

Arbeitsblatt 11.1 Müller-Rochow Synthese Lösungsvorschlag	Name:
	Klasse:
	Datum:

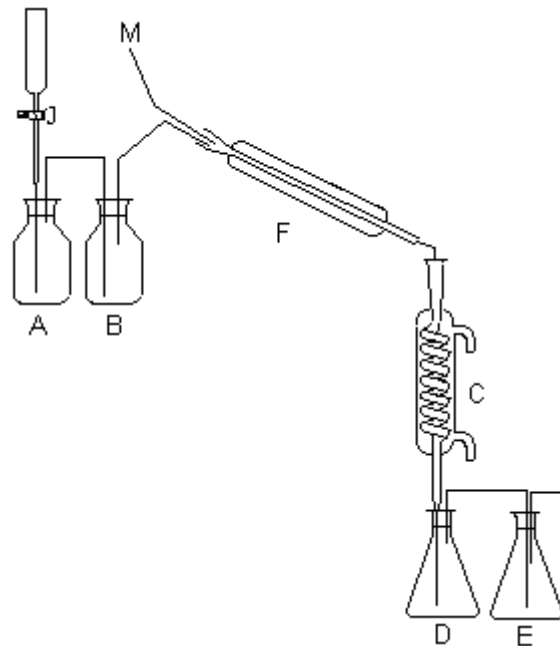
Historisches

Am 9. und 10. Mai 1940 machte der Chemiker E. G. Rochow ein Experiment zur Herstellung von Siliconen, welches als Direkt- bzw. Müller-Rochow Synthese (R. Müller kam parallel und unabhängig ein dreiviertel Jahr später zu den gleichen Ergebnissen wie Rochow) in die Chemiegeschichte einging. In seinem damaligen Laborjournal hat Rochow das durchgeführte Experiment festgehalten:

9. Mai 1940

Ich zerkleinerte eine Menge 50 % Cu-Si von der Niagara Falls Smelting Co. im Backenbecher und füllte ein Nonex-Rohr mit dem Material (Körnung etwa 6-7 mm herunter bis zu feinem Pulver). Ich brachte das Rohr im Ofen unter und schloß es an Zuleitungen für CH_3Cl & HCl an. Nur eine CO_2 -Kühlfalle am Austrittsende.

- A = Chlorwasserstoffquelle
 - B = Blasenähler
 - C = Kühler für Reaktionsprodukte
 - D = Vorlage auf 0°C gekühlt
 - E = Vorlage auf -80°C gekühlt
 - F = Ofen mit innenliegenden Reaktionsrohr
- M = Chlormethan



Ursprüngliche von Rochow für die Reaktion von Chlormethan aus Silicium eingesetzte Apparatur

10. Mai 1940 Ich erhitzte das Rohr im Ofen auf 370°C und hielt es auf dieser Temperatur. Ich leitete zuerst etwas HCl durch, um die Legierung oberflächlich anzuätzen, dann leitete ich einen langsamen Strom von CH_3Cl ein. Apparatur lief den ganzen Tag.

4.40 Uhr Nachmittags Ich unterbrach den CH_3Cl -Strom. Etwa 5 cm^3 Flüssigkeit hatten sich in der Kühlfalle angesammelt sowie etwas Flüssigkeit am kalten Rohrende. Ich brachte die Gesamtmenge in Eiswasser ein, das mit Ether überschichtet war, und rührte. Das Material hydrolysierte unter Bildung einiger Trübung, es bildete sich aber keine große Menge Kieselsäure; es scheint auch nur wenig CH_3Cl zu enthalten.

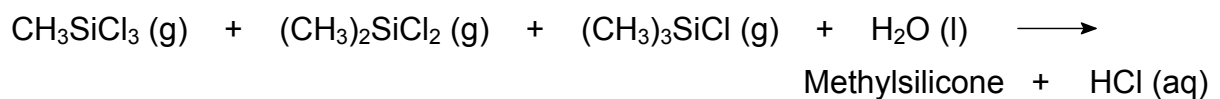
Ich dekantiere etwas von der etherischen Lösung in eine Petrischale und verjagte den Ether. Eine klare dickflüssige glycerinartige Substanz blieb zurück. Diese Flüssigkeit fühlt sich klebrig an, hat sehr große Ähnlichkeit mit Methylsilicon.

Arbeitsblatt 11.2 Müller-Rochow Synthese Lösungsvorschlag	Name:
	Klasse:
	Datum:

1.) Erläutern Sie, welche Reaktionen im beschriebenen Versuch bis zur Hydrolyse ablaufen. (Achtung, das eingesetzte Kupfer wird bei der Reaktion nicht verbraucht!)



