

## Das Periodensystem der Elemente: Alkali- und Erdalkalimetalle

Best.- Nr. MC21047

| COLONNES<br>PÉRIODES | I A | II A | III B | IV B | V B | VI B | VII B | VIII |
|----------------------|-----|------|-------|------|-----|------|-------|------|
| 1 <sup>ère</sup>     | H   |      |       |      |     |      |       | He   |
| 2 <sup>ème</sup>     | Li  | Be   | B     | C    | N   | O    | F     | Ne   |
| 3 <sup>ème</sup>     | Na  | Mg   | Al    | Si   | P   | S    | Cl    | Ar   |
| 4 <sup>ème</sup>     | K   | Ca   | Ga    | Ge   | As  | Se   | Br    | Kr   |
| 5 <sup>ème</sup>     | Rb  | Sr   | In    | Sn   | Sb  | Te   | I     | Xe   |
| 6 <sup>ème</sup>     | Cs  | Ba   | Tl    | Pb   | Bi  | Po   | At    | Rn   |
| 7 <sup>ème</sup>     | Fr  | Ra   |       |      |     |      |       |      |

In diesem naturwissenschaftlichen Arbeitsvideo von 15 Minuten wird die chemische Verwandtschaft von Elementen im Ordnungssystem von MENDELEJEV veranschaulicht..

### 1. Sequenz: das erste System von MENDELEJEV (1869)

MENDELEJEV hat die Ergebnisse seiner minuziösen Forschung über die damals 63 bekannten Elemente in einer Tabelle zusammengetragen und sie dann der russischen Chemiker-Gesellschaft vorgestellt. Er ordnete die Elemente nach steigender Atommasse. Dabei ließ er einige Stellen frei für Elemente, die noch nicht entdeckt waren. Man sieht in einer Linie die Alkalimetalle Li, Na, K, Rb, und Cs und in einer anderen Linie die Erdalkalimetalle Ca, Sr, und Ba. Sie sollen näher betrachtet werden.

Dauer: 20 sec

## 2. Sequenz: Vorstellen der Elemente

### Teil 1 – Die Alkalimetalle: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

#### Vorstellen der Alkalimetalle

Es wird Lithium Li (lithos = Stein) gezeigt, ein weißes Metall, das sich in Öl befindet, um es vor Feuchtigkeit und Luft zu schützen. Beim Schneiden erscheint die Schnittfläche metallisch glänzend, in Kontakt mit der Luft verschwindet der Glanz durch Oxidation: es bildet sich  $\text{LiO}_2$ .

Auf die gleiche Weise werden Natrium Na und Kalium K gezeigt: sie oxidieren zu  $\text{Na}_2\text{O}$  bzw.  $\text{K}_2\text{O}$ .

Da Cäsium (caesius = himmelblau) sehr reaktionsfähig ist und ab einer Temperatur von 28 °C flüssig wird, zeigt man es in einer Ampulle.

#### Prüfen der Dichte:

Mehrer Metallfragmente werden in Paraffinöl ( $d = 0,87$ ) gelegt. Zuerst eine kleine Eisenkugel ( $d_{\text{Fe}} = 7,8$ ), dann ein Stück Lithium ( $d_{\text{Li}} = 0,53$ ): letzteres schwimmt auf dem Paraffinöl. Dann kommt ein Stück Natrium ( $d_{\text{Na}} = 0,97$ ), das sinkt und schließlich ein Stück Kalium ( $d_{\text{K}} = 0,86$ ), das mehr oder weniger im Paraffinöl schwebt.

Die Alkalimetalle haben eine geringe Dichte

Dauer: 52 sec

## 3. Sequenz: Reaktion mit Wasser

Man gibt ein kleines Stück Lithium Li in Wasser, dem man Phenolphthalein zugesetzt hat, dasselbe macht man mit Natrium, dann mit Kalium und schließlich mit Cäsium. Man beobachtet jeweils eine Gasentwicklung und das Wasser färbt sich rosa-violett, die Reaktion verläuft immer heftiger (Entzünden und weißer Rauch).

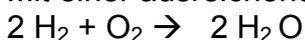
Das Wasser wird basisch (alkalisch)  $\text{pH} > 7$ , es enthält Hydroxid-Ionen  $\text{OH}^-$ , diese lassen das farblose Phenolphthalein in rosa-violett umschlagen.

Bei dem Gas, das entweicht, handelt es sich um molekularen Wasserstoff  $\text{H}_2$ , der sich an der Luft entzündet. Kann der Wasserstoff nicht richtig entweichen, führt dies sogar zu einer Explosion.

Die in dem weißen Rauch enthaltenen Oxide werden durch den Kontakt mit der Luft und bei Erwärmung gebildet.

Diese Versuche sind sehr vorsichtig durchzuführen, denn sie sind gefährlich, besonders wenn  $\text{H}_2$  nicht richtig entweichen kann.

Mit einer ausreichenden Belüftung vermeidet man eine Explosion.



