

cii. Mihail Izman a prezentat comunicarea „Despre unele aspecte ale matematicii competitive”.

Un lucru neplăcut a fost că în secția didactică a participat numai un profesor de liceu din Strășeni și acela a fost un profesor de fizică. Trebuie să menționez că la deschidere au mai fost două profesoare de matematică din licee din Chișinău. Trebuie avut în vedere că, practic, toate comunicările din această secție erau mai mult pentru profesori din licee sau pentru profesori care au ore la în clasele X–XI ale școlilor de cultură generală. Nu înțeleg de ce a fost ignorat acest eveniment. Anunțul a fost făcut la Seminarul Profesorilor de Matematică din R. Moldova, ce funcționează în fiecare lună în a treia zi de vineri la ora 12:00 în incinta liceului „Julia Hasdeu”.

Conferința s-a sfârșit printr-o „masă rotundă” condusă de Adelina Georgescu (Pitești, România) – matematician cu renume mondial. Tema discuției a fost „Despre deschiderea unui Centru Internațional de Matematică Aplicată și Industrială”. La discuții au participat savanți cu renume mondial din ambele țări.

Conferința a fost organizată de Societatea Matematicienilor din R. Moldova și Societatea Română de Matematică Aplicativă și Industrială (filiala Chișinău) și Catedra de matematică a UTM.

Ne rămâne să le mulțumim organizatorilor conferinței și așteptăm evenimente asemănătoare, deoarece am avut și alți matematicieni celebri.

VASILE SUCEVEANU

RELATIVITATE ȘI CUANTĂ II

(Continuare din FM 4/2002)

2. SCARA MASELOR

În viața cotidiană suntem obișnuiți cu greutatea, începând cu grame și terminând cu zeci de kilograme. Este însă mult mai dificil să ne învățăm să estimăm greutatea mult mai mici, sau mult mai mari. La farmacie, folosindu-ne de cântare sau de balanțe sensibile, putem cântări greutatea de ordinul zecimilor de miligrame. Cântarele agricole pot cântări greutatea de ordinul tonelor și zecilor de tone.

Să vedem, cum se poate estima o masă mult mai mare. De exemplu, cantitatea de apă dintr-un lac cum ar fi Marea Chișinăului se apreciază foarte ușor cunoscând suprafața apei (în cazul concret, vreo 3–4 km²), adâncimea (câtiva m², vom considera 5 m²) și greutatea unui m³ de apă, egală numeric cu densitatea apei (1000 kg/m³ · 1 m³ = 1000 kg = 1 t). Folosim una dintre cele mai simple formule din fizica

$$\text{masa} = \text{densitate} \cdot \text{volum}. \quad (1)$$

Sub forma simbolică vom avea pentru masă

$$m = Sh\rho = V\rho. \quad (2)$$

În cazul mării Chișinăului vom obține, calculând volumul, 20 mln. t³ sau 2 · 10⁷ t. Desigur, acest rezultat nu este exact, însă el exprimă, totuși, ca ORDINE DE MĂRIME, adică cu o eroare nu mai mare de 10, cantitatea de apă din acest lac.

Greutatea unui munte, cum ar fi Mont Blanc, poate fi de câteva mii de ori mai mare.

În cazul obiectelor astronomice, apropiate de Pământ (Luna, Soarele, alte planete ale sistemului solar) calcularea maselor se face prin metode cosmice, cu ajutorul TEORIEI GRAVITAȚIEI.

Genialul fizician și astronom Italian Galileo Galilei (1564–1642) este cel care a stabilit, folosind o lunetă, că Luna este un satelit al Pământului, la fel ca și căderea liberă a corpurilor la suprafața Pământului. Folosind un pendul matematic, a determinat experimental accelerația căderii libere. Noțiunea de accelerație, ca variație a vitezei într-o unitate de timp a fost, de asemenea, introdusă de acest strălucit savant Italian. Legea ATRACȚIEI UNIVERSALE a fost descoperită mai târziu de un genial savant englez Isaac Newton (1642–1727), pe baza legilor de mișcare a planetelor studiate anterior de Johannes Kepler (1571–1630).

