

Fall 1a:

Gegeben: Gleichgewichtskonzentrationen aller Stoffe;

Gesucht: Gleichgewichtskonstante

Die Reaktion $2A + B \rightleftharpoons 2C$ befindet sich im Gleichgewicht. Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion, wenn die Gleichgewichtskonzentrationen für $A=0,5 \text{ mol/l}$, $B=4 \text{ mol/l}$, $C=2 \text{ mol/l}$ beträgt?

Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung



Schritt 2: Angabe der Gleichgewichtskonzentrationen aus der Aufgabenstellung



Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)

$$K = \frac{c(C)^2}{c(A)^2 \cdot c(B)}$$

Schritt 4: Einsetzen der gegebenen Gleichgewichtskonzentrationen und Berechnen der Gleichgewichtskonstante K, dabei die **Einheiten beachten!**

$$K = \frac{(2 \text{ mol/l})^2}{(0,5 \text{ mol/l})^2 \cdot (4 \text{ mol/l})}$$

$$K = 4 \text{ l/mol}$$

Schritt 5: Antwortsatz

Die Gleichgewichtskonstante K beträgt 4 Liter pro Mol.

Ü1a-1 Die Reaktion $2A \rightleftharpoons B$ befindet sich im Gleichgewicht. Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion, wenn die Gleichgewichtskonzentration für $A=0,5 \text{ mol/l}$ und für $B=1 \text{ mol/l}$ beträgt?

[K=4 l/mol]

Ü1a-2 Bei einer Reaktion $A + B \rightleftharpoons 2C + D$ liegen im Gleichgewicht alle Komponenten mit einer Konzentration von 1 mol/l vor. Die Gleichgewichtskonstante beträgt daher?

[K=1 mol/l]

Ü1a-3 Die Reaktion $A + B \rightleftharpoons C + D$ befindet sich im Gleichgewicht. Die Reaktionsteilnehmer liegen in folgender Konzentration vor: $A=0,25 \text{ mol/l}$, $B=0,1 \text{ mol/l}$, $C=0,75 \text{ mol/l}$, $D=0,3 \text{ mol/l}$. Welchen Wert hat daher die Gleichgewichtskonstante dieser Reaktion?

Liegt das Gleichgewicht der Reaktion daher eher auf der Seite der Edukte oder der Produkte?

[K=9; Produktseite]

Fall 1b:

Gegeben: Gleichgewichtskonzentrationen aller Stoffe bis auf einen, sowie die Gleichgewichtskonstante;

Gesucht: Die eine, nicht angegebene Gleichgewichtskonzentration

Die Reaktion $2A + 2B \rightleftharpoons 2C + D$ befindet sich im Gleichgewicht. Die Gleichgewichtskonstante $K=4 \text{ l/mol}$. Die Reaktionsteilnehmer liegen in folgenden Konzentrationen vor: $A=0,5 \text{ mol/l}$, $B=2 \text{ mol/l}$, $D=1 \text{ mol/l}$. Wie groß ist die Gleichgewichtskonzentration von C?

Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung	$2A + 2B \rightleftharpoons 2C + D$
Schritt 2: Angabe der Gleichgewichtskonzentrationen aus der Aufgabenstellung	$0,5 \text{ mol/l} \quad 2 \text{ mol/l} \quad \text{gesucht} \quad 1 \text{ mol/l}$
Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(C)^2 \cdot c(D)}{c(A)^2 \cdot c(B)^2}$
Schritt 4: Einsetzen der gegebenen Gleichgewichtskonzentrationen sowie der Gleichgewichtskonstanten, Umformen nach der Unbekannten Konzentration und Berechnen der unbekanntes Gleichgewichtskonzentration, dabei sollte die Einheit mol/l erhalten werden!	$4 \text{ l/mol} = \frac{c(C)^2 \cdot (1 \text{ mol/l})}{(0,5 \text{ mol/l})^2 \cdot (2 \text{ mol/l})^2}$ $c(C) = \sqrt{\frac{4 \text{ l/mol} \cdot (0,5 \text{ mol/l})^2 \cdot (2 \text{ mol/l})^2}{1 \text{ mol/l}}}$ $c(C) = 2 \text{ mol/l}$
Schritt 5: Antwortsatz	Die Gleichgewichtskonzentration von C beträgt 2 mol/l.

