
Noțiuni de chimia picturii

Ediția a III-a revăzută și adăugită

Prefață	14
Introducere	18
Partea I	
Noțiuni de chimie generală și chimie organică	23
Cap. 1. Noțiuni de chimie generală	24
1.1 Fenomene fizice și fenomene chimice. Atomi, molecule	25
1.2. Structura atomului. Izotopi.	27
1.2.1. Îvelișul electronic al atomilor. Orbitalii	28
1.2.2. Sistemul periodic al elementelor	29
1.3. Legături chimice	29
1.4. Molecule polare	33
1.5. Legături intermoleculare	34
1.6. Stările de agregare ale materiei	35
1.6.1. Starea solidă	35
1.6.1.1. Forma cristalină	35
1.6.1.2. Forma amorfă	37
1.6.2. Starea lichidă	38
1.6.3. Starea gazoasă	38
1.6.4. Schimbarea stărilor de agregare ale substanțelor	38
1.7. Amestec și substanță pură	39
1.8. Masa și greutatea	40
1.8.1. Masa	40
1.8.2. Greutatea	40
1.9. Constante fizice	40
1.9.1. Densitatea	40
1.9.2. Greutatea specifică	40
1.9.3. Vâscozitatea	41
1.9.4. Indicele de refracție	42
1.9.5. Punct de topire	43
1.9.6. Punct de fierbere	44
1.9.7. Duritate	44
1.9.8. Coeficient de solubilitate	44
1.10. Soluții	45
1.10.1. Soluții de gaz în lichid	45
1.10.2. Soluții de lichid în lichid	46
1.10.3. Soluții de solid în lichid	46
1.10.3.1. Exprimarea concentrației	47
1.10.3.2. Procesul de dizolvare	47
1.10.3.3. Apa de cristalizare, higroscopicitate, eflorescență, deliquescentă	49

1.10.4. Soluții de solid în solid	50
1.10.4.1 Amestecuri izomorfe	50
1.10.4.2. Starea sticloasă	50
1.11. Difuziune. Osmoză	50
1.12. Tensiune superficială	51
1.13. Migrarea umidității în medii poroase	53
1.14. Starea coloidă	55
1.14.1. Dispersii coloidale	55
1.14.2. Suspensii	57
1.14.3 Emulsii	57
1.14.4. Spume	59
1.14.5. Aerosoli	59
1.15. Disociația termică	59
1.15.1. Reacții endo- și exoterme. Reacții reversibile	60
1.15.2. Viteza de reacție	61
1.16. Disociația electrolică	62
1.16.1 Grad de disociere. Constanta de disociere	63
1.16.2. Electroliți tari și electroliți slabi	63
1.17. Compuși chimici anorganici	63
1.17.1 Oxizi	63
1.17.1.1. Clasificarea oxizilor. Oxizi acizi. Oxizi bazici. Oxizi neutri	65
1.17.2. Acizi. Baze	66
1.17.2.1. Clasificarea acizilor	67
1.17.2.2. Clasificarea bazelor	69
1.17.3. Săruri	70
1.18. Concentrația ionilor de hidrogen	71
1.18.1. Disociația electrolică a apei; indicele de hidrogen (pH)	71
1.18.2. Determinarea pH-ului. Indicatori	73
1.18.3. Soluții tampon	73
1.19. Hidroliza	74
1.20. Reacții chimice	75
1.20.1 Reacții de sinteză	75
1.20.2. Reacții de descompunere	76
1.20.3. Reacții de dublu schimb	76
1.20.4. Reacții de adiție	76
1.20.5. Reacții de oxido-reducere	77
Cap. 2. Noțiuni de chimie organică	80
2.1. Obiectul chimiei organice	81
2.2. Structura combinațiilor organice	81
2.3. Hidrocarburi	84
2.3.1. Hidrocarburi saturate aciclice (parafini sau alcani)	84
2.3.2. Hidrocarburi saturate ciclice (cicloparafine sau cicloalcani)	85
2.3.3. Hidrocarburi nesaturate cu dublă legătură (alchene sau olefine)	86
2.3.4. Hidrocarburi nesaturate cu triplă legătură	86
2.3.5. Hidrocarburi aromatice	86
2.4. Combinații halogenate	87
2.5. Combinații oxigenate	88
2.5.1. Alcoolii	88

