să se determine rezistența rezistorului şi intensitățile prin celelalte ramuri.

R. 0,69 Ω; 1,33 A; 1 A; 2,33 A

E.55. Un bec şi un rezistor sunt conectate în serie într-un circuit electric. Tensiunea la bornele becului este de 60 V, iar rezistența rezistorului este de 20 Ω. Becul şi rezistorul consumă împreună 200 W. a) care este intensitatea curentului? b) ce cantitate de căldură degajă becul într-o oră? c) care este temperatura filamentului becului, dacă rezistența la 0° C este 2,5 Ω, iar coeficientul de temperatură al rezistivității este $5\cdot10^{-3}$ grd^{-1}?

R. a) 2 A; b) 432 kJ; c) 2.200° C

E.56. La bornele unei surse se conectează un rezistor cu rezistența de 9 Ω. Apoi se înlocuieşte rezistorul cu un altul cu rezistența de 16 Ω. Se constată că, în ambele cazuri, căldura degajată de aceste rezistoare, în acelaşi interval de timp, este acelaşi. Să se calculeze rezistența internă a sursei.

R. 12 Ω

E.57. Un încălzitor electric are două rezistoare. Dacă se conectează primul rezistor, apa fierbe în 15 minute, iar dacă se conectează al doilea rezistor, în 30 minute. Să se afle în cât timp fierbe apa dacă se conectează ambele rezistoare: a) în serie; b) în paralel. Tensiunea de alimentare este aceeaşi în toate cazurile.

R. a) 45 min.; b) 10 min.

E.58. O cantitate de apă aflată la o anumită temperatură poate fi adusă la fierbere în 20 minute, folosind un încălzitor electric alimentat la tensiunea de 120 V. Aceeaşi cantitate de apă, având aceeaşi temperatură inițială, va începe să fiarbă după 28 minute, dacă încălzitorul respectiv este conectat la o tensiune de 110 V. După cât timp va fierbe apa când se utilizează o tensiune de 100 V. Se consideră că pierderile de căldură în unitatea de timp este aceeaşi în toate cele trei cazuri.

R. 44 min.

E.59. La ce frecvență o bobină cu inductanța de 5 H are o reactanță de 4000 Ω? La ce frecvență un condensator cu capacitatea de 5 μF are aceeaşi reactanță?

R. 127 Hz; 7,97 Hz.

E.60. Un circuit RLC serie este alimentat la o tensiune U_{max} = 50 V cu pulsația ω = 1000 rad/s. Cunoscând că: R = 300 Ω, L = 0,9 H şi C = 2 μF, determinați: a) impedanța circuitului; b) amplitudinea intensității curentului; c) amplitudinile tensiunilor de la bornele elementelor din circuit; d) defazajul dintre tensiune şi intensitatea curentului. Construiți diagrama vectorială.

R 500 Ω; 0,1 A; 30 V; 90 V; 50 V; 4/3.

E.61. Stabiliți relațiile dintre R, X_L şi X_C astfel încât defazajul dintre tensiune şi intensitatea curentului din circuitele reprezentate mai jos să fie zero.

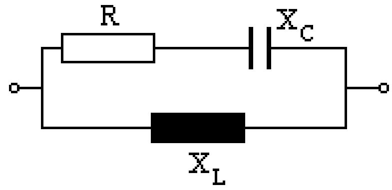


fig. a

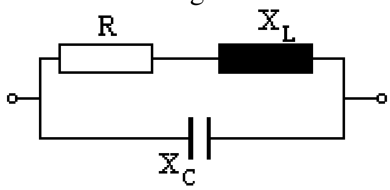
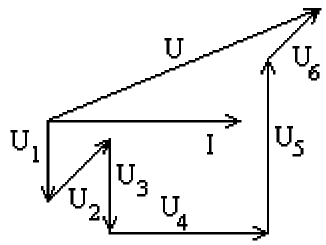


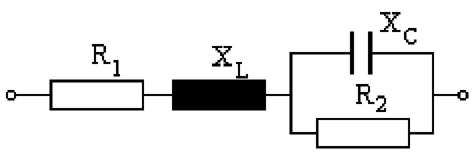
fig. b

R. a) $X_L X_C = R^2 + X_C^2$; b) $X_L X_C = R^2 + X_L^2$

E.62. Un circuit de curent alternativ are diagrama fazorială din figură. Să se determine schema electrică a circuitului.



