

Leçon 3. Propriétés des éléments dans un groupe



I. Les éléments du groupe IA

Les éléments du groupe IA (colonne 1) à l'exception de l'hydrogène constituent la famille des « métaux alcalins ». Le groupe IA possède 6 éléments. Ce sont le lithium (Li), le sodium (Na), le potassium (K), le rubidium (Rb), le césium (Cs) et le francium (Fr).

1.1. Propriétés des éléments du groupe IA

Tableau 3.1 Quelques propriétés des éléments du groupe IA

Élément	Numéro atomique	Distribution des électrons	Rayon atomique (pm)	Énergie d'ionisation (kJ/mol)	Point de fusion (°C)	Densité (g/cm ³)	Potentiel standard (V) M ⁺ + e ⁻ → M
Li	3	2 1	152	526	180	0,53	-3,05
Na	11	2 8 1	186	502	98	0,97	-2,71
K	19	2 8 8 1	227	425	64	0,86	-2,92
Rb	37	2 8 18 8 1	248	409	39	1,53	-2,99
Cs	55	2 8 18 18 8 1	265	265	28	1,89	-3,02

- (1) Tous les éléments du groupe IA possèdent 1 électron sur leur couche externe
- (2) Les caractères métalliques augmentent de haut en bas car l'atome de plus grand rayon atomique perd facilement des électrons.
- (3) Il s'agit des métaux mous, solides, de couleur argentée, obtenus par électrolyse des sels alcalins fondus à l'anode.
- (4) Les valeurs des énergies de première ionisation (IE₁) sont faibles et diminuent de haut en bas.
- (5) Les valeurs d'électronégativité (EN) sont faibles et diminuent de haut en bas.
- (6) Ils perdent facilement leur électron de valence et forment des cations (ions positifs) de charge +1, appelés « électropositifs ».
- (7) Les valeurs des potentiels standards sont faibles, ils sont de bons réducteurs.



- (8) Ils ont de hauts points de fusion et d'ébullition et tendent à diminuer de haut en bas.
- (9) Les valeurs de densité augmentent de haut en bas.
- (10) En réagissant avec le dioxygène, les métaux alcalins forment un oxyde, soluble dans l'eau, par exemple :
- $$4 \text{ Na} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ Na}_2\text{O} \xrightarrow{2\text{H}_2\text{O}} 4 \text{ NaOH}$$
- $$4 \text{ K} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ K}_2\text{O} \xrightarrow{2\text{H}_2\text{O}} 4 \text{ KOH}$$
- (11) Les métaux alcalins réagissent violemment avec l'eau pour donner des hydroxydes qui sont des bases et du dihydrogène.
- $$2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{H}_2$$
- $$2 \text{ K} + 2 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ KOH} + \text{H}_2$$
- (12) Les composés des éléments du groupe IA sont tous solubles dans l'eau.
- (13) Les composés des éléments du groupe IA ont des flammes de couleur différente après brûlage tels que : Li de couleur rouge, Na jaune, K violet...

1.2. Les avantages des éléments du groupe IA

- (1) Entrant dans la composition des minéraux dont le corps a besoin.
- (2) Bon conducteur de chaleur et d'électricité ce qu'on applique à utiliser dans le réacteur nucléaire.
- (3) Utiliser comme réducteur pour préparer des éléments.
- (4) Utiliser dans la préparation du tétraéthyl-plomb qui est un composé organométallique de formule $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. C'est un liquide huileux qui a été très utilisé comme additif antidétonant dans les essences. Le tétraéthyl-plomb est obtenu par la réaction du chlorure d'éthyle et d'un alliage de plomb et de sodium.



II. Les éléments du groupe IIA

Les éléments du groupe IIA (colonne 2) constituent la famille des « métaux alcalino-terreux ». Le groupe IIA possède 6 éléments. Ces éléments sont le béryllium (Be), le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le strontium (Sr), le baryum (Ba) et le radium (Ra).

