

MATERIA

**SOLIDE
LICHIDE
GAZE
PLASMA**

FENOMENOLOGIE

Nicolae Sfetcu

Materia: Solide, Lichide, Gaze, Plasma

Fenomenologie

Nicolae Sfetcu

Publicat de Nicolae Sfetcu

Copyright 2018 Nicolae Sfetcu



(Apa în două stări: lichidă (inclusiv norii, care sunt exemple de aerosoli) și solidă (gheață).)

O perspectivă contemporană asupra materiei ia în considerare toate entitățile științifice observabile. În principiu, definiția materiei se limitează la astfel de entități explorate de fizică.

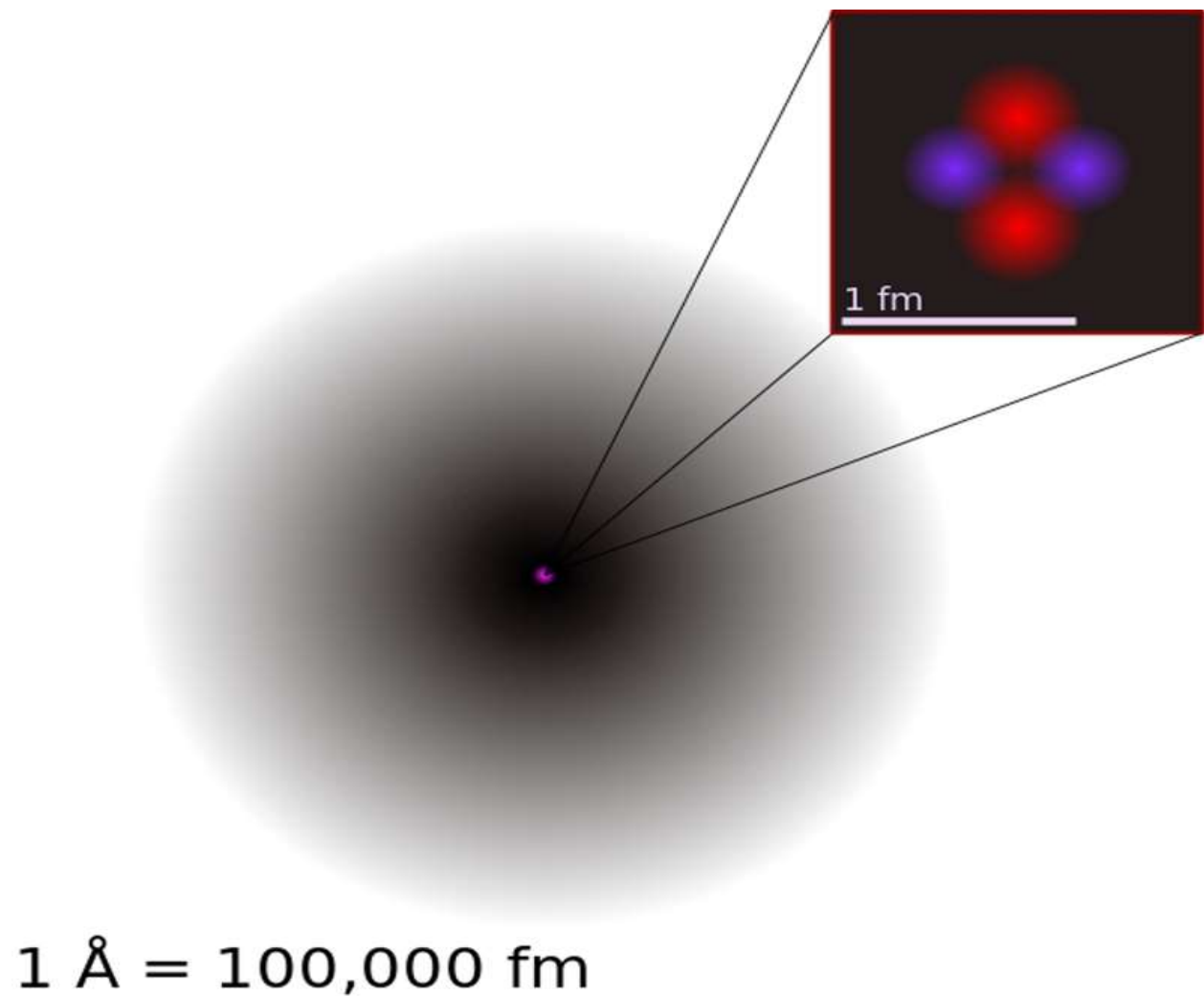
Definiția considerată aici este cea de materie la cele mai mici dimensiuni, așa cum sunt cele mai multe entități fundamentale în fizică. Astfel, materia poate fi văzută ca material compus din particule care sunt fermioni și care se conformează, prin urmare, principiului de excluziune al lui Pauli, care afirmă că nu pot exista doi fermioni în aceeași stare cuantică. Datorită acestui principiu, nu toate particulele care alcătuiesc materia ajung în starea lor de energie cea mai joasă și, prin urmare, este posibil să se creeze structuri stabile din fermioni. În plus, principiul de excluziune al lui Pauli asigură că două materii diferite nu vor ocupa aceeași locație în același

timp și, prin urmare, două materii diferite în care cele mai multe stări energetice sunt complete vor tinde să se ciocnească între ele, mai degrabă decât să treacă una prin cealaltă, așa cum se întâmplă cu câmpurile energetice precum lumina.

Materia pe care o observăm cel mai frecvent se prezintă sub forma de compuși, polimeri, aliaje, sau elemente pure.

În funcție de condițiile termodinamice diferite, cum ar fi temperatura și presiunea, materia poate exista în diferite “faze”, cele mai familiare fiind cele de solid, lichid, și gaz. Alte faze pot fi cele de plasmă, superfluid, și condensat Bose-Einstein. Atunci când materia trece dintr-o fază în alta, este supusă la ceea ce este cunoscut ca tranziție de fază, un fenomen studiat în termodinamică.

Natura atomică a materiei



(Structura atomului de heliu, https://en.wikipedia.org/wiki/File:Helium_atom_QM.svg)

Atomul este cel mai mic constitutiv ireductibil al unui sistem chimic. Cuvântul este derivat din limba greacă, *atomos*, indivizibil, format din particula *a-*, nu, și *tomos*, divizare. Acesta reprezintă de obicei atomi chimici, componentele de bază ale moleculelor și materia obișnuită. Acești atomi nu sunt divizibili prin reacții chimice, dar sunt acum cunoscuți a fi compuși din particule subatomice chiar mai mici. Dimensiunile acestor atomi sunt în general în intervalul de la 22 până la 100 pm.

Ipoteze atomice

Marea varietate de materie cu care ne confruntăm în experiența de zi cu zi este formată din atomi. Existența unor astfel de particule a fost propusă pentru prima dată de către filosofii greci, precum Democrit, Leucippus, și epicurienii, dar fără niciun argument real, astfel încât conceptul a dispărut. Aristotel argumenta împotriva indivizibililor lui Democritus (care diferă considerabil de utilizarea istorică și modernă a termenului "atom"). Conceptul atomic a fost reînviat de Rudjer Bosovich în secolul XVIII, și apoi aplicat în chimie de John Dalton.

Rudjer Bosovich și-a bazat teoria pe mecanica newtoniană și a publicat-o în 1758 în lucrarea sa *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium*. Conform lui Bosovich, atomii sunt puncte fără structură internă, care prezintă forțe de respingere și atracție între ele, în funcție de distanță. John Dalton a folosit teoria atomică pentru a explica de ce gazele se combina întotdeauna în raporturi simple. Abia odată cu studiile lui Amedeo Avogadro, în secolul XIX, oamenii de știință au început să se facă distincția între atomi și molecule. În timpurile moderne atomii au fost observați și experimental.

După cum s-a constatat ulterior, atomii sunt făcuți din particule mai mici. De fapt, aproape tot atomul este spațiu gol. În centru este un nucleu pozitiv mic compus din nucleoni (protoni și neutroni), iar restul atomului conține numai norii de electroni destul de flexibili. De obicei atomii sunt neutri electric, cu un număr egal de electroni și protoni. Atomii sunt clasificați în general prin numărul atomic, care corespunde numărului de protoni din atom. De exemplu, atomii de carbon sunt acei atomi care conțin 6 protoni. Toți atomii care au același număr atomic partajează o varietate largă de proprietăți fizice și prezintă același comportament chimic. Diferitele tipuri de atomi sunt prezentate în tabelul periodic. Atomi având același număr atomic, dar diferite mase atomice (datorită numărului lor diferit de neutroni), se numesc izotopi.

În 1827, botanistul Robert Brown a folosit un microscop pentru a privi praful care plutea în apă printr-o mișcare la întâmplare ("browniană") concluzionând că aceasta se datorează moleculelor de apă. În 1905, Albert Einstein a demonstrat realitatea acestor molecule și a mișcărilor lor prin producerea primei analize fizice statistice a mișcării browniene. Fizicianul francez Jean Perrin a folosit lucrarea lui Einstein pentru a determina experimental masa și dimensiunile atomilor, confirmând astfel în mod concludent teoria atomică a lui Dalton.

Cel mai simplu atom este atomul de hidrogen, având numărul atomic 1, și constând dintr-un proton și un electron. Acesta a fost subiect de mare interes în domeniul științei, în special în dezvoltarea timpurie a teoriei cuantice.

Comportamentul chimic al atomilor se datorează interacțiunilor dintre electroni. În special electronii din orbitele exterioare, numiți electroni de valență, au cea mai mare influență asupra comportamentului chimic. Electronii nucleului (cele care nu aparțin de mantaua exterioară) joacă și ei un rol, dar de obicei în funcție de un efect secundar datorat screening-ului sarcinii pozitive din nucleul atomic.

Există o tendință puternică la atomi de a umple complet (sau goli complet) învelișul de electroni exterior în care, în hidrogen și heliu, există loc pentru doi electroni, iar în toți ceilalți atomi există loc pentru opt electroni. Acest lucru este realizat fie prin schimbul de electroni cu atomii vecini, fie prin îndepărtarea completă a electronilor de la alți atomi. Când electronii sunt partajați se formează o legătură covalentă între cei doi atomi. Legăturile covalente sunt cel mai puternic tip de legături atomice.

Când unul sau mai mulți electroni sunt complet eliminați dintr-un atom de către alt atom, se formează ioni. Ionii sunt atomi care posedă o sarcină diferită de zero, ca urmare a unui dezechilibru în numărul de protoni și electroni. Ionul care a luat electronul se numește *anion*, și este încărcat negativ. Atomul care a pierdut electronul este numit *cation*, și este încărcat pozitiv. Cationii și anionii sunt atrași unul de celălalt datorită forțelor coulombiene între sarcinile pozitive și negative. Această atracție este numită legături ionice, și este mai slabă decât legăturile covalente.

După cum s-a menționat mai sus, legătura covalentă implică o stare în care electronii sunt împărțiți în mod egal între atomi, în timp ce legătura ionică presupune că electronii sunt complet îndepărtați de anion. Cu excepția unui număr limitat de cazuri extreme, niciuna dintre aceste imagini nu este complet corectă. În cele mai multe cazuri de legături covalente, electronul este comun în mod inegal, petrece mai mult timp în jurul atomului mai electronegativ, rezultând că legătura covalentă are un oarecare caracter ionic. În mod similar, în legătura ionică electronii petrec adesea o mică parte din timp în jurul atomului mai electropozitiv, rezultând un oarecare caracter de covalență pentru legătura ionică.

