

Lösung zu den Aufgaben (Berechnungen mit Hilfe des MWGs)

Zu Beispiel 1:

In vier verschiedenen Versuchen wurden unterschiedliche Mengen Wasserstoff und Iod in einem Literkolben eingeschlossen. Nach Einstellung des Gleichgewichts ergab die Messung der Konzentrationen c_{GI} (jeweils in mol/l) folgende Werte:

$c_0(\text{H}_2)$	$c_0(\text{I}_2)$	$c_{\text{GI}}(\text{H}_2)$	$c_{\text{GI}}(\text{I}_2)$	$c_{\text{GI}}(\text{HI})$
8,10	2,94	5,28	0,12	5,65
7,94	5,30	3,19	0,55	9,50
8,07	9,27	1,39	2,59	13,36
8,72	15,13	0,72	7,13	16,0

Berechnen Sie den Wert der Gleichgewichtskonstanten!

Lösung:



MWG aufstellen:
$$K_c = \frac{c^2(\text{HI})}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$$

Werte (im Gleichgewicht!) einsetzen:
$$K_c = \frac{(5,65 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2}{5,28 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,12 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = \underline{50,2}$$

Zu Beispiel 2:

0,20 mol Phosphortrichlorid (PCl_3) und 0,15 mol Chlor werden in einem Literkolben gegeben und reagieren teilweise zu Phosphorpentachlorid (PCl_5). Nach der Einstellung des Gleichgewichts ist $n_{\text{Gl}}(\text{PCl}_3) = 0,14$ mol. Berechnen Sie $n_{\text{Gl}}(\text{Cl}_2)$ und $n_{\text{Gl}}(\text{PCl}_5)$ sowie K_c !

Umrechnen der Stoffmengen $n(\text{X})$ in Konzentrationen $c(\text{X})$:

→ da die Reaktion in einem Literkolben durchgeführt wird → 1 : 1

Aufstellen der chemischen Gleichung: $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5$

Berechnung der Gleichgewichtskonzentrationen von Cl_2 und PCl_5 :

PCl_3	+	Cl_2	\rightleftharpoons	PCl_5
Stoffmengenverhältnis aufgrund der Gleichung:				
1		1		1
Gegebene Werte:				
$c_0 = 0,20$ mol/l $c_{\text{Gl}} = 0,14$ mol/l		0,15 mol/l		0 mol/l
Daraus ergibt sich ein Verbrauch von:				
0,06 mol/l		→ 0,06 mol/l		
und eine Bildung von:				
				0,06 mol/l
Damit sind im GG vorhanden:				
$c_{\text{Gl}} = 0,14$ mol/l		$c_{\text{Gl}} = 0,09$ mol/l		$c_{\text{Gl}} = 0,06$ mol/l

MWG aufstellen:
$$K_c = \frac{c(\text{PCl}_5)}{c(\text{PCl}_3) \cdot c(\text{Cl}_2)}$$

Werte einsetzen:
$$K_c = \frac{0,06 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,14 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,09 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 4,76 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$$

Zu Beispiel 3:

Berechnen Sie K_c für die Synthese von Wasserdampf aus den Elementen, wenn zu Versuchsbeginn in einem Literkolben 2 mol Wasserstoff und 1 mol Sauerstoff eingeschlossen waren und im Gleichgewicht zwei Drittel der maximal möglichen Wassermenge vorliegen!

Umrechnen der Stoffmengen $n(X)$ in Konzentrationen $c(X)$:

→ da die Reaktion in einem Literkolben durchgeführt wird → 1 : 1

Aufstellen der chemischen Gleichung: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$

Berechnung der Gleichgewichtskonzentrationen von H_2 und O_2 :

2H_2	$+$	O_2	\rightleftharpoons	$2 \text{H}_2\text{O}$
Stoffmengenverhältnis aufgrund der Gleichung:				
2		1		2
Gegebene Werte:				
$c_0 = 2,0 \text{ mol/l}$		1,0 mol/l		0 mol/l
Der max. Wert wäre 2 mol/l → 2/3 davon sind:				
$c_{\text{Gl}} = 1,33 \text{ mol/l}$				
Daraus ergibt sich ein Verbrauch von:				
1,33 mol/l		0,66 mol/l		
Damit sind im GG vorhanden:				
$c_{\text{Gl}} = 0,66 \text{ mol/l}$		$c_{\text{Gl}} = 0,33 \text{ mol/l}$		$c_{\text{Gl}} = 1,33 \text{ mol/l}$

MWG aufstellen:
$$K_c = \frac{c^2(\text{H}_2\text{O})}{c^2(\text{H}_2) \cdot c(\text{O}_2)}$$

Werte einsetzen:
$$K_c = \frac{(1,33 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2}{(0,66 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2 \cdot 0,33 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 12 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$$

Zu Beispiel 4:

Für das Gleichgewicht $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ist $K_c = 5,5$. Die Anfangskonzentrationen sind $c_0(\text{CO}) = 8 \text{ mol/l}$; $c_0(\text{H}_2) = 2 \text{ mol/l}$ und $c_0(\text{CO}_2) = 0 \text{ mol/l}$. Im Gleichgewicht beträgt $c_{\text{Gl}}(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol/l}$. Berechnen Sie die ursprüngliche Konzentration des Wasserdampfs $c_0(\text{H}_2\text{O})$!

Berechnung der fehlenden Konzentrationen:

CO	+	H ₂ O	\rightleftharpoons	CO ₂	+	H ₂
Stoffmengenverhältnis aufgrund der Gleichung:						
1		1		1		1
Gegebene Werte:						
$c_0 = 8 \text{ mol/l}$		$x \text{ mol/l}$		0 mol/l		2 mol/l
$c_{\text{Gl}} =$				1 mol/l		
Folglich muss entstanden sein:						
						1 mol/l
Dies bedeutet eine Veränderung um						
- 1 mol		- 1 mol		+ 1 mol		+ 1 mol
Damit liegt im GG vor:						
7 mol/l		$x - 1 \text{ mol/l}$		1 mol/l		3 mol

MWG aufstellen:
$$K_c = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CO})}$$

$$5,5 = \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 3 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{7 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot (x - 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}})} \Leftrightarrow$$

$$(x - 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}) = \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 3 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{5,5 \cdot 7 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} \Leftrightarrow$$

Werte einsetzen:

$$x = \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 3 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{5,5 \cdot 7 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} + 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = \underline{\underline{1,078}}$$