

Fraktionierte Destillation von Luft

Flüssige Luft wird in ein vorgekühltes Reagenzglas gegeben. Zuerst verdampft Stickstoff, dann Sauerstoff. Dies lässt sich mit der Glimmspanprobe leicht nachweisen.

Hintergrund

Flüssige Luft kann durch Abkühlen eines Modellierballons, der mit Luft gefüllt ist, gewonnen werden. Mit dem Versuch kann auf der einen Seite gezeigt werden, dass Luft aus zwei Hauptkomponenten besteht, auf der anderen Seite kann erklärt werden, warum ein Ballon schrumpft, wenn man ihn mit flüssigem Stickstoff kühlt.

Gefahren



Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Gefahr durch extreme Kälte. Kontakt mit flüssigem Stickstoff vermeiden. Beim Umgang mit flüssigem Stickstoff keine Ringe oder Uhren tragen. Wenn der Versuch als Schülerübung durchgeführt wird, auf gute Lüftung achten oder im Abzug arbeiten. Das Gas verdrängt in geschlossenen Räumen die Luft. Erstickungsgefahr. Reiner Sauerstoff ist brandfördernd, allerdings sind die Mengen so gering, dass keine Gefahr davon ausgeht.

Chemikalien

- Luft
- Flüssiger Stickstoff

Materialien

- Dewar mit 10 cm breiter Öffnung (z.B. Styroporbox)
- Modellierballon Qualatex 350 Q (aufgeblasen etwa 8 x 130 cm)
- Luftballonpumpe
- Glimmspan, Brenner zum Entzünden des Glimmspans
- Kleiner Dewar zum Vorkühlen des Reagenzglases
- Reagenzglas, dünnwandig, 120 x 20 mm (breite Öffnung erleichtert eingießen) z.B. Hedinge
- Stativ und Klemme zum Befestigen des Reagenzglases
- Scharfe Schere
- Schutzhandschuhe gegen Kälte (dünne Lederhandschuhe, damit man noch Gefühl hat)
- Tiegelzange zum Handling des Luftballons

Fraktionierte Destillation von Luft

Vorbereitende Arbeiten

1. Ein Modellierballon wird mit einer Luftballonpumpe aufgepumpt. Dabei soll noch etwa ein 5 cm langes Stück nicht aufgepumpt sein, dieses wird als Nippel bezeichnet. Der Luftballon wird zugeknotet.



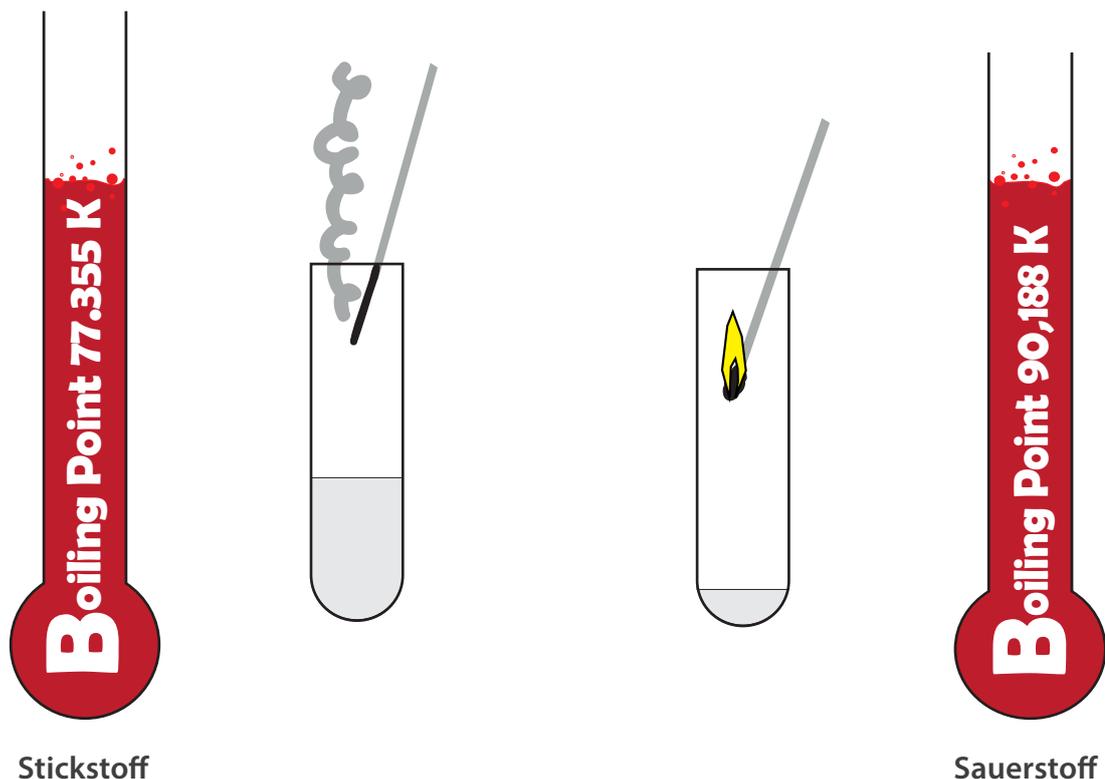
2. Der Luftballon wird in einem Isolierbehälter mit flüssigem Stickstoff abgekühlt, bis er vollkommen zusammengeschrumpft ist.
3. Den zusammengeschrumpften Luftballon aus dem flüssigen Stickstoff entnehmen und (jetzt schnell arbeiten!) den Nippel mit der Schere abschneiden. Den Inhalt in ein vorgekühltes Reagenzglas schütten (Schutzhandschuhe gegen die Kälte verwenden).