2.1. Propriétés des éléments du groupe IIA

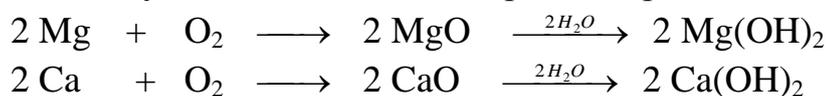
Tableau 3.2 Quelques propriétés des éléments du groupe IIA

Élément	Numéro atomique	Distribution des électrons						Rayon atomique (pm)	Énergie d'ionisation (kJ/mol)		Point de fusion (°C)	Densité (g/cm ³)	Potentiel standard (V) M ⁺ + e ⁻ → M	
									I	II				
Be	4	2	2					112	900	1760	1280	1,85	-1,85	
Mg	12	2	8	2				160	738	1450	649	1,74	-2,36	
Ca	20	2	8	8	2			197	590	1146	839	1,55	-2,87	
Sr	38	2	8	18	8	2		215	549	1064	770	2,60	-2,89	
Ba	56	2	8	18	18	8	2	222	503	965	714	3,50	-2,90	
Ra	88	2	8	18	32	18	8	2	-	509	979	700	5,00	-2,92

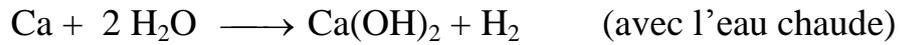
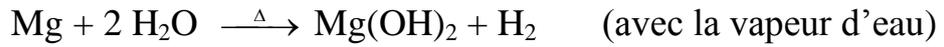
- (1) Tous les éléments du groupe IIA possèdent 2 électrons sur leur couche externe, les caractères métalliques augmentent de haut en bas.
- (2) Bon conducteur de chaleur et d'électricité.
- (3) Préparation par électrolyse des composés des alcalino-terreux fondus.
- (4) Le rayon atomique augmente de haut en bas du groupe.
- (5) Les valeurs des énergies de première ionisation (IE₁) diminuent de haut en bas.
- (6) Ils perdent facilement leurs deux électrons de valence et forment des cations (ions positifs) de charge +2.
- (7) Les valeurs d'électronégativité (EN) diminuent de haut en bas.
- (8) Les valeurs des potentiels standards sont faibles comme les éléments du groupe IA, ils sont donc de bons réducteurs.



- (9) Les points de fusion diminuent par numéro atomique croissant en descendant le long du groupe.
- (10) La densité augmente par numéro atomique croissant en descendant le long du groupe.
- (11) En réagissant avec le dioxygène, les métaux alcalino-terreux forment un oxyde, soluble dans l'eau, par exemple :



- (12) Les métaux alcalino-terreux réagissent avec l'eau pour donner des hydroxydes qui sont des bases et du dihydrogène (quoique celle-ci soit moins facile qu'avec les métaux alcalins).



- (13) La plupart des composés du groupe IIA sont solubles dans l'eau.
- (14) Les composés des éléments du groupe IIA ont des flammes de couleur différente après brûlage tels que : Ca de couleur rouge-violet, Sr rouge, Ba vert...

2.2. Les avantages des éléments du groupe IIA

- (1) Utiliser comme réducteur dans certaines réactions.
- (2) Le calcium et le magnésium sont des composants dans l'écorce terrestre.
- (3) La dolomite est une espèce minérale formée de carbonate de calcium et de magnésium de formule $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. On la retrouve beaucoup dans les roches calcaires.
- (4) L'ion Ca^{2+} contrôle le pH de la terre, par conséquence de l'absorption d'eau des racines des plantes.
- (5) Le calcium et le magnésium sont très largement présents dans tous organismes vivants connus, et y jouent un rôle vital.
- (6) L'hydroxyde d'aluminium $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ est employé en médecine dans certains dentifrices et pour traiter les aigreurs d'estomac.
- (7) Utiliser le mélange de Ba et Cu pour des composants du navire marine
- (8) Le magnésium est le composant dans certaines chlorophylles des plantes.

III. Les éléments du groupe VIA

Les éléments du groupe VIA (colonne 16) constituent la famille des « chalcogènes ». Le groupe VIA possède 5 éléments. Ce sont l'oxygène (O), le soufre (S), le sélénium (Se), le tellure (Te) et le polonium (Po) qui est une substance radioactive.

Certains éléments de ce groupe se trouvent sous forme de corps simples tels que le dioxygène (O_2) et le soufre (S_8). On les trouve aussi dans les composés tels que KClO_3 , PbSO_4 ...

