

Leçon n°16 : Classification périodique

Niveau	CPGE MPSI MP PSI
Prérequis	Structure de l'atome Réactions d'oxydo-réduction Réactions acide/base Nombres quantiques
Biblio	Grécias MSI/PTSI
Plan	<u>I. La classification périodique des éléments</u> 1. Rappels 2. Construction du tableau <u>I. Évolution des propriétés atomiques</u> 1. Propriétés physiques a) Énergie d'ionisation b) Rayon atomique c) Caractère métallique 2. Propriétés chimiques a) Électronégativité b) Caractère oxydant réducteur c) Caractère acide-base

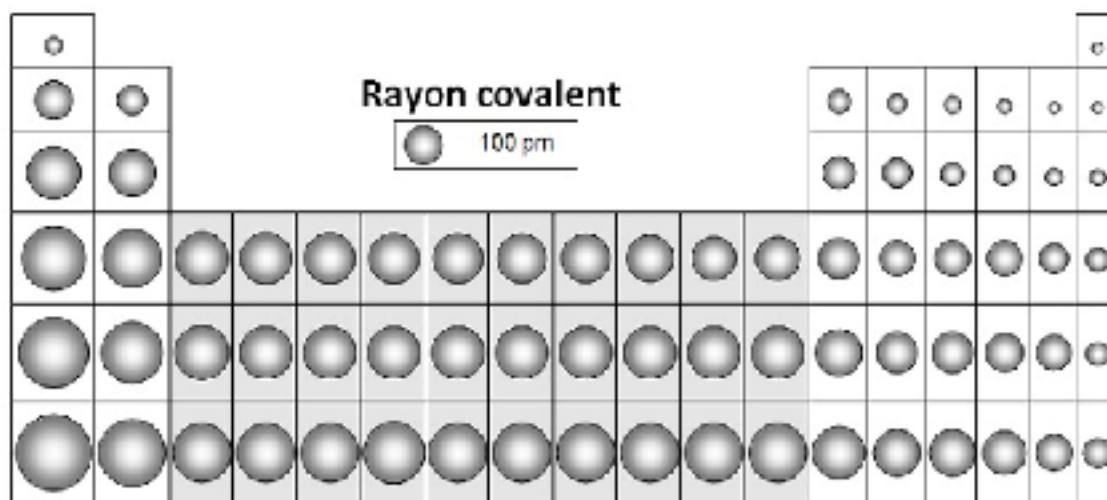
Remarques :

Expérience avec les halogénures → pas clair, il faudrait soit se filmer en faisant les manip soit les faire.

Sodium propriété métallique, il est brillant

Électronégativité du lichen en exemple

Interpréter des données expérimentales → plus parlant ! Faire un tableau avec des données de rayons par exemple.

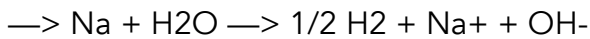
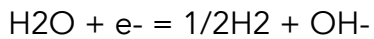


Questions :

- Dans la première expérience, pourquoi conserve-t-on le sodium dans l'huile ?

Afin d'éviter la réaction avec l'eau, notamment avec l'humidité de l'air.

Ecrire la réaction avec l'eau :



- Est-ce que le sodium peut réagir avec autre chose que de l'eau ?

Non

- Principe d'un indicateur coloré ?

- Définition d'un indicateur coloré au pH?

La structure de la molécule change en fonction du milieu en réagissant avec les H^+ ou les OH^- du milieu.

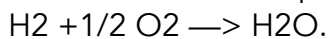
- Indicateur coloré, nucléophile, un électrophile ?

Propriété acide/base des indicateurs colorés.

- Dans la vidéo, pas de phénophtaléine. La flamme devient rose à la fin pourquoi?

Potassium réagit avec l'eau, et produit du H_2 .

Réaction exothermique et fait brûler le papier. Le papier est imbibé d'indicateur coloré.



- Quand on chauffe, la flamme est bleue sur les plaques. On renverse du sel ?

La flamme devient jaune.

- Pourquoi? Le sel métallique absorbe l'énergie et la restitue sous forme de lumière.

En fonction des transitions électroniques du métal.

- Refaire la manipulation du dibrome et du iodure.

- Comment on prépare des éléments artificiels ?

A partir d'un élément chimique on obtient deux éléments \longrightarrow fission

Synthèse des radionucléides;

Chimie : électron

Physique nucléaire : constituant du noyau.

Produit de fission de l'uranium 235 \longrightarrow Plutonium

- Décrire la radioactivité alpha de l'uranium ?

- Nombre quantique de la couche f?
- Est ce qu'à partir de la configuration électronique du soufre on peut prédire les différents degrés d'oxydation que l'on peut rencontrer ?

En rajoutant deux électrons on complète la couche, soufre (degré d'oxydation -II)

On peut arracher également 6 électrons —> degré d'oxydation -VI.

A partir de la colonne 3, l'hypervalence est possible.

