

Schulversuch-Protokoll

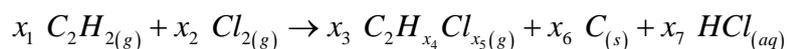
22.12.2007

Jan gr. Austing

1) **Versuchsbezeichnung:**

Reaktion von Chlor mit Ethin – Blitze unter Wasser

2) **Reaktionsgleichung:**



3) **Chemikalien:**

Stoffbezeichnung	Smp./Sdp. [°C]	Gefahren- symbole	R- und S- Sätze	Menge
Kaliumpermanganat KMnO ₄		O, Xn, N	R: 8-22-53/53 S: 60-61	
konz. Salzsäure HCl		C	R: 34-37 S: 26-36/37/39-45	
Calciumcarbid CaC ₂		F	R: 15 S: 2-8-43	
Natriumhydroxid NaOH		C	R: 35 S: 26-36/37/39-45	
Aktivkohle		-	-	

4) Geräte:

- 1 Reagenzglasstopfen aus Gummi
- Reagenzglasgestell
- 2 Reagenzgläser
- 2 Einwegspritzen 5 mL
- 4 Einwegspritzen 20 mL
- 8 Kanülen
- 2 Gummistopfen, passend auf die Öffnung einer 20 mL-Einwegspritze, deren Stempel entfernt wurde
- 1 Erlenmeyerkolben enghalsig 200 mL, inkl. passendem durchbohrten Gummistopfen
- 1 zwei-adriges, isoliertes Kabel (z.B. Von Stereokopfhörern), ca. 10 cm lang
- Watte
- Becherglas (100 mL)

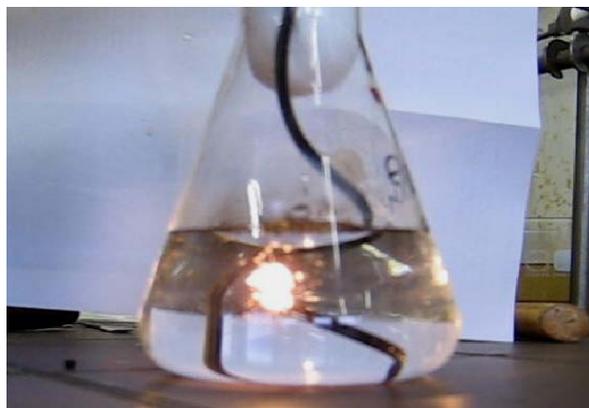
5) Versuchsskizze/Foto(s):



Gasentwickler (hier jeweils mit Aktivkohle-Absorber-Spritze)



Reaktions-Apparatur



Reaktion - „Blitze unter Wasser“

6) Versuchsdurchführung/ Beobachtungen:

Zweckmäßigerweise baut man zuerst die Reaktionsapparatur auf. Das 2-adrige Kabel, z.B. ein Stück eines Kopfhörerkabels, wird zunächst mithilfe einer Zange „entleert“, indem man den Kupferkern jeweils rauszieht. Man sollte vermeiden, dass die Isolierungen der beiden Kabelleitungen voneinander getrennt werden, sie sollten zusammengeklebt bleiben. Die Isolierungen stellen nun kleine Schläuche dar, die als Kanülen-Verlängerung verwendet werden. Nun wird der auf den Erlenmeyerkolben passende Stopfen mit zwei Kanülen durchbohrt, wobei dieser Stopfen zusätzlich mit einem Loch von ca. 0,5 cm Durchmesser zwecks Druckausgleichs versehen sein muss. Auf die Kanülen wird nun jeweils vorsichtig die Kabelisolierung aufgesteckt, wozu man die beiden Kabelisolierungen an dem einen Ende etwas voneinander trennt. Der Kolben wird zu ca. 2/3 mit Wasser gefüllt, das Ende der Kanülenverlängerungen unterhalb der Wasseroberfläche positioniert, ein Stück Watte in den Hals gesteckt und letztendlich der Stopfen aufgesetzt (siehe Foto).

Nun werden die beiden Gasentwickler aufgebaut. Dazu werden 2 auf das Reagenzglas passende Gummistopfen jeweils mit 2 Kanülen durchbohrt. In das Reagenzglas für die Chlor-Entwicklung wird ca. 0,5 cm hoch Kaliumpermanganat gefüllt, in das Reagenzglas für die Ethin-Entwicklung ein bis zwei ca. erbsengroße Stücke Calciumcarbid. Für die Chlor-Entwicklung wird eine 5 mL-Einwegspritze mit konz. Salzsäure aufgezogen, für die Ethin-Entwicklung wird eine 5 mL-Spritze mit Wasser gefüllt. Bevor die beiden Gase nun dargestellt werden können, müssen zuerst 2 Aktivkohle-Absorber gemäß dem obigen Foto hergestellt werden. Dies geschieht dadurch, dass der Stempel einer 20 mL-Einwegspritze entfernt wird, die Spritze zu $\frac{3}{4}$ mit gekörnter Aktivkohle gefüllt wird, und anschließend ein auf die Öffnung passender, mit einer Kanüle durchbohrter, Stopfen aufgesetzt wird.

Zur Gasentwicklung setzt man nun die beiden jeweils mit 2 Kanülen durchbohrten Gummistopfen auf die Reagenzgläser und setzt auf die Chlor-Entwicklungsapparatur die Spritze mit konz. Salzsäure sowie eine leere, mit Siliconöl gefettete, 20 mL-Einwegspritze auf. Analog verfährt man mit der Ethin-Entwicklungsapparatur, anstelle der HCl-Spritze wird hier allerdings die Spritze mit Wasser verwendet. Für die Vernichtung des Chlorgases stellt man noch ca. 50 mL einer ca. 10%igen Natronlauge her.

