

PARASCHIVA ARSENE

CECILIA MARINESCU

Performanță  
la chimie!

# CHIMIE ANORGANICĂ

TEORIE ȘI PROBLEME  
pentru performanță,  
bacalaureat  
și  
admitere



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A.

edp

# Cuprins

<b>1. Introducere</b> .....	7
Mărimi și unități de măsură utilizate în chimie .....	7
Introducere. Materia. Proprietățile materiei .....	10
<b>2. Structura atomului</b> .....	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
Îvelișul de electroni al atomilor .....	36
Numere cuantice .....	38
Configurația electronică .....	39
Principiul încetitudinii .....	45
Exerciții .....	46
<b>3. Tabelul periodic, reflectarea structurii electronice a elementelor</b> .....	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
<b>4. Legături chimice</b> .....	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
<b>5. Substanțe gazoase. Legile gazelor</b> .....	119
Legea Boyle-Marriotte .....	119
Legea Gay-Lussac .....	120
Legea lui Charles .....	121

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

## 2. STRUCTURA ATOMULUI

### DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN GAZE

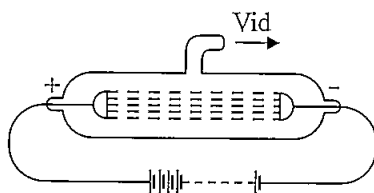


Fig. 2.1. Tub pentru descărcări electrice în gaze

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 peretele 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.

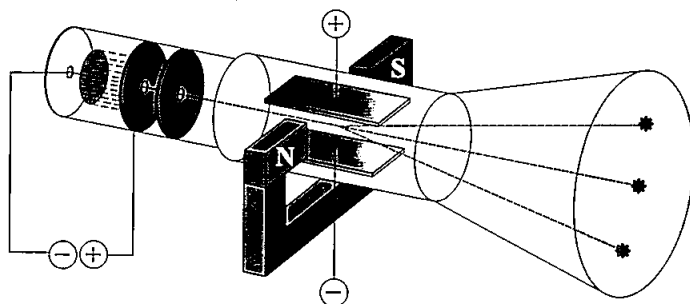


Fig. 2.2. Tub de raze catodice, prevăzut cu electrozi pentru devierea razelor

### 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:  $\alpha$ ,  $\beta$  și  $\gamma$ .

La trecerea lor printr-un câmp electric determinat de plăcile unui condensator electric, razele  $\alpha$  și  $\beta$  sunt deviate ca în figura 2.3, spre deosebire de razele  $\gamma$  care trec nedeviate.

Particulele  $\alpha$  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  $\beta$  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  $\alpha$ . Au putere de ionizare mai mică decât razele  $\alpha$ , dar parcursul lor este mai mare.

Razele  $\gamma$  sunt vibrații electromagnetice analoage 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.

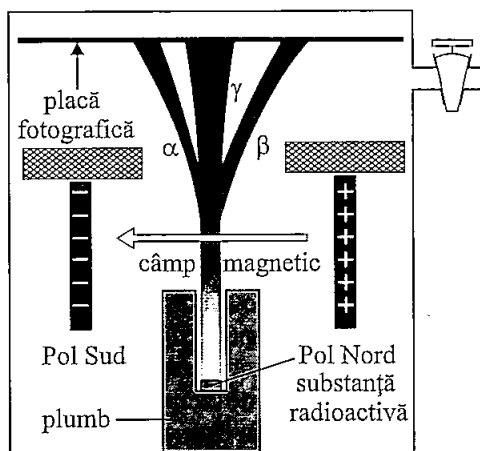


Fig. 2.3. Devierea radiațiilor  $\alpha$  și  $\beta$  de către un câmp magnetic

## • 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  $\beta$  sau cuantele  $\gamma$  dau naștere în gaze la perechi de ioni încărcăți cu electricitate de semn contrar.

Sub acțiunea forței câmpului electric, ionii pozitivi se îndreaptă spre catod (cilindrul contorului), iar cei negativi către anod (firul metalic) 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 metalic 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, CaWO<sub>4</sub>, naftalină, care sub acțiunea razelor ionizate, devin luminescente, producând scintilația.