E.63.Circuitul din figura de mai jos este alimentat la tensiunea $u = 4\sqrt{2}\sin(100\pi\cdot t - \frac{\pi}{3})\,(V)$ cu elementele din circuit având valorile: X_L = 2 Ω, R_1 = 1 Ω, X_C = 2 Ω şi R_2 =2 Ω. Se cer: a) diagrama fazorială a circuitului; b) impedanța circuitului; c) intensitățile efective ale curenților prin fiecare element de circuit.

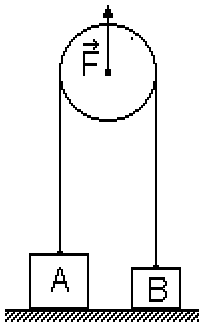


R: a) Z = 3,6 Ω; b) I = 1,11 A; I_{R2} = 0,78 A; I_C = 0,78 A.

Selecția problemelor : prof. Liviu Belaşcu şi prof. Cristinel Codău

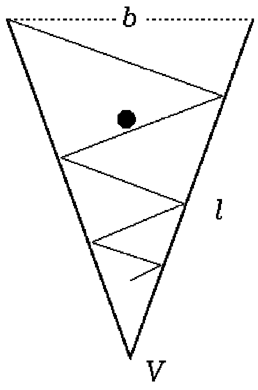
PROBLEME DE PERFORMANȚA

Top-M.20. Masele corpurilor A şi B din figură sunt de 20 kg şi respectiv 10 kg. Ele se află inițial în repaus pe podea şi sunt legate printr-un fir fără greutate care trece peste un scripete ideal. Determinați accelerațiile corpurilor A şi B, atunci când F are valoarea: (a) 98 N; (b) 196 N; (c) 394 N; (d) 788 N.



Top-M.21. În naveta sa zilnică de acasă la serviciu, la 50 km/h, un om se întâlneşte cu dădaca sa (care tocmai pleacă de acasă ...) la jumătatea drumului. Într-o zi, plecând mai târziu cu 5 minute el trebuie să meargă cu 70 km/h pentru a ajunge la timp la serviciu. În această zi, el se întâlneşte cu dădaca la 9 km de casă. Care este viteza dădacei?

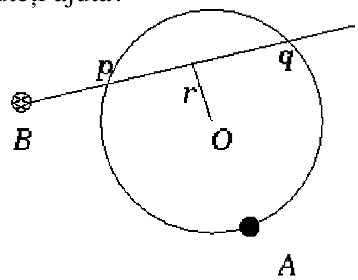
Top-M.22. Un obiect mic se mişcă cu viteză constantă *v* de-a lungul unor linii perpendiculare pe marginile unui con de lungime *l* şi bază *b*. În cât timp ajunge obiectul în vârful *V*?



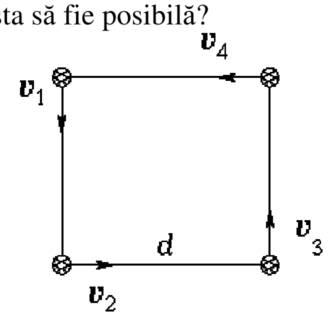
Top-M.23. O barcă care se mişcă cu viteza *v* în apă liniştită traversează un râu de lățime *l* care curge cu viteza *w*. Demonstrați că timpul minim necesar traversării este *l/v*. Arătați că barca ajunge pe partea opusă la distanța $x=wl/v$ (mai sus sau mai jos?) de la poziția de plecare. Verificați că această valoare a lui *x* este soluție a ecuației $v^2x^6+l^2(2v^2-w^2)x^4+l^4(v^2-2w^2)x^2-w^2l^6=0$. Rezolvați această ecuație şi interpretați soluțiile obținute.

Top-M.24. Patru păianjeni se mişcă în linie dreaptă de la o origine comună, pe un plan, astfel încât în orice moment se află în vârfurile unui dreptunghi. Dacă vitezele a trei păianjeni sunt de 2, 3, respectiv 4 cm/s, găsiți valorile posibile ale vitezei celui de-al patrulea păianjen.

