

CHIMIE PHYSIQUE – CHP1

Chapitre 4

La classification périodique des éléments

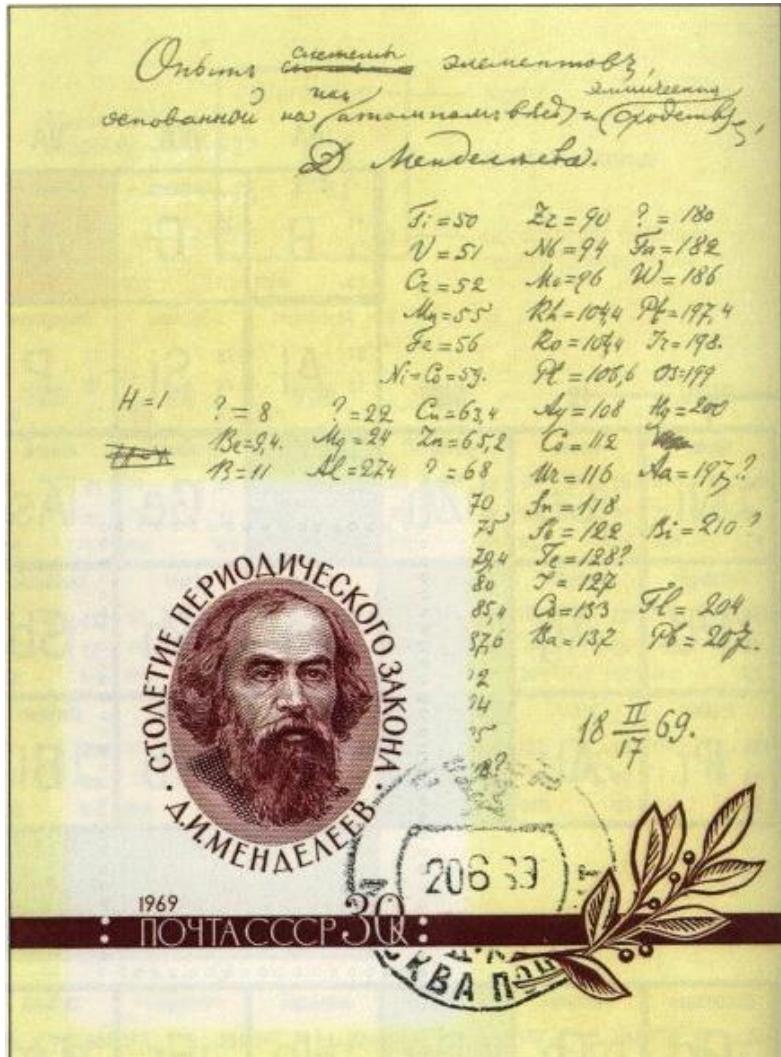
Dr. Pierre-Alexis GAUCHARD

Chapitre 4.

