



PARASCHIVA ARSENE CECILIA MARINESCU

Performanță
la chimie!

CHIMIE ANORGANICĂ

TEORIE ȘI PROBLEME
pentru performanță,
bacalaureat
și
admitere



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A.



Cuprins

1. Introducere	7
Mărimi și unități de măsură utilizate în chimie	7
Introducere. Materia. Proprietățile materiei	10
2. Structura atomului	12
Descărcări electrice în gaze	12
Descoperirea radioactivității	12
Legile deplasării radioactive	15
Modele atomice	18
Rezonanță magnetică nucleară	25
Element chimic	29
Izotopi / nuclizi	29
Probleme	34
Învelișul de electroni al atomilor	36
Numere cuantice	38
Configurația electronică	39
Principiul incetitudinii	45
Exerciții	46
3. Tabelul periodic, reflectarea structurii electronice a elementelor	48
Structura învelișului electronic al unui element și poziția lui în tabelul periodic	49
Exerciții	52
Variația proprietăților elementelor în funcție de locul ocupat în tabelul periodic	57
Exerciții	69
4. Legături chimice	76
Legături ionice. Rețele ionice	76
Legătura covalentă	81
Legătura covalentă nepolară	81
Rețele atomice	96
Legătura covalentă polară	98
Proprietăți magnetice ale moleculelor	100
Interacții intermoleculare	102
Exerciții	105
Legătura covalentă coordinativă	107
Exerciții	115
5. Substanțe gazoase. Legile gazelor	119
Legea Boyle-Marriotte	119
Legea Gay-Lussac	120
Legea lui Charles	121

Ecuția generală de stare a gazelor ideale	122
Legea lui Avogadro	123
Legea lui Dalton	125
Probleme	125
6. Gaze nobile	131
Exerciții rezolvate	133
7. Sisteme disperse. Soluții	135
Sisteme disperse	135
Soluții molare. Solubilitate	136
Soluții de substanțe solide în lichide	137
Concentrația soluțiilor	140
Probleme	140
8. Metale	151
Caracterizare generală	151
Metale din grupa I A (metale alcaline)	169
Metale din grupa II A	178
Metale din grupa III A. Alumiul	187
Metale din grupa IV A	192
Metale tranziționale	195
9. Reacții redox	230
Probleme	235
10. Surse electrochimice de energie (Pile galvanice)	239
Probleme	244
11. Electroliza	250
Electroliza în topitură	251
Electroliza în soluție	253
Legile electrolizei	256
Probleme	256
12. Noțiuni de termochimie	267
Entropia și energia liberă	269
Probleme	271
13. Cinetica reacțiilor chimice	283
Reacții în sisteme omogene	283
Echilibrul chimic. Legea acțiunii maselor. Reacții reversibile și ireversibile	284
14. Echilibru acid – bază	306
15. Echilibre de precipitare	320

1. INTRODUCERE

MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ UTILIZATE ÎN CHIMIE

• Constante fizice

Sarcina elementară

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Numărul lui Avogadro

$$N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Numărul lui Faraday

$$F = 945 \cdot 500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Constanta gazelor perfecte

$$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

• Mărimi fizice utilizate în carte

Mărimi fizice		Unități	
Nume	Simbol	Nume	Simbol
tensiune	U	volt	V
intensitate	I	amper	A
rezistență	R	ohm	Ω
putere	P	watt	W
energie	E	joule	J
căldură de reacție	Q_r	joule pe mol	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
cantitate de electricitate	Q	coulomb	C
timp	t	secundă	s
volum	v	metru cub	m^3
cantitate de substanță	v	mol	mol
concentrație molară	M	mol pe litru	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
masă	m	kilogram	kg
lungime	l	metru	m
temperatură	T	Kelvin	K

În sistemul metric, metrul, gramul și secunda reprezintă unități de lungime, masă și timp.

Chimiștii își exprimă rezultatele experimentale adeseori în sistemul centimetru, gram, secundă (c, g, s).

