

Chapitre 4

La classification périodique des éléments

Dr. Pierre-Alexis GAUCHARD

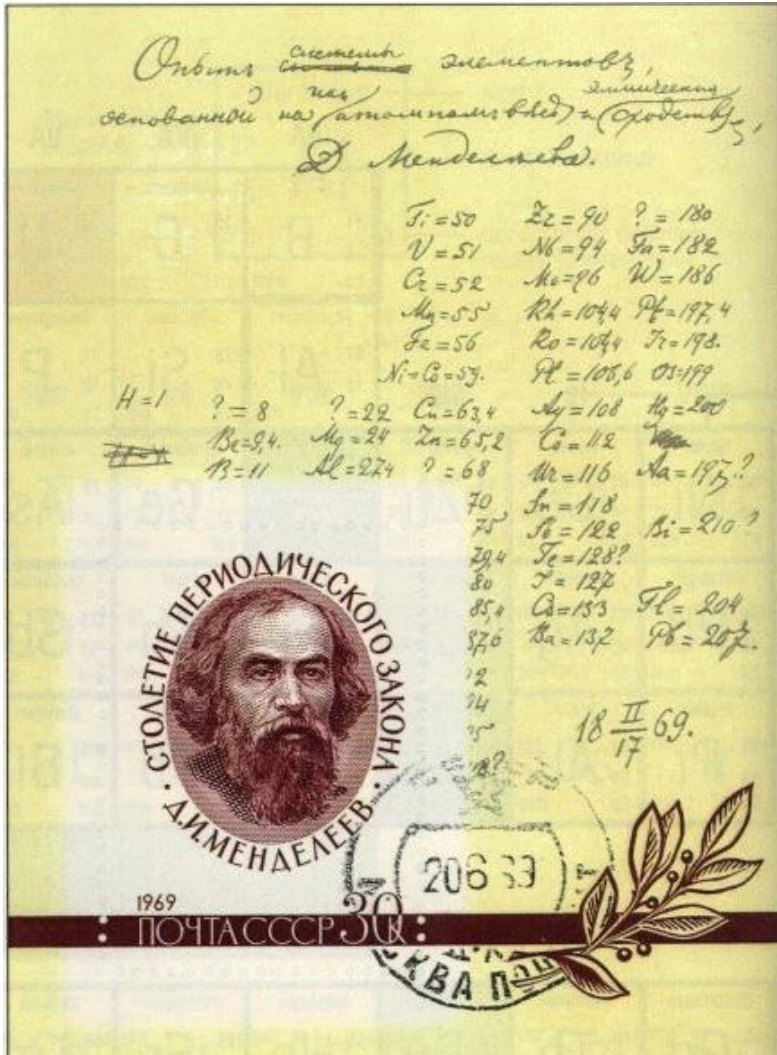
Chapitre 4.

La classification périodique des éléments

- I) Histoire de la classification périodique des éléments
- II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