2.5.2. Fenoli	89
2.5.3. Eteri	89
2.5.4. Aldehide	90
2.5.5. Cetone	90
2.5.6. Acizi carboxilici	90
2.5.7. Esteri	92
2.6. Hidrați de carbon (oze)	92
2.7. Combinații cu azot	93
2.7.1. Amine	93
2.7.2. Amino-acizi	94
2.7.3. Amide	95

Partea a II-a

Materiale pentru pictură și restaurarea picturilor	97
---	-----------

Cap. 3 Pigmenți	98
3.1. Lumina și culoarea	99
3.2. Denumirea pigmentilor	101
3.3. Proprietăți generale ale pigmentilor	101
3.3.1. Transparența, opacitatea. Puterea de acoperire	101
3.3.2. Puterea de colorare	103
3.3.3. Indicele de absorbție de ulei	105
3.3.4. Rezistența la lumină	106
3.3.5. Dispersabilitatea pigmentilor în lianți	107
3.3.6. Miscibilitatea	108
3.3.7. Toxicitatea	108
3.4. Acțiunea unor agenți chimici de mediu asupra pigmentilor	108
3.5. Interacțiunea pigmentilor între ei	109
3.6. Interacțiunea pigmentilor cu lianții	109
3.7. Interacțiunea lianților cu pigmentii	109
3.8. Acțiunea umidității asupra pigmentilor	110
3.9. Pigmenți organici de sinteză	111
3.10. Clasificarea și prezentarea pigmentilor	112
3.10.1 Pigmenți albaștri	113
3.10.1.1. Azurit	113
3.10.1.2. Azurit artificial	116
3.10.1.3. Albastru de Bremen	117
3.10.1.4. Albastru Egiptean	117
3.10.1.5. Albastru ultramarin natural	118
3.10.1.6. Albastru ultramarin artificial	120
3.10.1.7. Albastru smalt	122
3.10.1.8. Albastru de Prusia	125
3.10.1.9. Albastru de cobalt	125
3.10.1.10. Albastru ceruleum	125
3.10.1.11. Albastru indigo	126
3.10.1.12. Albastru de mangan	127
3.10.1.13. Albastru monastrel	127
3.10.1.14. Albastru indantren	128
3.10.2. Pigmenți albi	128

3.10.2.1. Alb de carbonat de calciu	128
3.10.2.2. Alb de plumb	130
3.10.2.3. Alb de zinc	132
3.10.2.4. Alb de titan	133
3.10.2.5. Litopon	133
3.10.2.6. Alb de bariu	134
3.10.2.7. Caolin	134
3.10.3. Pigmenți galbeni	135
3.10.3.1. Ocru	135
3.10.3.2. Pământ de Siena	136
3.10.3.3. Oxid galben de fier. Marsuri	136
3.10.3.4. Galben de Neapole	136
3.10.3.5. Auripigment	137
3.10.3.6. Masicot	137
3.10.3.7. Galben de cadmiu	137
3.10.3.8. Galben de crom	138
3.10.3.9. Galben de zinc	138
3.10.3.10. Galben de bariu	139
3.10.3.11. Galben de stronțiu	139
3.10.3.12. Galben de cobalt	139
3.10.3.13. Galben de plumb și staniu; galben de plumb, staniu și antimoniu	139
3.10.3.14. Galben de nichel și titan	139
3.10.3.15. Galben de India (piuri)	140
3.10.3.16. Gamboge (guma gutti)	140
3.10.3.17. Galben de Hansa	140
3.10.4. Pigmenți roșii	141
3.10.4.1. Ocru roșu	141
3.10.4.2. Pământ de Siena ars	142
3.10.4.3. Oxid roșu de fier	142
3.10.4.4. Cinabru	143
3.10.4.5. Miniu de plumb	145
3.10.4.6. Roșu de cadmiu	146
3.10.4.7. Roșu de crom	147
3.10.4.8. Roșu de molibden	148
3.10.4.9. Realgar	148
3.10.4.10. Roșu de garanță	148
3.10.4.11. Roșu toluidin	150
3.10.4.12. Roșu lithol	150
3.10.4.13. Roșu para	150
3.10.4.14. Lithorubin BK	150
3.10.5. Pigmenți bruni	151
3.10.5.1. Umbră naturală și umbră arsă	151
3.10.5.2. Brun Van Dike	151
3.10.5.3. Pământ verde ars	151
3.10.5.4. Asfalt	152
3.10.5.5. Bistru	152
3.10.5.6. Mumia	152
3.10.5.7. Sepia	152
3.10.6. Pigmenți verzi	153