Valoarea accelerației căderii libere a corpurilor la suprafața Pământului, stabilită de Galilei este egală cu 9,81 m/s². Conform legii atracției universale ea depinde numai de masa corpului central (în cazul dat al Pământului) și de raza lui:

$$\text{acelerația} = \text{constanta gravitației} \cdot \frac{\text{masa corpului}}{(\text{raza corpului})^2} \quad (3)$$

sau, sub forma simbolică

$$a = G \frac{M}{r^2} \quad (3a)$$

CONSTANTA GRAVITAȚIONALĂ, cea de a doua constantă fundamentală de care facem cunoștință, este egală numeric, după cum rezultă din legea atracției universale, cu forța ce acționează între două corpuri cu mase egale cu unitatea (de câte 1 kg), plasate la distanța de o unitate (1 m). Valoarea ei este de $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, stabilită pentru prima dată de experimentatorul englez Henry Cavendish (1731–1810) în 1798.

Aceasta ne dă posibilitatea să calculăm masa Pământului, care se dovedește a fi egală cu $5,98 \cdot 10^{24}$. În cazul mișcării unui satelit pe orbită (cum este cazul Lunii în jurul Pământului și a altor planete în jurul Soarelui) viteza se schimbă doar ca direcție (nu și în modul), accelerația numindu-se centripetă

$$\text{acelerația centripetă} = \frac{(\text{viteza satelitului})^2}{\text{raza orbitei}} \quad (4)$$

sau

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (4a)$$

Egalând această accelerație celei rezultate din legea atracției universale și, exprimând viteza satelitului prin perioada lui orbitală, obținem:

$$\text{masa Pământului} = \frac{4\pi^2 \cdot (\text{raza orbitei})^3}{(\text{perioada orbitală})^2 (\text{constanta gravitației})} \quad (5)$$

sau

$$m = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2 G} \quad (5a)$$

Astfel, lansând un satelit artificial al Lunii pe orbită de rază cunoscută, determinăm perioada orbitală, aflăm masa, care este de 81,3 de ori mai mare decât masa Pământului și este egală cu $7,35 \cdot 10^{22}$. Accelerația unui satelit al Pământului pe o orbită circumterestră, foarte apropiată de suprafața lui coincide, desigur, cu accelerația căderii libere a corpurilor, calculate încă de Galilei. Istoriceste masa Lunii a fost calculată aproximativ mult mai înaintea erei cosmice după acțiunea gravitațională a Lunii asupra Pământului, ce provoacă mareele. Masa Soarelui se calculează destul de exact, cunoscând perioadele de rotație și distanțele planetelor la astrul sistemului nostru. Ea concentrează întreaga masă a sistemului solar și depășește de 300 mii de ori masa planetei noastre: $M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Masa planetei Jupiter, celei mai mari planete (vom vedea ulterior, că masa Jupiterului este la limita superioară a maselor planetelor, este aproape o stea) din sistemul solar, este de 300 de ori mai mare decât cea a Pământului.

Stelele pot avea mase nu mai mici decât a 100-a parte din masa solară (PITICELE ALBE) și nu mai mari decât 100 de mase solare (STELE GIGANTICE). Masa medie a unei stele din Galaxia noastră este de aproximativ 1,25 mase solare, astfel că masa totală a Galaxiei Noastre – Calea Lactee – este de 250 mld de ori masa solara M. Este natural, că masa solara M este unitatea de măsură a maselor la SCARA GALAXIILOR.

Să pătrundem acum pe cealaltă direcție a scării maselor în lumea maselor microscopice, ale MOLECULELOR, ATOMILOR, PARTICULELOR ELEMENTARE. Moleculele sunt alcătuite din atomi, care la rândul lor se compun din nuclee și învelișuri electronice. Cele mai complicate

elemente chimice conțin mai mult de 200 de NUCLEONI, adică protoni cu sarcină electrică pozitivă și neutroni, fără sarcină electrică. Protonul constituie baza de clasificare a elementelor chimice, numărul lor determină denumirea și proprietățile chimice ale SUBSTANȚEI. Masa protonului este de $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg, fiind egală cu 1836 mase electronice. În cele ce urmează vom nota aceste mase prin m_p și m_e , cea din urmă fiind egală cu $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. Masa neutronului este aproximativ cu 3 mase electronice mai mare decât masa protonului. În prezent se cunosc mai mult de 300 de particule elementare, multe dintre ele fiind instabile, având diferite sarcini electrice, diferite mase și alte deosebiri, la care ne vom referi în continuare.