3.1. Propriétés des éléments du groupe VIA

Tableau 3.3 Quelques propriétés des éléments du groupe VIA

Élément	Numéro atomique	Distribution des électrons	Rayon atomique (pm)	Énergie d'ionisation (IE_1) (kJ/mol)	EN (kJ/mol)	Densité (g/cm ³)	Point de fusion (°C)	Potentiel standard : E^0 (V) $M^+ + e^- \rightarrow M$
O	8	2 6	66	1320	3,44	1,15	-219	+1,23
S	16	2 8 6	104	1006	2,58	2,07	113	-0,48
Se	34	2 8 18 6	117	947	2,55	4,80	217	-0,92
Te	52	2 8 18 18 6	137	876	2,10	6,24	450	-0,95
Po	84	2 8 18 32 18 6	140	818	2,00	9,4	254	-

- (1) La plupart des éléments du groupe VIA sont des non-métaux, ils possèdent 6 électrons sur leur couche externe.
- (2) Le rayon atomique augmente de haut en bas.
- (3) Les caractères métalliques augmentent ou les caractères non-métalliques diminuent de haut en bas.
- (4) Les valeurs des énergies de première ionisation (IE_1) diminuent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (5) Les valeurs d'électronégativité (EN) diminuent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (6) Ils possèdent de plus grandes valeurs potentiels standards et diminuent de haut en bas, ils tendent à être des oxydants.
- (7) O₂ et S ne conduisent pas d'électricité ; Se et Te sont des solides et conduisent peu d'électricité.
- (8) Les points de fusion augmentent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (9) La densité augmente au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (10) Ils possèdent plusieurs valeurs des nombres d'oxydation qui sont entre -2 et +6, par exemple, le nombre d'oxydation du soufre (S) dans H₂S, S₈, H₂SO₃, H₂SO₄ sont respectivement de -2, 0, +4 et +6.

3.2. Les avantages des éléments du groupe VIA

- (1) Pour les êtres vivants : ils sont des composants dans les lipides et les sucres.
- (2) Le dioxygène liquide est utilisé comme oxydant dans les machines des fusées.
- (3) Le soufre est utilisé dans l'industrie de caoutchouc, dans la fabrication de la poudre à canon, mélangé dans les fongicides.
- (4) Le sélénium (Se) est utilisé dans l'industrie des verres pour rendre en verre transparente.

IV. Les éléments du groupe VIIA

Les éléments du groupe VIIA (colonne 17) constituent la famille des « halogènes ». Le groupe VIIA possède 5 éléments. Ces éléments sont le fluor (F), le chlore (Cl), le brome (Br), l'iode (I) et l'astate (At) qui est l'élément introuvable dans la nature et une substance radioactive synthétique. Les molécules des halogènes se trouvent sous forme diatomiques. Le fluor (F₂) est un gaz de couleur jaune pâle ; le dichlore (Cl₂) est un gaz vert-jaune ; le dibrome (Br₂) est un liquide rouge-brun et le diiode (I₂) est un solide violet-noir.

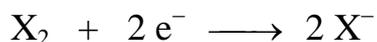
4.1. Propriétés des éléments du groupe VIIA

Tableau 3.4 Quelques propriétés des éléments du groupe VIIA

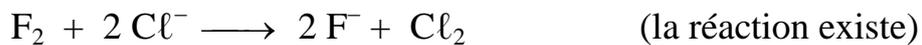
Élément	Numéro atomique	Distribution des électrons	Rayon atomique (pm)	Énergie d'ionisation (IE ₁) (kJ/mol)	EN (kJ/mol)	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)	Densité (g/cm ³)	E ⁰ (V)
F	9	2 7	71	1687	4,0	-220	-188	1,51	+2,87
Cl	17	2 8 7	99	1257	3,0	-101	-34	1,56	+1,36
Br	35	2 8 18 7	114	1146	2,8	-7	58,8	3,12	+1,09
I	53	2 8 18 18 7	133	1015	2,5	117	184	4,93	+0,54
At	85	2 8 18 32 18 7	150	920	2,2	302	337	7,0	-

- (1) Les halogènes sont des non-métaux et possèdent 7 électrons sur leur couche externe.
- (2) Le rayon atomique augmente de haut en bas.
- (3) Les caractères métalliques augmentent ou les caractères non-métalliques diminuent de haut en bas.

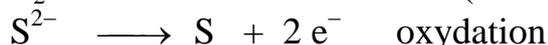
- (4) Les valeurs des énergies de première ionisation (IE_1) diminuent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (5) Les valeurs d'électronégativité (EN) diminuent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente en descendant le long d'un groupe.
- (6) Les valeurs des potentiels standards diminuent de haut en bas tout le long du groupe, ces éléments sont des bons oxydants.



