

Rakete an der Wäscheleine

Eine PET-Flasche wird mit einer definierten Menge Sauerstoff und Benzin mit Hilfe von Spritzen gefüllt. Gezündet wird mit einem Brückenzünder. Die Flasche fliegt entlang einer Wäscheleine, geführt durch eine Führungshülse, die auf der Flasche mit Klebeband befestigt ist.

Hintergrund

Wenn mit Sauerstoff-Benzinmischungen gearbeitet wird, darf aus Sicherheitsgründen das Mengen- und Mischungsverhältnis nicht dem Zufall überlassen werden. Daher wird mit genau definierten Mengen gearbeitet, die über Spritzen zugeführt werden. Dadurch lässt sich der Versuch sicher und reproduzierbar auch in geschlossenen Räumen wie z. B. einem Schulgang durchführen.

Gefahren



Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Sauerstoff ist brandfördernd. Pentan: Flüssigkeit und Dampf sind leicht entzündbar. Daher offene Flammen löschen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung. Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. Brückenzünder erst nach dem Befüllen verkabeln, wenn die Flasche am gespannten Seil abschussbereit ist.

Chemikalien

Sauerstoff, Druckgasflasche H 270, H 280   P220 P403 P244 P370+P376

Pentan H225 H304 H336 H411 EUH066     P273 P301+P310 P331 P403+P235

Materialien

PET - Flasche, 1 L (z.B. Fanta-Flasche) mit passendem Gummistopfen
 Cuttermesser zum Aufschneiden des Gummistopfens
 Führungshülse aus Kuli oder Filzstift (siehe *Vorbereitende Arbeiten*)
 Klebeband zum Befestigen auf der Flasche
 1 x Spritze 1 ml, 2 x Spritze 50 ml, Kanüle
 Brückenzünder mit Zündmaschine oder 9V - Batterie
 Klingeldraht mit Lüsterklemme
 Schlitzschraubenzieher, klein (passend zur Lüsterklemme)
 Wäscheleine, 25 m, mit großem Stopfen als Puffer

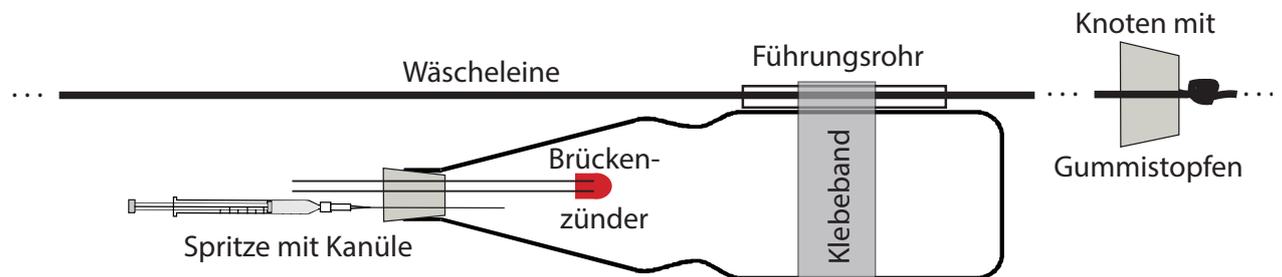
Rakete an der Wäscheleine

Vorbereitende Arbeiten

1. Ein Kuli oder ein Filzstift wird zerlegt, um ein Röhrchen für die Führung zu erhalten. Dieses Röhrchen, in dieser Versuchsanleitung im folgenden Text Führungsrohr genannt, wird mit Klebeband auf die PET-Flasche geklebt, Führungsrohr und Flasche werden mehrmals umwickelt.
2. Ein passender Gummistopfen wird mit einem Cuttermesser halb aufgeschnitten, um einen Durchlass für den Brückenzünder und die Kanüle zu schaffen.
3. Eine Wäscheleine wird etwa 1 m vor dem Ende mehrmals verknotet, der Knoten muss so groß sein, dass er durch die Bohrung des Stopfens nicht hindurchpasst. Durch den Knoten entsteht ein kurzes und ein langes Ende. Ein durchbohrter Gummistopfen, \varnothing 5 cm, wird vom langen Ende her aufgefädelt, so dass er einen Puffer für die anfliegende Rakete bildet.

