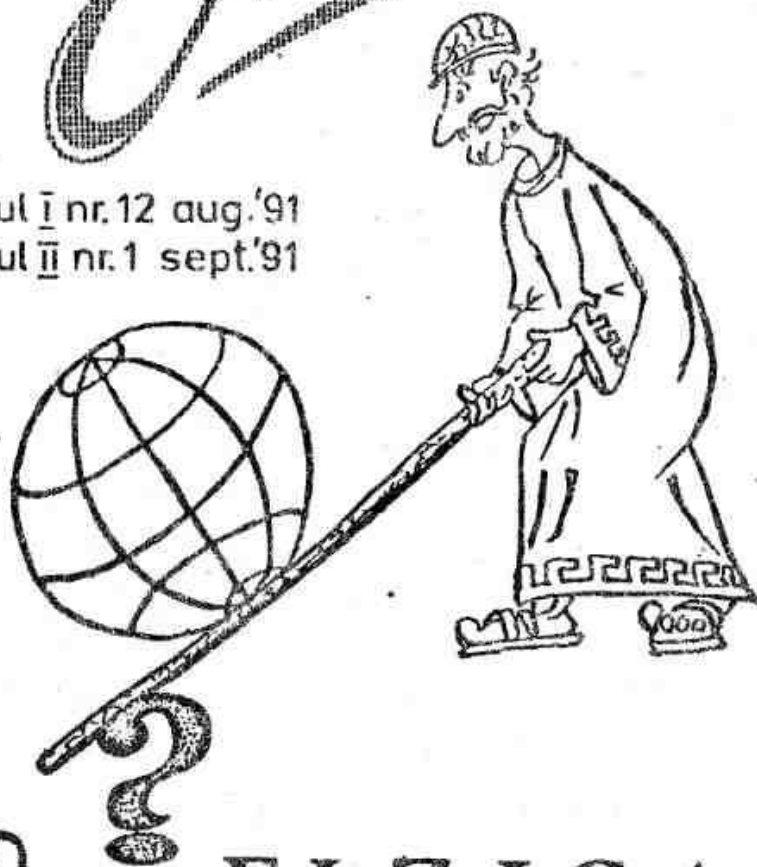


# Epica!

Anul I nr. 12 aug. '91

Anul II nr. 1 sept. '91



EDITURA  
*Epica!*  
Braila 1991

## FIZICA

pentru toate vârstele

CONCURSURI SCOLARE.

BRILA 1991

## STIMATI CITITORI !

A trecut un an de la apariția primului număr al revistei, perioadă în care încet, dar sigur, ea a pătruns în liceele și școlile din 22 de județe ale țării.

Am primit multe scrisori de apreciere, dar și unele cu păreri critice în legătură cu conținutul, felul, cum a fost structurată, cât și cu aspectul revistei, sugestii de care vom ține cont în aparițiile numerelor următoare.

Vom căuta ca revista să devină cât mai utilă tuturor elevilor care studiază fizica, urmărind ca în momentul apariției fiecărui număr, să fie în pas cu programa școlară parcursă la clasă.

Din numărul viitor, în afară de problemele propuse pentru fiecare clasă, vom publica tipologii de rezolvări de probleme, cât și rezolvările unor probleme mai dificile. Ca și în anul precedent vom publica subiectele date la fizică în cadrul concursurilor de admitere din diferite centre universitare din țară.

Deși întâmpinăm dificultăți foarte mari cu hîrtia, datorită creșterii prețului acesteia de peste 10 ori, din momentul editării primului număr, în luna septembrie a anului trecut, vom căuta ca apariția revistei să aibă loc cu regularitate între zilele de 15 și 30 ale fiecărei luni.

În toamna acestui an încercăm inițierea unui concurs interjudețean de fizică, "Evrika", cu participarea elevilor din clasele a VII-a și pînă la a XII-a, din Brăile și județele limitrofe, sub egida Universității "Dunărea de Jos" din Galați.

În numărul viitor vom publica "Regulamentul concursului" cât și condițiile de participare.

Mult succes în noul an școlar, tuturor cititorilor revistei "Evrika" !

# Dragomir HERMUZESCU

1865-1954

A fost supranumit "decanul fizicienilor români", datorită preocupărilor și vârstei pe care a atins-o. S-a născut în București unde și-a încheiat studiile primare, secundare și universitare obținând o bursă prin concurs, a plecat la Paris, unde, în 1896, și-a luat la Sorbona doctoratul în fizică cu teza: "Asupra determinării raportului între unitățile electrostatice și electromagnetice", prin care a adus contribuții importante în domeniul respectiv. Fiind la Paris, a fost ales la 29 de ani membru al societății franceze de fizică, onoare ce se acordă străinilor numai în cazuri excepționale. A dus o strălucită activitate de cercetare științifică experimentală în laboratorul lui Lippmann și totodată a studiat fizica teoretică sub conducerea lui H. Poincaré. La Paris s-a preocupat de asemenea de studiul razelor X, descoperind împreună cu L. Benoit o nouă și importantă proprietate a acestor raze: aceea de a descărca corpurile electrizate. Deoarece substanțele izolante folosite la diferite aparate electrostatice nu-l mulțumeau, a inventat un nou izolanț, superior celor existente, pe care l-a numit dielectrină. El a realizat și un electroscope simplu, sensibil, bine izolat prin folosirea dielectrinei, care datorită calităților lui s-a impus în toate laboratoarele fizicienilor. Aftit Becquerel cât și soții Curie în cercetările lor, au folosit acest tip de electroscope.

În 1896 se întoarce în țară fiind numit conferențiar de fizică la Universitatea din Iași. Cam în același timp a funcționat și ca profesor de fizică și chimie la Liceul internat din Iași. În 1897 devine profesor universitar suplinitor și tot în acest an înființează laboratorul de electricitate. În 1900, pe baza lucrărilor elaborate, este numit profesor titular și redactor al "Analelor științifice" editate de Universitatea din Iași. În 1910 organizează pe lângă Universitate "Școala de electricitate" la care este numit director. Mai târziu această școală devine "Institutul electrotehnic". În 1913 este transferat la București, ca director al Institutului electrotehnic. După 2 ani devine membru corespondent al Academiei Române.

Fiind cunoscut și apreciat și în afara granițelor, este invitat la diferite congrese științifice, alături de savanți cu renume mondial.

În cadrul institutului electrotehnic, construiește și pune în funcțiune, în 1926, prima stație de radiodifuziune din țară.

A publicat peste 50 de lucrări dintre care se pot aminti: "Determinarea radioactivității petrolului românesc și a apelor minerale", "Electrometre cu compensare", "Magnetostricțiune", "Magnetoni și electroni", "Supraconductibilitatea metalelor" etc.



## DEPINDE MASA DE VITEZA ?

Prof. LIVIU ARICI Liceul Industrial nr.2 -Brăila

Revista de largă circulație internațională "Uspechi Fiziceskih Nauk" a cărei ediție în limba engleză apare simultan cu cea în limba rusă, publică în luna iulie 1989 un articol foarte important referitor la o noțiune larg răspândită în fizică: masa. După cum vom vedea mai jos, acest articol ar trebui să modifice cunoștințele pe care le avem majoritatea dintre noi, profesorii, în legătură cu conceptul de masă și ceea ce e mai important să implice rescrierea capitolului de teorie relativității din manual, precum și revizuirea altor capitole, astfel încât să fie corecte din punct de vedere științific.

Ideea acestui articol i-a venit autorului, L.B. Okun de la Institutul de fizică teoretică și experimentală de la Moscova, cu ocazia alegerii sale ca membru în juriul care urma să examineze manualele școlare propuse pentru concursul de manuale, ocazie cu care a constatat că există o mare diversitate de puncte de vedere în ceea ce privește problema masei și a variației ei cu viteza corpului.

Ne gândim că și în România se va organiza în curând un asemenea concurs și e cazul să se pună punctul pe i și la noi în acest domeniu.

Articolul începe cu următorul test: aveți în față patru formule:

$$E_0 = m \cdot c^2 \quad (1); \quad E = m \cdot c^2 \quad (2); \quad E_0 = m_0 \cdot c^2 \quad (3); \quad E = m_0 \cdot c^2 \quad (4).$$

unde  $c$ -viteza luminii,  $E$ -energia totală a unui corp,  $m$ -masa corpului,  $E_0$ -energia de repaus, iar  $m_0$ -masa de repaus a acestui corp. Se cere să scrieți aceste formule în ordinea descrescătoare a "valabilității" lor. Răspunsul la acest test îl veți afla citind cele ce urmează.

În literatura de popularizare a științei, manualele școlare și cea mai mare parte a cursurilor universitare, domină formula (2) (și consecința ei, formula (3)) care se citește de obicei de la dreapta la stânga: masa unui corp crește odată cu creșterea energiei sale, interne sau cinetice.

Aproape în toate monografiile serioase și articolele științifice de fizică teoretică, mai ales de fizică particulelor elementare, pentru care teoria relativității este un instrument de lucru uzual, nu se întâlnesc deloc formulele (2) și (3). Aici se consideră că masa  $m$  a unui corp nu se schimbă în timpul mișcării sale (nu depinde de viteză) și cu precizie până la un factor multiplicativ  $c^2$  este egală cu energia corpului aflat în repaus, adică este valabilă formula (1). În aceste condiții, atât termenul "masa de repaus" cât și notația ei  $m_0$  este un balast și de aceea nu se folosesc.

Deci există un fel de piramidă care are la bază literatura de popularizare a fizicii, manuale în tiraje de milioane de exemplare în care coexistă formulele (2) și (3), iar în vârful ei monografiile și cărțile serioase de fizică în tiraje de câteva mii de exemplare care conțin numai formula (1). Între ele se găsesc o succedanță de cărți, reviste în care coexistă, tîne mersi, toate cele patru formule de mai sus.

De ce există o asemenea încurcătură? Vinovații principali sînt fizicienii-teoreticienii care nu au explicat în suficientă

măsură această problemă, care nu mai este privită ca la începutul secolului XX, ci cu totul sub alt aspect.

Scopul articolului amintit la început este tocmai acesta și el poate fi rezumat astfel:

Noțiunea "masă de repaus"  $m_0$  este un balast, în locul acestei noțiuni trebuie folosită noțiunea de masă a corpului,  $m$ , care pentru orice corp este una și aceeași și în teoria relativității și în mecanica newtoniană; în ambele teorii această masă NU depinde de sistemul de referință, ideea de masă dependentă de viteză a apărut la începutul secolului XX ca urmare a extinderii incorecte a relației newtoniene pentru impuls ( $p = m \cdot v$ ) și în domeniul vitezelor apropiate de viteza luminii în care ea nu este corectă; în fine la sfârșitul secolului XX este timpul să spunem definitiv, adio noțiunii de masă dependentă de viteză.

Argumentele aduse de autor pentru a-și demonstra afirmațiile de mai sus sînt multiple și foarte bine ancorate în diferite domenii ale fizicii.

Vom selecta din acest articol cîteva, care ni se par mai importante.

În teoria relativității, relațiile fundamentale pentru mișcarea unei particule libere (corp, sistem de particule) sînt:

$$E^2 - \vec{p}^2 c^2 = m^2 c^4 \quad (5); \quad \vec{p} = \vec{v} \cdot E / c^2 \quad (6)$$

unde  $E$  este energia,  $\vec{p}$  - impulsul,  $m$  - masa, iar  $\vec{v}$  - viteza particulei (sistemului de particule, corpului). Trebuie subliniat că  $m$  sa  $m$  și viteza  $\vec{v}$  a corpului sau a particulei sînt aceleași mărimi, cu care se operează și în mecanica clasică. Energia  $E$  și impulsul  $\vec{p}$  sînt componente ale unui vector cuadridimensional (cuadrivectorul energie-impuls) la fel ca și cuadrivectorul de poziție (avînd drept componente  $\vec{r}$  și  $t$ ). Acestea se schimbă la trecerea de la un sistem de referință inerțial la altul, conform transformărilor Lorentz. Masa însă rămîne în aceste condiții aceeași, ea este un invariant Lorentz.