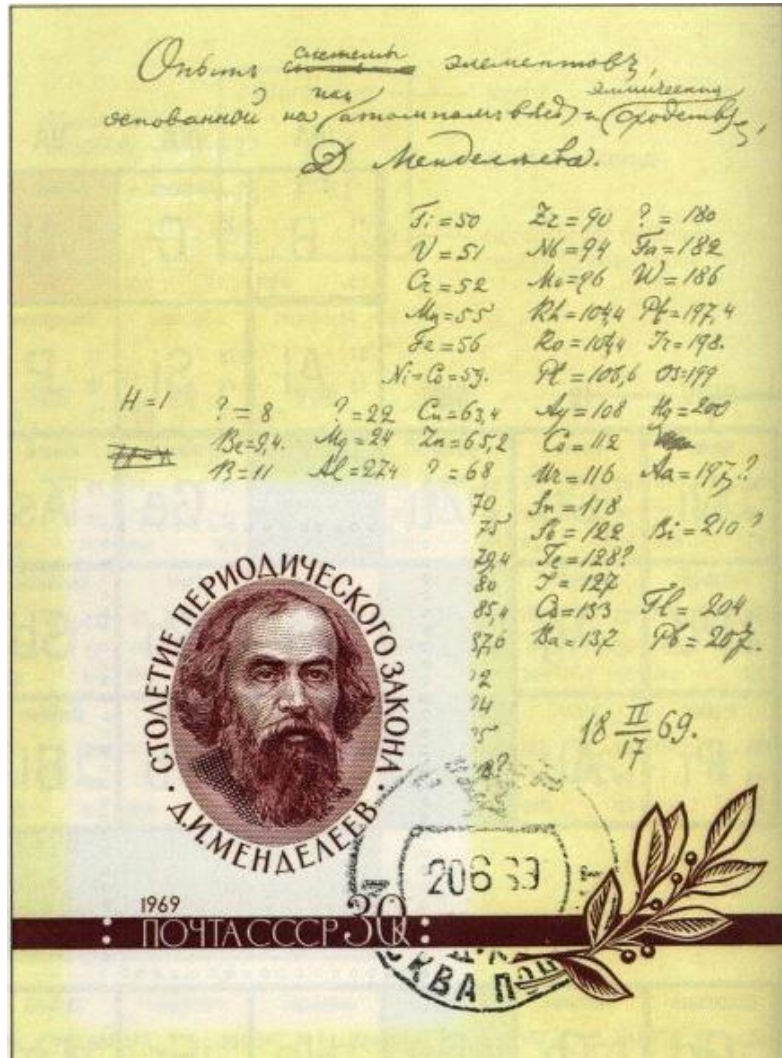
I. Histoire de la classification périodique des éléments

Classification proposée par
Dimitri Ivanovitch **Mendeleïev**
(chimiste russe)
vers 1870



- Classement par masse atomique M croissante des 63 éléments connus.
- Inversion de quelques éléments de manière à placer en colonnes les éléments aux propriétés chimiques voisines (exl : Iode I et Tellure Te).
- Certaines cases vides, avec prédiction des propriétés que devraient avoir les éléments encore inconnus qui occuperaient ces cases.

I) Histoire de la classification périodique des éléments



➤ 1875 → découverte du gallium Ga dont les propriétés chimiques (analogues à celles de l'aluminium) correspondaient très exactement à celles prévues par Mendeleïev pour un élément de telle masse atomique.

➤ 1886 → idem avec le germanium

VALIDATION DU CLASSEMENT SELON MENDELEIEV

➤ 1910 → découverte de la charge du noyau par Rutherford et introduction du numéro atomique Z.

➤ nouveau classement non plus selon M croissante mais selon Z croissant (périodicité des propriétés sans que des inversions soient nécessaires).

➤ Classer par Z croissant revient à classer selon la configuration électronique des atomes.

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

Chaque ligne (ou **période**) de la classification est associée à un nombre quantique n : la n -ième ligne débute par le remplissage de l'orbitale ns et se termine lorsque la sous-couche np est remplie.

Chaque colonne de la classification rassemble les éléments de **même configuration électronique de valence**.

➤ 7 périodes

➤ 18 colonnes (bloc f à part pour ne pas avoir une classification à 32 colonnes)

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

Bloc S

Bloc D

Bloc P

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

ns^1 ns^2 $n'd^1$ $n'd^2$ $n'd^3$ $n'd^4$ $n'd^5$ $n'd^6$ $n'd^7$ $n'd^8$ $n'd^9$ $n'd^{10}$ ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2

ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 ns^2 np^1 np^2 np^3 np^4 np^5 np^6

1 2 3 4 5 6 7

$n' = n - 1$

valeurs de n

Bloc F

1H 2He

3Li 4Be 5B 6C 7N 8O 9F 10Ne

11Na 12Mg 13Al 14Si 15P 16S 17Cl 18Ar

19K 20Ca 21Sc 22Ti 23V 24Cr 25Mn 26Fe 27Co 28Ni 29Cu 30Zn 31Ga 32Ge 33As 34Se 35Br 36Kr