Durchführung

1. Ein brennender Holzspan wird in das Reagenzglas mit flüssiger Luft getaucht. Er erlischt.
2. Das Reagenzglas wird vorsichtig mit der Hand erwärmt. Nun wird mehrmals hintereinander ein Glimmspan in das Reagenzglas gehalten.

Beobachtung

Am Anfang erlischt der Glimmspan, nach einigen malen leuchtet der Glimmspan auf, obwohl er in das Reagenzglas nach ganz unten gehalten wurde. Zuletzt flammt der Glimmspan sogar wieder auf, so wie man das bei der Glimmspanprobe in reiner Sauerstoffatmosphäre gewohnt ist.



Fraktionierte Destillation von Luft

Erklärung

Stickstoff besitzt den niedrigeren (etwa - 196°C bzw. genauer 77,335 K), Sauerstoff den höheren Siedepunkt (etwa - 183°C bzw. genauer 90,188 K). Daher verdampft Stickstoff zuerst, so dass der brennende Holzspan erlischt, wenn man ihn in das Reagenzglas hineinhält.

Nach einiger Zeit ist der ganze Stickstoff verdampft bzw. es verdampft immer mehr Sauerstoff mit. Der zuerst verdampfte Stickstoff wird durch das Stickstoff/Sauerstoff - Gemenge und anschließend durch reinen Sauerstoff aus dem Reagenzglas verdrängt. Der Glimmspan glimmt durch den Sauerstoffanteil auf bzw. entflammt in reiner Sauerstoffatmosphäre.

Der weiße Feststoff im heruntergekühlten Luftballon ist der gefrorene Wasserdampf der Luft. Kohlendioxid spielt aufgrund der Menge keine Rolle.

Tip

Einfacher gewinnt man die flüssige Luft, wenn man ein Reagenzglas längere Zeit (3 - 5 min) in flüssigem Stickstoff kühlt. Es kondensiert dann Luft ein. Der Versuch klappt genauso, allerdings ist die Herkunft der Flüssigkeit aus Sicht der Schüler nicht eindeutig. Daher sollte der Luftballonversuch als Lehrerversuch und anschließend der mit der eingekondensierten Luft als Schülerversuch durchgeführt werden.

Das Einkondensieren von Luft erklärt auch, warum offen herumstehender Stickstoff sich mit Sauerstoff anreichert und dadurch seine Eigenschaften ändert.

Literatur

Oliver-Hoyo, Maria and William L. Switzer, III: Fractional Distillation of Air and Other Demonstrations with Condensed Gases. J. Chem. Educ., 2005, 82 (2), pp 251 - 254