Modele istorice de atomi:

- Modelul lui Democrit
- Modelul budincă de prune
- Modelul Bohr
- Modelul mecanicii cuantice

Proprietățile atomilor

Proprietăți nucleare

Prin definiție, oricare doi atomi cu un număr identic de *protoni* în nucleele lor aparțin aceleiași element chimic. Atomii cu un număr egal de protoni, dar cu un număr diferit de *neutroni* sunt *izotopi* diferiți ai aceleiași element. De exemplu, toți atomii de hidrogen admit exact un proton, dar există izotopi fără neutroni (hidrogen-1, de departe cea mai comună formă, de asemenea numit protium), un neutron (deuteriu), doi neutroni (tritiu) și mai mult de doi neutroni .

Elementele cunoscute formează un set de numere atomice, de la un singur element de protoni până la elementul cu 118 protoni. Toți izotopii cunoscuți ai elementelor cu numere atomice mai mari de 82 sunt radioactivi, deși radioactivitatea elementului 83 (bismut) este atât de ușoară încât este practic neglijabilă.

Aproximativ 339 de nuclizi se găsesc în mod natural pe Pământ, dintre care 254 (aproximativ 75%) nu s-au observat că se descompun și sunt denumiți "izotopi stabili". Cu toate acestea, numai 90 dintre acești nuclizi sunt stabili față de orice tip de dezintegrare, chiar și în teorie. Un alt număr de 164 (care aduc totalul la 254) nu s-a observat să se dezintegreze, chiar dacă teoretic este posibil din punct de vedere energetic. Acestea sunt, de asemenea, clasificați oficial drept "stabili". Un număr de 34 de nuclizi radioactivi au un timp de înjumătățire mai mare de 80 de milioane de ani, suficient de mult timp pentru a fi prezenți de la nașterea sistemului solar. Această colecție de 288 de nuclizi este cunoscută ca nuclizi primordiali. În cele din urmă, se știe că alți 51 de nuclizi de scurtă durată apar în mod firesc, ca produse rezultante ale dezintegrării nucleului primordial (cum ar fi radiațiile din uraniu) sau ca produse ale proceselor energetice naturale de pe Pământ, cum ar fi bombardarea cu raze cosmice (de exemplu, carbon-14).

Pentru 80 dintre elementele chimice există cel puțin un izotop stabil. De regulă, există doar o mână de izotopi stabili pentru fiecare dintre aceste elemente, media fiind de 3,2 izotopi stabili per element. Douăzeci și șase de elemente au doar un singur izotop stabil, în timp ce cel mai mare număr de izotopi stabili observat pentru orice element este de zece, pentru elementul staniu. Elementele 43, 61 și toate elementele numerotate 83 sau mai mari nu au izotopi stabili.

Stabilitatea izotopilor este afectată de raportul dintre protoni și neutroni, precum și de prezența anumitor "numere magice" de neutroni sau protoni care reprezintă benzile cuantice închise și umplute. Aceste benzi cuantice corespund unui set de nivele de energie în cadrul modelului de bandă al nucleului; benzile umplute, cum ar fi banda umplut cu 50 de protoni pentru staniu, conferă o stabilitate neobișnuită asupra nuclidului. Dintre cei 254 nuclizi cunoscuți stabili, doar patru au atât un număr impar de protoni, cât și un număr impar de neutroni: hidrogen-2 (deuteriu), litiu-6, bor-10 și azot-14. De asemenea, numai patru nuclizi există natural, nuclizii radioactivi impar-impar au un timp de înjumătățire de peste un miliard de ani: potasiu-40, vanadiu-50, lantan-138 și tantal-180m. Cei mai mulți nuclizi impari sunt foarte instabili în ceea ce privește dezintegrarea beta, deoarece produsele de dezintegrare sunt par-par și, prin urmare, sunt legate mai puternic, datorită efectelor de împerechere nucleară.

.....

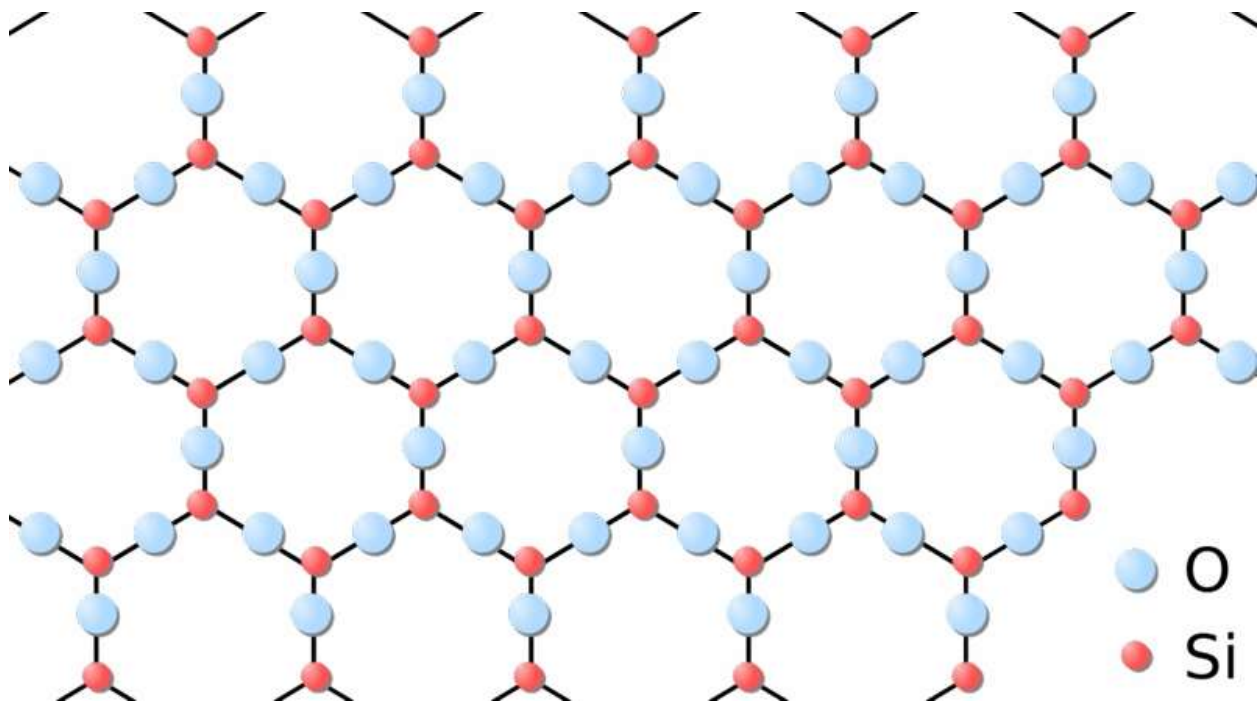
Solide

Solidul este una dintre cele patru stări fundamentale ale materiei (celelalte fiind lichid, gaz și plasmă). În solide moleculele sunt împachetate strâns. Se caracterizează prin rigiditate structurală și rezistență la schimbări de formă sau volum. Spre deosebire de lichide, un obiect solid nu curge să ia forma recipientului său, nici nu se extinde pentru a umple întregul volum disponibil ca un gaz. Atomii dintr-un solid sunt legați unul de celălalt, fie într-o rețea geometrică obișnuită (solide cristaline, care includ metale și gheața obișnuită), fie neregulat (un solid amorf, cum ar fi sticla

obișnuită). Materialele solide nu pot fi comprimate cu presiune redusă, în timp ce gazele pot fi comprimate cu presiune redusă, deoarece moleculele de gaze sunt împachetate slab.

Ramura fizicii care se ocupă cu substanțele solide se numește fizică solidului și este ramura principală a fizicii materiei condensate (care include și lichidele). Știința materialelor se referă în primul rând la proprietățile fizice și chimice ale substanțelor solide. Chimia stării solide este în special preocupată de sinteza materialelor noi, precum și de știința identificării și a compoziției chimice.

Atomii, moleculele sau ionii care alcătuiesc solidele pot fi aranjați într-un model repetat ordonat sau neregulat. Materialele ale căror constituenți sunt aranjați într-un model regulat sunt cunoscute sub numele de cristale. În unele cazuri, ordonarea regulată poate continua fără întreruperi pe o scară largă, de exemplu în diamante, fiecare diamant fiind un singur cristal. Obiectele solide care sunt suficient de mari pentru a se vedea și a fi manipulate sunt rareori compuse dintr-un singur cristal, ele sunt compuse dintr-un număr mare de cristale unice, cunoscute sub numele de cristalite, ale căror dimensiuni pot varia de la câțiva nanometri la câțiva metri. Astfel de materiale se numesc policristaline. Aproape toate metalele comune, și multe ceramici, sunt policristaline.



(Reprezentarea schematică a unei rețele cristaline ordonate cu compoziție chimică identică - cuarț.)

În alte materiale, nu există ordonare pe scară largă în poziția atomilor. Aceste solide sunt cunoscute sub denumirea de solide amorfе; exemplele includ polistiren și sticlă.

Indiferent dacă un solid este cristalin sau amorf, depinde de materialul implicat și de condițiile în care a fost format. Solidele care se formează prin răcire lentă tind să fie cristaline, în timp ce solidele care sunt răcite rapid sunt mult mai probabil să fie amorfе. De asemenea, structura

cristalină specifică adoptată de un solid cristalin depinde de materialul implicat și de modul în care a fost format.

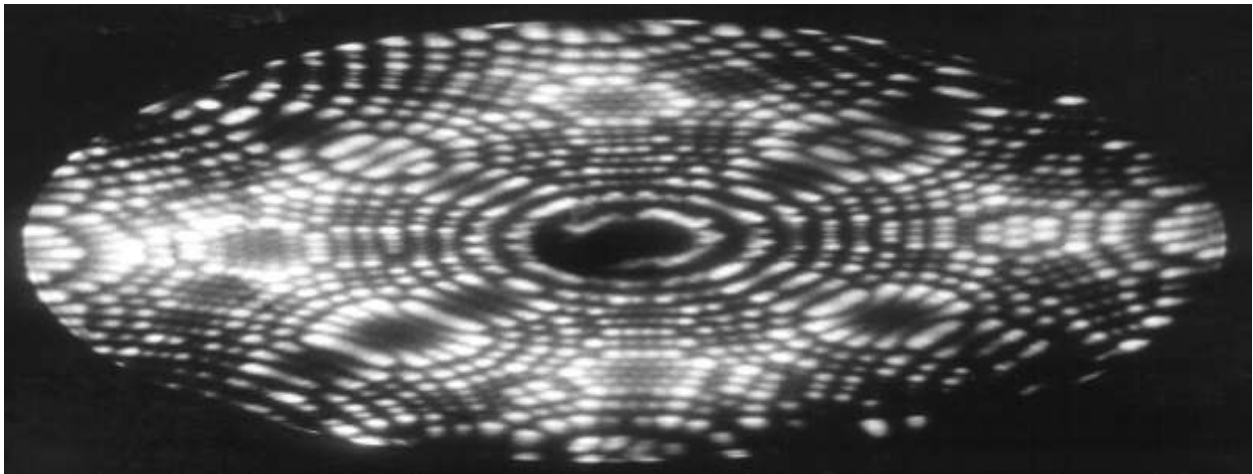
Deși multe obiecte obișnuite, cum ar fi un cub de gheață sau o monedă, sunt formate din materiale identice din punct de vedere chimic, multe alte materiale comune includ mai multe substanțe diferite. De exemplu, o rocă tipică este un agregat de mai multe minerale și mineraloide diferite, fără o compoziție chimică specifică. Lemnul este un material organic natural care constă în principal din fibre de celuloză înglobate într-o matrice de lignină organică. În știința materialelor, compozitele mai multor materiale constitutive pot fi proiectate pentru a avea proprietățile dorite.

Forțele dintre atomii dintr-un solid pot lua o varietate de forme. De exemplu, un cristal de clorură de sodiu (sare obișnuită) este alcătuit din sodiu și clor ionic, care sunt ținute împreună prin legături ionice. În diamant sau siliciu, atomii împart electroni și formează legături covalente. În metale, electronii sunt împărțiți în legături metalice. Unele substanțe solide, în special cei mai mulți compuși organici, sunt menținute împreună cu forțele van der Waals rezultate din polarizarea norului de sarcină electronică pe fiecare moleculă. Diferențele dintre tipurile de solide rezultă din diferențele dintre legăturile lor.