O diferență fundamentală între teoria relativității și mecanica clasică constă în aceea că energia unui corp nu devine zero pentru  $\vec{v} = 0$ , deci și  $\vec{p} = 0$ . După cum se vede din (5), energia unui corp în repaus (numită de obicei energie de repaus și notată cu  $E_0$ ) devine:

$$E_0 = m \cdot c^2 \quad (7)$$

Această concluzie la care ajunge Einstein în 1905 și care spune că în orice corp greu (cu  $m \neq 0$ ) aflat în repaus se află rezerve uriașe de energie (datorită lui  $c^2$ ), reprezintă consecința practică cea mai importantă a teoriei relativității. Pe relația (7) se bazează toată energetica nucleară și poate mai puțini cunosc, energetica obișnuită.

Formulele (5) și (6) sînt valabile pentru tot domeniul vitezelor  $0 \leq v \leq c$ . În particular, pentru  $v \ll c$ , din (6) rezultă:

$$p \cdot c = E \quad (8)$$

Înlocuind aceasta în (5) ajungem la concluzia că dacă o particulă are viteza egală cu viteza luminii, masa ei este nulă și invers. Pentru o asemenea particulă nu există un sistem de referință față de care ea să fie în repaus. O asemenea particulă e fotonul.

Relațiile general-valabile care ne permit să calculăm energia și impulsul în orice condiții, se obțin ușor din formulele (5) și (6).

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (9) \quad (1)$$

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (10) \quad (6)$$

Formulele (9) și (10) arată că particulele masive ( $m \neq 0$ ) nu se pot mișca cu o viteză egală cu viteza luminii, pentru că în acest caz energia și impulsul lor ar deveni infinite.

Energia cinetică este  $E_{cin} = E - E_0$ , adică

$$E_{cin} = m_0 c^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right) \quad (11) \quad (7)$$

Pentru  $v \ll c$  formulele trec în relațiile obișnuite din mecanica clasică, adică  $p = m \cdot v$  și  $E_{cin} = m \cdot v^2/2$ .

În teoria relativității restrânse se arată că relația din tre forță și impuls are o formă asemănătoare cu cea din mecanica clasică :

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Folosind expresia impulsului relativist:

$$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = m_0 \vec{v} \cdot \gamma, \text{ unde } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\text{obținem : } \vec{F} = \frac{d}{dt} (m_0 \vec{v} \cdot \gamma) = m_0 \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \gamma + m_0 \vec{v} \cdot \frac{d\gamma}{dt}$$

$$\text{unde : } \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2} \right] = -\frac{1}{2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-3/2} \cdot \frac{2\vec{v}}{c^2} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} =$$

$$= \gamma^3 \cdot \frac{\vec{v}}{c^2} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Deci :

$$\vec{F} = m_0 \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \gamma + m_0 \cdot \gamma^3 \cdot \vec{v} \cdot \frac{\vec{v}}{c^2} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m_0 \cdot \gamma \cdot \vec{a} + m_0 \cdot \gamma^3 \cdot \beta (\beta \vec{a}) \quad (12) \quad (8)$$

$$\text{unde } \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}, \text{ iar } \beta = \frac{v}{c}$$

Mai departe, înmulțind  $\vec{F}$  cu  $\vec{v}$ , rezultă:

$$\vec{F} \cdot \vec{v} = m_0 \cdot \gamma \cdot \vec{a} \cdot \vec{v} + m_0 \cdot \gamma^3 \cdot \beta (\beta \vec{a} \cdot \vec{v}) \text{ de unde}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{v} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{v}}{m_0 \cdot \gamma (1 + \gamma^2 \cdot \beta^2)} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{v}}{m_0 \cdot \gamma^3}$$



Înlocuind aceste în (12) rezultă :

$$\vec{F} = (\vec{F} \cdot \vec{\beta}) \cdot \vec{\beta} = m \cdot \gamma \cdot \vec{a} \quad (13)$$

Cu toate că ecuațiile (12) și (13) par neobișnuite, ele descriu corect mișcarea particulelor relativiste. Ele au fost verificate experimental de nenumărate ori și tot ele au stat la baza proiectării acceleratoarelor de particule relativiste.

Din aceste ecuații rezultă că dacă  $\vec{F} \perp \vec{v}$ , atunci  $\vec{F} = m \gamma \vec{a}$ , iar dacă  $\vec{F} \parallel \vec{v}$ , atunci  $\vec{F} = m \gamma^3 \vec{a}$ . Astfel, dacă am vrea în teoria relativității să definim "masa inerțială" ca raportul dintre forță și accelerație, atunci nu vom putea da o definiție univocă deoarece după cum se vede acest raport depinde de orientarea reciprocă a vectorilor  $\vec{F}$  și  $\vec{v}$ . În felul acesta, definiția masei inerțiale din mecanica clasică își pierde sensul în teoria relativității. Neglijarea acestei chestiuni creează după cum vom vedea în continuare, confuzii.

De unde a început încurcătura ? Cum se face că în literatura de specialitate și în mintea noastră coexistă pașnic două formule care se exclud reciproc :

$$E_0 = m \cdot c^2 \quad \text{și} \quad E = m \cdot c^2 \quad ?$$

Înainte de a căuta răspunsul la această întrebare, subliniem încă odată pentru a fi cât mai clari că din prima din aceste formule rezultă că masei unui corp aflat în repaus îi corespunde energia de repaus  $E_0$ , iar din cea de-a doua, orice corp cu energia  $E$  are masa  $E/c^2$ . Conform primei formule, masa corpului nu se schimbă în timpul mișcării sale, iar conform celei de-a doua, masa corpului crește odată cu viteza. Conform primei formule, rezultă că masa fotonului este nulă, iar din cea de-a doua rezultă că fotonul are masa egală cu :  $E/c^2$ .

Pentru a răspunde la întrebarea pusă mai înainte este nevoie să ne referim la istoria apariției, interpretării și acceptării teoriei relativității restrânse.

În analiza problemei legăturii dintre masă și energie ca moment inițial se consideră articolul lui J.J. Thomson publicat în "Philosophical Magazine" v. 11, în 1881, în care s-a făcut prima încercare de a evalua contribuția pe care o aduce energia câmpului electromagnetic al unui corp încărcat, la masa inerțială a acestuia.

Formula  $E = m \cdot c^2$  a apărut prima oară în 1900, înainte de crearea teoriei relativității restrânse. Ea a fost scrisă de Poincaré care pornea de la ideea că unda luminosă plană, de energie  $E$ , are impulsul  $\vec{p}$  a cărui valoare absolută conform teoremei lui Poynting este  $E/c$ . Folosind formula newtoniană pentru impuls,  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  și considerând că pentru lumină  $v = c$ , Poincaré ajunge la concluzia că fotonul trebuie să aibă masa inertă  $m = E/c^2$ .

Cu un an înainte, în 1899, Lorentz introduce primul noțiuni de masă longitudinală și masă transversală a ionilor. El ajunge la această concluzie pe baza relației newtoniene  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ . Astfel, la granița dintre secolele XIX și XX, așa după cum ne dăm seama acum, din cauza extinderii abuzive a formulălor nerelativiste în domeniul relativist, a apărut o "familie" de mase care cresc odată cu energia corpului :

$$\begin{aligned} - \text{"masă relativistă"} \quad m &= E/c^2, \\ - \text{"masă transversală"} \quad m_t &= m \cdot \gamma \quad \text{unde} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ - \text{"masă longitudinală"} \quad m_l &= m \cdot \gamma^3 \end{aligned}$$

În afară de asta, a apărut și al patrulea membru al familiei "masa de repaus"  $m_0$ .

Astfel, au fost create toate premisele unei încurcături care persistă și în zilele noastre.

Începând cu 1900 au început și experiențele cu radiații și raze catodice deviate în câmpuri electrice și magnetice. Aceste experiențe (vezi experiențele lui Kaufmann, Kapitza-Trikker, Tzan și Spiss, în E. Spolski - Fizica atomică, vol 1) erau numite experiențe de măsurare a dependenței masei electronului de viteză. De fapt ce se petrece în aceste experiențe? Se știe că în câmp electric sau magnetic electronul se mișcă accelerat. În jurul său apare un câmp magnetic propriu care se mărește odată cu creșterea vitezei electronului. Orice variație a câmpului magnetic este însoțită însă de apariția unui câmp electric care conform regulii lui Lenz este astfel încât el se opune forței electrice motoare care a produs creșterea inițială a câmpului magnetic. Cu alte cuvinte, fenomenelor electromagnetice le este propriu un fel de inerție - câmpul electromagnetic se opune încercărilor de a-l modifica. În cazul electronului, această inerție electromagnetică a fost interpretată ca o creștere a masei sale odată cu creșterea vitezei, sursa de inspirație a acestei interpretări fiind evident legătura newtoniană dintre inerție și masă.

Noi nu ne propunem să urmărim detaliat evoluția și soarta celor patru mase, ne-ar lua prea mult loc. Dar trebuie să ne oprim la două cărți fundamentale, foarte cunoscute, citite de toate generațiile de fizicieni. Este vorba de monografia lui W. Pauli "Relativitate Theoria" apărută în 1921 și cartea lui A. Einstein "The Meaning of Relativity: Four Lectures Delivered at Princeton University" tot din 1921.

Problema legăturii dintre masă și energie în aceste două cărți este prezentată cardinal diferit.

Pauli înlătură hotărât, ca învechite, masele longitudinale și transversale (și odată cu ele și formula  $F = m \cdot a$ ) dar consideră "rațional" să folosească formula  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  și deci și masa dependentă de viteză căreia îi dedică câteva paragrafe. Destul de mult spațiu se acordă și "legii echivalenței dintre masă și energie" sau, după cum o numește el însuși "legii inerției energiei de orice fel", conform căreia "fiecărei energii îi corespunde masa  $m = E/c^2$ ".

Spre deosebire de Pauli, Einstein notează cu  $m$ , masa obișnuită. Exprimând cu ajutorul lui  $m$  și a vitezei  $v$  a corpului, cu vectorul energie-impuls, Einstein analizează după aceea corpul aflat în repaus și ajunge la concluzia că "energia  $E_0$  a corpului în stare de repaus este egală cu masa lui". Subliniem că aici ca unitate de viteză el consideră  $c$ . Mai departe, el scrie: "Dacă am alege ca unitate de timp secunda, am obține:  $E_0 = m \cdot c^2$ ".

Astfel, masa unui corp este o măsură a energiei conținute de acel corp aflat în repaus.

Probabil, dacă Einstein ar fi comentat mai agănunțit și mai consecvent ecuația sa  $E_0 = mc^2$ , atunci relația  $E = mc^2$  ar fi dispărut din literatură încă din anii 20. Dar el n-a făcut-o și majoritatea autorilor l-au urmat pe Pauli. Astfel, masa dependentă de viteză a intrat în majoritatea cărților de popularizare a teoriei relativității, manualelor școlare, cursurilor universitare, dar și a unor monografii scrise de fizicieni autorizați.

Una din primele și cele mai serioase monografii științifice în care teoria relativității este prezentată consecvent este: "Teoria câmpului" de L. Landau și E. Lifshitz, tradusă și în românește. În afară de asta mai putem aminti "Fizica" de F.W. Sears, M.W. Zemansky și H. D. Young în care autorii după ce analizează foarte pertinent conceptul de masă, spun (pag. 263): "Pentru o particulă dată,  $m$  este o constantă independentă de starea de mișcare a particulei. Conceptul de masă variabilă, dependentă relativist de viteză nu este necesar și nu este utilizat în această discuție" \*



Mai este o problemă. Cineva ar putea spune : "Ce te-ai legat așa de masa relativistă și masa de repaus ? La urma urmei nu se va întâmpla nimic grav dacă o combinație oarecare de litere se va nota cu o altă literă și se va denumi cu ajutorul unui cuvânt sau a două cuvinte oarecare. Doar iată, inginerii, folosind aceste formule fie și arhaice au proiectat exact accelerațiile de particule. Esențial este ca în formula să nu existe greșeli matematice !"

Bineînțeles, putem folosi formule și fără a le înțelege sensul fizic și se pot face calcule corecte având o imagine deformată asupra esenței științei care este reprezentată prin aceste formule. Dar, în primul rând, reprezentările deformate pot, mai devreme sau mai târziu, să ducă la rezultate greșite într-o situație nou întâlnită. În al doilea rând, o înțelegere clară a bazelor simple și elegante ale științei este mai importantă decât înlocuirea automată a numerelor în formule. Nu degeaba H. Yukawa spunea: "The nature is simple in essence".