Printre ele un loc deosebit ocupă gravitonul și fotonul, cuantele interacțiunilor gravitaționale și electromagnetice. Aceste cele mai mici "porții de atracție și lumină", respective, nu au masa de repaus, fiind numai în mișcare. Cele mai "grele" particule, în prezent se cunosc bozonii W^+ , W^- , Z^0 , descoperiți în acceleratorul de particule în 1984. Masele lor sunt de 80 și 90 ori mai mari decât masa protonului. Cele mai „ușoare” particule sunt NEUTRINO, care se credeau până nu demult lipsiți de masă. Experimentele de laborator și explozia stelei supernove din 1987 din Norul mare al lui Magelan au făcut posibile detectarea masei de repaus a acestei particule aproape invizibile. Ea constituie $1/50000$ din masa electronului, adică $1,8 \cdot 10^{-35}$ kg.

FORȚELE ÎN NATURĂ

Atracția universală sau gravitația

De fapt până aici am făcut cunoștință cu forța ce cauzează atracția universală a tuturor corpurilor – FORȚA DE GRAVITAȚIE. Am văzut că ea are o rază infinită de acțiune: accelerația Newtoniană devine egală cu zero doar atunci când distanța dintre corpurile ce gravitează tinde către infinit. Forța gravitațională determină apariția și evoluția Universului, formarea galaxiilor și a corpurilor cerești, în sfârșit dirijează mișcarea planetelor și a corpurilor cerești (asteroizilor, cometelor) în câmpul Soarelui precum și mișcarea sateliților și planetelor. Câmpul gravitațional al stelelor, planetelor, sateliților, planetelor și asteroizilor este omogen la suprafață, la scară mică în comparație cu dimensiunea corpului, pe care l-a creat, spre deosebire de câmpurile gravitaționale ale obiectelor compacte astronomice cum ar fi stelele neutronice și găurile negre. Neutronii se vor comporta într-un asemenea câmp ca și electronii în câmpul electric al unui condensator, dacă poate fi eliminată acțiunea câmpului magnetic. Conform mecanicii cuantice neutronii vor avea niveluri de energie discrete în câmpul gravitațional. Recent au fost detectate nivelurile discrete de energie ale neutronului în câmpul gravitațional al Pământului. Energia nivelului de baza constituie $1,41 \cdot 10^{-12}$ eV, ceea ce este cu multe ordine de mărime mai mică decât energia de bază a atomului de hidrogen. Despre aceste experiențe au comunicat recent revista engleza "Nature", precum și laboratorul Național al Statelor Unite de la Los Alamos.

Electromagnetismul

Să trecem acum la cea de a doua forță fundamentală cunoscută în natură – cea ELECTRO-MAGNETICĂ. De fapt, mult timp se credea, ca forța electrică și cea magnetică sunt două forțe speciale. Doar la mijlocul secolului trecut prin lucrările marilor fizicieni Michael Faraday (1791–1867) și James Clerk Maxwell (1831–1879) s-a stabilit identitatea acestor două forțe: interacțiunea magnetică nu este altceva decât o manifestare a curenților electrici (adică a sarcinilor electrice în mișcare). Cea mai simplă manifestare a interacțiunii electrice este atracția sarcinilor electrice de același semn și respingerea sarcinilor electrice de același semn conform legii lui Coulomb: valoarea acestei forțe este cu atât mai mare cu cât sunt mai mari sarcinile și invers proporționale cu pătratul distanței dintre sarcini*.

