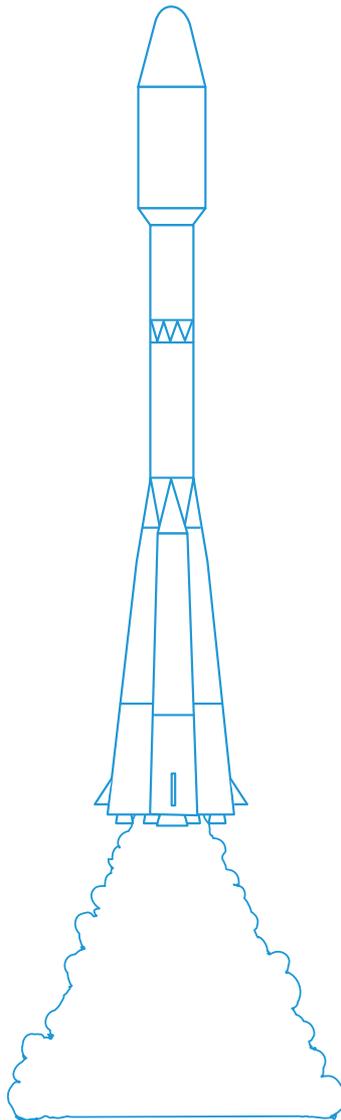


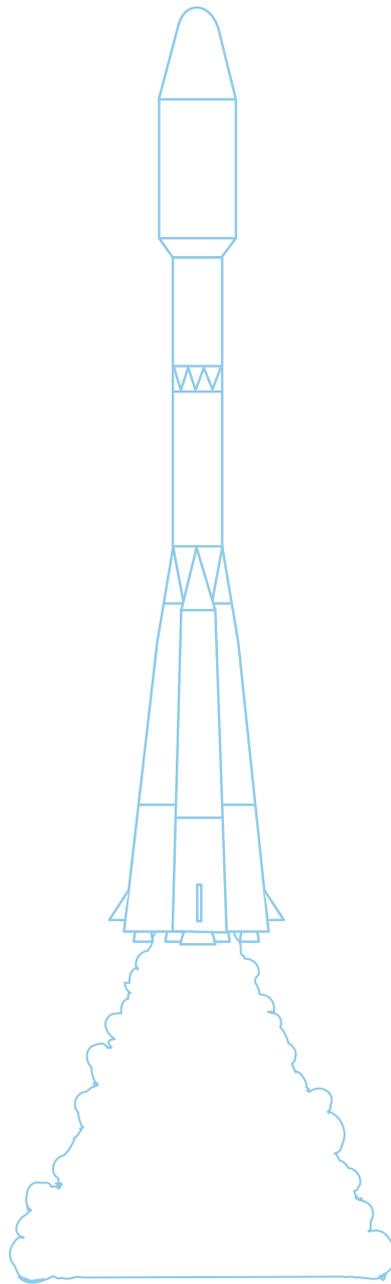
Chemie | C01a

teach with space

→ DIE MINI-FLASCHE MIT DEM ZISCH

Mit Raketen Verbrennungsreaktionen verstehen





Die wichtigsten Fakten

Seite 3

Aufgabe 1: Zündet eure Flasche an

Seite 4

Aufgabe 2: Untersuchung
der Verbrennungsreaktion

Seite 6

Links

Seite 7

→ DIE MINI-FLASCHE MIT DEM ZISCH

Mit Raketen Verbrennungsreaktionen verstehen

Die wichtigsten Fakten

Altersgruppe: 14-17 Jahre

Art: Praktische Aufgabe

Schwierigkeitsgrad: leicht

Vorbereitungszeit für den Lehrer:
20 Minuten zum Durchlesen der Aufgabe

Zeitbedarf für den Unterricht: 45 Minuten

Kosten: gering (0-5 Euro je Mini-Flasche mit dem Zisch)

Ort: Labor

Einschließlich der Verwendung von: leicht entzündlichen Brennstoffen (Ethanol oder andere Alkohole)

Kurzfassung

Bei dieser praktischen Forschungsaufgabe führen die Schüler eine Verbrennungsreaktion anhand eines Gemischs von Alkohol und Luft in einer Plastik-Wasserflasche durch. Sie beobachten eine rasch ablaufende Reaktion, die von einem dramatischen „Zisch“-Geräusch begleitet wird, das simuliert, was passiert, wenn Treibstoffe bei einem realen Raketenstart gezündet werden. Durch die Beantwortung mehrerer Fragen kommen die Schüler zunächst zu dem Schluss, dass Verbrennungsreaktionen exotherm verlaufen, um anschließend die Reaktionspartner und Reaktionsprodukte zu ermitteln und unterschiedliche Brennstoffe zu berücksichtigen. Die Schüler führen auch die Auflösung chemischer Gleichungen durch.