Ü1b-1 Die Reaktion $A + B \rightleftharpoons 2C$ hat eine Gleichgewichtskonstante von $K=5$. Im Reaktionsgleichgewicht ist die Konzentration von $A=1 \text{ mol/l}$ und von $B=0,2 \text{ mol/l}$. Wie groß ist die Gleichgewichtskonzentration von C in mol/l?

[c(C)=1 mol/l]

Ü1b-2 Die Reaktion $2A + B \rightleftharpoons 3C$ befindet sich im Gleichgewicht. die dabei beobachteten Gleichgewichtskonzentrationen sind für $A=1 \text{ mol/l}$, für $B=0,2 \text{ mol/l}$ und die Gleichgewichtskonstante $K=40$. Wie groß muss daher die Konzentration von C sein?

[2 mol/l]

Ü1b-3 Die chemische Reaktion $A + B \rightleftharpoons C + 2D$ befindet sich im Gleichgewicht. Die Reaktionsteilnehmer liegen in folgenden Konzentrationen vor: $B=0,1 \text{ mol/l}$, $C=4,5 \text{ mol/l}$, $D=0,3 \text{ mol/l}$. Welche Konzentration hat A, wenn die Gleichgewichtskonstante $K=9 \text{ mol/l}$ ist?

[c(A)=0,45 mol/l]

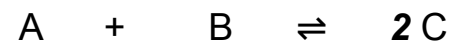
Fall 2:

Gegeben: Anfangskonzentrationen der Edukte und Gleichgewichtskonzentration des Produkts

Gesucht: Gleichgewichtskonstante

Die beiden Stoffe A und B werden in einer Anfangskonzentration von je 1 mol/l eingesetzt. Die Gleichgewichtskonzentration des Stoffes C der Reaktion $A + B \rightleftharpoons 2C$ beträgt 1,4 mol/l. Berechne die Gleichgewichtskonstante!

Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung



Schritt 2: Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und **darunter** der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung

Die nicht direkt angegebenen Gleichgewichtskonzentrationen von A und B müssen jeweils über den Verbrauch ermittelt werden. Der Verbrauch hängt von der Menge an gebildetem Produkt ab. Dabei müssen die **Koeffizienten** berücksichtigt werden!

1 mol/l 1 mol/l 0 mol/l

0,3 mol/l 0,3 mol/l 1,4 mol/l

$$c(A)_{GG} = c(A)_0 - c(A)_{Verbr.}$$

$$c(A)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - 1/2 \cdot c(C)_{GG}$$

$$c(A)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot 1,4 \text{ mol/l}$$

$$c(A)_{GG} = 0,3 \text{ mol/l}$$

$$c(B)_{GG} = c(B)_0 - c(B)_{Verbr.}$$

	$c(B)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot c(C)_{GG}$ $c(B)_{GG} = 0,3 \text{ mol/l}$								
Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(C)^2}{c(A) \cdot c(B)}$								
Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen und Berechnen der Gleichgewichtskonstante K (wie Fall 1a)	$K = \frac{(1,4 \text{ mol/l})^2}{(0,3 \text{ mol/l}) \cdot (0,3 \text{ mol/l})}$ $K = 21,8$								
Schritt 5: Antwortsatz	Die Gleichgewichtskonstante K beträgt 21,8.								
Ü2-1 Beim Erhitzen von 2 mol Ethansäure mit 1 mol Ethanol unter Zusatz von wenig konzentrierter Schwefelsäure werden 0,86 mol Ethansäureethylester, bezogen auf das Gefäßvolumen von 1 Liter, gebildet. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante für diese Umsetzung.									
Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$								
Schritt 2: Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und darunter der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung Die nicht direkt angegebenen Gleichgewichtskonzentrationen von Ethansäure und Ethanol müssen jeweils über den Verbrauch ermittelt werden. Der Verbrauch hängt von der Menge an gebildetem Produkt ab. Das Koeffizientenverhältnis beträgt hier 1:1,	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">2 mol/l</td> <td style="text-align: center;">1 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0 mol/l</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,14 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0,14 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0,86 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0,86 mol/l</td> </tr> </table> $c(\text{CH}_3\text{COOH})_{GG} = c(\text{CH}_3\text{COOH})_0 - c(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{Verbr.}}$ $c(\text{CH}_3\text{COOH})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - c(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_{GG}$ $c(\text{CH}_3\text{COOH})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - 0,86 \text{ mol/l}$ $c(\text{CH}_3\text{COOH})_{GG} = 1,14 \text{ mol/l}$ $c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_{GG} = c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_0 - c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_{\text{Verbr.}}$	2 mol/l	1 mol/l	0 mol/l	0 mol/l	1,14 mol/l	0,14 mol/l	0,86 mol/l	0,86 mol/l
2 mol/l	1 mol/l	0 mol/l	0 mol/l						
1,14 mol/l	0,14 mol/l	0,86 mol/l	0,86 mol/l						