Mai departe, autorul aduce o serie întreagă de argumente estetice, etice, filosofice, terminologice în afara celor esențiale științifice pe care le-am sintetizat mai sus.

În încheiere este amintit articolul lui C. Adler, apărut în 1987 în "American Journal of Physics". Titlul articolului este : "Tată, masa într-adevăr depinde de viteză ?" Întrebarea care dă titlul articolului a fost pusă autorului de fiul său. Răspunsul a fost "Nu ! De fapt, da. În realitate nu, dar să nu-i spui asta profesorului tău de fizică". Începând cu a doua zi, fiul său a încetat să mai învețe la fizică.

C. Adler scrie că masa relativistă pe an ce trece joacă un rol din ce în ce mai redus în predarea teoriei relativității restrinse. El ilustrează aceasta prin citate din diferite manuale și cursuri universitare. De asemenea, îl citează pe Einstein dintr-o scrisoare trimisă lui L. Barnett în 1948 : "Nu este bine să introducem noțiunea de masă sub forma :

$$M = \frac{m}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

pentru care nu se poate da o definiție exactă. Cel mai bine este să nu se introducă nici un fel de masă în afara "masei de repaus"  $m$ . În locul lui  $M$ , e mai bine să folosim relația dintre energie și impuls".

Din punct de vedere istoric, Adler privește masa relativistă ca pe o rămășiță a teoriilor prerelativiste ale lui Lorentz și Poincaré. El critică această noțiune și își exprimă optimismul în legătură cu diminuarea răspândirii acestei noțiuni.

Să încheiem această concluzie : este deci timpul să revizuiam concepțiile noastre legate de problema masei și a variației ei în funcție de viteza corpului. Este timpul ca în manualele noastre teoria relativității să fie prezentată clar, concis și ceea ce este cel mai important, corect din punct de vedere științific, așa cum rezultă din cele mai serioase monografii științifice.

#### TENSIUNEA CONTRAELECTROMOTOARE (TENSIUNEA DE POLARIZARE)

Tensiunea contraelectromotoare apare în interiorul surseilor de electroliză (pilelor electrice) sau a motoarelor electrice, iar sensul acesteia este contrar curentului din circuit.

La funcționarea pililor electrice apariția acestei tensiuni se datorează acumulării de electrozi a unor produse de electroliză. Astfel tensiunea contraelectromotoare este practic egală

cu tensiunea de descompunere a electrolitului. Pentru împiedicarea acestui fenomen se adaugă electrolitului depolarizant.

De asemenea, în probleme, în cazul în care electrozii sînt solubili în electrolit nu se ține cont de tensiunea contraelectromotoare, iar în cazul în care electrozii sînt insolubili tensiunea la bornele sursei va fi :

$$U = E - e - I \cdot r$$

unde  $e$ -tensiunea contraelectromotoare, iar  $r$ -rezistența internă a sursei.

La funcționarea motorului de curent continuu conductoarele rotorului sînt parcurse de curent în timp ce se rotesc în câmpul magnetic al polilor de excitație, inducîndu-se astfel în acestea o tensiune contraelectromotoare la fel ca la generatorul de curent continuu. Pentru determinarea tensiunii la bornele rotorului vom scrie:

$$U = e + r \cdot I_r$$

unde  $e$ -tensiunea contraelectromotoare,  $r$ -rezistența rotorului, iar  $I_r$ -intensitatea curentului prin rotor.

Aplicații :

Să se determine cantitatea de substanță depusă pe catodul unei băi de  $\text{CuSO}_4$  în cazurile în care electrozii sînt solubili (Cu) și nesolubili (Fe)

Se cunoaște că baia este parcursă de un curent furnizat de o baterie formată din trei elemente fiecare cu  $E = 1,5 \text{ V}$  și  $r = 0,4 \Omega$ , timp de 10 minute. Se cunoaște rezistența băii și a electrozilor  $R = 0,1 \Omega$ , tensiunea de polarizare  $e = 1,4 \text{ V}$  și echivalentul electrochimic al cuprului  $k = 0,318 \text{ mg/c}$ .

Rezolvare :

a) Electrozi solubili :

$$I = \frac{3E}{R + 3r} = 3,4 \text{ A}$$

$$m = k \cdot I \cdot t = 648,72 \text{ mg}$$

b) Electrozi nesolubili

$$I = \frac{3E - e}{R + 3r} = 3,1 \text{ A}$$

$$m = 591,48 \text{ mg}$$

Prof. NEICU COSTEL  
Liceul „PROGRESUL” Brăila

## PROBLEME PENTRU ELEVI

PROBLEME RECAPITULATIVE DIN MATERIA CLASEI  
A IX-A, PENTRU ELEVII DE CLASA A X-A

1. Doi vectori avînd modulele  $v_1 = 8$  u și  $v_2 = 6$  u formează între ei unghiul de  $60^\circ$ . Să se determine : a) rezultanta; b) diferența; c) produsul scalar; d) produsul vectorial; e) proiecția fiecărui vector pe direcția celuilalt. Să se deseneze fiecare situație.

(  $\sqrt{148}$  ;  $\sqrt{52}$  ; 24 ;  $24\sqrt{3}$  ; 4 și 3 ).

2. Ecuația de mișcare a unui punct material de masă  $m=4$  kg are expresia :  $y=4t^2+2t+15$ . a) Arătați semnificația coeficienților cît și a literelor care intervin în această expresie; b) Ce rel. de mișcare execută punctul material ? c) Scrieți ecuația vitezei ; d) Determinați coordonata și energia cinetică a punctului material la momentul inițial cît și la momentul  $t=5$  s.

3. Doi înătători avînd vitezele diferite, pornesc simultan de la capetele opuse ale unui bazin unul către altul și se întîlnesc după  $t=6$  s. Determinați după cît timp se vor întîlni înotătorii, dacă pornesc simultan în același sens, de la același capăt al bazinului, neglijînd timpul de întoarcere la capătul bazinului. Generalizați problema pentru întîlniri după mai multe curse de bazin ( $t_1=2t=12$ s;  $t_2=4t$ ; ...;  $t_k=2kt$ )

4. Doi bicicliști pornesc simultan unul către altul cu vitezele  $v_1=6$ m/s și  $v_2=4$ m/s, de la o distanță  $d=200$  m. Presupunînd că în momentul cînd fiecare ajunge la capătul distanței se întorc imediat și pornesc în sens invers, determinați momentele primelor trei întîlniri. Generalizați apoi problema. ( $t_1=20$ s;  $t_2=60$ s;  $t_3=100$ s; ...;  $t_n=(2n-1)d/(v_1+v_2)$ .)

5. Un punct material de masă  $m=0,5$ kg, este lansat vertical de jos în sus cu  $v_0=60$  m/s. Să se determine: a) energia cinetică și energia potențială a corpului după  $t=4$ s; b) variația energiei potențiale și a energiei cinetice în cea de a 4-a secundă a urcării (Explicați rezultatul). c) în cît timp parcurge ultimii 20m în urcare d) după cît timp și la ce înălțime energia cinetică este egală cu energia potențială. ( $E_c=100$  J;  $E_p=800$  J;  $\Delta E_c=\Delta E_p=125$  J;  $t=2$ s;  $t=6+3\sqrt{2}$  ,  $h=90$  m;)

6. Un obuz de masă  $m=1$ kg este lansat oblic cu viteza inițială  $v_0=120$ m/s, după o direcție ce formează cu orizontala unghiul  $\alpha=60^\circ$ . Să se determine: a) timpul de urcare și înălțimea maximă atinsă de obuz; b) bătaia teoretică; c) ecuația traiectoriei descoperită de către obuz; d) legea variației în timp a vitezei obuzului; e) variația în timp a unghiului format de direcția vitezei cu orizontala; f) variația impulsului între momentul inițial și momentul cînd obuzul atinge înălțimea maximă și arătați că această variație raportată la timp, reprezintă chiar greutatea obuzului; g) scrieți expresia razei de curbură a traiectoriei în fiecare punct al ei în funcție de timp și determinați raza minimă și înălțimea la care are această valoare. ( $t_u=6\sqrt{3}$ ;  $h_{\max}=540$ m;  $x=720\sqrt{3}$ m;  $y=x\sqrt{3}-x^2/720$ ;  $v=\sqrt{14400+1200\sqrt{3}t+100t^2}$ ;  $\tan\beta=\sqrt{3}-t/6$ ;  $\Delta p/t_u=mg$ ;  $r=(v_0^2-2v_0gt)$ .)

$\sin \alpha + g^2 t^2 / g \cdot \cos \beta, r_{\min} = 720 \text{ m}; h = 540 \text{ m})$

7. Determinați de la ce înălțime trebuie aruncat un corp după o direcție orizontală și cu ce viteză inițială, pentru a descrie exact jumătate de traiectorie pe care același corp ar descrie, dacă ar fi aruncat oblic de la suprafața pământului cu  $v_0 = 80 \text{ m/s}$ , după o direcție ce formează cu orizontala unghiul de  $30^\circ$  ( $h_{\max} = \{v_0^2 \sin^2 \alpha\} / 2g = 80 \text{ m}$ ,  $v_0^* = v_0 \cdot \cos \alpha = 40 \sqrt{3} \text{ m/s}$ )

8. Un punct material este aruncat oblic, după o direcție ce formează cu orizontala unghiul  $\alpha = 45^\circ$ , din originea sistemului de coordonate. Să se determine: a) viteza inițială a punctului material pentru ca acesta să treacă prin punctul de coordonate  $x = 80 \text{ m}, y = 40 \text{ m}$ ; b) ce punct reprezintă acesta pentru traiectorie; c) accelerația tangențială a punctului material în momentul cînd viteza formează cu orizontala unghiul de  $30^\circ$ ; d) demonstrați că accelerația totală în orice punct al traiectoriei este  $g$ . ( $v_0 = 40 \text{ m/s}$ ; punctul de înălțime maximă,  $a = 5 \text{ m/s}^2$ ).

9. Un cerc de rază  $r = 2 \text{ m}$  se rostogolește cu viteza constantă  $v = 2 \text{ m/s}$  pe o suprafață orizontală. Să se determine: a) accelerația normală a unui punct de pe circumferința cercului; b) viteza punctului inferior cît și a punctului superior al cercului în raport cu suprafața fixă; c) vitezele celor două puncte de pe circumferință aflate pe diametrul orizontal. ( $a = v^2 / r = 2 \text{ m/s}^2$ ;  $v_i = 0$ ;  $v_s = 2v = 4 \text{ m/s}$ ;  $v_1 = v_2 = v \sqrt{2} = 2 \sqrt{2} \text{ m/s}$ ).

10. Pe un plan înclinat de unghi  $\alpha = 30^\circ$  și coeficient de frecare  $\mu = \sqrt{3}/6$ , se lansează de jos în sus de-a lungul planului un corp cu  $v_0 = 7,5 \text{ m/s}$ . Să se determine: a) lungimea maximă a planului, încît corpul să nu cadă de pe plan; b) viteza cu care corpul se întoarce la baza planului înclinat; c) timpul cît durează mișcarea corpului pe plan; d) lucrul mecanic al forței de frecare pe plan, dacă masa corpului este  $m = 2 \text{ kg}$ . ( $l = 3,75 \text{ m}$ ;  $v = 2,5 \sqrt{3} \text{ m/s}$ ;  $t = 2,73 \text{ s}$ ;  $L = 37,5 \text{ J}$ ).

