

QUELQUES QUESTIONS POUR S'ENTRAINER A COMPRENDRE LA LOGIQUE DU TABLEAU PÉRIODIQUE

Avant-propos

Les **corps simples** sont constitués d'un **seul et même élément** chimique : ainsi, le dioxygène (O₂) est constitué uniquement de l'élément oxygène (O).

Les **corps composés** ou **combinaisons** sont constitués de **plusieurs éléments** : ainsi, l'eau (H₂O) est constituée des éléments hydrogène et oxygène, le dioxyde de carbone (CO₂), des éléments carbone et oxygène.

- 

Dans un article publié en 1899 et intitulé "The Periodic Law of the Chemical Elements", D.MENDELEEV écrivait¹:

« Dès mars 1869, je pouvais tirer les conclusions suivantes :

1. Les éléments montrent une périodicité évidente de leurs propriétés si on les arrange suivant leurs "masses atomiques relatives"².
2. Les éléments qui présentent des similitudes dans leurs propriétés chimiques ont des "masses atomiques relatives" : - presque identiques (par exemple: le platine, l'iridium, l'osmium)
- ou qui augmentent de manière régulière (par exemple : le potassium, le rubidium et le césium).
3. L'arrangement des éléments dans l'ordre de leurs "masses atomiques relatives" correspond à leurs valences (nombres d'oxydation principaux³) aussi bien que, dans une certaine mesure, à leurs propriétés chimiques, comme on l'observe dans les familles⁴ du lithium, du béryllium, du carbone, de l'azote...
- ...
6. Nous devons nous attendre à la découverte d'éléments encore inconnus, par exemple, des éléments analogues à l'aluminium et au silicium, dont les "masses atomiques relatives" devraient se situer entre 65 et 75. »

¹ D. Mendelév "The Periodic Law of the Chemical Elements", Journal of the Chemical Society of London, Transactions, 1899, pages 634 à 656.

² D. Mendelév utilisait le terme poids atomique au lieu de masse atomique relative.

³ Dans le texte original, D.Mendelév ne parlait que de valences; nous avons ajouté le terme généralement utilisé aujourd'hui "nombres d'oxydation principaux".

⁴ Dans le texte original, D.Mendelév parlait de séries.

O.PISSARJEVSKI⁵, dans son ouvrage "Dimitri Ivanovitch Mendeléeu - Sa vie et son oeuvre" écrit :

"En 1871 paraissait, dans le tome III de la revue de la Société de Chimie russe, un article de Mendeléeu "Le système naturel des éléments et son application pour indiquer les propriétés des éléments non découverts" où le savant donnait une description détaillée des propriétés physiques et chimiques des éléments.

Mendeléeu raisonnait de la manière suivante :

Si, dans une famille, il y a les éléments R₁, R₂ et R₃, et si, dans la « rangée » où figure un de ces éléments, par exemple R₂, il y a, devant lui, l'élément Q et, après lui, l'élément T, **les propriétés de R₂ sont déterminées**, dans ces conditions, **par les propriétés** de R₁, R₃, Q et T.

	R ₁	
Q	R₂	T
	R ₃	

Ainsi, par exemple, la masse atomique relative de R₂ vaut:

$$A_r(\mathbf{R}_2) = 1/4 [(A_r(R_1) + A_r(R_3) + A_r(Q) + A_r(T))]$$

En résumé, on peut dire qu'en classant les éléments connus à son époque, Mendeléeu avait remarqué que les propriétés des éléments et, de ce fait, les propriétés des corps simples et des composés qu'ils forment se répétaient périodiquement en fonction de leur masse atomique relative.

Ainsi, certaines propriétés des corps simples d'une même famille peuvent être estimées à partir des propriétés des corps simples voisins.

De même, les propriétés des corps composés peuvent être prévues à partir des propriétés des corps composés des éléments voisins.

Les questions suivantes sont proposées pour vous exercer à prévoir des propriétés des corps simples et des composés en vous servant d'un tableau périodique correspondant aux éléments des familles principales.

⁵ O.Pissarjevski, "Dimitri Ivanovitch Mendeléeu -Sa vie et son oeuvre", Moscou, Editions en langues étrangères, 1955, pages 86 et 87.

QUESTION 1

Supposons que le krypton soit inconnu mais que l'on connaisse les éléments voisins de la même famille (gaz nobles) : l'argon et le xénon.

L'argon a une température d'ébullition de -186 °C et le xénon une température d'ébullition de -108 °C .

Estimez la valeur de la température d'ébullition du krypton.

Comparez avec la valeur trouvée dans les tables de référence.

QUESTION 2

Le sodium métallique a une température de fusion de 98 °C et le rubidium métallique une température de fusion de 39 °C .