* Valoarea coeficientului este de $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

$$\text{forța} = (\text{coef. de proporționalitate}) \cdot \frac{(\text{sarcina 1})(\text{sarcina 2})}{(\text{distanța})^2} \quad (6)$$

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (6a)$$

Forța coulombiană este determinantă pentru existența atomilor, moleculelor, a unor sisteme biologice, precum și a unor fenomene din lumea particulelor elementare. În toate aceste cazuri forța gravitațională, cu toate că nu este egală cu zero, dar este, totuși, neglijabilă în comparație cu cea electrică. De exemplu, în cazul a doi protoni forța electrică de respingere este de 10^{36} ori mai puternică decât cea gravitațională de atracție.

Astfel, o deosebire fundamentală a electricității de gravitație constă în faptul că ea poate cauza și atracție și respingere între sarcini electrice ori corpuri electrizate. Aceasta depinde de semnul sarcinilor care interacționează, după cum s-a remarcat anterior. În gravitație, cum s-a văzut, există numai atracție între sarcini gravitaționale de același semn – tuturor maselor li se poate atribui numai același semn de "sarcină" gravitațională.

Primul model cuantic al atomului a fost creat de fizicianul danez Niels Bohr (1885–1962) în anul 1913 (premiu Nobel în 1922).

Natura a creat sarcini electrice de semne diferite, înzestrându-le cu atracție și respingere reciprocă și împărțind lumea particulelor (iar de aici încolo și lumea reală) în MATERIE și ANTIMATERIE. Materia este constituită din particule iar antimateria – din ANTIPARTICULE. Particulele sunt electronul (e^-), protonul (p). Antiparticulele lor sunt pozitronul (e^+) și antiprotonul ($\bar{p}$), ele fiind absolut identice ca masa și alte caracteristici definitorii, dar deosebind-se prin semnul sarcinii electrice. Astfel antimateria (antiparticulele) este materia (particulele) cu semnul de electricitate opus. Bozonul W^+ este antiparticula bozonului W^- . În același timp bozonul Z , fotonul, ce se notează de obicei prin litera grecească γ , gravitonul g , sunt particule cu adevărat neutre, ele fiind identice cu antiparticulele lor. Excepție face neutronul, care fiind neutru din punct de vedere electric, nu este totuși cu adevărat neutru, pentru că nu este absolut identic cu antiparticula lui – antineutronul. Pentru a înțelege, însă, acest lucru va trebui să facem cunoștință cu structura internă a neutronului, cu quark-ii și interacțiunea tare nucleară.

Dacă am reuși să separăm în spațiu materia de antimaterie, am obține Lumea și Antilumea, stele și antistele, galaxii și antigalaxii, în sfârșit Universul și Antiuniversul. Întâlnindu-se orice particulă cu antiparticula respectivă se anihilează, adică dispar transformându-se în cuante de lumină.

Sunt posibile zone în Univers dominate de antimaterie? Aceasta este una dintre cele mai captivante probleme pentru astronomi și fizicieni. Până în prezent nu s-au găsit nici antistele, nici antigalaxii, dar se știe că Universul este dominat de materie. De ce?

3.3. Interacțiunea tare nucleară

Cum s-a mai menționat anterior, cele mai complicate elemente chimice conțin mai mult de 200 de nucleoni – protoni și neutroni, protonul constituind baza de clasificare a tuturor elementelor chimice, numărul lor determină denumirea și proprietățile chimice de bază ale substanței. Numărul de neutroni poate varia determinând astfel diferiți IZOTOPI ai aceluiași ELEMENT. Astfel hidrogenul, cel mai simplu element chimic, al cărui nucleu conține doar un proton are doi izotopi, în afară de elementul de bază – hidrogenul obișnuit, ce se notează cu H. Deuteriul, primul dintre acești izotopi are în componenta nucleului un neutron. Cel de-al doilea – tritiul – are doi neutroni. Acești izotopi se notează, respectiv, cu H-2 și H-3. Un alt exemplu – uraniul, elementul 92 din tabelul lui Mendeleev are doi izotopi binecunoscuți U-235 și U-238 cu 143 și, respectiv, 146 de neutroni. (Va urma)

A. GĂINĂ, doctor fiz. mat., membru al Societății Europene de Astronomie