11. Există posibilitatea ca un avion să decoleze dintr-o localitate situată pe un cerc paralel cu ecuatorul Pământului, la o anumită oră a zilei și să aterizeze într-o altă localitate situată pe aceeași paralelă la aceeași oră a aceleiași zile? Justificați răspunsul. (Da)

12. De un fir inextensibil de masă neglijabilă este atârnat un corp de masă  $m = 2 \text{ kg}$ . Se imprimă corpului o mișcare circulară în plan orizontal cu viteza constantă  $v = 2 \text{ m/s}$  de rază  $r = 0,4 \text{ m}$ . Să se determine: a) unghiul format de fir cu verticala în timpul mișcării; b) lungimea firului; c) perioada de rotație; d) tensiunea din fir ( $\alpha =$

45°;  $l=0,4\sqrt{2}$  m;  $T=0,4$  T.s;  $F=20\sqrt{2}$  N)

13. De un fir de cauciuc de masă neglijabilă, avînd lungimea  $l_0=1$  m, secțiunea  $s=8\text{ mm}^2$  și modulul de elasticitate  $E=32\cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup> se atîrnă un corp, firul alungindu-se cu  $\Delta l=0,1$  m. Să se determine: a) constanta elastică a firului; b) masa corpului ( $k=25,6$  N/m,  $m=256$  g).

14. Un punct material de masă  $m=1$  kg, efectuează o mișcare rectilinie descrisă de legea  $y=3t^3+5t^2+6$ . Determinați lucrul mecanic al forței de tracțiune ce acționează în direcția mișcării, în primele 5 secunde ale mișcării ( $L=6250$  J)

15. De un fir inextensibil de lungime  $l=2$  m, este atîrnat un corp care poate descrie un cerc în plan vertical. Să se determine: a) viteza minimă orizontală ce poate fi imprimată corpului pentru ca acesta să poată descrie cercul în plan vertical; b) presupunînd că în momentul cînd corpul se află în punctul superior al cercului se taie instantaneu firul, determinați la ce depărtare de poziția inițială va cădea corpul, luînd ca origine a sistemului această poziție. ( $v_0=10$  m/s;  $x=21=4$  m)

16. De un fir inextensibil și fără greutate ce poate descrie un cerc în plan vertical se atîrnă un corp. Se imprimă corpului viteza minimă necesară descrierii cercului în plan vertical. Determinați: a) accelerația totală a corpului în momentul inițial; b) accelerația în momentul cînd firul este în poziție orizontală; c) accelerația corpului cînd acesta este în poziție superioară. ( $a=g\sqrt{26}$  m/s<sup>2</sup>;  $a=g\sqrt{10}$  m/s<sup>2</sup>;  $a=g\sqrt{2}$  m/s<sup>2</sup>).

17. Asupra unui corp de masă  $m=4$  kg situat pe o suprafață orizontală de coeficient de frecare  $\mu=\sqrt{3}/4$  acționează o forță a cărei direcții formează cu orizontala unghiul  $\alpha=60^\circ$ , ce imprimă corpului o mișcare cu viteză constantă  $v=5$  m/s, timp de 7 s. Să se determine: a) lucrul mecanic al forței de tracțiune; b) energia cinetică a corpului; c) puterea dezvoltată; d) lucrul mecanic al forței de frecare pînă la oprire după ce încetează forța de tracțiune. ( $L=346$  J;  $E_c=50$  J;  $P=28,6\sqrt{3}$  J;  $L=50$  J)

18. Pentru a deplasa un corp cu masa  $m=4$  kg pe o suprafață orizontală, fără frecare, se dezvoltă puterea  $P=40$  W, consumîndu-se un lucru mecanic  $L=800$  J. Să se determine: a) viteza maximă atinsă de corp; b) timpul cît durează mișcarea; c) forța de tracțiune orizontală ce acționează asupra corpului; d) distanța parcursă în acest timp. ( $v=20$  m/s;  $t=20$  s;  $F=4$  N;  $d=200$  m).

19. Un vehicul dezvoltă puterea  $P=40$  kW, coeficientul de frecare fiind  $\mu=0,1$ . Determinați impulsul vehiculului în momentul



când accelerația este  $a=4 \text{ m/s}^2$ . ( $p=8 \cdot 10^3 \text{ N.s}$ ).

20. Determinați viteza inițială cu care trebuie lansat un corp vertical de jos în sus, încât după o secundă de la lansare, energia potențială a corpului să devină un sfert din energia totală ( $v_0=74,6 \text{ m/s}$ ).

21. Două corpuri identice ce se deplasează pe aceeași direcție și în același sens, se ciocnesc perfect plastic. Viteza corpului rezultat prin ciocnire este  $v=5 \text{ m/s}$ , iar cantitatea de căldură degajată în urma ciocnirii are valoarea numerică egală cu masa unui corp. Determinați vitezele celor două corpuri înainte de ciocnire. ( $v_1=6 \text{ m/s}$ ;  $v_2=4 \text{ m/s}$ )

22. Două corpuri ale căror mase sînt în raportul  $1/2$  se ciocnesc perfect plastic avînd raportul vitezelor înainte de ciocnire egal cu 3. Determinați raportul vitezelor corpurilor după ciocnire. ( $u_2/u_1=1/7$ )

23. Un corp cu masa  $m_1=6 \text{ kg}$  avînd viteza  $v_1=2 \text{ m/s}$  ciocnește perfect elastic un al doilea corp de masă  $m_2=4 \text{ kg}$  aflat în repaus. Aflați energia cinetică a fiecărui corp după ciocnire. ( $E_{c1}=0,48 \text{ J}$ ;  $E_{c2}=11,52 \text{ J}$ )

24. Două corpuri de mase  $m_1=5 \text{ kg}$  și  $m_2=3 \text{ kg}$  (ultimul fiind în repaus) se ciocnesc perfect elastic. Determinați raportul energiilor cinetice a celor două corpuri după ciocnire. ( $E_{c1}/E_{c2}=(m_1-m_2)^2/4m_1m_2=1/15$ ).

25. Două corpuri punctiforme sînt atîrnate de două fire inextensibile fixate în același punct. Se ridică primul corp pînă cînd firul întins formează cu verticala unghiul  $\alpha_1=60^\circ$ . Lăsînd liber primul corp acesta ciocnește perfect elastic cel de al doilea corp. Acesta ridicîndu-se pînă cînd cel de al doilea fir formează cu verticala unghiul  $\alpha_2=30^\circ$ . Determinați raportul maselor celor două corpuri. ( $m_2/m_1=3$ )

26. De un fir inextensibil de lungime  $l=0,4 \text{ m}$  este atîrnat un corp cu masa  $m=1 \text{ kg}$ . Se scoate corpul din poziția de repaus pînă cînd firul întins formează cu verticala unghiul de  $60^\circ$  și se lasă apoi corpul liber. Să se determine: a) momentul forței și momentul cinetic în clipa cînd se lasă corpul liber; b) în clipa cînd firul formează cu verticala unghiul de  $30^\circ$ ; c) în clipa cînd firul este vertical. ( $M_F=2\sqrt{3} \text{ N.m}$ ;  $M_C=0$ ;  $M_F=2 \text{ N.m}$ ;  $M_C=0,68 \text{ J.s}$ ;  $M_F=0$ ;  $M_C=0,8 \text{ J.s}$ ).

27. Două forțe concurente  $F_1=3 \text{ N}$  și  $F_2=5 \text{ N}$  prin compunere dau rezultanta  $R=7 \text{ N}$ . Determinați: a) unghiul format de direcțiile celor două forțe; b) diferența celor două forțe. ( $\alpha=60^\circ$ ;  $D=\sqrt{19} \text{ N}$ ).

28. Un punct material de masă  $m=0,25 \text{ kg}$  execută o oscila -

ție armonică, constanta elastică fiind  $k=400 \text{ N/m}$ . La momentul inițial elongația este  $y_1=A\sqrt{3}/2$ , iar viteza maximă a oscilatorului este  $v_{\max}=8 \text{ m/s}$ . Să se determine: a) ecuația de oscilație; b) forța maximă și energia totală a oscilatorului; c) viteza, energia cinetică și energia potențială în momentul când elongația este jumătate din amplitudine; d) puterea oscilatorului în acel moment. ( $y=0,2\sin(40t + \pi/6)$ ;  $F=80 \text{ N}$ ;  $E_t=8 \text{ J}$ ;  $v=4\sqrt{3} \text{ m/s}$ ;  $E_c=6 \text{ J}$ ;  $E_p=2 \text{ J}$ ;  $P=160\sqrt{3} \text{ W}$ ).

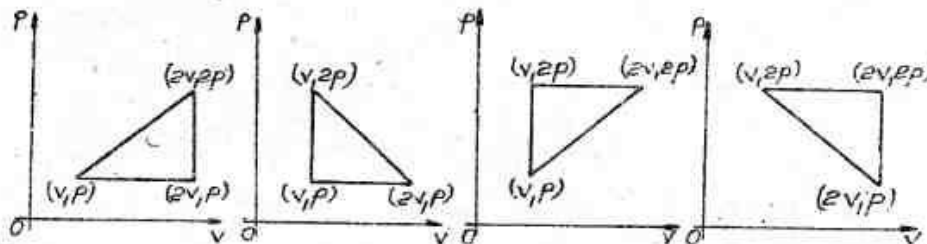
29. Un pendul matematic care bate secunda are masa  $m=2 \text{ kg}$ . Amplitudinea unghiulară este  $\alpha=60^\circ$ . (Se consideră că oscilează în condiții de izocronism). Să se determine: a) energia cinetică, energia potențială și viteza pendulului în momentul când firul formează cu verticala unghiul de  $30^\circ$ ; b) tensiunea din firul pendulului în acest moment. ( $E_c=7,3 \text{ J}$ ;  $E_p=2,7 \text{ J}$ ;  $v=2,7 \text{ m/s}$ ;  $F=31,9 \text{ N}$ ).

#### PROBLEME RECAPITULATIVE DIN MATERIA CLASEI A X-A, PROPUSE PENTRU ELEVII CLASELOR A XI-A

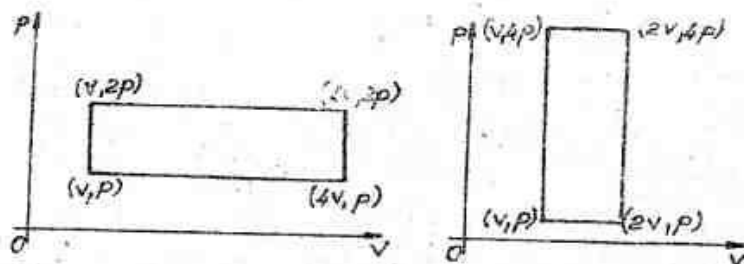
1. Determinați numărul de molecule, cît și masa unei cantități de azot care ocupă volumul  $V=0,2 \text{ m}^3$  în condiții normale de presiune și temperatură. ( $N=54 \cdot 10^{20}$  molecule,  $m=0,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ )

2. O cantitate  $m=880 \text{ g}$  de  $\text{CO}_2$  ( $\mu=44$ ) se află la temperatura  $T=300 \text{ K}$  și presiunea  $p=2 \text{ atm}$ . Să se determine: a) volumul ocupat de gaz; b) densitatea gazului; c) numărul de molecule; d) viteza termică; e) energia cinetică medie; f) energia internă. ( $V=0,25 \text{ m}^3$ ;  $\rho=3,52 \text{ kg/m}^3$ ;  $N=67 \cdot 10^{20}$  molecule;  $v_t=410 \text{ m/s}$ ;  $E_c=10^{-20} \text{ J}$ )

3. Patru mașini termice diferite funcționează fiecare după câte un ciclu indicat în figură. a) Determinați pentru fiecare mașină căldura schimbată de aceasta cu exteriorul (diferența dintre căldura primită de la sursă caldă și căldura cedată sursei reci); b) enunțați o concluzie.



4. Două mașini termice diferite funcționează fiecare după câte un ciclu indicat în figură. Determinați pentru fiecare căldura schimbată de aceasta cu exteriorul.



