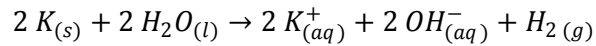
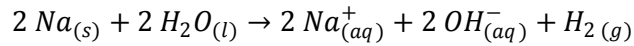
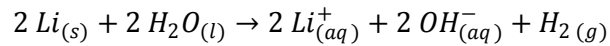


Reaktionsgleichungen



Zeitbedarf

Vorbereitung: 20 min.

Durchführung: 10 min.

Nachbereitung: 5 min.

Chemikalienliste

Edukte

Chemikalien	Summenformel	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Lithium	Li _(s)	14/15-34	8-43.7-45	F, C	S1
Natrium	Na _(s)	14/15-34	5-8-43.7-45	F, C	S1
Kalium	K _(s)	14/15-34	5-8-43.7-45	F, C	LV
Wasser (entsalzt)	H ₂ O _(l)	-	-	-	S1

Produkte

Chemikalien	Summenformel	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Wasserstoffgas	H _{2(g)}	12	9-16-33	F ⁺	S1
Lithiumlauge	LiOH _(aq)	35	26-36/37/39-45	C	S1
Natronlauge	NaOH _(aq)	-	-	-	S1
Kalilauge	KOH _(aq)	36-38	26-36/37/39-45	Xi	S1

Gefahrensymbole



Materialien und Geräte

Porzellanschale (ø = 30 cm), Glasrohr (50 cm), fester Draht, Filterpapier, Pinzette, evtl. Messer (zum Kleinschneiden der Alkalimetalle)

Versuchsaufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau mit Natrium

Durchführung



Augenschutz
benutzen



Schutzhandschuhe
benutzen



Schutzkleidung
benutzen

Zuerst wird das Glasrohr mithilfe eines Bunsenbrenners erhitzt und zu einem Rechteck geformt. Anschließend wird die Porzellanschale bis ca. 4 cm unter den Rand mit Wasser gefüllt. Das Glasrohr wird nun mit Draht am Rand der Porzellanschale befestigt, so dass es in der Mitte auf der Wasseroberfläche aufliegt.

Anschließend wird ein Stück Lithium aus dem Aufbewahrungsglas entnommen, auf ein Filterpapier gelegt und ein etwa erbsengroßes Stück davon abgeschnitten. Das große Stück wird zurück in das Glas gegeben, während das kleine Stück Lithium sorgfältig von der Petroleumschicht befreit wird. Nun wird das Lithium mit einer Pinzette in das Wasser der Porzellanschale, innerhalb des „Glasrechtecks“, gegeben und die Reaktion beobachtet.

Auf die gleiche Art und Weise werden nacheinander ein Stück Natrium und ein Stück Kalium zurechtgeschnitten und in das Wasser gegeben. Dabei ist auf einen Sicherheitsabstand von etwa 1-2 Meter zu achten.

Zuletzt wird aus einem großen Filterpapier ein Schiff gefaltet. In diesem wird ein etwa erbsengroßes Stück Natrium positioniert und das Schiff dann auf die Wasseroberfläche gesetzt.

Beobachtungen

Das Lithium reagiert in Wasser relativ verhalten. Es bewegt sich langsam auf der Wasseroberfläche fort. Dabei ist ein Rauschen/Zischen zu hören und eine Gasentwicklung zu beobachten. Das Lithium wird immer kleiner und je kleiner es wird, umso unruhiger bewegt es sich, bis es sich schließlich auflöst (nach ca. 50 Sekunden).



Abb. 2: Lithium in Wasser



Abb. 3: Natrium in Wasser

Das Natrium reagiert deutlich heftiger. Bereits kurz nachdem es mit dem Wasser in Kontakt kommt, bildet es eine silberne Kugel und bewegt sich auf der Wasseroberfläche von Rand zu Rand. Auch hier ist ein Rauschen/Zischen zu hören und eine Gasentwicklung zu beobachten, welche als „Blasenspur“ kurz auf dem Wasser zu sehen ist. Auch das Natrium wird immer kleiner und löst sich schlussendlich auf (nach ca. 80 Sekunden).

Das Kaliumstück entzündet sich sofort bei Kontakt mit dem Wasser und brennt mit blavioletter, zum Schluss rötlichvioletter Flamme. Dabei fliegen immer wieder Funken und es ist eine starke Gas- und Rauchentwicklung zu sehen. Nach ca. 5 Sekunden „explodiert“ das Kaliumstück.