- (7) Ils existent sous forme de molécules diatomiques. Elles sont formées par des liaisons covalentes et ce sont des molécules non-polaires.
- (8) Ils ne conduisent pas de la chaleur et d'électricité.
- (9) Les points de fusion et d'ébullition augmentent au fur et à mesure que le numéro atomique augmente.
- (10) La densité augmente de haut en bas.
- (11) Ils possèdent plusieurs valeurs des nombres d'oxydation qui sont entre -1 et $+7$, par exemple, le nombre d'oxydation du chlore (Cl) dans HCl, HClO, HClO₂, HClO₃, HClO₄ sont respectivement de -1 , $+1$, $+3$, $+5$ et $+7$.
- (12) Ils forment facilement des composés, par exemple, ils forment des liaisons ioniques avec des métaux et des liaisons covalentes polaires avec les autres non-métaux.
- (13) Les halogènes peuvent former la réaction de déplacement simple entre eux, d'où les halogènes de plus grande électronégativité peuvent déplacer ceux qui ont de plus bas électronégativité tels que $F > Cl > Br > I$.



- (14) Les halogènes sont mieux solubles dans le tétrachlorure de carbone (CCl₄) que dans l'eau, par exemple :
- Cl₂ dans CCl₄ : incolore
 - Br₂ dans CCl₄ : brun ou orange
 - I₂ dans CCl₄ : violet
- (15) Les halogènes forment la réaction de réduction, par exemple avec la solution de Na₂S.



4.2. Les avantages des éléments du groupe VIIA

- (1) Le difluor (F_2) est utilisé pour séparer les différents isotopes de l'uranium par diffusion gazeuse.
- (2) Le fluor entre dans la composition de matières plastiques à faible coefficient de friction : les chlorofluorocarbures (CFC) servent en majorité dans l'industrie du froid, dans les climatiseurs, qu'ils soient intérieurs ou dans une voiture et dans les réfrigérateurs, congélateurs, industriels ou domestiques ; le polytétrafluoroéthylène (PTFE) est utilisé comme revêtement antiadhésif des poêles et autres ustensiles de cuisine, et de manière générale comme lubrifiant solide.
- (3) Des fluorures sont ajoutés au sel et aux dentifrices, ou parfois dans certaines sources d'eau ou dans certains aliments pour lutter contre les caries dentaires.
- (4) Le dichlore (Cl_2) est utilisé dans la purification des eaux potables, dans les désinfectants, les agents de blanchissement. Il est aussi utilisé pour produire du plastique PVC (polychlorure de vinyle), du DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et du glutamate monosodique.
- (5) Le dibrome (Br_2) est utilisé pour préparer des colorants, des films photographiques et des papiers photos.
- (6) Le diiode (I_2) entre dans les composants alimentaires pour les êtres vivants. Une carence de diiode dans l'organisme peut entraîner le goitre, une hypertrophie de la thyroïde.

V. Les éléments du groupe VIIIA

Les éléments du groupe VIIIA constituent la famille des « **gaz rares ou gaz inertes ou gaz nobles** ». Le groupe VIIIA possède 6 éléments. Ces éléments sont l'hélium (He), le néon (Ne), l'argon (Ar), le krypton (Kr), le xénon (Xe) et le radon (Rn). Le radon (Rn) est une substance radioactive. L'air contient 1% des gaz rares dont la plupart est l'argon (Ar).

5.1. Propriétés des éléments du groupe VIIIA

Tableau 3.5 Quelques propriétés des éléments du groupe VIIIA

Élément	Numéro atomique	Distribution des électrons	Rayon atomique (pm)	Énergie d'ionisation (IE_1) (kJ/mol)	Point de fusion ($^{\circ}C$)	Point d'ébullition ($^{\circ}C$)	Densité (g/cm ³)
He	2	2	93	2397	-270	-269	0,115
Ne	10	2 8	112	2087	-249	-246	1,20
Ar	18	2 8 8	154	1527	-189	-186	1,40
Kr	36	2 8 18 8	169	1357	-157	-152	2,16
Xe	54	2 8 18 18 8	190	1177	-112	-108	3,50
Rn	86	2 8 18 32 18 8	220	1043	-71	-62	4,40

