

LC 1 Découpage du tableau périodique

LC 1 : Découpage en bloc de la classification périodique

Biblio :

Conférence M. Vérot sur le tableau périodique, <http://perso.ens-lyon.fr/martin.verot/communications.php>

Fosset PCSI

Exos résolus Prépas PCSI Chimie, J Calafell

L'élémentarium

Si on se base sur le nouveau programme (BO ci-dessous),

Le cortège électronique de l'atome définit ses propriétés chimiques. Configuration électronique (1s, 2s, 2p, 3s, 3p) d'un atome à l'état fondamental et position dans le tableau périodique (blocs s et p). Électrons de valence. Familles chimiques.	Déterminer la position de l'élément dans le tableau périodique à partir de la donnée de la configuration électronique de l'atome à l'état fondamental. Déterminer les électrons de valence d'un atome ($Z \leq 18$) à partir de sa configuration électronique à l'état fondamental ou de sa position dans le tableau périodique. Associer la notion de famille chimique à l'existence de propriétés communes et identifier la famille des gaz nobles.
---	---

Les élèves savent déjà faire le remplissage électronique jusqu'à $Z=18$ (en seconde) + ils ont vu l'évolution de l'électronégativité dans le tableau périodique (1^{ère}).

Niveau : L1

Prérequis : - Atomistique (notation d'un élément X, A et Z) (secondaire)

- Blocs s et p (seconde)
- Redox (secondaire)

Intro péda

Début de l'année

Séquence sur l'atomistique

Cours précédent :

Intro Historique avec Mendeleïev qui classa par masse molaire (1869), tableau à trous, les scientifiques avaient prévus la périodicité. Bcp d'éléments ont été découverts au XVIII^e.

Objectifs de la leçon :

- Relier la position dans le tableau périodique à la configuration électronique
- Retrouver les propriétés des différents blocs constitutifs de la classification périodique.

LC 1 Découpage du tableau périodique

Plan (Gaëtan Gaston)

- I) Configuration électronique des atomes
 - 1) (Quantification des niveaux d'énergie)
 - 2) Nombres quantiques
 - 3) Règles de remplissage
 - 4) Découpage en bloc
- II) Évolution de propriétés au sein des blocs s et d
 - 1) Bloc s
 - 2) Bloc d
- III) Le bloc p : périodicité et hétérogénéité
 - 1) Semi-métaux
 - 2) Le graphite

I) Configuration électronique des atomes

Déterminer la structure électronique consiste à décrire comment les électrons s'organisent autour du noyau. Leur répartition n'est pas libre et pour « ranger » les électrons il faut :

- Construire une « armoire à électrons » avec des « tiroirs » appelés Orbitales atomiques.
- Donner des règles de remplissage de ces orbitales atomiques.

a) Les quatre nombres quantiques

Chaque orbitale atomique d'un atome considéré est caractérisé par un triplet de nombres quantiques (n, l, m_l).

■ Nombre quantique principal n : $n \in \mathbb{N}^*$; il définit la couche électronique.					
Valeur de n	1	2	3	4	...
Couche	K	L	M	N	...
■ Nombre quantique secondaire (ou azimutal) ℓ : $\ell \in \mathbb{N}$ et $0 \leq \ell \leq n-1$; il définit la sous-couche électronique.					
Valeur de ℓ	0	1	2	3	...
Sous-couche	s	p	d	f	...
■ Nombre quantique magnétique m_ℓ : $m_\ell \in \mathbb{Z}$ et $-\ell \leq m_\ell \leq +\ell \Rightarrow 2\ell+1$ ss-ss - couches.					

Nombre quantique principal n = ligne sur tableau périodique

LC 1 Découpage du tableau périodique

l : nombre quantique secondaire : compris entre 0 et $n-1$ = sous-couche électronique
 m_l : nombre quantique magnétique : caractérise l'orbitale pour un nombre l donné. $\rightarrow 2l+1$ orbitales.

Niveau n	Valeur de l	Valeur de m_l	Nom de la sous-couche	Orbitales atomiques	Schéma
1	0	0	1s	1 OA	—
	0	0	2s	1 OA	—
2	1	-1	2p	3 OA dégénérées	— — —
		0			
		1			
		0	3s	1 OA	—
	1	-1	3p	3 OA dégénérées	— — —
		0			
		1			
		-2	3d	5 OA dégénérées	— — — — —
	2	-1			
		0			
		1			
		2			
...

n et l définissent l'énergie et le nom de l'orbitale atomique. Pour n et l fixés, les OA ne diffèrent que par m_l et ont donc la même énergie et sont dites dégénérées.

