



*Nicolae Sfetcu*

# *Fizica simplificată*

*MultiMedia Publishing*

# Fizica simplificată

Nicolae Sfetcu

Publicat de Nicolae Sfetcu

Copyright 2015 Nicolae Sfetcu

Ediția a doua (revăzută și îmbunătățită)

PREVIZUALIZARE CARTE

## Fizica

Fizica este știința naturii în sensul cel mai larg. Fizicienii studiază comportamentul și interacțiunile materiei și radiației. Teoriile în fizică sunt, în general, exprimate ca relații matematice. Teoriile cele mai cunoscute sunt adesea menționate ca legi ale fizicii. Cu toate acestea, la fel ca toate teoriile științifice, niciuna din aceste legi nu este permanentă, toate se schimbă în timp în funcție de cunoștințele, datele, informațiile și experiența cumulate.

Fizica este foarte strâns legată de alte domenii ale științelor naturale, în special de chimie, știința moleculelor și a compușilor chimici formați de molecule. Chimia se bazează pe mai multe domenii ale fizicii, în special pe mecanica cuantică, termodinamica, și electromagnetismul. Cu toate acestea, fenomenele chimice sunt suficient de variate și complexe astfel încât chimia să fie privită ca o disciplină separată.

### Scurtă istorie

Încă din antichitate, oamenii au încercat să înțeleagă comportamentul materiei: de ce obiectele nesprijinite cad la pământ, de ce materiale diferite au proprietăți diferite, ș.a.m.d. De asemenea, erau un mister caracteristicile universului, precum forma Pământului și comportamentul obiectelor cerești, precum Soarele și Luna. Au fost propuse mai multe teorii, cele mai multe dintre ele dovedindu-se a fi greșite. Aceste teorii au fost în mare măsură formulate în termeni filozofici, și niciodată nu au fost verificate prin încercări experimentale sistematice. Au fost excepții și există și în prezent anacronisme: de exemplu, gânditorul grec Arhimede a exprimat în mai multe lucrări descrieri corecte cantitative ale mecanicii și hidrostaticii.

În sec. XVI, Galileo a folosit pentru prima dată experimente pentru a valida teoriile fizice, metoda științifică principală de confirmare în prezent a ipotezelor. Galileo a formulat și testat cu succes o serie de afirmații în dinamică, în special Legea inerției.

În 1687, Newton a publicat *Principia Mathematica*, detaliind două teorii fizice cuprinzătoare și de succes: legile mișcării ale lui Newton, care au stat la baza mecanicii clasice, precum și Legea lui Newton a gravitației, care descrie forța fundamentală a gravitației. Ambele teorii au fost verificate experimental. Mecanica clasică a fost extinsă de Lagrange, Hamilton, și alții, care au promovat noi formulări, principii,

și rezultate. Legea gravitației a dus la dezvoltarea astrofizicii, care descrie fenomenele astronomice folosind teoriile fizice.

Începând cu secolul XVIII, s-a dezvoltat termodinamica prin contribuțiile lui Boyle, Young, și mulți alții. În 1733, Bernoulli a folosit argumente statistice în mecanica clasică pentru a obține rezultate în termodinamică, inițiind dezvoltarea mecanicii statistice. În 1798, Thompson a demonstrat conversia lucrului mecanic în căldură, iar în 1847 Joule a publicat legea de conservare a energiei, sub formă de căldură și de energie mecanică.

Electricitatea și magnetismul au fost studiate de către Faraday, Ohm, și alții. În 1855, Maxwell a unificat cele două fenomene într-o singură teorie a electromagnetismului, descrisă de ecuațiile lui Maxwell. O predicție a acestei teorii a fost faptul că lumina este o undă electromagnetică.

În 1895, Roentgen a descoperit razele X, care s-au dovedit a fi radiații electromagnetice de înaltă frecvență. Radioactivitatea a fost descoperită în anul 1896 de către Henri Becquerel, și studiată apoi de Pierre Curie și Marie Curie, printre alții. Aceasta a stat la baza fizicii nucleare.

În 1897, Thomson a descoperit electronul, particulă elementară care transportă curent electric în circuitele electrice. În 1904 el a propus primul model al atomului, cunoscut sub numele de modelul “budincă de prune” (existența atomului a fost propusă încă din 1808 de către Dalton.).

În 1905, Einstein a formulat teoria relativității speciale, unificând spațiul și timpul într-o singură entitate, spațiu-timp. Relativitatea prevede o transformare diferită între sistemele de referință, față de mecanica clasică. Aceasta a necesitat dezvoltarea mecanicii relativiste, ca un înlocuitor pentru mecanica clasică. În intervalul vitezelor (relative) mici, cele două teorii obțin aceleași rezultate. În 1915, Einstein a extins teoria relativității restrânse pentru a explica gravitația cu ajutorul teoriei generale a relativității, care înlocuiește legea lui Newton a gravitației. În intervalul maselor și energiilor mici, cele două teorii obțin aceleași rezultate.

În 1911, Rutherford a dedus, din experimente de împrăștiere, existența unui nucleu atomic compact, cu elementele constitutive încărcate pozitiv denumite protoni. Neutronii, componentele neutre nucleare, au fost descoperiți în 1932 de către Chadwick.

Începând din 1900, Planck, Einstein, Bohr, și alții, au dezvoltat teorii cuantice pentru a explica diverse rezultate anormale experimentale, prin introducerea unor niveluri distincte de energie. În 1925 Heisenberg, și în 1926 Schroedinger și Dirac, au formulat mecanica cuantică, care a explicat teoriile cuantice precedente. În mecanica cuantică, rezultatele măsurătorilor fizice sunt în mod inerent probabilistice. Teoria descrie calculul acestor probabilități. Cu ajutorul ei se descrie cu succes comportamentul materiei pentru dimensiuni mici, subatomice.

Mecanica cuantică a furnizat, de asemenea, instrumentele teoretice pentru dezvoltarea fizicii materiei condensate, care studiază comportamentul fizic al solidelor și lichidelor, inclusiv fenomene precum structura cristalelor, semiconductivitatea, și supraconductibilitatea. Unul din pionierii în fizica materiei condensate a fost Bloch, care a dezvoltat o descriere cuantică a comportamentului electronilor în structurile de cristal, în 1928.

În timpul celui de al doilea război mondial, cercetarea a fost focalizată de către fiecare parte pe fizica nucleară, în scopul obținerii bombei nucleare. Echipa germană, condusă de Heisenberg, nu a obținut rezultatele sperate. În schimb, Proiectul Manhattan al Aliaților și-a atins scopul. În America, o echipă



condusă de Fermi, a obținut prima reacție nucleară în lanț inițiată de om, în 1942, iar în 1945 a fost detonată prima armă nucleară din lume, în Trinity, în apropiere de Alamogordo, New Mexico.

.....

# Concepte

## Mecanica clasică

În fizică, **mecanica clasică** și mecanica cuantică sunt cele două sub-domenii majore ale mecanicii. Mecanica clasică se referă la un set de legi fizice care descriu mișcarea corpurilor sub acțiunea unui sistem de forțe. Studiul mișcării corpurilor este unul vechi, ceea ce face din mecanica clasică una dintre cele mai vechi și mai mari subiecte din domeniul științei, ingineriei și tehnologiei. De asemenea, este cunoscută ca **mecanica newtoniană**.

Mecanica clasică este fizica forțelor care acționează asupra corpurilor. Aceasta este adesea denumită “**mecanica newtoniană**”, după Newton și legile sale privind mișcarea. Mecanica clasică este divizată în statica (obiectele în echilibru) și dinamica (obiectele în mișcare).

Mecanica clasică descrie mișcarea obiectelor macroscopice, de la proiectile la piese de mașinărie, precum și obiecte astronomice, cum ar fi nave spațiale, planete, stele și galaxii. Pe lângă aceasta, există mai multe specializări în cadrul mecanicii clasice care se ocupă de solide, lichide și gaze, și alte sub-teme specifice. Mecanica clasică prevede rezultate extrem de precise, atâta timp cât domeniul de studiu se limitează la obiecte mari și vitezele implicate nu se apropie de viteza luminii. Când obiectele tratate devin suficient de mici, este necesar să se introducă alt sub-domeniu major al mecanicii, *mecanica cuantică*, care împacă legile macroscopice ale fizicii cu natura atomică a materiei, și se ocupă de dualitatea undă-particulă a atomilor și moleculelor. Atunci când nu se aplică niciunul din subdomeniile mecanicii, precum fenomenele la nivel cuantic cu mai multe grade de libertate, se aplică *teoria câmpului cuantic*. Teoria câmpului cuantic se aplică la distanțe mici și viteze mari cu mai multe grade de libertate, precum și în cazul schimbării numărului de particule pe parcursul interacțiunilor. În cazul gradelor mari de libertate la nivel macroscopic, intervine *mecanica statistică*. Mecanica statistică explorează numărul mare de particule și interacțiunile lor ca un întreg în viața de zi cu zi. Mecanica statistică este utilizată în principal în termodinamică. În cazul obiectelor cu viteza apropiindu-se de viteza luminii, mecanica clasică este suplimentată de *teoria relativității restrânse*. *Relativitatea generală* unifică teoria relativității restrânse cu legea lui Newton a gravitației universale, permițând fizicienilor să se ocupe de gravitație la un nivel mai profund.

Termenul de *mecanica clasică* a fost inventat în secolul al 20-lea pentru a descrie sistemul de fizică început de Isaac Newton și mulți adepți contemporani ai filosofiei naturale din secolul al 17-lea, bazându-se pe teoriile astronomice anterioare ale lui Johannes Kepler, care, la rândul lor, s-au bazat pe observațiile precise ale lui Tycho Brahe și studiile de mișcare a proiectilului terestru ale lui Galileo. Deoarece aceste aspecte ale fizicii s-au dezvoltat cu mult înainte de apariția fizicii cuantice și a relativității, unele surse exclud teoria relativității a lui Einstein din această categorie. Cu toate acestea, mai multe surse moderne includ mecanica relativistă care, în opinia lor, reprezintă mecanica clasică în forma sa cea mai dezvoltată și mai precisă.

Etapa inițială în dezvoltarea mecanicii clasice este adesea menționată ca mecanica newtonienă, și este asociată cu conceptele fizice folosite de și metodele matematice inventate de Newton însuși, în paralel cu Leibniz și alți fizicieni. Mai târziu, s-au dezvoltat metode mai abstracte și mai generale, ceea ce a dus la reformulări ale mecanicii clasice, cunoscute sub numele de *mecanica Lagrange* și *mecanica hamiltoniană*. Aceste progrese au fost în mare parte realizate în secolele 18 și 19, și se extind în mod substanțial dincolo de activitatea lui Newton, în special prin utilizarea *mecanicii analitice*. În cele din urmă, matematica dezvoltată pentru aceste domenii ale mecanicii clasice a fost esențială pentru crearea mecanicii cuantice.

Cu toate acestea, mecanica clasică este încă foarte utilă, pentru că (i) este mult mai simplu și mai ușor de aplicat decât celelalte teorii, și (ii) are o gamă foarte mare de valabilitate. Mecanica clasică poate fi folosită pentru a descrie mișcarea obiectelor de dimensiuni umane, multe obiecte astronomice (cum ar fi planetele și galaxiile, și chiar anumite obiecte microscopice (cum ar fi moleculele organice.)

## Istoria

Grecii, și Aristotel în special, au fost primii care au considerat că există principii abstracte care guvernează natura.