În anul 1960 a fost adoptat Sistemul internațional de unități (sistemul care folosește metrul, kilogramul și secunda ca unități de lungime, masă și timp).

Denumirea multiplilor și submultiplilor unităților se formează cu ajutorul următoarelor prefixe :

Factor de multiplicare	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9
PREFIX	pico	nano	micro	mili	centi	deci		deca	hecto	kilo	mega	giga
SIMBOL	p	n	μ	m	c	d		da	h	k	M	G

În chimie, cele mai multe determinări experimentale de laborator se bazează pe măsurători de volum și de masă.

În mod obișnuit, pentru determinarea volumelor lichidelor, soluțiilor sau solvenților se folosesc: cilindrul gradat, pipeta, biureta și balonul cotel.

Pentru determinarea greutateii compușilor se folosește balanța analitică.

• Temperatura

Noțiunea de temperatură se referă la starea de cald sau de rece a unui corp material.

Termometrul este un instrument folosit la măsurarea temperaturii unui corp cu ajutorul unor substanțe care își modifică ușor volumul la variații mici de temperatură.

Cele mai utilizate substanțe sunt alcoolul și mercurul.

Temperatura se poate exprima în trei standarde de referință: scara Celsius, scara Kelvin și scara Fahrenheit. Ele au puncte de zero:

Scara	Temperatura de îngheț a apei	Temperatura de fierbere a apei
Celsius / °C	0°C	100°C
Kelvin / K	273,15 K	373,15 K
Fahrenheit / °F	32 °F	212 °F

Pe scara Fahrenheit, spațiul dintre 32°F și 212°F cuprinde 180 de unități egale (grade) așa încât, un grad Fahrenheit este exact 100/180 sau 5/9 dintr-un grad Celsius.

Relațiile de transformare sunt:

$$\frac{^{\circ}\text{F} - 32}{180} = \frac{^{\circ}\text{C}}{100}; \quad ^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} ^{\circ}\text{F} - 32$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15; \quad ^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15.$$

Exemplu:

În condiții normale de presiune (1 atm), alcoolul etilic are temperatura de fierbere egală cu 78,5°C.

Exprimați această temperatură în scara Kelvin și Fahrenheit.

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15 = 78,5 + 273,15 = 351,65 \text{ K};$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32; \quad \frac{9}{5} \cdot 78,5 + 32 = 173,3 ^{\circ}\text{F}.$$

• Presiunea

Presiunea unui gaz, p , se definește ca fiind forța ce acționează pe unitatea de suprafață.

$$\text{Presiunea} = \frac{\text{Forță}}{\text{Suprafață}}$$

Unitatea de măsură în SI pentru presiune este pascalul (Pa). Un pascal (1 Pa) reprezintă presiunea exercitată de o forță de 1 newton (1 N) care acționează pe o suprafață de 1 m².

Presiunea normală este:

$$p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$$

Alte unități pentru presiune sunt:

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr}.$$

Exemplu:

Presiunea unui gaz este 52 torr. Exprimați această presiune în atmosfere și în Pascali.

1 atm	760 torr
x	52 torr

$$x = 6,84 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$$

$$6,84 \cdot 10^{-2} \text{ atm} \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} = 6,93 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Instrumentul cu care se măsoară presiunea se numește manometru.

Un exemplu de manometru cu mercur pentru măsurarea presiunii unor gaze în laborator este prezentat în figura A. În acest caz presiunea se calculează cu relația:

$$p = \rho gh,$$

unde:

ρ este densitatea mercurului;

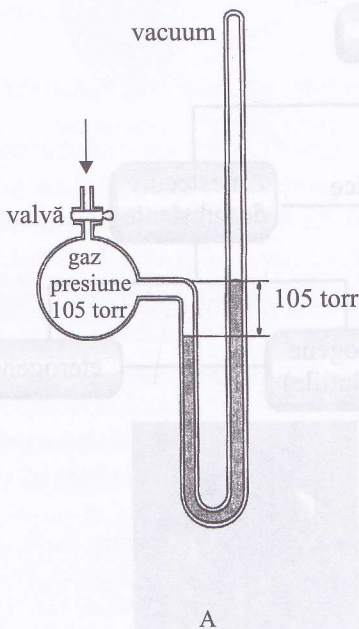
g – accelerația gravitațională; $g = 0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;

h – înălțimea coloanei de mercur.

