



NatLab

MITMACH- & EXPERIMENTIERLABOR
FACHBEREICH BIOLOGIE, CHEMIE, PHARMAZIE
FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Schülerlabor NatLab – FU Berlin
FB Biologie, Chemie, Pharmazie
Fabeckstraße 34-36, 14195 Berlin
Homepage: <http://www.natlab.de>
Kontakt:
+49 (0)30 838-59858
info@natlab.fu-berlin.de

Koordination Chemie Dr. Katharina Kuse
katharina.kuse@fu-berlin.de

StR Carolin Garbe Abgeordnete Lehrkraft
Dreilinden Gymnasium c.garbe@fu-berlin.de

Schüler:innenskript

Herstellung eines Gaslühlichts



Abb. 1.: Berliner Aufsatzleuchte (1920er Jahre)

Einleitung:

Auch heute noch sieht man im Stadtbild in Wien oder Berlin die alten formschönen Gaslaternen, die mit einem brennbaren Gas (Stadtgas) als Energiequelle betrieben werden. Das Stadtgas selbst verbrennt nur mit einer schwach leuchtenden Flamme. Leitet man das Gas bei der Verbrennung über ein Gazegewebe so erhält man ein warmes helles Licht, das zur Straßenbeleuchtung ausreicht.

Erfunden wurde das Gasglühlicht („Auerlicht“)¹ im Jahre 1885 von Carl Auer von Welsbach (1858-1929), ein österreichischer Chemiker und Unternehmer, der auch als der Entdecker der Seltenen Erden Neodym, Praseodym, Ytterbium und Lutetium gilt. Er erkannte 1885, dass die Oxide der Seltenen Erden in der Lage sind, helles Licht zu emittieren. Die nahezu nichtleuchtende Flamme des Bunsenbrenners wandelt lösliche Verbindungen in die entsprechenden Oxide um und bringt so eine mit Seltenerdmetall-Ionen getränkte Textilie schließlich auf Weißglut. Diese Lichtquelle bildet.

Auers Glühstrumpf² bestand zu 98-99 % aus dem radioaktiven Thoriumoxid (Th_2O_3), das zur Gruppe der Aktiniden gehört und 1-2 % Ceroxid (CeO_2), das zu den Seltenen Erden gehört. Th_2O_3 ist radioaktiv und emittiert beim Zerfall ein radioaktives Gas (^{220}Rn). Daher wird es heute nicht mehr verwendet. Das Th_2O_3 konnte unter Einbuße von 20 % der Lichtausbeute durch die nicht radioaktive Seltenerdverbindung Yttriumoxid (Y_2O_3) ersetzt werden³. In Anwesenheit von Ceroxid ($\text{Ce}_2\text{O}_3/\text{CeO}_2$) kann eine maximale Lichtstärke erreicht werden.⁴

Versuchsdurchführung zum Herstellen eines Gasglühstrumpfes

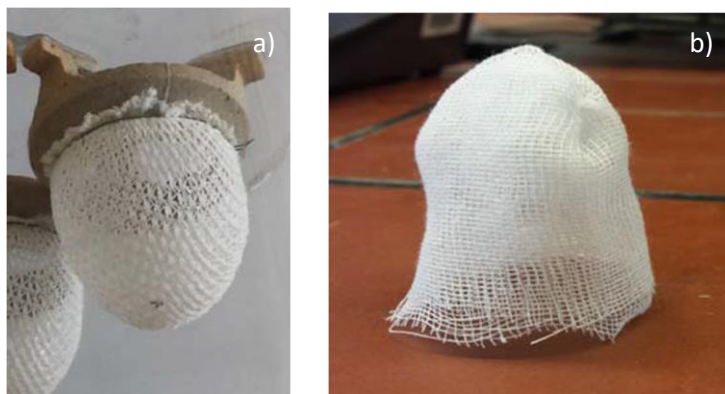


Abb.2: a) kommerzieller Glühstrumpf, b) Textilie aus Verbandsmull.

1 Herstellung eines feinmaschigen Strumpfes

Materialien:

Mullkomresse/Verbandsmull (100 % Baumwolle), Bleistift, Schere, Nähnadel, Baumwollgarn, Schablone

Durchführung:

Aus der Mullkomresse bzw. Verbandsmull wird ein feinmaschiges halb-kugeliges Gewebe gefertigt, indem nachfolgendes Schnittmuster zur Vorlage genommen wird.

¹ Welsbach, C.A., Ger. Patent 39,162, 1885.