Le 4^{ème} nombre quantique est le nombre quantique de spin m_s qui est intrinsèque à la particule. L'électron peut se trouver sous 2 états quantiques : up (+1/2) ou down (-1/2)

b) Règles de remplissage

Principe d'exclusion de Pauli

2 électrons ne peuvent pas avoir les quatre mêmes nombres quantiques \rightarrow 1 Orbitale contient au max 2 électrons.

Conséquences : s \rightarrow 2 électrons

p \rightarrow 6 électrons

d \rightarrow 10 électrons

f \rightarrow 14 électrons

Règle de Klechkowski (empirique)

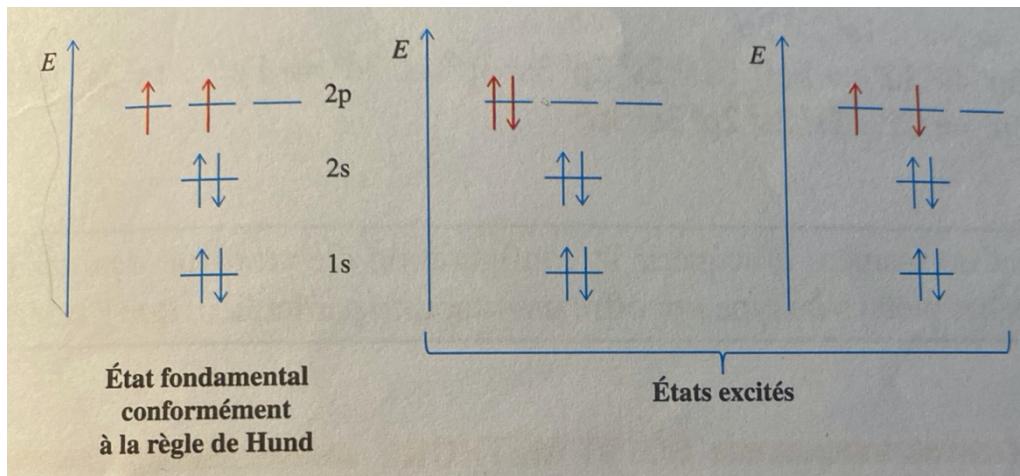
Dans l'état de plus basse énergie (fondamental), les sous-couches sont remplies par ordre croissant d'énergie. Cette énergie augmente suivant $n+l$ croissant et pour 2 valeurs identiques de $n+l$, selon n croissant.

(Conseil : moyen mnémotechnique en diapo+ graph énergie à faire au tableau p75 du Calafell)

LC 1 Découpage du tableau périodique

Règle de Hund

Pour des niveaux électroniques dégénérés partiellement remplis, l'état fondamental est celui où le maximum d'OA est occupé avec des électrons présentant des spins parallèles.



Calafell p75

→ si on prend un modèle planétaire quand les e- sont sur des orbitales différentes moins de répulsion électronique.

c) Découpage en bloc

A partir de Klechkowski, (on se repose sur le tableau ou alors construction en live avec petit papier) les sous couches sont les unes à la suite des autres dans le tableau. → le tableau devient peu à peu logique.

H et He font un peu figure d'exception.

→ on sait maintenant construire le tableau, à l'inverse à partir de la configuration électronique on peut replacer l'élément dans le tableau.

II) Évolution de propriétés au sein des blocs s et d 1) Bloc s

Alcalin / Alcalino-Terreux

Quand on regarde le tableau on voit un chiffre : l'électronégativité.

Électronégativité faible : facilité à céder ses électrons donc

On peut définir

$AE : X(g) + e^-(g) = X^-(g)$

$EI : X(g) = X^+(g) + e^-(g) \rightarrow$ Energie qu'il faut pour arracher un e- à l'état gazeux

Pptés : éléments électropositifs car ils veulent se rapprocher de la configuration du gaz noble le plus proche.

LC 1 Découpage du tableau périodique

Les alcalins et les alcalino-terreux ont des EI faibles, si bien qu'on les retrouve souvent sous forme d'ions dans la nature. ($\approx 5\text{eV}$)

Métaux du bloc s : très réducteurs (vidéo réaction Na(s) avec eau)

Métaux peu denses : 1000 kg/m³ vs 8000kg/m³ pour le Fer qui est un métal de transition qu'on va étudier tout de suite

2) Bloc d : les métaux de transition

D'après vos connaissances en redox : on utilise souvent les couples du Fer et le fer se trouve sous la forme Fe³⁺ par exemple. → Propriétés proches des éléments du bloc s.