Unul dintre primii oameni de știință care au sugerat legi abstracte a fost Galileo Galilei, care a efectuat, de asemenea, celebrul experiment de cădere a două bile diferite din turnul din Pisa (teoria și practica a arătat că ambele au lovit pământul în același timp).

Sir Isaac Newton a fost primul care a propus cele trei legi de mișcare (legea inerției, a doua lege menționată mai sus, și legea acțiunii și reacțiunii), și a demonstrat că aceste legi guvernează atât obiecte de zi cu zi cât și obiecte cerești.

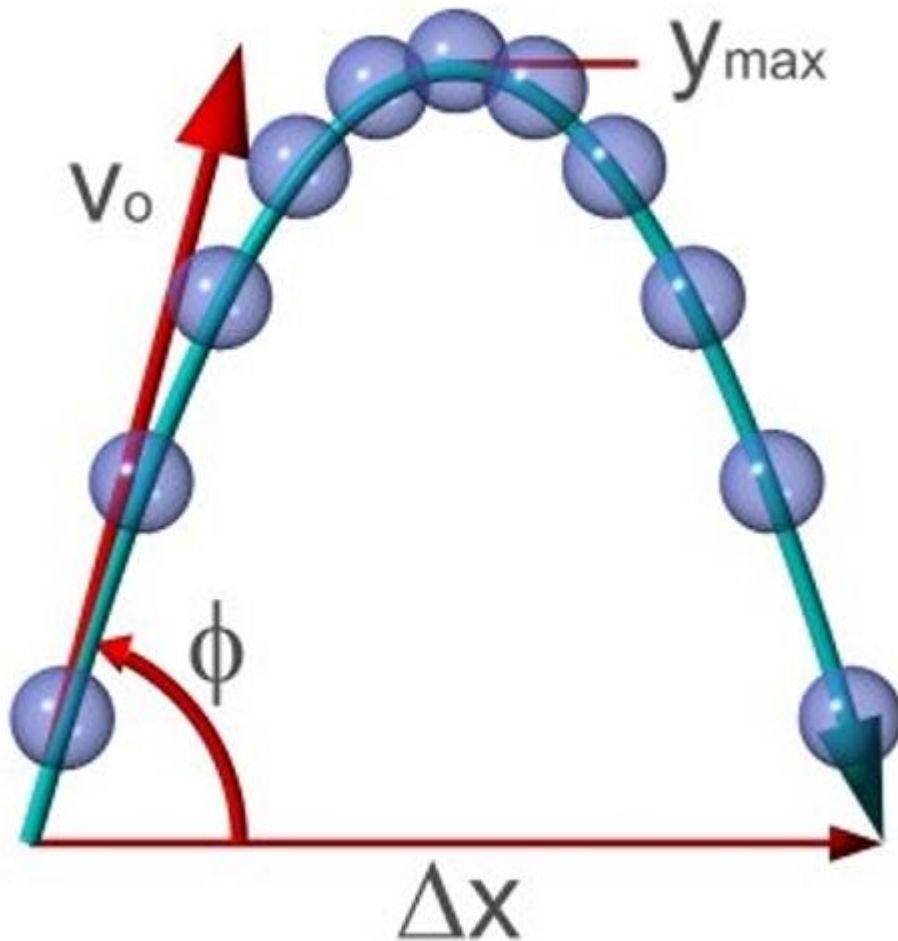
Newton a dezvoltat, de asemenea, algoritmul necesar pentru a efectua calculele matematice implicate în mecanica clasică.

După Newton domeniul a devenit mai matematicizat și mai abstract.

## Concepte de bază

Pentru simplificare, de multe ori se modelează obiectele din lumea reală sub formă de particule punctiforme, obiecte cu dimensiuni neglijabile. Mișcarea unei particule punctuale este caracterizată de un număr mic de parametri: poziția sa, masa, și forțele aplicate acesteia.

În realitate, obiectele pe care mecanica clasică le poate descrie au întotdeauna o dimensiune diferită de zero. (Fizica particulelor *foarte* mici, cum ar fi electronul, este descrisă mai precis de mecanica cuantică). Obiectele cu dimensiuni diferite de zero au un comportament mult mai complicat decât particulele punctiforme ipotetice, din cauza gradelor suplimentare de libertate: o minge de baseball se poate roti în timp ce se deplasează, de exemplu. Cu toate acestea, rezultatele pentru particule punctiforme pot fi folosite pentru a studia astfel de obiecte prin tratarea lor ca obiecte compozite, alcătuite dintr-un număr mare de particule punctuale care interacționează. Centrul de masă al unui obiect compus se comportă ca o particulă punctuală.



(Analiza mișcării

proiectilului este o parte a mecanicii clasice.)

.....

## Teorii

### Fizica teoretică

Fizica teoretică studiază lumea creând un model al realității, folosit pentru raționalizarea, explicarea, prezicerea fenomenelor fizice, printr-o “teorie fizică”. Există trei tipuri de teorii în fizică: teorii recunoscute, teorii propuse, și teorii marginale (nerecunoscute de lumea științifică).

Unele teorii fizice sunt susținute prin observație, în timp ce altele nu sunt confirmate astfel. O teorie fizică este un model al evenimentelor fizice și nu poate fi dovedită pornind de la axiomele de bază. O teorie fizică este diferită de o teoremă matematică. Teoriile fizice modelează realitatea și sunt o adnotare a ceea ce a fost observat, oferind predicții ale unor noi observații.

Teoriile fizice pot ajunge să fie acceptate dacă sunt în măsură să facă predicții corecte și să le evite pe cele incorecte. Teoriile fizice mai simple tind să fie acceptate mai degrabă decât teoriile mai complexe.

Teoriile fizice sunt mult mai susceptibile de a fi acceptate atunci când conectează o gamă largă de fenomene. Procesul de testare a unei teorii fizice este una din etapele metodei științifice.

## **Teorii recunoscute**

Teoriile recunoscute (numite uneori și teorii centrale) sunt ansamblul de cunoștințe, atât factuale cât și științifice, care se comportă identic în cadrul testelor științifice de repetabilitate, și care sunt consistente cu celelalte științe și experimente existente și recunoscute.

Exemple de teorii fizice recunoscute: mecanica clasică, fizica materiei condensate, dinamica (mecanica), electromagnetism, teoria câmpului, mecanica fluidelor, relativitatea generală, fizica particulelor, mecanica cuantică, teoria câmpurilor cuantice, fizica corpului solid, structura electronică a materialelor, relativitatea specială, modelul standard, mecanica statistică, termodinamica

## **Teorii propuse**

Teoriile propuse în fizică sunt teorii relativ noi care se ocupă cu studiul fizicii, care includ abordări științifice, modalități pentru determinarea validității modelelor și noi tipuri de raționament utilizate pentru a ajunge la aceste teorii. Teoriile propuse pot include teorii marginale în procesul de stabilizare (și, uneori, obținând o acceptabilitate mai largă). Teoriile propuse de obicei nu au fost testate.

Exemple de teorii fizice propuse: teoria dinamică a gravitației, creaționismul, emergența, marea teorie unificatoare, gravitația cuantică în buclă, teoria M, universul plasmatic, teoria corzilor, teoria totală.

## **Teorii marginale**

Teoriile marginale includ orice noi domenii ale cercetării științifice aflate în procesul devenirii de teorii bine stabilite și eventual teorii propuse. Ele pot include științele speculative. Ele includ domenii ale fizicii și teorii fizice prezentate în concordanță cu evidențe binecunoscute, împreună cu un set de predicții asociate care au fost făcute pe baza acelor teorii.

Unele teorii marginale ajung să fie larg acceptate ca parte a fizicii. Altele sunt infirmate și ajung la coșul de gunoi al istoriei științei. Unele teorii marginale sunt o formă de protoștiință, iar altele se prezintă ca pseudoștiință. Falsificarea teoriei originale duce uneori la o reformulare a teoriei.

Exemple de teorii marginale fizice: fuziunea la rece, teoria dinamică a gravitației, marea teorie a unificării, gravitația cuantică în buclă, eterul luminifer, energia Orgone, sistemul reciproc al teoriei, teoria stării de echilibru, teoria totală.

# **Teorii recunoscute**

## **Termodinamica**

Termodinamica se ocupă cu studiul energiei, a conversiilor sale între diferite forme, cum ar fi căldura, și capacitatea energiei de a produce lucru mecanic. Ea este strâns legată de mecanica statistică, din care pot fi derivate multe relații termodinamice.

Se poate argumenta că termodinamica a fost greșit denumită astfel întrucât aceasta nu se referă de fapt la rate de schimbare ca atare și, prin urmare, ar fi fost probabil mai corect ca domeniul să se denumească termostatica. Termodinamica se referă la posibilitatea de declanșare a anumitor reacții chimice, și nu cât de repede au loc acestea.

Domeniul acoperă o gamă largă de subiecte, inclusiv dar fără a se limita la: eficiența motoarelor termice și turbine, echilibre de fază, relații PVT, legile gazelor (atât ideale cât și non ideale), bilanțuri energetice, căldura degajată de reacții, și reacții de combustie. Ea este guvernată de patru legi de bază.

## Legile termodinamicii

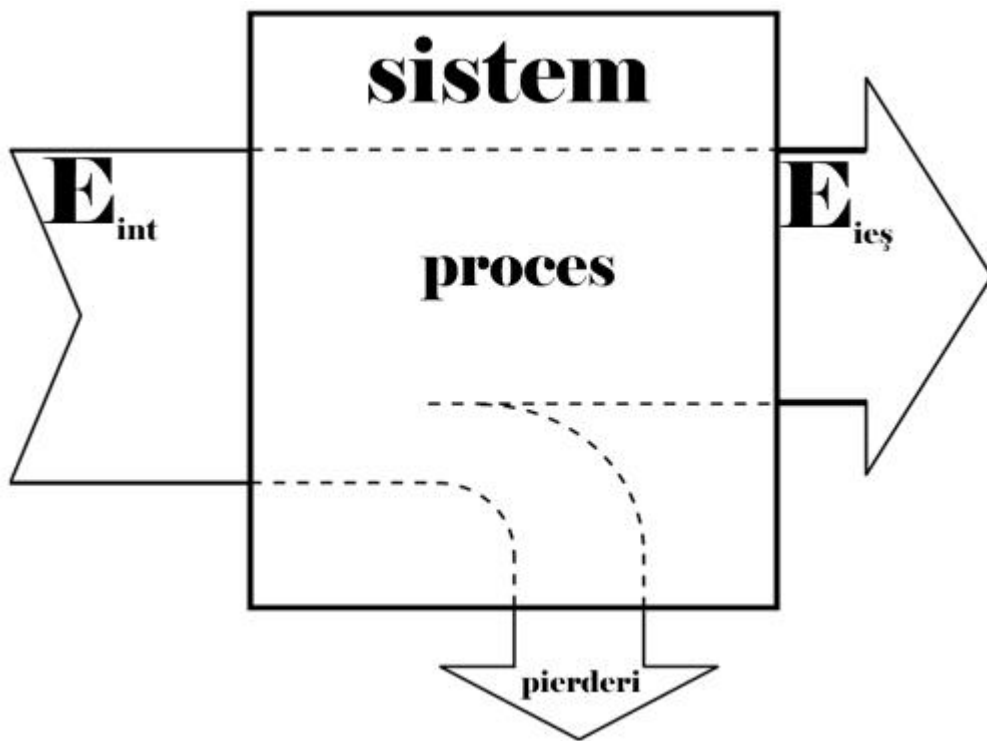
Dediniții alternative sunt oferite pentru fiecare lege. Aceste definiții sunt, în cea mai mare parte, matematic echivalente.