- (1) Les éléments du groupe VIIIA sont des gaz rares.
- (2) Tous les gaz rares se trouvent sous forme de gaz monoatomique.
- (3) Ils possèdent 8 électrons sur leur couche externe à l'exception de l'hélium (He), 2 électrons.
- (4) Les atomes s'attirent par des « forces de Van der Waals »
- (5) Les points de fusion et d'ébullition sont bas.
- (6) Les gaz rares ont des très grandes énergies de première ionisation (IE_1) car l'atome se forme difficilement des cations et ces valeurs diminuent de haut en bas par la grande taille de l'atome.
- (7) La densité augmente de haut en bas.
- (8) À l'époque, on croit que les gaz rares ne réagissent pas avec les autres atomes. À partir de 1962, le chimiste anglais, Neil Bartlett, a réussi à synthétiser quelques composés de Kr et Xe avec le fluor, par exemple, XeF_2 , XeF_4 .
- (9) Le rayon atomique augmente de haut en bas car la distance entre l'électron périphérique et le noyau est grande, d'où la force d'attraction est faible.
- (10) On peut séparer les gaz rares en augmentant pression et en diminuant la température jusqu'à la fusion de gaz rares (Rn fond avant les autres), ensuite faire augmenter peu à peu la température, les gaz rares tendent peu à peu à former des ions respectivement de He jusqu'à Rn.

5.2. Les avantages des éléments du groupe VIIIA

- (1) On utilise des gaz rares dans les ampoules incandescentes sous basse pression et haute tension en donnant des couleurs différentes : le gaz Ne de couleur rouge-orangé, le gaz Ar de couleur violet et le gaz Kr de couleur bleu.
- (2) L'argon (Ar) est utilisé dans les filaments des lampes incandescentes pour les rendre plus durables car l'argon ne réagit pas avec le filament chaud. Les ampoules à incandescence transforment l'énergie électrique en chaleur et en lumière.
- (3) L'hélium en mélange avec l'oxygène (20%) est utilisé dans la respiration pour les gens de se mettre au travail sous l'eau ou des plongées sous-marines à haute pression car l'hélium est insoluble dans le sang ; si on utilise d'autres gaz qui peuvent être solubles dans le sang, une fois de retour à la pression normale ces gaz deviendra des gaz bouillonnait ce qui provoque des douleurs musculaires.

VI. L'hydrogène (H)

L'hydrogène occupe une position unique dans le tableau périodique. Il a un seul électron et appartient donc au groupe IA, mais il a également un électron de moins que la configuration de gaz noble, et il peut donc se comporter comme un membre du groupe VIIA. Comme l'hydrogène a ce caractère unique, nous ne l'inscrivons dans aucun groupe, mais vous le verrez souvent placé dans le groupe IA ou dans le groupe VIIA, et parfois dans les deux.

Tableau 3.6 Quelques propriétés l'hydrogène

Propriétés	Hydrogène	Métaux alcalins	Halogènes
Électrons périphériques	1	1	7
Nombres d'oxydation dans les composés	-1 ; +1	+1	-1 ; +1 ; +3 ; +5 ; +7
Conductibilité d'électricité	Non-conducteur	Conducteur	Non-conducteur
Énergie de première d'ionisation	1318	382 – 526	1015 – 1687
Électronégativité	2,1	1,0 – 0,7	4,0 – 2,2
Nombre d'atomes	2	–	2



Questions

1. Quel moyen utilise-t-on pour rendre plus durables des lampes incandescentes ? Pourquoi ?
2. Pourquoi mélange-t-on des gaz d'hélium (He) et d'oxygène dans la respiration pour les plongées sous-marines à haute pression ? Que se passe-t-il si on utilise d'autres gaz ?
3. Indiquer la position de l'hydrogène dans le tableau périodique en justifiant et quels sont leurs nombres d'oxydation ?
4. Comment fait-on pour avoir des ampoules de couleur bleue ?
5. Écrire et équilibrer les équations ci-dessous en justifiant :
 - a) $F_2 + NaBr \longrightarrow$
 - b) $Cl_2 + KBr \longrightarrow$
 - c) $I_2 + AgF \longrightarrow$
 - d) $Br_2 + CaI_2 \longrightarrow$
 - e) $Br_2 + CuCl_2 \longrightarrow$
 - f) $I_2 + FeCl_2 \longrightarrow$

