

Karbidlampe

- auf Höhlenforschers Spuren -

Geräte:

Waschflasche mit Tropftrichter
kurzer Gummischlauch
Glasrohr mit ausgezogener Spitze
Streichhölzer oder Feuerzeug
langer Holzspan
Reagenzglas für Explosionsprobe

Chemikalien:

Calciumcarbid (ideale Körnung: 20 – 40 mm)
entionisiertes Wasser

Sicherheitshinweise:

Calciumcarbid (CaC_2):



H260
P223, P231 + P232, P370 + P378, P422

Ethin (Acetylen) (C_2H_2):



H220
P210

Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$):



H318
P280, P305 + P351 + P338, P313

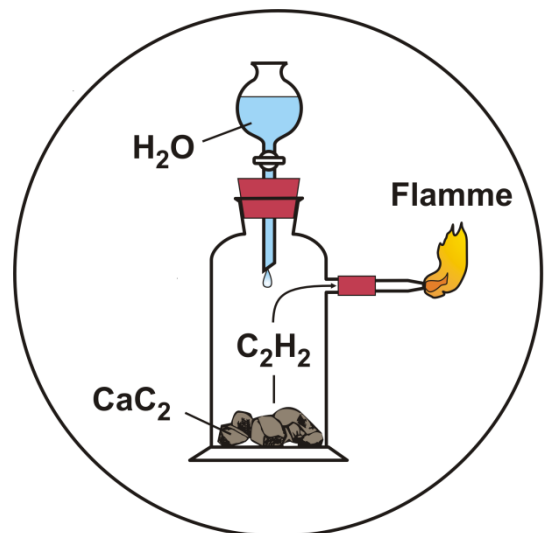
Ethin ist hochentzündlich und bildet mit Luft explosionsfähige Gemische („Acetylen-Knallgas“). Da das Gas insbesondere durch Verunreinigungen giftig ist, muss unter dem Abzug gearbeitet werden. Das Tragen einer Schutzbrille ist erforderlich.

Versuchsdurchführung:

Der Tropftrichter wird mit Wasser, die Waschflasche mit einigen Calciumcarbidbrocken gefüllt. Man lässt **vorsichtig!** Wasser zutropfen, bis sich eine lebhafte Gasentwicklung einstellt. Dann schließt man den Hahn des Tropftrichters. Zunächst fängt man das ausströmende Gas in einem Reagenzglas auf und prüft auf das Vorliegen von Acetylen-Knallgas durch Entzünden mit dem glimmenden Span. Liegt keine Explosionsgefahr mehr vor, d. h. ist die Luft weitestgehend aus der Waschflasche verdrängt, kann das Gas direkt an der Glasspitze mit dem Span angezündet werden (eventuell nach nochmaligem Zutropfen von Wasser). Zur Vermeidung der Explosionsgefahr durch Acetylen-Knallgas ist es empfehlenswert, die Waschflasche vorher mit Stickstoff zu füllen.

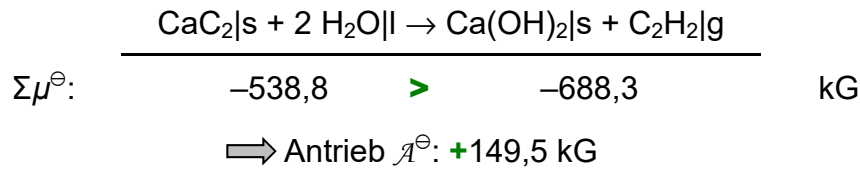
Beobachtung:

Das gebildete Ethin verbrennt mit stark rußender, leuchtender Flamme. Man bemerkt einen unangenehmen, leicht knoblauchartigen Geruch.



Erklärung:

Calciumcarbid wird von Wasser unter Bildung von Ethin (Acetylen) zersetzt gemäß



Der Antrieb dieser Reaktion ist positiv (unter Normbedingungen), d.h., die Summe der chemischen Potentiale der Produkte ist geringer als die Summe der chemischen Potentiale der Edukte und die Reaktion läuft somit freiwillig ab.

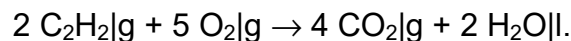
Benötigte chemische Potentiale ($T^\ominus = 298 \text{ K}$, $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$):

Stoff	Chemisches Potenzial μ^\ominus [kJ]
$\text{CaC}_2 \text{s}$	-64,6
$\text{H}_2\text{O} \text{l}$	-237,1
$\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{s}$	-898,2
$\text{C}_2\text{H}_2 \text{g}$	+209,9

Das sehr niedrige chemische Potenzial des Calciumhydroxids auf der Produktseite sorgt dafür, dass ein Potenzialgefälle von den Reaktanten zu den Produkten hin besteht, obwohl das chemische Potenzial von Ethin größer 0 ist.

Ein positives chemisches Potenzial einer Substanz wie im Falle des Ethins bedeutet also nicht, dass diese Substanz nicht hergestellt werden kann, sondern nur, dass diese Substanz instabil in Bezug auf den Zerfall in ihre Elemente ist [dieser Vorgang läuft aber möglicherweise sehr langsam ab, wie z. B. beim Benzol (+125 kJ)].

Bei der „Brennprobe“ zum Nachweis des gebildeten Ethins reagiert es mit dem Sauerstoff der Luft gemäß



Früher wurde das so gewonnene Gas wegen seiner hell leuchtenden Flamme zum Betrieb von Gruben-, aber auch von Fahrradlampen benutzt und auch heute noch wird es wegen seiner hohen Verbrennungstemperatur zum Schweißen eingesetzt.

Der charakteristische „Carbidgeruch“ wird allerdings nicht vom Ethin verursacht, sondern stammt vom Phosphin, das aus dem als Verunreinigung enthaltenen Calciumphosphid bei dessen Reaktion mit Wasser entsteht.

Reines Calciumcarbid bildet übrigens farblose, durchsichtige Kristalle. Das jedoch meist im Handel erhältliche technische Produkt besteht aus grauschwarzen oder braunen Brocken, deren Farbe auf Verunreinigungen durch Kohlenstoff oder Eisenoxid zurückzuführen ist. Daneben kann es noch geringe Mengen an Calciumoxid, dem bereits erwähnten Calciumphosphid, Calciumsulfid, Calciumnitrid und Siliziumcarbid enthalten.

Entsorgung:

Nach dem Abbrennen des Ethins lässt man den Rückstand unter dem Abzug weiter mit Wasser reagieren, neutralisiert die entstandene Calciumhydroxidlösung und gibt die wässrige Phase ins Abwasser.