3.10.6.1. Pământ verde	153
3.10.6.2. Verde malachit	154
3.10.6.3. Crisocola	156
3.10.6.4. Verdigris	156
3.10.6.5. Verde transparent de cupru	158
3.10.6.6. Verde Schele	168
3.10.6.7. Verde smarald	158
3.10.6.8. Oxid verde de crom	158
3.10.6.9. Oxid verde transparent de crom	158
3.10.6.10. Verde de crom	159
3.10.6.11. Verde de cobalt	159
3.10.6.12. Verde de titan	160
3.10.6.13. Verde permanent	160
3.10.6.14. Verde monastral	160
3.10.6.15. Verde de nitrozobetanaftol	160
3.10.7. Pigmenți negri	160
3.10.7.1. Negru de cărbune	160
3.10.7.2. Negru mineral	161
3.10.8. Pigmenți violeti	162
3.10.8.1. Ultramarin violet	162
3.10.8.2. Violet de cobalt	162
3.10.8.3. Violet de mangan	163
3.10.9. Foițe și pulberi metalice	163
3.10.9.1. Aur	163
3.10.9.2. Aur mozaic	164
3.10.9.3. Schlagmetal	164
3.10.9.4. Foița de argint	165
3.10.9.5. Foița se staniu	165
3.10.9.6. Foița de aluminiu	165
3.10.9.7. Bronzurile	165
Cap. 4 Coloranți	166
4.1. Coloranți organici naturali. Generalități	167
4.1.1. Șofranul	168
4.1.2. Sânge de dragon	169
4.1.3. Boabe de Avignon	169
4.1.4. Arzica	169
4.1.5. Carmin	170
4.1.6. Kermes	170
4.1.7. Turnesol	171
4.1.8. Purpura	171
4.1.9. Lacul indian	172
4.1.10. Lemnul de Brazilia	172
4.1.11. Băcan	173
4.2. Coloranți organici de sinteză. Generalități	173
Cap. 5 Lianți. Considerații generale	176
5.1. Lianți anorganici. Materiale de construcție	177
5.1.1. Varul	178

5.1.1.1. Var gras	178
5.1.1.2. Mecanismul de întărire a mortarelor de var gras	181
5.1.1.3. Varuri hidraulice	181
5.1.1.4. Varul dolomitic	183
5.1.1.5. Tipuri tradiționale de mortare de var	183
5.1.2. Gipsul	184
5.1.2.1. Alte tipuri de sulfat de calciu	184
5.1.2.2. Priza ipsosului și întărirea lui	184
5.1.2.3. Proprietăți ale gipsului	186
5.1.3. Argila	186
5.1.3.1. Compoziție chimică, structură, proprietăți	186
5.1.4. Ciment Portland	187
5.1.5. Nisipul	188
5.2. Lianți de natură organică	189
5.2.1. Formarea peliculei prin fenomene fizice	190
5.2.1.1. Procesul de evaporare a solventului	190
5.2.1.2. Uscarea emulsiilor	190
5.2.1.3. Formarea peliculei prin solidificare	191
5.2.2. Formarea peliculei prin reacții chimice	191
5.2.3. Reflexia luminii	191
5.2.4. Suplețea peliculelor	192
5.2.5. Duritatea peliculelor	193
5.2.6. Adezivitatea peliculelor	194
5.2.7. Uleiuri. Proprietăți fizico-chimice	194
5.2.8. Uleiuri pentru pictură	197
5.2.8.1. Uleiul de in	197
5.2.8.2. Uleiul îngroșat la soare	198
5.2.8.3. Uleiul de in fiert	198
5.2.8.4. Uleiul de in fiert (firnis)	198
5.2.8.5. Uleiul de in polimerizat	198
5.2.8.6. Uleiul de mac	199
5.2.8.7. Uleiul de nucă	199
5.2.8.8. Alte uleiuri pentru pictură	199
5.2.8.9. Uleiuri sicativate artificial	200
5.2.9. Lianți pe bază de hidrați de carbon	201
5.2.9.1. Monozaharide	201
5.2.9.2. Polizaharide (poliholozone)	202
5.2.10. Lianți Proteici	206
5.2.10.1. Proteine solubile	207
5.2.10.2. Proteine insolubile în apă (scleroproteine)	208
5.2.10.3. Proteine conjugate (proteide)	210
Cap. 6 Sicativi	212
6.1. Definiție. Compoziție	213
6.2. Mecanismul acțiunii sicativilor	214
Cap. 7 Plastifanți	216
7.1. Definiție. Proprietăți	217
7.2. Clasificarea plastifanților	217

