

Wasserstoff katalytisch zünden

Ein ausgeglühtes, erkaltetes Platindrahtnetz wird in einen Wasserstoffstrom gehalten. Es glüht kurz auf, danach entzündet sich der Wasserstoff bei Raumtemperatur mit einem typischen Geräusch.

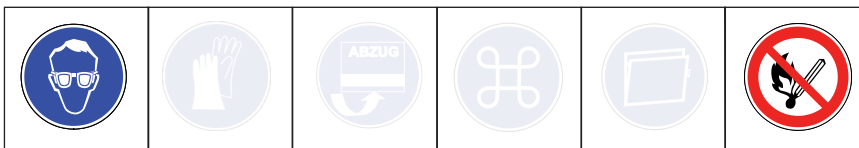
Hintergrund:

Die Entzündung von Wasserstoff bei Raumtemperatur ist ein Paradebeispiel für die Wirkung eines Katalysators. Obwohl sehr beeindruckend, ist dieser Versuch etwas in Vergessenheit geraten, seitdem Platinasbest, mit dem dieser Versuch ganz einfach funktionierte, aus Sicherheitsgründen verboten wurde. Wird dieser Versuch mit einem Platindrahtnetz vorgeführt, muss dieses vorher ausgeglüht sein, um das Netz zu aktivieren. Platinbeschichtete Katalysatorperlen funktionieren nicht so zuverlässig.

Gefahren




Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Rückschlagsicherung direkt nach dem Druckmindererventil anbringen. TÜV für die Rückschlagsicherung beachten. Wasserstoff nicht unkontrolliert ausströmen lassen, da hochentzündlich. Wasserstoffdruckgasflasche auf standsicherem Wagen transportieren. Das Platindrahtnetz nur mit einer Tiegelzange oder Pinzette halten, da es sehr heiß wird.

Chemikalien

■ Wasserstoff aus der Druckgasflasche H220 H280  P210 P377 P381 P403

Materialien

■ Druckmindererventil mit angebrachter Rückschlagsicherung
 Gasschlauch
 Ausgezogenes Glasrohr aus Borsilikatglas als Verbrennungsdüse
 Kupferspäne/wolle als zusätzliche Rückschlagsicherung, färbt die Wasserstoffflamme
 Bunsenbrenner mit Erd- oder Propangas
 Gasanzünder
 Platin- bzw. Platin - Rhodium - Drahtnetz
 Tiegelzange oder große Pinzette zum Halten des Platindrahtnetzes

Wasserstoff katalytisch zünden

Vorbereitung

1. Das Platindrahtnetz zusammenrollen, mit der Tiegelzange oder Pinzette fassen und in die rauschende Bunsenbrennerflamme halten, bis das Platindrahtnetz rot glüht.
2. Netz erkalten lassen, nicht mit den Fingern berühren.

Diese vorbereitenden Arbeiten müssen nicht heimlich erfolgen, sondern können vor der Klasse durchgeführt werden. Dabei wird Platin als neuer Stoff eingeführt, als ein Metall, das nicht wie Magnesium beim Erhitzen an der Luft verbrennt, sondern nur glüht und nach dem Abkühlen wieder unverändert vorliegt. Durch diesen Trick fällt es den Schülern gar nicht auf, dass das Platindrahtnetz vorher ausgeglüht werden muss. Natürlich kann man auch den eigentlichen Grund erklären und erläutern, dass bei industriellen Prozessen diese Aktivierung ebenfalls notwendig ist, diese aber nur einmal am Anfang von kontinuierlichen Verbrennungsprozessen erfolgt (z. B. Verbrennung von Ammoniak und Luft, Lit. 1).

Durchführung

1. Wasserstoff aus dem Glasrohr ausströmen lassen. Etwa $\frac{1}{2}$ - 1 Bar Druck einstellen.
2. Platindrahtnetz aus 5 - 8 cm in den Gasstrom halten. Warten bis es aufglüht.
3. Wenn es nicht aufglüht, den Abstand oder den Druck variieren, bis Aufglühen erfolgt.

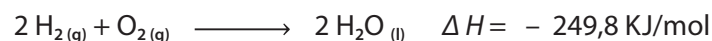
Beobachtung

Das Platindrahtnetz fängt nach kurzer Zeit an zu glühen, danach entzündet sich der Wasserstoffstrom und brennt mit gelber Flamme.