5. Demonstrați legea lui Jurin pornind de la formula presiunii ce ia naștere sub o suprafață curbă de lichid. ( $p = 2\sigma/r$ )

6. Un balon de săpun ( $\sigma = 66 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ ), în momentul când are raza  $r = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  se sparge. Determinați energia degajată în urma acestui proces. ( $W = 4\pi r^2 \sigma = 21 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ )

7. O bară metalică de secțiune  $S = 2 \text{ cm}^2$  și densitate  $\rho = 8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  prin încălzire se dilată cu  $\Delta l = 4 \text{ mm}$ . Cunoșcând căldura specifică a metalului  $c = 300 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$  și coeficientul de dilatare liniară  $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ , determinați cantitatea de căldură absorbită de bară. ( $Q = 128 \cdot 10^3 \text{ J}$ )

8. Un corp metalic având căldura specifică  $c = 400 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , cade liber de la înălțimea  $h = 10^4 \text{ m}$ . Se consideră că pierderile de căldură ale corpului sînt compensate de căldura ce ia naștere datorită frecării cu aerul. Determinați cu cîte grade crește temperatura corpului. ( $\Delta T = 250 \text{ K}$ )

9. Două sarcini electrice punctiforme  $q_1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$  și  $q_2 = 10^{-5} \text{ C}$ , se află la distanța  $d_1 = 0,2 \text{ m}$  într-un mediu cu permitivitatea relativă  $\epsilon_r = 6$ . Să se determine: a) forța de interacțiune dintre cele două sarcini electrice; b) intensitatea cîmpului electric la jumătatea distanței dintre ele; c) lucrul mecanic cheltuit prin deplasarea sarcinii electrice  $q_2$  pînă la distanța  $d_2 = 0,5 \text{ m}$  față de prima; d) tensiunea între cele două puncte între care se deplasează cea de a doua sarcină electrică. ( $F = 15 \text{ N}$ ;  $E = 45 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ ;  $L = 1,8 \text{ J}$ ;  $U = 180 \text{ kV}$ )

10. Pe un plan inclinat de unghi  $\alpha = 30^\circ$  se află la înălțimea  $h_1 = 0,5 \text{ m}$  un corp de masă  $m$  și sarcină electrică  $q = 10^{-6} \text{ C}$ . Jos la baza planului inclinat se află un corp fix de sarcină electrică  $Q = 8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . Se dă drumul primului corp să alunece pe planul inclinat coeficientul de frecare cu planul fiind  $\mu = \sqrt{3}/6$ . Corpul se oprește la înălțimea  $h_2 = 0,2 \text{ m}$ . Să se determine masa primului corp. ( $m = 72 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ )

11. Un corp de masă  $m$  alunece pe un plan inclinat cu accelerația  $a = 2 \text{ m/s}^2$ . Se încarcă acest corp cu sarcina electrică  $q = 10^{-5} \text{ C}$ , iar la baza planului inclinat se fixează un al doilea corp încărcat cu sarcina  $Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ . Primul corp se lasă să alunece pe plan de

la distanța  $l_1 = 1\text{ m}$  față de al doilea corp și se oprește la distanța  $l_2 = 0,4\text{ m}$  față de acesta. Să se determine masa primului corp. În cele două probleme se consideră corpurile punctiforme. ( $m = 2,25\text{ kg}$ ).

12. Într-o două plăci metalice și orizontale, care generează un câmp electric omogen  $E = 10^4\text{ V/m}$ , se află un plan înclinat de unghi  $\alpha = 30^\circ$ . Pe plan se află un corp de masă  $m = 2\text{ g}$  și sarcină electrică  $q = 2 \cdot 10^{-6}\text{ C}$  coeficientul de frecare fiind  $\mu = \sqrt{3}/6$ . Să se determine ce accelerație poate avea corpul de masă  $m$ . ( $g = 9,8\text{ m/s}^2$ ).

13. Să se determine densitatea de curent ce trebuie să treacă prin un conductor metalic de rezistivitate  $\rho = 6,2 \cdot 10^{-7}\ \Omega \cdot \text{m}$  căldură specifică  $c = 460\text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , densitatea  $d = 7800\text{ kg/m}^3$ , un timp  $t = 8970\text{ s}$  pentru a-i ridica temperatura cu  $\Delta t = 52\text{ K}$ . ( $j = I/S = \sqrt{dc \Delta t / \rho t} = 10^5\text{ A/m}^2$ ).

14. O baterie de tensiune electromotoare  $E = 12\text{ V}$  și rezistență internă  $r = 1\ \Omega$  alimentează trei rezistențe  $R_1 = 2\ \Omega$ ,  $R_2 = 3\ \Omega$  și  $R_3 = 6\ \Omega$  grupate în serie. Să se determine: a) tensiunea la bornele fiecărei rezistențe; b) cantitatea de căldură degajată în cea de a doua rezistență în timp de 10 minute; c) cum trebuie să fie conectate cele 3 rezistențe pentru ca puterea disipată de baterie în exterior să fie maximă și care este valoarea puterii maxime; d) valoarea randamentului electric al circuitului în acest caz. ( $U_1 = 2\text{ V}$ ;  $U_2 = 3\text{ V}$ ;  $Q = 1800\text{ J}$ ; se conectează în paralel  $P_{\max} = 36\text{ W}$ ;  $\eta = 50\%$ ).

15. Montind o rezistență la bornele unei baterii pe aceasta este debitată aceeași putere atât în momentul inițial, cât și în momentul final când temperatura rezistenței a crescut la  $100\text{ K}$ . Intensitatea prin circuit a scăzut în acest timp de 1,2 ori. Să se determine: a) coeficientul de variație al rezistenței cu temperatura; b) randamentul electric în momentul inițial și în momentul final; c) relația ce există între cele două valori ale randamentului electric ( $\alpha = 0,0044\text{ K}^{-1}$ ;  $\eta_1 = 5/11$ ;  $\eta_2 = 6/11$ ;  $\eta_1 + \eta_2 = 1$ ).

16. Rezistența unui fierbător electric are coeficientul de variație cu temperatura  $\alpha = 0,0044\text{ K}^{-1}$ . Arătați cum se modifică puterea sursei rezistențe dacă inițial este introdusă în apă cu gheață, până când aceasta ajunge la fierbere. ( $P = P_0 / (1 + \alpha \Delta t)$ ). Scade de 1,44 ori).

17. Puterea totală a unui circuit electric este  $P_t = 20\text{ W}$ , iar puterea maximă pe care o poate debita sursa pe o rezistență exterioară (atunci când aceasta ar fi egală cu rezistența internă) este  $P_{\max} = 30\text{ W}$ . Determinați randamentul electric al circuitului. ( $\eta = 1 - P_t / 4P_{\max} = 63\%$ ).

18. Cunoscind puterea totală a unui circuit electric cit

și puterea maximă pe care o poate debita sursa, determinați puterea exterioară a circuitului. ( $P_{\text{ext}} = P_t (1 - 1/4P_{\text{max}})$ ).

19. Explicați de ce într-un circuit electric alimentat de două surse de aceeași tensiune electromotoare  $E$ , dar de rezistențe interioare diferite, conectate în serie nu putem prin modificarea rezistenței exterioare să obținem decât tensiunea la bornele unei singure surse să fie nulă. Arătați care este acea sursă. (Indicație: Dacă tensiunea la bornele unei surse este nulă acea sursă este străbătută de un curent de scurtcircuit, care este cea mai mare intensitate a curentului electric care poate trece printr-o sursă. Ar însemna deci ca una din surse să fie străbătută de o intensitate mai mare decât intensitatea de scurtcircuit. Dacă poate fi nulă tensiunea la bornele sursei cu rezistență interioară mai mare).

20. Două baterii de aceeași tensiune electromotoare, dar de rezistențe interioare  $r_1 = 1,5 \Omega$  și  $r_2 = 0,5 \Omega$  sînt conectate în serie alimentînd o rezistență exterioară. Determinați randamentul electric al circuitului dacă tensiunea la bornele primei baterii este nulă. ( $\eta = (r_1 - r_2) / 2r_1 = 33\%$ ).

21. Un litru de apă aflat la temperatura de  $0^\circ\text{C}$ , este adus la fierbere folosind un fierbător de rezistență  $R_1 = 41,85 \Omega$  în timp  $t_1 = 1$  h. Schimbînd rezistența fierbătorului aceeași cantitate de apă aflată la aceeași temperatură ajunge la fierbere într-un timp  $t_2 = 900$  s. Determinați: a) valoarea celei de a doua rezistențe; b) cantitatea de electricitate ce trece prin circuit în fiecare caz în parte. ( $R_2 = R_1/4$ ;  $q = 6 \cdot 10^3 \text{ C}$ ).

22. Un solenoid avînd  $N = 200$  spire pe o lungime  $l = 0,1 \text{ m}$  și secțiune  $s = 2 \text{ cm}^2$  are un miez de fier cu  $\mu_r = 500$  și este parcurs de un curent de intensitate  $I = 1 \text{ A}$ . Să se determine: a) intensitatea cîmpului magnetic în interiorul solenoidului; b) inducția cîmpului magnetic; c) fluxul magnetic al solenoidului; d) inductanța; e) energia cîmpului magnetic și densitatea volumică de energie. ( $H = 2 \cdot 10^3 \text{ A/m}$ ;  $B = 0,4 \text{ T}$ ;  $\phi = 16 \pi \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ ;  $L = 16 \pi \cdot 10^{-3} \text{ H}$ ;  $W = 8 \pi \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ;  $D = 400 \pi \text{ J/m}^3$ ).

23. Două conductoare paralele aflate la distanța  $d = 0,2 \text{ m}$  sînt parcurse de curenți de intensități  $I_1 = 8 \text{ A}$  și  $I_2 = 4 \text{ A}$  avînd același sens. Să se determine: a) inducția magnetică la jumătatea distanței dintre cele două conductoare; b) la ce distanță de primul conductor inducția cîmpului magnetic este nulă; c) forța de interacțiune pe unitatea de lungime a fiecărui conductor ( $B = 8 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ ;  $d_1 = 0,13 \text{ m}$ ;  $F/l = 32 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}$ ).

24. Un fascicul de electroni este accelerat la o diferență de potențial  $U$ , după care pătrunde perpendicular pe liniile unui



câmp magnetic omogen de lăţime  $l$ . În acest câmp fasciculul suferă o deviaţie  $Y_1$ . La distanţa  $L$  de câmpul magnetic, paralel cu liniile acestuia se află un ecran fluorescent. Deviaţia totală a fasciculului pe acest ecran este  $Y$ . Determinaţi: a) raza traiectoriei unui electron în câmpul magnetic; b) inducţia câmpului magnetic ( $r = IL / (Y - Y_1) + Y_1$ ;  $B = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ).

25. Un solenoid fără miez, avînd  $N$  spire şi inducţia  $B$ , este parcurs de un curent de intensitate  $I$ . Un electron pătrunde cu viteza  $v_0$  în interiorul solenoidului, după o direcţie ce formează unghiul  $\alpha$  cu direcţia liniilor de câmp, chiar pe lângă spirele solenoidului. Raza traiectoriei descrisă de electron coincide cu raza solenoidului. Să se determine: a) după cît timp electronul părăseşte solenoidul; b) fluxul magnetic al câmpului solenoidului. Se cunosc sarcina şi masa electronului. ( $t = \mu_0 NI / B v_0 \cos \alpha$ ;  $\phi = N \pi m^2 v_0^2 \sin^2 \alpha / B q^2$ ).

PROBLEME RECAPITULATIVE DIN MATERIA CLASEI  
A XI-A, PROPUSE PENTRU ELEVII CLASEI A XII-A

1. Un circuit serie RLC, alimentat la o tensiune alternativă cu frecvenţa de 50 Hz, are impedanţa  $Z = 5 \Omega$ . Intensitatea efectivă a curentului din circuit este  $I = 2A$ , tensiunea la bornele bobinei  $U_L = 18V$ , iar reactanţa capacitivă a condensatorului  $X_C = 6 \Omega$ . Să se determine: a) rezistenţa circuitului; b) defazajul dintre tensiune şi intensitatea la bornele circuitului; c) puterea activă, reactivă şi aparentă; d) inductanţa bobinei şi capacitatea condensatorului. ( $R = 4 \Omega$ ;  $\varphi = \arctg 0,75$ ;  $P = 16W$ ;  $P_r = 12 \text{ var}$ ;  $P_0 = 20VA$ ;  $L = 28mH$ ;  $C = 53 \cdot 10^{-5}F$ ).

