

Chemische Vielfalt – unter einem Begriff zusammengefasst

Stoffumsatz und chemisches Potenzial



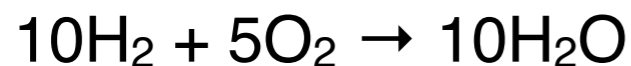
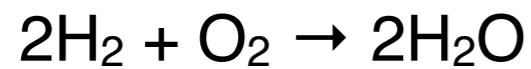
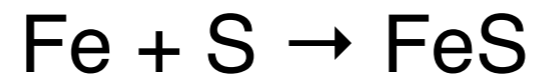
www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de

1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen

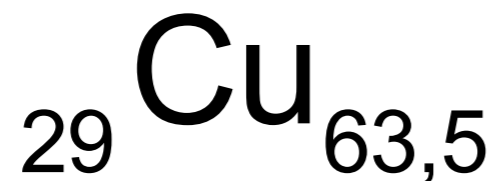
$6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen: 1 mol

1 Teilchen: $\frac{1}{6,022 \cdot 10^{23}} \text{ mol} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ mol}$

Elementarmenge = $1,66 \cdot 10^{-24} \text{ mol}$.



$$n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 1 : 2$$



$$m/n = 63,5 \text{ g/mol}$$

1 mol Kupfer wiegt 63,5 g

kontinuierliche Reaktion (Ölzentralheizung)

$$I_n = \frac{n}{t} \quad \text{Maßeinheit ist mol/s}$$

Aufgaben

1. Welche Masse hat 1 mol der folgenden Stoffe?

H_2O (Wasser)

O_2 (Sauerstoff)

CO_2 (Kohlenstoffdioxid)

Ag_2S (Silbersulfid)

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (Bleinitrat)

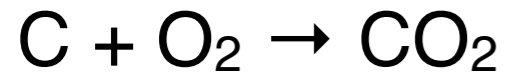
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (Rohrzucker)

2. Wie viel mol Zucker enthalten 100 g Bonbons? (Bonbons bestehen zu praktisch 100 % aus Rohrzucker.)

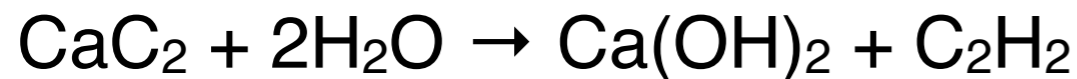
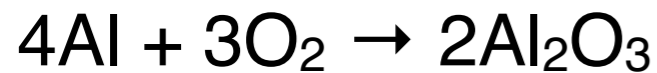
3. Wie groß ist die Stoffmenge von 1 l Wasser?