Dauer: 2 min 35 sec

#### 4. Sequenz: Reaktion mit Chlorgas Cl<sub>2</sub>

Chlorgas wird in Schwefelsäure H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eingeleitet, um es zu trocknen, als grünes Gas erscheint es im Reaktionsgefäß. Eine Saugflasche mit Natriumhydroxid-Lösung und eine weitere mit Natriumjodid-Lösung ergänzen die Versuchsanordnung: sie sollen das überschüssige Chlorgas absorbieren. Nach dem Versuch muss geprüft werden, ob es verschwunden ist.

Es werden jeweils ein Stück Lithium Li, ein Stück Natrium Na und ein Stück Kalium K in Chlorgas erhitzt: das Ganze entzündet sich und es entsteht weißer Rauch: Lithiumchlorid LiCl bzw. Natriumchlorid NaCl bzw. Kaliumchlorid KCl hat sich gebildet.

Beachten Sie die verschiedenen charakteristischen Färbungen während dieser Reaktionen.

Dauer: 1 min 45 sec

#### 5. Sequenz: Nachweis durch die charakteristische Flammenfärbung

Ein Metallfaden, den man mit Hilfe von Salzsäure vorher gesäubert hat, wird in eine Lithiumsalz-Lösung getaucht. Hält man den Metallfaden anschließend in eine Spiritusflamme färbt sich diese karminrot.

Diese Nachweisreaktion wird auch mit Kaliumchlorid durchgeführt: die Flamme färbt sich lila.

Eine zur Straßenbeleuchtung verwendete Lampe, die gelbes Licht ausstrahlt, wird in Wasser mit Phenolphthalein zerbrochen: sie enthält ein bisschen Natrium, welches mit Wasser genauso reagiert wie in der 3. Sequenz.

Dauer: 48 sec

#### 6. Sequenz: Zusammenfassung der Alkalimetalle

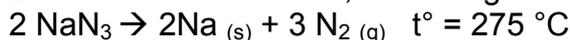
Es werden hier die Analogien zwischen Li, Na und K gezeigt:

- sie bilden einwertige positive Ionen: Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>
- sie reagieren in analoger Weise mit Wasser
- sie reagieren in analoger Weise mit Chlorgas
- die Sulfat-Formel ist vergleichbar: Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Dauer: 1 min 4 sec

#### 7. Sequenz: Anwendung

Ein wenig Natriumnitrid NaN<sub>3</sub> wird in einem durch einen Ballon verschlossenes Reagenzglas erhitzt. Bei dem plötzlichen Zerfall von NaN<sub>3</sub> entsteht Stickstoff N<sub>2</sub>, der den Ballon aufbläht und Na, das heftig mit dem Wasser reagiert.



Dieser Zerfallsreaktion wird bei den Airbags der Autos ausgenützt (150 g NaN<sub>3</sub>).

Dauer: 31 sec

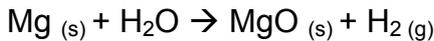
### Teil 2 – Die Erdalkalimetalle: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra

## 8. Sequenz: Vorstellen der Elemente

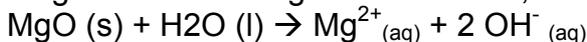
Magnesium Mg wird in Puderform und als Band gezeigt, ein Stück Kalzium Ca wird gebrochen und ein Zylinder aus Barium Ba wird durchgesägt.

## 9. Sequenz: Reaktion mit Wasser

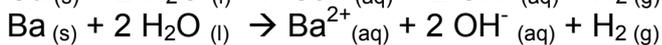
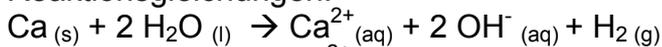
Wasserdampf löscht ein brennendes Streichholz, dagegen wird ein Magnesium-Band, das im Luftsauerstoff brennt, auch im Wasserdampf weiterbrennen.



Magnesiumoxid reagiert mit Wasser, dieses wird basisch:



Kalzium (d = 1,55) und Barium (d = 3,5) reagieren mit Wasser nach folgenden Reaktionsgleichungen:



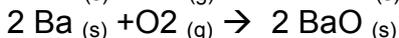
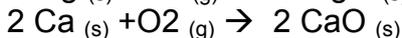
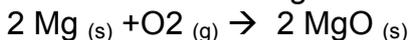
Der entweichende Wasserstoff H<sub>2</sub> kann sich entzünden.

Dauer: 1 min 26 sec

## 10. Sequenz: Reaktion mit Sauerstoff O<sub>2</sub>

Der Sauerstoff wird durch Glyzerin geleitet, füllt das Reaktionsgefäß aus Glas, wird anschließend durch eine Saugflasche geleitet und erreicht schließlich das letzte Gefäß, das Wasser mit Phenolphthalein enthält.

Es wird jeweils Magnesium Mg, Kalzium Ca und Barium Ba in molekularem Sauerstoff erhitzt. Die Reaktionen verlaufen heftig, *es entsteht blendendes Licht* und man erhält die in Wasser basisch reagierenden Oxide MgO, CaO und BaO.