Nacheinander werden nun Chlor und Ethin erzeugt. Für die Chlor-Entwicklung lässt man nach und nach wenige Tropfen Salzsäure auf die Kaliumpermanganat-Kristalle tropfen, wobei sich ein grünes Gas bildet. Ist die 20 mL-Spritze durch den entstehenden Überdruck gefüllt, wird die Spritze abgenommen, ihr Inhalt in die Natronlauge ausgedrückt und rasch wieder

aufgesetzt. Ist die Spritze dann ein zweites Mal gefüllt, wird sie abgenommen und auf die Reaktionsapparatur aufgesetzt, anstelle der Spritze wird nun der Aktivkohle-Absorber auf die Chlor-Entwicklungsapparatur aufgesetzt.

Für die Ethin-Entwicklung lässt man nacheinander jeweils einen (!) Tropfen Wasser auf das Calciumcarbid tropfen, der Inhalt der ersten gefüllten Spritze wird im Abzug ausgedrückt, nach der zweiten Füllung wird die Spritze auf die Reaktionsapparatur gesetzt, an Ihrer statt wird auf die Ethin-Entwicklungsapparatur der Absorber aufgesetzt.

Man bringt die beiden Gase nun zur Reaktion, indem man langsam und gleichmäßig beide Spritzen herunterdrückt. Eine Erfahrung bei meiner Versuchsdurchführung war, dass die Spritze mit Chlor wesentlich schwergängiger war, vermutlich aufgrund der Tatsache, dass das Chlor das PVC der Spritze spröde macht.

Unter der Wasseroberfläche sollten aus beiden Öffnungen des Kabels Gasbläschen ausströmen, ist dies gleichzeitig der Fall, so kann man kleine Lichtblitze unter Wasser entdecken (siehe Foto). Drückt man mehr Gas aus den Spritzen aus, so werden die Blitze größer, jedoch sollte man es nicht übertreiben, da sonst größere Gasmengen heftig reagieren und dabei sogar den (durchbohrten!) Stopfen aus dem Kolben treiben können. Über der Wasseroberfläche bildet sich nach und nach Ruß.

Nach Beendigung des Versuchs wird restliches Chlorgas in die Natronlauge gedrückt, restliches Ethin im Abzug abgesogen. Die Kanülen können nach Spülung mit Wasser evtl. wieder verwendet werden, ebenso die Spritzen (bis auf die, die mit Chlorgas gefüllt war).

7) Entsorgung:

Die Calciumcarbid-Reste lässt man unter dem Abzug mit einem Überschuss an Wasser abreagieren, Rückstände werden als anorganischer Abfall entsorgt. Der restliche Inhalt im Chlorgasentwickler wird trocken in die Feststofftonne gegeben. Der Inhalt des Kolbens wird neutral als anorganischer Abfall entsorgt.

8) Auswertung der Versuchsergebnisse (fachlich):

Bei dieser Reaktion findet u.a. eine Addition von Chlor an die Dreifach-Bindung des Ethins statt (siehe Reaktionsgleichung oben). Diese Reaktion findet spontan statt, der Kontakt der beiden Gase reicht zur Reaktion aus. Bei der Reaktion wird neben Wärme auch Licht frei, welches in Form kleiner Blitze zu beobachten ist. Diese Addition findet nicht vollständig statt, worauf die Rußbildung hindeutet.

9) Methodisch-didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand des Versuchs ist wie folgt anzusetzen (bei Vorhandensein der Materialien): Vorbereitung: 25 min, Durchführung: 10 min, Nachbereitung: 15 min.

An zusätzlichen Materialien ist nur das Kabel und evtl. die Spritzen zu besorgen, den Rest (auch die Chemikalien) sollten in einer Schule zu finden sein.

Der Versuch zeigt eindrucksvoll die Reaktion von Chlor mit Ethin anhand der Blitze und auch anhand des entstehenden Rußes. Bei Durchführung des Versuchs nach obiger Beschreibung sollte der Versuch auch immer gelingen, es ist darauf zu achten, dass beide Gase direkt nebeneinander unter Wasser auftreten, dies wird dadurch erreicht, dass 2 miteinander verbundene Kabelisolierungen verwendet werden, deren Enden direkt nebeneinander sind. Im Anschluss an die homologe Reihe der Alkane und Substitutionsreaktionen kann dieser Versuch zur Einführung von ungesättigten Kohlenwasserstoffen und den Additionsreaktionen, die diese eingehen, benutzt werden. Neben der „Unterhaltung“, die dieser Versuch zu bieten hat, eignet er sich also ebenso gut zur Einführung der Additions-Reaktion. Die Kopplung dieser beiden Komponenten (guter Effekt und schulerelevante dahinter stehende Chemie) ist meiner Meinung nach das Merkmal eines perfekten Versuchs, zunächst wird das Interesse der Schüler durch den Versuch geweckt, und anschließend wird auf die theoretischen Hintergründe eingegangen.

Aufgrund der Verwendung von Chlor sowie eines gewissen Aufbau-Aufwands würde ich den Versuch nur als Lehrerversuch durchführen, ebenso kann eine zu heftige Reaktion durch Zuführung von zuviel Gas nicht ausgeschlossen werden (s.o.), weswegen die Durchführung als Schülerversuch nicht zu empfehlen ist..

10) Literatur:

- Chemie und Schule, Heft 3 1999, S. 12-16