4. Eine Gasflasche enthält 12 kg Propan (C_3H_8). Wie viel mol sind das?

1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen

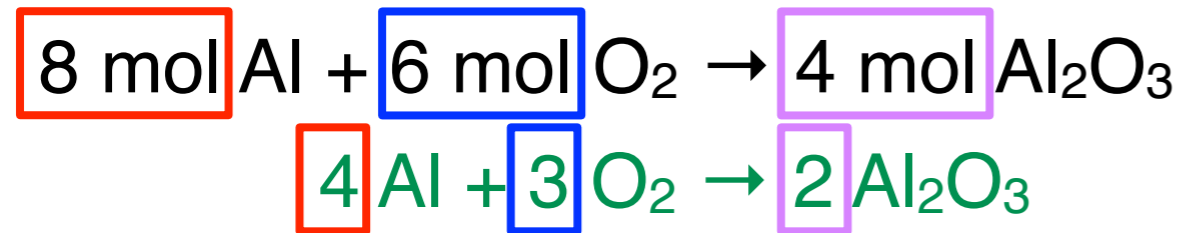


Umsatz 5 mal so groß

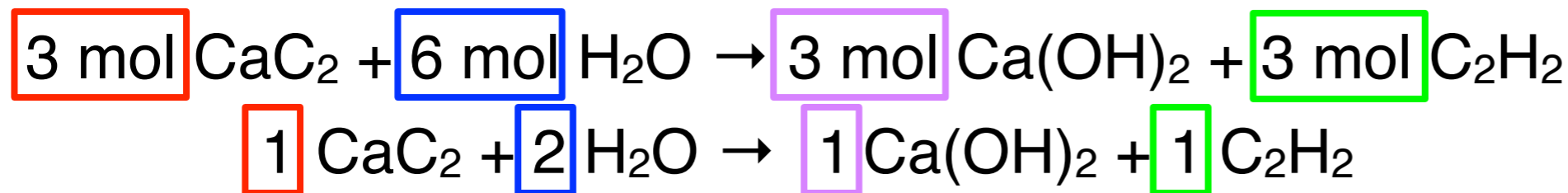


welcher Umsatz ist größer?

welcher Umsatz ist größer?



$$\frac{8 \text{ mol}}{4} = \frac{6 \text{ mol}}{3} = \frac{4 \text{ mol}}{2} = 2 \text{ mol}$$



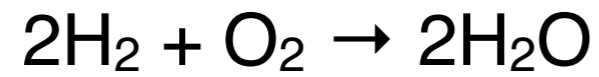
3 mol

$$n(R) = \frac{\text{umgesetzte Menge von X}}{\text{Zahl vor X in Normalform}}$$

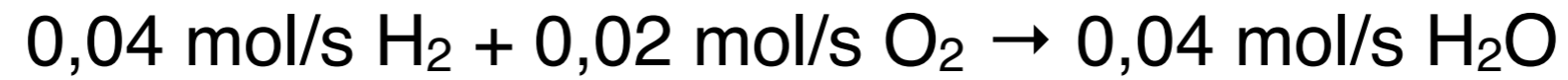
$$I_{n(R)} = \frac{n(R)}{t}$$

Umsatzrate: Maßeinheit mol/s

$$I_{n(R)} = \frac{n(R)}{t}$$

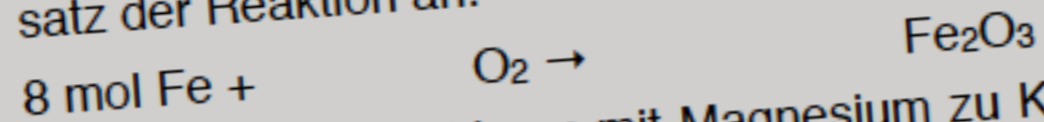


$$I_{n(R)} = 0,02 \text{ mol/s.}$$

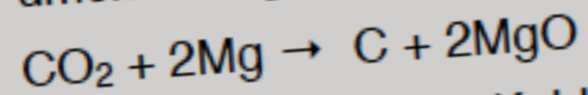


Aufgaben

1. Vervollständige die folgende Reaktionsgleichung, und gib den Umsatz der Reaktion an:



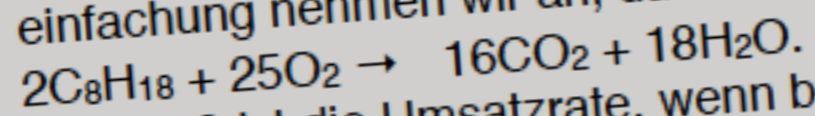
2. Kohlenstoffdioxid kann mit Magnesium zu Kohlenstoff und Magnesiumoxid reagieren:



- Es entstehen 4 g Kohlenstoff. Schreibe die Reaktionsgleichung mit den zugehörigen Stoffmengenangaben auf.
- Wie viel Gramm Kohlenstoffdioxid und wie viel Gramm Magnesium reagieren miteinander?
- Wie viel CO_2 -Moleküle verschwinden?
- Wie groß ist der Umsatz der Reaktion?

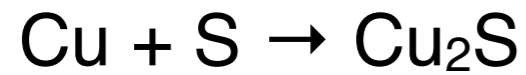
3. In einer Methanflamme entstehen pro Sekunde 0,1 mol Wasser. Wie groß ist die Umsatzrate?