Materialele compozite conțin două sau mai multe faze macroscopice, dintre care una este adesea ceramică. De exemplu, o matrice continuă și o fază dispersată de particule sau fibre ceramice.

Proprietățile fizice ale elementelor și compușilor care furnizează dovezi concludente ale compoziției chimice includ: mirosul, culoarea, volumul, densitatea (masa pe unitatea de volum), punctul de topire, punctul de fierbere, capacitatea termică, forma fizică și forma la temperatura camerei (solid, lichid, gaz; cristale cubice, trigonale etc.), duritate, porozitate, indice de refracție și multe altele.

Microscopia cu ioni în câmp



(Imagine microscopică cu ioni în câmp de la capătul unui ac platinic ascuțit. Fiecare spot luminos este un atom de platină. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:FIM-platinum.jpg>)

Microscopul cu ioni în câmp (MIC) a fost inventat de Müller în 1951. Este un tip de microscop care poate fi folosit pentru a imagina dispunerea atomilor la suprafața unui vârf de metal ascuțit.

Pe 11 octombrie 1955, Erwin Müller și doctorandul său, studentul, Kanwar Bahadur (Universitatea de Stat din Pennsylvania), a observat atomii individuali de tungsten pe suprafața vârfului de tungsten puternic ars, prin răcirea acestuia la 21 K și prin utilizarea heliului ca gaz de imagistică. Müller & Bahadur au fost primele persoane care au observat direct atomii individuali.

Introducere

În MIC, se folosește o vârf de metal ascuțit (<50 nm) care se plasează într-o cameră de vid extrem de mare, umplută cu un gaz de imagistică, cum ar fi heliu sau neon. Vârful este răcit la temperaturi criogenice (20-100 K). O tensiune pozitivă de 5 până la 10 kilovolți se aplică vârfului. Atomii de gaz adsorbiți pe vârf sunt ionizați de câmpul electric puternic din vecinătatea vârfului ("ionizarea în câmp"), devenind încărcăți pozitiv și fiind respinși de vârf. Curbura suprafeței din apropierea vârfului provoacă o mărire naturală - ionii sunt respinși într-o direcție aproximativ perpendiculară pe suprafață (un efect de "proiecție punctuală"). Un detector este plasat astfel încât să colecteze acești ioni respinși; imaginea formată din toți ionii colectați poate avea o rezoluție suficientă pentru a imagina atomii individuali de pe suprafața vârfului.

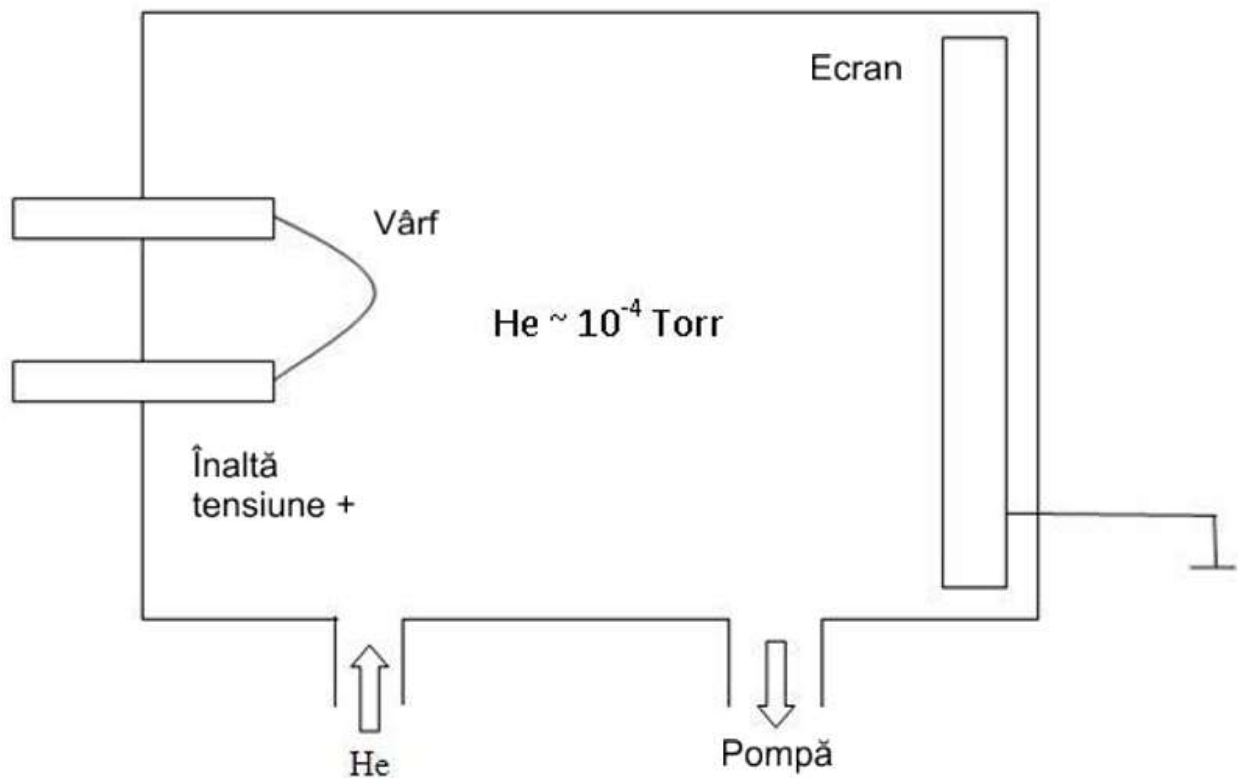
Spre deosebire de microscopul convențional, unde rezoluția spațială este limitată de lungimea de undă a particulelor care sunt utilizate pentru imagistică, MIC este un microscop de tip proiecție cu rezoluție atomică și o mărire aproximativă de câteva milioane de ori.

Design, limitări și aplicații

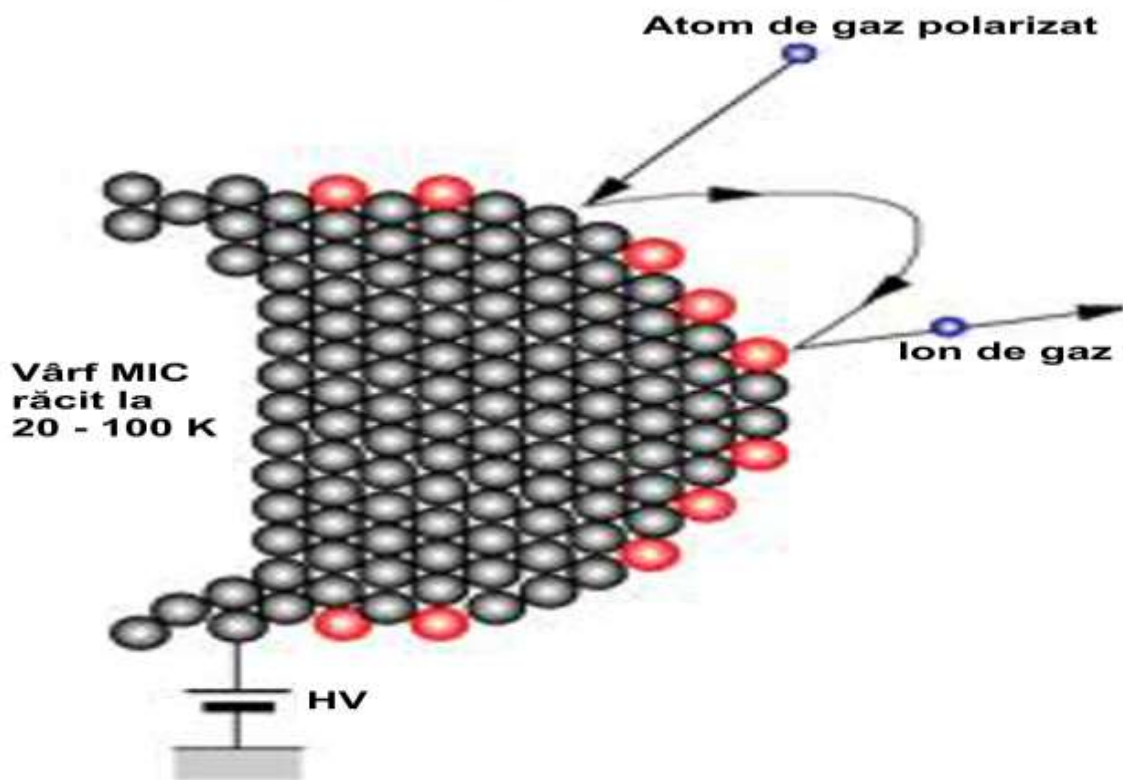
MIC, ca și microscopia emisiilor de câmp (MEC), constă dintr-un vârf ascuțit de probă și un ecran fluorescent (acum înlocuit cu o placă multi-canal) ca elemente-cheie. Cu toate acestea, există unele diferențe esențiale după cum urmează:

1. Potențialul vârfului este pozitiv.
2. Camera este umplută cu un gaz de imagistică (în mod obișnuit, He sau Ne la 10^{-5} până la 10^{-3} Torr).
3. Vârful este răcit la temperaturi scăzute (~ 20-80K).

La fel ca MEC, intensitatea câmpului la vârf este de obicei de câțiva V/Å. Setarea experimentală și formarea imaginii în MIC sunt ilustrate în figuri.



(Setarea experimentală MIC. https://en.wikipedia.org/wiki/File:FIM_experimental_set_up.jpg)



(Proces de formare a imaginii MIC. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:FIMtip.JPG>)

În MIC, prezența unui câmp puternic este critică. Atomii de gaze de imagistică (He, Ne) în apropierea vârfului sunt polarizați de câmp și deoarece câmpul este neuniform, atomii polarizați sunt atrași spre suprafața vârfului. Atomii de imagistică își pierd apoi energia cinetică efectuând o serie de salturi și se adaptează la temperatura vârfului. În cele din urmă, atomii de imagistică sunt ionizați prin electroni de tunel în suprafață și ionii pozitivi care rezultă sunt accelerați de-a lungul liniilor de câmp către ecran pentru a forma o imagine foarte mărită a vârfului eșantionului.

În MIC, ionizarea are loc aproape de vârful unde câmpul este cel mai puternic. Electronul care tunează de la atom este luat de vârf. Există o distanță critică, x_c , la care probabilitatea de tunel este maximă. Această distanță este de obicei de aproximativ 0,4 nm. Rezoluția spațială foarte ridicată și contrastul ridicat pentru caracteristicile de pe scara atomică rezultă din faptul că câmpul electric este intensificat în vecinătatea atomilor de suprafață datorită curbei locale mai mari. Rezoluția MIC este limitată de viteza termică a ionului de imagistică. Rezolvarea ordinii de 1 Å (rezoluție atomică) poate fi obținută prin răcirea eficientă a vârfului.

Folosirea lui MIC, cum ar fi MEC, este limitată de materialele care pot fi fabricate în formă de vârf ascuțit, pot fi utilizate într-un mediu vacuum ultra-înalt, și pot tolera câmpurile electrostatice înalte. Din aceste motive, metalele refractare cu temperaturi ridicate de topire (de exemplu W, Mo, Pt, Ir) sunt obiecte obișnuite pentru experimentele MIC. Vârfurile metalice pentru MEC și MIC sunt pregătite prin electroliza (lustruirea electrochimică) a firelor subțiri. Cu toate acestea, aceste vârfuluri conțin, de obicei, multe asperități. Procedura de preparare finală implică îndepărtarea *in situ* a acestor asperități prin evaporare în câmp doar prin creșterea tensiunii vârfului. Evaporarea în câmp este un procedeu indus de câmp care implică îndepărtarea atomilor de la suprafața însăși la intensități foarte mari ale câmpului și care are loc în mod obișnuit în domeniul 2-5 V/Å. Efectul câmpului în acest caz este de a reduce energia de legare eficientă a atomului la suprafață și de a da, de fapt, o rată de evaporare mult mai mare comparativ cu cea așteptată la acea temperatură la câmpuri zero. Acest proces se autoreglează, deoarece atomii aflați în poziții de înaltă curbura locală, cum ar fi adatomii sau atomii de la margine, sunt îndepărtați preferențial. Vârfurile folosite în MIC sunt mai ascuțite (raza vârfului este de 100 ~ 300 Å) comparativ cu cele utilizate în experimentele MEC (raza vârfului ~ 1000 Å).