2.) Welche Reaktionen laufen bei der Hydrolyse ab? (Geben Sie die Reaktionsgleichung nicht stöchiometrisch an.)



3.) Wie bereits gesagt, wird das Kupfer bei der Reaktion nicht verbraucht. Andererseits läuft der Versuch mit reinem Silicium nicht ab. Erklären Sie diesen Sachverhalt.

Das Kupfer wirkt bei der Reaktion als Katalysator. Es nimmt daher zwar an der Reaktion teil, wird aber nicht verbraucht. Ohne Katalysator läuft die Reaktion nicht ab, da ihre Aktivierungsenergie zu hoch ist.

4.) Beschreiben Sie, wie sich eine Temperatur- bzw. Druckerhöhung auf den Verlauf der bei Aufgabe 1 formulierten Reaktionsgleichung auswirkt. (Hinweise: 1. Bei der Reaktionstemperatur sind alle Reaktionsteilnehmer außer Silicium gasförmig. 2. Die Hinreaktion verläuft exotherm.)

Bei Druckerhöhung sollte sich das Gleichgewicht nach rechts verschieben, da aus 6 mol Chlormethan 3 Mol Chlormethylsilane gebildet werden.

Da die Reaktion exotherm ist, sollte das Gleichgewicht bei einer Temperaturerhöhung nach links verschoben werden.

Industrielle Umsetzung

Die Bedeutung des oben beschriebenen Versuches lässt sich daran erkennen, dass heutzutage die großtechnische Synthese von Chlormethylsilanen ausschließlich durch Umsetzung von Chlormethan mit Silicium in Gegenwart von Kupfer als Katalysator durchgeführt wird.

Arbeitsblatt 11.3

Müller-Rochow Synthese

Lösungsvorschlag

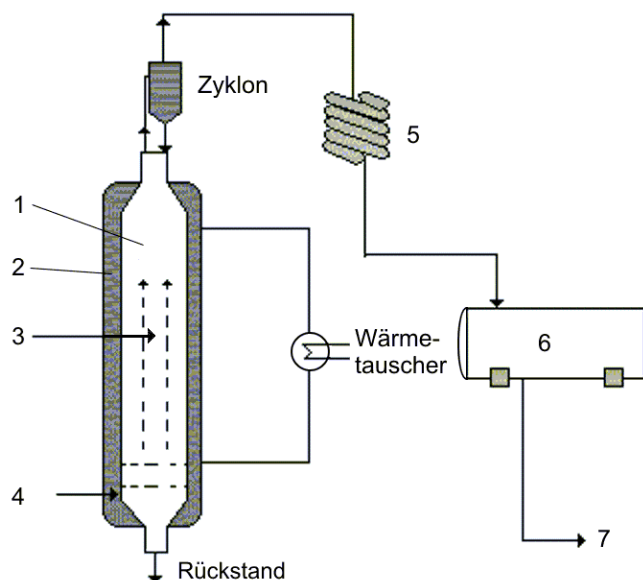
Name:

Klasse:

Datum:

Die technische Durchführung der Direktsynthese geschieht in der Weise, dass man staubfein gemahlenes Silicium (mit etwas Kupfer als Katalysator) in einen Wirbelschichtreaktor einbringt und bei 280 °C sowie einem Druck von 1 – 5 bar mit einem tangential eingeführten Strom von Chlormethan verwirbelt.

Das entstandene Gemisch von Chlormethylsilanen wird kondensiert und durch fraktionierte Destillation in die einzelnen Bestandteile zerlegt. Durch Hydrolyse der Chlormethylsilane bilden sich die entsprechenden Silanole, welche direkt kondensieren und auf verschiedene Weise zu den gewünschten Siliconprodukten aufgearbeitet werden.



5.) Ordnen Sie den folgenden Begriffen die Nummern 1 bis 7 im oben abgebildeten Schema zur großtechnischen Darstellung von Chlormethylsilanen zu:

Kühlmantel	2	CH ₃ Cl	4	Kondensator	5	Si/Cu	3
zur Destillation	7	Wirbelschichtreaktor	1	Rohsilangemisch	6		

6.) Als Edukte werden bei der Direktsynthese Chlormethan und Silicium eingesetzt. Das Silicium wird dabei aus Quarz (SiO₂) und Kohlenstoff im Lichtbogenreduktionsofen gewonnen. Stellen Sie das entsprechende Reaktionsschema auf und geben Sie an, wie das benötigte Chlormethan hergestellt werden kann.