7.3. Mecanismul plastifierii	218
Cap. 8 Verniuri	220
8.1. Definiție	221
8.2. Clasificarea verniurilor după funcțiile lor	221
8.2.1. Verni de pictură	221
8.2.2. Verni de retuș	221
8.2.3. Verni izolanți	222
8.2.4. Verni finali	222
8.3. Substanțele filmogene	223
8.4. Proprietăți ale soluțiilor de verni	223
8.4.1. Culoarea	223
8.4.2. Transparența	224
8.4.3. Vâscozitatea	224
8.4.4. Uscarea soluțiilor de verni	224
8.5. Proprietăți ale peliculei de verni	225
8.5.1. Elasticitatea peliculei	225
8.5.2. Luciul peliculei	225
8.5.3. Reversibilitatea	225
8.5.4. Comportarea în condiții de umiditate	226
8.5.5. Îngălbenirea peliculei	226
Cap. 9 Rășini naturale (rezine) și uleiuri volatile	228
9.1. Rășini naturale	229
9.1.1. Definiție. Compoziție chimică	229
9.1.2. Proprietăți	230
9.1.3. Clasificare	230
9.1.3.1. Rășini alcoolice	230
9.1.3.2. Rășini ce se dizolvă printr-o prealabilă tratare termică	233
9.1.3.3. Oleorezine, oleogumi-rezine, balsamuri	234
9.2. Uleiuri volatile	236
Cap. 10 Polimeri sintetici	238
10.1. Definiție. Structură chimică generală	239
10.2. Clasificarea compușilor macromoleculari	239
10.3. Macromolecule de polimerizare	241
10.4. Macromolecule de policondensare	242
10.5. Proprietăți ale polimerilor	243
10.6. Polimeri folosiți în pictură și restaurarea picturilor	244
10.6.1. Acetat de polivinil	244
10.6.2. Alcool polivinilic	245
10.6.3. Polimetacrilat de metil	246
10.6.4. Paraloid B 72	246
10.6.5. Primal AC33	247
10.6.6. Primal E 330	247
10.6.7. Rășini cetonice	248
10.6.8. Rășini poliesterice	248
10.6.9. Rășini epoxidice	249
10.6.10. Poliamide	250

10.6.11. Polietilenglicoli	251
10.6.12. Rășini siliconice	251
10.6.13. Rășini schimbătoare de ioni	253
Cap. 11 Ceruri	254
11.1. Definiție. Compoziție chimică. Clasificare	255
11.2. Produse	255
11.2.1. Ceara de albine	255
11.2.2. Ceara de Carnauba	256
11.2.3. Ceara japoneză	257
11.2.4. Ceara montană	257
11.2.5. Ozocherita	257
11.2.6. Cerezina	257
11.2.7. Parafina	258
11.2.8. Ceara microcristalină	258
Cap. 12 Solvenți și alte substanțe folosite în restaurarea picturilor	260
12.1. Solvenți organici. Definiție, considerații generale	261
12.2. Reprezentanți mai importanți ai solvenților folosiți în restaurarea picturilor	264
12.2.1. Hidrocarburi saturate	264
12.2.2. Hidrocarburi aromatice	264
12.2.3. Hidrocarburi terpenice	264
12.2.4. Derivați clorurați	265
12.2.5. Alcoolii	265
12.2.6. Glicoli – Polioli	266
12.2.7. Eteri	267
12.2.8. Cetone	267
12.2.9. Esteri	268
12.2.10. Amine	268
12.2.11. Amide	268
12.2.12. Distilate de petrol	269
12.3. Solvenți anorganici	271
12.3.1. Apa	271
12.3.2. Amoniac	273
12.4. Solvenți reactivi	273
Cap. 13 Agenți de suprafață	276
13.1. Definiție. Constituție	277
13.2. Clasificarea agenților activi de suprafață	279
13.3. Saponine	280
Cap. 14 Enzime	282
14.1. Definiție	283
14.2. Structură, clasificare	283
14.3. Nomenclatură	283
14.4. Proprietăți fizico-chimice	284
14.5. Saliva naturală și saliva sintetică	284
14.6. Întrebuințarea enzimelor în restaurare	285