MIC a fost folosit pentru a studia comportamentul dinamic al suprafețelor și comportamentul adatomilor pe suprafețe. Problemele studiate includ fenomenul adsorbție-desorbție, difuzia de suprafață a adatomilor și grupurilor, interacțiunile adatom-adatom, forma cristalului de echilibru etc. Cu toate acestea, există posibilitatea ca rezultatele să fie afectate de suprafața limitată (efecte de margine) și de prezența câmpului electric mare.

.....

Lichide



(Formarea unei picături sferice de apă lichidă minimizează suprafața, care este rezultatul natural al tensiunii de suprafață în lichide.)

Un lichid este un fluid aproape incompresibil care ia forma recipientului său, dar păstrează un volum (aproape) constant independent de presiune. Ca atare, este una dintre cele patru stări fundamentale ale materiei (celelalte fiind solidă, gaz și plasmă) și este singura stare cu un volum clar dar fără formă fixă. Un lichid este format din mici particule vibrante de materie, precum atomii, care sunt ținute împreună prin legături intermoleculare. Apa este, de departe, cel mai comun lichid pe Pământ. Ca și gazul, lichidul este capabil să curgă și să ia forma unui recipient. Majoritatea lichidelor rezistă la compresie, deși altele pot fi comprimate. Spre deosebire de gaz, lichidul nu se dispersează pentru a umple fiecare spațiu al unui container și menține o densitate destul de constantă. O proprietate distinctă a stării lichide este tensiunea superficială, ceea ce duce la fenomenul de umectare.

Densitatea unui lichid este, de obicei, aproape de cea a unui solid și mult mai mare decât în cazul unui gaz. Prin urmare, lichidul și solidul sunt ambele denumite materie condensată. Pe de altă parte, deoarece lichidele și gazele împărtășesc capacitatea de a curge, ambele sunt numite fluide. Deși apa lichidă este abundentă pe Pământ, această stare de materie este, de fapt, cea mai puțin comună în universul cunoscut, deoarece lichidele necesită un interval de temperatură/presiune relativ îngust pentru a exista. Cea mai cunoscută materie din univers este în formă gazoasă (cu urme de materie solidă detectabilă) ca norii interstelari sau sub formă de plasmă în interiorul stelelor.

Spre deosebire de un solid, moleculele dintr-un lichid au o libertate mult mai mare de a se deplasa. Forțele care leagă moleculele împreună într-un solid sunt doar temporare într-un lichid, permițând unui lichid să curgă în timp ce un solid rămâne rigid.

Un lichid poate curge, ia forma unui container și, dacă este plasat într-un container etanș, va distribui presiunea aplicată uniform pe fiecare suprafață din recipient. Dacă lichidul este plasat într-o pungă, acesta poate fi deformată în orice formă. Spre deosebire de gaz, lichidul este aproape incompresibil, ocupă aproape un volum constant pe o gamă largă de presiuni; în general, nu se extinde pentru a umple spațiul disponibil într-un container, ci își formează suprafața proprie și poate să nu se amestece întotdeauna ușor cu un alt lichid. Aceste proprietăți fac lichidul adecvat pentru aplicații precum hidraulica.

Particulele lichide sunt legate ferm, dar nu rigid. Ele sunt capabile să se miște reciproc în mod liber, ducând la un grad limitat de mobilitate a particulelor. Pe măsură ce crește temperatura, vibrațiile crescute ale moleculelor determină creșterea distanțelor dintre molecule. Atunci când un lichid atinge punctul de fierbere, forțele coezive care leagă moleculele scad mult, și lichidul se schimbă în starea sa gazoasă (dacă nu apare supraîncălzirea). Dacă temperatura este scăzută, distanțele dintre molecule devin mai mici. Atunci când lichidul ajunge la punctul de congelare, moleculele se vor închide, de obicei într-o ordine foarte specifică, numită cristalizare, iar legăturile dintre ele devin mai rigide, schimbând starea lichidului în solidă (dacă nu apare suprarăcirea).

Doar două elemente sunt lichide în condiții standard de temperatură și presiune: mercur și brom. Alte patru elemente au puncte de topire puțin peste temperatura camerei: franciu, cesiu, galiu și rubidiu. Aliajele metalice care sunt lichide la temperatura camerei includ NaK, un aliaj metalic de sodiu-potasiu, galinstan, un lichid fuzibil din aliaj, și unele amalgame (aliaje care implică mercur).

Substanțele pure care sunt lichide în condiții normale includ apă, etanol și mulți alți solvenți organici. Apa lichidă are o importanță vitală în chimie și biologie; este o necesitate pentru existența vieții.

Lichidele anorganice includ apa, magma, solvenți anorganici neapoși și mulți acizi.

Lichide importante de zi cu zi includ soluții apoase cum ar fi înălbitorul de uz casnic, alte amestecuri de substanțe diferite precum uleiuri minerale și benzină, emulsii cum ar fi amestecuri de uleiuri cu acizi sau maioneza, suspensii precum sânge și coloizi cum ar fi vopseaua și laptele.

Multe gaze pot fi lichefiate prin răcire, producând lichide cum ar fi oxigen lichid, azot lichid, hidrogen lichid și heliu lichid. Nu toate gazele pot fi lichefiate la presiune atmosferică, de exemplu dioxidul de carbon poate fi lichefiat numai la presiuni de peste 5,1 atm.

Unele materiale nu pot fi clasificate în cele trei stări clasice ale materiei; ele au proprietăți simultane asemănătoare solidelor și lichidelor. Exemplele includ cristale lichide, utilizate în afișaje LCD, și membrane biologice.

Aplicații

Lichidele au o varietate de utilizări, ca lubrifianți, solvenți și lichide de răcire. În sistemele hidraulice, lichidul este utilizat pentru a transmite puterea.

În tribologie, lichidele sunt studiate pentru proprietățile lor ca lubrifianți. Lubrifianții, cum ar fi uleiul, sunt aleși pentru caracteristicile de vâscozitate și debit care sunt adecvate în întreaga gamă de temperatură de funcționare a componentei. Uleiul este adesea utilizat în motoare, cutii de viteze, prelucrarea metalelor și sisteme hidraulice pentru proprietățile bune de lubrifiere.

Multe lichide sunt utilizate ca solvenți, pentru a dizolva alte lichide sau solide. Soluțiile se găsesc într-o mare varietate de aplicații, inclusiv vopsele, agenți de etanșare și adezivi. Nafta și acetona sunt utilizate frecvent în industrie pentru a curăța petrolul, grăsimea și gudronul de la componente și mașini. Fluidele corporale sunt soluții bazate pe apă.

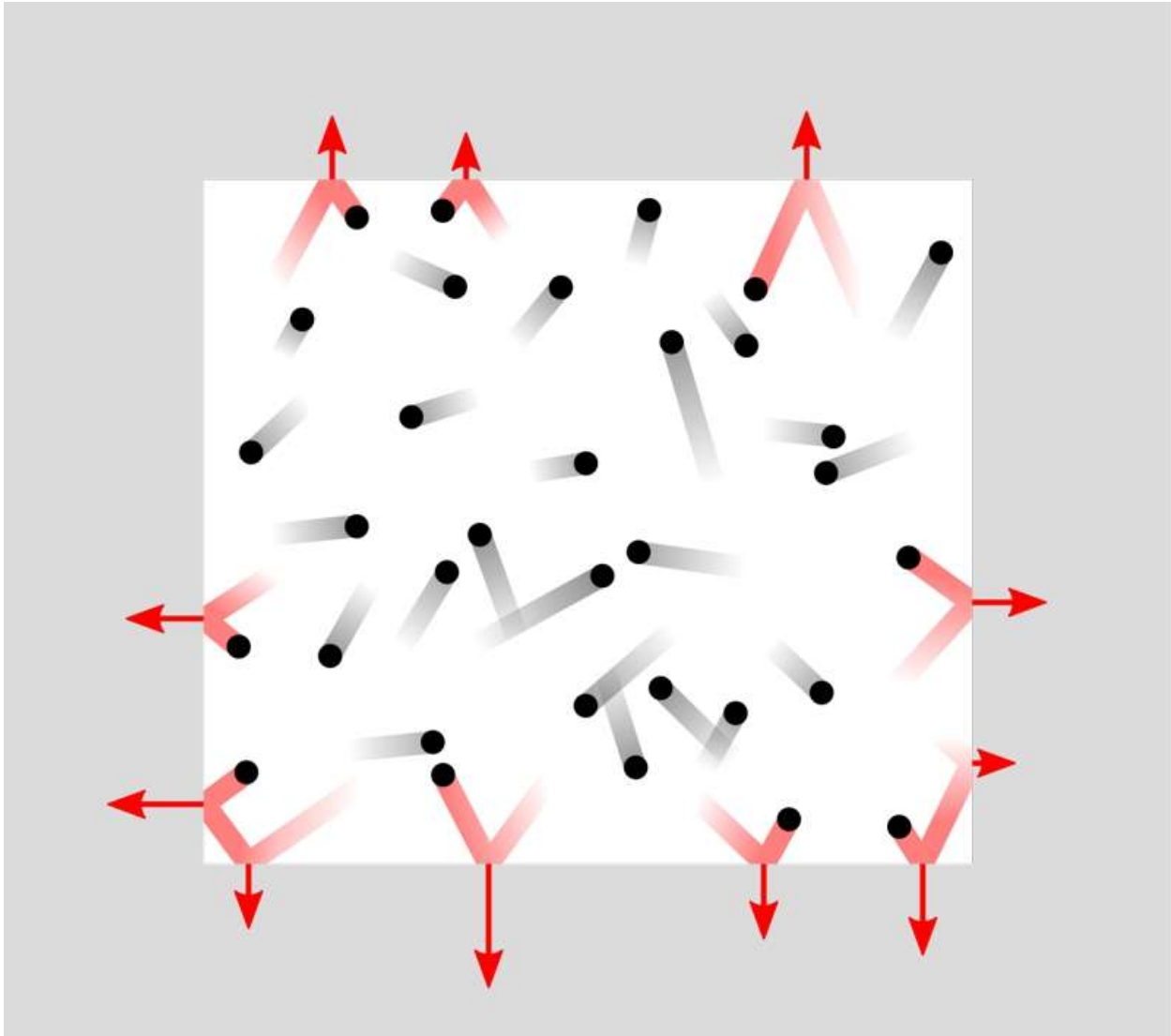
Agenții tensioactivi se găsesc frecvent în săpunuri și detergenți. Solvenți precum alcoolul sunt adesea utilizați ca antimicrobieni. Acestea se găsesc în cosmetice, cerneluri și lasere pentru coloranți lichizi. Acestea sunt utilizate în industria alimentară, în procese precum extracția uleiului vegetal.