Abb. 4: Kalium in Wasser



Abb. 5: Papierschiff mit Natrium „beladen“

Das Schiff weicht langsam durch und das Natrium kommt in Kontakt mit dem Wasser. Dabei entzündet es sich und brennt innerhalb von 5 Sekunden mit gelber Flamme ab. Zum Ende gibt es einen leichten Knall und das Schiff weist nachher leichte Brandspuren auf.

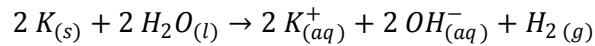
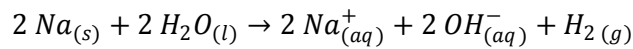
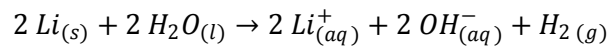
Entsorgung

Die entstandene Lösung ist leicht basisch, aber so gering konzentriert, dass sie unter fließendem Wasser in den Ausguss entsorgt werden kann. Das Schiff wird trocken in den Feststoffabfall gegeben.

Fachliche Analyse

Die Reaktionsfähigkeit der Alkalimetalle steigt mit der Atommasse an, d.h. Lithium ist von den Alkalimetallen am reaktionsträgsten, während Cäsium die heftigste Reaktion mit Wasser zeigen würde. Dies steht im Zusammenhang mit dem Anstieg des elektropositiven Charakters der Elemente,

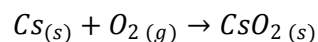
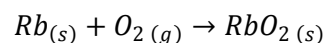
weswegen sie mit steigender Atommasse immer bereitwilliger ihr Valenzelektron abgeben. Bei den Reaktionen bilden die Metalle einfach positiv geladene Ionen, während das Wasser zu Hydroxid-Ionen und Wasserstoffgas (welches das Metall über die Wasseroberfläche treibt) zersetzt wird.



Die eingesetzte Menge an Alkalimetallen reicht aber bei weitem nicht aus, um alles Wasser umzusetzen. Daher bilden sich leicht basische Laugen der Alkalimetalle. Am bekanntesten ist die Natronlauge (NaOH), gefolgt von der Kalilauge (KOH). Sie besitzen je nach Konzentration schwach oder stark ätzende Eigenschaften. Auch Lithium bildet eine Lauge (LiOH), welche aber weniger ätzend wirkt als die beiden anderen. Die im Experiment entstandene Lauge ist darüber hinaus so gering konzentriert, dass sie gefahrlos im Ausguss entsorgt werden kann.

Aufgrund seiner relativ geringen Reaktionsfähigkeit im Vergleich zu den anderen Alkalimetallen sind beim Lithium keine Flamme und kein Funkenflug zu sehen. Dass das Natrium, trotz seiner größeren Reaktivität, länger über die Wasseroberfläche flitzt als das Lithium, liegt ganz einfach daran, dass es ein wenig größer war. Die dabei freiwerdende Energie (laut Reaktionsgleichung etwa 285,5 kJ) reicht aus, um das Natrium zu schmelzen. Daher bildet es sehr schnell eine Kugel. Die Energiemenge, welche bei der Reaktion mit Kalium freigesetzt wird, ist so groß, dass sich das Kalium ebenfalls zu einer Kugel formt. Darüber hinaus wird das entstehende Wasserstoffgas entzündet und verbrennt mit einer durch das Kalium violett gefärbten Flamme. Schließlich wird die Wärmemenge so groß, dass das Kalium detoniert. Dieser Effekt kann auch mit Natrium erzeugt werden, indem dieses auf einem Papierschiffchen „festgesetzt“ wird. Weder das Natrium noch das Wasserstoffgas oder die Wärme können nun so einfach entweichen. Daher entzündet sich das Gas und verbrennt mit intensiv gelber Flamme (bedingt durch das Natrium). Und auch das Natrium detoniert schließlich.

Da Kalium bereits sehr heftig reagiert, wurde auf die Verwendung der noch reaktiveren Alkalimetalle Rubidium und Cäsium verzichtet. Diese beiden werden in Ampullen unter Luftausschluss aufbewahrt. Öffnet man die Ampullen, so entzündeten sie sich leicht bei Sauerstoffzutritt und verbrennen lebhaft zu den entsprechenden Hyperoxiden (RbO_2 und CsO_2).



