



## Thema: chemisches Gleichgewicht, nur Aufgaben

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [GW-01](#) : Definitionen, Geschwindigkeiten
- Ab [GW-10](#) : Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante K
- Ab [GW-20](#) : Beeinflussung des Gleichgewichtes durch T und P
- Ab [GW-30](#) : Beeinflussung des Gleichgewichtes durch c

### Aufgabe: GW-01

Welche Faktoren beeinflussen die Reaktionsgeschwindigkeit?

### Aufgabe: GW-02

Wie ist das chemische Gleichgewicht definiert?

### Aufgabe: GW-03

Gegeben sei eine beliebige Reaktion, die Edukte gehen über zu den Produkten.

- Wie sind ganz allgemein die Geschwindigkeitsraten definiert?
- Was gilt für die Edukte, was gilt für die Produkte?

### Aufgabe: GW-04

Gegeben seien nachfolgende Reaktionen. Gleiche jede Reaktion aus, sodass ...

... ganze (!) Zahlen als Koeffizienten vorkommen

... für jede Substanz ihre Geschwindigkeitsrate ( $d[X]/dt$ ) angegeben wird.

- $\text{Br}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr}$
- $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- $\text{A} + 2 \text{B} \rightarrow 3 \text{C} + 4 \text{D}$  (schon ausgeglichen!)

### Aufgabe: GW-05

Gegeben seien folgende Edukte. Gib an, wieviele (theoretische) Kollisionen es geben könnte zwischen den Edukten.

Es gilt die Annahme, dass die Reaktionsgeschwindigkeit  $v$  proportional zu den Anzahl der Kollisionen sei

Desweiteren gilt, dass alle Edukteilchen miteinander reagieren müssen

- $\text{A} + \text{B}$
- $\text{A}, \text{B}, \text{D}$
- $\text{F}, \text{G}, \text{X}, \text{Z}$
- $2\text{A} + \text{B}$
- $3\text{A} + 2\text{B}$

### Aufgabe: GW-06

Um welchen Faktor  $x$  steigt der Anteil der Moleküle, welche eine Energie von  $E_a$  aufweisen, bei einer Temperaturerhöhung um 10 Kelvin?

Diverse Hinweise:

- Der Zusammenhang zwischen der Temperatur und  $k$  (gesuchter Wert bei einer bestimmten Temperatur) ergibt sich mit folgender Arrhenius-Gleichung:
- $k = A \cdot e^{(-E_a/R \cdot T)}$
- A Konstante, charakteristisch für die jeweilige Reaktion
- $E_a$ , Aktivierungsenergie, 100 kJ/mol, typischer Wert für viele Reaktionen
- R: Gaskonstante, 8.314 J/(mol·K)

### Aufgabe: GW-10

Gegeben sei eine chemische Reaktion, die Edukte gehen also über zu den Produkten. Definiere hierfür die Gleichgewichtskonstante K.

### Aufgabe: GW-11

Welche drei Bereichswerte kann die Gleichgewichtskonstante  $K$  annehmen und wie können diese Bereiche interpretiert werden?

Es gelte: Edukte  $\rightleftharpoons$  Produkte

### Aufgabe: GW-12

Gegeben seien nachfolgende Reaktionen. Gleiche diese nötigenfalls aus und definiere für jede (ausgeglichene) Reaktion das Massenwirkungsgesetz.

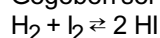
Hinweis 1: Vergiss die Einheiten nicht und kürze soweit wie möglich

Hinweis 2: Verwende für das Ausgleichen ganze Zahlen, keine Brüche

- $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Br}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr}$
- $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$
- $\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- $\text{A} + 2 \text{B} \rightleftharpoons 3 \text{C} + 4 \text{D}$  (schon ausgeglichen!)
- $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$
- $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$
- $\text{KClO}_3 \rightleftharpoons \text{KCl} + \text{O}_2$
- $\text{Zn} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$

### Aufgabe: GW-13

Gegeben sei das Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht:



Löse die folgenden Aufgaben. Die Angabe ' $t=0$ ' soll heissen, dass die Startsituation betrachtet wird, ' $t=\text{GW}$ ' dass das System sich nun im Gleichgewicht befindet. Ebenso sind die Angaben z.B. bei  $\text{H}_2$  als Konzentrationen (mol/l) zu verstehen.

Hinweis: bei d) soll zusätzlich  $K$  berechnet werden.

Hinweis: bei e) sei noch zusätzlich  $K=54.5$  gegeben.

		$\text{H}_2$	$\text{I}_2$	$\text{HI}$
a)	$t=0$	1.0	1.0	0
	$t=\text{GW}$	0.3	?	?
b)	$t=0$	2.0	1.0	0
	$t=\text{GW}$	1.5	?	?
c)	$t=0$	3.0	0	0
	$t=\text{GW}$	2	?	?
d)	$t=0$	9.32	8.05	0
	$t=\text{GW}$	?	?	13.5
e)	$t=0$	0	0	0.015
	$t=\text{GW}$	?	?	?