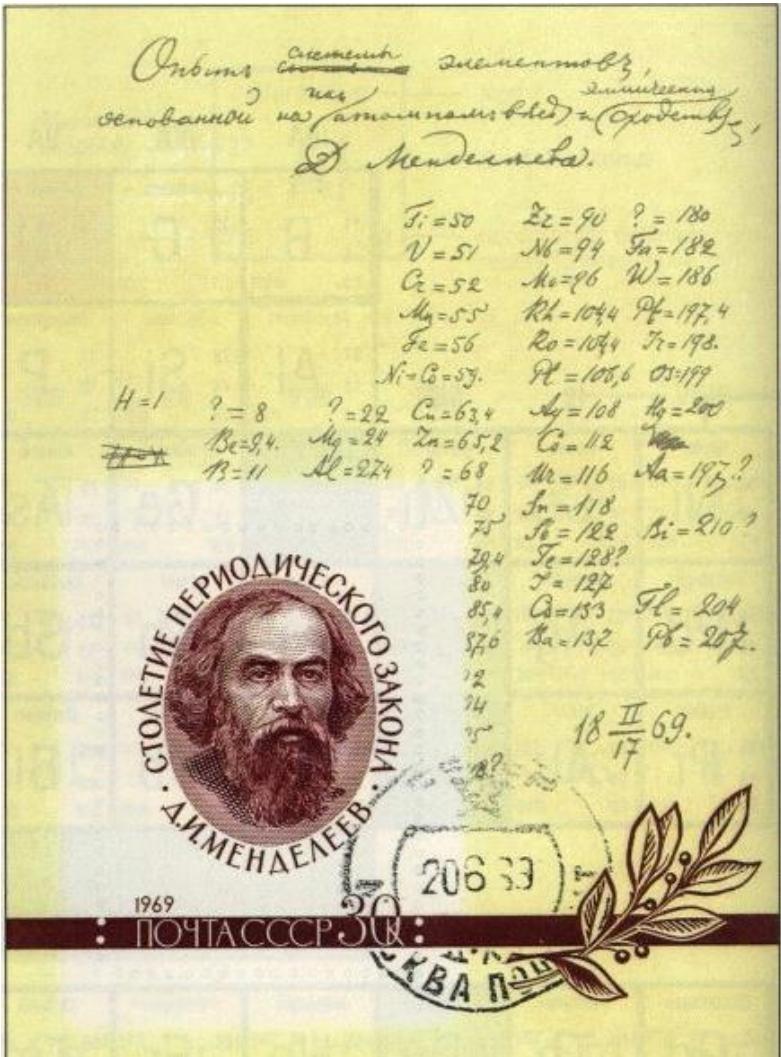
La classification périodique des éléments

- 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



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 | $n'd^1$ 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 | ns^2 | ns^2 | ns^2 | ns^2 | ns^2 | | |
| 1H | | | | | | | | | | | | | | 2He | | | | | |
| 2Li | 4Be | | | | | | | | | | | | | 5B | 6C | 7N | 8O | 9F | ${}^{10}Ne$ |
| ${}^{11}Na$ | ${}^{12}Mg$ | | | | | | | | | | | | | ${}^{13}Al$ | ${}^{14}Si$ | ${}^{15}P$ | ${}^{16}S$ | ${}^{17}Cl$ | ${}^{18}Ar$ |
| ${}^{19}K$ | ${}^{20}Ca$ | ${}^{21}Sc$ | ${}^{22}Ti$ | ${}^{23}V$ | ${}^{24}Cr$ | ${}^{25}Mn$ | ${}^{26}Fe$ | ${}^{27}Co$ | ${}^{28}Ni$ | ${}^{29}Cu$ | ${}^{30}Zn$ | | | ${}^{31}Ga$ | ${}^{32}Ge$ | ${}^{33}As$ | ${}^{34}Se$ | ${}^{35}Br$ | ${}^{36}Kr$ |
| ${}^{37}Rb$ | ${}^{38}Sr$ | ${}^{39}Y$ | ${}^{40}Zr$ | ${}^{41}Nb$ | ${}^{42}Mo$ | ${}^{43}Tc$ | ${}^{44}Ru$ | ${}^{45}Rh$ | ${}^{46}Pd$ | ${}^{47}Ag$ | ${}^{48}Cd$ | | | ${}^{49}In$ | ${}^{50}Sn$ | ${}^{51}Sb$ | ${}^{52}Te$ | ${}^{53}I$ | ${}^{54}Xe$ |
| ${}^{55}Cs$ | ${}^{56}Ba$ | ${}^{57}La$ | ${}^{72}Hf$ | ${}^{73}Ta$ | ${}^{74}W$ | ${}^{75}Re$ | ${}^{76}Os$ | ${}^{77}Ir$ | ${}^{78}Pt$ | ${}^{79}Au$ | ${}^{80}Hg$ | | | ${}^{81}Tl$ | ${}^{82}Pb$ | ${}^{83}Bi$ | ${}^{84}Po$ | ${}^{85}At$ | ${}^{86}Rn$ |
| ${}^{87}Fr$ | ${}^{88}Ra$ | ${}^{89}Ac$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloc F | | ${}^{58}Ce$ | ${}^{59}Pr$ | ${}^{60}Nd$ | ${}^{61}Pm$ | ${}^{62}Sm$ | ${}^{63}Eu$ | ${}^{64}Gd$ | ${}^{65}Tb$ | ${}^{66}Dy$ | ${}^{67}Ho$ | ${}^{68}Er$ | ${}^{69}Tm$ | ${}^{70}Yb$ | ${}^{71}Lu$ | | | | |
| | | ${}^{90}Th$ | ${}^{91}Pa$ | ${}^{92}U$ | ${}^{93}Np$ | ${}^{94}Pu$ | ${}^{95}Am$ | ${}^{96}Cm$ | ${}^{97}Bk$ | ${}^{98}Cf$ | ${}^{99}Es$ | ${}^{100}Fm$ | ${}^{101}Md$ | ${}^{102}No$ | ${}^{103}Lr$ | | | | |