Top-M.25. O insectă, care este obligată să trăiască pe marginea unui cerc de rază *R*, realizează că o insectă gustoasă, pe care o vânează, are obiceiul de a se furişa pe teritoriul său, întotdeauna cu viteză constantă *v*, de-a lungul unei linii drepte, localizate la distanța *r* de centrul cercului. Insecta *A* doreşte să afle viteza minimă cu care trebuie să se deplaseze spre insecta *B*, aflată în *p*, astfel încât, indiferent unde s-ar afla pe circumferința cercului, să ajungă în *q* înaintea insectei *B* şi astfel să aibă masă gustoasă. O puteți ajuta?



Top-M.26. Patru furnici, aflate inițial în colțurile unui pătrat de latură *d*, încep să se mişte în acelaşi timp, în acelaşi sens şi cu viteză constantă, de-a lungul laturilor pătratului. Cât timp le trebuie furnicilor să fie pe aceeaşi latură a pătratului? Există o condiție în ceea ce priveşte vitezele furnicilor pentru ca aceasta să fie posibilă?



Top-M.27. Două particule au o mişcare rectilinie într-un plan astfel încât componenta vitezei lor relative de-a lungul liniei ce le uneşte este constantă (*u*). Demonstrați că viteza lor relativă este o funcție de distanța *d* dintre ele:

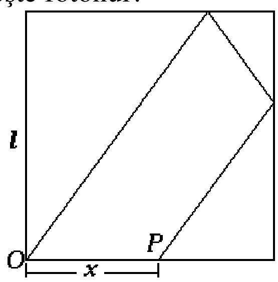
$$v=\frac{u}{\sqrt{1-\left(\frac{d_{min}}{d}\right)^2}}$$

, unde d_{min} este distanța minimă dintre particule.

Top-M.28. Pe o linie *AB* de lungime unitară sunt create aleator particule care se mişcă către B cu viteza *v*. Care este timpul probabil dintre crearea şi detectarea în B?

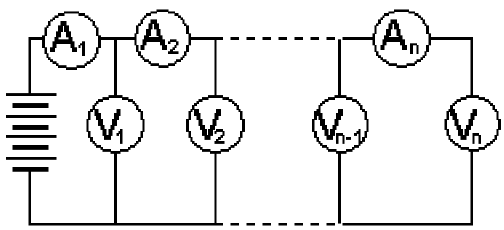
Top-M.29. După 40 min de zbor în linie dreaptă, un aeroplan care zboară cu 360 mile/h către Clear Skies City (aflat la 1800 mile de locul de plecare) este atenţionat de existenţa unei furtuni şi i se ordonă să schimbe ruta şi să crească viteza cu 30%. Determinaţi cât de departe se poate depărta aeroplanul fără a avea întârzia.

Top-M.30. Un foton, creat în *P*, se deplasează cu viteza *c* şi se reflectă de două ori de pereţii unei cutii pătrate înainte de a fi absorbit în originea *O*. Cât timp trăieşte fotonul?



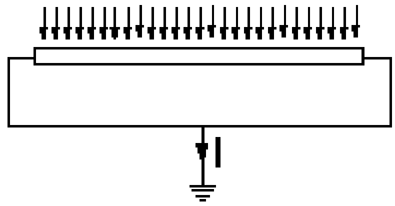
Top-E.13. Sarcinile punctiforme $q_1 = 2$ nC şi $q_2 = 1$ nC se află la distanţa $d_1 = 4{,}6$ cm una de alta. Între ele, la jumătatea distanţei, se află o placă conductoare cu grosimea $d_2 = 2$ cm, perpendiculară pe dreapta care uneşte cele două sarcini. Placa este legată la pământ. Ce forţă acţionează asupra plăcii ? Aceiaşi întrebare dacă una din sarcini se înlocuieşte cu o sarcină egală ca valoare dar de semn contrar ?

Top-E.14. În montajul din figură sunt n ampermetre identice şi n voltmetre identice. Se cunosc indicaţiile ampermetrelor A_1 şi A_1 respectiv $I_1 = 9{,}5$ mA, $I_2 = 9{,}2$ mA precum şi cea a voltmetrului V_1, $U_1 = 9{,}6$ V. Aflaţi suma indicaţiilor tuturor voltmetrelor.