² engl.: "gas mantle"

³ US Patent 6.August 1985, The Coleman Company Inc., US4533317 A

⁴ auch heute noch werden Gasglühstrumpfe in Campinggas-Leuchten und Petroleumlampen verwendet

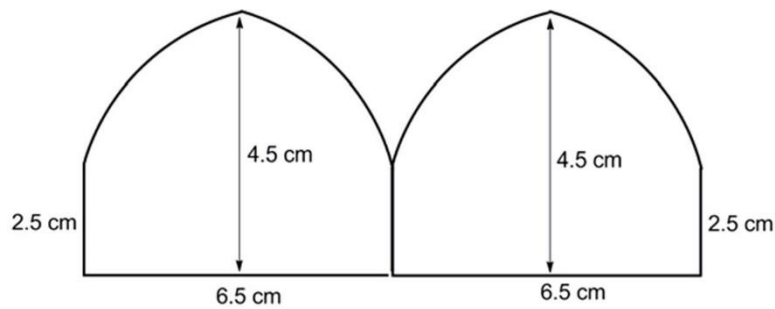




Abb. 3: Schnittmuster Baumwolltextil für Gasglühstrumpf.

2 Herstellen der Imprägnierlösung

Materialien:

Spatel, Präzisionswaage (± 0.01 g), Wägeschälchen, kleiner Pulvertrichter, Messzylinder (50 mL), Becherglas 50mL, Pipette/Peleusball, 3 Siedesteinchen, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenbrenner, Feuerzeug, Pinzette, großes Reagenzglas, Föhn

Chemikalien:

Yttriumoxid (Y_2O_3) M= 225,81 g/mol	Keine H-/P-Sätze, Keine GHS-Piktogramme
Cernitrat [$Ce(NO_3)_3 \cdot 6 H_2O$] M = 434,23 g/mol	 H: 272-318-410; P: 210-273-280-305+351+338+310-370+378-501
30 % Salpetersäure (HNO_3) M = 63,01 g/mol	 H: 290-314-331; P: 260, 280, 310, 303+361+353, 305+351+338

Durchführung:

2.71g Y_2O_3 und 0.072g $Ce(NO_3)_3 \cdot 6 H_2O$ werden abgewogen, in das Becherglas gegeben und in 25ml der hergestellten 20%igen (3.54 M) HNO_3 gelöst. Dreifuß, Drahtnetz und Bunsenbrenner werden aufgebaut und das Becherglas darauf abgestellt, nachdem diesem ca. 3 Siedesteinchen hinzugefügt wurden. Der Gashahn wird vorsichtig geöffnet, der Teclubrenner auf eine leuchtende Flamme eingestellt. Nach einer Weile sollten sich die beiden Seltenerdmetallsalze gelöst haben. Die hergestellte Imprägnier-Lösung für den Baumwollstrumpf lässt man abkühlen.

Vorarbeit: Laut Vorschrift wird eine 20%ige HNO_3 benötigt, daher muss die vorhandene 30%igen Salpetersäure verdünnt werden. Verdünnte und konzentrierte Säuren oder Laugen werden oft in Massenprozenten angegeben. Unter Zuhilfenahme des Mischungskreuzes (Andreas Kreuz) kann das getan werden.

Dafür wird (Abb. 4) die Differenz der bekannten Konzentration links oben (Säure 30%) und der gewünschten

Konzentration in der Mitte (Säure 20%) gebildet. Das Ergebnis wird in das Feld rechts unten eingetragen (Masse des Wassers). Dann bildet man die Differenz aus der bekannten Konzentration links unten (0) und der gewünschten Zielkonzentration in der Mitte (20). Dieses Ergebnis fügt man rechts oben ein (Masse der Ausgangssäure).

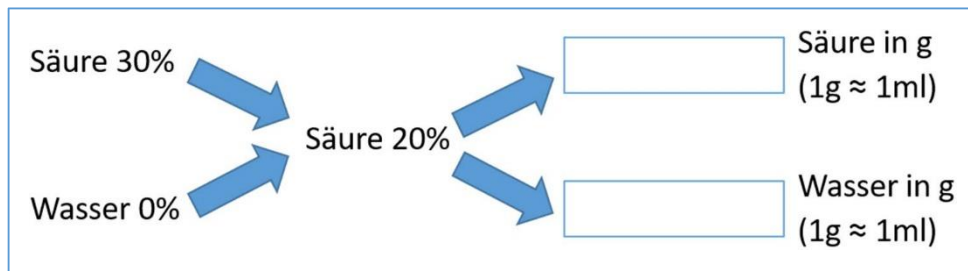


Abb. 4: Schema für das Mischungskreuz zum Verdünnen einer Säure.

Exakte Berechnung der Säurekonzentration unter Berücksichtigung der Dichte ρ :

Aus der 30%igen HNO_3 soll eine 20%ige HNO_3 hergestellt werden. Berechnen Sie die Molaritäten der vorliegenden HNO_3 und der gewünschten HNO_3 mit *a*).

Hinweis: $M(\text{HNO}_3) = 63.01 \text{ g/mol}$; $\rho_{30\%} = 1.180 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{20\%} = 1.115 \text{ g/cm}^3$ jeweils bei 20°C

$$a) \text{ Molarität}_{30} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right] = 10 \cdot \text{Konzentration [\%]} \cdot \frac{\rho(30\% \text{ HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)}$$


Berechnen Sie die Anzahl der Milliliter ($x_1 \text{ mL}$), die der konzentrierten Säure entnommen werden müssen um die 3.54-molare Säure (20%) herzustellen mit *b*).