- **Principiul zero:** Un concept fundamental în termodinamică. Cu toate acestea, nu a fost considerat lege decât după ce primele trei legi au fost deja utilizate pe scară largă, de unde și numerotarea zero. Există unele discuții cu privire la statutul său. Definit ca:
  - Dacă fiecare dintre două sisteme este în echilibru termic cu un al treilea sistem, toate trebuie să fie în echilibru între ele.
- **Prima lege:** Este definită astfel:
  - Energia nu poate fi nici creată, nici distrusă, doar schimbată.
  - Căldura care curge într-un sistem este egală cu suma dintre schimbarea de energie internă și lucrul mecanic efectuat de către sistem.
    - Lucrul mecanic schimbat într-un proces adiabatic depinde numai de starea inițială și finală, și nu de detaliile procesului.
    - Suma dintre căldura care curge într-un sistem și lucrul mecanic efectuat de către sistem este zero.
- **A doua lege:** O lege de anvergură și foarte puternică, se poate defini în mai multe moduri, cele mai populare definiții fiind:
  - Este imposibil să se obțină un proces astfel încât efectul unic să fie scăderea termică pozitivă de la un rezervor și producerea unui lucru mecanic pozitiv.
    - Un sistem operând în contact cu un rezervor termic nu poate produce lucru mecanic pozitiv în vecinătatea sa (Kelvin)
    - Un sistem operând într-un ciclu nu poate produce un flux pozitiv de căldură de la un corp rece la un corp fierbinte (Clausius)
  - Entropia unui sistem închis niciodată nu scade.
- **A treia lege:** Legea explică de ce este atât de greu să se răcească un sistem până la zero absolut:
  - Toate procesele încetează când temperatura se apropie de zero.
  - Atunci când temperatura unui sistem scade spre 0, entropia acestuia se apropie de o constantă.

Cele trei legi originale au fost rezumate cu umor, în termeni de joc, astfel: (1) nu poți câștiga; (2) nu poți egala; (3) nu poți ieși din joc.

## Concepte în termodinamică





Acesta este un scurt rezumat și o colecție a conceptelor majore în termodinamică.

$U$  reprezintă energia internă,  $T$  este temperatura,  $S$  entropia,  $P$  presiunea,  $V$  volumul,  $\rho$  densitatea,  $F$  energia liberă Helmholtz,  $H$  entalpia,  $G$  energia liberă Gibbs,  $\mu$  potențialul chimic, și  $N$  numărul de particule.

Această discuție este doar despre sisteme în echilibru.

### Substanțe care se pot descrie doar prin temperatură

Radiația corp negru este un exemplu. Motivul este că numărul de fotoni nu este conservat. Starea este complet descrisă de temperatură, cu excepția tranzițiilor de fază și, probabil, ruperea spontană de simetrie în faza ordonată. Fiind dată energia internă funcție de temperatură, putem defini

$$F = U - TS$$

### Substanțe care se pot descrie doar prin temperatură și presiune

Cele mai multe substanțe nemagnetice "pure" se încadrează în această categorie. Această stare este complet descrisă de temperatură și presiune, cu excepția tranzițiilor de fază și, probabil, ruperea spontană de simetrie în faza ordonată. Având  $U$  și  $V$  (sau densitatea  $\rho$ ) în funcție de  $T$  și  $P$ , putem defini energia Helmholtz ca și înainte, și energia Gibbs ca

$$G = U - TS + PV$$

și entalpia ca

$$H = U + PV$$

# Teorii propuse

## Teoria finală (Theory of everything)

În fizică, *Teoria finală* (*Theory of everything – ToE*) este o teorie care unifică cele patru forțe fundamentale ale naturii: gravitația, forța nucleară tare, forța nucleară slabă, și forța electromagnetică, și este țelul suprem al cercetătorilor în gravitația cuantică. ToE este uneori numită și *marea teorie unificată*.

Este nevoie de o teorie finală pentru a explica fenomene cum ar fi Big Bang sau singularitățile gravitaționale, unde teoriile actuale ale relativității generale și mecanicii eșuează. Motivațiile teoretice pentru a găsi o teorie finală include convingerea platonice despre natura simplă a universului și, prin urmare, modelele actuale ale universului, cum ar fi modelul standard, nu pot fi complete, deoarece acestea sunt prea complicate.

Au existat numeroase teorii finale propuse de fizicienii teoreticieni în ultimul secol, dar încă niciunul nu a fost în măsură să treacă de controlul experimental, sau există dificultăți enorme chiar și în producerea de rezultate experimentale testabile prin aceste teorii. Problema principală în elaborarea unei teorii finale este că mecanica cuantică și teoria relativității generale au descrieri complet diferite ale universului, astfel încât modalitățile evidente de combinare a celor două duc rapid la problema renormalizării unde teoria nu dă rezultate finite pentru valori testabile experimentale.

Cele mai cunoscute teorii actuale pentru teoria finală includ *bucla gravitației cuantice*, *teoria corzilor*, și *teoria M*. Cele mai multe dintre aceste teorii încearcă să se ocupe de problema renormalizării prin setarea unor limite inferioare pe scara lungimii. De asemenea, teoriile de la începutul secolului 21 au tendința de a presupune că universul are de fapt mai multe dimensiuni decât universul cunoscut cu trei dimensiuni spațiale și una temporală. Motivația din spatele acestei abordări a început cu teoria Kaluza – Klein, în care s-a constatat că adăugarea unei dimensiuni la relativitatea generală ar produce ecuațiile electromagnetice Maxwell. Acest lucru a condus la eforturile de a lucra cu teorii cu un număr mare de dimensiuni, în speranța că acest lucru ar produce ecuații similare cu legile cunoscute ale fizicii.

La sfârșitul anilor 1990 s-a constatat că o problemă a mai multor teorii candidate pentru teoria finală este faptul că nu prezice constrângerile caracteristice ale universului prezis. De exemplu, multe teorii ale gravitației cuantice pot crea universuri cu numere arbitrare de dimensiuni sau cu constante cosmologice arbitrare. Se poate specula că pot exista într-adevăr un număr foarte mare de universuri, dar că doar un număr mic dintre ele sunt locuibile, și, prin urmare, constantele fundamentale ale universului sunt în cele din urmă rezultatul principiului antropic, mai degrabă decât o consecință a teoriei finale.

Există, de asemenea, o dezbateră filosofică în cadrul comunității fizicienilor, pentru a stabili dacă o teorie finală ar trebui sau nu să fie văzută ca legea fundamentală a universului. Un punct de vedere puternic reducător, considerând teoria finală drept legea fundamentală a universului iar toate celelalte teorii ale universului ca fiind o consecință a acestei teorii. Un alt punct de vedere este că există legi pe care Steven Weinberg le numește *legi independente* (free floating laws), care guvernează

comportamentul sistemelor complexe, și, întrucât aceste legi sunt legate de teoria finală, ele nu poate fi considerate ca fiind mai puțin fundamentale decât teoria finală.

.....

## Teorii marginale

### Fuziunea la rece

Fuziunea la rece se referă la un proces de fuziune nucleară care are loc la sau aproape de temperatura camerei, în comparație cu fuziunea nucleară convențională, care necesită o plasmă foarte fierbinte (100 de milioane de grade). Există o serie de astfel de procese, care sunt în curs de investigare și sunt în general considerate a fi de renume științific, deși niciunul dintre ele nu au ajuns aproape de pragul de rentabilitate, inclusiv fuziunea catalizată de muoni și fuziunea cu bule. Cu toate acestea, fuziunea la rece este adesea folosită pentru a desemna un mecanism particular revendicat dar care nu este considerat viabil de majoritatea cercetătorilor.

La 23 martie 1989, Stanley Pons și Martin Fleischmann de la Universitatea din Utah au pretins că ai măsurat o degajare de căldură care ar putea fi explicată numai printr-un procedeu nuclear. Steven Jones de la Universitatea Brigham Young nu a observat căldura, dar a pretins că a constatat emisii de neutroni care ar putea indica, de asemenea, un proces nuclear. Revendicările au fost deosebit de atrăgătoare, având în vedere simplitatea de echipamente, doar o pereche de electrozi conectate la o baterie și cufundate într-un vas cu apă grea. Implicațiile benefice pretinse de Utah ar fi fost imense, în cazul în care procedeul ar fi fost corect, iar disponibilitatea echipamentului a făcut ca oamenii de știință din întreaga lume să încerce să repete experimentele la o oră de la anunțarea lor.

Această pretinsă descoperire a făcut înconjurul lumii și a intrat în atenția mass-media entuziasmând pe toți, fapt ce a adus conceptul de fuziune rece în conștiința populară. La câteva luni după clamarea inițială a descoperirii fuziunii la rece, Consiliul Consultativ de Cercetare a Energiei ( parte a Departamentului de Energie al SUA) a format un grup de lucru special pentru a investiga fuziunea la rece, iar oamenii de știință au ajuns la concluzia că dovezile pentru fuziunea la rece sunt neconvingătoare.

Cel mai adesea experimentele implică un electrod metalic (de obicei paladiu sau titan), care a fost tratat special astfel încât să fie saturat cu deuteriu, și plasat într-o soluție de apă grea electrolitică. Experimentatorii au constatat căldura suplimentară provenind din acest sistem care nu a fost ușor de explicat prin reacția electrolitică în sine. Deși unele experimente au susținut că au obținut produse de fuziune (tritiu, heliu, sau neutroni), cantitatea de produse de fuziune detectate nu se potrivește cu ceea ce ar fi necesar pentru a explica cantitatea de căldură în exces. Anunțul initial al lui Pons și Fleischmann din martie 1989 a evidențiat discrepanța dintre căldură și produsele de fuziune într-un mod acut. Și anume, nivelul de neutroni rezultat a fost de 109 de ori mai mică decât cel necesar în cazul în care energia termică declarată ar fi fost cauzată de fuziune.

Idea că paladiul sau titanul pot cataliza fuziunea provine din capacitatea specială al acestor metale de a absorbi cantități mari de hidrogen (deuteriu), speranța fiind că atomii de deuteriu ar fi o apropiată suficient de mul pentru a induce fuziunea la temperaturi obișnuite. Abilitatea specială a paladiului de a absorbi hidrogen a fost recunoscută în secolul al XIX-lea. La sfârșitul anilor 1900-2000, doi oameni de știință germani, F. Paneth și K. Peters, au raportat transformarea hidrogenului în heliu prin cataliză

nucleară spontană, atunci când hidrogenul este absorbit de paladiul fin divizat, la temperatura camerei. Acești autori mai târziu au recunoscut că heliul măsurat provine din aer.

În 1927, omul de știință suedez J. Tandberg a susținut că el a fuzionat hidrogenul în heliu într-o celulă electrochimică cu electrozi de paladiu. Pe baza experiențelor sale, el a aplicat pentru un brevet suedez pentru "o metodă de a produce heliu și energie utilă prin reacție". După ce deuteriul a fost descoperit în 1932, Tandberg a continuat experimentele sale cu apa grea. Datorită retractării lui Paneth și Peters, cererea de brevet a lui Tandberg a fost refuzată în cele din urmă.

De fapt, chiar dacă paladiul poate stoca cantități mari de deuteriu, atomii de deuteriu sunt încă mult prea departe ca fuziunea să apară în teoriile normale. De fapt, atomii de deuteriu sunt mai aproape împreună în moleculele de gaz D<sub>2</sub>, care nu fuzionează. Cea mai apropiată distanță deuteriu – deuteriu între deuteroni la paladiu este de aproximativ 0,17 nanometri. Această distanță este mare în comparație cu distanța de legătură în moleculele de gaz D<sub>2</sub>, de 0,074 nanometri.