Lichidele au tendința de a avea o conductivitate termică mai bună decât gazele, iar capacitatea de a curge face lichidul adecvat pentru îndepărtarea excesului de căldură din componentele mecanice. Căldura poate fi îndepărtată prin canalizarea lichidului printr-un schimbător de căldură, cum ar fi un radiator, sau căldura poate fi îndepărtată cu lichidul în timpul evaporării. Apa sau lichidul de răcire glicol sunt folosite pentru a menține motoarele departe de supraîncălzire. Răcitorii utilizați în reactoarele nucleare includ apă sau metale lichide, cum ar fi sodiu sau bismut. Filmele de propulsie lichidă sunt utilizate pentru răcirea camerelor de împingere ale rachetelor. În procesul de prelucrare, apa și uleiurile sunt utilizate pentru a elimina excesul de căldură generat, care poate distruge rapid atât piesa de lucru, cât și sculele. În timpul transpirației, transpirația îndepărtează căldura din corpul uman prin evaporare. În industria de încălzire, ventilație și aer condiționat, lichide precum apa sunt utilizate pentru transferul căldurii dintr-o zonă în alta.

Lichidul este componenta principală a sistemelor hidraulice, care folosesc legea lui Pascal pentru a furniza energie fluidă. Dispozitive, cum ar fi pompele și roțile de apă, au fost folosite pentru a schimba mișcarea lichidului în lucru mecanic din cele mai vechi timpuri. Uleiul este forțat prin pompele hidraulice, care transmit această forță la cilindrii hidraulici. Hidraulica poate fi găsită în multe aplicații, cum ar fi frânele și transmisiile auto, echipamentele grele și sistemele de control al avioanelor. Diferitele prese hidraulice sunt utilizate pe scară largă în reparații și producție, pentru ridicare, presare, strângere și formare.

Lichidele sunt uneori utilizate în dispozitivele de măsurare. Un termometru utilizează adesea expansiunea termică a lichidelor, cum ar fi mercurul, combinată cu capacitatea lor de a curge pentru a indica temperatura. Un manometru utilizează greutatea lichidului pentru a indica presiunea aerului.

Presiunea



*(Presiunea exercitată de coliziuni de particule în interiorul unui container închis.
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Pressure_exerted_by_collisions.svg)*

Presiunea (simbol: p sau P) este forța aplicată perpendicular pe suprafața unui obiect pe unitatea de suprafață pe care este distribuită forța. Presiunea relativă este diferența dintre presiunea absolută și presiunea ambiantă.

Sunt utilizate diferite unități pentru a exprima presiunea. Unele dintre acestea provin dintr-o unitate de forță împărțită la unitate de suprafață; unitatea SI de presiune, pascal (Pa), de exemplu, este un newton pe metru pătrat. Presiunea poate fi exprimată și în termeni de presiune atmosferică standard; atmosfera (atm) este egală cu această presiune, iar torr este definită ca 1/760 din aceasta. Unitățile manometrice, cum ar fi centimetrul de apă sau milimetrul de mercur, sunt utilizate pentru a exprima presiunile în ceea ce privește înălțimea coloanei unui anumit fluid într-un manometru.

Definiție

Presiunea este cantitatea de forță aplicată perpendicular pe suprafața unui obiect pe unitatea de suprafață. Simbolul pentru acesta este p sau P . Recomandarea IUPAC pentru presiune litera mică p . Cu toate acestea, majuscula P este și ea larg utilizată. Utilizarea lui P vs p depinde de domeniul în care se lucrează, de prezența în apropiere a altor simboluri pentru cantități precum puterea și impulsul, și stilul de scriere.

Formula matematică:

$$p = - F/A$$

unde p este presiunea, F este mărimea forței normale, A este aria suprafeței de contact.

Semnul minus provine din faptul că forța este considerată spre elementul de suprafață, în timp ce vectorul normal la suprafață indică spre exterior. Este incorect (deși destul de obișnuit) să spunem că "presiunea este îndreptată într-o direcție sau alta". Presiunea, ca scalar, nu are nicio direcție. Forța dată de relația anterioară are o direcție, dar presiunea este un scalar.

Presiunea este distribuită pe suprafețele solide sau în secțiunile arbitrare ale fluidului, *normal la* aceste limite sau secțiuni în fiecare punct. Este un parametru fundamental în termodinamică și este conjugat cu volumul.

Unități

Unitatea SI pentru presiune este pascal (Pa), egală cu un newton pe metru pătrat (N/m^2 sau $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$). Acest nume pentru unitate a fost adăugat în 1971; înainte de aceasta, presiunea în SI a fost exprimată pur și simplu în newtoni pe metru pătrat.

Alte unități de presiune sunt, de asemenea, în uz comun. Unitatea de presiune CGS este barul (Ba), egal cu $1 \text{ dyn} \cdot \text{cm}^{-2}$ sau $0,1 \text{ Pa}$. Presiunea este uneori exprimată în grame-forță sau kilograme-forță pe centimetru pătrat (g/cm^2 sau kg/cm^2) și fără a identifica în mod corespunzător unitățile de forță. Dar folosirea numelor kilograme, grame, kilogram-forță gram-forță (sau simbolurile lor) ca unități de forță este interzisă expres în SI. Atmosfera tehnică (simbol: at) este de 1 kgf/cm^2 (98.0665 kPa sau 14.223 psi).

.....

Gaze



(Particulele de fum oferă indicii pentru mișcarea gazului înconjurător.)

Gazul este una dintre cele patru stări fundamentale ale materiei (celelalte fiind solide, lichide și plasma. Un gaz pur poate fi alcătuit din atomi individuali (de exemplu, un gaz nobil cum ar fi neonul), molecule elementare dintr-un tip de atom (de exemplu, oxigen) sau molecule compuse realizate dintr-o varietate de atomi (de exemplu dioxid de carbon). Un amestec de gaz conține o varietate de gaze pure asemănătoare aerului. Ceea ce distinge un gaz de lichide și solide este separarea vastă a particulelor individuale de gaze. Această separare face, de obicei, gazul să fie incolor, invizibil pentru observatorul uman. Interacțiunea dintre particulele de gaze în prezența câmpurilor electrice și gravitaționale este considerată neglijabilă. Un tip de gaz cunoscut este aburul.

Starea gazoasă a materiei se găsește între stările lichide și cele din plasmă, din care ultima reprezintă limita superioară a temperaturii pentru gaze. În zona inferioară a scalei de temperatură se află gazele cuantice degenerative cărora li se acordă o atenție din ce în ce mai mare. Gazele atomice cu densitate superioară super răcite la temperaturi incredibil de scăzute sunt clasificate în funcție de comportamentul lor statistic fie ca gaz Bose, fie ca gaze Fermi.

Singurele elemente chimice care sunt molecule homonucleare stabile diatomice la temperatură și presiune standard sunt hidrogenul (H₂), azotul (N₂), oxigenul (O₂) și doi halogeni: fluor (F₂) și clor (Cl₂). Când sunt grupate împreună cu gazele nobile monatomice - heliu (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe) și radon (Rn) - aceste gaze se numesc "gaze elementare".

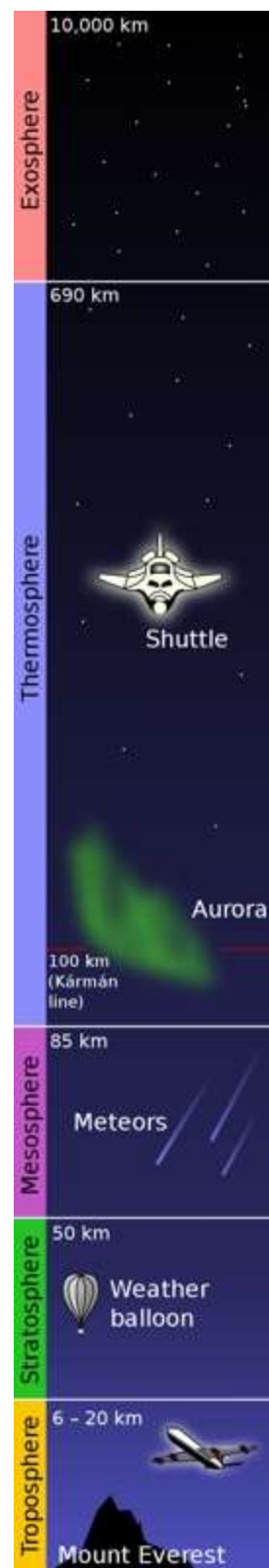
Caracteristici fizice

Deoarece cele mai multe gaze sunt greu de observat direct, ele sunt descrise prin utilizarea a patru proprietăți fizice sau caracteristici macroscopice: presiunea, volumul, numărul de particule (chimistii le grupează pe moli) și temperatura. Aceste patru caracteristici au fost observate în mod repetat de către oameni de știință precum Robert Boyle, Jacques Charles, John Dalton, Joseph Gay-Lussac și Amedeo Avogadro pentru o varietate de gaze în diverse situații. Studiile detaliate ale acestora au condus, în final, la o relație matematică între aceste proprietăți, exprimată prin legea ideală privind gazele.

Particulele de gaz sunt separate foarte mult una de cealaltă și, prin urmare, au legături intermoleculare mai slabe decât lichidele sau solidele. Aceste forțe intermoleculare rezultă din interacțiunile electrostatice dintre particulele de gaz. Suprafețele cu încărcare similară ale diferitelor particule de gaz se resping, în timp ce regiunile încărcate opus ale unor particule de gaz diferite se atrag una pe cealaltă; gazele care conțin ioni încărcăți permanent sunt cunoscute sub denumirea de plasmă. Compușii gazoși cu legături covalente polare au dezechilibre de sarcină permanente și prin urmare se confruntă cu forțe intermoleculare relativ puternice, în timp ce sarcina netă a compusului rămâne neutră. În cazul legăturilor covalente nepolarizate ale moleculelor există încărcări induse aleatoriu, iar interacțiunile electrostatice cauzate de acestea sunt denumite forțe Van der Waals. Interacțiunea acestor forțe intermoleculare variază în cadrul unei substanțe care determină multe dintre proprietățile fizice unice pentru fiecare gaz. O comparație a punctelor de fierbere pentru compușii formați prin legături ionice și covalente ne conduce la această concluzie. Particulele de fum care se deplasează în imagine oferă o anumită perspectivă asupra comportamentului gazului de joasă presiune.

În comparație cu alte stări de materie, gazele au densitate și vâscozitate scăzute. Presiunea și temperatura influențează particulele într-un anumit volum. Această variație a separării particulelor și a vitezei este denumită *compresibilitate*. Această separare și dimensiune a particulelor influențează proprietățile optice ale gazelor. În cele din urmă, particulele de gaz se răspândesc în afară sau difuzează pentru a se distribui în mod omogen în orice container.

(Straturile atmosferei Pământului)



Atmosfera

Atmosfera (din greacă $\alpha\tau\mu\acute{o}\varsigma$ (*atmos*), însemnând "vapori", și $\sigma\phi\alpha\iota\pi\alpha$ (*sphaira*), care înseamnă "sferă") este un strat de gaze care înconjoară o planetă sau alt corp material și care este reținut de gravitația acelui corp. Atmosfera este de obicei reținută dacă gravitația este mare și temperatura atmosferei este scăzută.

Atmosfera Pământului este compusă din azot (aproximativ 78%), oxigen (aproximativ 21%), argon (aproximativ 0,9%) cu dioxid de carbon și alte gaze în cantități mici. Oxigenul este utilizat de majoritatea organismelor pentru respirație; azotul este fixat de bacterii și fulgere pentru a produce amoniacul utilizat în construcția nucleotidelor și a aminoacizilor; iar dioxidul de carbon este utilizat de plante, alge și cianobacterii pentru fotosinteză. Atmosfera ajută la protejarea organismelor vii de probleme genetice provocate de radiațiile solare ultraviolete, vântului solar și radiațiile cosmice. Compoziția actuală a atmosferei Pământului este produsul miliardelor de ani de modificare biochimică a paleoatmosferei de către organismele vii.

Termenul de *atmosferă stelară* descrie regiunea exterioară a unei stele și include în mod obișnuit partea de deasupra fotosferei opace. Stele cu temperaturi suficient de scăzute pot avea atmosfere exterioare cu molecule compuse.