$n' = n - 1$

valeurs de n

1

2

3

4

5

6

7

II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

| Bloc S | Bloc D | | | | | | | | 8 | 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 H | | | | | | | | | | | | | | | | ₂ He | | |
| ₃ Li | ₄ Be | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ₁₁ Na | ₁₂ Mg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ₁₉ K | ₂₀ Ca | ₂₁ Sc | ₂₂ Ti | ₂₃ V | ₂₄ Cr | ₂₅ Mn | 26 Fe | ₂₇ Co | ₂₈ Ni | ₂₉ Cu | ₃₀ Zn | ₃₁ Ga | ₃₂ Ge | ₃₃ As | ₃₄ Se | ₃₅ Br | ₃₆ Kr |
| | ₃₇ Rb | ₃₈ Sr | ₃₉ Y | ₄₀ Zr | ₄₁ Nb | ₄₂ Mo | ₄₃ Tc | ₄₄ Ru | ₄₅ Rh | ₄₆ Pd | ₄₇ Ag | ₄₈ Cd | ₄₉ In | ₅₀ Sn | ₅₁ Sb | ₅₂ Te | ₅₃ I | ₅₄ Xe |
| | ₅₅ Cs | ₅₆ Ba | ₅₇ La | ₇₂ Hf | ₇₃ Ta | ₇₄ W | ₇₅ Re | ₇₆ Os | ₇₇ Ir | ₇₈ Pt | ₇₉ Au | ₈₀ Hg | ₈₁ Tl | ₈₂ Pb | ₈₃ Bi | ₈₄ Po | ₈₅ At | ₈₆ Rn |
| | ₈₇ Fr | ₈₈ Ra | 89 Ac | | | | | | | | | | | | | | | |