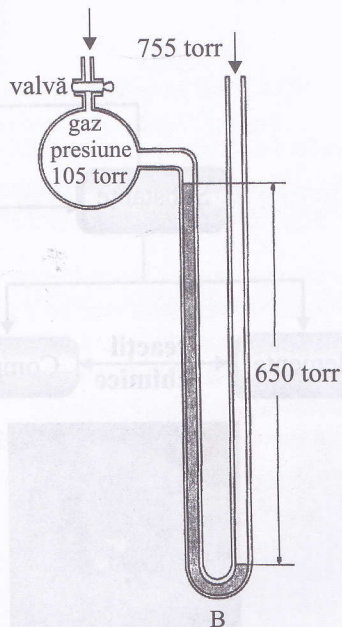
Dacă presiunea gazului este mai mică decât presiunea exterioară, aceasta se măsoară cu un manometru de tipul celui din figura B și se calculează cu ajutorul relației:

$$p_{\text{gaz}} = p_{\text{exterioră}} - \rho gh,$$

$$p_{\text{gaz}} < p_{\text{exter}}$$



A



B

Manometre

Materia. Proprietățile materiei

Lumea înconjurătoare este materie în mișcare. Materia se poate prezenta sub două forme: substanțe – un tip de materie care se deplasează cu viteze mai mici decât viteza luminii și energie radiantă – un tip de materie care se deplasează cu viteza luminii.

Privită cu ochiul liber, materia pare continuă, dar ea are o structură discontinuă; este formată din particule foarte mici: atomii, ionii, moleculele.

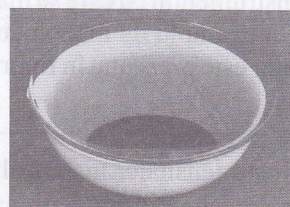
Chimia este știința care studiază materia și transformările pe care le suferă aceasta. Materia se prezintă sub formă de: substanțe pure și amestecuri.



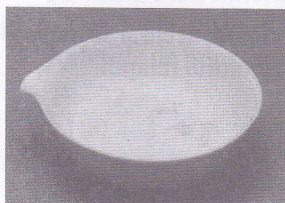
Iod



Grafit



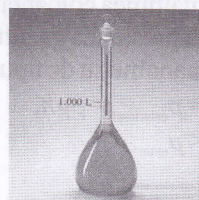
Brom



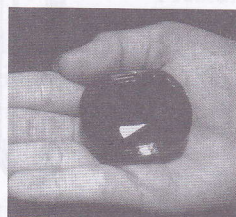
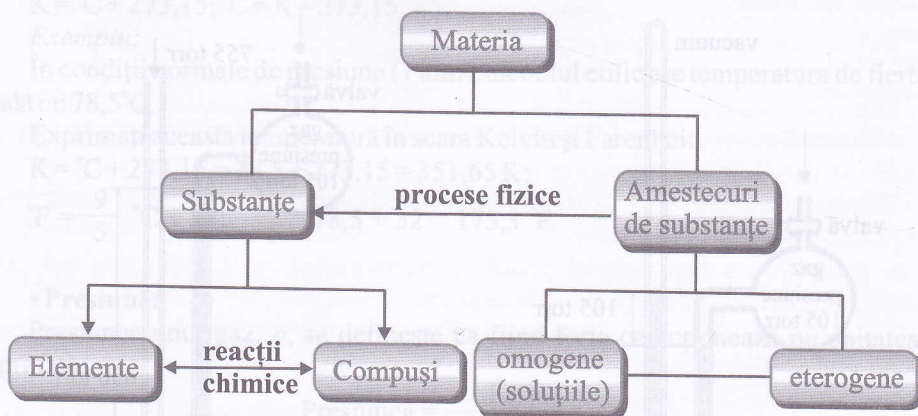
Sulf