Dauer: 1 min 20 sec

## 11. Sequenz: Nachweis durch die charakteristische Flammenfärbung

Man gibt man ein Stück Kalziumkarbonat CaCO<sub>3</sub> in eine Spiritusflamme: die Flamme färbt sich rot-orange.

Bariumchlorid färbt die Flamme apfelgrün und Strontiumchlorid purpurrot.

Dauer 1 min 38 sec

## 12. Sequenz: Zusammenfassung über die Erdalkalimetalle

Es werden die Analogien zwischen Mg, Ca, Sr und Ba gezeigt:

- sie bilden zweiwertige positive Ionen: Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>
- sie reagieren in analoger Weise mit Wasser
- sie reagieren in analoger Weise mit Sauerstoff

- die Formeln für die Erdalkali-Salze lauten ähnlich:  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $SrCl_2$ ,  $BaCl_2$   
Dauer: 58 sec

### 13. Sequenz: Anwendung

Die charakteristischen Flammenfärbungen der Erdalkalimetalle nutzt man für rote (Sr) und grüne (Ba) bengalische Feuer bzw. Feuerwerke.

Dauer: 48 sec

### 14. Sequenz: Universalität des Periodensystems

Periodensysteme in französischer, spanischer, deutscher und englischer Sprache zeigen die universelle Gültigkeit dieses Grundbausteins der Chemie.

Dauer: 21 sec

Tabelle:

| Name                       | Z | M(g/mol) | $\rho$ (g . cm <sup>-3</sup> ) | T° (°C) | T° (°C) | Jahresproduktion in Tonnen |
|----------------------------|---|----------|--------------------------------|---------|---------|----------------------------|
| Li lithos                  |   |          |                                |         |         |                            |
| Na natron                  |   |          |                                |         |         |                            |
| K kalium                   |   |          |                                |         |         |                            |
| Rb dunkelrot               |   |          |                                |         |         |                            |
| Cs caesium<br>(himmelblau) |   |          |                                |         |         |                            |
| Be berullos<br>(aquamarin) |   |          |                                |         |         |                            |
| Mg magnesia                |   |          |                                |         |         |                            |
| Ca calcium                 |   |          |                                |         |         |                            |
| Sr strontium               |   |          |                                |         |         |                            |

### Aufgabenbeispiele:

1. Nennen Sie drei gemeinsame Eigenschaften der Alkalimetalle.
2. Wie löscht man brennendes Natrium?
3. Beschreiben und interpretieren Sie die Reaktion von Natrium mit Wasser.
4. Welches Gas entsteht bei der Reaktion eines Alkalimetalls mit Wasser? Warum kann diese Reaktion gefährlich werden?
5. Beschreiben und interpretieren Sie die Reaktion von Chlorgas mit Lithium.
6. Die Alkalimetalle werden entweder in Paraffinöl oder in einer Ampulle aufbewahrt. Warum?
7. 1952 hat man bei der ersten Atombombenexplosion eine intensive karminrote Färbung beobachten können. Welches Element war damit nachgewiesen?

8. Berechnen sie das Stickstoffvolumen in Liter, das bei einem Airbag freiwird, das 150 g Natriumnitrid  $\text{NaN}_3$  enthält. ( $V_M$  24  $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
9. Beschreiben und interpretieren Sie die Reaktion von Barium mit Wasser.
10. Beschreiben und interpretieren Sie die Reaktion von Kalzium mit Sauerstoff.
11. Welche lichtintensive Reaktion wurde um die 1900 herum ausgenutzt, um Photos mit Blitzlicht aufzunehmen?
12. Wie stellt man ein rotes bengalisches Feuer her? und ein grünes?
13. Wieso findet man für Mendelejeiv verschiedenen Schreibweisen(1834 – 1907)?
14. Welche stabile Ionen bilden Na, Ba, Ca, Li?
15. Nennen Sie gemeinsame Eigenschaften von Mg, Ca, und Ba.

**Erwartungshorizont:**

1. weiche Metalle mit geringer Dichte
2. man löscht es mit Sand
4. Wasserstoff  $\text{H}_2$  mit dem Luftsauerstoff gibt es eine Explosion bei dem geringsten Funken.
6. Die Alkalimetalle werden in Öl aufbewahrt, um sie vor Feuchtigkeit und Luftsauerstoff zu schützen
7. Es entsteht Lithiumhydrid, die karmin-rote Flammenfärbung ist charakteristisch für Lithium
8.  $n_{\text{NaN}_3} = 2,3 \text{ mol}$        $n_{\text{N}_2} = 1,5 \cdot n_{\text{NaN}_3} = 3,45 \text{ mol}$        $V_{\text{N}_2} = n_{\text{N}_2} \cdot V_m = 82,8 \text{ L}$
11. Das Licht stammte aus der Verbrennung von Magnesium in Luft.
12. Ein rotes Bengalfeuer enthält Bariumsalze, ein grünes Strontiumsalze
13. Der Name des russischen Chemikers wurde in kyrillischer Schrift angegeben, dies hatte mehrere Interpretationen zur Folge.