2. Un circuit de curent alternativ RLC serie, are rezistenţa  $R = 12 \Omega$ , reactanţa inductivă  $X_L = 9 \Omega$  şi reactanţa capacitivă  $X_C = 4 \Omega$ . Tensiunea la bornele rezistenţei este  $U_R = 24V$ , frecvenţa = 50 Hz. Să se determine: a) impedanţa caracteristică; b) tensiunile la bornele circuitului cît şi la bornele bobinei şi la bornele condensatorului; c) valoarea capacităţii care ar anula defazajul dintre tensiune şi intensitate. ( $Z_0 = 6 \Omega$ ;  $U = 26V$ ;  $U_L = 18V$ ;  $U_C = 8V$ ;  $C = 35 \cdot 10^{-5}F$ ).

3. Un circuit oscilant are rezistenţa  $R = 2 \Omega$ , factorul de calitate  $Q = 10$ , iar frecvenţa proprie  $\nu_0 = 10^4/2$  Hz. Să se determine: a) inductanţa şi capacitatea circuitului; b) impedanţa caracteristică. ( $L = 2 \cdot 10^{-2}H$ ;  $C = 5 \cdot 10^{-6}F$ ;  $Z_0 = 64 \Omega$ ).

4. Un circuit oscilant are impedanță caracteristică  $Z_0 = 2 \cdot 10^2 \Omega$  iar frecvența proprie  $\nu_0 = 6250 \text{ kHz}$ . Factorul de calitate al circuitului este  $Q = 100$ , iar sarcina inițială de pe armăturile condensatorului este  $q_0 = 23 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ . Să se determine : a) inductanța bobinei și capacitatea condensatorului; b) rezistența circuitului; c) intensitatea maximă a curentului din circuit; d) fluxul maxim; e) energia totală a câmpului electric inițial. ( $L = 16 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ ,  $C = 4 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ ,  $R = 2 \Omega$ ,  $I_0 = 0,4 \text{ A}$ ;  $\phi_0 = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ ;  $W_0 = 1,28 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ).

5. O antenă cu priza de pământ are lungimea  $l = 40 \text{ m}$ . Inductanța proprie a antenei este  $L_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ H}$ . Să se determine : a) lungimea de undă pe care poate emite antena; b) capacitatea proprie a antenei. ( $\lambda = 160 \text{ m}$ ,  $C_0 = 3,5 \cdot 10^{-10} \text{ F}$ ).

6. O antenă are inductanța proprie  $L_0$  și capacitatea proprie  $C_0$ . Să se determine : a) ce valoare trebuie să aibă inductanța unei bobine care conectată în serie cu antena ar mări lungimea de undă pe care emite antena de două ori; b) ce valoare trebuie să aibă capacitatea unui condensator care conectat în serie cu antena ar micșora lungimea de undă pe care emite antena de două ori. ( $L = 3L_0$ ,  $C = C_0/3$ ).

7. Un fascicul de radiații cu  $\lambda = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  cade normal pe o lamă cu fețe plan paralele de grosime  $d = 0,2 \text{ microni}$  și indice de refracție  $n = 1,5$ . Determinați diferența de drum optic dintre două raze care interferă și arătați dacă se formează maxim sau minim de interferență. ( $\delta = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ , maxim de interferență).

8. Expunerea unei fotografii la un bec cu  $I = 40 \text{ cd}$ , aflat la distanță de  $1 \text{ m}$  durează  $2 \text{ s}$ . Determinați care trebuie să fie durata expunerii la un bec de  $30 \text{ cd}$  aflat la  $1,5 \text{ m}$ . Se presupune că în ambele cazuri fotografia primește aceeași energie luminoasă. ( $t = 5 \text{ s}$ ).

9. La fotografierea unui obiect iluminat cu un bec de  $100 \text{ W}$  de la distanța de  $1 \text{ m}$  este necesară o expunere de  $8 \text{ s}$ . Determinați care este expunerea la iluminarea cu două becuri de  $100 \text{ W}$  aflate la  $3 \text{ m}$  și respectiv  $4 \text{ m}$ , dacă placa fotosensibilă trebuie să primească aceeași energie. (46)

10. Înălțimea soarelui deasupra orizontului este  $20^\circ$ . O rază de lumină de la soare cade pe o oglindă plană și este reflectată pe suprafața unui lac. Arătați cum trebuie așezată o oglindă pentru ca raze reflectată să pătrundă în apă sub un unghi de  $60^\circ$  față de orizontală. (Oglinda formează cu orizontala unghiul de  $34^\circ$ ).

11. Care este unghiul limită la trecerea unei raze de lumină din sticlă în apă? ( $61^\circ 18'$ ).

12. Un observator privește un obiect aflat pe fundul unui bazin. El vede imaginea la adâncimea  $h=1$  m, la distanța  $l=5$  m de ochiul său, în linie dreaptă. Ochiul se află la înălțimea  $H=1,5$  m deasupra apei. Determinați la ce adâncime se află obiectul. ( $h_0=2$  m)

13. La observarea obiectelor printr-o prismă cea mai mare claritate se obține în cazul deviației minime. Explicați din ce cauză.

14. Determinați valoarea unghiului de refracție al unei prisme, dacă el este egal cu unghiul de deviație minimă. Arătați între ce valori trebuie să fie cuprins indicele de refracție al substanței din care se confecționează o astfel de prismă. ( $81^\circ$  ;  $\sqrt{2} < n < 2$  ).

15. O prismă cu unghiul de refringență de  $50^\circ$  are unghiul de deviație minimă de  $35^\circ$ . Determinați unghiul de deviație minimă, dacă prisma se introduce în apă. ( $10,9^\circ$  ).

16. Convergența unei lentile subțiri de sticlă este  $C=5,5$  m<sup>-1</sup>. Determinați convergența aceleiași lentile scufundată în apă. ( $C_1=1,48$  m<sup>-1</sup>)

17. Pe un ecran aflat la 4 m de un obiectiv care este o lentilă cu convergența  $C=5$  m<sup>-1</sup>, se obține imaginea clară a unui dispozitiv. Ecranul este depărtat cu 20 cm. Determinați cu cât trebuie deplasat obiectul pentru a restabili claritatea imaginii. (0,55 mm).

18. O lumină se află la distanța  $d=80$  cm de un ecran. Imaginea clară a acestei lumini pe ecran se obține pentru două poziții ale unei lentile convergente, depărtate între ele cu  $l=40$  cm. Determinați raportul strălucirilor celor două imagini. ( $(d+l)^2 / (d-l)^2 = 9$  ).

19. Un obiect se află la distanța de 90 cm de un ecran. Imagini clare ale obiectului pe ecran se obțin pentru două poziții distincte ale unei lentile convergente subțiri. O imagine este de 4 ori mai mare decât cealaltă imagine. Determinați distanța focală a lentilei. ( $f=20$  cm).

20. Descrieți cîte o metodă practică prin care s-ar putea determina indicele de refracție al apei sau al sticlei,

## Clasa a XII-a

### DINAMICA RELATIVISTA

#### Breviar

Oricare ar fi viteza unui corp...

1. Legile mecanicii se exprimă la fel în toate sistemele de referință inerțiale.

2. Viteza luminii este aceeași în orice sistem de referință inerțial.

Dacă viteza unei particule este apropiată de viteza luminii, toate mărimile care caracterizează mișcarea particulei se modifică astfel:

$$\text{impulsul : } \vec{p} = \gamma m \vec{v}$$

$$\text{energia totală: } E = \gamma mc^2$$

unde  $c$  este viteza luminii ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \text{ cu } \beta = \frac{v}{c}$$

energia cinetică: o particulă în repaus are energia  $E_0 = mc^2$ , deci energia ei cinetică va fi  $E_c = E - E_0$ .

$$E_c = (\gamma - 1)mc^2.$$

unități de măsură practice:

-pentru : energie :  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

impuls:  $1 \text{ MeV}/c = 5,3 \cdot 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

masă :  $1 \text{ MeV}/c^2 = 1,78 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$

Observație: dacă  $v \ll c$  se regăsesc formulele mecanicii clasice:  $\vec{p} = m \vec{v}$  și  $E_c = mv^2/2$ .

O particulă este relativistă dacă:

$$\frac{E_c}{mc^2} \gg 1 \quad \text{sau} \quad \frac{pc}{mc^2} \gg 1$$

Se demonstrează ușor relațiile:

$$\vec{p} \cdot c = \frac{\vec{v}}{c} E \quad \text{și} \quad E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

#### Exerciții

1. Calculați masa unui electron și a unui proton în  $\text{MeV}/c^2$
2. O particulă are energia  $873 \text{ MeV}$  și impulsul  $862 \text{ MeV}/c$ . Calculați masa ei (în  $\text{MeV}/c^2$ ) și energia sa cinetică.
3. Care trebuie să fie tensiunea de accelerare a unui proton pentru ca energia lui totală să devină  $6 \text{ MeV}$ ?
4. Calculați energia totală a unui electron accelerat de o diferență de potențial de  $3 \cdot 10^6 \text{ V}$ . Ce impuls are electronul?
5. Într-un câmp magnetic uniform cu  $B = 1 \text{ T}$ , un proton descrie un cerc de rază  $5 \text{ m}$ . Calculați impulsul, energia totală și energia sa cinetică.

### Probleme

1. Un electron are energia cinetică 10 MeV. Este el relativist? Ce viteză are? Electronul este accelerat până la energia cinetică 10.000 MeV. Cât devine viteza lui? Discuție.

2. Cât este energia cinetică a unui electron care traversează tubul unui osciloscop catodic? Tensiunea de accelerare poate varia între 1.000 V și 10.000 V. Acești electroni sînt relativști?

3. O particulă de masă  $m$ , sarcină  $q$  se mișcă printr-un câmp electrostatic de intensitate  $\vec{E}$ . Ea pleacă din A cu o viteză practic nulă și ajunge în B cu viteza  $\vec{v}$ . a) Calculați lucrul mecanic  $L$  al forței electrice efectuat în timpul acestei mișcări. Exprimați  $L$  în funcție de  $v$  și  $m$ . b) Fiind dată diferența de potențial  $U$  între A și B, arătați că se poate scrie:

$$v = c \frac{\sqrt{qU(qU + 2mc^2)}}{qU + mc^2}$$

c) Calculați viteza unui electron accelerat sub diferența de potențial  $U = 100$  kV.

4. Arătați că dacă particulele sînt accelerate sub diferența de potențial din ce în ce mai mari, atunci viteza lor se poate scrie sub forma:

$$v \approx c \left( 1 - \frac{1}{2\gamma^2} \right)$$

invers, arătați că dacă viteza lor este foarte mică în raport cu  $c$ , atunci energia lor cinetică se poate scrie:  $E_c \approx \frac{1}{2} mv^2$ . (Se poate utiliza formulele de aproximare:

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta}} \approx 1 + \frac{\beta}{2} \quad \text{și} \quad \sqrt{1-\beta} \approx 1 - \frac{\beta}{2}, \quad \text{dacă} \quad \beta \rightarrow 0.$$

5. Impulsul particulelor poate fi determinat cu o precizie de pînă la 10 % sau mai exact, cu o precizie pînă la 1%. a) Aflați în ambele cazuri valoarea factorului  $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ , apoi  $\beta = v/c$  știind că viteza particulelor este prea mare pentru ca mișcarea lor să poată fi studiată cu ajutorul legilor mecanicii clasice (adică astfel încît relația  $p = mv$  trebuie înlocuită cu  $p = \gamma mv$ ). b) Începînd de la ce valoare a tensiunii de accelerare electronii trebuie considerați relativști pentru cazul determinării impulsului cu eroarea relativă maximă 10 %? dar 1%? c) Aceeași întrebare pentru proton.

6. În tubul cinescop al unui televizor un catod K menținut la un potențial  $V_k = -25.000$  V emite electroni cu viteză inițială neglijabilă. Sub acțiunea combinată a unui câmp electric de inten-



sitate  $\vec{E}$  și a unui câmp magnetic de inducție  $\vec{B}$  amândouă variabile în timp, un anumit număr de electroni emiși din catod ajung în același punct A de pe ecran, menținându-se la potențialul  $V_A=0$ . Tubul este vidat suficient, astfel încât se poate neglija ciocnirile dintre electroni și alte particule. Se neglijează greutatea electronilor. Câmpurile electric și magnetic variază suficient de lent pentru a se putea aplica legile electrostaticii și ale magnetostatisticii. a) Calculați energia cinetică a electronilor când ajung în A, în jouli și eV. Valoarea inducției magnetice B intervine în calcul? De ce? Cum trebuie să varieze intensitatea câmpului electric  $\vec{E}$ , astfel încât aceasta să implice o modificare a energiei cinetice  $E_c$  a electronilor? b) Calculați viteza electronului în punctul A în două ipoteze de lucru: electronul este nerelativist și electronul este relativist. Energia de repaus a electronului e 0,5 MeV. Comentați rezultatele.