4. In den Zylindern eines Automotors wird Benzin verbrannt. Zur Vereinfachung nehmen wir an, das Benzin bestehe aus reinem Oktan:

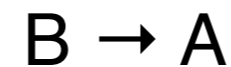
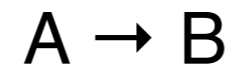
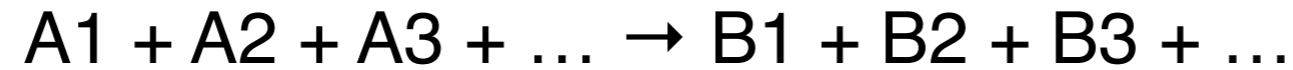


Wie groß ist die Umsatzrate, wenn beim Durchfahren einer Strecke von 100 km 10 l Wasser entstehen und das Auto mit 50 km/h gefahren wird?

1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen



Reaktionsbilanz?



$$\mu(A) > \mu(B)$$

A verschwindet und B entsteht

$$\mu(A) < \mu(B)$$

B verschwindet und A entsteht

$$\mu(A) = \mu(B)$$

chemisches Gleichgewicht

Eine Reaktion läuft von selbst vom hohen zum niedrigen chemischen Potential.

Eine Reaktion läuft von selbst vom hohen zum niedrigen chemischen Potential.

Name	Abkürzung	Einheit	Abkürzung
chemisches Potenzial	μ	Gibbs	G

$\mu(A) - \mu(B)$ heißt chemische Spannung

$$\mu(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = -174,89 \text{ kG}$$

$$\mu(\text{OH}_2) = -237,18 \text{ kG}$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots \quad \mu(A) = \mu(A_1) + \mu(A_2) + \mu(A_3) + \dots$$

$$A = A1 + A2 + A3 + \dots$$

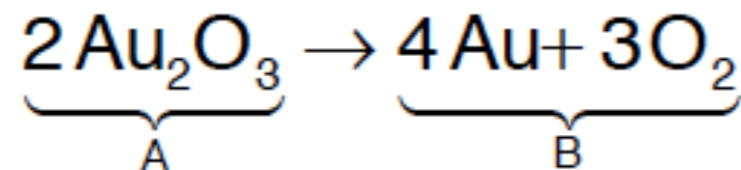
$$\mu(A) = \mu(A1) + \mu(A2) + \mu(A3) + \dots$$



$$\begin{aligned}\mu(A) &= \mu(\text{CH}_4) + 2 \mu(\text{O}_2) \\ &= -50,81 \text{ kG} + 2 \cdot 0 \text{ kG} \\ &= -50,81 \text{ kG}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu(B) &= \mu(\text{CO}_2) + 2 \mu(\text{H}_2\text{O}) \\ &= -394,36 \text{ kG} + 2(-237,18) \text{ kG} \\ &= -868,72 \text{ kG}\end{aligned}$$

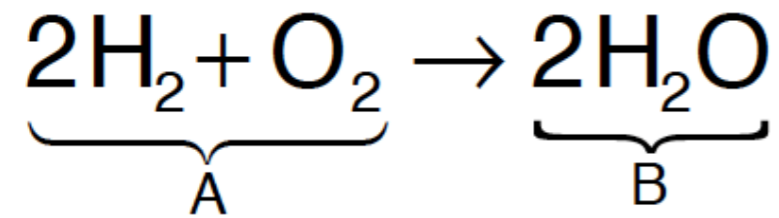
Gold oxidiert nicht



$$\begin{aligned}\mu(A) &= 2\mu(\text{Au}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 163,30 \text{ kG} \\ &= 326,60 \text{ kG}\end{aligned}$$

$$\mu(B) = 4 \mu(\text{Au}) + 3 \mu(\text{O}_2) = 0 \text{ kG}$$

$$\mu(A) - \mu(B) = 326,60 \text{ kG}$$

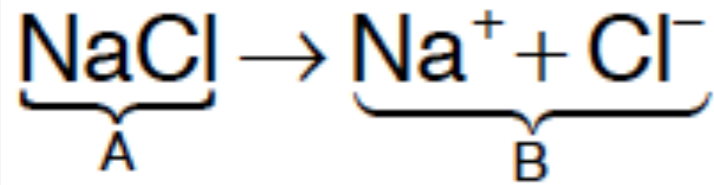


Knallgasreaktion

$$\mu(A) = 2\mu(\text{H}_2) + \mu(\text{O}_2) = 0 \text{ kG}$$

$$\begin{aligned}\mu(B) &= 2 \mu(\text{H}_2\text{O}) = 2(-237,18) \text{ kG} \\ &= -474,36 \text{ kG}\end{aligned}$$