-Comment faire avec la règle de Pauli ? SF_6

- H_2O_2 —> degré d'oxydation -I.

- Un autre soufre de degrés d'oxydation 6? SO_4^{2-}

- Méthylcyclohexène réagit avec le réactif de Vilsmeier constitué de ICl . Ecrire la réaction. Elle a mis le iode sur le méta (à côté du CH_3) et le Cl au même endroit que le CH_3 .

- Ecrire le schéma de Lewis de ICl .

- Deux intermédiaires réactionnels, sont ils formés à la même vitesse?

Non car le carbocation le plus stable est le carbocation tertiaire (sur le méthyle)

Principe de Hammond l'état de transition ressemble à l'état le plus proche en énergie.

- Dibrome pur : liquide très très dense (quand on le pipette, il goutte), pression de vapeur saturante très très forte : fumée orange

Très corrosif (brûle la peau) + très toxique.

- On acidifie pas le permanganate de potassium avec du chlorure de magnésium —> dichlore!!!!

LC 16: Classification Périodique

①

Niveau: CPGE

PR: - Structure de l'atome
- Réactions d'oxydo-réduction
- Réactions acide-base
- Nombres quantiques

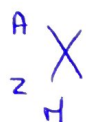
Biblio: Grégoire MPSI/PTSI
-
-

Introduction: 1869 Mendeleïev: classement par \uparrow et similarité en colonne

I. La classification périodique des éléments

1. Rappels

Notation:

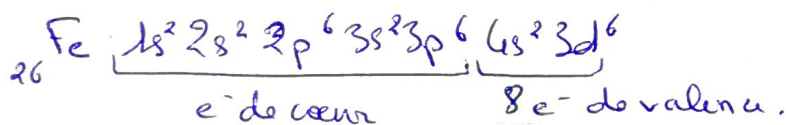


$A = N + Z$ nombre de masse / M (g/mol) masse molaire
 Z : numéro atomique (nb de proton = nb e^-)
 X : symbole élé chimique

Configuration électronique suivre: Règle de Klechkovski;
Principe de Pauli;
Règle de Hund

Les propriétés atomiques viennent des électrons de valence.

Les e^- de valence sont les e^- sur couche n le \oplus grand et sur e^- sous-couche en cours de remplissage.



2. Construction du tableau

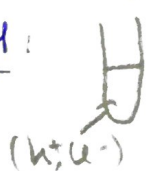
118 éléments $\left\{ \begin{array}{l} 18 \text{ colonnes} \\ 7 \text{ périodes (= lignes)} \end{array} \right.$

1 $H \rightarrow {}_{92}^{U}$: éléments naturels
2 $\rightarrow \oplus$ éléments artificiels

• Période: e^- m^{ème} couche n en cours de remplissage

• Colonne: m^{ème} configuration élect. pour e^- de valence. \Rightarrow même propriété chimique.

Planip n°1:



\rightarrow précipite tous

Pour voir si au sein d'une même colonne les éléments chimiques ont les mêmes propriétés

Colonne 1: Alcalin (sauf H)

— 2: Alcalino-terreux

— 3 à 12: Métaux de transition

— 17: Halogène

— 18: Gaz Rare (sous-couche pleine) \rightarrow stable

Bloc s

— p

— d

— f \rightarrow Terres Rares.

II. Evolution des propriétés atomiques

1. Propriétés physiques

a. Energies ionisation



• Affinité électronique: $A + e^- \rightarrow A^-$

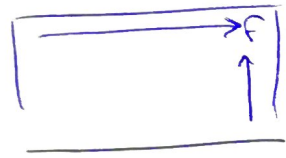
b. Electronegativité

Mesure le pouvoir d'un élément à attirer les e^- vers lui au sein d'une liaison.

• Echelle de Pauling: utilise les énergies de liaisons.

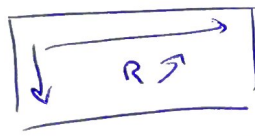


$$X(F) = 4$$



c. Rayon atomique

R (Noyau - e^- le \oplus bin)

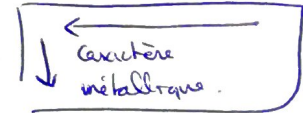


2. Propriétés chimiques

a. Caractère métallique

80% métaux

Propriété métallique: Bon conducteur, opaque, thermique



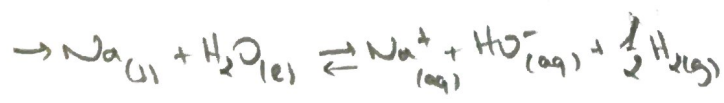
b. Caractère réducteur



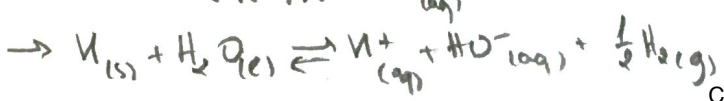
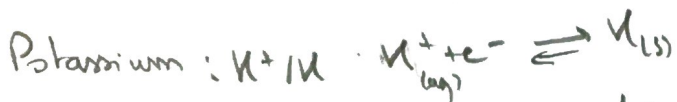
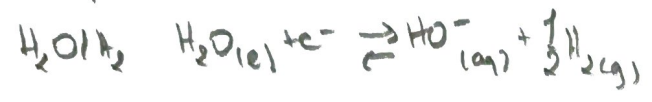
Capte e^-

→ Alcalin (réducteur)

Manipulation n° 2: Sodium: $Na^+ / Na_{(s)}$ $Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na_{(s)}$



Couple de l'eau:



Sodium + eau avec phenophtaléine qui a changé de couleur avec le milieu.