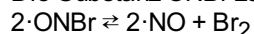
### Aufgabe: GW-14

Gegeben sei folgende Reaktion, alle Substanzen seien gasförmig:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$

Welche Stoffmenge  $\text{H}_2$  wird gebildet, wenn mit 20 mol  $\text{CO}$ , 30 mol  $\text{H}_2\text{O}$  sowie 3 mol  $\text{CO}_2$  gestartet wird.  $K$  betrage 4.05

### Aufgabe: GW-15

Die Substanz  $\text{ONBr}$  zerfällt bei 500 °C folgendermassen:



Angenommen, dass nur 9 Prozent des ONBr zerfallen. Wie gross ist K, wenn nur mit 1.0 mol ONBr begonnen wird?

#### Aufgabe: GW-16

Formuliere das MWG (inklusive Einheiten) für die Bildung von a) Wasser sowie b)  $\text{NH}_3$  aus den Elementen.

#### Aufgabe: GW-17

Folgende allgemein formulierte Gleichung sei gegeben. Formuliere die Gleichgewichtskonstante K.

$1 \cdot A + 2 \cdot B \rightleftharpoons 3 \cdot C + 4 \cdot D$  Zum Zeitpunkt betrage die Konzentration:  $c(A)=a$ ,  $c(B)=b$ ,  $c(C)=c$ ,  $c(D)=d$  Formuliere die Gleichgewichtskonstante K für den Fall, dass das Gleichgewicht ...

a) ... nach rechts verschoben wird.

b) ... nach links verschoben wird.

Hinweis: nimm an, dass die Veränderung zum Gleichgewicht von A x sei.

#### Aufgabe: GW-20

Wie lässt sich das chemische Gleichgewicht durch die Temperatur beeinflussen?

#### Aufgabe: GW-21

Gegeben sei folgende Reaktion. Beurteile ob die Reaktion zum Produkt hin endotherm oder exotherm wäre. Nimm an, dass bloss der Bindungsbruch zwischen den Stickstoffatomen in Betracht gezogen werden müsste.

Reaktion:  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}_2$

#### Aufgabe: GW-22

Gegeben seien folgende Reaktionen. Wie lässt sich das Gleichgewicht bei einer Temperaturerhöhung ( $T \uparrow$ ) respektive bei Temperatursenkung ( $T \downarrow$ ) beeinflussen, wenn jeweils angegeben ist, ob die Reaktion endotherm oder exotherm ist.

- a)  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}_2(\text{g})$  endotherme Reaktion
- b)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \cdot \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NH}_3(\text{g})$  exotherme Reaktion
- c)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  endotherme Reaktion
- d)  $2 \cdot \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{SO}_3(\text{g})$  exotherme Reaktion
- e)  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  endotherme Reaktion
- f)  $\text{CO}(\text{g}) + 2 \cdot \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  exotherme Reaktion
- g)  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$  endotherme Reaktion
- h)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$  exotherme Reaktion
- i)  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3 \cdot \text{H}_2(\text{g})$  endotherme Reaktion
- j)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{HCl}(\text{g})$  exotherme Reaktion
- k)  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}(\text{g})$  endotherme Reaktion
- l)  $2 \cdot \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}_2(\text{g})$  exotherme Reaktion

#### Aufgabe: GW-25

Rund um die Beeinflussung des chemischen GW durch den Druck.

- a) Damit das chemische Gleichgewicht durch den Druck beeinflusst werden kann, muss eine grundlegende Eigenschaft der Edukte sowie Produkte vorliegen. Welche ? Und weshalb ?
- b) Wie verändert sich das GW bei einer Druckerhöhung ?
- c) Wie verändert sich das GW bei einer Druckerniedrigung ?

#### Aufgabe: GW-26

Gegeben seien jeweils folgende Reaktionen inklusive Hinweise auf den Aggregatzustand. Wie verändert sich das Gleichgewicht bei ... Erhöhung des Drucks ( $p \uparrow$ ), Senken des Druckes ( $p \downarrow$ )

- a)  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}_2(\text{g})$
- b)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \cdot \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NH}_3(\text{g})$
- c)  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NO}(\text{g})$
- d)  $2 \cdot \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{SO}_3(\text{g})$

- e)  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- f)  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
- g)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- h)  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3 \cdot \text{H}_2(\text{g})$
- i)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{HI}(\text{g})$
- j)  $\text{CO}(\text{g}) + 2 \cdot \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$
- k)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$
- l)  $2 \cdot \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s})$
- m)  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + 3 \cdot \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l})$
- n)  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \cdot \text{NaHCO}_3(\text{s})$
- o)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- p)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- q)  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- r)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

#### Aufgabe: GW-30

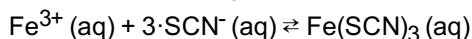
Rund um die Beeinflussung des chemischen GW durch die Veränderung der Konzentration.

- a) Wie kann die Gleichgewichtskonstante K durch eine Veränderung der Konzentration der Edukte resp. Produkte beeinflusst werden? Annahme: p und T bleiben konstant.
- b) Angenommen, die Eduktkonzentration wird (im Gleichgewicht) Edukt(e) erhöht. Was passiert?
- c) Angenommen, bei einer Reaktion wird ein Teil (oder komplett) des Produktes entfernt. Was passiert?

#### Aufgabe: GW-31

Gegeben sei nachfolgende Reaktion. Wie verändert sich die das Gleichgewicht resp. die Farbe der Lösung bei

a) Zugabe von  $\text{FeCl}_3$  sowie b) Zugabe von KSCN



$\text{Fe}^{3+}$  gelbliche Farbe,  $\text{SCN}^-$  farblos,  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  tiefrot