Fer ₂₆Fe

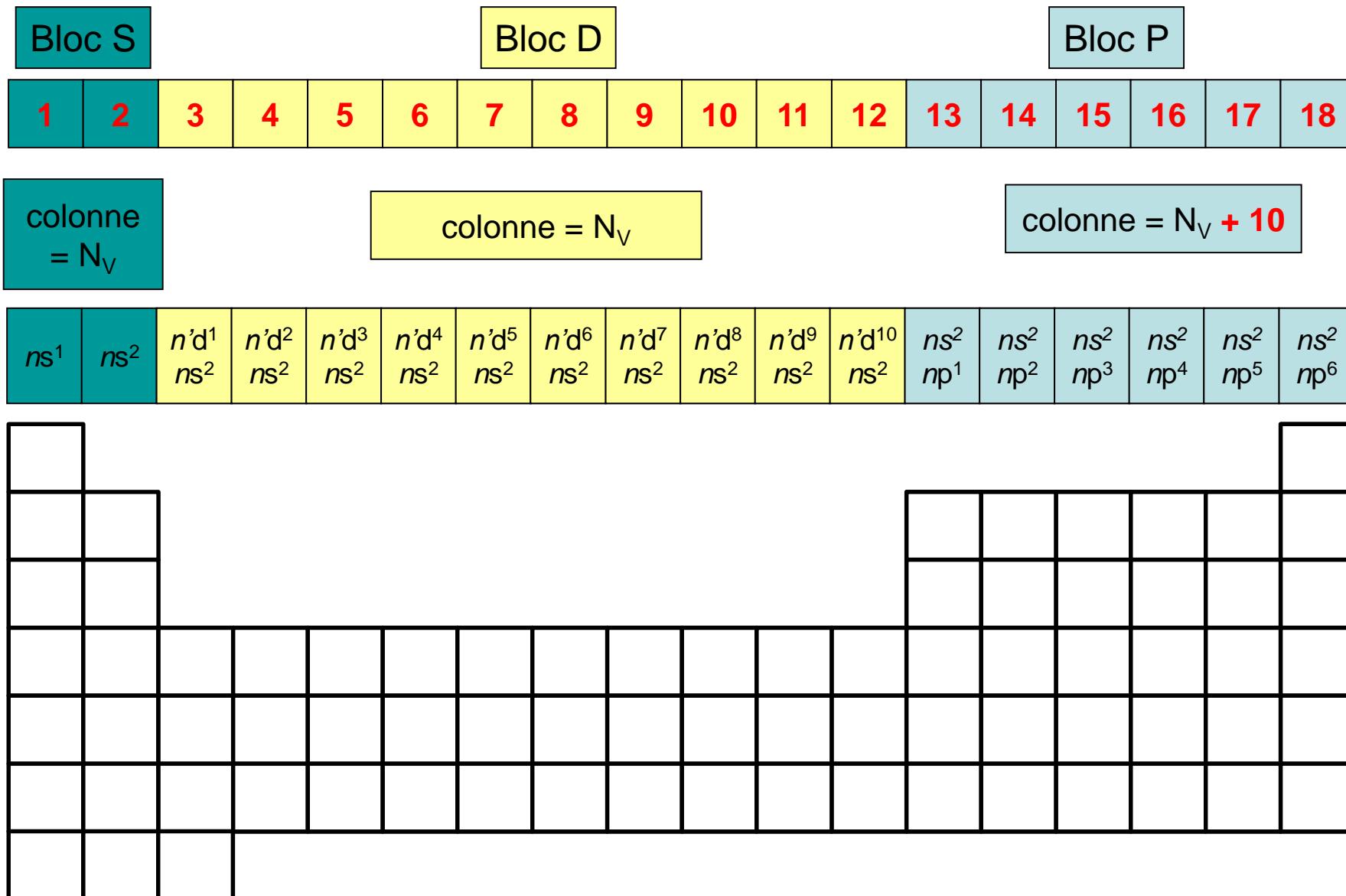
✓ 4^{ème} période : n = 4

✓ 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



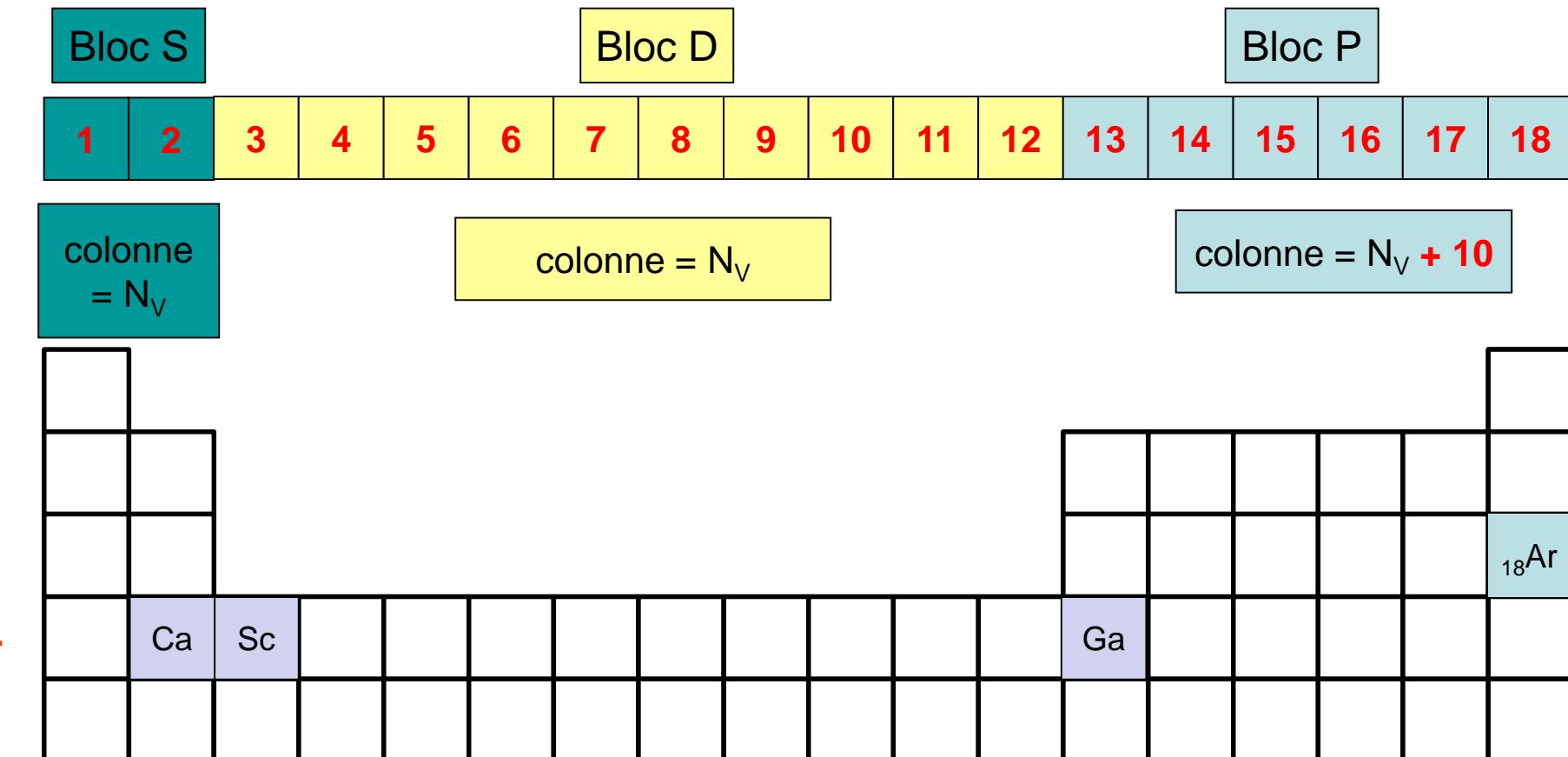
II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

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

$_{20}^{\text{Ca}} \text{Ar}$: [18] 4s²

$_{21}^{\text{Sc}}$: [Ar] 3d¹ 4s²

$_{31}^{\text{Ga}}$: [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p¹



II) Classification périodique des éléments sous sa forme actuelle

| | |
|----|---|
| +7 | Chlore |
| 17 | 17 |
| +5 | 3,16 |
| +3 | |
| +1 | |
| 0 | |
| -1 | Cl |
| | [₁₀ Ne] 3s ² 3p ⁵ |
| | 35,5 |

| | |
|------|--|
| 17 | Numéro atomique |
| Cl | |
| 35,5 | Masse molaire atomique de l'élément M (en g.mol ⁻¹) → moyenne pondérée des masses molaires atomiques des isotopes |

Elément chlore ^{17}Cl :

| Isotope | ^{35}Cl | ^{37}C |
|--------------------------------|------------------|-----------------|
| 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 3d¹⁰ 4s² 4p³ et la configuration de valence demandée est 4s² 4p³

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 (²⁰Ne) : 20 g/mol.

Masse atomique d'une mole de néon 22 (²²Ne) : 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 ¹⁰B et donc (1-x) la fraction isotopique de l'isotope ¹¹B.

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

Pourcentage des isotopes ¹⁰B et ¹¹B : 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.