

La classification périodique : halogènes et gaz nobles

MT 22420



Ce DVD scientifique et pédagogique de 15 minutes, a pour but d'illustrer la notion de famille chimique du tableau de Mendeleïev.

Séquence 1 : le premier tableau de Mendeleïev (1869)

Fruit d'une collecte minutieuse d'informations sur les 63 éléments connus à son époque, ce tableau a été présenté à la société chimique russe par Mendeleïev. Obtenu en rangeant les éléments par masse atomique croissante, il laisse apparaître plusieurs emplacements vides correspondant à l'existence d'éléments encore inconnus. On observe la présence en ligne des halogènes F, Cl, Br, I et l'absence des gaz nobles.

Durée : 19 sec

Partie 1 - Les halogènes : F, Cl, Br, I, At

Séquence 2 : présentation des halogènes

Trois ballons fermés contiennent respectivement du dichlore Cl₂, du dibrome Br₂, et du diiode I₂. Le dichlore est un gaz verdâtre, le dibrome un liquide brun rouge et le diiode un solide gris partiellement sublimé en gaz violet.

Durée :31 sec

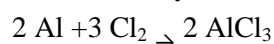
Séquence 3 : solubilité

On prend de l'eau chlorée, de l'eau bromée et de l'eau iodée, et on ajoute 2 ml de cyclohexane pour extraire la plus grande partie du dichlore, du dibrome et du diiode.

Durée :1 min

Séquence 4 : réaction avec l'aluminium

Dans le ballon rempli de dichlore Cl₂, on ajoute de la poudre d'aluminium Al et on chauffe pour déclencher la réaction : il y a formation de fumées blanches de chlorure d'aluminium AlCl₃ qui se sublime.



Remarque : attention au lavage il y a hydrolyse et dégagement de chlorure d'hydrogène, il faut procéder sous hotte.

On mélange à sec 1 g de poudre d'aluminium et 7 g de diiode que l'on place sur une brique. Une goutte d'eau démarre la réaction. On observe la formation d'un solide blanc, le iodure d'aluminium AlI₃ et d'abondantes fumées violettes qui résultent de la sublimation d'une partie du diiode solide en diiode gazeux sous l'action de la chaleur.



De la même façon, le dibrome Br₂ réagit avec l'aluminium pour former du bromure d'aluminium AlBr₃.

Remarques :

- ces trois réactions sont délicates, polluantes et dangereuses pour l'opérateur : il faut ventiler et opérer avec de petites quantités.
- les halogénures d'aluminium forment des dimères covalents Al_2Cl_6 , Al_2Br_6 et Al_2I_6 .

Durée : 2 min 10 sec

Séquence 5 : tests de caractérisation

Dans une solution aqueuse incolore de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$) on verse respectivement une solution incolore de chlorure, bromure et iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{Cl}^-$; $\text{K}^+ + \text{Br}^-$; $\text{K}^+ + \text{I}^-$). Il y a précipitation de chlorure d'argent $\text{AgCl}_{(s)}$, de bromure d'argent $\text{AgBr}_{(s)}$ et de iodure d'argent $\text{AgI}_{(s)}$.

Le noircissement des sels d'argent en argent métal noir est la base de la photographie noir et blanc.

Durée : 45 sec

Séquence 6 : conclusion sur les halogènes

On rassemble ici les analogies entre les halogènes

- molécules diatomiques F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2
- ions stables négatifs monochargés : F^- , Cl^- , Br^- et I^-
- réactions analogues avec l'aluminium
- formules comparables des sels de sodium : NaF , NaCl , NaBr , NaI

Durée : 1 min 23 sec

Séquence 7 : applications

On utilise quotidiennement du sel de cuisine ou chlorure de sodium NaCl ; obtenu par évaporation d'eau de mer, il contient des traces utiles pour la santé de fluorure et d'iodure de sodium.

Un dentifrice fluoré montre une autre application anti-carie.