Ein Schulbuchverlag hat hierzu Videos („Alkalimetalle und Sauerstoff“ & „Alkalimetalle und Wasser“) erstellt, welche auf der CD „elemente chemie Multimedial 3“ enthalten sind. Diese zeigen auch die Reaktionen von Rubidium und Cäsium. Allerdings wirken die Durchführungen etwas seltsam, da die verwendeten Chemikalien eine pulvrige Konsistenz zu haben scheinen. Trotzdem eignen sie sich gut, um den Schülern einen Eindruck von der Reaktivität von Rubidium und Cäsium zu vermitteln.

Auf die Zugabe von Phenolphthalein ins Wasser (zum Nachweis der entstehenden Laugen) sowie auf den Nachweis des Wasserstoffgases wurde verzichtet, da diese Nachweise in Versuch „A04 Natrium in Wasser und Nachweis der Produkte“ explizit behandelt werden.

Methodisch didaktische Analyse

Einordnung

Nach dem hessischen Lehrplan G8 ist der Versuch in die Stufe 8G.2 im Thema „Ordnung in der Vielfalt, Atombau und Periodensystem“ und in das Unterthema „2.4 Alkalimetalle“ einzuordnen. Dabei sollen chemische Reaktionen mit den Alkalimetallen durchgeführt werden, wobei die Reaktion mit Wasser explizit erwähnt wird. Dazu sollten die Schüler die Reihenfolge der Alkalimetalle kennen, um ihre Reaktivität abschätzen zu können. Darauf folgend sollte der Versuch „A04 Natrium in Wasser und Nachweis der Produkte“ gezeigt oder durchgeführt werden, in welchem die Nachweise der Reaktionsprodukte dargestellt werden. Alternativ könnten auch im vorliegenden Versuch die Nachweise durchgeführt werden. Dazu gibt man Phenolphthalein in das Wasser und der Wasserstoff ließe sich mit einem Reagenzglas auffangen, um anschließend eine Knallgasprobe durchzuführen.

Aufwand

Die Vorbereitung dauert mit 20 Minuten mittellang, wobei dies hauptsächlich an der Bearbeitung des Glases liegt. Ist dieses einmal hergestellt, so kann es immer wieder verwendet werden und die Vorbereitungszeit verkürzt sich erheblich. Die Durchführung ist relativ kurz (bei Verwendung kleinerer Stücke geht es natürlich noch schneller), weswegen der Versuch eher selbst durchgeführt werden sollte. Der Kosten- und Geräteaufwand ist sehr gering, da alles in einer Chemiesammlung vorhanden sein sollte. Einzig der Draht muss eventuell besorgt werden.

Durchführung

Der Versuch funktioniert sehr gut und die erwarteten Ergebnisse sind deutlich zu sehen. Die Schüler dürfen nicht mit Kalium arbeiten, aber sie können durchaus das Lithium und das Natrium ins Wasser geben, wenn die Kaliumzugabe vom Lehrer übernommen wird.

Da keine fertige Vorrichtung für das „Natrium-Billard“^[a] vorhanden war, wurde die Vorschrift leicht abgewandelt, stellt aber im Prinzip den gleichen Versuch dar.

Fazit

Ein sehr anschaulicher Versuch zur Darstellung der Reaktivitätsreihe der Alkalimetalle, der einfach und schnell durchführbar ist.

Literaturangaben

Versuchsquelle

[a] Roesky, W.: *Glanzlichter chemischer Experimentierkunst*. Seite 19, Versuch 7: Natriumbillard. 1. Auflage. Weinheim:Viley-VCH. 2005

Sekundärliteratur

[1] FIZ CHEMIE (Fachinformationszentrum Chemie GmbH): *Encyclopedia - ChemgaPedia*. Zu finden unter URL: <http://www.chemgapedia.de>. Letzter Zugriff am 10.04.2010.

[2] Hessisches Kultusministerium: *Lehrplan Chemie Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 7G bis 12G. 2008*. Zu finden unter URL: http://www.kultusministerium.hessen.de/iri/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2. Letzter Zugriff am 10.04.2010.

[3] Hollemann, A. F.; Wiberg, E.; Wiberg, N.: *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*. Seiten 1260, 1275. 102., stark umgearbeitete und verbesserte Auflage. Berlin, New York: de Gruyter. 2008.

[4] Unfallkasse Hessen; Hessisches Kultusministerium: *Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule - HessGISS*. Version 13. 2008/2009.

[5] Gaida, J.; Wagner, M.; Cramer, T.: *elemente chemie Multimedial 3*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag. 2008.