Die Schüler lernen

- Wie chemische Raketentriebwerke funktionieren;
- Dass die Verbrennung eine exotherme Reaktion ist, die Brennstoff und einen Oxidator benötigt;
- Wie man Gleichungen für Verbrennungsreaktionen auflöst.

Die Schüler verbessern

- Ihre Fähigkeit, durch experimentelle Beobachtungen erworbenes Wissen zur Lösung theoretischer Probleme anzuwenden;
- Ihre allgemeinen experimentellen Fähigkeiten, einschließlich der ordnungsgemäßen Verwendung von Versuchsmaterial sowie der Anstellung und Aufzeichnung von Beobachtungen;
- Ihre Fähigkeit, sicher in einem Labor zu arbeiten.

Sie benötigen auch



↑ Die Mini-Flasche mit dem Zisch – Video zur Demonstration in der Klasse.

Verbindungen zum Lehrplan

- Chemie – Verbrennungsreaktionen
- Physik – Raketenstarts, Aktions-/Reaktionskräfte

→ AUFGABE 1: ZÜNDET EURE FLASCHE AN

Bei dieser praktischen Aufgabe ordnen die Schüler eine „Mini-Flasche mit dem Zisch“ an, um die in realen Raketen stattfindenden Verbrennungsreaktionen zu simulieren. Hierzu verwenden sie kleine Plastikflaschen, um dies sicher durchzuführen, jedoch kann der Versuch auch als eine Demonstration durch den Lehrer mit einer großen Flasche eines Trinkwasserkühlers durchgeführt werden.

Das Video „Die Mini-Flasche mit dem Zisch – Video zur Demonstration in der Klasse (VC01)“, das auf der Website von ESA Education verfügbar ist, zeigt die Versuchsanordnung und Durchführung dieser Aufgabe. Dieses Video kann als Leitfaden für Schüler zur Anordnung ihrer Flaschen mit dem Zisch verwendet werden. Eine Möglichkeit besteht darin, mehrere verschiedene Brennstoffe zu testen und deren Verbrennung zu vergleichen. Ethanol funktioniert als Brennstoff am besten, da es flüchtiger als andere Alkoholarten mit einem höheren Molekulargewicht (wie Propanol oder Butanol) ist. Eine damit zusammenhängende Aufgabe im Bereich Physik – „Die Flasche mit dem Zisch – Video über die Demonstration im Klassenzimmer (VP01)“ ist auf der Website von ESA Education ebenfalls erhältlich.

Versuchsmaterial

(für eine Mini-Flasche mit dem Zisch)

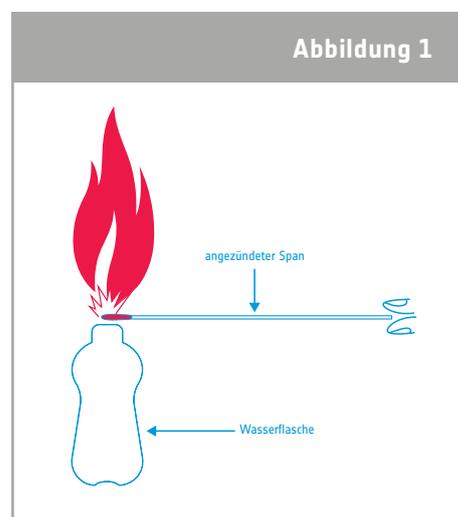
- 1 kleine Plastikflasche (250 – 330 ml). Es ist wichtig, dass jede Flasche einen Verschluss hat. Ideal sind leere Wasserflaschen.
- 1 ml Brennstoff wie Ethanol (und andere Alkohole, falls gewünscht)
- Schutzbrille für jeden Schüler
- 1 Paar Schutzhandschuhe und lange Streichhölzer (nur von Ihnen zu verwenden)
- Hitzebeständige Matten

Sicherheit und Gesundheitsschutz

- Alkohol ist leicht entzündlich. Benutzen Sie ihn nicht in der Nähe von offenem Feuer.
- Achten Sie darauf, dass entzündliche Chemikalien einschließlich aller Alkohole in Behältern mit Verschlussstopfen aufbewahrt werden, wenn sie nicht gebraucht werden.
- Die Schutzbrille muss jederzeit getragen werden.
- Prüfen Sie, dass die Flaschen nicht beschädigt sind und nicht spröde zu sein scheinen. Bei Vorhandensein von Rissen benutzen Sie eine andere Flasche.
- Tragen Sie stets Handschuhe beim Anzünden der Flaschen. Beugen Sie sich nicht über das obere Teil der Flasche.
- Halten Sie die allgemeinen Maßnahmen zur Sicherheitskontrolle in dem Labor ein.