also 1 (wird weggelassen)!	$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_{GG} = 1 \text{ mol/l} - c(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_{GG}$ $c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_{GG} = 1 \text{ mol/l} - 0,86 \text{ mol/l}$ $c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})_{GG} = 0,14 \text{ mol/l}$ $c(\text{H}_2\text{O})_{GG} = c(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_{GG}$ $c(\text{H}_2\text{O})_{GG} = 0,86 \text{ mol/l}$						
<u>Schritt 3</u> : Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}$						
<u>Schritt 4</u> : Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen und <i>Berechnen</i> der Gleichgewichtskonstante K (wie Fall 1a)	$K = \frac{(0,86 \text{ mol/l}) \cdot (0,86 \text{ mol/l})}{(1,14 \text{ mol/l}) \cdot (0,14 \text{ mol/l})}$ $K = 4,6$						
<u>Schritt 5</u> : Antwortsatz	Die Gleichgewichtskonstante K beträgt 4,6.						
Ü2-2 Bei einer Temperatur von 450°C wird die Synthese von Wasserstoffiodid aus den Elementen durchgeführt. Dabei werden in einem Reaktionsgefäß mit einem Liter Volumen 2,86 mol Wasserstoff und 1,26 mol Iod zur Reaktion gebracht. Im Gleichgewicht liegt eine Konzentration von 2,38 mol/l Wasserstoffiodid vor. Berechne die Gleichgewichtskonstante K für diese Reaktion.							
<u>Schritt 1</u> : Aufstellen der Reaktionsgleichung	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$						
<u>Schritt 2</u> : Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und darunter der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung Die nicht direkt angegebenen	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">2,86 mol/l</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">1,26 mol/l</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">0 mol/l</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,67 mol/l</td> <td style="text-align: center;">0,07 mol/l</td> <td style="text-align: center;">2,38 mol/l</td> </tr> </table> $c(\text{H}_2)_{GG} = c(\text{H}_2)_0 - c(\text{H}_2)_{\text{Verbr.}}$	2,86 mol/l	1,26 mol/l	0 mol/l	1,67 mol/l	0,07 mol/l	2,38 mol/l
2,86 mol/l	1,26 mol/l	0 mol/l					
1,67 mol/l	0,07 mol/l	2,38 mol/l					