Există încă unele persoane care încearcă să obțină fuziunea la rece, dar șansele, din punct de vedere științific, sunt extrem de reduse.

## Fuziunea cu bule

Fuziunea la rece este folosită uneori pentru a desemna procesul bine stabilit și reproductibil al fuziunii catalizate cu muon, în care atomi constând din protoni și muoni (care sunt electroni grei) sunt supuși fuziunii la temperaturi scăzute. În această metodă de fuziune, muonii permite protonilor să fie suficient de pregătiți pentru fuziune. Așa cum se cunoaște în prezent, cataliza muonilor nu va produce energie netă comparabilă cu puterea necesară pentru a produce muoni (prea puține reacții înainte ca muonii să se "lipească" la un nucleu de heliu creat în proces).

O altă variantă de top pentru fuziune este printr-o formă extremă de sonoluminescență, adesea numită fuziune cu bule. Bulele naturale de gaze din interiorul unui lichid ar putea fi făcute să expandeze aproape de vid, și apoi să colapseze. Presiunile și temperaturile extreme necesare pentru fuziune ar putea fi astfel atinse. Fuziunea cu bule este adesea asociată cu fuziunea la rece, datorită utilizării de mici containere de acetonă la temperatura camerei (deși procesul de fuziune în sine s-ar desfășura în continuare la temperaturi locale și presiuni extreme termonucleare). În 2002, fuziunea cu bule a avut parte de o atenție deosebită, rezultatele publicate fiind controversate. Cercetătorii în domeniul lichidului folosit au ales acetona grea (acetona în care atomii de hidrogen au fost înlocuiți cu atomi de deuteriu mai grei). S-a sperat că atomii de deuteriu vor fuziona pentru a forma heliu, eliberând energie.

Spre deosebire de rezultatele de fuziune la rece ale lui Pons și Fleischman, rezultatele în cazul fuziunii cu bule au fost publicate într-un jurnal de recenzii, *Science*. În luna iulie a aceluiași an, cercetătorii de la Universitatea din Illinois au afirmat că au descoperit reacții chimice în bulele în colaps, parazitând cea mai mare parte a energiei disponibile. În loc de o temperatură de milioane de grade, au calculat că temperatura în bulele colapsate ar fi de cca. 20.000 de grade.

.....

## Forțe fundamentale

În fizică sunt cunoscute până în prezent patru forțe fundamentale:

1) **Gravitația** este de departe cea mai slabă forță fundamentală, dar este forța care are impactul cel mai mare asupra universului. Spre deosebire de celelalte forțe, gravitația are un caracter universal, acționând asupra întregii materii și energii, și acționează (după cum știm până în prezent) doar prin atracție. Orice materie sau energie, oriunde ar fi și în orice moment în univers, atrage toată materia și energia din univers, atâta timp cât acestea se află în interiorul conului său de lumină. Acest lucru este explicat în detaliu în teoria relativității generale, care descrie gravitația în termeni de spațiu-timp. Un domeniu activ de cercetare implică fuzionarea teoriilor relativității generale și mecanicii cuantice într-o teorie mai generală a gravitației cuantice. Se crede că într-o teorie a gravitației cuantice, gravitatea ar fi mediată de o particulă, care este cunoscut sub numele de graviton.

O interesantă teorie face referire la gravitația negativă (numită, de asemenea, energia întunecată), și a apărut în timp ce se încerca să se explice recenta descoperire că expansiunea Universului este, de fapt accelerată.

2) **Electromagnetismul** este o combinație de forțe electrostatice și magnetice. Este puternic între particulele încărcate, cum ar fi forța dintre doi electroni, sau forța dintre două conductoare care transportă curent electric. Teoria cuantică a electromagnetismului este cunoscută sub numele de electrodinamica cuantică. În electrodinamica cuantică, fotonii virtuali transferă această forță.

3) **Forța nucleară slabă** mediază radiația beta. Forța slabă este transferată de bosonii W și Z. Neutrinii interacționează cu alte materii numai prin forța nucleară slabă și gravitație și, prin urmare, pot penetra cantități mari de materie, fără a se risipi. Electromagnetismul și forța slabă pot fi văzute ca două aspecte ale unei singure forțe, respectiv forța electroslabă.

4) **Forța nucleară tare** este forța care ține împreună protonii și neutronii din interiorul nucleului atomic. Forța tare este transferată de gluoni și acționează asupra particulelor care transporta "sarcina de culoare", respectiv cuarci și gluoni.

Majoritatea fizicienilor din domeniul particulelor consideră că ar fi neelegant ca fiecare forță să aibă teorii diferite pentru a o descrie, și cred că toate forțele pot fi descrise printr-o unică teorie generală a totului. La sfârșitul anilor 1960 și începutul anilor 1970, o teorie de succes care face parte din modelul standard a fost propusă pentru a unifica electromagnetismul și forța slabă într-o forță unică electroslabă. Există, de asemenea, cercetări active asupra unor diverse forme ale teoriei marii unificări, care încearcă să unească forțele puternice și cele electroslabă. Multe dintre aceste teorii prezic radiații de protoni care nu au fost observate până în prezent.

Alte teorii mai speculativ încearcă să reconcilieze teoria cuantică a câmpului cu relativitatea generală, în scopul de a găsi o teorie de succes pentru gravitația cuantică, și care apoi să îmbine totul într-o teorie generală a totului. Spre deosebire de teoria marii unificări, cele mai multe teorii propuse ale totului nu oferă încă predicții testabile experimentale.

Ceea ce oamenii de știință consideră ca fiind cele patru forțe fundamentale fizice ale naturii sunt:

- **Nume >>> Magnitudine relativă >>> Comportament**
- Forța nucleară tare >>>  $10^{40}$  >>>  $1/r^7$
- Forța electromagnetică >>>  $10^{38}$  >>>  $1/r^2$
- Forța nucleară slabă >>>  $10^{15}$  >>>  $1/r^{5-7}$
- Gravitația >>>  $10^0$  >>>  $1/r^2$



Se crede că în prezent toate interacțiunile pot fi explicate în termenii acestor patru forțe. De exemplu, frecarea este un rezultat al forței electromagnetice.

Cu toate acestea, din când în când fizicienii propun și câte o a cincea forță, exotica, în special pentru a explica diferențele între valorile precise și cele măsurate ale constantei gravitaționale. Începând din 2003, toate experimentele care par să indice o a cincea forță au fost explicabile din punctul de vedere al erorilor experimentale.

De asemenea, de notat este faptul că toate cele patru forțe fundamentale sunt forțe conservatoare, respectiv efectul forței asupra unui obiect care se mișcă de la un punct la altul este independent de traseul obiectului.

## Gravitația

Gravitația este forța de atracție care se exercită între toate particulele cu masă din univers. Aceasta este forța de gravitație, care este responsabilă pentru reținerea obiectelor pe suprafața planetelor și, datorită legii lui Newton a inerției, este responsabilă pentru păstrarea obiectelor pe orbită unul în jurul celuilalt.

“Gravitația este forța care te trage în jos .” – afirmă Merlin în *The Sword in the Stone* a lui Disney.

Merlin a avut dreptate, desigur, dar gravitația face mult mai mult decât să ne țină în scaun. Aici a fost geniul lui Isaac Newton, în a recunoaște aceasta . Newton a amintit într- un memoriu ulterior că în timp ce încerca să își dea seama ce ține luna de pe cer, a văzut un măr căzând pe pământ în livada lui, și așa și-a dat seama că Luna nu este suspendat pe cer, ci cade continuu, ca o ghiulea de tun care a fost trasă atât de rapid încât cade continuu spre Pământ dar fără să ajungă pe el datorită curburii acestuia.

Pentru o mai mare precizie trebuie să se facă distincția între gravitație, forța universală de atracție, și forța rezultantă pe suprafața Pământului dintre atracția de către masa Pământului, și pseudo-forța centrifugă cauzată de rotația Pământului. În discuțiile obișnuite, forța rezultantă de mai sus și gravitația sunt adesea considerate identice.

Conform celei de a treia lege a lui Newton, oricare două obiecte exercită atracție gravitațională egală și opusă, unul față de celălalt.

### Despre legea gravitației universale a lui Newton

Conform lui Newton, “Fiecare obiect din Univers atrage orice alt obiect cu o forță îndreptată de-a lungul liniei centrelor celor două obiecte, proporțională cu produsul maselor lor și invers proporțională cu pătratul distanței dintre cele două obiecte.”

Newtona a publicat legea gravitației universale în *Principia Mathematica*, astfel:

$$\mathbf{F} = \mathbf{G}m_1m_2/r^2$$

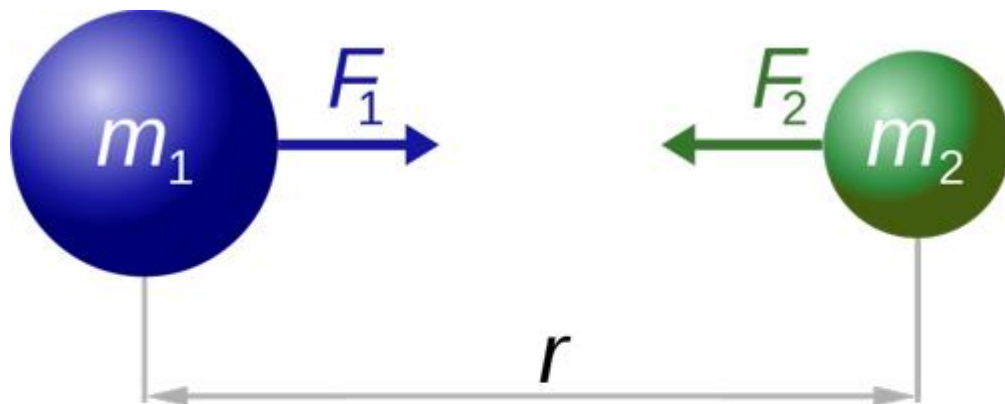
unde:

F = forța gravitațională dintre două obiecte

m1 = masa primului obiect

$m_2$  = masa celui de al doilea obiect  
 $r$  = distanța dintre obiecte  
 $G$  = constanta universală a gravitației

Strict vorbind, această lege se aplică numai pentru obiecte punctiforme. Dacă obiectele au dimensiuni spațiale, forța reală trebuie să fie găsită prin integrarea forțelor între diferitele puncte.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

