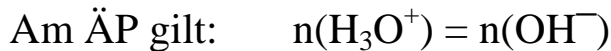
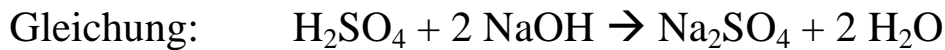


1. **Konzentration einer Säure.** Bei einem technischen Verfahren ist eine verdünnte Schwefelsäure angefallen, deren Stoffmengenkonzentration ermittelt werden soll. 100 ml dieser Lösung werden von 87ml einer Natronlauge $c(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ mol/l}$ neutralisiert. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Schwefelsäure!

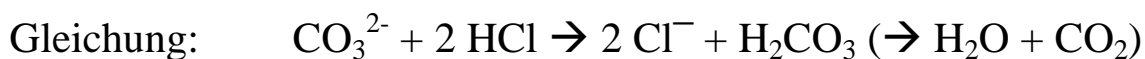


$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure}) \cdot W(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot W} = \frac{0,5 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,087\text{l}}{0,1\text{l} \cdot 2} = 0,2175 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

2. **Lauge im Abwasser.** Eine Waschlauge enthält gelöstes Soda (Natriumcarbonat, Na_2CO_3). 100 ml der Lösung werden mit Salzsäure $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$ titriert. Dabei reagiert das Carbonat-Ion (CO_3^{2-}) als Base zu „Kohlensäure“ (H_2CO_3), die zerfällt: $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Bis zum Umschlag des Indikators werden 10,3 ml der Salzsäure verbraucht. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration der Soda-Lsg. ($c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$).

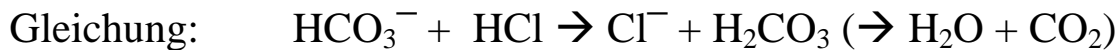


$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base}) \cdot W$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot W} = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0103\text{l}}{0,1\text{l} \cdot 2} = 0,00515 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

3. Härte von Leitungswasser. Die Kalkhärte von Leitungswasser beruht auf dem Gehalt an Calciumhydrogencarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Da das Hydrogencarbonat-Ion (HCO_3^-) als Base mit Salzsäure zu Kohlensäure reagiert (und diese anschließend zerfällt), kann die Kalkhärte titrimetrisch bestimmt werden. Dazu werden 100ml Leitungswasser mit Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$) titriert. Bis zum Farbumschlag des Spezialindikators werden 9,7 ml der Salzsäure verbraucht. Berechnen Sie die Menge des Hydrogencarbonat-Ions und die Masse des Calciumhydrogencarbonats in der titrierten Probe.



Am AP gilt: $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$ Hier: HCO_3^- verhält sich wie OH^-

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{HCO}_3^-)} = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0097\text{l}}{0,1\text{l}} = 0,0097 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

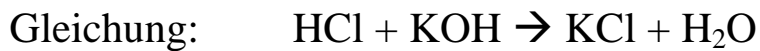
$$n(\text{HCO}_3^-) = c(\text{HCO}_3^-) \cdot V(\text{HCO}_3^-) = 0,0097 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,1\text{l} = 0,00097 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) \cdot M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) \quad (1)$$

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{n(\text{HCO}_3^-)}{2} \quad \text{in (1):}$$

$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{n(\text{HCO}_3^-)}{2} \cdot M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{0,00097 \text{ mol}}{2} \cdot 162 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,078 \text{ g}$$

4. Bei der Titration von 100 ml verdünnter Salzsäure wurden bis zum Äquivalenzpunkt 30,5 ml Kalilauge mit $c(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ verbraucht. Berechnen Sie die enthaltene Masse an HCl in der Probe und die Konzentration der Probe.



Am ÄP gilt: $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

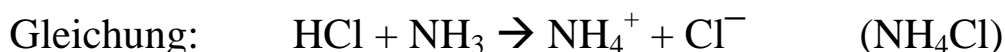
$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0305 \text{l}}{0,1 \text{l}} = 0,0305 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,0305 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,1 \text{l} = 0,00305 \text{mol}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,00305 \text{mol} \cdot 36 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,1098 \text{g}$$

5. Bei der Titration einer wässrigen Lösung von Ammoniak, werden 15 ml Salzsäure der Konzentration $c(\text{HCl}) = 111 \text{ mol/l}$ verbraucht. Berechne $m(\text{NH}_3)$ der titrierten Lösung.

NICHT MÖGLICH \rightarrow Es fehlt $V(\text{NH}_3\text{-Lsg.}) \rightarrow 100 \text{ ml}$



Am ÄP gilt: $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$ Hier: NH_3 verhält sich wie OH^-

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

$$c(\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{NH}_3)} = \frac{111 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,015 \text{l}}{0,1 \text{l}} = 16,65 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$n(\text{NH}_3) = c(\text{NH}_3) \cdot V(\text{NH}_3) = 16,65 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,1 \text{l} = 1,665 \text{mol}$$

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 1,665 \text{mol} \cdot 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 28,3 \text{g}$$

6. Bei der Titration einer Calciumhydroxidlösung ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lsg.) wurden 23 ml Schwefelsäure einer Konzentration $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ mol/l}$ verbraucht. Berechne die Stoffmenge $n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$.

NICHT MÖGLICH \rightarrow Es fehlt $V(\text{Ca}(\text{OH})_2) \rightarrow 50 \text{ ml}$



Am ÄP gilt: $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure}) \cdot W(\text{Säure})$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base}) \cdot W(\text{Base})$$

$$c(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 2}{V(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot 2} = \frac{0,2 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,023 \text{l}}{0,05 \text{l}} = 0,092 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = c(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,092 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,1 \text{l} = 0,0092 \text{mol}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,0092 \text{mol} \cdot 74 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,6808 \text{g}$$