La classification périodique : alcalins et alcalinoterreux

MT 22421

Ce DVD scientifique et pédagogique de 16 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 alcalins Li, Na, K, Rb et Cs et des alcalinoterreux Ca, Sr et Ba que nous allons étudier.

Durée : 20 sec

Séquence 2 : présentation

Partie 1 - Les alcalins : Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

Présentation des métaux alcalins
On présente du lithium Li (lithos pierre), métal blanc, protégé de l'humidité et de l'air par un bain d'huile ; coupé, il laisse apparaître un éclat métallique qui disparaît rapidement par oxydation au contact de l'air : Li_2O.
On montre aussi le sodium Na (natron) et le potassium K (kalium) qui s'oxyde en Na_2O et K_2O.
Le césium (caesius= bleu ciel), plus réactif et liquide à température supérieure à 28 °C, est montré dans son ampoule.
Test de densité
Plusieurs fragments métalliques sont déposés dans de l'huile de paraffine (d = 0,87) : une bille en fer (d_{Fe}= 7,8), puis un morceau de lithium (d_{Li} = 0,53) qui flotte, un morceau de sodium (d_{Na}= 0,97) qui tombe et de potassium (d_K= 0,86) qui hésite entre tomber et flotter.
Les métaux alcalins sont peu denses.

Durée : 52 sec

Séquence 3 : réaction avec l'eau
On place un petit morceau de lithium Li, puis de sodium, puis de potassium et enfin de césium sur de l'eau additionnée de phénolphtaléïne. Il y a un dégagement gazeux, le milieu se colore en rose violacé ; la réaction devient de plus en plus violente (inflammation et fumées blanches).
Le milieu devient basique (alcalin) pH >7 : riche en ions hydroxyde OH^- qui font virer la phénolphtaléïne de l'incolore au rose violacé.
Le gaz qui s'échappe est du dihydrogène H_2 qui peut brûler dans l'air ou exploser en cas de confinement en présence d'air.
Des fumées blanches d'oxydes sont produites au contact de l'air en cas d'échauffement.
Attention ces manipulations sont dangereuses surtout si H_2 se stocke localement.

Une bonne ventilation évite l'explosion.

$2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$

Durée : 2 min 35 sec

Séquence 4 : réaction avec le dichlore

Le gaz dichlore est séché par barbotage dans de l'acide sulfurique H_2SO_4, il remplit le tube de verre d'expérimentation de sa couleur verdâtre. Un flacon de garde contenant une solution d'hydroxyde de sodium et un second flacon contenant une solution de iodure de potassium complète le dispositif : leur rôle est d'absorber le dichlore en excès. Vérifier son absence en fin de montage.

On chauffe respectivement un morceau de lithium Li, de sodium Na et de potassium K en présence de dichlore ; il y a inflammation et formation de fumées blanches de chlorure de lithium LiCl, de sodium NaCl et de potassium KCl.

Observer les différentes couleurs caractéristiques lors de ces réactions.

Durée : 1 min 45 sec

Séquence 5 : tests de caractérisation

Un fil métallique, décapé par de l'acide chlorhydrique est trempé dans une solution d'un sel de lithium : la flamme de l'alcool à brûler se colore en rouge carmin.

Le même test avec du chlorure de potassium donne une couleur lilas.

Une lampe d'éclairage urbain, qui émet de la lumière jaune, est cassée dans de l'eau en présence de phénolphtaléïne : elle contient bien un peu de sodium métal qui réagit avec l'eau comme dans la séquence 3.

Durée : 48 sec

Séquence 6 : conclusion sur les alcalins

On montre ici les analogies entre Li, Na et K :

- formation d'un ion positif monochargé : Li^+, Na^+, K^+
- réaction analogue avec l'eau
- réaction similaire avec le dichlore
- formule comparable des sulfates : Li_2SO_4, Na_2SO_4 et K_2SO_4

Durée : 1 min 4 sec

Séquence 7 : une application

On chauffe un peu d'azoture de sodium NaN_3 dans un tube à essai fermé par un ballon. La décomposition brutale par chauffage produit du diazote N_2 qui gonfle le ballon et du sodium Na qui réagit violemment avec l'eau.

$2\ NaN_3 \rightarrow 2\ Na_{(s)} + 3\ N_{2\,(g)}$ t° = 275 °C

Cette décomposition est utilisée dans le dispositif Airbag (150 g de NaN_3) des voitures.

Durée : 31 sec

Partie 2 - Les alcalinoterreux : Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra

Séquence 8 : présentation

On montre du magnésium Mg en poudre et en ruban, un morceau de calcium Ca que l'on casse et un cylindre de baryum Ba que l'on scie.

Durée : 34 sec

Séquence 9 : réaction avec l'eau

De la vapeur d'eau éteint une allumette enflammée ; par contre un ruban de magnésium qui brûle dans le dioxygène de l'air continue à brûler dans la vapeur d'eau.

$Mg_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow MgO_{(s)} + H_{2\,(g)}$

L'oxyde de magnésium réagit avec l'eau, le milieu devient basique:

$MgO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2\ OH^-_{(aq)}$

La calcium (d = 1,55) et le baryum (d = 3,5) coulent dans l'eau et réagissent avec l'eau selon les réactions :

$Ca_{(s)} + 2\ H_2O_{(l)} \rightarrow Ca^{2+}_{aq} + 2\ OH^-_{aq} + H_{2\,(g)}$

$Ba_{(s)} + 2\ H_2O_{(l)} \rightarrow Ba^{2+}_{aq} + 2\ OH^-_{aq} + H_{2\,(g)}$

Le dihydrogène produit peut être enflammé.