Durchführung

1. Die Flasche wird vom langen Ende her auf die Wäscheleine am Führungsrohr aufgefädelt, die Öffnung der Flasche schaut zum langen Ende.
2. Das lange Ende der Flasche wird an einem fixen Punkt befestigt, der auch eine Spannung der Leine erlaubt (z. B. Geländer). Der Schub, den die Rakete entwickelt, ist für eine 25 m Leine ausgelegt, so dass man meist aus dem Chemiesaal in den Gang ausweichen muss.
3. Der halb aufgeschnittene Gummistopfen wird aufgebogen, der Brückenzünder und die Kanüle mit der Spitze zum schmalen Ende des Stopfens eingelegt. Mit dem so präparierten Stopfen wird die Flasche verschlossen.



4. In die Flasche werden aus einer Spritze 100 ml Sauerstoff und 0,3 ml Pentan eingespritzt. Die Kanüle wird aus dem Stopfen gezogen. Etwa 1 Minute warten, bis das Pentan verdampft ist.
5. Brückenzünder über eine Lüsterklemme mit den Zündkabeln verbinden (diese sind noch von der Spannungsquelle getrennt).
6. Die Schnur spannen, dies wird von einem Schüler übernommen (die Flasche wird auf ihn zuschießen, dieser ist aber geschützt durch den Gummistopfen als Puffer).
7. Vor der Explosion werden die Zuschauer aufgefordert, den Mund leicht zu öffnen.
8. In sicherer Entfernung das Zündkabel mit den Polen einer 9 V Batterie verbinden, viel schöner ist es, wenn man eine historische Zündmaschine verwendet.

Beobachtung

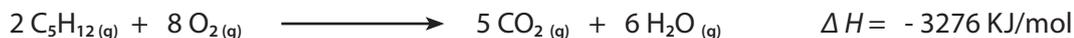
Sobald man die Pole der Batterie mit dem Zünddraht verbindet, explodiert der Brückenzünder. Mit einem Knall schießt die Rakete Richtung kurzes Ende, also in Richtung der Person, die die Schnur spannt. Der Stopfen wird herausgeschleudert. Die Flasche wird durch den großen Gummistopfen abgestoppt.

Rakete an der Wäscheleine

Erklärung

Der Brückenzünder enthält eine Chloratmischung, die durch einen Glühdraht zur Reaktion gebracht wird. Dadurch zündet das Pentan - Sauerstoff - Gemisch.

Pentan reagiert mit Sauerstoff explosionsartig nach folgender Gleichung:



Durch die große Wärmefreisetzung kommt es zu einer starken Expansion des entstehenden Wasserdampfes. Nach dem physikalischen Grundsatz *Actio = Reactio* erfährt die Flasche eine Gegenkraft, die sie in die Gegenrichtung des ausströmenden Wasserdampfs vorantreibt.

Wie alle Raketenversuch zeigt dieser Versuch, wie Chemie und Physik zusammenspielen. Der Rückstoß bewirkt, dass die Rakete in die entgegengesetzte Richtung fliegt, aber der Rückstoß wird durch eine chemische Reaktion erzeugt. Es ist sinnvoll, auf diesen Zusammenhang hinzuweisen und so fächerübergreifend zu unterrichten.

Der Knall ist von der Lautstärke für Innenräume geeignet, da die Flasche nur zu einem kleinen Teil (100 ml) mit Sauerstoff gefüllt ist.

In der Originalliteratur wird das Gasgemisch nicht mit einem Brücken-, sondern mit einem Piezozünder gezündet. Da dazu immer zwei Elektroden im richtigen Abstand gegenüberstehen müssen, ist die Versuchsanordnung mit einem Brückenzünder zuverlässiger.

Entsorgung

Es fällt kein Abfall an. Die Flasche muss nicht ausgespült werden, da immer wieder neuer Sauerstoff eingefüllt wird und daher die Verbrennungsgase nicht stören.

Literatur

Roesky, Herbert W.: Glanzlichter chemischer Experimentierkunst, Weinheim, 2006 (Versuch 58: Eine besondere Rakete, S. 139 - 141)