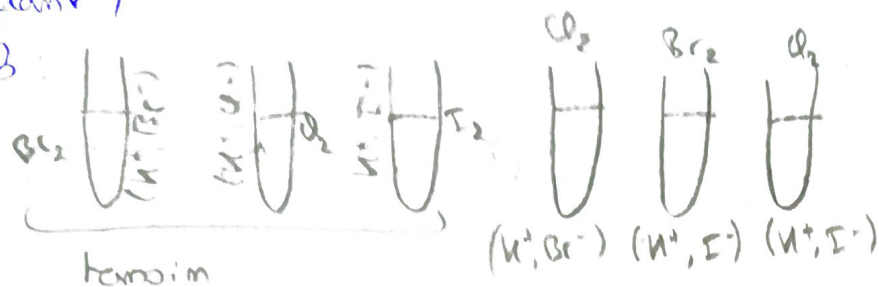
Réaction du potassium (même colonne avec le sodium) avec l'eau (vidéo)

Papier sert à ce que la réaction ne se fasse pas direct.

Caractère réducteur du potassium plus important puisque la réaction était plus vive.

→ Halogène (oxydant)

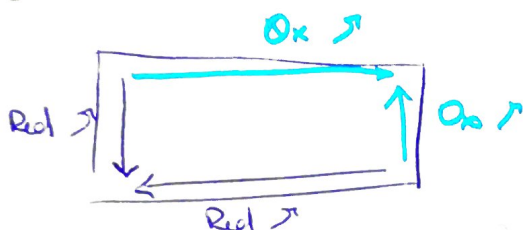
Manipulation n° 3 :



Comparer le pouvoir oxydant des dihalogènes

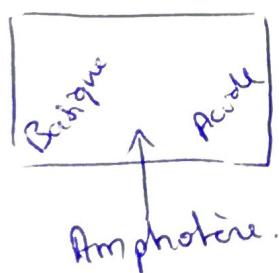


Pouvoir oxydant $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$

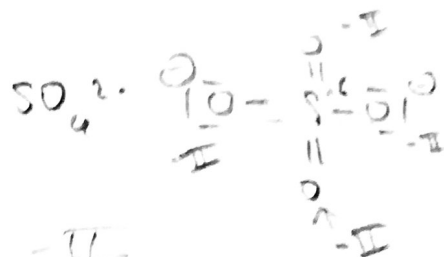


c. Caractère acide-base

On manipule 2 phénolphtaléine qui résiste ds milieu acide.



Questions :



$$\text{O} + \text{O} \cdot \text{X} - \text{II} = -\text{II}$$

$$\text{O} - \text{O} = -\text{O}$$

$$\text{O} = \text{O}$$

$\text{G}(\text{CO})_6 \rightarrow 18e^-$ gaz rare Kr

Φ organométallique qui n'est pas $18e^-$ très réactif.

Terre rares en dessous - couche f.

Réaction fissure uranium 235 → Plutonium
dénire radioactivité de ↑

→ solut³ aqueuse de dibrome petite < pas dangereux.

Valeurs expé pour liner une couche.

LC16 : Classification périodique

Bibliographie :

[1] Pierre Grélias. Chimie, 1re année, MPSI-PTSI. Lavoisier.

[2] L. Almeras. Chimie MPSI-PTSI. Vuibert

[3] B.Fosset. Chimie tout-en-un MPSI-PTSI. Dunod.

Niveau : CPGE (MPSI-PTSI)

Pré-requis :

- Structure électronique des atomes (règle remplissage, nombre quantique)
- Réaction oxydo-réduction
- Réaction acido-basique

→ Diapo

Introduction:

- Approche historique (Mendeleïev, chimiste russe 1869, combien d'atomes? but?)
- Quel lien peut-on faire entre les propriétés chimiques, les seules accessibles à l'époque, et la position de l'atome dans la classification ?

I - La classification périodique des éléments

1) Rappels [2]

- Ecriture des éléments atomiques (corps pur)
- Règle de remplissage (règles de Klechkowski, Hund, et Pauli : configuration en couche s, p, d et f ; nombre quantique)
- Définition des électrons de valence et de cœur
- Exemple d'un atome.