Électronégativité assez faible

Energie d'ionisation assez faible (8 eV pour le Fe)

Ils peuvent pour la plupart former s cations de charges différentes.

Ils réagissent des molécules ou ions pour former d'autres édifices appelés complexes (que nous étudierons plus tard).

Néanmoins, ce découpage par blocs ne permet pas de décrire toutes les propriétés des éléments appartenant à un même bloc. Par exemple, pour le bloc p, les propriétés ne sont pas aussi systématiques que pour les 2 autres blocs.

III) Le bloc p : entre périodicité et hétérogénéité

→ les propriétés ne s'arrêtent pas brusquement au passage d'un bloc à l'autre. On voit sur le tableau qu'il y a une certaine continuité des propriétés entre la fin du bloc d et le début du bloc p.

a) Semi-métaux

Appelés aussi métalloïdes.

Définition : matériau dont les propriétés sont intermédiaires entre celles des métaux et des non-métaux.

(Peu précise basé sur des propriétés, même l'IUPAC ne donne pas de déf d'un métal)

On peut tracer une diagonale en dessous de l'aluminium. Au-dessus de la diagonale on trouve les non-métaux et en dessous les métaux. Les éléments de la diagonale (Si, Ge,As...) sont les semi-métaux.

Les métaux sont caractérisés par une conduction électrique qui diminue quand la température augmente et des propriétés physiques telles que : aspect brillant, dur, malléable, bon conducteur thermique et électrique.

Par exemple le Silicium

LC 1 Découpage du tableau périodique

Conductivité électrique : $2,52 \times 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ à 25°C VS Aluminium $36,9 \times 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ VS $10-17 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ pour le verre.

Applications : cellules photovoltaïques

b) Le graphite

Si le temps, parler des 2 variétés allotropiques majeures. (+ cf l'élémentarium)

Conclusion

LC 1 Découpage du tableau périodique

Questions posées

Définition d'un métal : définit par ses propriétés = conducteur de l'électricité, de chaleur, malléable quand chauffer, brillant

Un non-métal ? structure d'isolant, ne réfléchissant pas la lumière

Pourquoi le H est mal placé ? c'est un non-métal au même titre que C, N, O, P, S, Se

Définit une orbitale : une orbitale est une fonction mathématique qui décrit la probabilité de présence d'un électron (qui détermine la région de l'espace correspondant à une probabilité de présence donnée de cet électron et à son niveau d'énergie)

Chose particulière à repérer selon les périodes ou familles notamment sur le bloc p où ça ne marche pas très bien de faire par bloc

Découverte des éléments :

Antiquité : métaux nobles

Moyen-Âge : As, Bi, Zn

1730 Co

Lavoisier : Molybdène et W

Lavoisier père de la chimie moderne -> Le début d'une chimie quantitative. --> balance précise.

Lavoisier : conservation de la matière

Les premiers tableaux périodiques deuxième moitié du 19ème siècle.

-> loi des octaves : répétition des propriétés chimiques tous les huit éléments.

Thomson -> découverte de l'électron en faisant dévier des e- dans un champ électromagnétique. Plus détermination du rapport m/e

Spin de l'électron : expérience de Stern et Gerlach. Atomes d'argent qui passent dans un champ magnétique dévié en deux faisceaux spin plus ou moins $\frac{1}{2}$.

Expérience de Rutherford : bombarder de particule alpha des feuilles d'or (fin) et regarder ce qu'il passe. On remarque quelques déviations et 1 particule sur 100000 n'arrive pas. Il en déduit que la taille du noyau est environ 100000 fois plus petite que la taille de l'atome soit 10^{-15} mètre.

Cellule photovoltaïque -> Principe : les e- excités créent des trous dans la bande de conduction qui ont tendance à se « boucher très vite » avec un e-. Le principe est que l'on va chercher à éviter ça en faisant migrer les e- et les trous de deux côtés opposés du panneau. En pratique on le fait grâce à une jonction P et N qui génère un champ électrique.

Transistor : semi-cond à trois bornes qui permet de contrôler un courant, une tension.
Carbone pas métalloïde car toute la chimie du vivant est basée dessus.

LC 1 Découpage du tableau périodique

Métaux : dur, brillant, conducteur de la chaleur et de l'électricité, malléables.

Rydberg $1,07 \times 10^{-7}$ formule Sigma= $Rh^*((1/n_1)^2 - (1/n_2)^2)$

Le spin de l'électron c'est $+\text{-} hbar/2$

La forme actuelle du tableau périodique est due à Charles Janet