$$\mu(A) - \mu(B) = 474,36 \text{ kG}$$



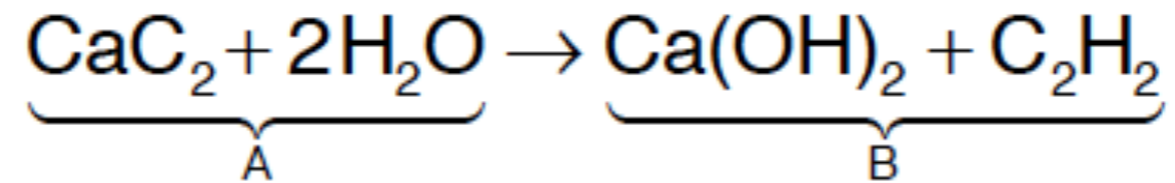
$$\mu(A) = \mu(\text{NaCl}) = -384,04 \text{ kG}$$

$$\mu(B) = \mu(\text{Na}^+) + \mu(\text{Cl}^-)$$

$$= -261,89 \text{ kG} + (-131,26 \text{ kG})$$

$$= -393,15 \text{ kG}$$

$$\mu(A) - \mu(B) = 9,11 \text{ kG}$$



$$\begin{aligned}\mu(A) &= \mu(\text{CaC}_2) + 2 \mu(\text{H}_2\text{O}) \\ &= -67,78 \text{ kG} + 2(-237,18) \text{ kG} \\ &= -542,14 \text{ kG}\end{aligned}$$

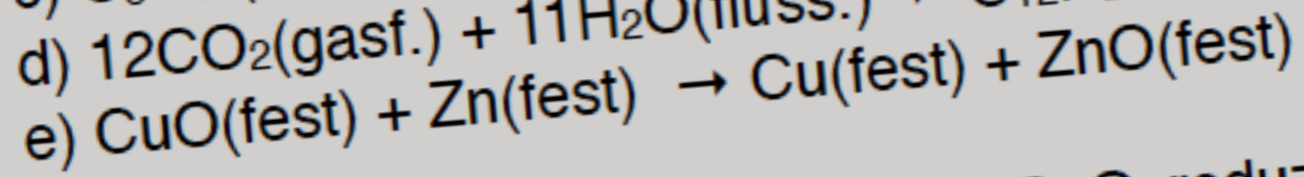
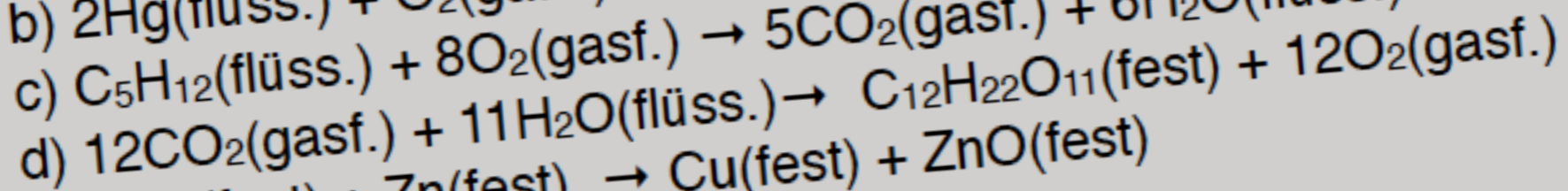
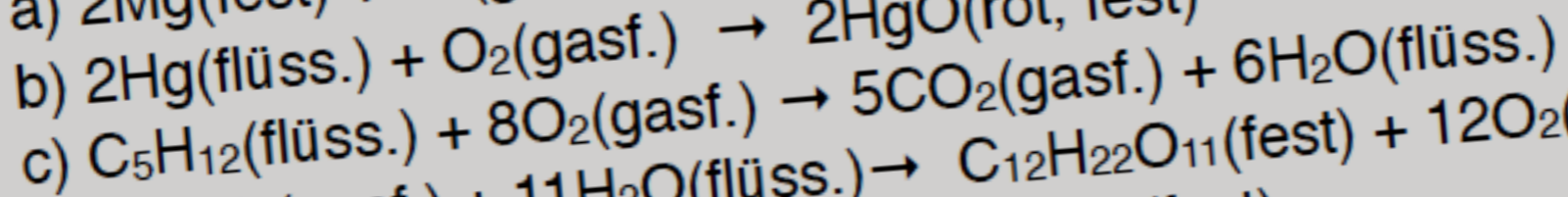
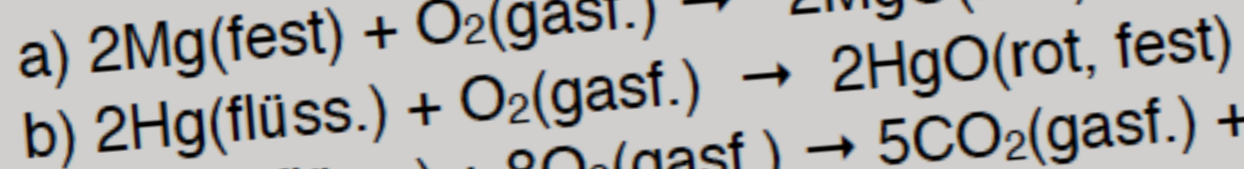
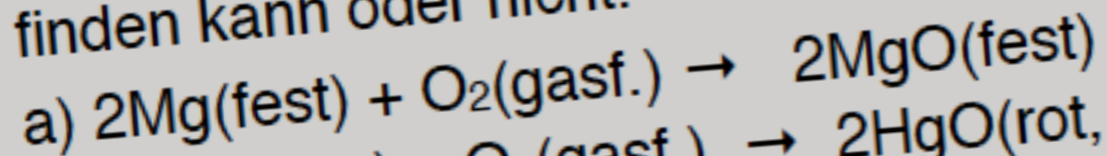
$$\begin{aligned}\mu(B) &= \mu(\text{Ca(OH)}_2) + \mu(\text{C}_2\text{H}_2) \\ &= -896,76 \text{ kG} + 209,20 \text{ kG} \\ &= -687,56 \text{ kG}\end{aligned}$$