2) Construction de la classification [2]

- Définition (nombre d'élément, nombre de ligne, nombre de colonne corps pur, nombre d'atomes par Z croissant)
- Période(même orbitale n en remplissage)
- Colonnes (même configuration des électron de valence)

-Manipulation n°1

- Bilan manip n°1: le Chlore, le Brome et l'Iode appartiennent à la même colonne des halogènes et forment un précipité blanc en présence d'ions Ag^+ . Une colonne rassemble les éléments ayant la même structure électronique → Propriétés chimiques comparable.
- Les différentes familles
- Bloc s, p, d et f
- Les colonnes essentielles

II - Evolution des propriétés au sein du tableau périodique

1) Propriétés atomiques

a) Énergie d'ionisation

- Définition
- Evolution dans le tableau
- Affinité électronique

http://uel.unisciel.fr/chimie/strucmic/strucmic_ch04/co/apprendre_ch04_3_10.html

b) Electronégativité

- Définition
- Echelle de Mulliken ou échelle Pauling
- Evolution dans le tableau

c) Rayon atomique

- Définition
- Evolution dans le tableau

2) Propriétés chimiques

a) Caractère métallique

- Définition
- Place dans le tableau

b) Caractère oxydo-red

- Définition
- Propriété réducteur des alcalins

-Manipulation n°2

- Ecriture des réactions oxydo-red
- Bilan manip n°2 : Observation → Caractère réducteur des alcalins --> Plus on descend dans la colonne, plus le caractère réducteur augmente.

→ Propriété oxydante des halogènes

-Manipulation n°3

- Ecriture des réactions oxydo-red
- Bilan manip n°3 : Pouvoir oxydant $\text{Cl}_2 >$ pouvoir oxydant $\text{Br}_2 >$ pouvoir oxydant I_2 . Lien avec l'électronégativité.

c) caractère oxyde acide-base

- Evolution finale dans le tableau
- Papier pH dans les manip précédentes
- Bilan des manip
- Evolution dans le tableau

Conclusion:

-Importance du tableau périodique dans le domaine scientifique pour prédire le comportement des différents éléments chimiques.

Les Manipulations

Manipulation n°1 :

On place, dans un tube à essai 2-3 mL de chlorure de potassium (K^+ , Cl^-), dans un autre tube du iodure de potassium (K^+ , I^-) et dans un troisième du bromure de potassium (K^+ , Br^-). Tous de même concentration et même volume pour pouvoir les comparer (comparaison du K_s).

On verse dans chacun des tubes environ 1 mL de nitrate d'argent (Ag^+ , NO_3^-).

On agite lentement les tubes après avoir pris soin de les boucher. On laisse reposer les tubes. On observe un précipité blanc dans chacun des tubes (plus important en bas de la colonne). On ne fait pas le Fluor car son K_s trop élevé (pas de solide visible).

Matériel:

- Solution de chlorure de potassium
- Solution de iodure de potassium
- Solution de bromure de potassium
- Solution de nitrate d'argent

Manipulation n°2 pour les alcalins :

On met en valeur le caractère réducteur des alcalins (Ex: Pour le sodium : $Na \rightarrow Na^+ + e^-$) → On a métal alcalin + eau → hydroxyde du métal alcalin + H_2 .

- On remplit un cristalliseur d'eau (environ 1000mL), on y ajoute quelques gouttes de liquide vaisselle (agit comme tensio-actif et évite que la bille de sodium dans l'eau ne se colle sur les paroi du récipient, et les petites bulles de dihydrogène restent visibles) et de phénolphtaléine (Sous forme acide, la phénolphtaléine est incolore alors que sa forme basique est de couleur rose vif).

-Montrer le caractère métallique du sodium en montrant qu'il est brillant.

-Mettre gants et lunettes (risque d'explosion), on coupe un petit morceau de sodium métallique (de la grosseur d'une tête d'allumette), à l'aide d'une pince le déposer sur le papier filtre au dessus de l'eau contenue dans le cristalliseur. (Personne ne doit se trouver à moins de 4m).

-Observation d'une flamme jaune/orange (typique du sodium) et couleur rose après le passage de la bille de sodium. La réaction est vive et exothermique.

La couleur rose indique que l'eau est devenue basique (car on forme de l'hydroxyde).

Montrer même expérience avec du potassium : la réaction est plus vive : vidéo.

http://wiki.scienceamusante.net/index.php/R%C3%A9action_du_sodium_avec_l'eau

→ K est plus réducteur que Na.

Matériel:

- Petit morceau de sodium métallique
- Liquide vaisselle
- Phénolphtaléine

Remarques:

- O₂ peut oxyder le sodium
- Na₂O si on le dissout dans l'eau c'est de la soude.

Manipulation n°3 pour les halogènes :

On met en valeur le caractère oxydant des halogènes. $\text{Cl} + \text{e}^- = \text{Cl}^-$

A manipuler sous la hotte avec des gants.