Scurgeri de atmosferă

Gravitația de suprafață diferă semnificativ între planete. De exemplu, forța gravitațională mare a planetei gigant Jupiter păstrează gazele ușoare, cum ar fi hidrogenul și heliul, care nu sunt reținute de obiectele cu gravitație mai mică. În al doilea rând, distanța de la Soare determină energia disponibilă pentru a încălzi gazul atmosferic până la punctul în care o anumită fracțiune din mișcarea termică a moleculelor depășește viteza minimă de scăpare de pe planetă, permițându-le să scape de atracția gravitațională a unei planete. Astfel, Titan, Triton și Pluto sunt în stare să-și păstreze atmosfera în ciuda gravitației lor relativ mici.

Deoarece o colecție de molecule de gaz se poate deplasa într-o gamă largă de viteze, vor exista întotdeauna unele molecule cu viteze suficient de mari pentru a produce o scurgere lentă de gaze în spațiu. Moleculele mai ușoare se deplasează mai repede decât cele mai grele cu aceeași energie cinetică termică și astfel gazele cu greutate moleculară scăzută se pierd mai repede decât cele cu greutate moleculară ridicată. Se crede că Venus și Marte au pierdut mare parte din apă atunci când, după ce a fost disociată în hidrogen și oxigen de către radiațiile ultraviolete solare, hidrogenul a scăpat. Câmpul magnetic al pământului ajută la prevenirea acestei situații, deoarece, în mod normal, vântul solar ar spori considerabil scurgerea hidrogenului. Cu toate acestea, în ultimii 3 miliarde de ani, Pământul a pierdut gaze prin regiunile polare magnetice datorită activității aurorale, inclusiv un procentaj net de 2% din oxigenul său atmosferic.

Alte mecanisme care pot provoca epuizarea atmosferei sunt pulverizarea indusă de vântul solar, eroziunea de impact, intemperii și sechestrarea - uneori denumită "înghețare" - în regolit și calotele polare.

Teren

Atmosferele au efecte dramatice asupra suprafețelor corpurilor stâncoase. Obiectele care nu au atmosferă sau care au doar o exosferă au un teren care este acoperit de cratere. Fără o atmosferă, planeta nu are nicio protecție împotriva meteorozilor și toate corpurile cosmice care se ciocnesc cu suprafață ca meteoriți și creează cratere.

Cele mai multe meteorozizi ard ca meteori înainte de a atinge suprafața unei planete. Atunci când meteorozizii ajung la impact, efectele sunt adesea șterse de acțiunea vântului. Drept urmare, craterele sunt rare pe corpurile cu atmosferă.

Eroziunea eoliană este un factor important în modelarea terenurilor planetelor stâncoase cu atmosfere și, în timp, poate șterge efectele atât a craterelor, cât și a vulcanilor. În plus, deoarece lichidele nu pot exista fără presiune, o atmosferă permite ca lichidul să fie prezent la suprafață, rezultând lacuri, râuri și oceane. Pământul și Titanul sunt cunoscute ca având lichide la suprafața lor, iar terenul de pe planetă sugerează că Marte a avut lichid pe suprafața sa în trecut.

Compoziție



(Gazele atmosferice ale Pământului împrăștie lumina albastră mai mult decât alte lungimi de undă, conferind Pământului un halo albastru când este văzut din spațiu)

Compoziția atmosferică inițială a unei planete este legată de chimia și temperatura nebuloasei solare locale în timpul formării planetare și evacuarea ulterioară a gazelor interioare. Atmosferele originale au început cu gazele rotative radiale locale care s-au prăbușit pe inelele

distanțate care au format planetele. Acestea au fost apoi modificate de-a lungul timpului de diverși factori complecși, ajungându-se la rezultate destul de diferite.

Atmosferele planetelor Venus și Marte sunt compuse în principal din dioxid de carbon, cu cantități mici de azot, argon, oxigen și urme de alte gaze.

Compoziția atmosferică de pe Pământ este în mare măsură guvernată de produsele secundare ale vieții pe care le susține. Aerul uscat din atmosfera Pământului conține azot 78,08%, oxigen 20,95%, argon 0,93%, dioxid de carbon 0,04% și urme de hidrogen, heliu și alte gaze "nobile", dar în general o cantitate variabilă de vapori de apă este de asemenea prezentă, în medie aproximativ 1% la nivelul mării.

Temperaturile joase și gravitația mai mare a planetelor gigantice ale sistemului solar - Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun - le permit să rețină mai ușor gazele cu mase moleculare scăzute. Aceste planete au atmosferă de hidrogen-heliu, cu urme de compuși mai complecși.

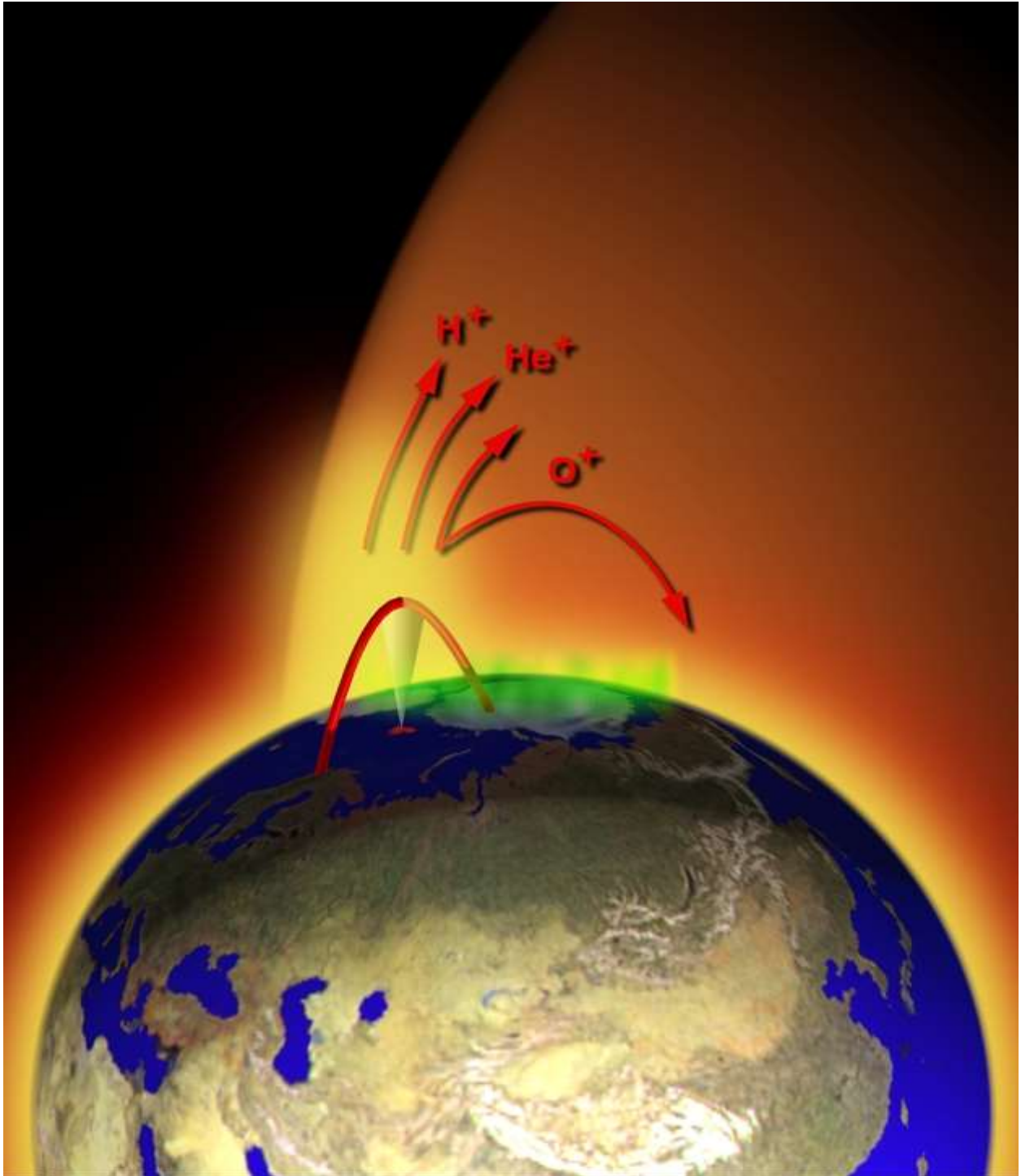
Doi sateliți ai planetelor exterioare posedă atmosfere semnificative. Titan, o lună a lui Saturn, și Triton, o lună a lui Neptun, au atmosferă în principal de azot. Când se găsește în partea orbitală cea mai apropiată de Soare, Pluto are o atmosferă de azot și metan similar cu cea a lui Triton, iar aceste gaze sunt înghețate când planeta se depărtează de Soare.

Alte corpuri din cadrul sistemului solar au atmosfere extrem de subțiri care nu sunt în echilibru. Acestea includ Luna (gaz de sodiu), Mercur (gaz de sodiu), Europa (oxigen), Io (sulf) și Enceladus (vapori de apă).

Prima exoplanetă a cărei compoziție atmosferică a fost determinată este HD 209458b, un gigant de gaze cu o orbită apropiată în jurul unei stele din constelația Pegasus. Atmosfera sa este încălzită la temperaturi de peste 1.000 K și se scurge constant în spațiu. Hidrogenul, oxigenul, carbonul și sulful au fost detectate în atmosfera planetei.

.....

Plasma



(Redarea artistică a fântâniei cu plasmă a Pământului, care prezintă oxigenul, heliul și ionii de hidrogen care izbucnesc în spațiu din regiunile din apropierea polilor Pământului. Zona galbenă slabă prezentată deasupra polului nordic reprezintă gazul pierdut de Pământ în spațiu; zone verde este aurora borealis, unde energia plasmei revine în atmosferă.)

Plasma este una dintre cele patru stări fundamentale ale materiei și a fost descrisă pentru prima dată de chimistul Irving Langmuir în anii 1920. Spre deosebire de celelalte trei stări, solid, lichid și gaz, plasmă nu există în mod liber pe suprafața Pământului în condiții normale și poate fi generat artificial numai prin încălzirea sau supunerea unui gaz neutru în un câmp electromagnetic puternic până la punctul în care o substanță gazoasă ionizată devine din ce în ce mai conductivă din punct de vedere electric și câmpurile electromagnetice domină comportamentul materiei.

Plasmele și gazele ionizate au proprietăți și comportamente de afișare unice spre deosebire de cele ale celorlalte stări, iar tranziția dintre ele este în mare parte o chestiune de nomenclatură și este supusă interpretării. Pe baza temperaturii și a densității mediului înconjurător, se pot produce forme de plasmă parțial ionizate sau complet ionizate. Semnele cu neon sau furtunile cu fulgere sunt exemple de plasmă parțial ionizată, în timp ce interiorul Soarelui este un exemplu de plasmă complet ionizată, împreună cu coroanele solare și stelele.

Sarcina pozitivă în ioni este obținută prin îndepărtarea electronilor din nucleele atomice. Numărul de electroni eliminați este legat fie de creșterea temperaturii, fie de densitatea locală a altor materii ionizate. Acest lucru poate fi, de asemenea, însoțit de disocierea legăturilor moleculare, deși acest proces este diferit de procedeele chimice ale interacțiunilor ionice în lichide sau comportamentul ionilor disociați în metale. Răspunsul plasmei la câmpurile electromagnetice poate fi util în multe dispozitive tehnologice moderne, cum ar fi televizoarele cu plasmă sau gravura cu plasmă.

Plasma poate fi forma cea mai abundentă a materiei obișnuite din univers, deși această ipoteză se bazează în prezent pe existența și proprietățile necunoscute ale materiei întunecate. Plasma este în cea mai mare parte asociată cu stele, extinzându-se la mediul intracluster rar și, eventual, la regiunile intergalactice.