Estimez la valeur de la température de fusion du potassium métallique.

Comparez avec la valeur trouvée dans les tables de référence.

QUESTION 3

La température de fusion du lithium métallique est-il plus ou moins élevée que celle du sodium?

Comparez avec la valeur trouvée dans les tables de référence.

QUESTION 4

Voici les formules de diverses substances halogénées connues : SiCl_4 , CCl_4 , GeCl_4 , PCl_5 , AsCl_5 .

Prévoyez les formules d'un halogénure d'étain et d'un halogénure d'antimoine.

QUESTION 5

Le carbone et l'oxygène forment du dioxyde de carbone (CO_2).

Quelle formule pouvez-vous prévoir:

- pour un composé de **carbone et de soufre**;
- pour un composé de **germanium et d'oxygène**.

QUESTION 6

Voici les formules de différents composés chimiques : NaCl , MgCl_2 , CaO , Al_2O_3 , CCl_4 , CS_2 .

Sur base du tableau périodique des éléments des familles principales, **prévoyez les formules** :

- d'un composé formé de **carbone et de brome**;
- d'un composé formé de **strontium et de chlore**;
- d'un composé formé de **baryum et d'oxygène**;
- d'un composé formé de **aluminium et de soufre**.

QUESTION 7

Soient les oxydes des éléments :

a) de la 2^{ème} période : Li_2O , BeO , B_2O_3 , CO_2 , N_2O_5 , F_2O ; Ne ne forme pas d'oxyde ;

b) de la 3^{ème} période : Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7 ; Ar ne forme pas d'oxyde.

Pour chacun de ces composés, portez **sur un graphique** le nombre d'atomes d'oxygène unis à un atome de l'autre élément en fonction des masses atomiques relatives de ces éléments.

Pour les gaz nobles, notez 0 car les éléments envisagés ne forment pas d'oxyde.

Qu'est-ce que le graphique vous suggère?

Prévoyez la formule d'un oxyde des éléments de la 5^{ème} période suivants : Sr, In, Sb.

QUESTION 8

Soient les composés hydrogénés des éléments :

a) de la 2^{ème} période : LiH , BeH_2 , BH_3 , CH_4 , NH_3 , H_2O , HF ; Ne ne forme pas de composé hydrogéné ;

b) de la 3^{ème} période : NaH , MgH_2 , AlH_3 , SiH_4 , PH_3 , H_2S , HCl ; Ar ne forme pas de composé hydrogéné.

Pour les composés repris ci-dessous, portez **sur un graphique** le nombre d'atomes d'hydrogène unis à un atome des éléments des familles principales en fonction des masses atomiques relatives des éléments.

Pour les gaz nobles, notez 0 car les éléments envisagés ne forment pas de composé hydrogéné.

Qu'est-ce que le graphique vous suggère?

Prévoyez la formule d'un composé hydrogéné des éléments de la 4^{ème} période suivants : K, Ge, As, Xe, Br.

QUESTION 9

Lorsque Mendeléeïv a classé les éléments, il a dû laisser des places vacantes pour trois éléments manquants : le scandium, le gallium et le germanium.

Sur la base des propriétés des corps simples et des combinaisons des éléments voisins, Mendeléeïv a prédit les propriétés des corps simples et des combinaisons des éléments manquants.

Le tableau ci-après reprend quelques informations sur le silicium et l'étain métalliques (masse atomique relative, masse volumique) et quelques-unes de leurs combinaisons (formules de l'oxyde, d'une combinaison halogénée).

Complétez le tableau pour le germanium.

Propriétés	Silicium	Étain	Germanium
Masse atomique relative de l'élément	28,086	118,76	
Masse volumique (en g/cm ³) du métal ou semi-métal	2,33	7,30	
Formule d'un oxyde	SiO ₂	SnO ₂	
Formule d'un chlorure	SiCl ₄	SnCl ₄	

Comparez vos prévisions:

- d'une part, avec celles de Mendeléeïv
- d'autre part, avec les propriétés déterminées expérimentalement pour le germanium par WINKLER.

Le tableau ci-après donne quelques prévisions faites par MENDELÉÏEV pour le gallium, le scandium et le germanium qui n'ont été découverts qu'entre 1875 et 1886.