On cherche maintenant à classer trois halogènes en fonction de leur pouvoir oxydant. On va travailler sur les couples suivants : Cl_2/Cl^- , Br_2/Br^- et I_2/I^- . On ne travaillera pas avec le difluor F₂ car ce composé est beaucoup trop réactif et toxique!

Comparaison Cl₂/Br₂

Dans 1 tube à essai, on verse 1mL KBr puis on ajoute quelques gouttes de dichlore. On introduit alors 2mL de cyclohexane. On va observer la formation d'ion bromure piégés par le cyclohexane (il va prendre une coloration brune).

Dans un autre tube à essai, on verse 1mL de KCl et on ajoute quelques gouttes de dibrome.

On rajoute le cyclohexane. Rien ne se passe. Le dichlore ne s'est pas formé.

Ainsi, le dichlore est plus oxydant que le brome, il a permis la formation de dibrome.

Comparaison Br₂/I₂

On fait pareil : d'abord, KI avec Br₂ : formation de diiode

Puis : KBr avec I₂ : pas de formation de dibrome

→ Dibrome plus oxydant que l'iode.

Comparaison I₂/Cl₂

On fait pareil, d'abord KI avec Cl₂ : formation diiode

Puis: KCl avec I₂ : rien

→ dichlore plus oxydant que l'iode

Remarques : Ne pas oublier de faire des tubes "témoins" permettant de bien visualiser les colorations. Pour caractériser la formation des dihalogènes, on utilise du cyclohexane ; solvant organique apolaire, non miscible avec l'eau car dihalogène plus miscible avec un solvant polaire, permettant ainsi via une couleur caractéristique, de détecter la présence de nos produits. Couleur orange : Br₂ formé. Couleur violette : I₂ formé. Pour le Cl₂, couleur brune normalement.

Matériel :

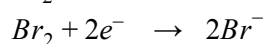
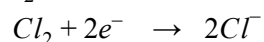
- Solution de chlorure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution de iodure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution de bromure de potassium (environ 0,1 mol/L)
- Solution dichlorure
- Solution de diiode
- Solution de dibrome
- Solution cyclohexane

- Préparation du dichlore (**manip apprécié par le jury**): permanganate de potassium + HCl (très concentré 2mol/L) : on verse doucement des gouttes de HCl sur les cristaux de permanganate > formation Cl₂ (gaz) > faire revenir dans une bouteille d'eau > formation Cl₂ (aq). Faire réagir à la fin par du thiosulfate pour stopper la réaction.

https://www.researchgate.net/publication/320403871_Obtention_du_chlore_a_l'aide_du_permanganate_de_potassium

Pour caractériser la formation des dihalogènes, on utilise du cyclohexane ; solvant organique apolaire, non miscible avec l'eau, permettant ainsi via une couleur caractéristique, de détecter la présence de nos produits. Couleur orange : Br₂ formé. Couleur violette : I₂ formé. Pour le Cl₂, couleur brune normalement.

Les réactions redox:



Pour 2 couples Ox1/Red1 Ox2/Red2 : Si Ox1 parvient à oxyder Red2 alors Ox1 est + oxydant que Ox2 .

- Si Cl₂ est plus oxydant que Br₂
alors : $Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2$ (OK)

- Si Br₂ est plus oxydant que Cl₂
alors : $Br_2 + 2Cl^- \rightarrow 2Br^- + Cl_2$ (la réaction ne se passe pas)

- Si Cl₂ est plus oxydant que I₂
alors : $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$ (OK)

- Si I₂ est plus oxydant que Cl₂
alors : $I_2 + 2Cl^- \rightarrow 2I^- + Cl_2$ (la réaction ne se passe pas)

- Si Br₂ est plus oxydant que I₂
alors : $Br_2 + 2I^- \rightarrow 2Br^- + I_2$ (OK)

- Si I₂ est plus oxydant que Br₂
alors : $I_2 + 2Br^- \rightarrow 2I^- + Br_2$ (la réaction ne se passe pas)

Questions :

- Bien parler du cyclohexane : phase organique/phase aqueuse.
- Explication coloration de la flamme :
http://wiki.scienceamusante.net/index.php/Flammes_color%C3%A9es
- Eléments artificiels c'est quoi? écrire réaction nucléaire de fission, fission avec neutrons : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ment_synth%C3%A9tique
- Questions sur le bloc f, pourquoi c'est là dans le tableau ?
- Degré d'oxydation de soufre : SF₆ → on se sert de l'électronégativité et principe de Pauli pour le degré d'oxydation.
- Règle des 18 électrons : Cr(CO)₆ → Cr a 6 électrons de valence il veut ressembler à un gaz rare donc il lui en faut 12 de plus . CO apporte 2 électrons donc il en faut 6.
- Qui sont amphotères ? Fe³⁺
- Hybridation
- Indicateur coloré: espèce acide-base
- Différence atome et élément chimique? Un élément chimique ou physique est l'ensemble des entités chimiques (atomes, isotopes, ions) ayant le même numéro atomique Z. c'est à dire le même nombre de protons au sein de son noyau.