Übung

1. Geben Sie das Versuchsmaterial an die Schüler (bzw. Gruppen von Schülern) aus.
2. Die Schüler sollten die Anweisungen auf ihren Aufgabenblättern einhalten.
3. Gehen Sie in der Klasse herum und zünden Sie die Flaschen der Schüler an (Abbildung 1). Die Schüler sollten beobachten und überlegen, was passiert.
4. Die Schüler können den Versuch mit unterschiedlichen Brennstoffen wiederholen, um die Unterschiede bei der Verbrennung zu beobachten. Sie könnten auch den Versuch mit einer anderen Plastikflasche wiederholen.



↑ Anzünden der Mini-Flasche mit dem Zisch.

Antworten auf die Diskussionsfragen

- Erläutert, warum eurer Meinung zunächst der Alkohol verdunsten muss.

Alkoholköle in der Dampfphase verbrennen rascher als Moleküle in der Flüssigphase. Das kommt daher, dass sie sich im Behälter weiter ausdehnen und für die Reaktion eine viel größere Oberfläche haben.
- Beschreibt, was ihr am Ende des Versuchs in der Flasche seht.

Eine farblose Flüssigkeit.
- Gebt an, welche Substanz das eurer Meinung nach ist. Erläutert, wie ihr diese Substanz untersuchen würdet, ohne etwas zu schmecken oder zu riechen.

Die Produkte einer vollständigen Verbrennungsreaktion sind Wasser und Kohlendioxid. Da Kohlendioxid ein Gas ist und der restliche flüssige Brennstoff vor der Verbrennung aus der Flasche ausgegossen wurde, muss die Flüssigkeit Wasser sein.

Um zu testen, ob diese Flüssigkeit Wasser ist, fügen Sie weißen wasserfreien Kupfer (II) der Flüssigkeit zu, wodurch sie blau wird.
- Schreibt eine Gleichung in Worten für diese Reaktion.

Ethanol + Sauerstoff → Kohlendioxid + Wasser
- Gebt an, ob diese Reaktion exotherm oder endotherm ist. Begründet eure Antwort.

Exotherm, weil wir ein Licht (Flamme) beobachten und das Geräusch (Zisch) hören. Somit wissen wir, dass Energie freigesetzt wird. Die Schüler können auch nach dem Versuch die Flasche vorsichtig berühren, um festzustellen, dass während der Reaktion Wärme freigesetzt wurde. Die Flamme des Streichholzes liefert die für die Reaktion erforderliche Aktivierungsenergie.
- Ermittelt den Begrenzungsfaktor bei dieser Reaktion.

Der Brennstoff.
- Erläutert, weshalb ihr diesen Versuch nicht unmittelbar nach dessen Beendigung wiederholen könnt.

Der Sauerstoff in der Flasche wird bei der Reaktion zum größten Teil aufgebraucht. Somit enthält die Flasche jetzt den von der Luft übrig gebliebenen Stickstoff und das bei der Reaktion erzeugte Kohlendioxid. Keiner der beiden Stoffe unterstützt die Verbrennung, so dass die Reaktion nicht sofort wieder durchgeführt werden kann. Man müsste warten, bis die Luft in der Flasche wieder hergestellt ist.
- Erläutert, wie ihr die Verbrennung steuern oder anhalten könntet.

Der Verbrennungsprozess kann durch Steuerung der Menge an verfügbarem Brennstoff, an verfügbarem Sauerstoff oder der Wärmequelle gesteuert oder angehalten werden.
- Erörtert die Ähnlichkeiten und Unterschiede der Reaktion, die sich in der Flasche abspielt, gegenüber der Reaktion, die sich in Raketentriebwerken abspielt. Ihr könnt dazu dieses Aufgabenblatt, das Internet oder euer eigenes Wissen zu Hilfe nehmen.

Ein Raketentriebwerk und die Flasche mit dem Zisch benötigen beide einen Brenn- oder Treibstoff und eine Chemikalie, die die Rolle eines Oxidators übernimmt. Der Oxidator ist die Chemikalie, die mit dem Brenn- oder Treibstoff exotherm reagiert (bei der Reaktion wird Energie freigesetzt). Für die Flasche mit dem Zisch wird der Brennstoff (Ethanol) durch den Luftsauerstoff oxidiert. Das Raketentriebwerk muss außerhalb der Atmosphäre funktionieren und deshalb seinen eigenen Oxidator mitführen. Raketentriebwerke können verschiedene feste und flüssige Treibstoffe benutzen. Eine übliche Kombination aus Treibstoff und Oxidator ist Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff, wie sie bei dem Vulcain-Triebwerk von Ariane 5 zum Einsatz kommen. Beide Substanzen sind bei Raumtemperatur normalerweise Gase und müssen deshalb auf sehr niedrige Temperaturen (Tieftemperatur) gekühlt werden, bevor sie zu einer Flüssigkeit werden.