Cap. 15 Reactivi chimici și alte substanțe folosite în restaurare	288
15.1. Borax (tetracarbonat de sodiu)	289
15.2. Carbonat de amoniu	289
15.3. Hidrogen carbonat de amoniu	290
15.4. Hidrogen carbonat de sodiu	290
15.5. Hidroxid de bariu	290
15.6. Oxalat de amoniu	290
15.7. Peroxid de hidrogen	292
15.8. Preventol R 80	292
15.9. Syton	293
15.10. Silice micronizată	293
15.11. Substanțe complexante (agenți de chelare)	293
Cap. 16 Poluarea chimică a aerului. Alterări produse operelor de artă	296
Cap. 17 Eflorescențe	304
17.1. Săruri și surse de săruri	305
17.2. Sursele de umiditate	311
17.3. Procesul de evaporare	315
Partea a III-a	
Cercetări de laborator	319
Cap. 18 Cercetări de laborator asupra unor picturi murale și iconostase din monumentele României, sec XIV – XX	320
Cap. 19 Aspecte inedite din activitatea de șantier	372
Anexe	
Anexa 1. Sistemul periodic al elementelor	385
Anexa 2. Masele atomice relative ale elementelor	386
Anexa 3. Parametri de solubilitate ai unor solvenți folosiți în restaurarea picturilor	387
Anexa 4. Calculul parametrilor de solubilitate pentru un amestec de solvenți	388
Anexa 5. Diagrama ternară de solubilitate a solvenților	389
Anexa 6. Calculul amestecurilor de soluții și solvenți	390
Anexa 7. Solubilitățile în apă a unor substanțe folosite în restaurarea picturilor	392
Anexa 8. Săruri întâlnite mai frecvent în eflorescențele de pe picturi murale	393
Anexa 9. Extras din iconografia Ghenadie 1903: <i>Aicea scrisei numirea vâpselelor, zugrăviei și prețul lor</i>	394
Anexa 10. Extras din iconografia Ghenadie 1903: <i>Numirea vâpselelor ce rabdă puindu-se pe tencuiala verde și prețul lor</i>	395
Anexa 11. Extras din iconografia Ghenadie 1903: <i>Amestecătura vâpselelor zidului proaspăt</i>	396
Bibliografie	398
Index	404

Capitolul 1

Noțiuni de chimie generală

1.1. Fenomene fizice și chimice. Atomi, molecule

Întreg universul este constituit din materie. Aceasta stă la baza alcătuirii diferitor substanțe naturale (existente în natură) sau artificiale (preparate de oameni). O cantitate de materie cu formă proprie constituie un corp. Substanțele se deosebesc între ele prin proprietăți caracteristice, care, la rândul lor, se manifestă prin fenomene fizice și chimice.

Fenomenele fizice produc substanțelor schimbări calitative, reversibile. Apa de exemplu, la temperatură scăzută îngheață. Dacă sursa de răcire nu mai acționează, gheața se topește. S-a produs doar o schimbare a stării de agregare a apei.

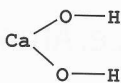
Fenomenele chimice produc schimbări profunde în compoziția corpurilor. Alterarea azuritului sau a miniului de plumb (procese amintite anterior) sunt fenomene chimice. La fel, arderea cărbunilor sau ruginirea (oxidarea) fierului.