Remarques:

- Enrichir avec des données (présenter des valeurs : électronégativité, énergie d'ionisation..), utiliser davantage le tableau périodique pour illustrer. Lorsque l'on montre l'évolution du tableau, le montrer aussi sur le tableau périodique.
- Ajouter électronégativité selon Mulliken.
- La manipulation n°3 serait plus compréhensible en direct.



Classification périodique

Tableau de Mendeleiev 1869

REIHEN	GRUPPE I — R_2O	GRUPPE II — RO	GRUPPE III — R_2O_3	GRUPPE IV RH_4 RO_2	GRUPPE V RH_3 R_2O_5	GRUPPE VI RH_2 RO_3	GRUPPE VII RH R_2O_7	GRUPPE VIII — RO_4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	? Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	? Di = 138	? Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	? Er = 178	? La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

Tableau périodique des éléments chimiques

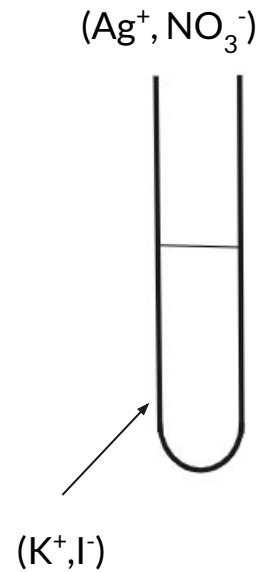
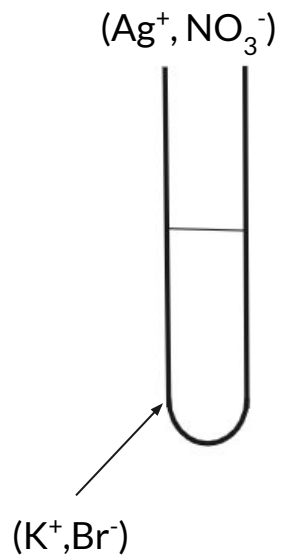
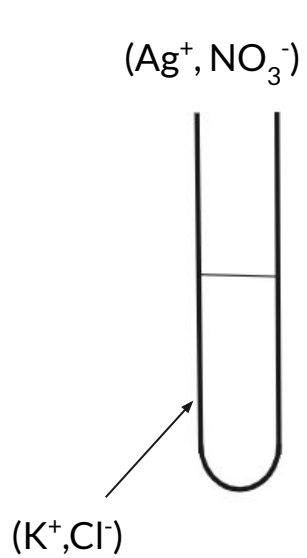
Tableau périodique des éléments chimiques																		18	
Groupe	1	2											13	14	15	16	17	18	
1	Hydrogène 1 H 1,00794																		Helium 2 He 4,002602
2	Lithium 3 Li 6,941	Béryllium 4 Be 9,0121831	← nom de l'élément (liquide, gazeux ou solide à 25°C et 101,3 kPa) ← numéro atomique ← symbole chimique ← masse atomique relative (au centre de l'isotope le plus stable) [C.I.A.P. - A. Baum, Springer 2017 - rev. 2019]										Bore 5 B 10,811	Carbone 6 C 12,011	Azote 7 N 14,00643	Oxygène 8 O 15,9994	Fluor 9 F 18,9984032	Neon 10 Ne 20,1797	
3	Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,304	2	4	5	6	7	8			10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	Potassium 19 K 39,0983	Calcium 20 Ca 40,078	Scandium 21 Sc 44,955912	Titane 22 Ti 47,867	Vanadium 23 V 50,9415	Chrome 24 Cr 51,9961	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934	Cuivre 29 Cu 63,546	Zinc 30 Zn 65,38	Gallium 31 Ga 69,723	Germanium 32 Ge 72,630	Arsenic 33 As 74,9216	Sélénium 34 Se 78,9718	Bromure 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,798	
5	Rubidium 37 Rb 85,4678	Strontium 38 Sr 87,62	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224	Niobium 41 Nb 92,90637	Molibdène 42 Mo 95,94	Technétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07	Rhodium 45 Rh 102,9055	Palladium 46 Pd 106,42	Argent 47 Ag 107,8682	Cadmium 48 Cd 112,414	Indium 49 In 114,818	Étain 50 Sn 118,710	Antimoine 51 Sb 121,757	Tellure 52 Te 127,6	Iode 53 I 126,90447	Xénon 54 Xe 131,29	
6	Césium 55 Cs 132,90545196	Baryum 56 Ba 137,327	Lanthanoïdes 57-71		Hafnium 72 Hf 178,49	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84	Réhenium 75 Re 186,207	Osmium 76 Os 190,23	Iridium 77 Ir 192,222	Platine 78 Pt 195,084	Or 79 Au 196,966569	Mercure 80 Hg 200,59	Thallium 81 Tl 204,3833	Plomb 82 Pb 207,2	Bismuth 83 Bi 208,980398	Poivre 84 Po [209]	Astatoine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinoïdes 89-103		Rutherfordium 104 Rf [261]	Dubnium 105 Db [262]	Seaborgium 106 Sg [266]	Berkelium 107 Bh [264]	Hassium 108 Hs [277]	Moscovium 109 Mt [268]	Darmstadtium 110 Ds [271]	Roganium 111 Rg [272]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moskovium 115 Mc [290]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]
			Lanthane 57 La 138,9047	Cérite 58 Ce 140,127	Praseodyme 59 Pr 140,90768	Néodyme 60 Nd 144,242	Praseodymium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36	Europium 63 Eu 151,964	Gadolinium 64 Gd 157,25	Terbium 65 Tb 158,925	Dysprosium 66 Dy 162,500	Holmium 67 Ho 164,93032	Érène 68 Er 167,259	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,967		
			Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa [231]	Uranium 92 U 238,02891	Néptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Américium 95 Am [243]	Curie 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Calfornium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobélium 102 No [259]	Lavendulium 103 Lr [262]		