7. Experiența descrisă aici (experiența lui Bertozzi) are ca scop măsurarea vitezei electronilor a căror energie cinetică e cuprinsă între 0,5 MeV și 15 MeV și de a arăta că teoria clasică nu se poate aplica în studiul mișcării lor. Electronii sînt emiși la intrarea într-un accelerator Van der Graaf cu o viteză neglijabilă. a) La ieșirea din accelerator energia cinetică a electronilor poate deveni 1,5 MeV. Calculați viteza electronilor. b) Electronii intră apoi într-un accelerator liniar (linac) la ieșirea căruia energia lor cinetică poate varia în funcție de tensiunea de accelerare de la 1,5 MeV la 15 MeV. Arătați că deși energia lor cinetică crește, viteza lor rămîne constantă (cu precizie pînă la 3%) și egală cu viteza lor medie de traversare a linacului. c) Se măsoară timpul necesar electronilor pentru a parcurge distanța de 8,4 m prin linac. Se face un tabel cu timpul măsurat în funcție de energia cinetică a electronilor. Calculînd viteza medie a electronilor pentru fiecare valoare a energiei cinetice, trasați graficul funcției  $\beta^2$  în funcție de  $E_c/mc^2$ . Ce concluzie rezultă? d) Pe același grafic, reprezentați și variațiia funcției  $\beta^2$  pornind de la formula  $E_c = (\gamma - 1)mc^2$ , în raport cu  $E_c/mc^2$ . Comparați cele două curbe obținute. Discuție.

| Experiența | Energia cinetică<br>(MeV) | Timpul de zbor<br>(ns) |
|------------|---------------------------|------------------------|
| 1          | 0,5                       | 32,3                   |
| 2          | 1,0                       | 30,8                   |
| 3          | 1,5                       | 29,2                   |
| 4          | 4,5                       | 28,4                   |
| 5          | 15,0                      | 28,0                   |

Succes! Răspunsurile în numărul viitor. Prof. LIVIU ARICI Lic. ind. 2  
Brăila

## PROBLEME PROPUSE PENTRU GIMNAZIU

### Clasa a VI-a

1. Avînd la dispoziție o riglă și o sfoară, arătați cum putem determina distanța dintre două puncte oarecare de pe o sferă. Dar dacă sfera ar fi goală și ne-am afla în interiorul ei distanța dintre cele două puncte ar fi aceeași? Cum putem măsura lungimea unui cerc mare al acestei sfere? Dar lungimea diametrului ei?

2. Arătați o proprietate comună tuturor lichidelor.

3. Avînd la dispoziție o riglă, determinați volumul unui penar.

4. Arătați dacă două corpuri diferite pot fi în același moment în același loc din spațiu.

5. Arătați cîteva proprietăți comune corpurilor solide.

6. În interiorul unei sfere solide pline se mai poate afla un alt obiect? Dar în interiorul unei sfere goale?

7. Ați observat uneori cum în interiorul unei sticle cu țuică se află o pară întregă. Puteți explica cum a ajuns acea pară în interiorul sticlei cu țuică? În acest mod este posibilă introducerea oricărui fruct în interiorul unei sticle. Arătați cum s-ar putea determina volumul acelui fruct din interiorul sticlei?

8. Arătați ce se înțelege prin inerția unui corp și dați exemple.

9. Explicați ce se înțelege prin structura corpusculară a unei substanțe și ce legătură are aceasta cu divizibilitatea materiei. Cum se numesc cele mai mici particule din care sînt alcătuite corpurile?

10. Cu cît lovim cu pumnul mai puternic într-un perete cu atît simțim o durere mai mare. Explicați care este cauza acestei dureri.

### Clasa a VII-a

1. Definiți mărimea vectorială și dați exemple.

2. Arătați în ce condiții două mărimi vectoriale sînt egale.

3. Ce se înțelege prin rezultanta a două forțe concurente și de cine depinde ea?

4. Pentru compunerea a trei, sau mai multe forțe concurente se poate folosi regula poligonului. Avînd drept model regula triunghiului, arătați în ce constă regula poligonului.

5. Arătați, în ce condiții rezultanta a două forțe concurente poate fi nulă. Dar rezultanta a trei forțe concurente sau a

patru forțe concurente când poate fi nulă ?

6. Determinați rezultanta a trei forțe concurente egale în modul, care formează între ele unghiul de  $120^{\circ}$ , folosind atât regula paralelogramului, cât și regula poligonului.

7. Scrieți expresiile greutateii și a forței elastice arătând semnificația fizică a mărimilor care intervin, cât și unitățile de măsură ale acestora.

8. Având la dispoziție un resort, un corp paralelipipedic cu cîrlig și o cutie cu mase marcate, arătați cum putem determina mărimea forței de frecare dintre acel corp și o suprafață orizontală pe care se mișcă.

9. Arătați dacă forța de frecare poate să devină forță de tracțiune, adică dacă poate să producă deplasarea unor corpuri.

10. Un sportiv sare în apă folosind o trambulină. Arătați ce principiu din fizică poate fi pus în evidență aici.

#### Clasa a VIII-a

1. Arătați în câte moduri se poate realiza electrizarea unui corp.

2. Arătați care sînt deosebiriile între conductoare și izolatoare. Există și substanțe care nu pot fi încadrate în nici una dintre cele două categorii. Știți cum se numesc acestea și care sînt aplicațiile lor practice ?

3. Determinați cîți electroni conține un corp electrizat negativ cu sarcină electrică  $q = -32 \mu\text{C}$ .

4. În formula legii lui Coulomb apare la un moment dat constanta  $k = 9 \cdot 10^9$ . Arătați care este unitatea de măsură pentru această constantă.

5. Definiți cîmpul electric. Ce alte forme de cîmp mai cunoașteți ?

6. Arătați în ce condiții două sarcini electrice pot să determine într-un punct al spațiului o intensitate a cîmpului electric nulă. (considerați mai multe cazuri).

7. Arătați dacă trei sarcini electrice pot determina într-un punct al spațiului o intensitate a cîmpului electric nulă. Faceți desenul.

8. Definiți potențialul electric, diferența de potențial și voltul.

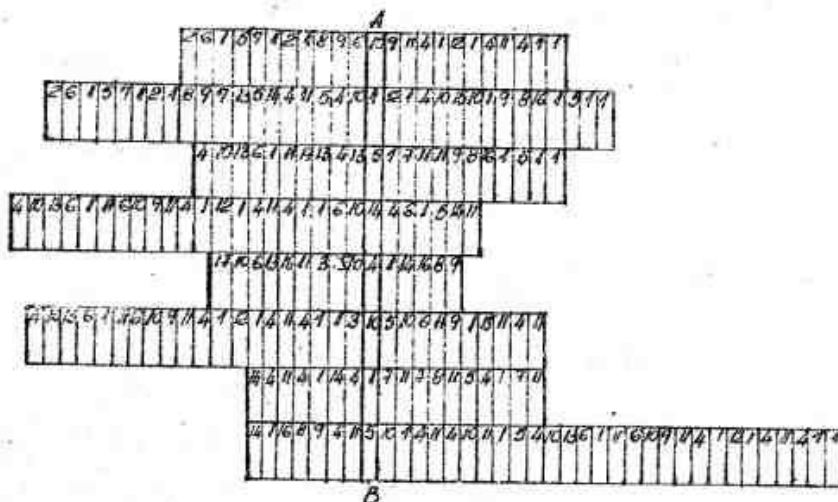
9. Arătați ce sînt fulgerele și care este rolul paratrăsnetului.

10. Deși intensitatea cîmpului electric cît și potențialul electric sînt mărimi care pot caracteriza cîmpul electric în fiecare cîmp al său, cele două mărimi sînt total distincte deoarece prima este o mărime vectorială, iar a doua o mărime scalară. Între modulele celor două mărimi corespunzătoare aceluiași punct există următoarea relație  $E=V/r$ . a) Determinați expresie matematică a potențialului cîmpului într-un punct al său; b) determinați expresie lucrului mecanic cheltuit pentru a deplasa sarcina electrică  $q$ , între două puncte ale aceluși cîmp. ( $V=9 \cdot 10^9 Q/r$ ;  $L=9 \cdot 10^9 Qq(1/r_1 - 1/r_2)$ ).

11. O sarcină electrică  $Q=16 \mu C$  creiază în vid un cîmp electric. O sarcină electrică  $q=2 \mu C$  se deplasează de la distanța  $r_1=0,2$  m de prima sarcină electrică pînă la distanța  $r_2=0,5$  m de ea. Să se determine: a) lucrul mecanic cheltuit pentru deplasarea sarcinii electrice  $q$ ; b) tensiunea între cele două puncte ale cîmpului electric. ( $L=0,864$  J;  $U=L/q=432$  kV).

## CALBIDOSCOOP

### ARITMOGRIF



Înlocuind cifrele cu litere, veți obține de la A la B numele unui mare fizician (1879-1955), 1=I; 2=P; 3=G; 4=T; 5=N, iar pe orizontal denumirea unora din invențiile sale.

Elev GRAMESCU DANIELA Liceul "N. Bălcescu" Brăila

## "VERIFICATI-VA CUNOSTINTELE"

### TERMENI A CAROR SEMNIFICATIE ESTE MAI PUTIN CUNOSCUTA

In literatura stiintifică și tehnică se intalnesc uneori termeni a căror semnificație este mai puțin cunoscută. Arătați care este semnificația următorilor termeni:

- 1) cîmp ; 2) cuantă ; 3) electret ; 4) histerezis ;
- 5) piroelectricitate ; 6) piezoelectricitate ; 7) triboelectricitate.

Răspunsurile în numărul viitor.

### FINTINA ARTEZIANA OBTINUTA DINTR-O STICLA CU APA

Se toarnă apă într-o sticlă pînă la o treime din înălțimea ei și se astupă sticla cu un dop bun (de cauciuc). Se introduce prin dop o țevă cu diametrul foarte mic cu un capăt mult mai subțire. Țeava trebuie să ajungă aproape pînă la fundul sticlei, iar capătul ascuțit să rămînă afară.

Prin capătul țevii suflăm aer. Acesta pătrunde în sticlă, scăpînd prin deschiderea inferioară a țevii sub formă de mici băgicuțe. Aerul din sticlă va atinge o presiune superioară presiunii atmosferice. Cînd băgicuțele de aer încetează de a mai intra în sticlă se ia gura de pe țeavă. Din țeavă va țîșni o șuviță de apă destul de înaltă.

Fîntîna lucrează pînă cînd presiunea aerului din sticlă devine egală cu presiunea atmosferică.

### LEGILE LUI MURPHY (COMENTATE)

1. Dacă un experiment iese bine, înseamnă că s-a greșit ceva. (Finagle)

2. În orice colecție de date experimentale rezultatul care pare cel mai corect este greșit. (Finagle)

3. Întîi se desenează curba rezultatelor și după aceea se indică datele obținute din măsurători. (Finagle)

4. Un gram de aplicație valorează cît o tonă de abstracție (Booker)

5. Orice cablu tăiat exact la lungime va fi prea scurt. (Klipstein)

6. Dacă un echipament necesită  $n$  componente, vor fi disponibile numai  $(n-1)$  componente. (Klipstein)

7. Un expert este un om care știe din ce în ce mai mult despre un domeniu din ce în ce mai restrîns, pînă cînd știe absolut totul despre absolut nimic. (Weber)

8. O concluzie este locul în care te-ai oprit fiindcă ai oboosit gîndind. (Matz)

9. Există întotdeauna o cale mai ușoară de rezolvare a unei probleme. Dar cînd o cauți n-o găsești. (Iles)

10. Dacă pare ușor, e greu. Dacă pare greu, e aproape imposibil. (Stockmayer)

11. Pentru orice problemă cu  $n$  ecuații vor fi întotdeauna

n+1 necunoscute. (Șnăfu)

12. Când rezolvi o problemă este întotdeauna bine să cunoști anticipat soluția ei. (Rominger)

13. În orice formulă, constantele trebuie tratate ca variabile. (Hlade)

14. Dacă încerci să explici ceva foarte clar, astfel încât să priceapă toată lumea, va fi cineva care nu va pricepe. (Chisholm)

Nu toate aceste legi au fost verificate în practică. Așa că trebuie să fim de acord cu Jerry Silverman, care spune că: "Dacă o lege a lui Murphy poate să greșească, va greși".