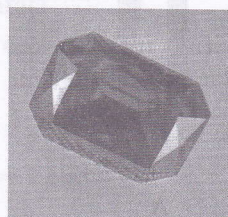
Amestec eterogen



Amestec omogen (soluție)



Safir (Al_2O_3
impurificat cu Fe^{2+} și Ti^{2+})



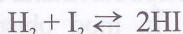
Rubin (Al_2O_3
impurificat cu Cr^{3+})

Din cele mai vechi timpuri oamenii au observat și au emis ipoteze asupra lumii înconjurătoare.

Filozofii din Grecia antică considerau că materia este alcătuită din particule invizibile numite atomi.

Dalton a constatat cu 200 de ani în urmă, că legea conservării materiei se explică mult mai ușor dacă se admite că materia este formată din atomi. O reacție chimică poate fi considerată o reamenajare a atomilor prezenți în reacțanții inițiali.

Astfel, în cazul reacției:



atomii de iod și hidrogen se reorganizează sub formă de cupluri mixte.

De reținut!

Atomul este cea mai mică particulă de materie care nu mai poate fi divizată prin metode chimice.

La începutul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea sunt aduse dovezi experimentale care demonstrează că atomul are o structură complexă.

Printre dovezile experimentale care demonstrează complexitatea structurii atomului amintim:

1. Experimente cu descărcări în gaze (au permis descoperirea electronului e^-).
2. Descoperirea radioactivității (concluzia a fost că nucleele atomilor instabili emit radiații α , β , γ).
3. Experimentul lui Rutherford cu foiața de aur (a dus la descoperirea protonilor) și altele.

2. STRUCTURA ATOMULUI

DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN GAZE

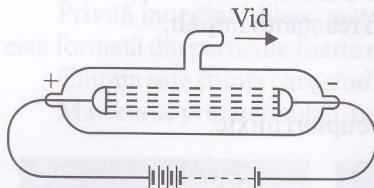


Fig. 2.1. Tub pentru descărcări electrice în gaze

Prin descărcări electrice în gaze se înțelege trecerea curentului electric prin gaze.

În mod obișnuit, gazele nu conduc curentul electric, deoarece nu au purtători de sarcină electrică, ioni sau electroni mobili. Prin aplicarea unei diferențe de potențial de 10 000 volți între electrozii unui tub de sticlă (fig. 2.1) ce conține un gaz la o presiune mică, pe perețele tubului apare o fluorescență.

Acest fenomen este produs de raze emanate de catod. Aceste raze sunt deviate în drumul lor de un câmp electric sau magnetic.

Din sensul de deviere în câmp electric și din faptul că un conducător electric izolat, plasat în drumul lor, se încarcă negativ, rezultă că particulele ce compun razele catodice au sarcina negativă. Aceste particule au fost numite electroni.

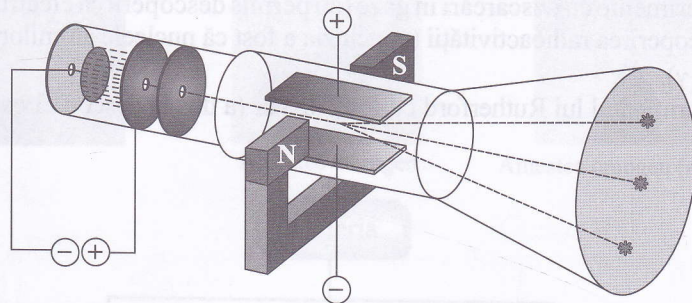


Fig. 2.2. Tub de raze catodice, prevăzut cu electrozi pentru devierea razelor

DESCOPERIREA RADIOACTIVITĂȚII

Fizicianul francez Henri Becquerel, cercetând unele săruri de uraniu, a observat în anul 1896 că acestea emit raze care pătrund prin hârtie și foițe metalice, impresionând o placă fotografică situată în drumul lor.