Métaux						Non-métaux							
Alcalins	Alcalino-terreux	Lanthanoïdes	Actinoïdes	Métaux de transition	Métaux pauvres	Métalloïdes	À valence non-métallique	Halogènes	Gaz nobles	Non classés	présumé	présumé et non classés	synthétique

Manipulation n°1

1	Hydrogène 1 H 1,00795																	III B 13 Bore 5 B 10,8135	IV B 14 Carbone 6 C 12,0106	V B 15 Azote 7 N 14,006855	VI B 16 Oxygène 8 O 15,99940	VII B 17 Fluor 9 F 18,99840316	Hélium 2 He 4,002602	
2	Lithium 3 Li 6,9395	Béryllium 4 Be 9,0121831	← nom de l'élément (gaz , liquide ou solide à 0°C et 101,3 kPa) ← numéro atomique ← symbole chimique ← masse atomique relative [ou celle de l'isotope le plus stable] © CIAAW "Atomic Weights 2013" + rev. 2015																					
3	Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,3055	III A 3	IV A 4	V A 5	VI A 6	VII A 7	VIII 8 9 10			I B 11	II B 12	Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085 (1)	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,0675	Chlore 17 Cl 35,4515	Argon 18 Ar 39,948 (1)						
4	Potassium 19 K 39,0983 (1)	Calcium 20 Ca 40,078 (4)	Scandium 21 Sc 44,955908 (5)	Titane 22 Ti 47,867 (1)	Vanadium 23 V 50,9415 (1)	Chrome 24 Cr 51,9961 (6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845 (2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934 (4)	Cuivre 29 Cu 63,546 (3)	Zinc 30 Zn 65,38 (2)	Gallium 31 Ga 69,723 (1)	Germanium 32 Ge 72,630 (8)	Arsenic 33 As 74,921595	Sélénium 34 Se 78,971 (8)	Brome 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,798 (2)						
5	Rubidium 37 Rb 85,4678 (3)	Strontium 38 Sr 87,62 (1)	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224 (2)	Niobium 41 Nb 92,90637	Molybdène 42 Mo 95,95 (1)	Technetium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07 (2)	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42 (1)	Argent 47 Ag 107,8682 (2)	Cadmium 48 Cd 112,414 (4)	Indium 49 In 114,818 (1)	Étain 50 Sn 118,710 (7)	Antimoine 51 Sb 121,760 (1)	Tellure 52 Te 127,60 (3)	Iode 53 I 126,90447	Xénon 54 Xe 131,293 (8)						
6	Césium 55 Cs 132,905452	Baryum 56 Ba 137,327 (7)	Lanthanides 57-71		Hafnium 72 Hf 178,49 (2)	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84 (1)	Rhénium 75 Re 186,207 (1)	Osmium 76 Os 190,23 (3)	Iridium 77 Ir 192,217 (3)	Platine 78 Pt 195,084 (9)	Or 79 Au 196,966569	Mercury 80 Hg 200,592 (3)	Thallium 81 Tl 204,3835	Plomb 82 Pb 207,2 (1)	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astatoine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]					
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103		Rutherfordium 104 Rf [267]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [289]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessee 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]					
			Lanthane 57 La 138,90547	Cérium 58 Ce 140,116 (1)	Praséodyme 59 Pr 140,90766	Néodyme 60 Nd 144,242 (3)	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36 (2)	Europium 63 Eu 151,964 (1)	Gadolinium 64 Gd 157,25 (3)	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500 (1)	Holmium 67 Ho 164,93033	Erbium 68 Er 167,259 (3)	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,9668							
			Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03588	Uranium 92 U 238,02891	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Américium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendélévium 101 Md [258]	Nobélium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [266]							