## Particule

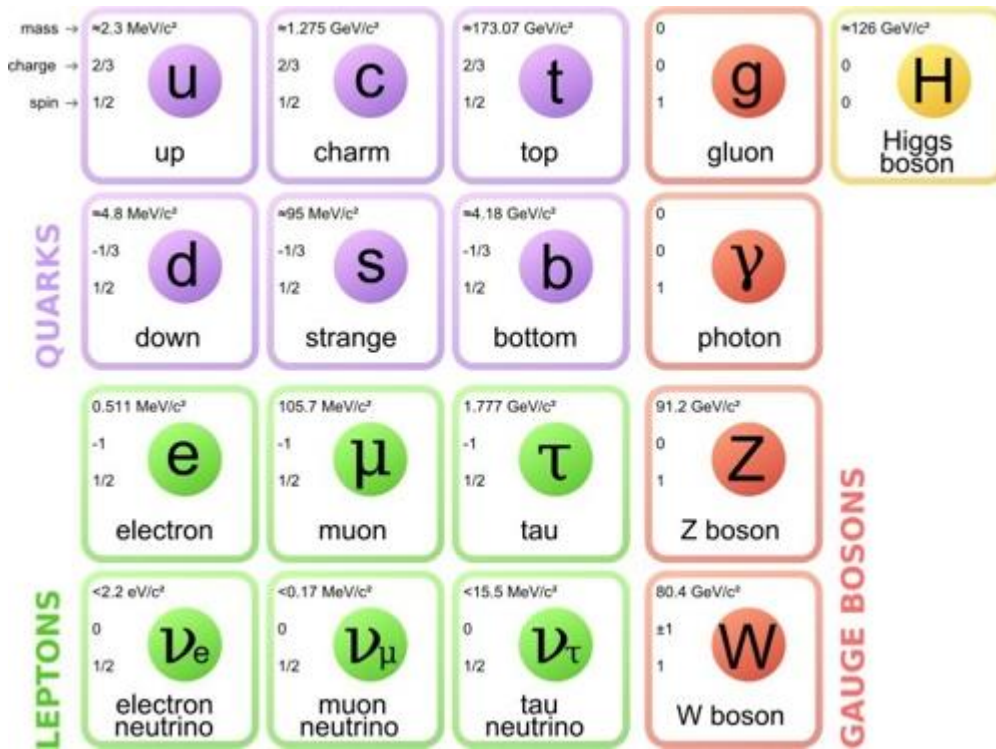
### Particule elementare

În fizica particulelor, o particulă elementară este o particulă din care sunt compuse alte particule mai mari. De exemplu, atomii sunt formați din particule mai mici cunoscute sub numele de electroni, protoni, și neutroni. Protonii și neutronii, la rândul lor, sunt compuși din particule mai elementare cunoscute sub numele de cuarci. Una dintre problemele nerezolvate ale fizicii particulelor este de a găsi cele mai elementare particule – sau așa-numitele particule fundamentale – care alcătuiesc toate celelalte particule care se găsesc în natură și nu sunt ele însele alcătuite din particule mai mici.

### Proprietăți conceptuale

Conceptul de particule este deosebit de util în modelarea naturii, întrucât studiarea unor fenomene în ansamblu este mult mai complexă. Acest concept poate fi folosit pentru a face ipoteze simplificatoare privind procesele implicate. Francis Sears și Mark Zemansky, în *University Physics*, dau ca exemplu calculul locației terestre și viteza unei mingi de baschet aruncată în aer. Ei descompun treptat mingea de baschet în majoritatea proprietăților sale, idealizând la început mingea la o sferă netedă rigidă, apoi, neglijând rotația, flotabilitatea, și frecarea, reducând în cele din urmă problema la studiul balistic al unei particule punctuale clasice.

Studiul unui număr mare de particule este domeniul fizicii statistice. În cazul studiului la o scară extrem de mică, intervine mecanica cuantică, rezultând mai multe fenomene, precum cazul unei particule într-o cutie, și dualitatea undă-particulă, sau considerente teoretice, dacă astfel de particule pot fi considerate distincte sau identice.



## Subdomenii

### Acustica

**Acustica** este știința interdisciplinară care se ocupă cu studiul tuturor undelor mecanice în gaze, lichide și solide, inclusiv vibrații, sunete, ultrasunete și infrasunete. Un om de știință care lucrează în domeniul acusticii este un *acustician*, în timp ce cineva care lucrează în domeniul tehnologiei acustice poate fi numit un inginer de sunet. Aplicațiile acusticii sunt prezente în aproape toate aspectele societății moderne, cele mai evidente fiind în industriile audio și de controlul zgomotului.

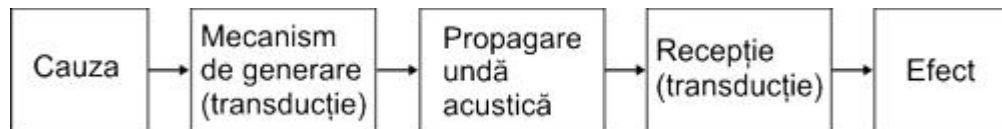
Auzul este unul dintre mijloacele cele mai importante caracteristici de supraviețuire în lumea animală, și vorbirea este una dintre caracteristicile cele mai distinctive ale dezvoltării umane și a culturii. În consecință, știința acusticii se răspândește în multe aspecte ale societății umane: muzică, medicină, arhitectură, producția industrială, război, etc. Arta, meseriile, știința și tehnologia, s-au provocat reciproc pentru a avansa în ansamblu, ca și în multe alte domenii ale cunoașterii. "Roata acusticii" a lui Robert Bruce Lindsay este o imagine de ansamblu bine acceptată de diversele domenii în acustică.

Cuvântul "acustic" este derivat din cuvântul grecesc ἀκουστικός (*akoustikos*), însemnând "de sau pentru auz, gata să audă" și de la ἀκουστός (*akoustos*), "auzit, sonor", care la rândul său provine de la verbul ἀκούω (*akouo*), "a auzi".

Sinonimul latin este "sonic", un sinonim pentru acustică, și o ramură acusticii. Frecvențele superioare și inferioare domeniului audibil sunt numite "ultrasonice" și respectiv "infrasonice".

## Concepte fundamentale ale acusticii

Studiul acusticii se ocupă cu producerea, propagarea și recepția undelor mecanice și vibrațiilor.



Etapele prezentate în diagrama de mai sus pot fi găsite în orice eveniment sau proces acustic. Există mai multe tipuri de cauze, atât naturale cât și volitive. Există mai multe tipuri de procese de transducție care convertesc energia dintr-o altă formă în energie sonică, producând o undă sonoră. Există o ecuație fundamentală care descrie propagarea undelor sonore, ecuația undelor acustice, dar fenomenele care decurg din aceasta sunt variate și adesea complexe. Unda poartă energie prin mediul de propagare. În cele din urmă această energie este transdusă din nou în alte forme, în moduri care din nou pot fi naturale și/sau volitive. Efectul final poate fi pur fizic sau se poate ajunge departe în domeniile biologice sau volitive. Cei cinci pași de bază se regăsesc la fel de bine dacă vorbim despre un cutremur, un submarin folosind sonar pentru a localiza dușmanul, sau o formație într-un concert rock.

## Metode

### Metode științifice

Metoda științifică se referă de obicei la o serie sau o colecție de procese care sunt considerate caracteristice pentru investigarea științifică și dobândirea unor cunoștințe științifice noi.

Filozofii, istoricii și sociologii au găsit mai multe moduri de a descrie procesul științific. Deseori, atunci când cineva descrie modul în care crede că se face știința, descrie modul în care EL crede că știința poate fi făcută cel mai bine sau cel mai fiabil. Ca rezultat, discuțiile despre metodele științifice sunt adesea partizane. Într-adevăr, există probabil tot atâtea metode de a face știință ca și metodiști.

Enunțarea unei metode științifice de către Roger Bacon în secolul al treisprezecelea descria un ciclu repetabil de observații, ipoteze, experimente, și necesitatea unor verificări independente. Acest punct de vedere, inspirat el însuși dintr-o tradiție alchimică arabă neaprobata de către autoritatea ecleziastică creștină, a condus pe Francis Bacon (în 1620, cu Noul Organon) la stabilirea unor metode de identificare a cauzalității dintre fenomene. După aceste contribuții, speculațiile nefondate și argumentele analogice au început să fie înlocuite de alte metode de investigare, coerente și logice.

Se obișnuiește să se considere că oamenii de știință operează efectiv și permanent cu o singură metodă, unică. Majoritatea istoricilor, filozofilor și sociologilor consideră această perspectivă ca naivă, și consideră progresul actual al științei ca fiind mai complicat și într-un fel aleatoriu. Cursul actual al progresului științific este inseparabil de politica și cultura științei. Un singur proces formal nu poate fi suficient nici să explice și nici să prescrie progresul științific.

Întrebarea despre cât de bine funcționează știința și cât este de importantă dincolo de comunitatea academică. În sistemul judiciar și în dezbaterile politice, de exemplu, o abatere a studiului de la *practica științifică acceptată* este motiv să fie respins și considerat drept o “fraudă științifică”. Indiferent dacă este sau nu strict formulată, știința reprezintă un standard de competență și fiabilitate, iar acest lucru se datorează, cel puțin în parte, modului în care lucrează oamenii de știință.

## Elementele metodelor științifice idealizate

Elementele esențiale ale metodei științifice sunt descrise în mod tradițional după cum urmează:

- *Observarea*: Observări sau citirea despre un fenomen.
- *Ipoteza*: Îți pui întrebări în legătură cu observațiile tale, și inventezi o ipoteză, o “presupunere”, care ar putea explica fenomenul sau un set de fapte pe care le-ai observat.
- *Testul*
  - *Predicția*: Folosești consecințele logice ale ipotezei pentru a prezice observațiile unui nou fenomen sau rezultatele unor noi măsurători.
  - *Experimentul*: Efectuezi experimente pentru a testa acuratețea acestor previziuni.
- *Concluzii*: Accepti sau infirmi ipoteza
  - *Evaluarea*: Cauți alte posibile explicații ale rezultatului până când se poate demonstra că predicția ta a fost într-adevăr explicația, de încredere.
  - *Formulezi noi ipoteze*

Aceste activități nu descriu toate cercetările oamenilor de știință. Această metodă simplificată este folosită pentru învățare, deoarece aceasta descrie modul în care oamenii de știință consideră de multe ori să acționeze.

Acest proces idealizat este adesea interpretat greșit ca fiind aplicabil oamenilor de știință individuali, mai degrabă decât ca un demers științific considerat ca un întreg. Știința este o activitate socială, și teoria sau afirmația unui om de știință nu poate fi acceptată decât dacă a fost publicată, inter pares, criticată și, în cele din urmă, acceptată de către comunitatea științifică.

.....

## Tabele

### Legile fizicii

Aceasta este o listă subiectivă a celor mai importante legi fizice.

**Legea lui Boyle** (presiunea și volumul gazului ideal)



**Charles și Gay-Lussac** (gaze se expandează în mod egal cu aceeași modificare a temperaturii)

**Legea Dulong-Petit** (capacitate de căldură specifică la volum constant)

$$c_V = \frac{3R}{M}$$

**Einstein**

- **Relativitatea**  $E = mc^2$  (Energia = masa  $\times$  viteza luminii<sup>2</sup>)

**Legile lui Kepler** (mișcarea planetelor)

**Beer-Lambert** (absorbția luminii)

**Newton**

- **Legile Newton pentru mișcare** (inerție,  $F = ma$ , acțiune și reacțiune)
- **Legea conducției căldurii**
- **Legea generală a gravitației** (forța gravitației universale)

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

**Legea lui Coulomb**

$$F = \frac{|q_1q_2|}{4\pi\epsilon_0r^2}$$

**Legea lui Ohm**

$$V = \frac{I}{R}$$

**Legile lui Kirchhoff** (legile curentului și tensiunii)

**Ecuațiile lui Maxwell** (câmpuri electrice și magnetice: în vid  $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ ,  $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ ,  $\nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$ ,  $\nabla \times \mathbf{B} = C^{-2} \partial \mathbf{E} / \partial t$ )

**Legea lui Poiseuille** (curgere staționară laminară de volum a unui lichid vâscos incompresibil uniform printr-un tub cilindric cu secțiune circulară constantă)

$$\Phi_V = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{\Delta p^*}{l}$$

.....