Procedeele folosite în chimie pentru rezolvarea unor probleme se bazează pe observație, ipoteze și experiențe. Ipotezele sunt presupuneri care se emit de către cercetători pentru explicarea unor fenomene. Dacă sunt verificate prin experiență devin certitudini și astfel se emit legi sau teorii.

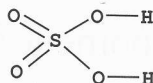
În concepția actuală, materia este formată din *atomi*. Noțiunea de atom („indivizibil”, în limba greacă) se datorează filozofilor greci Leucip și Democrit și corespunde celei mai mici părți dintr-un element chimic care păstrează proprietățile fizice și chimice ale acestuia. Mai mulți atomi se unesc pentru a forma o substanță. Cea mai mică parte din substanță care mai păstrează proprietățile acesteia, constituie o *moleculă*.

Substanțele compuse din atomi de același fel se numesc *elemente*. Prin combinarea mai multor atomi diferiți se obțin substanțe compuse sau *compuși chimici*. Aceste substanțe pot fi descompuse în elementele din care provin. Din cele 108 elemente chimice cunoscute, 92 sunt naturale, restul – cunoscute sub numele de transuraniene – fiind obținute în laborator. Elementele chimice se reprezintă prin *simboluri* (de exemplu, clorul are simbolul Cl, calciul Ca, oxigenul O, etc). Compușii chimici sunt reprezentați prin *formule chimice*. Formulele chimice pot fi *brute* sau empirice, atunci când se indică felul atomilor și raportul numeric între ei, în combinația respectivă. De exemplu, formula brută a celulozei este $(C_5H_{10}O_5)_n$, a etanului C_2H_6 . Atunci când se indică atât felul atomilor cât și numărul lor într-o moleculă, formula respectivă este o *formulă moleculară* sau reală (de exemplu, hidroxidul de calciu $Ca(OH)_2$ sau acidul sulfuric H_2SO_4). Formula moleculară

poate fi aceeași cu formula brută sau un multiplu al acesteia. Determinarea masei moleculare va lămurii această situație. Formula care indică modul de legare a atomilor între ei în moleculă, este o *formulă de structură*:



Hidroxid de calciu



Acid sulfuric

Formule structurale

Fiecare element chimic se caracterizează printr-o masă proprie. De exemplu, masa unui atom de hidrogen este $1,673 \times 10^{-24}$. Întrucât aceste mase absolute sunt greu de utilizat, se folosesc *mase atomice relative*, definite ca fiind raportul între masa atomică a elementului și masa a 1/12 parte din masa atomică a izotopului C_{12} . Calculată astfel, masa atomică a hidrogenului este 1,008, a oxigenului 15,999, etc. Masele atomice pentru toate elementele sunt redată în tabele.

O cantitate dintr-un element exprimată în grame ce corespunde numeric cu masa atomică a elementului respectiv, reprezintă un *atom gram*. Masa unui atom gram de hidrogen este 1,008 g, a celui de oxigen 15,999 g.

Masa moleculară sau masa molară reprezintă suma maselor atomice ce constituie molecula. Cantitatea din substanța respectivă exprimată în grame, egală numeric cu masa moleculară reprezintă o *moleculă gram*. Prezentăm în continuare câteva exemple privind calculul maselor molare (masele atomice luate în calcul sunt: azot =14, carbon =12, oxigen =16, hidrogen =1):

a) masa moleculară a hidroxidului de calciu, $Ca(OH)_2$ este obținută prin însumarea maselor atomice ale calciului 40, a oxigenului 16, a hidrogenului 1:

$$Ca(OH)_2 = 40 \text{ g/mol} + 2 \times (16 \text{ g/mol} + 1 \text{ g/mol}) = 74 \text{ g/mol}$$

b) masa moleculară a carbonatului de amoniu este:

$$(NH_4)_2CO_3 = 2 \times (14 \text{ g/mol} + 4 \text{ g/mol}) + 12 \text{ g/mol} + (3 \times 16 \text{ g/mol}) = 96 \text{ g/mol}$$