En cas d'accident nucléaire, il faut avaler un comprimé d'iodure de potassium, l'isotope stable de l'iode ^{127}I se fixant sur la thyroïde évitant la fixation d'iode radioactif ^{131}I rejeté lors d'un accident nucléaire (période de désintégration est 8,1 jours).

Durée : 18 sec

Partie 2 - Les gaz nobles : He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

Séquence 8 : présentation

On remplit successivement, à partir de bouteilles, sur la cuve à eau, un tube à essai d'hélium He, de néon Ne, d'argon Ar et à partir d'une ampoule de Krypton Kr.

Ce sont des gaz incolores.

Durée : 2 min 2 sec

Séquence 9 : densités

On lâche des ballons remplis à l'hélium, au néon, à l'argon et à l'air.

Le ballon d'hélium monte, celui de néon tombe lentement à cause du poids du caoutchouc et le ballon d'argon tombe.

$d = M / 29$: $d_{\text{He}} = 0,14$; $d_{\text{Ne}} = 0,7$; $d_{\text{Ar}} = 1,38$

En théorie le ballon de néon devrait monter comme celui d'hélium.

Durée : 58 sec

Séquence 10: inertie chimique

On stocke de l'hélium dans un vase (ouverture en bas) : une bougie allumée s'y éteint.

On recommence avec du néon et on obtient le même résultat.

On remplit un vase avec de l'argon (ouverture en haut) et on verse l'argon sur la bougie allumée qui s'éteint.

La combustion vive d'un ruban de magnésium s'interrompt dans l'argon et redémarre dans le dioxygène de l'air.

Une allumette enflammée s'éteint dans le krypton.

Durée : 1 min 27 sec

Séquence 11 : lampe à décharge

On observe successivement l'allumage d'une lampe à hélium et son spectre abondant, puis la décharge électrique dans un tube contenant du néon : couleur rouge caractéristique.

Durée : 28 sec

Séquence 12 : conclusion sur les gaz nobles

Le filament en tungstène W d'une ampoule est allumé dans l'air où il se consume par combustion avec le dioxygène O₂.

Dans l'argon, on peut le chauffer plus longtemps sans problème. En pratique, le filament est protégé de la combustion par une atmosphère inerte composée de mélanges de diazote et de gaz nobles.

Durée : 41 sec

Séquence 13 : applications

Des mélanges gazeux comme 50% He, 49% H₂ et 1% O₂ sont utilisés par les plongeurs sous-marins à plus de soixante dix mètres de profondeur pour éviter les embolies gazeuses et l'ivresse des profondeurs. Ici la célèbre voix de canard (Donald duck).

Le laser hélium/néon émet dans le rouge. Capot enlevé, on peut admirer un spectre abondant.

Durée : 1 min 11 sec

Séquence 14 : universalité du tableau périodique

Des tableaux périodiques en français, espagnol, allemand et anglais montrent l'universalité de cette pierre angulaire de la chimie.

Durée : 19 sec

Données :

NOM	Z	M (g/mol)	ρ (g.cm ⁻³)	T [°] _f (°C)	T [°] _{eb} (°C)	Production annuelle en tonne
F fluo = couler	9	19,0	1,7.10 ⁻³	-220	-18,8	4,7.10 ⁶
Cl chloros = verdâtre	17	35,45	3,21.10 ⁻³	-101	-34,1	1,7.10 ⁵
Br bromos = puanteur	35	79,9	3,12	-7,3	+58,8	3,3.10 ⁵
I iodes = violet	53	127	4,93	+114	+183	12 000
At astat = instable	85	210				
He hélios = soleil	2	4	1,78.10 ⁻⁴	-273	-269	16 000
Ne néon = nouveau	10	20,2	8,99.10 ⁻⁴	-249	-246	1
Ar argos = inactif	18	40,0	1,78.10 ⁻³	-189	-186	700 000
Kr kryptos = caché	36	83,8	3,73.10 ⁻³	-157	-153	8
Xe xénos = étranger	54	131	5,86.10 ⁻³	-112	-108	1
Rn radon = issu du radium	86	222	7,73.10 ⁻³	-71	-65	