Propriétés	Prévisions de MENDELÉÏEV	Déterminations expérimentales
	Ekaaluminium ⁶	Gallium ⁷
Masse atomique relative de l'élément	68	69,9
Masse volumique (en g/cm ³) du métal	6,0	5,96
	Ekabore	Scandium ⁸
Masse atomique relative	44	43,79
Oxyde	Eb ₂ O ₃	Sc ₂ O ₃
Sulfate	Eb ₂ (SO ₄) ₃	Sc ₂ (SO ₄) ₃
	Ekasilicium	Germanium ⁹
Masse atomique relative de l'élément	72	72,3
Masse volumique (en g/cm ³) du métal	5,5	5,469
Oxyde	EbO ₂	GeO ₂
Masse volumique de l'oxyde (en g/cm ³)	4,7	4,702
Chlorure	EbCl ₄	GeCl ₄

⁶ MENDELÉÏEV compose le nom des éléments non encore découverts en ajoutant, comme préfixe, le mot sanscrit « eka » au nom de l'élément de la même famille situé juste avant lui. *Eka* signifie « +1 ».

⁷ Découvert par LECOCQ de BOISBAUDRAN en 1875 par spectroscopie.

⁸ Découvert par NILSON en 1879.

⁹ Découvert par WINKLER en 1886.

QUESTION 10 (proposée par Manu WALCKIERS)

Vous trouverez ci-dessous une série d'éléments chimiques imaginaires, classés par ordre alphabétique ainsi que leur masse atomique relative, une propriété du corps simple et la formule d'un oxyde.

Opérez une classification de ces éléments en suivant les critères de Mendelév. S'il apparaît des cases vides dans le tableau, prévoyez les propriétés des éléments manquants (formule de l'oxyde et masse atomique relative de l'élément).

Elément	Propriété	Formule de l'oxyde	Masse atomique relative
Af	métal réagissant lentement avec l'eau	AfO	5
Bo	gaz incolore	inconnue	20
Ci	solide blanc pulvérulent	Ci ₂ O ₃	24
Du	métal oxydable	Du ₂ O	3
Em	solide violet foncé, mou et collant	EmO ₂	25
Fa	métal réagissant assez rapidement avec l'eau	FaO	14
Gu	gaz incolore	inconnue	27
Ho	solide blanc friable	Ho ₂ O ₃	17
Ip	métal aisément oxydable	Ip ₂ O	12
Jo	métal très oxydable	Jo ₂ O	19
Ke	liquide rouge vif	KeO ₂	8
Lo	solide jaune pâle poudreux	Lo ₂ O ₃	6
Mu	gaz incolore	inconnue	11

Document autorisé : tableau périodique des éléments de Mendelév.

QUESTION 11 (proposée par Manu WALCKIERS)

Vous trouverez ci-dessous une série d'éléments chimiques imaginaires, classés par ordre alphabétique ainsi que leur masse atomique relative, leur(s) valence(s) ou nombre(s) d'oxydation principal(aux) et une propriété du corps simple.

Regroupez-les dans un tableau, en opérant une classification comme l'a fait Mendelév avec les éléments chimiques connus à son époque. Donnez les critères qui vous auront guidés. S'il apparaît une case vide dans le tableau, prévoyez les propriétés de l'élément manquant.

Elément	Propriété	Valence ou nombre d'oxydation	Masse atomique relative
Ci	liquide orange à odeur âcre	3 ou III	8
Do	métal fondant à 183 °C	1 ou I	12
Fa	gaz inodore	0	18
Lo	métal fondant à 932 °C	2 ou II	5
Mi	solide rouge fondant à 32 °C	3 ou III	22
Mu	métal fondant à 213 °C	1 ou I	3
Pi	liquide rouge nauséabond	3 ou III	15
Ri	gaz inodore	0	10
So	métal fondant à 112 °C	1 ou I	17
To	métal fondant à 728 °C	2 ou II	20
Va	gaz inodore	0	25

QUESTION 12 (proposée par Monique THAUVOYE)

Vous trouverez ci-dessous une série d'éléments chimiques imaginaires.

Classez-les dans le tableau figurant après les données en opérant comme l'a fait Mendelév avec les éléments chimiques connus à son époque. Donnez les critères qui vous ont guidés.

Prévoyez les propriétés (formule de l'oxyde et masse atomique relative) des éléments qui occupent les cases vides.

Elément	Formule de l'oxyde	Masse atomique relative
Ma	MaO	3
Av	AvO ₂	18
Ro	Ro ₂ O ₃	17
Gl	Gl ₂ O	2
Sa	inerte	12
An	An ₂ O ₅	19
Je	JeO ₃	20
So	So ₂ O ₃	24
Le	LeO ₂	7
Bu	Bu ₂ O	14
De	De ₂ O ₃	5
Di	DiO	23
Ct	Ct ₂ O ₅	27
Lh	LhO ₃	10
Sd	Sd ₂ O	21
Tr	inerte	30
Su	Su ₂ O ₅	9
Bx	inerte	22

Elément inconnu	Formule de l'oxyde	Masse atomique relative