$$\mu(A) - \mu(B) = 145,42 \text{ kG}$$

Die Herstellung von Stoffen mit hohem chemischen Potential aus Stoffen mit niedrigem chemischen Potential

Aufgaben

1. Bestimme die chemische Spannung für die folgenden Reaktionen und gib an, ob die jeweilige Reaktion (unter Normalbedingungen) stattfinden kann oder nicht.

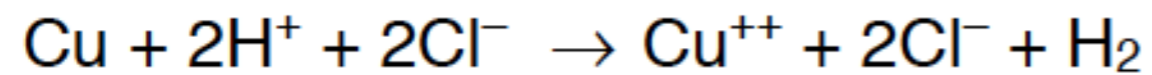
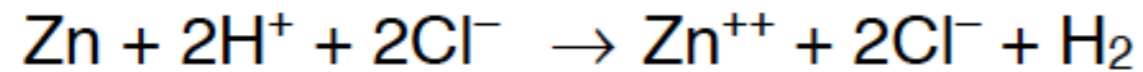
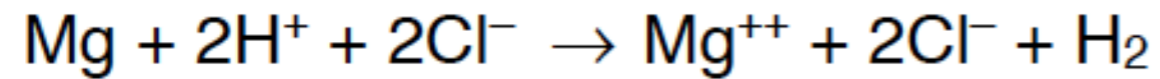


2. Gib Reaktionen an, bei denen CuO reduziert wird. Berechne die chemischen Spannungen.

3. Von welchen der folgenden Stoffe lässt sich eine einmolare Lösung in Wasser herstellen?

I_2 , KOH , NH_4Cl , NH_3 , AgCl .