→ AUFGABE 2: UNTERSUCHUNG DER VERBRENNUNGSREAKTION

Bei dieser Aufgabe beantworten die Schüler mehrere Fragen, um die Verbrennungsreaktion aus Aufgabe 1 mathematisch zu untersuchen.

Antworten auf die Fragen

Die nachstehenden Fragen beziehen sich auf die vollständige Verbrennungsreaktion von Ethanol, zunächst mit 1 ml Ethanol. Nehmt an, dass der Brennstoff bei der Reaktion völlig aufgebraucht wird und $\rho(\text{Ethanol}) = 0,789 \text{ g/ml}$.

[Relative Atommassen: C = 12; H = 1,01; O = 16]

1. Schreibt die Bezeichnungen für die Reaktionspartner und Reaktionsprodukte auf.

Reaktionspartner: Ethanol und Sauerstoff

Produkte: Kohlendioxid und Wasser

2. Schreibt eine ausgeglichene Formelgleichung für diese Reaktion.



3. Wie groß ist die Masse der bei dieser Reaktion verwendeten Ethanols?

$$m(\text{Ethanol}) = 0,789 \text{ g}$$

4. Berechnet, wie viele Mole jedes der Reaktionspartner und der Produkte an diesem Prozess beteiligt sind.

$$n(\text{Ethanol}) = 0,01713 \text{ mol}, n(\text{Sauerstoff}) = 0,05139 \text{ mol}$$

$$n(\text{Kohlendioxid}) = 0,03426 \text{ mol}, n(\text{Wasser}) = 0,05139 \text{ mol}$$

5. Berechnet die Massen jedes der Reaktionspartner und der Produkte.

$$m(\text{Ethanol}) = 0,789 \text{ g}, m(\text{Sauerstoff}) = 1,644 \text{ g}$$

$$m(\text{Kohlendioxid}) = 1,507 \text{ g}, m(\text{Wasser}) = 0,926 \text{ g}$$

6. Ist die Gesamtmasse der Reaktionspartner und Produkte gleich? Erläutert eure Antwort.

$$m(\text{Reaktionspartner}) = 2,433 \text{ g}, m(\text{Produkte}) = 2,433 \text{ g}$$

Nach dem Satz von der Erhaltung der Masse kann die Masse nie erzeugt oder zerstört werden, so dass die Gesamtmasse bei den Reaktionspartnern und Produkten gleich sein muss. (Ein geringfügig abweichender Wert ist auf Rundungsfehler zurückzuführen.)

7. Erläutert bei der Realversion dieses Versuchs, ob die Gesamtmasse der Produkte dieselbe wäre wie der Wert, den ihr in Frage 6 gefunden habt.

Der Satz von der Erhaltung der Masse gilt in geschlossenen Systemen. Berücksichtigt man, dass die Mini-Flasche mit dem Zisch kein geschlossenes System ist (Energie und Materie werden durch Dampf an die Umgebung übertragen), würden wir nicht denselben Wert für die Masse der Produkte und für die Ausgangsmasse der Reaktionspartner finden.

→ LINKS

ESA-Ressourcen

Die Mini-Flasche mit dem Zisch – Video über die Demonstration in der Klasse (VC01):

[http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Whoosh_bottle - classroom demonstration video VC01](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Whoosh_bottle_-_classroom_demonstration_video_VC01)

ESA-Ressourcen für die Schulklasse:

[www.esa.int/Education/Classroom resources](http://www.esa.int/Education/Classroom_resources)

Fest- und Flüssigtreibstoffraketen:

[www.esa.int/Education/Solid and liquid fuel rockets](http://www.esa.int/Education/Solid_and_liquid_fuel_rockets)

Einführung zu Raketen bei ESA Kids:

[www.esa.int/esaKIDSen/SEMYWIXJD1E Technology o.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMYWIXJD1E_Technology_o.html)

Einführung zu der Ariane-5-Rakete:

[www.esa.int/Our Activities/Launchers/Launch vehicles/Ariane 5](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Ariane_5)

Ariane-5-Ressourcen

Informationen zur Ariane-5-Rakete:

www.arianespace.com/vehicle/ariane-5/

Wikipedia-Eintrag zu Ariane 5:

[en.wikipedia.org/wiki/Ariane 5](http://en.wikipedia.org/wiki/Ariane_5)

teach with space – **Die Mini-Flasche mit dem Zisch | C01a**
www.esa.int/education

**Das ESA Education Office (ESA-Bildungsbüro) freut sich über Rückmeldungen
und Kommentare**

teachers@esa.int

**Entwicklung des Konzepts für die ESA durch die National Space Academy
(NSA, Vereinigtes Königreich)**

Eine Produktion von ESA Education
Copyright 2017 © European Space Agency