37Rb 38Sr 39Y 40Zr 41Nb 42Mo 43Tc 44Ru 45Rh 46Pd 47Ag 48Cd 49In 50Sn 51Sb 52Te 53I 54Xe

55Cs 56Ba 57La 58Ce 59Pr 60Nd 61Pm 62Sm 63Eu 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tm 70Yb 71Lu

72Hf 73Ta 74W 75Re 76Os 77Ir 78Pt 79Au 80Hg 81Tl 82Pb 83Bi 84Po 85At 86Rn

87Fr 88Ra 89Ac 90Th 91Pa 92U 93Np 94Pu 95Am 96Cm 97Bk 98Cf 99Es 100Fm 101Md 102No 103Lr

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

Bloc S		Bloc D										Bloc P					
ns^1	ns^2	$n'd^1 ns^2$	$n'd^2 ns^2$	$n'd^3 ns^2$	$n'd^4 ns^2$	$n'd^5 ns^2$	$n'd^6 ns^2$	$n'd^7 ns^2$	$n'd^8 ns^2$	$n'd^9 ns^2$	$n'd^{10} ns^2$	$ns^2 np^1$	$ns^2 np^2$	$ns^2 np^3$	$ns^2 np^4$	$ns^2 np^5$	$ns^2 np^6$
$_1\text{H}$																	$_2\text{He}$
$_3\text{Li}$	$_4\text{Be}$											$_5\text{B}$	$_6\text{C}$	$_7\text{N}$	$_8\text{O}$	$_9\text{F}$	$_{10}\text{Ne}$
$_{11}\text{Na}$	$_{12}\text{Mg}$											$_{13}\text{Al}$	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$	$_{18}\text{Ar}$
$_{19}\text{K}$	$_{20}\text{Ca}$	$_{21}\text{Sc}$	$_{22}\text{Ti}$	$_{23}\text{V}$	$_{24}\text{Cr}$	$_{25}\text{Mn}$	$_{26}\text{Fe}$	$_{27}\text{Co}$	$_{28}\text{Ni}$	$_{29}\text{Cu}$	$_{30}\text{Zn}$	$_{31}\text{Ga}$	$_{32}\text{Ge}$	$_{33}\text{As}$	$_{34}\text{Se}$	$_{35}\text{Br}$	$_{36}\text{Kr}$
$_{37}\text{Rb}$	$_{38}\text{Sr}$	$_{39}\text{Y}$	$_{40}\text{Zr}$	$_{41}\text{Nb}$	$_{42}\text{Mo}$	$_{43}\text{Tc}$	$_{44}\text{Ru}$	$_{45}\text{Rh}$	$_{46}\text{Pd}$	$_{47}\text{Ag}$	$_{48}\text{Cd}$	$_{49}\text{In}$	$_{50}\text{Sn}$	$_{51}\text{Sb}$	$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$
$_{55}\text{Cs}$	$_{56}\text{Ba}$	$_{57}\text{La}$	$_{72}\text{Hf}$	$_{73}\text{Ta}$	$_{74}\text{W}$	$_{75}\text{Re}$	$_{76}\text{Os}$	$_{77}\text{Ir}$	$_{78}\text{Pt}$	$_{79}\text{Au}$	$_{80}\text{Hg}$	$_{81}\text{Tl}$	$_{82}\text{Pb}$	$_{83}\text{Bi}$	$_{84}\text{Po}$	$_{85}\text{At}$	$_{86}\text{Rn}$
$_{87}\text{Fr}$	$_{88}\text{Ra}$	$_{89}\text{Ac}$															

Fer $_{26}\text{Fe}$

✓ 4^{ème} période : $n = 4$

✓ 8^{ème} colonne : électrons de valence en $n'd^6 ns^2$ avec $n = 4$ et $n' = n - 1 = 3$

→ Configuration de valence en $3d^6 4s^2$

→ Configuration électronique : $[_{18}\text{Ar}] 3d^6 4s^2$

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

The diagram illustrates a memory layout with 18 slots, numbered 1 to 18. The slots are grouped into three blocks:

- Bloc S** (red): Slots 1 and 2.
- Bloc D** (yellow): Slots 3 through 12.
- Bloc P** (blue): Slots 13 through 18.

colonne = N_v

colonne = N_v

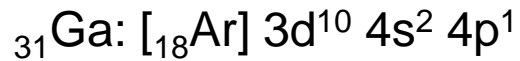
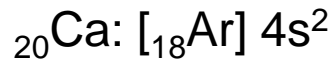
colonne = $N_v + 10$

ns^1	ns^2	$n'd^1$ ns^2	$n'd^2$ ns^2	$n'd^3$ ns^2	$n'd^4$ ns^2	$n'd^5$ ns^2	$n'd^6$ ns^2	$n'd^7$ ns^2	$n'd^8$ ns^2	$n'd^9$ ns^2	$n'd^{10}$ ns^2	ns^2 np^1	ns^2 np^2	ns^2 np^3	ns^2 np^4	ns^2 np^5	ns^2 np^6
--------	--------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

[illegible]

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

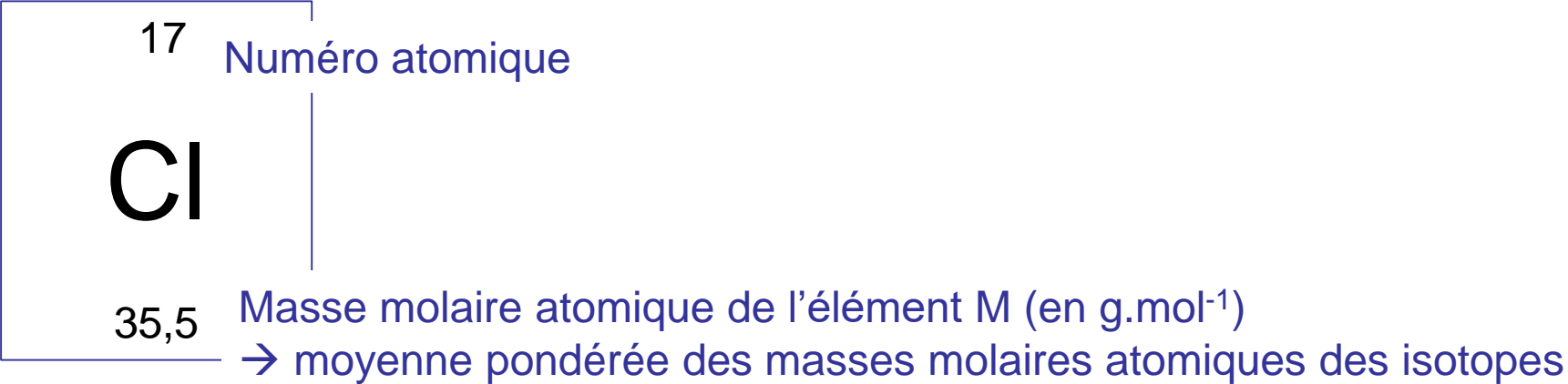
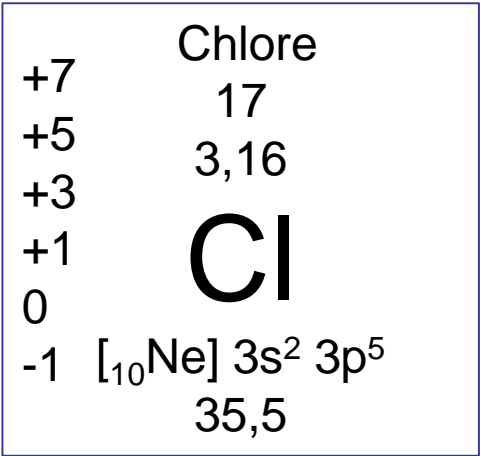
Place d'un élément dans la classification : ligne = plus grand « n » dans la configuration et colonne = nb d'électrons externes donc N_v pour les éléments des blocs s et d et $(N_v + 10)$ pour les éléments du bloc p



The diagram illustrates the distribution of valence electrons (N_v) across the periodic table. The top row shows 18 columns numbered 1 to 18. Above the columns are three boxes: 'Bloc S' (columns 1-2), 'Bloc D' (columns 3-10), and 'Bloc P' (columns 11-18). Below the columns are three boxes: 'colonne = N_v ' (column 1), 'colonne = N_v ' (columns 3-10), and 'colonne = $N_v + 10$ ' (columns 11-18). The periodic table itself shows the first four rows, with elements Ca, Sc, Ga, and ^{18}Ar highlighted in light blue.