Aceste raze au fost numite raze radioactive, iar lumina lor spontană și continuă a fost numită radioactivitate naturală.

Soții Pierre și Marie Curie, măsurând radioactivitatea minereului numit pechblendă, au ajuns la concluzia că minereul respectiv este mult mai radioactiv decât oxidul de uraniu U_3O_8 , în stare pură.

Prin urmare, minereul respectiv conținea un element mai radioactiv decât uraniu căruia Marie Curie i-a atribuit numele de poloniu (Po) în cinstea țării sale natale Polonia.

În același an (1898), soții Curie au separat o fracțiune radioactivă de $BaCl_2$, care era impurificată cu un element mai radioactiv decât poloniul, căruia i s-a atribuit numele de radium de la cuvântul latin care înseamnă rază.

Radiațiile radioactive ionizează gazele, inclusiv aerul, degajă căldură, străbat corpurile opace pentru raze luminoase, atacă pielea producând dermite greu vindecabile, înnegresc plăcile și filmele fotografice, transformă oxigenul (O_2) în ozon (O_3).

Radiațiile radioactive sunt de trei feluri: α , β și γ .

La trecerea lor printr-un câmp electric determinat de plăcile unui condensator electric, razele α și β sunt deviate ca în figura 2.3, spre deosebire de razele γ care trec nedeviate.

Particulele α sunt nuclee de heliu cu sarcina $+2$ și masa 4, ${}^4_2\text{He}$, având cea mai mare putere de ionizare; ele au un parcurs mic (viteză de pătrundere mică).

Razele β sunt formate, la fel ca și razele catodice, din electroni în mișcare și sunt mai puternic deviate de un câmp electric sau magnetic decât razele α . Au putere de ionizare mai mică decât razele α , dar parcursul lor este mai mare.

Razele γ sunt vibrații electromagnetice analoge razelor luminoase și razelor X, dar cu lungimi de undă mai mici. Se propagă în linie dreaptă, cu viteza luminii în vid.

Deoarece sunt neutre din punct de vedere electric, au parcurs foarte mare și putere de ionizare foarte mică.

• Unități și aparate pentru măsurarea radioactivității

Pentru măsurarea radioactivității sunt folosite: unitatea Curie și unitatea Rutherford.

Curie-ul (Ci) este radioactivitatea unei substanțe în care au loc $3,7 \cdot 10^{10}$ (37 miliarde) dezintegrări pe secundă. Rutherfordul (rd) este radioactivitatea unei substanțe în care au loc 10^6 dezintegrări pe secundă.

Dintre aparatele folosite pentru măsurarea radioactivității amintim: contorul Geiger - Müller și contoarele de scintilație.

Contorul se umple cu gaze inerte (Ne , Ar), la o presiune scăzută până la 0,1 atm.

În scopul îmbunătățirii funcționării contorului, se adaugă gazelor inerte halogeni (Cl_2 , Br_2), alcool sau eter, în proporție de maxim 10%.

Funcționarea contorului se bazează pe fenomenul fizic de amplificare a descărcărilor în gaze, provocate sub acțiunea unui curent cu o tensiune ridicată.

În cazul absenței radiațiilor radioactive, curentul electric în circuitul contorului cu gaze este întrerupt (contorul fiind umplut cu gaze inerte). Când pătrund în contorul cu gaze, particulele β sau cuantele γ dau naștere în gaze la perechi de ioni încărcăți cu electricitate de semn contrar.

