

Organisch Chemisches Grundpraktikum Lehramt WS 2007/08

Name: Jan Schäfer

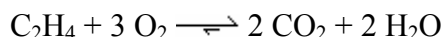
Datum: 23.11.07

Gruppe 3

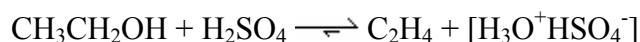
Herstellung eines explosiven Gemisches aus Sauerstoff und Ethen

Reaktionsgleichung:

Explosion:



Ethenherstellung:



Sauerstoffherstellung:



Zeitbedarf:

Herstellung der Kanone: 20 min.

Herstellung der Ausgangssubstanzen: ca. 60 min.

Nachbereitung: 10 min.

Eingesetzte Substanzen:

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Schwefelsäure (konz.)	H ₂ SO ₄	2 g	C	14-35-37	26-30-36/37/39	S2
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	2 g	F	11	7-16	S1
Molekularsieb 0,5 nm in Perform	--					
Braunstein	MnO ₂	ca. 2 g	Xn	20/22-36	25	S1
Wasserstoffperoxidlösung w = 0,3	H ₂ O _{2(aq)}	ca. 5 mL	C, O	8-34	1/2-28-36/39-45	S1
Sauerstoff	O ₂	40 mL	O	8	2-17	S1
Ethen	H ₄ C ₂	40 mL	F ⁺	12	2-9-16-33	LV

Materialien:

2 10 mL Spritze mit Kanüle, 1 20 mL Spritze (Kanone), 2 Gummistopfen, 2 Reagenzgläser, Stativmaterial, Bunsenbrenner, 1 Stereokabel (Kopfhörerkabel), Piezozünder (Feuerzeug), Klebeband, kurzes Schlauchstück

Durchführung:

1. Bau der Low-Cost-Kanone:

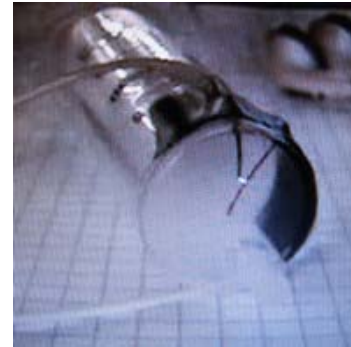
Mit einem heißen Draht bohrt man zwei kleine Löcher in den vorderen Abschnitt der 20 ml Spritze.

(unten: Materialien für Kanone)



Man isoliert die Kabelenden eines Stereokopfhörerpaars ab und bringt diese durch die Löcher in die Spritze ein, so dass sie ca. 0,5 cm von einander entfernt sind, sich aber nicht berühren und befestigt das ganze mit Klebeband.

Die anderen Kabelenden verbindet man nun mit den beiden Polen (Kabel und Messingring) eines, aus einem alten Feuerzeug ausgebauten, Piezozünders. In der Spritze muss beim Drücken des Piezozünders der Funke in der Spritze überspringen (siehe Foto).



2. Herstellung von Ethen:

In ein Reagenzglas füllt man etwa 3 cm hoch die Molekularsiebperlen und fügt soviel Schwefelsäure konz. hinzu, dass sie die Perlen gerade überschichtet.

(oben: Zündvorgang in Kanone)

Nun gibt man etwa 2 g Ethanol vorsichtig in das Reagenzglas und verschließt diese mit einem Gummistopfen. Durch diesen steckt man eine 10 mL Spritze um später das entstandene Ethen aufzusaugen. Nun erhitzt man das Reagenzglas vorsichtig mit dem Bunsenbrenner, bis sich ein kontinuierlicher Gasstrom beobachten lässt. Die ersten Spritzenladungen kann man verwerfen, aber mit diesem Verfahren lassen sich viele hunderte mL Ethengas sehr einfach und schnell herstellen. Die Kanülen verschließt man mit einem Gummistopfen.



(oben: Aufbau Ethenherstellung)

(unten: Aufbau Sauerstoffherstellung)

3. Herstellung von Sauerstoff:

In einem Reagenzglas mit Gummistopfen füllt man etwa 2 g Braunstein und lässt durch eine 10 mL Spritze mit Kanüle langsam eine 30 %ige Wasserstoffperoxidlösung auf den Braunstein tropfen. Den entstandenen Sauerstoff kann man durch eine zweite Spritze kontinuierlich absaugen.

4. Abfeuern der Low-Cost-Kanone

Nun befüllt man die präparierte 20 mL Spritze (Low-Cost-Kanone) durch ein kurzes Schlauchstück mit 4 mL Ethen und 12 mL Sauerstoff (Vgl. Reaktionsgleichung). Nun kann man die Kanone mittels eines Reagenzglashalters so positionieren, dass sich niemand in der Schussbahn des Spritzenkolbens befindet. Nun betätigt man die Zündung...