<p>Gleichgewichtskonzentrationen von Wasserstoff und Iod müssen jeweils über den Verbrauch ermittelt werden. Der Verbrauch hängt von der Menge an gebildetem Produkt ab. Dabei müssen die Koeffizienten berücksichtigt werden!</p>	$c(H_2)_{GG} = 2,86 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot c(HI)_{GG}$ $c(H_2)_{GG} = 2,86 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot 2,38 \text{ mol/l}$ $c(H_2)_{GG} = 1,67 \text{ mol/l}$ $c(I_2)_{GG} = c(I_2)_0 - c(I_2)_{Verbr.}$ $c(I_2)_{GG} = 1,26 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot c(HI)_{GG}$ $c(I_2)_{GG} = 1,26 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} \cdot 2,38 \text{ mol/l}$ $c(I_2)_{GG} = 0,07 \text{ mol/l}$
<p>Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)</p>	$K = \frac{c(HI)^2}{c(H_2) \cdot c(I_2)}$
<p>Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen und <i>Berechnen</i> der Gleichgewichtskonstante K (wie Fall 1a)</p>	$K = \frac{(2,38 \text{ mol/l})^2}{(1,67 \text{ mol/l}) \cdot (0,07 \text{ mol/l})}$ $K = 48,4$
<p>Schritt 5: Antwortsatz</p>	<p>Die Gleichgewichtskonstante K beträgt 48,4.</p>
<p>Fall 3: Gegeben: Anfangskonzentrationen der Edukte sowie die Gleichgewichtskonstante Gesucht: Gleichgewichtskonzentrationen aller Stoffe</p>	
<p>Bei einer bestimmten Temperatur reagieren liegen die beiden Stoffe A und B in einem Gleichgewicht mit C und D vor.</p>	

Für die Stoffe A und B werden in einer Anfangskonzentration von A=1 mol/l und B=3 mol/l eingesetzt. Die Gleichgewichtskonstante hat den Wert 2.	
Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung	A + B \rightleftharpoons C + D
Schritt 2: Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und darunter der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung Das Koeffizientenverhältnis beträgt hier 1:1, also 1 (wird weggelassen)!	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">1 mol/l 1 mol/l - x mol/l</div> <div style="text-align: center;">3 mol/l 3 mol/l - x mol/l</div> <div style="text-align: center;">0 mol/l x mol/l</div> <div style="text-align: center;">0 mol/l x mol/l</div> </div> $c(A)_{GG} = c(A)_0 - c(A)_{Verbr.}$ $c(A)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}$ $c(B)_{GG} = c(B)_0 - c(B)_{Verbr.}$ $c(B)_{GG} = 3 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}$
Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A) \cdot c(B)}$
Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichts konzentrationen $c(X)_{GG}$ und Berechnen der gesuchten Gleichgewichtskonzentration(en) (ähnlich wie Fall 1b) aber zusätzliche Schwierigkeiten: (1) Ausmultiplizieren von zwei Summen in Klammern wie hier im Nenner: $(a+b) \cdot (c-d) = (ac) + (-ad) + (bc) + (-bd)$ (2) Lösungsformel für quadratische Gleichungen "Mitternachtsformel" (s. Formelsammlung)	$2 = \frac{(x \text{ mol/l}) \cdot (x \text{ mol/l})}{(1 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}) \cdot (3 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l})}$ $2 = \frac{x^2 \text{ mol}^2/\text{l}^2}{(1 \cdot 3 \text{ mol}^2/\text{l}^2) + (1 \cdot (-x) \text{ mol}^2/\text{l}^2) + ((-x) \cdot 3 \text{ mol}^2/\text{l}^2) + ((-x) \cdot (-x) \text{ mol}^2/\text{l}^2)}$ $2 = \frac{x^2 \text{ mol}^2/\text{l}^2}{3 \text{ mol}^2/\text{l}^2 - x \text{ mol}^2/\text{l}^2 - 3x \text{ mol}^2/\text{l}^2 + x^2 \text{ mol}^2/\text{l}^2}$ $2 = \frac{x^2}{3 - 4x + x^2}$ $6 - 8x + 2x^2 = x^2$ $x^2 - 8x + 6 = 0$