# Istoria

## Fizica în antichitate

Încă din antichitate, oamenii au încercat să înțeleagă comportamentul materiei: de ce obiecte nesprijinite cad pe pământ, de ce materiale diferite au proprietăți diferite, și așa mai departe. De asemenea, caracterul universului, ca de exemplu forma Pământului și comportamentul obiectelor cerești, precum Soarele și Luna, erau necunoscute. Mai multe teorii au fost propuse, cele mai multe fiind greșite, dar aceasta este o parte firească a naturii demersului științific, chiar și teoriile moderne ale mecanicii cuantice și relativității sunt considerate doar ca “teorii care nu s-au dovedit încă a fi eronate”. Teoriile fizice în antichitate au fost în mare parte formulate în termeni filozofici, și rareori verificate prin teste experimentale sistematice.

De obicei, comportamentul și natura lumii erau explicate prin invocarea acțiunilor zeilor. În jurul anului 200 î.e.n., mulți filozofi greci au început să considere că lumea ar putea fi înțeleasă ca urmare a proceselor naturale. Mulți au pus în discuție, de asemenea, ideile tradiționale prezentate în mitologie, cum ar fi originea speciei umane (anticipând ideile lui Charles Darwin).

Datorită lipsei de instrumente experimentale avansate, precum telescoapele și dispozitive precise pentru măsurarea timpului, testarea experimentală a multor idei era astfel imposibilă sau impracticabilă. Au fost excepții și există anacronisme: de exemplu, gânditorul grec Arhimede a obținut multe descrieri cantitative corecte ale mecanicii și hidrostaticii când, așa cum spune povestea, ar fi observat că propriul său corp a înlocuit un volum de apă în timp ce se găsea într-o zi în baie. Un alt exemplu remarcabil este cel al lui Eratostene, care a dedus că Pământul este o sferă, și a calculat cu precizie circumferința acestuia folosind umbra unor baghete verticale pentru a măsura unghiul dintre două puncte separate aflate la mare distanță de suprafața Pământului. Matematicienii greci, de asemenea, au propus calcularea volumului obiectelor, precum sferele și conurile, prin împărțirea acestora în discuri foarte subțiri și adăugând apoi fiecare volum în parte – anticipând astfel inventarea calculului integral cu aproape două milenii.

Cunoașterea actuală a acestor idei timpurii în fizică, și a modului în care ele au fost testate experimental, este vagă. Aproape toate înregistrările directe ale acestor idei s-au pierdut atunci când Biblioteca din Alexandria a fost distrusă, în jurul anului 400. Poate că ideea cea mai remarcabilă pe care o știm din această epocă a fost deducerea de către Aristarh din Samos, a ideii că pământul este o planetă care călătorește în jurul Soarelui cu o perioadă de un an, și care se rotește în jurul axei sale cu o perioadă de o zi (rezultând astfel anotimpurile și ciclul de zi și noapte), și că stelele sunt în fapt niște obiecte cosmice identice cu Soarele dar foarte îndepărtate, care au, de asemenea, propriile lor planete în jurul lor (și, eventual, forme de viață pe aceste planete).

Descoperirea mecanismul Antikythera duce la o înțelegere detaliată a circulației acestor obiecte astronomice, precum și la o utilizare a angrenajelor care pre-datează oricare utilizare în civilizație a acestor principii.

Din păcate, această perioadă de studiu a naturii lumii a fost în cele din urmă înăbușită de o tendință de a accepta ideile filozofilor eminenti, mai degrabă decât punerea la îndoială și testarea acestor idei. Noile descoperiri, precum deducerea existenței numerelor iraționale de către Pitagora, au fost șterse, iar cunoștințele tehnice au fost deturnate tot mai mult spre dezvoltarea unor arme avansate, în loc ca acestea

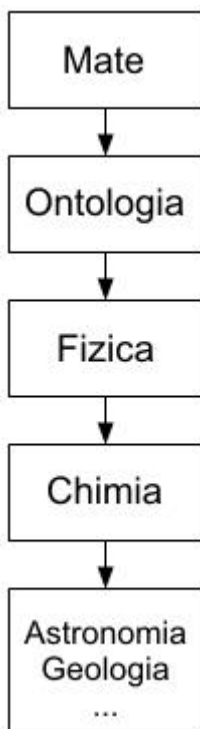
să ajute la investigațiile experimentale ale naturii. Timp de o mie de ani de la distrugerea Bibliotecii din Alexandria, modelul Pământului ca centru al Universului cu planetele mișcându-se pe orbite perfect circulare, al lui Ptolemeu, a fost acceptat ca adevăr absolut.

De menționat și contribuțiile în fizică și astronomie ale altor civilizații, în special cele mesoamericană, babiloniană, arabă și chineză. Japonezii au fost, de asemenea, foarte buni în problemele matematice.

.....

## Domenii înrudite

### Relația fizicii cu alte domenii

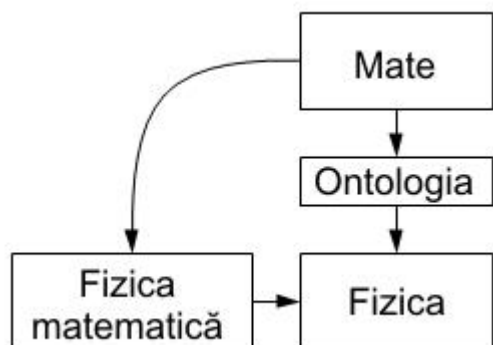


*(Matematică și ontologia sunt folosite în fizică. Fizica este folosită în chimie și cosmologie.)*

### Cerințe preliminare

Matematica este limbajul folosit pentru descrierea compactă a ordinii în natură, în special legile fizicii. Acest lucru a fost remarcat și susținut de către Pitagora, Platon, Galileo, și Newton.

Teorii ale fizicii folosesc matematica pentru a face ordine și a oferi formule precise, soluții precise sau estimate, rezultate cantitative, și predicții. Rezultatele experimentale în fizică sunt măsurători numerice. Tehnologiile bazate pe matematică, cum ar fi informatica, au dezvoltat fizica computațională, o zonă activă de cercetare.



*(Distincția între matematică și fizică este clară, dar nu întotdeauna evidentă, mai ales în fizica matematică.)*

## Cuprins

### Fizica

- Scurtă istorie
- Fizica și filozofia
- Teorii de bază în fizică
  - - Fizica clasică
  - - Fizica modernă
  - - Diferența între fizica clasică și fizica modernă
- Cercetarea în fizică
  - - Metode științifice
  - - Teorie și experiment
- Domenii de aplicare și obiective
  - - Domenii de cercetare
  - - Direcții de dezvoltare
  - - Direcții actuale de cercetare

### Teorii

- Fizica teoretică
  - - Teorii recunoscute
  - - Teorii propuse
  - - Teorii marginale

### Teorii recunoscute

- Termodinamica
  - - Legile termodinamicii
  - - Concepte în termodinamică
  - - Substanțe care se pot descrie doar prin temperatură
  - - Substanțe care se pot descrie doar prin temperatură și presiune
  - - Substanțe care se pot descrie prin temperatură, presiune și potențial chimic
  - - Substanțe care se pot descrie prin temperatură și câmp magnetic
  - - Sisteme termodinamice
  - - Stări termodinamice
- Mecanica statistică
- Relativitatea specială
  - - Motivația pentru teoria relativității speciale
  - - Invarianța vitezei luminii

- - Lipsa unui cadru de referință absolut
- - Echivalența dintre energie și masă
- - Simultaneitatea
- - Evoluția teoriei relativității speciale
- Teoria relativității generale
- - Dezvoltarea relativității și a relativității speciale
- - Gaura de vierme
- - - Călătorii cu viteze mai mari decât viteza luminii și călătorii în timp
- - - Universul nostru, într-o gaură neagră
- - - Concluzii
- Mecanica cuantică
- - Descrierea teoriei
- - Formularea matematică
- - Interacția cu alte teorii ale fizicii
- - Istoria, filozofia și viitorul mecanicii cuantice
- - - Istoria
- - - Filozofia
- - - Viitorul
- - Optica cuantică
- - - Electronica cuantică
- - Laser
- - - Concepte de bază
- - - Terminologie
- - - Construcția unui laser
- - - Fizica laserilor
- - - Extreme Light Infrastructure
- - - Arme cu laser
- Teoria câmpului cuantic
- - Probleme ale mecanicii cuantice obișnuite
- - Câmpuri cuantice
- Modelul Standard
- - Teste, predicții și provocări
- Teorii propuse
- Teoria finală (Theory of everything)
- - Idei speculative
- Teoria marii unificări
- Teoria M
- - Relația teoriei M cu supercorzile și supergravitația
- - Caracteristici ale teoriei M
- Gravitația cuantică în buclă
- - Incompatibilitatea dintre mecanica cuantică și relativitatea generală
- - Buclele Wilson și rețelele de spin
- - Gravitația cuantică în buclă și cosmologia cuantică
- - Testele experimentale de GCB
- Emergența
- Teorii marginale
- Fuziunea la rece
- - Fuziunea cu bule
- Tesla și Teoria dinamică a gravitației



- Eter luminifer
- - Dezavantaje și critici
- Energia orgonică
- - Dezvoltarea de către Reich a teoriilor sale orgonice
- - Cărțile lui Reich

#### Concepte

- Mecanica clasică
- - Istoria
- - Statica
- - - Vectori
- - - Forța
- - - Momentul forței
- - - Ecuațiile de echilibru
- - - Momentul de inerție
- - - Solide
- - - Fluide
- - Dinamica
- - - Principii
- - - Dinamica liniară și de rotație
- - - Forța
- - - Legile lui Newton
- - Frecarea
- - - Legile frecării uscate
- - - Reducerea frecării
- Materia
- - Antimateria
- Energia
- - Legile conservării în fizică
- - - Filosofia legilor de conservare
- - Masa
- - - Masa inerțială
- - - Masa gravitațională
- - - Echivalența maselor inerțială și gravitațională
- - - Consecințele relativității
- - Cantitatea de mișcare (impulsul)
- - - Cantitatea de mișcare în mecanica clasică
- - - Cantitatea de mișcare în mecanica relativistă
- - - Cantitatea de mișcare în mecanica cuantică
- - Momentul cinetic
- - Spinul
- - - Istoria
- - - Aplicații
- Dimensiuni
- - Timpul
- - - Măsurarea timpului
- - - Timpul în inginerie și fizica aplicată
- - - Timpul în filosofie și fizica teoretică
- - Spațiu-timp
- - - Cadrul de referință

- - - Câteva fapte generale despre spațiu-timp
- - - Este spațiul-timp cuantificat?
- - Viteza
- - Forța
- - - Relațiile dintre unitățile de forță și unitățile de masă
- - - Unități imperiale de forță
- - Momentul forței
- Sisteme fizice
- Unde
- - Exemple de unde
- - Proprietăți caracteristice
- - Unde transversale și longitudinale
- - Polarizarea
- - Descriere fizică a unei unde
- - Unde de deplasare
- - Ecuația undelor
- - Entanglementul cuantic
- - Magnetism
- - - Dipoli magnetici
- - - Modele de materiale magnetice
- - Electricitatea
- - - Istorie
- - - Puterea electrică
- - - Curentul electric
- - - Fenomene electrice în natură
- - Radiația electromagnetică
- - Temperatura
- - - Unități de temperatură
- - - Bazele teoretice
- - - Capacitatea termică
- - - Temperatura în gaze
- - - Măsurarea temperaturii
- - - Temperaturi negative
- - Entropia
- - - Schimbarea de entropie în motoarele termice
- - - Definiția statistică a entropiei: Principiul lui Boltzmann
- - - Măsurarea entropiei
- - Informația în fizică
- - - Informația clasică vs informația cuantică
- - - Informații clasice
- - - Informațiile fizice și entropia
- Tranziții
- - Tranziții de fază
- - - Clasificarea tranzițiilor de fază
- - - - Clasificarea Ehrenfest
- - - - Clasificarea modernă a tranzițiilor de fază
- - - Proprietăți ale tranzițiilor de fază
- - - - Puncte critice
- - - - Simetria