Beobachtung:

Bei der Herstellung des Ethens konnte man eine Gasentwicklung im Reagenzglas beobachten und es wurden 40 mL farbloses Gas hergestellt

Bei der Herstellung von Sauerstoff wurde nach dem Zutropfen des Wasserstoffperoxids auf den Braunstein eine starke Gasentwicklung beobachtet und es wurden 40 mL farbloses, leicht sauer riechendes Gas produziert.

Beim Abfeuern der Kanone war ein sehr lauter Knall zu hören und ein kleiner Feuerball war im inneren der Kanone kurz zu sehen. Der Spritzenkolben fliegt mit hoher Geschwindigkeit aus der Kanone heraus.
(unten: Abfeuern der Kanone)

Entsorgung:

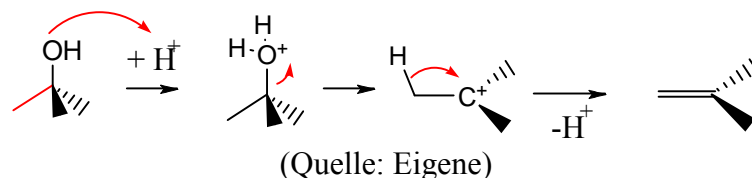
Man trennt mit einer Pipette die Ethanolphase in dem Ethenentwickler ab. In einem kleinen Becherglas kann nun der Ethanol verdunsten. Die Schwefelsäure wird unter Kühlung verdünnt und mit Lauge neutralisiert und dann zu den Schwermetallabfällen gegeben. Der Braunstein aus der Sauerstoffherstellung wird zu den festen anorganischen Abfällen gegeben.



Fachliche Analyse:

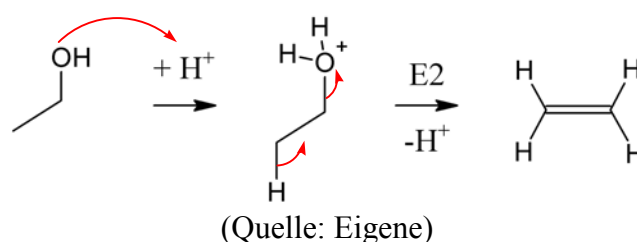
Ethendarstellung durch Dehydratisierung von Alkoholen

Wenn man Alkohole mit Mineralsäuren bei erhöhten Temperaturen behandelt, führt dies zur Abspaltung von Wasser. Dieser, nach dem **E1 oder E2-Mechanismus** ablaufenden, Prozess wird Dehydratisierung genannt. Die Leichtigkeit der Wasserabspaltung wächst mit zunehmendem Substitutionsgrad des Kohlenstoffs der die Hydroxylgruppe trägt. Sekundäre und tertiäre Alkohole werden meist nach dem E1-Mechanismus und primär meist nach dem E2-Mechanismus dehydratisiert. Bei tertiären Alkoholen wird zuerst die schwach basische Hydroxylgruppe protoniert und danach erfolgt die Wasserabspaltung und es entsteht das mittels Hyperkonjugation stabilisierte tert. Carbokation. Dieses stabilisiert sich weiter, indem es ein Proton am benachbarten Kohlenstoff abspaltet und eine Doppelbindung zwischen den beiden Kohlenstoffen entsteht.



Die Alkenbildung ist besonders bei hohen Temperaturen (Entropiesteigerung! Weil 2 Moleküle entstehen und da $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$) begünstigt und die Abwesenheit von jeglicher Nucleophilie ist eine der wichtigsten Voraussetzungen, da ansonsten Substitutionen nach dem S_N1 -Mechanismus und keine Eliminierungen erfolgen. Wie bei vielen Reaktionen mit Carbeniumionen, können auch hier Hydridwanderungen und Umlagerungen auftreten (nicht bei Ethanol).

In unserem Fall findet also eine Protonierung der Hydroxylgruppe und eine nach dem E2-Mechanismus ablaufende konzertierte Wasser- und Protonenabspaltung statt.



Didaktische Analyse:

Den Versuch würde man in der **10G.2.5** ansiedeln oder im Grundkurs (GK) der **11G.1.1** insoweit dies nicht schon in der 10G.2.5 behandelt worden ist. Hier werden die Reaktionen der ungesättigten Kohlenwasserstoffe behandelt und unter anderem auch die Herstellung von Ethen durch Eliminierung.

Der Versuch ist von einen Ausgangssubstanzen sogar als Schülerversuch durchführbar, doch ist die Handhabung von Ethen leider nach der Soester-Liste nur dem Lehrer erlaubt.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist zwar ein bisschen aufwendiger (Spritzen, Kabel, Zünder) aber die Chemikalien sollten an jeder Schule vorhanden sein.

Der finanzielle Aufwand ist nicht hoch.

Der Versuch ist aufwendig in der Durchführung, aber die Effekte der Explosion sind gut zu beobachten und die Herstellung der Gase ist auch leicht zu verfolgen

Literatur:

- Chemie und Schule, Ausgabe vom 2/1999 S. 11-14
- Organische Chemie, K. Peter C. Vollhardt, Wiley-VCH (Vierte Auflage), 2005 (Seite 523,)