<p>(3) Entscheiden, welche der beiden Lösungen chemisch sinnvoll ist!</p>	$x_{1/2} = \frac{8 \pm \sqrt{(-8)^2 - 4 \cdot 6}}{2}$ <p>$x_1 = 7,16$ < nicht sinnvoll bei Ausgangskonzentrationen von 1 bis 3 mol/l</p> <p>$x_2 = 0,84$ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>$c(C)_{GG} = 0,84 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(D)_{GG} = 0,84 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(A)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - 0,84 \text{ mol/l} = 0,16 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(B)_{GG} = 3 \text{ mol/l} - 0,84 \text{ mol/l} = 2,16 \text{ mol/l}$</p>						
<p>Schritt 5: Antwortsatz</p>	<p>Die Gleichgewichtskonzentrationen des Produkts C beträgt ebenso wie die des Produkts D 0,84 mol/l. Die Gleichgewichtskonzentration des Edukts A beträgt 0,16 mol/l, die des Edukts B 2,16 mol/l</p>						
<p>Ü3-1 Bei einer bestimmten Temperatur reagieren die beiden Gase Stickstoff und Sauerstoff miteinander zu Stickstoffmonoxid. Die Anfangskonzentration der Edukte beträgt jeweils 1 mol/l, die Gleichgewichtskonstante K hat den Wert $1,1 \cdot 10^{-2}$. Berechne die Gleichgewichtskonzentration aller beteiligten Gase.</p>							
<p>Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung</p>	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NO}$						
<p>Schritt 2: Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und darunter der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung Das Koeffizientenverhältnis muss hier berücksichtigt werden!</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;">1 mol/l</td> <td style="text-align: center; width: 33%;">1 mol/l</td> <td style="text-align: center; width: 33%;">0 mol/l</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1- ½ x mol/l</td> <td style="text-align: center;">1- ½ x mol/l</td> <td style="text-align: center;">x mol/l</td> </tr> </table> $c(N_2)_{GG} = c(N_2)_0 - c(N_2)_{Verbr.}$ $c(N_2)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} x \text{ mol/l}$ $c(O_2)_{GG} = c(O_2)_0 - c(O_2)_{Verbr.}$	1 mol/l	1 mol/l	0 mol/l	1- ½ x mol/l	1- ½ x mol/l	x mol/l
1 mol/l	1 mol/l	0 mol/l					
1- ½ x mol/l	1- ½ x mol/l	x mol/l					

	$c(O_2)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} x \text{ mol/l}$
Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(NO)^2}{c(N_2) \cdot c(O_2)}$
<p>Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ und Berechnen der gesuchten Gleichgewichtskonzentration(en) (ähnlich wie Fall 1b) aber zusätzliche Schwierigkeiten:</p> <p>(1) Hier bei gleicher Anfangs-Eduktkonzentration im Nenner binomische Formel: $(a-b)^2 = (a-b) \cdot (a-b) = a^2 - 2ab + b^2$</p> <p>(2) Lösungsformel für quadratische Gleichungen "Mitternachtsformel" (s. Formelsammlung)</p> <p>(3) Entscheiden, welche der beiden Lösungen chemisch sinnvoll ist!</p>	$1,1 \cdot 10^{-2} = \frac{x^2 \text{ mol}^2 / \text{l}^2}{\left(1 - \frac{1}{2} x\right)^2 \text{ mol}^2 / \text{l}^2}$ $1,1 \cdot 10^{-2} = \frac{x^2}{1 - x + \frac{1}{4} x^2}$ $0,011 - 0,011 \cdot x + \frac{0,011}{4} x^2 = x^2$ $0,99725 \cdot x^2 + 0,011 \cdot x - 0,011 = 0$ $x_{1/2} = \frac{-0,011 \pm \sqrt{(0,011)^2 - 4 \cdot 0,99725 \cdot (-0,011)}}{2 \cdot 0,99725}$ $x_1 = -0,11 \text{ mol/l} \quad \leftarrow \text{negative Werte nicht sinnvoll}$ $x_2 = 0,10 \text{ mol/l} \quad \checkmark$ $c(NO)_{GG} = 0,10 \text{ mol/l}$ $c(N_2)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} x \text{ mol/l} = 1 \text{ mol/l} - 0,05 \text{ mol/l} = 0,95 \text{ mol/l}$ $c(O_2)_{GG} = 1 \text{ mol/l} - \frac{1}{2} x \text{ mol/l} = 1 \text{ mol/l} - 0,05 \text{ mol/l} = 0,95 \text{ mol/l}$