Composition de l'air	N2	O2	Ar	Ne	He	Kr	Xe	Rn
Pourcentage en volume	78,09	20,95	0,922	1,8.10 ⁻³	0,525.10 ⁻³	0,1.10 ⁻³	8.10 ⁻⁶	6.10 ⁻¹⁸

EXEMPLE DE QUESTIONNEMENT :

1. Citer trois propriétés qui montrent que les éléments chlore Cl, brome Br et iode I ont des analogies chimiques.
2. Décrire l'expérience d'extraction du dichlore Cl₂, du dibrome Br₂ et du diiode I₂.
3. Décrire et interpréter la réaction de l'aluminium et du dichlore.
4. Dans la réaction du diiode avec l'aluminium, on a utilisé 1 g d'aluminium et 7 g de diiode : calculer les quantités de matière, sommes nous dans les proportions stœchiométriques de la réaction ?
5. Qu'appelle-t-on sublimation du diiode ?
6. Dans le premier tableau périodique (1869) l'iode est noté J. Pourquoi ?
7. Ecrire la réaction de précipitation du bromure d'argent. Il noircit à la lumière. Quelle application utilise ce phénomène ?
8. Quel est l'intérêt de mettre des ions iodures I⁻ dans le sel de cuisine ? Quel est l'intérêt de mettre des ions fluorures F⁻ dans le dentifrice ?
9. ¹²⁷I et ¹³¹I sont deux isotopes de l'iode. Pourquoi envisage-t-on de distribuer des comprimés iodés en cas d'accident nucléaire ?
10. 1 L de diazote atmosphérique a une masse de 1,252 g, alors que 1 L de diazote obtenu par réaction chimique a une masse de 1,250 g : d'où vient cette différence ?
11. Citer trois propriétés qui montrent les analogies chimiques de : He, Ne, Ar et Kr.
12. Pourquoi Mendeleïev a-t-il oublié les gaz nobles dans son tableau ?
13. Où trouve-t-on les gaz nobles ?
14. Calculer le nombre de litres d'argon présent dans une salle de classe de 10 m de long, 5 m de large et 3 m de haut. Est-ce un gaz si rare ?
15. Les gaz nobles sont parfois appelés gaz inertes. Justifier cette appellation.
16. Pourquoi l'élément He Z = 2 a-t-il été appelé hélium ?
17. Edison a longtemps cherché un filament pour ses lampes à incandescence, comment a-t-on résolu le problème de la longévité du filament ?
18. Pourquoi les plongeurs sous-marins ont-ils une voix bizarre ?

ELÉMENTS DE RÉPONSES :

1. Toxiques, colorés, molécules diatomiques, même réaction avec Al, ion X⁻.
6. Jod = iode en allemand. Mendeleïev a travaillé 1 an à Heidelberg avec Bunsen et Kirchoff.
7. Photographie : $Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag_{(s) \text{ noir}}$
8. I⁻ évite le crétinisme car c'est un ion indispensable à la production des hormones thyroïdiennes et F⁻ les caries.
10. Le diazote atmosphérique contient des gaz nobles. C'est cette différence qui est à l'origine de leur découverte.
11. Gaz incolores, inertes, monoatomiques.
12. C'est la colonne entière qui manquait, les gaz nobles ont été découverts plus tard.
14. $V_{Ar} = 1 \% \cdot V_{air} = 1/100 \cdot (10 \times 5 \times 3) = 1,5 \text{ m}^3 = 1500 \text{ L}$ l'argon est abondant.
16. La présence d'hélium dans le soleil a été prouvée par le spectre de la couronne solaire. Il aurait dû s'appeler hélium.
17. Les filaments sont en tungstène W ($t_f = 3420 \text{ }^\circ\text{C}$) et dans une atmosphère inerte.
18. La vitesse du son dans le mélange respiré par le plongeur n'est pas la même que dans l'air à pression normale et à 20°C.