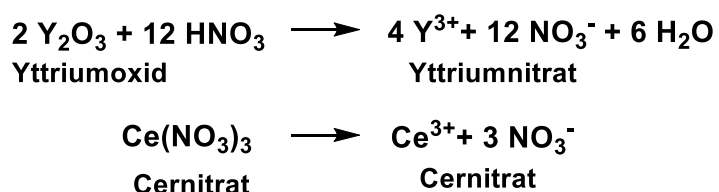
$$b) x_1 [\text{mL}] = \frac{\text{Molarität}_{20} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right]}{\text{Molarität}_{30} \left[\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right]} \cdot 1000 \text{ mL}$$

Wie viele Milliliter ($x_2 \text{ mL}$) müssen dann der 30 %igen Säure entnommen werden um nur 25 mL der 20%igen Salpetersäure herzustellen *c*)?

$$c) \frac{x_1 [\text{mL}]}{1000 \text{ mL}} = \frac{x_2 [\text{mL}]}{25 \text{ mL}}$$

Die entsprechende Anzahl an Millilitern ($x_2 \text{ mL}$) wird mit einer Pipette vorsichtig entnommen und in einen Messzylinder gegeben. Dieser enthält bereits eine Menge von 10 mL destilliertem Wasser. Nach Zugabe der Säuremenge wird der Messzylinder mit destilliertem Wasser auf 25 mL aufgefüllt.

Merksatz: *Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!* 



Reaktionsgleichung 1: Lösen von Yttriumoxid und Cernitrat in 20%iger Salpetersäure, Gefahrensymbole - H/P-Sätze

3 Imprägnieren des Strumpfes mit der Seltenerdmetall-Lösung

Der hergestellte Strumpf wird vollständig in die Imprägnier-Lösung eingetaucht und gut benetzt. Nach dem Abtropfen wird er über die Rundung eines großen Reagenzglases gestülpt und getrocknet. Der Trocknungsvorgang kann mit einem Föhn beschleunigt werden. Dieser Vorgang wird ein weiteres Mal wiederholt.

4 Verbrennen der Baumwolle und Bildung des Oxidgerüsts

Der trockene noch etwas klebrige Glühstrumpf wird vorsichtig mit der Pinzette von der Halterung heruntergenommen und über den mit einem Kuppelkonstrukt aus Draht präparierten Bunsenbrenner gestülpt. Danach wird das noch flexible, imprägnierte Textil angezündet. Dabei verbrennt/verascht das Baumwollgewebe für ca. 5 Min in der leuchtenden Teclubrennerflamme. Das zunächst entstehende Nitratgerüst wird im Folgenden in der nichtleuchtenden (heißen) Brennerflamme zum festen aber fragilen Oxidgerüst verglüht.

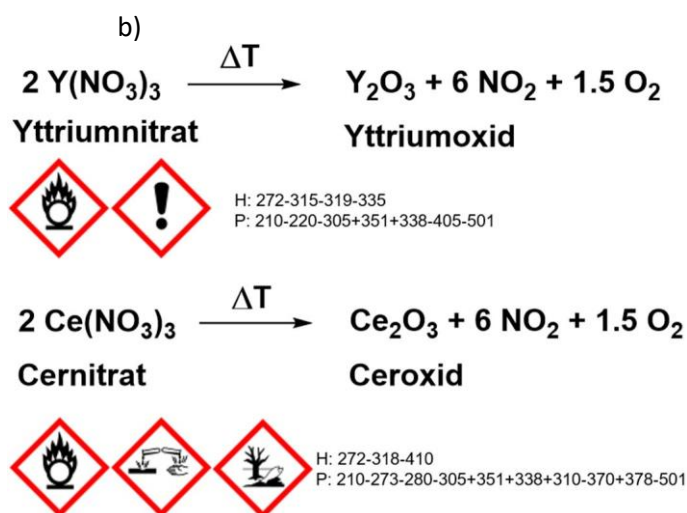


Abb. 4: a) Teclubrenner mit Drahtvorrichtung und Glühstrumpf. b) Reaktionsgleichung 2: Oxidbildung aus den Metallnitraten unter Abgabe von Stickoxiden (NO_x) und Sauerstoff (O_2)

5 Verwenden des Gasglühstrumpfs

Die Leuchtkraft kann durch Steigerung der Gaszufuhr erhöht werden. Auch nach dem Ausschalten des Brenners kann der Glühstrumpf noch nach Tagen erneut zum Leuchten gebracht werden. Die Lebensdauer eines kommerziellen Glühstrumpfs beträgt ca. 2 Jahre. Da die Glühstrümpfe sehr zerbrechlich sind müssen sie ohne Erschütterung sehr vorsichtig bewegt werden.

Fügen Sie den verwendeten Glühstrumpf am Schluss dem Sammelbehälter zu.



„Schüler:innenskript Herstellung eines Gasglühlichts“ von Katharina Kuse ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)