<u>Schritt 5: Antwortsatz</u>	Die Gleichgewichtskonzentrationen des Produkts Stickstoffmonoxid beträgt 0,10 mol/l. Die Gleichgewichtskonzentration des Edukts Stickstoff beträgt 0,95 mol/l, die des Edukts Sauerstoff ebenfalls 0,95 mol/l								
Ü3-2 Das giftige Kohlenstoffmonoxid wird bei einer bestimmten Temperatur mit Wasser unter Bildung von elementarem Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid oxidiert. Zu Beginn der Reaktion liegen im Reaktionsgefäß, das ein Volumen von 5 Litern aufweist, ausschließlich Kohlenstoffmonoxid und Wasser mit einer Stoffmenge von jeweils 10 mol vor. Die Gleichgewichtskonstante für die exotherme Reaktion besitzt einen Wert von $K=4$. Berechne die Gleichgewichtskonzentration aller Stoffe.									
<u>Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung</u>	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$								
<u>Schritt 2: Angabe der Anfangskonzentrationen $c(X)_0$ und darunter der Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ aus der Aufgabenstellung</u> Das Koeffizientenverhältnis beträgt hier 1:1, also 1 (wird weggelassen)!	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">2 mol/l</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">2 mol/l</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">0 mol/l</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">0 mol/l</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 mol/l - x mol/l</td> <td style="text-align: center;">2 mol/l - x mol/l</td> <td style="text-align: center;">x mol/l</td> <td style="text-align: center;">x mol/l</td> </tr> </table> $c(\text{CO})_{GG} = c(\text{CO})_0 - c(\text{CO})_{\text{Verbr.}}$ $c(\text{CO})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}$ $c(\text{H}_2\text{O})_{GG} = c(\text{H}_2\text{O})_0 - c(\text{H}_2\text{O})_{\text{Verbr.}}$ $c(\text{H}_2\text{O})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}$	2 mol/l	2 mol/l	0 mol/l	0 mol/l	2 mol/l - x mol/l	2 mol/l - x mol/l	x mol/l	x mol/l
2 mol/l	2 mol/l	0 mol/l	0 mol/l						
2 mol/l - x mol/l	2 mol/l - x mol/l	x mol/l	x mol/l						
<u>Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes</u> (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$								
<u>Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ und Berechnen der gesuchten</u>	$4 = \frac{(x \text{ mol/l}) \cdot (x \text{ mol/l})}{(2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l}) \cdot (2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l})}$								

<p>Gleichgewichtskonzentration(en) (ähnlich wie Fall 1b) aber zusätzliche Schwierigkeiten:</p> <p>(1) Hier bei gleicher Anfangs-Eduktkonzentration im Nenner binomische Formel: $(a-b)^2 = (a-b) \cdot (a-b) = a^2 - 2ab + b^2$</p> <p>(2) Lösungsformel für quadratische Gleichungen "Mitternachtsformel" (s. Formelsammlung)</p> <p>(3) Entscheiden, welche der beiden Lösungen chemisch sinnvoll ist!</p>	$4 = \frac{x^2}{4 - 4x + x^2}$ $16 - 16x + 4x^2 = x^2$ $3x^2 - 16x + 16 = 0$ $x_{1/2} = \frac{16 \pm \sqrt{16^2 - 4 \cdot 3 \cdot 16}}{2 \cdot 3}$ <p>$x_1 = 4 \text{ mol/l}$ < nicht sinnvoll bei Ausgangskonzentrationen von jeweils 2 mol/l</p> <p>$x_1 = 1,33 \text{ mol/l}$ <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>$c(\text{CO}_2)_{GG} = 1,33 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(\text{H}_2)_{GG} = 1,33 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(\text{CO})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l} = 0,67 \text{ mol/l}$</p> <p>$c(\text{H}_2\text{O})_{GG} = 2 \text{ mol/l} - x \text{ mol/l} = 0,67 \text{ mol/l}$</p>
<p><u>Schritt 5: Antwortsatz</u></p>	<p>Die Gleichgewichtskonzentrationen des Produkts Kohlenstoffdioxid beträgt ebenso wie die des Produkts Wasserstoff 0,84 mol/l. Die Gleichgewichtskonzentration des Edukts Kohlenstoffmonoxid beträgt wie die des Edukts Wasser jeweils 1,33 mol/l.</p>
<p>Fall 4: Gegeben: Gleichgewichtskonzentrationen aller Stoffe, damit ist wie in Fall 1a die Gleichgewichtskonstante ermittelbar; Neue Anfangskonzentration eines der beteiligten Stoffe, z.B. durch Zugabe oder Entzug dieses Stoffes. Gesucht: Neue Gleichgewichtskonzentrationen nach Einstellung eines neuen Gleichgewichts wie in Fall 3</p>	
<p>Die Reaktion $A + B \rightleftharpoons C + D$ befindet sich in einem Gleichgewicht. Die Gleichgewichtskonzentrationen betragen $A=0,25 \text{ mol/l}$, $B=2,25 \text{ mol/l}$, $C=0,75 \text{ mol/l}$ und $D=0,75 \text{ mol/l}$. Die Gleichgewichtskonstante ist 1. In einem Reaktionsgefäß mit einem Volumen von 1 Liter wird 5 Mol von Stoff A zu diesem Ursprungsgleichgewicht hinzugefügt.</p>	