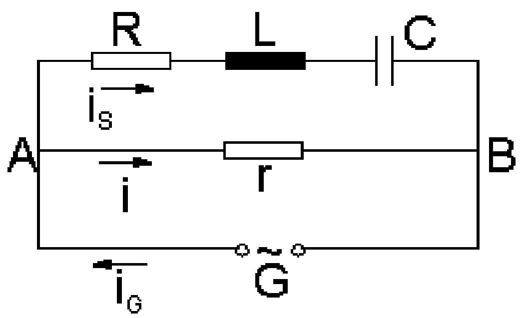


Top-E.15. Asupra unei plăci metalice legate la pământ este trimis un fascicul de electroni acceleraţi la o diferenţă de potenţial U. Ei determină în firul de legătură dintre placă şi pământ un curent de intensitate I. Aflaţi forţa exercitată asupra plăcii. Se dau: sarcina e şi masa m a electronului. Se va neglija efectul greutăţii

Top-E.16. Pe o bară conductoare omogenă şi uniformă de rezistenţă R cade perpendicular, un fascicul de electroni, uniform de-a lungul barei. Cunoscând curentul I, aflaţi tensiunea între mijlocul şi un capăt al barei.



Top-E.17. Se consideră circuitul din figură. Ştiind că generatorul G debitează un curent sinusoidal $i_G = I_G \cos(\omega t - \varphi)$, de frecvenţă ν care poate fi variată, dar de o amplitudine I_G constantă pentru toate frecvenţele, să se determine în funcţie de r, R, L şi C: a) relaţia dintre amplitudinile I şi I_S ale curenţilor care trec prin r şi respectiv prin ramura RLC – serie, precum şi defazajul φ_S dintre oscilaţiile acestor curenţi pentru o frecvenţă dată; b) relaţia dintre amplitudinile I şi I_G precum şi defazajul φ dintre oscilaţiile curenţilor i şi i_G; c) dependenţa de frecvenţă a amplitudinii U_0 a tensiunii u_{AB}, precum şi frecvenţa ν_0 la care amplitudinea acestei tensiuni atinge valoarea minimă U_{min}; d) factorul de selectivitate al acestui circuit, definit prin expresia: $Q = \frac{\nu_0}{\nu_2 - \nu_1}$, unde ν_1 şi ν_2 sunt frecvenţele pentru care tensiunea U_0 este egală cu $\sqrt{2}U_{min}$, deducând şi condiţia necesară pentru ca definiţia acestui factor să aibă sens.

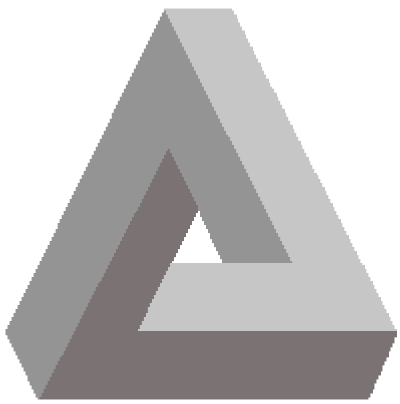


Selecţia problemelor :
prof. Liviu Belaşcu, prof. Cristinel Codău şi prof. Mircea Moldovan

LISTA PREMIILOR NOBEL PENTRU FIZICĂ (1911-1940)