- - - - Exponenți critici și clase de universalitate
- - Supraconductibilitatea
- - - Istoria
- - - Teorii ale supraconductibilității
- - - Aplicații tehnologice ale supraconductibilității
- - - Proprietățile elementare ale supraconductorilor
- - Superfluiditatea
- Forțe fundamentale
- Gravitația
- - Despre legea gravitației universale a lui Newton
- - - Forma vectorială
- - - Istorie
- - - Reticențele lui Newton
- - - Comparație cu forța electromagnetică
- - Teoria relativității generale a lui Einstein
- - - Mecanica cuantică și ondulatorie
- - Situații specifice
- - - Gravitația Pământului
- - - Ecuațiile pentru un corp în cădere în apropiere de suprafața Pământului
- - - Gravitația și astronomia
- - - Radiația gravitațională
- - - Viteza gravitației
- Electromagnetism
- - Descrierea matematică
- - Câmp electric E
- - Metoda electromagnetică
- - Electrostatica
- - - Serii triboelectrice
- - - Generatoare electrostatice
- - - Neutralizarea sarcinilor
- - - Inducția sarcinilor
- - - Electricitatea "statică"
- Forța nucleară slabă
- Forța nucleară tare
- Particule
- Particule elementare
- - Proprietăți conceptuale
- - - Dimensiunea
- - - Compoziția
- - Modelul Standard în fizica particulelor elementare
- - - Fermioni fundamentali
- - - - Antiparticule
- - - - Cuarci
- - - Bosoni fundamentali
- - - - Gluoni
- - - - Bosoni electroslabi
- - - - Bosonul Higgs
- - Extensii ale Modelului Standard în fizica particulelor elementare
- - - Marea unificare

- - - Supersimetria
- - - Teoria corzilor
- - - Teoria preonilor
- Atomi
- - Modele istorice de atomi
- - Nucleul atomic
- Protoni
- Neutroni
- - Istoric
- - - Evoluția actuală
- Electroni
- - Istoria
- - Detalii tehnice
- - Electricitate
- Cuarci
- Fotoni
- Gluoni
- Bosoni W și Z
- - Bosonul Higgs
- Gravitoni
- Neutrino
- - Neutrino, noul sistem de comunicații
- - Telefonul – particulă
- - Comunicații cu submarinele
- - Mesaje pentru călătoria în timp
- Cvasiparticule
- - Relația cu mecanica cuantică multi-corp
- - Distincția între cvasiparticule și excitații colective
- - Efectul asupra proprietăților colective
- - Istoria
- Fononi
- - Unde de rețea
- - Fononi acustici și optici
- Subdomenii
- Acustica
- - Concepte fundamentale ale acusticii
- - - Propagarea undelor: nivele de presiune
- - - Propagarea undelor: frecvența
- - - Transducția în acustică
- Astrofizica
- - Erupții solare
- - - Evoluția exploziilor solare
- - - Impactul exploziilor solare asupra omenirii
- - - - Ejecția masei coronariene
- - - - Misiunile spațiale
- - - - Întreruperi de energie electrică
- Fizica atomică, moleculară, și optică
- - Apa grea
- - Osmoza

- Fizica computațională
- Fizica materiei condensate
- Criogenia
- Mecanica fluidelor
- Optica
  - - Optica clasică
  - - Optica modernă
- Fizica plasmei
- Fizica particulelor
  - - Istoria
  - - Modelul Standard
  - - Fizica particulelor experimentală
  - - Obiecții
  - - Politici publice

#### Metode

- Metode științifice
  - - Elementele metodelor științifice idealizate
  - - Aspecte ale metodelor științifice
    - - - Observația
    - - - Ipoteza
    - - - Predicția
    - - - Verificarea
    - - - Evaluarea
    - - - Alte aspecte ale metodelor științifice
- Mărimi fizice
- Măsurători fizice
- Analiza dimensională
  - - Exemplu aplicat
- Statistica

#### Tabele

- Legile fizicii
- Constante fizice
- Sistemul Internațional pentru unități de măsură
  - - Origine
  - - Scrierea SI
    - - Unități de bază în Sistemul Internațional SI
      - - - Lungime (l)
      - - - Masa (m)
      - - - Timp (t)
      - - - Curentul electric (I)
      - - - Temperatura termodinamică (T)
      - - - Cantitatea de substanță (n)
      - - - Intensitatea luminoasă (I)
    - - Unități SI derivate
    - - Prefixe SI în fizică
      - - - Unități folosite în afara SI
- Unități fizice
  - - Unități ca dimensiuni
  - - Unități de bază și derivate

- - Conversia unităților
- - Prefixele în sistemul SI
- - Sfaturi și reguli pentru calcule cu unități fizice

#### Istoria

- Fizica în antichitate
- Fizica în Evul Mediu
- Fizica în sec. XVI-VIII
- Fizica în sec. XIX
- Fizica în sec. XX

#### Probleme nerezolvate în fizică

#### Domenii interdisciplinare

- Fizica aplicată (Fizica tehnologică)
- Fizica acceleratoarelor
- - Accelerarea și interacțiunea particulelor cu structuri RF
- - Dinamica fluxului
- - Coduri de modelare
- - Diagnosticările fluxului
- - Toleranțele mașinii

#### Domenii înrudite

- Relația fizicii cu alte domenii
- - Cerințe preliminare
- - Aplicații și influențe
- Astronomie
- - Scurtă istorie
- - Subdomenii ale astronomiei. Cum se obțin informațiile în astronomie.
- - - După subiect
- - - Modalități de obținere a informațiilor
- - Telescoape
- - - Tipuri de telescoape
- - Planetele rătăcitoare
- Biofizica
- - Subiecte în biofizică și domenii conexe
- - Biofizicieni celebri
- Chimia fizică
- - Concepte-cheie
- Cosmologia
- - Subiectele din cosmologie includ:
- - - Cosmologia fizică
- - - Cosmologii alternative
- - - Cosmologia filosofică
- - - Cosmologia religioasă
- Electronica
- - Exemplu
- Geofizica
- - Metode
- - - Geodezie
- - - Sonde spațiale
- - Cutremure
- Fizica chimică

- Ingineria
- - Sarcina ingineriei
- - Rezolvarea problemelor
- - Utilizarea calculatoarelor
- - Etimologia
- - Conexiunile cu alte discipline
- Știința materialelor
- Pseudofizica
- Anti-gravitația
- - Efecte convenționale care imită efectele anti-gravitației
- - Soluții ipotetice
- - - Scuturi gravitaționale
- - - Cercetări în relativitatea generală în anii 1950
- - - A cincea forță
- - - "Unități distorsionate" în relativitatea generală
- - - Breakthrough Propulsion Physics Program
- - Încercări experimentale și comerciale
- - - Dispozitive giroscopice
- - - Gravitatorul lui Thomas Townsend Brown
- - - Cuplarea gravitoelectrică
- - - Premiul Göde
- Eter luminifer
- - Dezavantaje și critici
- Fuziunea la rece
- - Fuziunea cu bule
- - Rezultate
- - - Producția de energie și căldura în exces
- - - Heliu, elemente grele, și neutroni
- - Mecanisme propuse
- Referințe
- Despre autor
- Nicolae Sfetcu
- - Contact

## Cartea

Ediția a doua (revăzută și îmbunătățită)

O introducere în teoriile și conceptele, forțele fundamentale și particule, metode și tabele utilizate în fizică, subdomenii și domenii științifice înrudite, cu accent pe înțelegerea fenomenelor fizice.

Fizica clasică se ocupă, în general, cu materia și energia la scară normală de observație, în timp ce o mare parte a fizicii moderne se ocupă de comportamentul materiei și energiei în condiții extreme sau pe o scară foarte mare sau foarte mică. De exemplu, pentru fizica atomică și nucleară contează scara cea mai mică la care elementele chimice pot fi identificate. Fizica particulelor elementare are o scară chiar mai mică, deoarece se referă la unitățile de bază ale materiei; această ramură a fizicii este, de asemenea, cunoscută sub numele de fizica energiilor înalte, din cauza energiilor extrem de ridicate necesare pentru a produce mai multe tipuri de particule, în acceleratoare de particule mari. La această scară, de obicei, noțiunile obișnuite de spațiu, timp, materie și energie nu mai sunt valabile.

Cele două teorii principale ale fizicii moderne prezintă o imagine diferită a conceptelor de spațiu, timp, și materie, față de fizica clasică. Teoria cuantică studiază natura mai degrabă discretă decât continuă a multor fenomene la nivel atomic și subatomic, și aspectele complementare ale particulelor și undelor în descrierea unor astfel de fenomene. Teoria relativității studiază descrierea fenomenelor care au loc într-un cadru de referință, care este în mișcare față de un observator. Teoria specială a relativității studiază mișcarea relativ uniformă în linie dreaptă, iar teoria generală a relativității mișcarea accelerată și legătura sa cu gravitația. Atât teoria cuantică cât și teoria relativității își găsesc aplicații în toate domeniile fizicii moderne.



Ediția MultiMedia Publishing <https://www.setthings.com/ro/e-books/fizica-simplificata/>

- Digital: EPUB (ISBN 978-606-033-083-7), Kindle (ISBN 978-606-033-085-1), PDF (ISBN 978-606-033-084-4)

Data publicării: 11 august 2014

Amazon (Print, Kindle) - <https://www.amazon.com/dp/1505495660/> (Cu ilustrații) - <https://www.amazon.com/dp/1507693567/>

Smashwords (EPUB): <https://www.smashwords.com/books/view/466413>

Google (EPUB, PDF): <https://books.google.ro/books?id=gJVABAAAQBAJ>

eMag: <https://www.emag.ro/fizica-simplificata-nicolae-sfetcu-pdf-pbro024p/pd/D5DJ94BBM/>

Facebook: <https://www.facebook.com/FizicaSimplificata/>



# Despre autor

## Nicolae Sfetcu

Asociat și manager MultiMedia SRL și Editura MultiMedia Publishing.

Partener cu MultiMedia în mai multe proiecte de cercetare-dezvoltare la nivel național și european

Coordonator de proiect European Telemworking Development Romania (ETD)

Membru al Clubului Rotary București Atheneum

Cofondator și fost președinte al Filialei Mehedinți al Asociației Române pentru Industrie Electronica și Software Oltenia

Inițiator, cofondator și președinte al Asociației Române pentru Telemcru și Telemctivități

Membru al Internet Society

Cofondator și fost președinte al Filialei Mehedinți a Asociației Generale a Inginerilor din România

Inginer fizician - Licențiat în științe, Fizică, specialitatea Fizică nucleară. Master în Filosofie.

