

Katalytischer Gasentzünder

Geräte:

Druckminderer
ausgezogenes Glasrohr
Schlauch
Pinzette
Petrischale
(optional: Becherglas (50 mL)
Glasstab)

Chemikalien:

Wasserstoff (aus Gasflasche)
Platinquarzwolle oder Platin auf Aktivkohle
(optional: Quarzwolle
Natriumhexachloroplatinat(IV)-hexahydrat
Ascorbinsäure-Lösung (5 Gew.-%)
entionisiertes Wasser)

Sicherheitshinweise:

Wasserstoff (H₂):



H220, H280
P210, P377, P381, P410 + P403

Natriumhexachloroplatinat(IV)-hexahydrat (Na₂PtCl₆ · 6 H₂O):



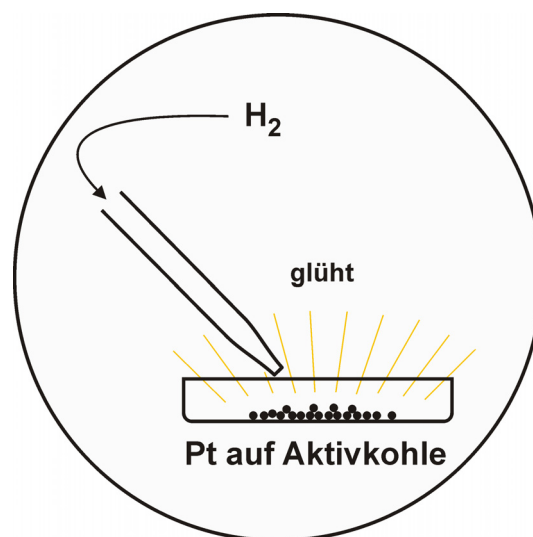
H301, H317, H318, H334
P261, P280, P301 + P310, P305 + P351 + P338, P342 + P311

Wasserstoff ist ein hochentzündliches Gas, das mit Luft explosionsartig reagieren kann (Explosionsgrenzen in Luft 4 – 75 Vol.-%).

Bei der Versuchsdurchführung sind Schutzbrille und geeignete Arbeitshandschuhe zu tragen. Außerdem muss auf Grund des entweichenden Wasserstoffs für eine ausreichende Belüftung gesorgt sein.

Versuchsdurchführung:

Vorbereitung der Platinquarzwolle: Man löst 10 mg Natriumhexachloroplatinat(IV)-hexahydrat in 20 mL entionisiertem Wasser. Die Quarzwolle wird mit Aceton gewaschen, um störende Rückstände von der Oberfläche zu entfernen und gut getrocknet. Die Hexachloroplatinat-Lösung und 10 mL Ascorbinsäurelösung werden in das Becherglas gegeben. Man rührt gut um und fügt eine „Flocke“ der gereinigten Quarzwolle (etwa 0,5 – 0,6 g) hinzu. Nach einigen Stunden färbt sich die Lösung aufgrund des ausfallenden Platins dunkel. Die Mischung sollte im abgedeckten Becherglas *mindestens über Nacht* stehen bleiben, wobei darauf zu achten ist, dass die Quarzwolle immer von Flüssigkeit bedeckt bleibt. Anschließend wird die Wolle aus der Lösung entnommen, gut mit entionisiertem Wasser gewaschen und getrocknet. Vor der Verwendung muss die Platinquarzwolle zur Aktivierung kurz ausgeglüht werden.



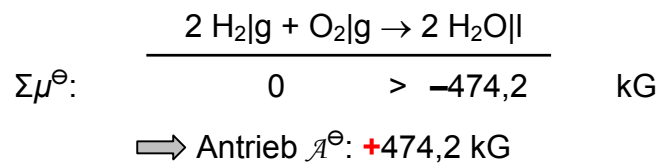
Durchführung: Wasserstoff wird aus einer Gasflasche auf Platinquarzwolle, die mit einer Pinzette gehalten wird bzw. ein Häufchen Platin-Aktivkohle in einer Petrischale geleitet, wobei sich ein Bausch Glaswolle als Rückschlagsicherung in der Glasspitze befinden sollte.

Beobachtung:

Nach kurzer Zeit beginnt der Katalysator zu glühen, und das Gas entzündet sich mit einem leisen Knall. Das Gas brennt mit ruhiger, nahezu farbloser Flamme weiter.

Erklärung:

Wasserstoff „verbrennt“ mit Sauerstoff zu Wasser gemäß



Benötigte chemische Potenziale ($T = 298 \text{ K}$, $p = 100 \text{ kPa}$):

| Stoff | Chemisches Potenzial μ^\ominus [kG] |
|--------------------|---|
| H ₂ g | 0 |
| O ₂ g | 0 |
| H ₂ O l | -237,1 |

Der Antrieb der Reaktion ist positiv, d. h., sie kann prinzipiell freiwillig ablaufen. Allerdings ist die Reaktionsgeschwindigkeit bei Zimmertemperatur sehr klein, da die „Aktivierungsschwelle“ auf dem Weg von den Reaktanten zu den Produkten zu hoch ist. Diese Schwelle kann durch Entzündung mit der Flamme einer Streichholzes oder einer Kerze überwunden werden („Knallgasreaktion“). Im Gegensatz dazu eröffnet feinverteiltes Platin als Katalysator den Reaktionspartnern einen Weg über einen „Pass“ mit niedrigerer Aktivierungsschwelle. Das Wasserstoffgas entzündet sich, auch ohne dass ein Zündfunke vorhanden ist. Auf der Basis dieses Effektes entwickelte Johann Wolfgang DÖBEREINER im Jahre 1823 das berühmte „DÖBEREINERSche Feuerzeug“.

Offenbar liefert die Oberfläche des Platins eine für den Ablauf der Reaktion günstige Umgebung. Es scheint, dass sowohl H₂ als auch O₂ chemisorbiert werden und dabei dissoziieren. Bei der schrittweisen Reaktion der chemisorbierten Atome (zunächst diffundiert ein H-Atom zu einem adsorbierten O-Atom, wobei sich eine oberflächenkoordinierte Hydroxylgruppe bildet, die dann mit einem zweiten H-Atom reagiert) wird Wasser gebildet. Da die reaktionsbeschleunigende Wirkung des festen Katalysators von den Oberflächenatomen ausgeht, ist eine möglichst große Oberfläche und damit ein hoher Zerteilungsgrad des Platins wünschenswert. Die sehr kleinen Teilchen des katalytisch aktiven Materials werden zur Stabilisierung auf Trägermaterialien aufgebracht, in unserem Fall auf Quarzwolle oder Aktivkohle.

Entsorgung:

Der Katalysator kann viele Male (bis zu zwei Jahre lang) benutzt werden. Anschließend muss das Platin als Schwermetallabfall entsorgt werden.