<p>a) Berechne die neuen Gleichgewichtskonzentrationen aller Stoffe, nachdem sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat.</p> <p>b) Begründe, in welche Richtung das Gleichgewicht durch diese Veränderung verschoben wird.</p>					
Schritt 1: Aufstellen der Reaktionsgleichung	A	+	B	\rightleftharpoons	C + D
Schritt 2: Angabe der Gleichgewichtskonzentrationen des Ursprungsgleichgewichts $c(X)_{GG_alt}$ und der neuen Anfangskonzentration und darunter der Neuen Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG_neu}$ aus der Aufgabenstellung Das Koeffizientenverhältnis beträgt hier 1:1, also 1 (wird weggelassen)!	0,25 + 5 5,25 - x		2,25 2,25 - x		0,75 0,75 + x + 0,75 0,75 + x
Schritt 3: Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes (vgl. Formelsammlung!)	$K = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A) \cdot c(B)}$				
Schritt 4: Einsetzen der gegebenen sowie der in Schritt 2 errechneten Gleichgewichtskonzentrationen $c(X)_{GG}$ und Berechnen der gesuchten Gleichgewichtskonzentration(en) (ähnlich wie Fall 1b) aber zusätzliche Schwierigkeiten: (1) Ausmultiplizieren von zwei Summen in Klammern wie hier im Nenner: $(a+b) \cdot (c-d) = (ac) + (-ad) + (bc) + (-bd)$ (2) bei $K=1$ keine quadratische Gleichungen mehr (3) nur noch eine Lösung	$1 = \frac{(0,75 + x) \cdot (0,75 + x)}{(5,25 - x) \cdot (2,25 - x)}$ $1 = \frac{0,56 + 1,5 \cdot x + x^2}{11,81 - 7,5 \cdot x + x^2}$ $11,81 - 7,5 \cdot x + x^2 = 0,56 + 1,5 \cdot x + x^2$ $-9 \cdot x = -11,25$ $x = 1,25 \text{ mol/l}$ $c(A)_{GG\ neu} = 5,25 \text{ mol/l} - 1,25 \text{ mol/l} = 4,00 \text{ mol/l}$ $c(B)_{GG\ neu} = 2,25 \text{ mol/l} - 1,25 \text{ mol/l} = 1,00 \text{ mol/l}$ $c(C)_{GG\ neu} = 0,75 \text{ mol/l} + 1,25 \text{ mol/l} = 2,00 \text{ mol/l}$				

	$c(C)_{GG\text{neu}} = 0,75 \text{ mol/l} + 1,25 \text{ mol/l} = 2,00 \text{ mol/l}$
<u>Schritt 5: Antwortsatz</u>	<p>a) Im neuen Gleichgewicht verringert sich die Konzentration der Edukte auf A=4,00 mol/l, B=1,00 mol/l, dafür erhöht sich die Konzentration der Produkte jeweils auf C und D=2,00 mol/l</p> <p>b) Das Gleichgewicht wird also durch Zugabe eines Edukts in Richtung der Produktseite verschoben.</p>