## De același autor

Alte cărți scrise sau traduse de același autor:

- A treia lege a lui Darwin - O parodie reală a societății actuale (RO)
- Ghid Marketing pe Internet (RO)
- Bridge Bidding - Standard American Yellow Card (EN)
- Telemcru (Telemork) (RO)
- Harta politică - Dicționar explicativ (RO)
- Beginner's Guide for Cybercrime Investigators (EN)
- How to... Marketing for Small Business (EN)
- London: Business, Travel, Culture (EN)
- Fizica simplificată (RO)
- Ghid jocuri de noroc - Casino, Poker, Pariuri (RO)
- Ghid Rotary International - Cluburi Rotary (RO)
- Proiectarea, dezvoltarea și întreținerea siturilor web (RO)
- Facebook pentru afaceri și utilizatori (RO)
- Întreținerea și repararea calculatoarelor (RO)
- Corupție - Globalizare - Neocolonialism (RO)
- Traducere și traducători (RO)
- Small Business Management for Online Business - Web Development, Internet Marketing, Social Networks (EN)
- Sănătate, frumusețe, metode de slăbire (RO)
- Ghidul autorului de cărți electronice (RO)

- Editing and Publishing e-Books (EN)
- Pseudoștiință? Dincolo de noi... (RO)
- European Union Flags - Children's Coloring Book (EN)
- Totul despre cafea - Cultivare, preparare, rețete, aspecte culturale (RO)
- Easter Celebration (EN)
- Steagurile Uniunii Europene - Carte de colorat pentru copii (RO)
- Paști (Paște) - Cea mai importantă sărbătoare creștină (RO)
- Moartea - Aspecte psihologice, științifice, religioase, culturale și filozofice (RO)
- Promovarea afacerilor prin campanii de marketing online (RO)
- How to Translate - English Translation Guide in European Union (EN)
- ABC Petits Contes (Short Stories) (FR-EN), par Jules Lemaître
- Short WordPress Guide for Beginners (EN)
- ABC Short Stories - Children Book (EN), by Jules Lemaître
- Procesul (RO), de Franz Kafka
- Fables et légendes du Japon (Fables and Legends from Japan) (FR-EN), par Claudius Ferrand
- Ghid WordPress pentru începători (RO)
- Fables and Legends from Japan (EN), by Claudius Ferrand
- Ghid Facebook pentru utilizatori (RO)
- Arsène Lupin, gentleman-cambrioleur (Arsene Lupin, The Gentleman Burglar) (FR-EN), par Maurice Leblanc
- How to SELL (eCommerce) - Marketing and Internet Marketing Strategies (EN)
- Arsène Lupin, The Gentleman Burglar (EN), by Maurice Leblanc
- Bucharest Tourist Guide (Ghid turistic București) (EN-RO)
- Ghid turistic București (RO)
- Ghid WordPress pentru dezvoltatori (RO)
- French Riviera Tourist Guide (Guide touristique Côte d'Azur) (EN-FR)
- Guide touristique Côte d'Azur (FR)
- Ghid pagini Facebook - Campanii de promovare pe Facebook (RO)
- Management, analize, planuri și strategii de afaceri (RO)
- Guide marketing Internet pour les débutants (FR)
- Gambling games - Casino games (EN)
- Death - Cultural, philosophical and religious aspects (EN)
- Indian Fairy Tales (Contes de fées indiens) (EN-FR), by Joseph Jacobs
- Contes de fées indiens (FR), par Joseph Jacobs
- Istoria timpurie a cafelei (RO)
- Londres: Affaires, Voyager, Culture (London: Business, Travel, Culture) (FR-EN)
- Cunoaștere și Informații (RO)
- Poker Games Guide - Texas Hold 'em Poker (EN)
- Gaming Guide - Gambling in Europe (EN)
- Crăciunul - Obiceiuri și tradiții (RO)
- Christmas Holidays (EN)
- Introducere în Astrologie (RO)
- Psihologia mulțimilor (RO), de Gustave Le Bon
- Anthologie des meilleurs petits contes français (Anthology of the Best French Short Stories) (FR-EN)
- Anthology of the Best French Short Stories (EN)
- Povestea a trei generații de fermieri (RO)
- Web 2.0 / Social Media / Social Networks (EN)
- The Book of Nature Myths (Le livre des mythes de la nature) (EN-FR), by Florence Holbrook

- Le livre des mythes de la nature (FR), par Florence Holbrook
- Misterul Stelelor Aurii - O aventură în Uniunea Europeană (RO)
- Anthologie des meilleures petits contes françaises pour enfants (Anthology of the Best French Short Stories for Children) (FR-EN)
- Anthology of the Best French Short Stories for Children (EN)
- O nouă viață (RO)
- A New Life (EN)
- The Mystery of the Golden Stars - An adventure in the European Union (Misterul stelelor aurii - O aventură în Uniunea Europeană) (EN-RO)
- ABC Petits Contes (Scurte povestiri) (FR-RO), par Jules Lemaître
- The Mystery of the Golden Stars (Le mystère des étoiles d'or) - An adventure in the European Union (Une aventure dans l'Union européenne) (EN-FR)
- ABC Scurte povestiri - Carte pentru copii (RO), de Jules Lemaitre
- Le mystère des étoiles d'or - Une aventure dans l'Union européenne (FR)
- Poezii din Titan Parc (RO)
- Une nouvelle vie (FR)
- Povestiri albastre (RO)
- Candide - The best of all possible worlds (EN), by Voltaire
- Șah - Ghid pentru începători (RO)
- Le papier peint jaune (FR), par Charlotte Perkins Gilman
- Blue Stories (EN)
- Bridge - Sisteme și convenții de licitație (RO)
- Retold Fairy Tales (Povești repovestite) (EN-RO), by Hans Christian Andersen
- Povești repovestite (RO), de Hans Christian Andersen
- Legea gravitației universale a lui Newton (RO)
- Eugenia - Trecut, Present, Viitor (RO)
- Teoria specială a relativității (RO)
- Călătorii în timp (RO)
- Teoria generală a relativității (RO)
- Contes bleus (FR)
- Sunetul fizicii - Acustica fenomenologică (RO)
- Teoria relativității - Relativitatea specială și relativitatea generală (RO), de Albert Einstein
- Fizica atomică și nucleară fenomenologică (RO)
- Louvre Museum - Paintings (EN)
- Materia: Solide, Lichide, Gaze, Plasma - Fenomenologie (RO)
- Căldura - Termodinamica fenomenologică (RO)
- Lumina - Optica fenomenologică (RO)
- Poems from Titan Park (EN)
- Mecanica fenomenologică (RO)
- Solaris (Andrei Tarkovsky): Umanitatea dezumanizată (RO)
- De la Big Bang la singularități și găuri negre (RO)
- Schimbări climatice - Încălzirea globală (RO)
- Electricitate și magnetism - Electromagnetism fenomenologic (RO)
- Știința - Filosofia științei (RO)
- La Platanie - Une aventure dans le monde à deux dimensions (FR)
- Climate Change - Global Warming (EN)
- Poèmes du Parc Titan (FR)
- Mecanica cuantică fenomenologică (RO)
- Isaac Newton despre acțiunea la distanță în gravitație - Cu sau fără Dumnezeu? (RO)

- The singularities as ontological limits of the general relativity (EN)
- Distincția dintre falsificare și respingere în problema demarcației la Karl Popper (RO)
- Buclele cauzale în călătoria în timp (RO)
- Epistemologia serviciilor de informații (RO)
- Evoluția și etica eugeniei (RO)
- Filosofia tehnologiei blockchain - Ontologii (RO)
- Imre Lakatos: Euristică și toleranța metodologică (RO)
- Controversa dintre Isaac Newton și Robert Hooke despre prioritatea în legea gravitației (RO)
- Singularitățile ca limite ontologice ale relativității generale (RO)
- Filmul Solaris, regia Andrei Tarkovsky – Aspecte psihologice și filosofice (RO)
- Tehnologia Blockchain - Bitcoin (RO)
- Fizica fenomenologică - Compendiu - Volumul 1 + 2 (RO)
- Causal Loops in Time Travel (EN)
- Chinese Fables and Folk Stories (Fables et histoires populaire chinoises), by (par) Mary Hayes Davis, Chow-Leung (EN-FR)
- Isaac Newton on the action at a distance in gravity: With or without God? (EN)
- Isaac Newton vs Robert Hooke sur la loi de la gravitation universelle (FR)
- Epistemology of Intelligence Agencies (EN)
- The distinction between falsification and refutation in the demarcation problem of Karl Popper (EN)
- Isaac Newton vs. Robert Hooke on the law of universal gravitation (EN)
- Evolution and Ethics of Eugenics (EN)
- Solaris, directed by Andrei Tarkovsky - Psychological and philosophical aspects (EN)
- La philosophie de la technologie blockchain - Ontologies (FR)
- Philosophy of Blockchain Technology - Ontologies (EN)
- Isaac Newton sur l'action à distance en gravitation : Avec ou sans Dieu ? (FR)
- Imre Lakatos: L'heuristique et la tolérance méthodologique (FR)
- Épistémologie des services de renseignement (FR)
- Boucles causales dans le voyage dans le temps (FR)
- Le film Solaris, réalisé par Andrei Tarkovski - Aspects psychologiques et philosophiques (FR)
- Les singularités comme limites ontologiques de la relativité générale (FR)
- Etica Big Data în cercetare (RO)
- Teorii cauzale ale referinței pentru nume proprii (RO)
- La distinction entre falsification et rejet dans le problème de la démarcation de Karl Popper (FR)
- Epistemologia gravitației experimentale – Raționalitatea științifică (RO)
- The Adventures of a Red Ant, by Henri de la Blanchère (EN)
- Big Data (RO)
- Tapetul galben, de Charlotte Perkins Gilman (RO)
- Evolution et éthique de l'eugénisme (FR)
- Imre Lakatos: Methodological Tolerance and Heuristic (EN)
- Gravitația (RO)
- Filosofia contează - Prezentări și recenzii (RO)
- Les aventures d'une fourmi rouge (The adventures of a red ant), par (by) Henri de la Blanchère (FR-EN)
- Big Data Ethics in Research (EN)
- Înțeles, sens și referință în filosofia limbajului și logica filosofică (RO)
- Epistemology of experimental gravity - Scientific rationality (EN)
- Fables et histoires populaires chinoises, par Mary Hayes Davis, Chow-Leung (FR)
- Causal Theories of Reference for Proper Names (EN)

- Last Thoughts, by Henri Poincaré (EN)
- Memories of a Sparrow, by Henri de la Blanchère (EN)
- Les mémoires d'un Pierrot (Memories of a Sparrow), by Henri de la Blanchère (FR-EN)
- De ce (nu) suntem fericiți? (RO)
- Excel - Ghid pentru începători (RO)
- PowerPoint - Ghid pentru începători (RO)
- Epistémologie de la gravité expérimentale - Rationalité scientifique (FR)
- L'éthique des mégadonnées (Big Data) en recherche (FR)
- Théories causales de la référence pour les noms propres (FR)
- Emoțiile și inteligența emoțională în organizații (RO)
- Inteligența emoțională (RO)
- Emotions and Emotional Intelligence in Organizations (EN)

## Contact

Email: [nicolae@sfetcu.com](mailto:nicolae@sfetcu.com)

Skype: nic01ae

Facebook/Messenger: <https://www.facebook.com/nicolae.sfetcu>

Twitter: <http://twitter.com/nicolae>

LinkedIn: <http://www.linkedin.com/in/nicolaesfetcu>

YouTube: <https://www.youtube.com/c/NicolaeSfetcu>

# Editura

## MultiMedia Publishing

*web design, comerț electronic, alte aplicații web \* internet marketing, seo, publicitate online, branding  
\* localizare software, traduceri engleză și franceză \* articole, tehnoredactare computerizată,  
secretariat \* prezentare powerpoint, word, pdf, editare imagini, audio, video \* conversie, editare și  
publicare cărți tipărite și electronice, isbn*

Tel./ WhatsApp: 0040 745 526 896

Email: [office@multimedia.com.ro](mailto:office@multimedia.com.ro)

MultiMedia: <http://www.multimedia.com.ro/>

Online Media: <https://www.setthings.com/>

Facebook: <https://www.facebook.com/multimedia.srl/>

Twitter: <http://twitter.com/multimedia>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/multimedia-srl/>