(Legile au fost culese din almanahul "Știință și tehnică" 1987, dintr-o lucrare semnată de dr. ing. Constantin Brătianu).

Elev Sandu Adrian Lic. "V. Alecsandri" Galați

#### ANECDOTE SCOLAREȘTI

1. Un băiețuș din clasa a II-a întreabă o fetiță din clasa I.

— Vous deja doamna învățătoare va spus că pământul se învîrtește în jurul Soarelui ?

— Nu

— Atunci nu te teme. Când vi se va vorbi despre asta, tu ține-te bine de bancă să nu cazi...

2. Doi elevi din clasa a V-a discută:

— Si de unde Mendeleev știa că hidrogenul trebuie să stea în prima căsuță, iar oxigenul în a doua din tabelul său ?

— Cum de unde ? Din carte !

3. Profesorul verifica caietele de fizică. În caietul unui elev, printre scheme și formule, era desenată o fată.

— Cei asta ? - întreabă profesorul.

— Un refugiu liric !

4. — Vasilescule, care-i definiția curcubeului ?

— Curcubeul este o apă care curge în sus și este vopsită în șapte culori...

Absolvent DESPINA IOAN

#### ATI ȘTIUT

CĂ...

...izvorul cu apă cea mai fierbinte de pe glob se află la Aguas Calientes, în Venezuela la temperatura ajungând la 97°?

...prima carte de aritmetica tipărită în Europa a fost Aritmetica di Treviso, tipărită în anul 1473?

...prima masina linotip de cu-  
legere tipografica mecanica -  
invenția germanului O. Morgen-  
thaler - a fost pusă în funcțiune  
la 3 iulie 1866 în tipografia ziaru-  
lui american „New York Tri-  
bune” din Baltimore?

...prima fabrică de ciment din  
România a fost înființată în 1890  
la Brăila de către Ion G. Canta-  
cuzino?



## REZOLVITORI DE PROBLEME

S-au primit probleme rezolvate după apariția numărului 10-11 al revistei, adică după data de 1 iunie a.c. și pînă la data de 15 septembrie a.c. de la următorii elevi:

LICEU : Brăila : Serbu Irina-Rodica IX (11) Liceul "N. Bălcescu"; Viorica X (10) Liceul "N. Iorga", Marinescu Laura XI (60) Școala Normală Galați. Tudorache Marinela IX (40).

GIMNAZIU. S-au primit probleme rezolvate de la 132 de elevi de la Școala generală Nr.7 din Brăila antrenați de rezolvitori de către doamna profesoară Vlad Aurelia. Acești elevi menționați în ordine alfabetică pe clase sînt:

Clasa a VI-a A : Botea Magdalena (17); Brenel Florin (20); Buzoianu Simona (20); Chiriac Mara (20); Chiriță Arion (17); Dragomir Gabriel (20); Dumitrașcu Iulia (20); Dumitrașcu Violeta (20); Gancev Valentin-Adrian (11); Gheorghică Ciprian (15); Gherasim Verona (20); Gîrleanu Raluca (20); Ivașcu Doina (19); Lungu Alina (12); Maliș Sergiu (38); Negoescu Simona (20); Niță Cristian (20); Pascu Mădălin (20); Panopol Sandra (20); Pricop Simona (20); Scarlat Andreea (20); Stănciulescu Dragoș (19); Seandru Cristian (13); Stefan Radu (13); Văsioiu Oana (20); Vidis Sorin (20); Voiculesc Elena (20).

Clasa a VI-a C : Beraru Marius (13); Bonciu Valentina (18); Cîrîc Daniela (12); Cîrîc Elena (10); Dehelean Vioerel (12); Dobre Carmen (10); Gaser Silvia (9); Gîscă Cristian (10); Grigore Pavel (10); Lazăr Mădălina (20); Lupu Laura (16); Mihăilă Cătălin (10); Mitu Rodica (20); Morozan Liliana (20); Mortu Petruța (10); Mustață Cornelia (15); Nanea Claudia (20); Oancea Georgian (16); Ploceanu Dragoș (21); Postelnicu Corneliu (18); Scîrtocea Steluța (10); Sima Nicoleta (10); Sînpetru Elena (10); Stefan Elena (10); Tigănuș Iulia (10).

Clasa a VI-a F : Aramă Sorin (12); Beleca Raluca (12); Bîteanu Sorin (9); Burlacu Gabriel (12); Covaci Bogdan (12); Dumitru Emilia (12); Economu Miruna (12); Gurgu Rene (12); Plugaru Marius (10); Reștea Aurelian (12); Roman Cristian (24); Trușă Nicoleta (21).

Clasa a VII-a A: Alexandru Cristina (20); Bălan Otilia (17); Bratosin Monica (16); Cioranu Mihaela (22); Cîrjă Andreea (20); Coteș Monica (28); Dorăș Ionuț (19); Dumitrașcu Dan (27); Franț Mihaela (19); Gheorghiu Victoria (29); Jianu Cramen-Mirela (20); Lazăr Cosmin (18); Marinescu Dan (20); Mărăcineanu Walter (17); Mircea Bogdan (12); Miriță Ionuț (26); Mocanu Ioana (25); Neagu Ana (18); Negotei Claudia (18); Neguțu Oana (24); Popa Alina (26); Popescu Diana (27); Stoian Cătălina (24); Ungureanu Florentina (16); Vilcu Paul (26).

Clasa a VII-a B: Blaga Andreea (12); Bunea Oana (23); Cambaruopol Roxana (20); Constantin Iuliana (21); Constantinoiu Bogdan (16); Cotigă Corina (18); Custură Daniela (17); Cuzmin Ciprian (18); Dinulescu Carmen (13); Dobrițoiu Teodora (34); Iliescu Ana-Maria (15); Ion Ana-Maria (15); Iorga Verona (15); Manea Simona (17); Marinescu Adelina (14); Orzan Claudia (15); Păunescu Oana (16); Păvăleanu Virgil (20); Rădulescu Felicia (15); Rustem Inginur (25); Stănciu Cătălin (22); Sișu Anca (26); Urfitu Răzvan (25); Zeca Diana (20).

Clasa a VIII-a B : Bălan Daniela (24); Bondar Simona (32)

Burcă Florentina (22); Dehelean Viorica (35); Dobrotă Veronica (16); Ficleanu Anca-Irina (35); Iacomî Steluța (35); Ioneșcu Valeria (22); Iorga Adelina (33); Subțirică Daniela (11).

Clasa a VIII-a D : Berbec Anca (10); Berechet Claudiu (11); Cojocaru Irina (17); Dragomir Octavia (18); Drăgan Liliana (30); Istropol Ovidiu (27); Mihăilă Dariana (11); Tîrcanu Mărioara (11); Tudor Erăleea-Stefănice (19).

## *Dialog cu CITITORII*

Așa cum am promis în ultimul număr al revistei, acum la început de an școlar, publicăm rezultatele concursului "Rezolvitori de probleme" inițial de revistă în anul școlar precedent. Iată ordinea finală a primilor 10 elevi de la liceu cît și de la gimnaziu

LICEU: 1. Răghină Viorica (215) Liceul "N. Iorga" Brăila, 2. Perianu Andreea-Carmen (182) Școala normală Brăila, 3. Brliciu Iulian (166) Liceul-Făurei, 4. Marinescu Laura (163) Școala normală Brăila, 5. Irimia Liviana (155) Liceul "N. Bălcescu" Brăila, 6. Tilihoi Cristian (117) Grupul școlar Nr. 1 Galați, 7. Perianu Aurelia (66) Liceul-Făurei, 8. Popescu Emilian (61) Liceul "Gh. Munteanu-Murgoci" Brăila, 9. Condruz Cătălin (55) Liceul "Panait Istrati" Brăila, 10. Dumitrache Eduard (54) Liceul-Făurei.

GINNAZIU: 1. Scarlat Andreea (71), 2. Dehelean Viorica (67) 3. Iacomî Steluța (64), 4. Negoescu Simona (62), 5. Bondar Simona (62), 6. Dumitrescu Violeta (61), 7. Vasilescu Oana (60), 8. Pricop Simona (56), 9. Sișu Anca (56), 10. Popescu Diana (56). Toți de la Școala generală nr. 7 Brăila.

Acești elevi vor fi invitați să participe la concursul de fizică "Evrika" ce va avea loc în Brăila în luna noiembrie a.c. Cu acest prilej se vor decerna și premiile pentru primii trei cîștigători ai concursului. Toți cei 20 de elevi vor primi gratuit revistă pe parcursul primului trimestru al acestui an școlar.

Scolile cu cel mai mare număr de rezolvitori de probleme sînt: 1. Școala generală nr. 7 Brăila cu 132 rezolvitori, 2. Liceul din orașul Făurei cu 38 rezolvitori și 3. Liceul "Progresul" Brăila cu 6 rezolvitori.

Anunțăm că și anul acesta școlar inițiem o nouă ediție a concursului "Rezolvitori de probleme". Regulamentul este același publicat în numărul 3 al revistei, apărut în luna noiembrie a anului trecut.

Pentru cei interesați reamintim următoarele: Concursul are două secțiuni. I. Secțiunea gimnaziu-la care pot participa toți elevii de la clasa a VI-a pînă la a VIII-a. Problemele rezolvate de către elevii acestor clase vor fi trimise pe adresa: profesor Secăreanu Ghe., str. Florilor nr. 19 orașul Făurei jud. Brăila. II. Secțiunea liceu-la care pot participa toți elevii claselor de la a IX-a pînă la a XII-a. Problemele rezolvate vor fi trimise la adresa indicată pe ultima pagină a revistei. Fiecare elev poate trimite probleme rezolvate din ultimile 3 numere ale revistei. Vor fi trimise cel puțin 12 probleme rezolvate într-un plic. Fiecare problemă însoțită de textul complet, avînd numărul indicat în revistă, clasă și numărul revistei din care face parte, să fie rezolvată singură pe o pagină, sau foaie (vă rugăm nu rezolvați mai multe probleme pe aceeași pagină, deoarece este foarte greu de verificat). Pe o pagină separată vă rugăm să faceți un borderou cu toate problemele trimise în acel plic.

În funcție de sosirea scrisorilor și verificarea corectitudinii rezolvărilor problemelor trimise, vor fi publicate în revistă numele elevului și Școala de la care provine.

Primii 20 de elevi care au trimis cele mai multe pro-

bleme rezolvate pe parcursul unui trimestru școlar, vor primi gratuit reviste în cursul trimestrului școlar următor.

Primii trei elevi câștigători ai concursului la sfârșitul anului școlar vor primi premii, iar primii 20 de elevi (10 elevi de la liceu și 10 elevi de la școla generală) vor primi dreptul de participare la concursul interjudețean de fizică "Evrike" din anul școlar următor.

Dorim succes participanților la acest concurs !

## CYPRINS

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Dragomir Hurmuzescu.....               | 3  |
| Depinde masa de viteză ? .....         | 4  |
| Tensiunea contraelectromotoare.....    | 9  |
| Probleme pentru elevi.....             | 10 |
| Probleme recapitulative.....           | 15 |
| din materia clasei a X-a               |    |
| Probleme recapitulative .....          | 19 |
| din materia clasei a XI-a              |    |
| Clasa a XII-a.....                     | 22 |
| Probleme propuse pentru gimnaziu ..... | 25 |
| Caleidoscop.....                       | 27 |
| Rezolvitori de probleme.....           | 30 |
| Dialog cu cititorii.....               | 31 |

---

Redacția: BRAILA 6100 OF. P.T.T.3, Casa poștală 309  
Telefon 946/46851

Editor: profesor EMILIAN MICU

---

*Prețul: 30 Lei*