Elementele au capacități de combinare diferite, caracteristice. Această capacitate se numește *valență*. Drept unitate s-a luat valența hidrogenului. Astfel, după o formulare mai veche, valența unui element indică numărul atomilor de hidrogen care se pot combina sau care pot fi înlocuiți cu un atom al elementului respectiv. Clorul se combină cu un atom de hidrogen pentru a forma acidul clorhidric (HCl); clorul este, deci, monovalent. Oxigenul se combină cu doi atomi de hidrogen pentru a forma apa, (H_2O); prin urmare oxigenul este bivalent. Tot astfel, în amoniac, azotul este trivalent (NH_3). Carbonul este tetravalent (CH_4). În concepția modernă, noțiunea de valență a fost lărgită, înlocuindu-se cu noțiunea de *stare* sau *număr de oxidare* (v. cap. 1.20.5). Valența este consecința directă a structurii electronice exterioare a elementului respectiv și a poziției lui în sistemul periodic al elementelor (v. cap. 1.2.2).

1.2. Structura atomului. Izotopi

Respect pentru oameni și cărți

Atomii sunt formați din particule elementare. În jurul unui *nucleu* se rotesc *electronii* pe orbite eliptice, cu viteze foarte mari. Aceștia au sarcini electrice negative. Toată masa atomului este concentrată în nucleu sub formă de particule numite *protoni* și *neutroni*. Protonii constituie sarcina pozitivă a atomului. Atomii fiind neutri din punct de vedere electric, numărul de sarcini negative dat de electroni este egal cu numărul de sarcini pozitive dat de numărul de protoni. Numărul de protoni se notează cu Z și constituie *numărul atomic*, fiind una din mărimile fundamentale ce caracterizează un element. A doua mărime fundamentală o constituie *numărul de masă*, dat de numărul de protoni și numărul de neutroni din nucleu. În continuare prezentăm două exemple (cazul hidrogenului și heliului), care ilustrează noțiunile prezentate anterior. Atomul de hidrogen are un electron și un nucleu format dintr-un proton. Numărul atomic Z este 1, iar cel de masă 1. Heliul are 2 electroni, 2 protoni și 2 neutroni. El are numărul atomic $Z = 2$ și numărul de masă 4 (v. Anexa 2).

Există însă și elemente care au același număr atomic Z (deci același număr de protoni și de electroni) dar numere de masă diferite. Aceste elemente se numesc *izotopi*. De exemplu, hidrogenul are trei izotopi: doi stabili – H_1^1 (protiul) și H_1^2 (deuteriul) – și unul radioactiv, artificial – H_1^3 (tritiul). Clorul are doi izotopi cu numerele de masă 35 și 37. Masele atomice, așa cum sunt publicate în tabele, reprezintă valori medii ale amestecului de izotopi, ținându-se seama de masa fiecărui izotop și de proporția izotopului în amestec (de exemplu, în tabele elementul clor este notat cu masa atomică 35,5, aceasta fiind media ponderală a celor doi izotopi cu masele 35 și 37). Carbonul are doi izotopi stabili C_6^{12} și C_6^{13} , precum și un izotop radioactiv C_6^{14} . De o importanță practică deosebită se bucură izotopul C_6^{14} . Determinarea lui în diverse obiecte vechi este folosită cu succes în cercetarea arheologică pentru datări de obiecte cu vârsta cuprinsă între 10.000 și 25.000 ani (eroarea fiind cuprinsă între 1,5–1,6%)¹. O altă aplicație interesantă a determinării izotopilor radioactivi din materiale, o constituie depistarea picturilor falsificate².

¹ Acest izotop se formează în natură prin acțiunea neutronilor din razele cosmice asupra azotului din aer: N_7^{14} (7 protoni + 7 neutroni) + un neutron = C_6^{14} (6 protoni + 8 neutroni) + un proton. Carbonul radioactiv C_6^{14} (notat C^*) reacționează cu oxigenul din aer: $C^* + O_2 = C^*O_2$. Dioxidul de carbon cu carbon radioactiv este antrenat de apele de ploaie pe pământ și este absorbit de vegetale, de unde ajunge și în regnul animal. Cantitatea de C^{14} din țesuturi este constantă, pe măsură ce se consumă, ea se înlocuiește cu alta. În momentul în care planta este scoasă din circuitul natural (de exemplu tăiată), cantitatea de C^{14} radioactiv nemaifiind înlocuită, se micșorează prin dezintegrări naturale. Considerând că în natură cantitatea de C^{14} a rămas constantă și că perioada sa de înjumătățire este de 5.730 ani, se calculează vârsta obiectului. Metoda se aplică pentru toate obiectele ce conțin carbon.

