

L

3.22

Berechnung einer Titrationskurve

Materialgebundene Aufgabe

**Lernvoraussetzungen:**

Neutralisation, Titration, Diskussion von Titrationskurven (vergl. Mat. 3.21), Stoffmengenkonzentration von Lösungen, Rechnen mit Größengleichungen, insbesondere  $K_S$ ,  $K_B$ .

**Lösungserwartungen:**

zu a)  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

Wegen der geringen Protolyse der  $\text{NH}_4^+$ -Ionen kann  $c(\text{NH}_3)$  gleich der Ausgangskonzentration  $c_0(\text{NH}_3)$  gesetzt werden. Aus dem Reaktionsschema kann man entnehmen, daß  $c(\text{NH}_4^+)$  gleich  $c(\text{OH}^-)$  ist:

$$c(\text{NH}_3) = c_0(\text{NH}_3) = 0,05 \text{ mol/l} \quad c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-)$$

Einsetzen in die Gleichung  $K_B$  ergibt folgendes:

$$10^{-4,75} = \frac{(c(\text{OH}^-))^2}{0,05}$$

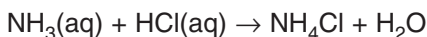
$$c(\text{OH}^-) = 9,43 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = 3,03$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,03 = 10,97$$

Vor der Titration hat die Ammoniaklösung einen pH-Wert von 10,97.

zu b) Das Reaktionsschema der Neutralisationsreaktion lautet:



$$c(\text{NH}_3) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$V_{\text{LS}}(\text{NH}_3) = 100 \text{ ml} \quad V_{\text{LS}}(\text{HCl}) = \text{gesucht}$$

Aus dem Reaktionsschema kann man entnehmen, daß der Äquivalenzpunkt bei  $n(\text{HCl}) = n(\text{NH}_3)$  vorliegt. Setzt man in diese Gleichung die Beziehung

$n(X) = c(X) \cdot V_{\text{LS}}(X)$  ein, so ergibt sich

$$c(\text{HCl}) \cdot V_{\text{LS}}(\text{HCl}) = c(\text{NH}_3) \cdot V_{\text{LS}}(\text{NH}_3).$$

Daraus kann  $V_{\text{LS}}(\text{HCl})$  berechnet werden:

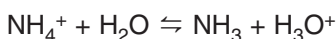
$$V_{\text{LS}}(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NH}_3) \cdot V_{\text{LS}}(\text{NH}_3)}{c(\text{HCl})} = \frac{0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 1000 \text{ ml}}{1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}} = 5 \text{ ml}$$

Bis zum Äquivalenzpunkt müssen also 5 ml der Salzsäure hinzugegeben werden.

Am Äquivalenzpunkt liegt eine Ammoniumchlorid-Lösung mit einem Gesamtvolumen von  $V_{\text{LS}}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,105 \text{ l}$  vor. Die Stoffmengenkonzentration beträgt

$$c(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{V_{\text{LS}}(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{0,005 \text{ mol}}{0,105 \text{ l}} = 0,048 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Das Ammonium-Ion dieses Salzes protolysiert mit Wasser:



$$K_s = \frac{c(\text{NH}_3) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c(\text{NH}_4^+)} \quad (1)$$