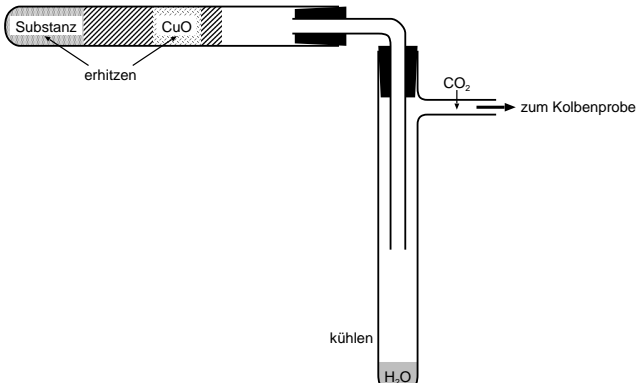


Quantitative Elementaranalyse

1. Bestimmen der Verhältnisformel: Verfahren nach JUSTUS VON LIEBIG (1803 – 1873)
2. Ermittlung der Summenformel durch Bestimmen der molaren Masse nach VICTOR MEYER (1848 – 1897)

1. Bestimmen der Verhältnisformel

Verfahren nach JUSTUS VON LIEBIG (1803 – 1873)

	Schritte	Beispiel
1	Qualitative Elementaranalyse	Stoff besteht aus C, H und O
2	Einwiegen einer bestimmten Masse	Einwaage: $m_E = 0,06\text{ g}$
3	<p>Oxidation des Stoffes mit CuO zu Kohlendioxid und Wasser; Masse von H₂O und Volumen von CO₂ ermitteln:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Alternativ kann das Wasser auch mit wasserfreiem Calciumchlorid und das CO₂ mit Natronkalk gebunden werden. Die Massendifferenzen vor und nach dem Versuch entsprechen dann m_{H_2O} und m_{CO_2}. Dazu kann man hintereinandergeschaltete U-Rohre verwenden.</p>	<p>Ermitteln:</p> $V_{CO_2} = 71,8\text{ ml}$ $m_{H_2O} = 0,072\text{ g}$
4	Umrechnen des gemessenen Volumens an CO ₂ auf den Normzustand (101,325 kPa und 293 K) → Nomogramm verwenden	$V_0 = F \cdot V$ mit $F = 0,94$ (Nomogramm) $V_0(CO_2) = 0,94 \cdot 71,8\text{ ml} = 67,5\text{ ml}$
5	<p>Berechnung der Massen der enthaltenen Elemente:</p> <p>Masse des Kohlenstoffs nach</p> $\begin{matrix} m_C & & V_0(CO_2) \\ C + O_2 & \longrightarrow & CO_2 \\ n_C \cdot M_C & & n_{CO_2} \cdot V_m \end{matrix}$ <p>Masse des Wasserstoffs nach</p> $\begin{matrix} m_H & & m_{H_2O} \\ 2H + \frac{1}{2} O_2 & \longrightarrow & H_2O \\ n_H \cdot M_H & & n_{H_2O} \cdot M_{H_2O} \end{matrix}$ <p>Masse des Sauerstoffs nach</p> $m_O = m_E - (m_C + m_H)$	$m_C = \frac{n_C \cdot M_C \cdot V_0(CO_2)}{n_{CO_2} \cdot V_m} = \underline{0,036\text{ g}}$ $m_H = \frac{n_H \cdot M_H \cdot m_{H_2O}}{n_{H_2O} \cdot M_{H_2O}} = \underline{0,008\text{ g}}$ $m_O = m_E - (m_C + m_H) = \underline{0,016\text{ g}}$
6	<p>Berechnen des Stoffmengenverhältnisses der Elemente (umrechnen auf ganze Zahlen!):</p> $n_C : n_H : n_O = \frac{m_C}{M_C} : \frac{m_H}{M_H} : \frac{m_O}{M_O}$	$n_C : n_H : n_O = 0,003\text{ mol} : 0,008\text{ mol} : 0,001\text{ mol}$ Division aller Werte durch 0,001: $n_C : n_H : n_O = 3\text{ mol} : 8\text{ mol} : 1\text{ mol}$
7	Aufstellen der Verhältnisformel	C ₃ H ₈ O

Aufgabe: Aus 0,079 g Einwaage einer Substanz, die aus C, H und O besteht, entstanden 83,7 ml CO₂ und 0,093 g Wasser. Der Volumenumrechnungsfaktor beträgt 0,92. Ermitteln Sie die Verhältnisformel.

2. Ermittlung der Summenformel durch Bestimmen der molaren Masse

Verfahren nach VICTOR MEYER (1848 – 1897)

Schritte		Beispiel
1	Ermittlung der Verhältnisformel	C_3H_8O
2	Experimentelle Bestimmung des Dampfvolmens einer bestimmten Masse des Stoffes	Einwaage: $m_E = 0,12\text{ g}$ Volumen nach Verdampfen: $V = 48,5\text{ ml}$
3	Umrechnung des gemessenen Gasvolumens auf den Normzustand	$V_0 = F \cdot V$ mit $F = 0,94$ (Nomogramm) $V_0(CO_2) = 0,94 \cdot 48,5\text{ ml} = 45,6\text{ ml}$
4	Berechnung der molaren Masse des Stoffes	$M = \frac{m_E \cdot V_m}{V_0} = 58,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
5	Berechnung der relativen Formelmass der Verhältnisformel	$M_{C_3H_8O} \approx (3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 16) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
6	Berechnung des Faktors x (Unterschied zwischen relativer Formelmass der Verhältnisformel und berechneter molaren Masse des Stoffes)	$x \approx \frac{M}{M_{C_3H_8O}} \approx \frac{58,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 1$
7	Multiplizieren der Indizes des Verhältnisformel mit x	$C_{3x}H_{8x}O_x$
8	Aufstellen der Summenformel	C_3H_8O

Nomogramm (ohne Sperrflüssigkeit)