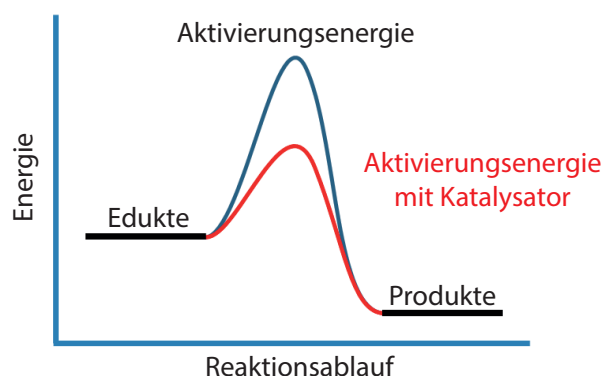
Erklärung

Das Platindrahtnetz wirkt als Katalysator, je feiner es gewoben ist und um so mehr Lagen übereinander liegen, desto einfacher entzündet sich der Wasserstoff.

Wasserstoff reagiert mit dem Luftsauerstoff in einer exothermen Reaktion zu Wasser:

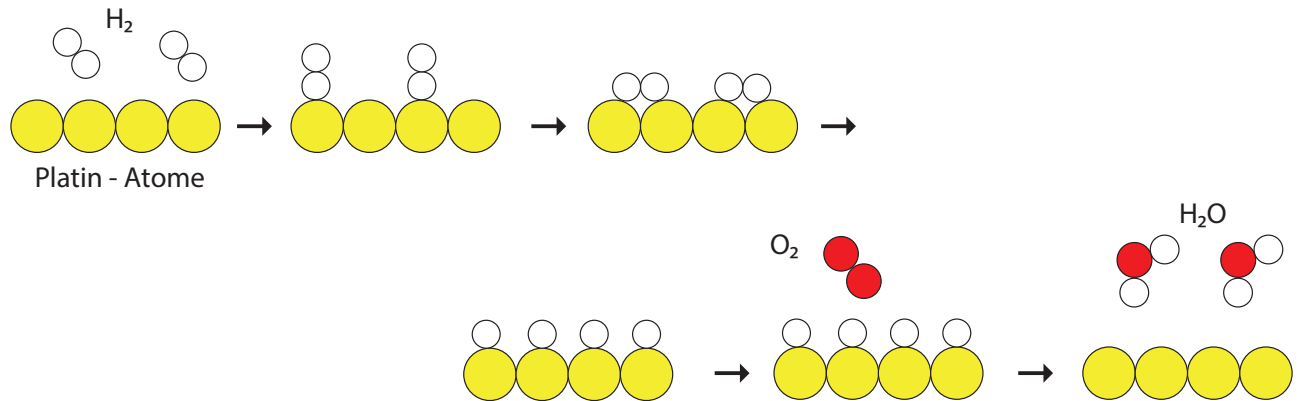


Bei Raumtemperatur ist die Reaktionsgeschwindigkeit so langsam, dass keine Reaktion zu beobachten ist. Durch einen Katalysator wird die Aktivierungsenergie so herabgesetzt, dass die Reaktion bei Raumtemperatur erfolgt.



Wasserstoff katalytisch zünden

Eine Modellvorstellung von der Wirkungsweise des Katalysators auf atomarer Ebene zeigt folgende Abbildung (nach Lit. 2):



An der Oberfläche der Platinatome werden die Wasserstoffmoleküle adsorbiert und in Atome gespalten. Dabei werden sie so ausgerichtet, dass es bei einem Zusammenstoß mit den Sauerstoffmolekülen zu einer Reaktion kommt. Wie aus der Abbildung zu erkennen ist, kommt es zu einer Interaktion mit dem Katalysator, der Katalysator geht aber unverbraucht aus der Reaktion hervor.

Entsorgung

Es fällt kein Material zur Entsorgung an. Das Platindrahtnetz kann immer wieder verwendet werden.

Bezugsquelle

Ein kleines Platin-Rhodium-Netz von 2,0 x 2,0 cm (Ø 0,06 mm), 1024 Maschen/cm² ist bei Robert Kind, Lichtenfels, Bestellnummer 2073885, erhältlich (Preis 25,00 Euro + MwSt, Stand 2018).

Literatur

- (1) Galazka, Andreas: 75 Jahre Synthese auf Platin-Netzen. Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 1984, 33, S. 65 - 73.
- (2) R. Horikoshi, F. Takeiri, Y. Kobayashi, H. Kageyama: A Gas-Reaction Apparatus Fabricated Using Readily Available Components for Demonstrating the Basic Function of Automotive Catalyst. The Chemical Educator, 2018, 23, p. 31–34.