Definiție

Plasma este o stare de materie în care o substanță gazoasă ionizată devine foarte conductivă din punct de vedere electric până la punctul în care câmpurile electrice și magnetice pe un interval larg domină comportamentul materiei. Această stare poate fi în contrast cu alte stări: solidă, lichidă și gaz. Spre deosebire de aceste alte stări de materie, plasma, în general, nu există în mod natural pe suprafața Pământului în condiții normale și trebuie să fie generată artificial din gaze neutre.

Plasma este un mediu neutru din punct de vedere electric formată din particule pozitive și negative nelegate (adică încărcarea globală a unei plasme este aproximativ zero). Deși aceste particule sunt nelegate, ele nu sunt "libere" în sensul că nu se confruntă cu forțe. Mișcarea particulelor încărcate generează un curent electric în interiorul unui câmp magnetic și orice mișcare a unei particule de plasmă încărcată afectează și este afectată de câmpurile create de celelalte încărcări. La rândul său, aceasta guvernează comportamentul colectiv cu multe grade de variație. Trei factori definesc o plasmă:

1. *Aproximarea în plasmă*: Aproximarea în plasmă se aplică atunci când parametrul plasmatic, λ , reprezentând numărul de purtători de încărcătură din sferă (numit sfera Debye a cărui rază este lungimea de screening Debye) care înconjoară o particulă încărcată dată, este suficient de mare pentru a proteja influența electrostatică a particulei în afara sferei.
2. *Interacțiuni în vrac*: Lungimea de screening Debye (definită mai sus) este scurtă în comparație cu dimensiunea fizică a plasmei. Acest criteriu înseamnă că interacțiunile în cea mai mare parte a plasmei sunt mai importante decât cele de la marginile sale, unde pot avea loc efecte limită. Când acest criteriu este îndeplinit, plasma este quasineutră.
3. *Frecvența plasmei*: Frecvența plasmatică electronică (măsurarea oscilațiilor plasmatică ale electronilor) este mare în comparație cu frecvența de coliziune neutră la electroni (frecvența de măsurare a coliziunilor dintre electroni și particule neutre). Când această condiție este valabilă, interacțiunile electrostatice domină asupra proceselor cinetice ale gazului obișnuit.

Proprietăți și parametri

Grad de ionizare

Pentru ca plasma să existe, este necesară ionizarea. Termenul "densitate de plasmă" în sine se referă de obicei la "densitatea electronilor", adică numărul de electroni liberi pe unitatea de volum. *Gradul de ionizare* a unei plume este proporția de atomi care au pierdut sau au câștigat electroni și este controlată mai ales de temperatură. Chiar și un gaz parțial ionizat în care doar 1% din particule sunt ionizate poate avea caracteristicile unei plume (adică răspunsul la câmpurile magnetice și conductivitatea electrică ridicată). Gradul de ionizare, α , este definit ca $\alpha = n_i / (n_i + n_n)$, unde n_i este densitatea numărului de ioni și n_n este densitatea numărului de atomi neutri. *Densitatea electronilor* este legată de aceasta de starea medie de încărcare Z a ionilor prin $n_e = Zn_i$, unde n_e este densitatea numărului de electroni.

Temperaturi

Temperatura plasmei este frecvent măsurată în kelvin sau electronvolt și este, informal, o măsură a energiei cinetice termice per particulă. Temperaturile ridicate sunt de obicei necesare pentru a susține ionizarea, care este o caracteristică definitivă a unei plume. Gradul de ionizare în plasmă este determinat de temperatura electronilor relativ la energia de ionizare (și mai slab de densitate), într-o relație numită *ecuația Saha*. La temperaturi scăzute, ionii și electronii tind să se recombine în stări legate - atomi - și plasma va deveni în cele din urmă un gaz.

În cele mai multe cazuri, electronii sunt destul de aproape de echilibrul termic, încât temperatura lor este relativ bine definită, chiar și atunci când există o abatere semnificativă de la o funcție de distribuție a energiei maxwelliene, de exemplu datorită radiației UV, a particulelor energetice sau a câmpurilor electrice puternice. Din cauza diferenței mari de masă, electronii ajung la echilibrul termodinamic între ei mult mai repede decât ajung în echilibru cu ionii sau atomii neutrii. Din acest motiv, temperatura ionilor poate fi foarte diferită de (de obicei mai mică decât) temperatura electronilor. Acest lucru este întâlnit în special în plumele tehnologice slab ionizate, unde ionii sunt adesea aproape de temperatura ambiantă.

Plasme termice vs. nontermice

Bazându-se pe temperaturile relative ale electronilor, ionilor și atomilor neutri, plasmele sunt clasificate drept "termice" sau "non-termice". Plasmele termice au electroni și particulele grele la aceeași temperatură, adică sunt în echilibru termic unele cu celălalte. Plasmele nontermice, pe de altă parte, au ionii și atomii neutri la o temperatură mult mai scăzută (uneori temperatura camerei), în timp ce electronii sunt mult mai "fierbinți" ($T_e \gg T_n$).

Ionizare completă vs. incompletă

O plasmă este uneori menționată ca fiind "fierbinte" dacă este aproape complet ionizată sau "rece" dacă doar o fracțiune mică (de exemplu 1%) a moleculelor de gaz este ionizată, dar alte definiții ale termenilor "plasmă fierbinte" și "plasmă rece" sunt frecvente. Chiar și într-o plasmă "rece", temperatura electronilor este încă de obicei de câteva mii de grade Celsius. Plasmele utilizate în "tehnologia plasmei" ("plasmele tehnologice") sunt de obicei plasme reci în sensul că numai o mică parte din moleculele de gaz sunt ionizate.

Potențialul plasmei



(Fulgerul este un exemplu de plasmă prezentă pe suprafața Pământului. În mod obișnuit fulgerul are 30.000 de amperi la 100 milioane de volți și emite lumină, unde radio, raze X și chiar raze gama. Temperaturile plasmei în fulger se poate apropia de 28.000 K (28.000 °C) și densitățile electronilor pot depăși 10^{24} m^{-3} . https://en.wikipedia.org/wiki/File:Bliksem_in_Assen.jpg)

.....

Schimbarea de fază

În fizică, o tranziție de fază este transformarea unui sistem termodinamic de la o fază la alta. Caracteristica distinctivă a unei tranziții de fază este o schimbare bruscă a uneia sau mai multor proprietăți fizice, în special capacitatea termică, cu o mică schimbare a unei variabile termodinamice cum ar fi temperatura. Exemple de tranziții de fază sunt:

- Tranzițiile între solid, lichid, și fazele gazoase (fierbere, topire, sublimare, etc)
- Tranziția între faze feromagnetice și paramagnetice ale materialelor magnetice la punctul Curie.
- Apariția supraconductibilității în anumite metale atunci când sunt răcite sub o temperatură critică.
- Condensarea cuantică de fluide bosonice, cum ar fi condensarea Bose-Einstein și tranziția superfluidului în heliu lichid.
- Ruperea simetriei în legile fizicii în perioada timpurie a universului în timp ce temperatura sa s-a răcit.

Tranzițiile de fază veni apar energia liberă a unui sistem este non-analitică pentru unele variabile termodinamice. Această non-analiticitate rezultă în general din interacțiunile unui număr extrem de mare de particule într-un sistem, și nu apare în sistemele care sunt prea mici.

Clasificarea tranzițiilor de fază

Clasificarea Ehrenfest

Prima încercare de clasificare a tranzițiilor de fază a fost schema de clasificare Ehrenfest, care a grupat tranzițiile de fază în funcție de gradul de non-analiticitate implicat. Deși utilă, clasificarea Ehrenfest este greșită.

În cadrul acestui sistem, tranzițiile de fază au fost marcate de cea mai scăzută derivată a energiei libere, care este discontinuă în zona de tranziție. **Tranzițiile de fază de ordinul întâi** prezintă o discontinuitate în prima derivată a energiei libere, cu o variabilă termodinamică. Diferitele tranziții solide/lichide/gaze sunt clasificate ca tranziții de ordinul întâi, întrucât presiunea, care este prima derivată a energiei libere cu volumul, se modifică discontinuu între tranziții. **Tranzițiile de fază de ordinul al doilea** au o discontinuitate în a doua derivată a energiei libere. Acestea includ tranziția de fază feromagnetică în materiale cum ar fi fierul, unde magnetizarea, care este prima derivată a energiei libere cu puterea câmpului magnetic aplicat, crește continuu de la zero, în timp ce temperatura este coborâtă sub temperatura Curie. Susceptibilitatea magnetică, derivata a doua a energiei libere cu câmpul, se schimbă discontinuu. În cadrul schemei de clasificare Ehrenfest, ar putea fi, în principiu, tranziții de fază de ordinul trei, patru, și mai mari.

Clasificarea modernă a tranzițiilor de fază

Schema Ehrenfest este o metodă incorectă de clasificare a tranzițiilor de fază, pentru că se bazează pe **teoria câmpului mediu** a fazelor. Teoria câmpului mediu este inexactă în imediata apropiere a tranzițiilor de fază, deoarece neglijează rolul fluctuațiilor termodinamice. De exemplu, se prevede o discontinuitate finită în capacitatea termică în zona de tranziție feromagnetică, care este implicată de definiția Ehrenfest a tranzițiilor de "ordinul al doilea". În feromagneți reali, capacitatea termică diverge la infinit în tranziție.

În schema de clasificare modernă, tranzițiile de fază sunt împărțite în două mari categorii, denumite similar pentru clasele Ehrenfest:

Tranzițiile de fază de ordinul întâi sunt cele care implică o căldură latentă. În timpul unei astfel de tranziție, un sistem absoarbe sau eliberează o cantitate fixă (și de obicei mare) de energie. Întrucât energia nu poate fi transferată instantaneu între sistem și mediul său, tranzițiile de ordinul întâi sunt asociate cu "regimuri mixte de fază", în care unele părți ale sistemului au terminat tranziția, în timp ce altele încă nu. Acest fenomen este familiar pentru oricine a fiert o oală de apă: apa nu se transformă instantaneu în gaz, formează mai întâi un amestec turbulent de bule de apă și vapori de apă. Sisteme mixte de faze sunt dificil de studiat, deoarece dinamica lor este violentă și greu de controlat. Cu toate acestea, multe tranziții de fază importante se încadrează în această categorie, inclusiv tranzițiile solid/lichid/gaz.

Cea de a doua categorie de tranziții de fază sunt **tranzițiile de fază continuă**, numite și **tranziții de fază de ordinul doi**. Acestea nu au nicio căldură latentă asociată. Exemple de tranziții de fază de ordinul doi sunt tranziția feromagnetică, tranziția superfluidelor, și condensarea Bose-Einstein.

Mai multe tranziții sunt cunoscute ca **tranziții de fază de ordin infinit**. Ele sunt continui, dar nu rup nicio simetrie. Cel mai celebru exemplu este tranziția Berezinsky-Kosterlitz-Thouless în modelul bidimensional XY. Mai multe tranziții de fază cuantice din gazele de electroni bidimensionale aparțin acestei clase.

.....

Cartea

O perspectivă contemporană asupra materiei, care ia în considerare toate entitățile științifice observabile, cu accent pe fenomene. În principiu, definiția materiei se limitează la astfel de entități explorate de fizică.

În funcție de condițiile termodinamice diferite, cum ar fi temperatura și presiunea, materia poate exista în diferite "faze", cele mai familiare fiind cele de solid, lichid, și gaz. Alte faze pot fi cele de plasmă, superfluid, și condensat Bose-Einstein. Atunci când materia trece dintr-o fază în alta, este supusă la ceea ce este cunoscut ca tranziție de fază, un fenomen studiat în termodinamică.

