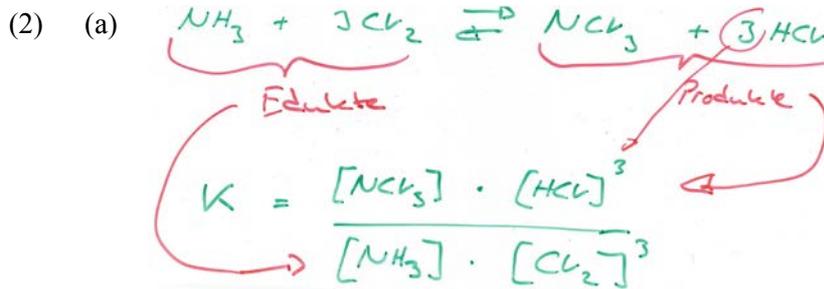


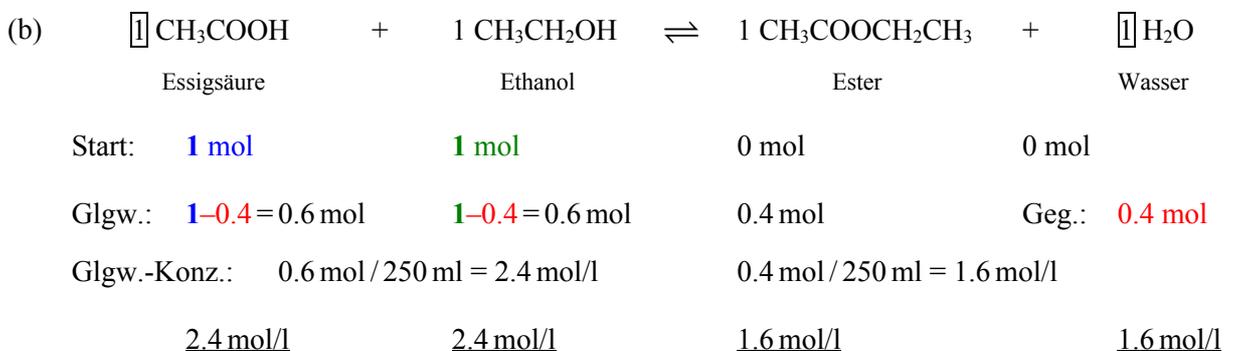
## Musterlösung zu den Aufgaben 2–3, S. 4



(b) Im Gleichgewicht gilt Folgendes für die obige Reaktion:

- Es werden pro Zeiteinheit gleich viele  $\text{NCl}_3$ - und  $\text{HCl}$ -Moleküle (aus  $\text{NH}_3$  und  $\text{Cl}_2$ ) gebildet, wie  $\text{NCl}_3$ - und  $\text{HCl}$ -Moleküle wieder (zu  $\text{NH}_3$  und  $\text{Cl}_2$ ) wegagieren.
- Somit ist die Geschwindigkeit der Bildung von  $\text{NCl}_3$  und  $\text{HCl}$  gleich hoch wie die Geschwindigkeit der Rückreaktion dieser Moleküle zu  $\text{NH}_3$  und  $\text{Cl}_2$ .
- Da die Hin- und Rückreaktion gleich schnell ist, entzieht die endotherme Bildung von  $\text{NCl}_3$  und  $\text{HCl}$  der Umgebung gleich viel Wärme, wie deren exotherme Rückreaktion zu  $\text{NH}_3$  und  $\text{Cl}_2$  Wärme freisetzt, womit der Energieumsatz 0 kJ ist.
- Da gleich viele Produktmoleküle pro Zeiteinheit gebildet werden, wie solche wieder wegagieren, bleiben die Konzentrationen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NCl}_3$  und  $\text{HCl}$  konstant.

(3) (a) 
$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}$$



Erklärung: Die Reaktionsgleichung besagt, dass  $\boxed{1}$  Molekül  $\text{H}_2\text{O}$  aus der Reaktion von  $\boxed{1}$  Molekül Essigsäure und 1 Molekül Ethanol entsteht, wobei zusätzlich 1 Molekül Ester entsteht. Wenn nun 0.4 mol  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle entstanden sind, dann entstanden auch gleich viele Estermoleküle (0.4 mol). Die Moleküle beider Produkte wurden gem. Reaktionsgleichung aus ebenso vielen, d. h. aus je 0.4 mol Molekülen Essigsäure und Ethanol gebildet. Von den ursprünglich vorhandenen Eduktmolekülen (je 1 mol Essigsäure und Ethanol) sind also nur noch je 0.6 mol da, weil je 0.4 mol wegagierten ( $1 - 0.4 = 0.6$  mol).

Mit den obigen Gleichgewichtskonzentrationen ergibt sich folgende Gleichgewichtskonstante K:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]} = K = \frac{1.6 \text{ mol/l} \cdot 1.6 \text{ mol/l}}{2.4 \text{ mol/l} \cdot 2.4 \text{ mol/l}} = 0.444 = K$$

Die Einheit von K ist dimensionslos, weil sich hier die Einheiten weggürzen lassen.