Durée : 1 min 26 sec

Séquence 10 : réaction avec le dioxygène

Le dioxygène gazeux bulle à travers la glycérine, remplit le tube à réduction en verre, le flacon de garde, et traverse le dernier flacon contenant de l'eau et de la phénolphtaléïne

On chauffe successivement du magnésium Mg, du calcium Ca et du baryum Ba dans le dioxygène O_2. Les réactions sont violentes, éblouissantes et on obtient les oxydes basiques MgO, CaO et BaO.

$2\ Mg_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\ MgO_{(s)}$

$2\ Ca_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\ CaO_{(s)}$

$2\ Ba_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\ BaO_{(s)}$

Durée : 1 min 20 sec

Séquence 11: test de caractérisation

Dans la flamme de l'alcool à brûler, on place un morceau de carbonate de calcium $CaCO_3$, la flamme prend une couleur rouge-orange.

Le chlorure de baryum colore la flamme en vert pomme et le chlorure de strontium colore la flamme en rouge cramoisi.

Durée :1 min 38 sec

Séquence 12 : conclusion sur les alcalinoterreux

On montre ici les analogies entre Mg, Ca, Sr et Ba :

- formation d'un ion positif dichargé : Mg^{2+},Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
- réaction analogue avec l'eau
- réaction analogue avec le dioxygène
- formules voisines pour les sels alcalinoterreux : $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$

Durée : 58 sec

Séquence 13 : une application

Les feux de bengale rouge (Sr) et vert (Ba) et les feux d'artifices utilisent des alcalinoterreux en coloration de flamme.

Durée : 48 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 : 21 sec

NOM	Z	M (g/mol)	ρ (g.cm^{-3})	T°$_f$ (°C)	T° $_{éb}$ (°C)	Production annuelle en tonne
Li lithos	3	3,94	0,53	184	1336	39 000
Na natron	11	22,99	0,97	98	883	200 000
K kalium	19	39,1	0,86	63,5	759	200
Rb rouge foncé	37	85,5	1,53	39	696	0,1
Cs caesium (bleu ciel)	55	132,9	1,9	28,5	670	20
Be berullos (aigue marine)	4	9,01	1,84	1285	2967	
Mg magnesia	12	24,3	1,74	649,5	1100	325 000
Ca calcium	20	40,08	1,55	850	1439	2 000
Sr strontian	38	87,62	2,54	771	1384	137 000

Exemple de questionnement

1. Citer trois propriétés communes aux alcalins ?

2. Comment éteindre un feu de sodium ?
3. Décrire et interpréter la réaction du sodium sur l'eau.
4. Quel gaz se forme-t-il lors de l'action d'un métal alcalin sur l'eau ? Pourquoi cette réaction peut-elle être dangereuse ?
5. Décrire et interpréter la réaction du dichlore sur le lithium.
6. Les métaux alcalins sont conservés dans un bain d'huile ou dans une ampoule, pourquoi ?
7. En 1952, lors de la première explosion atomique, on observait une intense couleur rouge carmin. Quel est l'élément ainsi dévoilé ?
8. Quel est en litre, le volume de diazote dégagé par un airbag contenant 150 g d'azoture d'azote NaN_3 ? (V_M= 24 $L.mol^{-1}$)
9. Décrire et interpréter l'action du baryum sur l'eau.
10. Décrire et interpréter l'action du calcium sur le dioxygène.
11. Quelle réaction chimique, très lumineuse, était utilisée pour prendre des photos au flash vers 1900 ?
12. Comment réaliser un feu de bengale rouge ? vert ?
13. Pourquoi trouve-t-on plusieurs orthographes pour Mendeleïev (1834-1907)?
14. Ba : baryum = lourd. Que signifie le mot barycentre ?
15. Quels ions stables donnent Na, Ba ,Ca, Li ?
16. Citer trois propriétés communes à Mg, Ca et Ba.

Eléments de réponses
1. Métaux mous peu denses
2. On l'étouffe avec du sable.
4. Dihydrogène H_2, mélangé avec l'oxygène de l'air il y a explosion à la moindre étincelle.
6. Les métaux alcalins sont conservés dans l'huile pour les protéger de l'humidité et du dioxygène.
7. Il y a eu formation d'hydrure de lithium, le rouge carmin est caractéristique du lithium.
8. n_{NaN3}= 2,3 mol n_{N2} = 1,5. n_{NaN3} = 3,45 mol V_{N2} = n_{N2}. V_m = 82,8 L
11. La lumière était produite par la combustion du magnésium dans l'air.
12. Un feu de bengale rouge contient des sels de baryum, le vert contient des sels de strontium.
13. Le nom du chimiste russe était en caractères cyrilliques , ce qui a donné lieu à des interprétations.
14. Le barycentre est le centre de lourdeur : centre de gravité d'un objet.

PIERRON Education - Parc Industriel Sud - Z.I. Gutenberg 2, rue Gutenberg - B.P. 80609 - **57206 SARREGUEMINES** CEDEX
Tél. : 03 87 95 14 77 - **Fax** : 03 87 98 45 91 - E-mail : **education-france@pierron.fr** - http://**www.pierron.com**