EXERCICES

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle



Élément chlore $_{17}\text{Cl}$:

Isotope	^{35}Cl	^{37}Cl
Masse molaire atomique (g/mol)	≈ 35	≈ 37
Pourcentage isotopique	75%	25%

$$M(\text{Cl}) \approx 75/100 \times 35 + 25/100 \times 37$$

$$M(\text{Cl}) \approx 35,5 \text{ g/mol}$$

EXERCICES

L'essentiel

... ne pas chercher à apprendre des parties de la classification par cœur...

La classification périodique actuelle, version actualisée de celle de Mendeleïev, correspond à un tableau à 18 colonnes (bloc s (2), bloc d (10), bloc p (6), les éléments du bloc f étant sortis du tableau) :

- une ligne ou une période correspond à une même valeur de n max dans la configuration électronique.
- une colonne correspond à une même configuration de valence et donc à des propriétés chimiques voisines.

Exercices

Exercice 1. L'arsenic est dans la 4^{ème} ligne et la 15^{ème} colonne de la classification périodique. En déduire sa configuration de valence.

Exercice 2. On considère les 5 éléments suivants (cf. exercices Ch2 et Ch3 pour leur configuration électronique, indispensables pour résoudre cet exercice) :
soufre $_{16}\text{S}$, chlore $_{17}\text{Cl}$, calcium $_{20}\text{Ca}$, cobalt $_{27}\text{Co}$ et rubidium $_{37}\text{Rb}$.

Quels sont leur bloc, leur période et leur colonne dans la classification périodique des éléments?

Exercice 3.

1) Le néon ($_{10}\text{Ne}$) existe sous deux formes isotopiques ^{20}Ne et ^{22}Ne , en proportion 90% / 10%.

Quelle est la masse molaire (en g/mol) de l'élément néon ?

2) L'élément bore $_{5}\text{B}$, de masse molaire $M = 10,8 \text{ g/mol}$, existe sous les deux formes isotopiques ^{10}B et ^{11}B .

Quel est le pourcentage isotopique de chacun de ces isotopes ?

Exercices (correction)

Exercice 1. 4^{ème} ligne et la 15^{ème} colonne (3^{ème} colonne du bloc p) : donc la configuration externe est $3d^{10} 4s^2 4p^3$ et la configuration de valence demandée est $4s^2 4p^3$

Exercice 2.



Avec le formalisme suivant : élément X (bloc, période n°, colonne n°)

S (p, 3, 16), Cl (p, 3, 17), Ca (s, 4, 2), Co (d, 4, 9), Rb (s, 5, 1)

Exercice 3.

1) Masse atomique d'une mole de néon 20 (${}^{20}\text{Ne}$) : 20 g/mol.

Masse atomique d'une mole de néon 22 (${}^{22}\text{Ne}$) : 22 g/mol.

Fractions isotopiques respectives : 0,9 et 0,1

Masse molaire de l'élément néon : $M = 0,9 \cdot 20 + 0,1 \cdot 22 = 18 + 2,2 = 20,2$ g/mol

2) On pose x la fraction isotopique de l'isotope ${}^{10}\text{B}$ et donc (1-x) la fraction isotopique de l'isotope ${}^{11}\text{B}$.

$M = 10,8$ g/mol = $10 \cdot x + 11 \cdot (1-x)$ d'où l'on déduit $x = 0,2$

Pourcentage des isotopes ${}^{10}\text{B}$ et ${}^{11}\text{B}$: 20% et 80%

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.