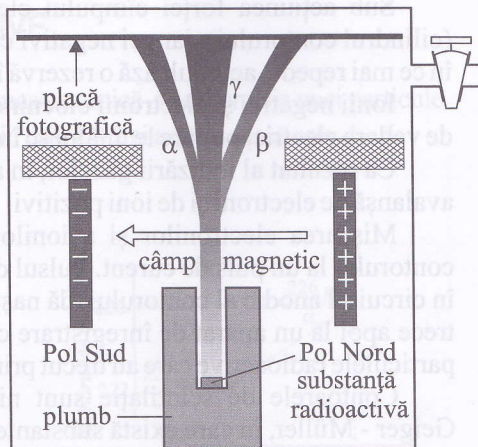


Fig. 2.3. Devierea radiațiilor α și β de către un câmp magnetic

Sub acțiunea forței câmpului electric, ionii pozitivi se îndreaptă spre catod (cilindrul contorului), iar cei negativi către anod (firul metallic) și mișcându-se din ce în ce mai repede, acumulează o rezervă însemnată de energie.

Ionii negativi și electronii ciocnindu-se cu atomii și moleculele neutre din punct de vedere electric, pe care le întâlnesc în calea lor, provoacă ionizarea acestora.

Ca rezultat al ionizării gazelor, în apropierea firului metallic ia naștere o întreagă avalanșă de electroni și de ioni pozitivi.

Mișcarea electronilor și a ionilor pozitivi dă naștere în circuitul electric al contorului la un puls de curent. Pulsul de curent, trecând printr-o rezistență conectată în circuitul anodic al contorului, dă naștere la un plus de tensiune care se amplifică și trece apoi la un aparat de înregistrare care numără automat pulsurile determinate de particulele radioactive care au trecut prin contor.

Contoarele de scintilație sunt niște tubușoare mai sensibile decât contorul Geiger - Müller, în care există substanțe ca: NaI, CaWO₄, naftalină, care sub acțiunea razelor ionizate, devin luminescente, producând scintilația.

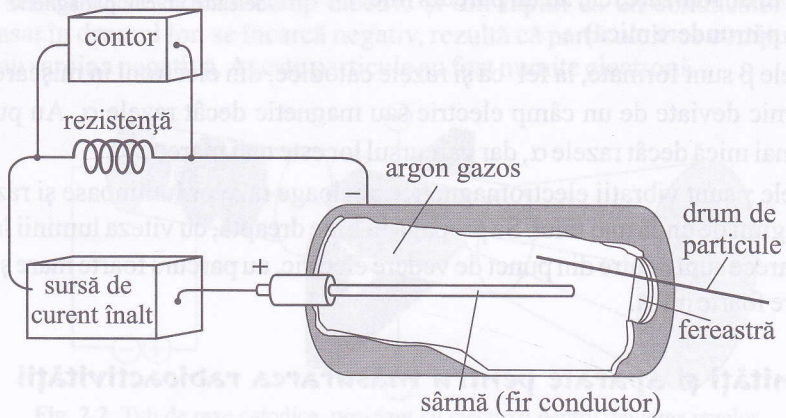


Fig. 2.4. Contor Geiger - Müller

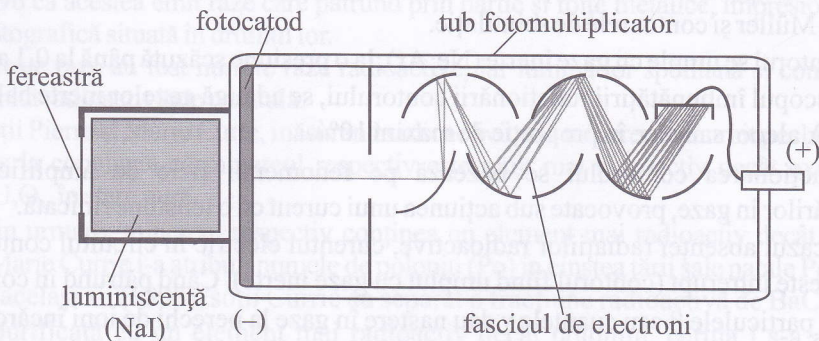


Fig. 2.5. Contor de scintilație