Ediția MultiMedia Publishing <https://www.setthings.com/ro/e-books/materia-solide-lichide-gaze-plasma-fenomenologie/>

- Digital: EPUB (ISBN 978-606-9016-11-4), Kindle (ISBN 978-606-9016-13-8), PDF (ISBN 978-606-9016-12-1)

Data publicării: 13 aprilie 2018

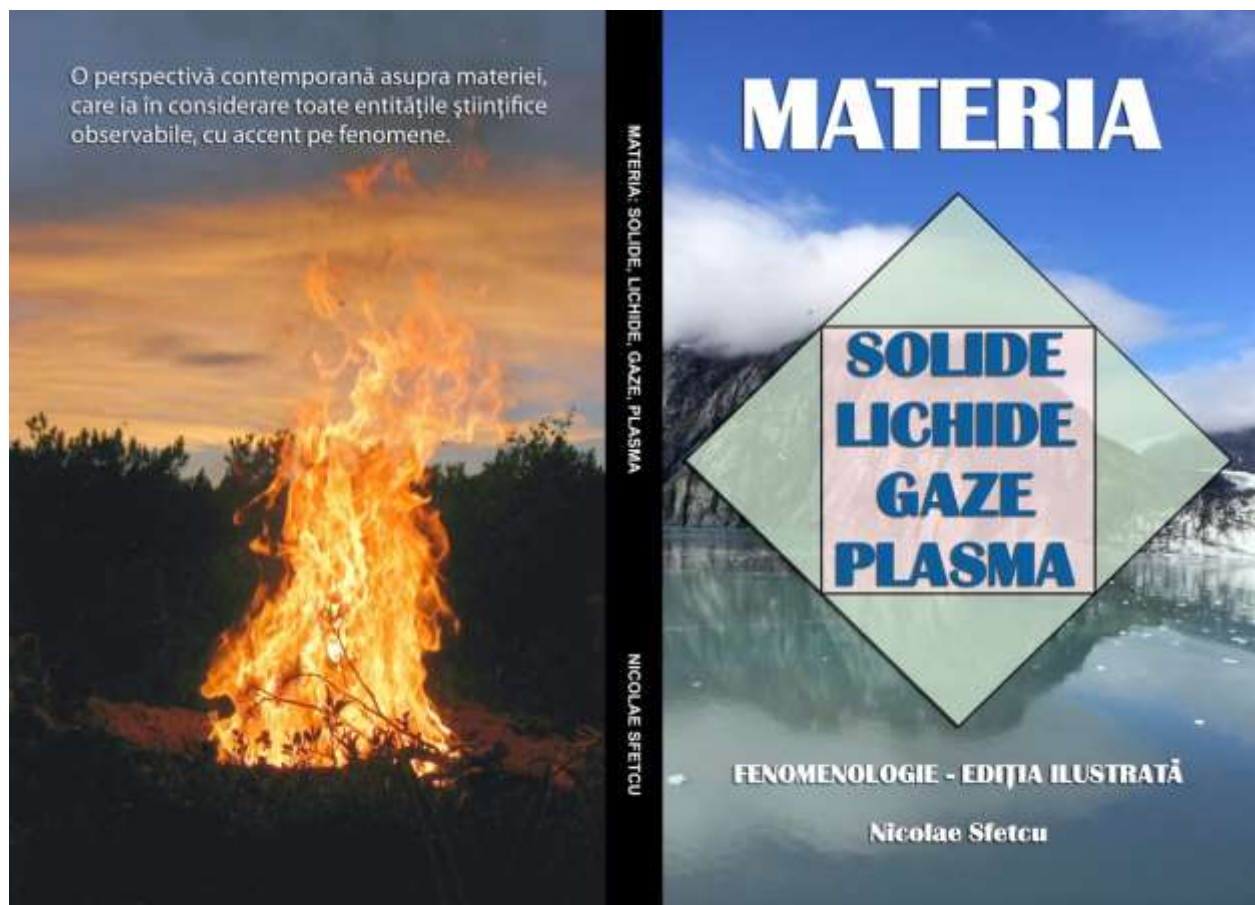
Amazon (Print, Kindle): Ediția ilustrată: <https://www.amazon.com/dp/1717048625/> , Ediția alb-negru: <https://www.amazon.com/dp/1717049222/>

Smashwords (EPUB): <https://www.smashwords.com/books/view/815730>

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

eMag.ro (PDF, EPUB, Kindle): <https://www.emag.ro/materia-solide-lichide-gaze-plasma-fenomenologie-multimedia-publishing-pdf-pbro114p/pd/DWY1RVBBM/>

Facebook: <https://www.facebook.com/Materia-Solide-Lichide-Gaze-Plasma-2082707868679522/>



Cuprins

Natura atomică a materiei

- Ipoteze atomice
- Proprietățile atomilor
- - Proprietăți nucleare

- - Masa
- - Forma și dimensiunea
- - Dezintegrarea radioactivă
- - Momentul magnetic
- - Nivelurile energetice
- - Valența și comportamentul legăturilor
- - Stări
- Imagistica atomică
- Structura atomului
- - Particule subatomice
- - Nucleul
- - Norul de electroni
- Elemente chimice
- - Descriere
- - Originea elementelor
- - Abundența
- Tabelul periodic al elementelor
- - Prezentare generală
- - Metode de grupare
- - - Grupe
- - - Perioade
- - - Blocuri
- - - Metale, metaloide și nemetale
- Izotopi (Variații, ocurența, aplicații)
- - Proprietăți chimice și moleculare
- - Proprietăți nucleare și stabilitatea
- - Numere de izotopi per element
- - Numerele de nucleoni pare și impare
- - Existența în natură
- - Aplicații ale izotopilor
- - - Purificarea izotopilor
- - - Utilizarea proprietăților chimice și biologice
- - - Utilizarea proprietăților nucleare
- Compuși și amestecuri
- - Compuși chimici
- - - Definiții
- - - Legături și forțe
- - Amestecuri
- - - Caracteristicile amestecului
- Molecule
- - Legături
- - - Covalente
- - - Ionice
- - Dimensiunea moleculară
- - Geometria moleculară
- - Spectroscopia moleculară

- - Aspecte teoretice
- Antimateria
- - Definiție formală
- - Istoria conceptului
- - Notație
- - Proprietăți
- - Origine și asimetrie
- Materia întunecată
- - Definiție tehnică
- - Compoziția materiei întunecate: barionică vs. nonbarionică
- - - Materia barionică
- - - Materia non-barionică
- - - Agregarea materiei întunecate și obiectele dense de materie întunecată

Solide

- Microscopia cu ioni în câmp
- - Introducere
- - Design, limitări și aplicații
- Structura cristalelor
- - Celula unitară
- - - Indicii Miller
- - - Planuri și direcții
- - - - Structuri cubice
- Densitatea solidelor
- - Istorie
- - Măsurarea densității
- - - Materiale omogene
- - - Materiale heterogene
- - - Materiale non-compacte
- Elasticitatea
- - Prezentare generală
- - Elasticitatea liniară
- - Aplicații
- Rezistența materialelor
- - Definiție
- - Tipuri de sarcini
- - Condiții de stres
- - Condiții de rezistență
- - Condiții de deformare
- - Relațiile stres-deformare

Lichide

- Aplicații
- Presiunea
- - Definiție
- - Unități
- - Presiunea fluidelor
- - Presiunea în lichid

- - - Direcția presiunii lichidului
- Flotabilitatea
- Principiul lui Arhimede
- - Formula
- - Rafinare
- Forțe în cazurile scufundării și plutirii
- - Model simplificat
- Stabilitatea statică
- Flotarea
- Principiul lui Pascal
- - Definiție
- - Explicație
- - Butoiul lui Pascal
- - Aplicațiile legii lui Pascal
- Tensiunea superficială
- - Cauze
- - Efectele tensiunii de suprafață
- - - Apa
- - - Surfactanți
- Capilaritatea
- - Fenomenul și fizica acțiunii capilare
- - La plante și animale
- - Exemple
- - Înălțimea unui menisc
- - Transportul lichidelor în medii poroase

Gaze

- Caracteristici fizice
- Atmosfera
- - Scurgeri de atmosferă
- - Teren
- - Compoziție
- - Structura Pământului
- - Circulație
- - Importanța
- - Presiunea atmosferică
- - - Mecanism
- - - Atmosfera standard
- - - Presiunea medie a nivelului mării
- - - Variația altitudinii
- - - Variația locală
- Barometru
- - Tipuri
- - - Barometre pe bază de apă
- - - Barometre cu mercur
- - - Barometru cu ulei de pompă de vid
- - - Barometre aneroide

- - - Barografe
- - - Barometre MEMS
- - Aplicații
- - Barometre și calcularea presiunii atmosferice
- Legea lui Boyle
- - Istorie
- - Definiție
- - Relația cu teoria cinetică și gazele ideale
- - Ecuația
- - Sistemul respirator uman
- Flotabilitatea în aer (Aerostate)
- - Baloane
- - Dirijabile
- - Aerostate hibride
- - Gaze flotante
- - - Aer cald
- Principiul lui Bernoulli
- - Aplicații
- - Efectul Coandă
- - - Descoperire
- - - Mecanismul efectului Coandă
- - - Aplicații

Plasma

- Definiție
- Proprietăți și parametri
- - Grad de ionizare
- - Temperaturi
- - Plasmă termice vs. nontermice
- - Ionizare completă vs. incompletă
- - Potențialul plasmăi
- - Magnetizare
- - Compararea fazelor de plasmă și gaz
- Plasma în natură, artificială și aplicații
- - Plasmă în astronomie și astrofizică
- - Plasma comună

Schimbarea 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
- Evaporarea
- - Teorie
- - - Echilibru evaporativ

- - Factorii care influențează rata de evaporare
- Condensarea
 - - Inițiere
 - - Scenarii de reversibilitate
 - - Cele mai frecvente scenarii
 - - Cum este măsurată condensarea
 - - Aplicații ale condensării
 - - Adaptarea biologică
 - - Condensarea în construcția de clădiri
- Ceața
 - - Definiție
 - - Formare
- Nori
 - - Formarea și distribuția
 - - - Cum devine saturat aerul
 - - - Convergența de-a lungul zonelor cu presiune scăzută
 - - - Divergența de-a lungul zonelor de înaltă presiune
 - - Efecte asupra climei și atmosferei
- Fierberea
 - - Tipuri
 - - - Nucleația
 - - - Fluxul de căldură critic
 - - - Tranziția
 - - - Filmul
 - - - Distilarea
 - - Fierberea vs. evaporarea
- Înghețarea/Solidificarea
 - - Cristalizare
 - - Suprarăcirea
 - - Exotermicități
 - - Vitrificarea
 - - Expansiunea
 - - Înghețarea organismelor vii
 - - - Bacterii
 - - - Plante
 - - - Animale
 - - Conservarea alimentelor
- Topirea
 - - Topirea ca o tranziție de fază de prim ordin
 - - Criteriile de topire
 - - Suprarăcirea
 - - Topirea solidelor amorfe (sticle)
- Căldura latentă
 - - Folosire
 - - - Meteorologie
 - - Căldură latentă specifică

Probleme nerezolvate

- Fizica materiei condensate

- Fizica plasmelor

Referințe

Despre autor

- Nicolae Sfetcu

- - De același autor

- - Contact

Editura

- MultiMedia Publishing

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 Teleworking 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 Teleducă și Teleactivități

Membru al Internet Society

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

Inginer fizician - Licențiat în fizică, specialitatea Fizică nucleară. Masterand în Istoria și filosofia științei.

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)
- Teleducă (Telework) (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, Prezent, 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: Euristica 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)
- Carte: Fizica fenomenologică - Compendiu - Volumul 1 (RO)
- Reconstrucția rațională a științei prin programe de cercetare (RO)
- Causal Loops in Time Travel (EN)
- Chinese Fables and Folk Stories (Fables et histoires populaire chinoises) (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)

Contact

Email: 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

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/>