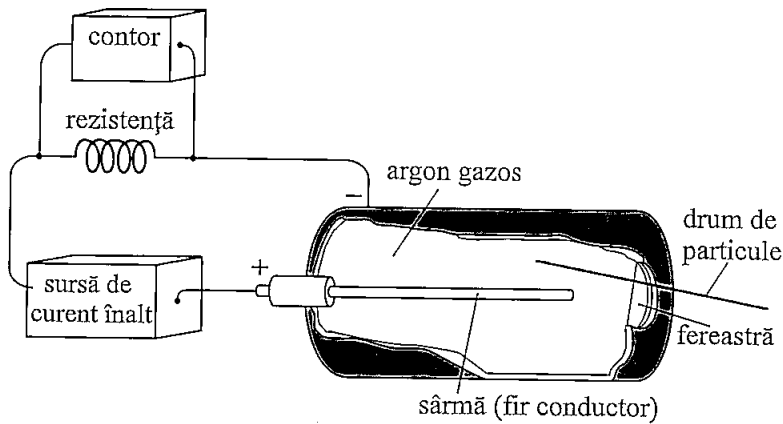


Fig. 2.4. Contor Geiger - Müller

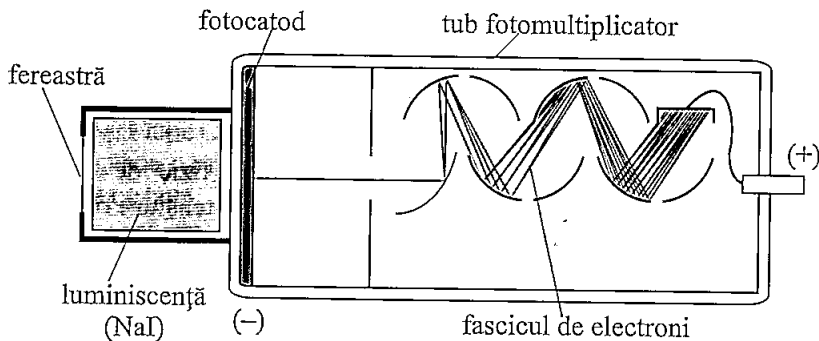


Fig. 2.5. Contor de scintilație

Un atom este foarte gol astfel că un neutron (mai ales) rapid poate să treacă prin el fără să întâlnească nucleul acestuia. Cu cât însă proba de uraniu are o masă mai mare (mai mulți atomi) șansa ca un neutron (mai ales lent) să întâlnească un nucleu devine mai mare. Există o masă limită numită masă critică de uraniu (~20 kg) care odată atinsă nu mai permite neutronului să o părăsească fără să întâlnească cel puțin un nucleu.

Odată întâlnit un nucleu, se petrece reacția în urma căreia apar mai mulți neutroni decât se consumă și ca urmare se petrece cu viteză foarte mare.

Prima bombă nucleară a avut la bază două mase separate de  $^{235}\text{U}$ , fiecare sub cea critică și care au fost împreunate printr-un mecanism la momentul dorit declanșând explozia.

Energia nucleară controlată, folosită în scopuri pașnice se obține de instalații speciale numite reactoare nucleare. Energia calorică degajată se transformă în energie electrică.

## Probleme

1. Uraniul, element radioactiv, are numărul atomic 92. El se găsește în natură ca un amestec de izotopi, cu numerele de masă 234, 235 și 238;

a) scrieți simbolurile izotopilor uraniului;

b) determinați numărul particulelor fundamentale ale izotopilor uraniului.

*Rezolvare*

$$\text{a) } {}_{92}^{234}\text{U}, {}_{92}^{235}\text{U}, {}_{92}^{238}\text{U}$$

$$\text{b) } {}_{92}^{234}\text{U} : \text{nr. } p^+ = \text{nr. } e^- = Z = 92$$

$$N = A - Z = 234 - 92 = 142$$

$${}_{92}^{235}\text{U} : \text{nr. } p^+ = \text{nr. } e^- = Z = 92$$

$$N = A - Z = 235 - 92 = 143$$

$${}_{92}^{238}\text{U} : \text{nr. } p^+ = \text{nr. } e^- = Z = 92$$

$$N = A - Z = 238 - 92 = 146$$

2. O probă de cesiu conține 75%  $^{133}\text{Cs}$ , 20%  $^{132}\text{Cs}$  și 5%  $^{134}\text{Cs}$ . Care este masa atomică relativă a cesiului?

$$\text{Rezolvare: } \frac{75}{100} 133 + \frac{20}{100} 132 + \frac{5}{100} 134 = 132,85$$

3. Să se afle timpul de înjumătățire  $T$  al radonului, cunoscând constanta lui radioactivă  $\lambda = 2,097 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ .

*Rezolvare*

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{2,097 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = \frac{0,693}{2,097 \cdot 10^{-6} \cdot 86 \cdot 40} \text{ zile} = 3,825 \text{ zile}$$

4. Elementul bor are 2 izotopi stabili  ${}_{5}^{10}\text{B}$  și  ${}_{5}^{11}\text{B}$ . Știind că masa atomică a amestecului de izotopi ai borului este 10,81, să se calculeze abundența naturală a celor doi izotopi.

*Rezolvare*

Notăm:  $x$  = abundența primului izotop

$y$  = abundența celui alt izotop

$$1) x + y = 100$$

$$2) \frac{10x}{100} + \frac{11y}{100} = 10,81 \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r} 10x + 11y = 1081 \\ x + y = 100 \quad | \quad -10 \\ \hline y = 81; x = 19 \end{array}$$

5. Știind că masa atomică relativă a oxigenului este 16,0044 și că acest element este alcătuit din trei izotopi ( $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ ,  $^{18}_8\text{O}$ ), că procentul masic al izotopului  $^{18}_8\text{O}$  este 0,2%, iar al izotopului  $^{16}_8\text{O}$  este 99,76% calculați procentul masic al izotopului  $^{17}_8\text{O}$ .

$$\text{Rezolvare: } \frac{16 \cdot 99,76}{100} + \frac{17x}{100} + \frac{0,2 \cdot 18}{100} = 16,0044$$

$$x = 0,04$$

6. Compusul  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (freon 12) este o substanță cu aplicații importante în tehnica frigului, dar considerată în prezent a fi, prin acumularea în atmosferă, una din cauzele distrugerii păturii de ozon din atmosferă, care asigură protecția împotriva radiației cosmice.

O metodă precisă de identificare și dozare a freonului 12 este bazată pe măsurarea exactă a maselor moleculare cu ajutorul spectrometrelor de masă.

a) Să se calculeze masa moleculară exactă a freonului 12 (cinci cifre semnificative, 2 zecimale).

b) Existența izotopilor stabili ai unor elemente face ca substanța  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  să fie alcătuită din mai mulți compuși cu diferite compoziții izotopice (de exemplu, unul dintre aceștia conține  $^{12}\text{C}^{19}\text{F}_2^{35}\text{Cl}_2$  și are  $M = 120$ ). Să se formuleze, după exemplul dat, toți compușii izotopici cu formula  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ .

c) Să se calculeze abundența relativă a compușilor formulați – în % față de compusul care apare în concentrația cea mai mare și care este considerat arbitrar 100 (se cunoaște abundența izotopilor:  $^{35}\text{Cl}$ :75%;  $^{37}\text{Cl}$ :25%;  $^{12}\text{C}$ :99%;  $^{13}\text{C}$ :1%).

$$\bar{M}_{\text{Cl}} = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5$$

$$\bar{M}_{\text{C}} = 0,99 \cdot 12 + 0,01 \cdot 13 = 12,01; M_{\text{CF}_2\text{Cl}_2} = 121,01$$

$$M_{\text{F}} = 19$$

$$b) \quad ^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{19}\text{F}_2; M = 120; \quad ^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}^{19}\text{F}_2; M = 122;$$

$$^{12}\text{C}^{37}\text{Cl}_2^{19}\text{F}_2; M = 124; \quad ^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{19}\text{F}_2; M = 121;$$

$$^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}^{19}\text{F}_2; M = 123; \quad ^{13}\text{C}^{37}\text{Cl}_2^{19}\text{F}_2; M = 125.$$

$$c) \quad M = 120 \quad 0,990(0,7500)^2 = 0,5564$$

$$M = 121 \quad 0,0100(0,7500)^2 = 0,056$$

$$M = 122 \quad 0,99(0,75 \cdot 0,25) = 0,3713$$

$$M = 123 \quad 0,0100(0,75 \cdot 0,25) = 0,0037$$

$$M = 124 \quad 0,990(0,25)^2 = 0,0619$$

$$M = 125 \quad 0,0100(0,25)^2 = 0,006$$