² Sunt bine cunoscute falsurile produse de artistul olandez Han van Meegeren. Acesta a fost acuzat de a fi vândut germanilor în timpul celui de al doilea război mondial, picturi din patrimoniul național olandez realizate de Vermeer și de alți pictori. În ciuda expertizelor efectuate de renumiți experți, Van Meegeren a declarat că lucrurile vândute erau falsuri făcute de el. Adevărul s-a stabilit cu exactitate în anul 1968 prin efectuarea unor analize speciale privind evoluția cantitativă a unor izotopi radioactivi (plumb 210 și radiu 226) din pigmentul alb de plumb, pigment dovedit astfel a fi de fabricație recentă. Detalii asupra acestui subiect sunt date de Bernard Keisch în *Secret of the Past. Nuclear Energy Application in Art and Archeology*, US. Atomic Energy Commission, Office of Information Services, 1972, p. 75.

Izotopii, având aceeași configurație electronică, au proprietăți chimice identice. Masa atomică diferită, influențează unele proprietăți fizice.

1.2.1. Învelișul electronic al atomilor. Orbitalii

Electronii care intră în structura atomilor, gravitează în jurul nucleului în *straturi* electronice. Electronii care se găsesc la aceeași distanță medie de nucleu formează un strat de electroni. Straturile de electroni se notează cu literele K, L, M, N, O, P, Q, sau cu cifrele 1, 2, 3,7, începând de la nucleu către exterior (fig. 1). Fiecare strat de electroni se caracterizează prin valori ale energiei care variază de la stratul cel mai apropiat de nucleu, care are energia cea mai mică, la stratul cel mai depărtat, cu energia cea mai mare. Electronii de pe ultimul strat (cu energia cea mai mare) sunt *electroni de valență*. Acești electroni sunt implicați în reacțiile chimice.

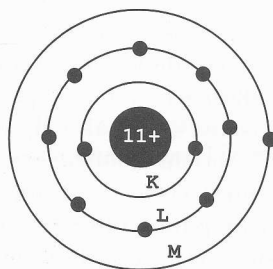


Fig. 1 Straturile de electroni ale atomului de sodiu

Diferitele straturi de electroni pot fi ocupate de un număr determinat de electroni. Astfel stratul K poate primi doi electroni, stratul L opt electroni, stratul M 18 electroni, iar stratul N 32 electroni. Straturile de electroni sunt formate din unul sau mai multe *substraturi* (cu excepția stratului K) care conțin electroni cu același nivel energetic. Substraturile se notează cu cifra corespunzătoare stratului, urmată de o literă ce indică tipul orbitalului.

Orbitalii sunt „nori de electroni” care se rotesc în jurul nucleului, pe orbite speciale. Acestea au forme diferite și se caracterizează prin energii proprii. Sunt patru tipuri de orbitali, notate cu literele *s*, *p*, *d* și *f*. Fiecare orbital poate conține maximum doi electroni. Pe lângă mișcarea de rotație în jurul nucleului, electronii au și o mișcare de rotație în jurul axelor proprii, numită *mișcare de spin*, care se poate produce în același sens cu mișcarea de rotație a electronului pe orbită sau în sens contrar. Dacă cei doi electroni de pe un orbital se rotesc unul într-un sens și celălalt în sens contrar, se spune că electronii respectivi au spin opus și se numesc *electroni cuplați*. Există un singur orbital tip *s*. Orbitalii tip *p* sunt în număr de trei, cei de tip *d* sunt în număr de cinci, iar cei de tip *f* sunt în număr de 7.

Stratul 1 (K) poate conține maximum doi electroni, notați $1s^2$, stratul 2 (L) poate conține 8 electroni notați cu $1s^2, 2s^2, 2p^6$, stratul 3 (M) poate conține maximum 18 electroni notați cu $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}$.