Manipulation n°1



1	s																p										d										f																											
1	1 H 1.008																		2 He 4.0026																																													
2	3 Li 6.94		4 Be 9.0122																		5 B 10.81		6 C 12.011		7 N 14.007		8 O 15.999		9 F 18.998		10 Ne 20.180																																	
3	11 Na 22.990		12 Mg 24.305																		13 Al 26.982		14 Si 28.085		15 P 30.974		16 S 32.06		17 Cl 35.45		18 Ar 39.948																																	
4	19 K 39.098		20 Ca 40.078		21 Sc 44.956		22 Ti 47.867		23 V 50.942		24 Cr 51.996		25 Mn 54.938		26 Fe 55.845		27 Co 58.933		28 Ni 58.693		29 Cu 63.546		30 Zn 65.38		31 Ga 69.723		32 Ge 72.63		33 As 74.922		34 Se 78.96		35 Br 79.904		36 Kr 83.798																													
5	37 Rb 85.468		38 Sr 87.62		39 Y 88.906		40 Zr 91.224		41 Nb 92.906		42 Mo 95.94		43 Tc [97.91]		44 Ru 101.07		45 Rh 102.91		46 Pd 106.42		47 Ag 107.87		48 Cd 112.41		49 In 114.82		50 Sn 118.71		51 Sb 121.76		52 Te 127.60		53 I 126.90		54 Xe 131.29																													
6	55 Cs 132.91		56 Ba 137.33		57 La 138.905		58 Ce 140.12		59 Pr 140.908		60 Nd 144.24		61 Pm [144.91]		62 Sm 150.36		63 Eu 151.964		64 Gd 157.25		65 Tb 158.925		66 Dy 162.50		67 Ho 164.930		68 Er 167.259		69 Tm 168.933		70 Yb 173.054		71 Lu 174.967		72 Hf 178.49		73 Ta 180.948		74 W 183.84		75 Re 186.207		76 Os 190.23		77 Ir 192.22		78 Pt 195.084		79 Au 196.967		80 Hg 200.59		81 Tl 204.38		82 Pb 207.2		83 Bi 208.98		84 Po [209]		85 At [210]		86 Rn [222]	
7	87 Fr [223]		88 Ra [226]		89 Ac [227]		90 Th [232]		91 Pa [231]		92 U [238]		93 Np [237]		94 Pu [244]		95 Am [243]		96 Cm [247]		97 Bk [247]		98 Cf [251]		99 Es [252]		100 Fm [257]		101 Md [258]		102 No [259]		103 Lr [262]		104 Rf [261]		105 Db [268]		106 Sg [271]		107 Bh [270]		108 Hs [277]		109 Mt [276]		110 Ds [281]		111 Rg [280]		112 Cn [285]		113 Nh [284]		114 Fl [289]		115 Uup [288]		116 Lv [293]		117 Uus [294]		118 Uuo [294]	

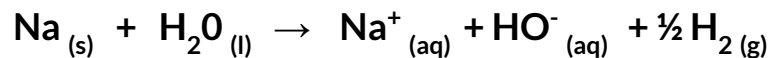
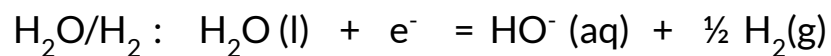
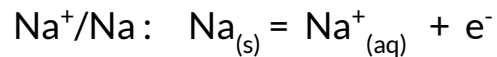
*Lanthanoids	*	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm [144.91]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05
**Actinoids	**	89 Ac [227.03]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237.05]	94 Pu [244.06]	95 Am [243.06]	96 Cm [247.07]	97 Bk [247.07]	98 Cf [251.08]	99 Es [252.08]	100 Fm [257.10]	101 Md [258.10]	102 No [259.10]

f

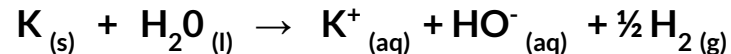
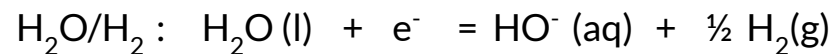
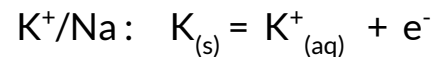
Manipulation n°2



Sodium



Potassium



$K(s)$ réagit
violemment avec
l'eau et l'air



Manipulation n°3



Br_2



$(\text{K}^+, \text{Cl}^-)$

Cl_2



$(\text{K}^+, \text{Br}^-)$

Br_2



(K^+, I^-)

I_2



$(\text{K}^+, \text{Br}^-)$

Cl_2

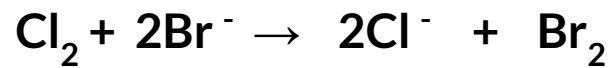


(K^+, I^-)

I_2



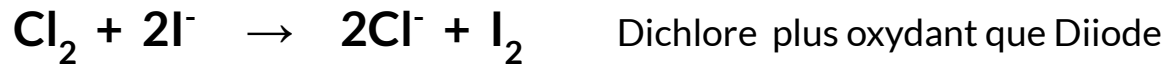
$(\text{K}^+, \text{Cl}^-)$



Dichlore plus oxydant que Dibrome







Pouvoir oxydant : $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$