1911. WILHELM WIEN "Pentru descoperirile lui privind legile care guvernează radiaţia termică"
1912. NILS GUSTAF DALÉN "Pentru inventarea de regulatoare automate utilizate împreună cu acumulatoarele de gaze la iluminarea farurilor şi balizelor"
1913. HEIKE KAMERLINGH-ONNES "Pentru cercetările sale prind proprietăţile materiei la temperaturi joase (supraconductibilitatea), care au condus, printre altele, la producerea heliului lichid"
1914. MAX THEODOR FELIX VON LAUE "Pentru descoperirea difracţiei radiaţiilor Röntgen pe cristale"
1915. SIR WILLIAM HENRY BRAGG şi SIR WILLIAM LAWRENCE BRAGG "Pentru analiza structurii cristalelor cu ajutorul radiaţiilor Röntgen"
1916. Nu s-a acordat
1917. CHARLES GLOVER BARKLA "Pentru descoperirea radiaţiei Röntgen caracteristice "
1918. MAX KARL ERNST LUDWIG PLANCK "Pentru contribuţia adusă la dezvoltarea fizicii prin descoperirea cuantei de energie" (Teoria cuantică a radiaţiei termice)
1919. JOHANNES STARK "Pentru descoperirea efectului Doppler la razele canal şi a despicării liniilor spectrale în câmpuri electrice" (Efectul Stark)
1920. CHARLES EDOUARD GUILLAUME "Pentru serviciile duse măsurătorilor de precizie în fizică, prin descoperirea de anomalii la aliajele nichel – oţel (realizarea invarului şi elinvarului)"
1921. ALBERT EINSTEIN "Pentru serviciile aduse fizicii teoretice şi mai cu seamă pentru explicarea legilor efectului fotoelectric" (Ecuaţia lui Einstein cu privire la efectul fotoelectric)
1922. NIELS HENRIK DAVID BOHR "Pentru cercetările sale asupra structurii atomilor şi a radiaţiei emise de aceştia"
1923. ROBERT ANDREWS MILLIKAN "Pentru cercetările sale asupra sarcinii electrice elementare şi a efectului fotoelectric"
1924. KARL MANNE GEORG SIEGBAHN "Pentru descoperirile şi cercetările sale în domeniul spectroscopiei radiaţiilor X"
1925. JAMES FRANCK şi GUSTAV LUDWIG HERTZ "Pentru descoperirea legilor care guvernează ciocnirile dintre electroni şi atomi"
1926. JEAN BAPTISTE PERRIN "Pentru cercetările sale asupra structurii discontinue a materiei şi în special pentru descoperirea echilibrului de sedimentare"
1927. ARTHUR HOLLY COMPTON "Pentru descoperirea efectului care-i poartă numele"
CHARLES THOMSON REES WILSON "Pentru metoda sa de a face vizibile urmele particulelor încărcate electric, prin condensarea vaporilor" (Camera cu ceaţă)
1928. SIR OWEN WILLANS RICHARDSON "Pentru cercetările sale asupra efectului termoionic şi îndeosebi pentru descoperirea legii care-i poartă numele"
1929. LOUIS VICTOR PIERRE RAYMOND DE BROGLIE "Pentru descoperirea naturii ondulatorii a electronilor"
1930. SIR CHANDRASEKHARA VENKATA RAMAN "Pentru lucrările sale asupra difuziei luminii şi pentru descoperirea efectului care-i poartă numele"
1931. Nu s-a acordat
1932. WERNER KARL HEISENBERG "Pentru crearea mecanicii cuantice, a cărei aplicare a condus la descoperirea formelor alotropice ale hidrogenului"
1933. ERWIN SCHRÖDINGER şi PAUL ADRIEN MAURICE DIRAC "Pentru descoperirea de noi forme fecunde ale teoriei atomice"
1934. Nu s-a acordat
1935. SIR JAMES CHADWICH "Pentru descoperirea neutronului"
1936. VICTOR FRANZ HESS "Pentru descoperirea radiaţiei cosmice"
CARL DAVID ANDERSON "Pentru descoperirea pozitronului"
1937. CLINTON JOSEPH DAVISSON şi SIR GEORGE PAGET THOMSON "Pentru descoperirea experimentală a difracţiei electronilor produsă de cristale"
1938. ENRICO FERMI "Pentru demonstrarea existenţei a noi elemente radioactive produse prin iradierea neutronică şi pentru descoperirea reacţiilor nucleare induse de neutronii lenţi"
1939. ERNEST ORLANDO LAWRENCE "Pentru inventarea şi perfecţionarea ciclotronului şi pentru rezultatele obţinute cu ajutorul lui, în special cu privire la elementele radioactive artificiale"
1940. Nu s-a acordat

CUPRINS



Colegiul de redacţie: Prof. Liviu Belaşcu, Prof. Cristinel Codău, Prof. Mircea Moldovan
Tehnoredactare: Prof. Cristinel Codău, Webmaster: Prof. Mircea Moldovan, Email: labfiz@papiu.netsoft.ro