

Hilfsmittel: Taschenrechner, PSE.

Zeit: 90 Minuten.

- 1) Wie kann man Natriumcarbonat, Kaliumcarbonat und Calciumsulfat experimentell voneinander unterscheiden?  
Alle Salze bestehen aus weißen Kristallen!

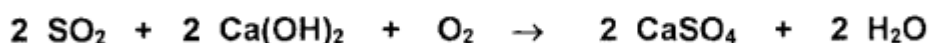
Gib die jeweils benötigten Reagenzien an, beschreibe die Beobachtung und erkläre dein Experiment ( wenn möglich mit Reaktionsgleichung ).

- 2) Die Verbrennung von **0,38 g** einer organischen Verbindung ( Vanillin ) liefert **0,88 g** Kohlenstoffdioxid und **0,18 g** Wasser. Die Verbindung enthält außer den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff nur noch Sauerstoff.  
Massenspektroskopisch wurde die Molekülmasse zu **M = 152 g/mol** bestimmt.

Bestimme die Summenformel des Vanillins.

- 3) Da Braunkohle relativ viel Schwefel enthält, fallen bei ihrer Verbrennung größere Mengen an Schwefeldioxid an. In Rauchgasentschwefelungsanlagen wird das Schwefeldioxid an Kalkmilch gebunden ( vgl. Reaktionsgleichung unten ).

Wieviel Liter des Gases Schwefeldioxid können bei Normalbedingungen durch **1000 kg** Calciumhydroxid zu Gips gebunden und somit aus der Luft fern gehalten werden ?



- 4) Ein Fesselballon wird am Boden bei einer Temperatur von **20 °C** und einem Luftdruck von **1020 mbar** mit **500 m³** Helium gefüllt.

Berechne das Volumen des Ballons nach einem Aufstieg in eine Höhe von **3000 m** ( **p = 800 mbar** , **t = 3 °C** ).

- 5) In einem abgeschlossenen Gefäß, das **8 l** Sauerstoff enthält, werden **5 g** Schwefel zu Schwefeldioxid ( gasförmig ) verbrannt.

Gib zunächst die Reaktionsgleichung an.

Wie wirkt sich diese Reaktion auf den Druck im Inneren des Gefäßes aus?  
Begründe deine Antwort!

- 6) Bei Normalbedingung hat Sauerstoff eine Dichte von  $\rho = 1,43 \text{ g/l}$ , Kohlenstoffdioxid von  $\rho = 1,98 \text{ g/l}$ .

Trage beide Werte in einen Graphen ein, in dem die molare Masse auf der y-Achse und die Dichte auf der x-Achse aufgetragen wird.

Welche Bedeutung hat die Steigung des Graphen?

Bestimme graphisch die Dichte von Argon ( Ar ), Ammoniak und Fluor bei **20 °C**.

- 7) In einer Druckflasche befindet sich zunächst nur Helium. Anschließend werden **80 g** Sauerstoffgas aufgepresst. Das Manometer der Flasche steigt dabei **um 3 bar** auf einen Gesamtdruck von **5 bar**.

Berechne die Masse des anfangs in der Druckflasche vorhandenen Heliums.

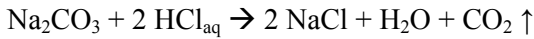
[www.klassenarbeiten.de](http://www.klassenarbeiten.de)

## Lösungsvorschlag Chemie 11. Klasse, KA 1c

1)

Die beiden Carbonate lassen sich leicht vom Sulfat unterscheiden, da sie bei Zugabe von starken Säuren (z.B. Salzsäure)  $\text{CO}_2$  entwickeln (das Pulver schäumt):

z.B.:



Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat lassen sich am einfachsten durch ihre Flammenfärbung unterscheiden: Das Natriumsalz leuchtet in der Bunsenbrennerflamme lange und intensiv gelb. Das Kaliumsalz färbt die Flamme violett (ggf. durch Kobaltglas betrachten, falls Spuren von Natrium die Farbe überdeckt)

2)

Verbrennungsanalyse:

**vor der Verbrennung: 0,38 g Vanillin**

**nach der Verbrennung: 0,88 g  $m(\text{CO}_2)$  und 0,18 g  $m(\text{H}_2\text{O})$**

Man berechnet zunächst die verbrannte Menge an Kohlenstoff und Wasserstoff:

$$m(\text{C}) = m(\text{CO}_2) \times \frac{M(\text{C})}{M(\text{CO}_2)} = 0,88 \text{ g} \times \frac{12 \text{ g/mol}}{44 \text{ g/mol}} = 0,24 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = m(\text{H}_2\text{O}) \times \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2\text{O})} = 0,18 \text{ g} \times \frac{2 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ g}$$

Da in der Ausgangsverbindung ansonsten nur noch Sauerstoff vorkommt, ist die Masse an Sauerstoff in den 0,38 g Vanillin einfach die Differenz:

$$m(\text{O}) = m(\text{Vanillin}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 0,38 \text{ g} - 0,24 \text{ g} - 0,02 \text{ g} = 0,12 \text{ g}$$

Nun können wir die Verhältnisformel der drei Elemente berechnen, indem wir die jeweiligen Stoffmengen  $n$  ins Verhältnis setzen:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = 0,02 \text{ mol} : 0,02 \text{ mol} : 0,0075 \text{ mol} = 8 : 8 : 3$$

Die **Verhältnisformel** lautet also:  $(\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3)_x$

Die Molmasse von Vanillin ist gegeben  $\rightarrow 152 \text{ g/mol}$ .

Diese ergibt sich auch, wenn man in die Verhältnisformel für  $x = 1$  einsetzt  $\rightarrow$

Die **Summenformel** lautet also:  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$

3)

**gegeben: 1000 kg Calciumhydroxid**

Molmasse Calciumhydroxid: 74,1 g/mol  $\rightarrow$  1000 kg  $\equiv$  13495 mol

Ein Mol Calciumhydroxid bindet ein Mol Schwefeldioxid  $\rightarrow$  es werden 13495 mol Schwefeldioxid gebunden.

Das Gasvolumen für  $v=13459$  mol Gas ergibt sich aus dem allg. Gasgesetz:

$$p \times V = v \times R \times T \rightarrow$$

$$V = \frac{vRT}{p}$$

bei Normalbedingungen ( $p = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa}$ ,  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K}$  und mit der Konstanten  $R = 8,31 \text{ J}/[\text{K} \times \text{mol}]$ ) ergibt sich:

$$V = 334,355 \text{ m}^3 = 334355 \text{ l}$$

4)

Wir müssen zunächst die Stoffmenge  $v$  an Helium berechnen, mit der der Ballon gefüllt wurde:

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293,15 \text{ K}$$

$$p = 1020 \text{ mbar} = 102000 \text{ Pa}$$

$$V = 500 \text{ m}^3$$

$$R = 8,31 \text{ J}/[\text{K} \times \text{mol}]$$

$$v = \frac{pV}{RT} = 20935 \text{ mol}$$

Jetzt berechnen wir das Volumen bei den geänderten Bedingungen:

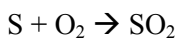
$$T = 3 \text{ }^\circ\text{C} = 276,15 \text{ K}$$

$$p = 800 \text{ mbar} = 80000 \text{ Pa}$$

$$V = \frac{vRT}{p} = 600,5 \text{ m}^3$$

5)

Der Reaktionsgleichung ist zu entnehmen, dass bei der Bildung von einem Mol Schwefeldioxid auch ein Mol Sauerstoff verbraucht wird:



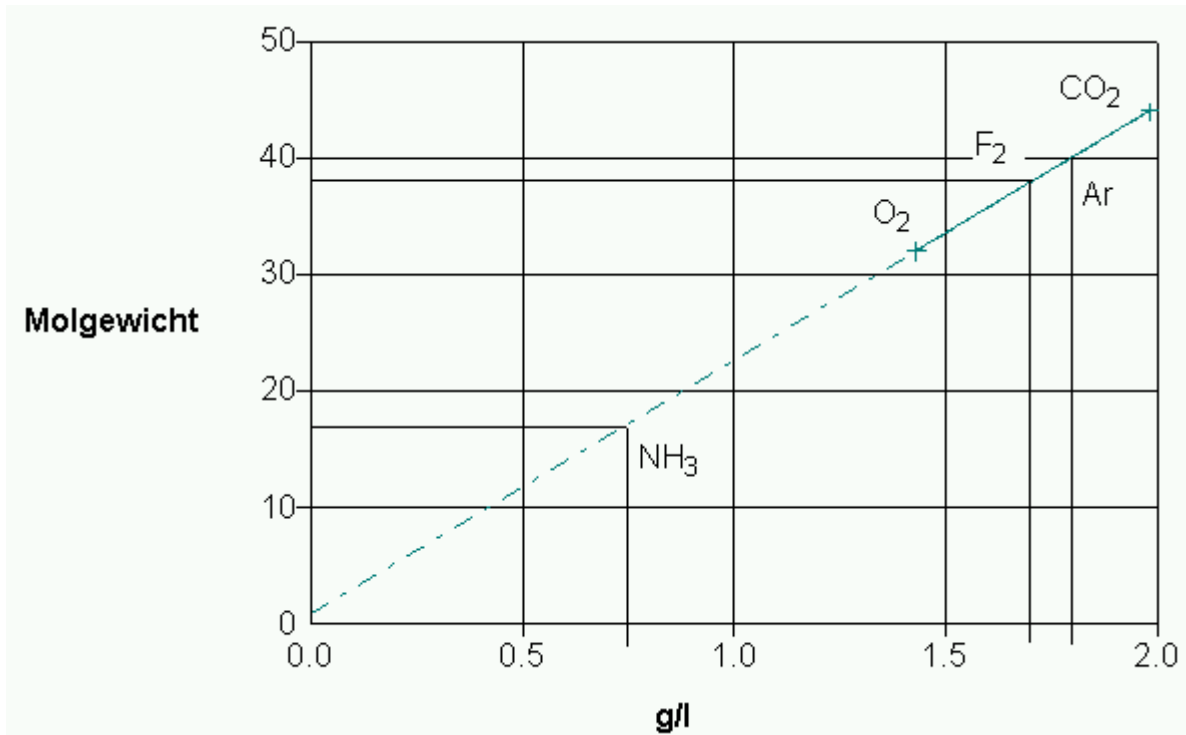
Die Stoffmenge an Gas ändert sich also nicht. Geht man davon aus, dass hier Normalbedingung herrschen, man das Volumen des Feststoffs (Schwefel) vernachlässigen kann und die Gase sich annähernd ideal verhalten, dann ändert sich der Druck nicht, da dieser proportional zur Stoffmenge des Gases ist.

6)

Gegeben ist die Dichte von Sauerstoff (1,43 g/l) und Kohlendioxid (1,98 g/l) bei Normalbedingungen. Die Molmassen betragen 32 g/mol bzw. 44 g/mol.

Aus diesen zwei Punkten ergibt sich im Diagramm unten eine Gerade. Diese sagt aus, dass bei steigendem Molgewicht die Dichte eines Gases (in etwa) proportional ansteigt. Kennt man also das Molgewicht eines Gases, so kann man die Dichte abschätzen.

Für die Gase Ammoniak (17 g/mol), Fluor (38 g/mol) und Argon (40 g/mol), kann man so die Dichten 0,75 g/l, 1,7 g/l und 1,8 g/l aus dem Diagramm abschätzen:



7)

gegeben:

**Druck der Gasflasche, die nur Helium enthält: 2 bar**

**Druck der Gasflasche nach Sauerstoffzugabe: 5 bar**

**Masse des Sauerstoffs: 80 g**

Wenn wir vom idealen Gasgesetz ausgehen und wenn gilt, dass sich das Volumen der Gasflasche und die Temperatur nicht ändern, dann entnehmen wir der Gleichung, dass Druck  $p$  und Stoffmenge  $v$  proportional sind (unabhängig von der Art des Gases):

$$p \times V = v \times R \times T$$

Von den 5 bar, die am Ende in der Flasche sind, entfallen 2 bar auf Helium und 3 bar auf Sauerstoff (Partialdrücke). Daraus ergibt sich, dass auch die Stoffmengen der beiden Gase das Verhältnis 2/3 haben müssen.

Die Stoffmengen von Sauerstoff und Helium sind also:

$$v(\text{O}_2) = 80 \text{ g} / 32 \text{ g/mol} = 2,5 \text{ mol} \rightarrow v(\text{He}) = 2,5 \text{ mol} \times 2/3 = 1,67 \text{ mol.}$$

Daraus errechnet sich die Masse des Heliums:

$$m(\text{He}) = 1,67 \text{ mol} \times 4 \text{ g/mol} = 6,68 \text{ g}$$