1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen



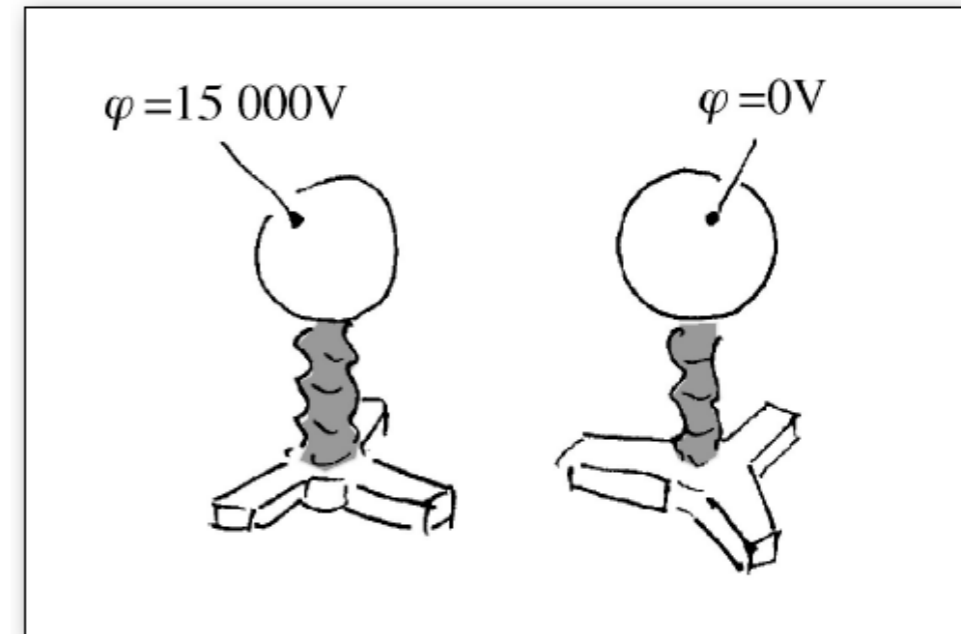
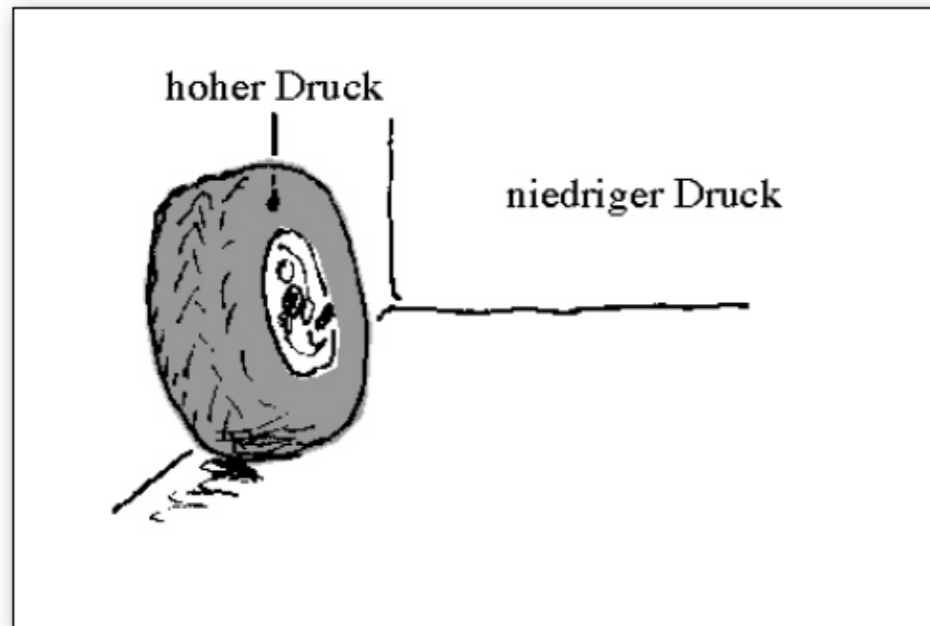
$$\mu(\text{A}) - \mu(\text{B}) = 456,01 \text{ kG}$$

$$\mu(\text{A}) - \mu(\text{B}) = 147,03 \text{ kG}$$

$$\mu(\text{A}) - \mu(\text{B}) = -65,52 \text{ kG}$$

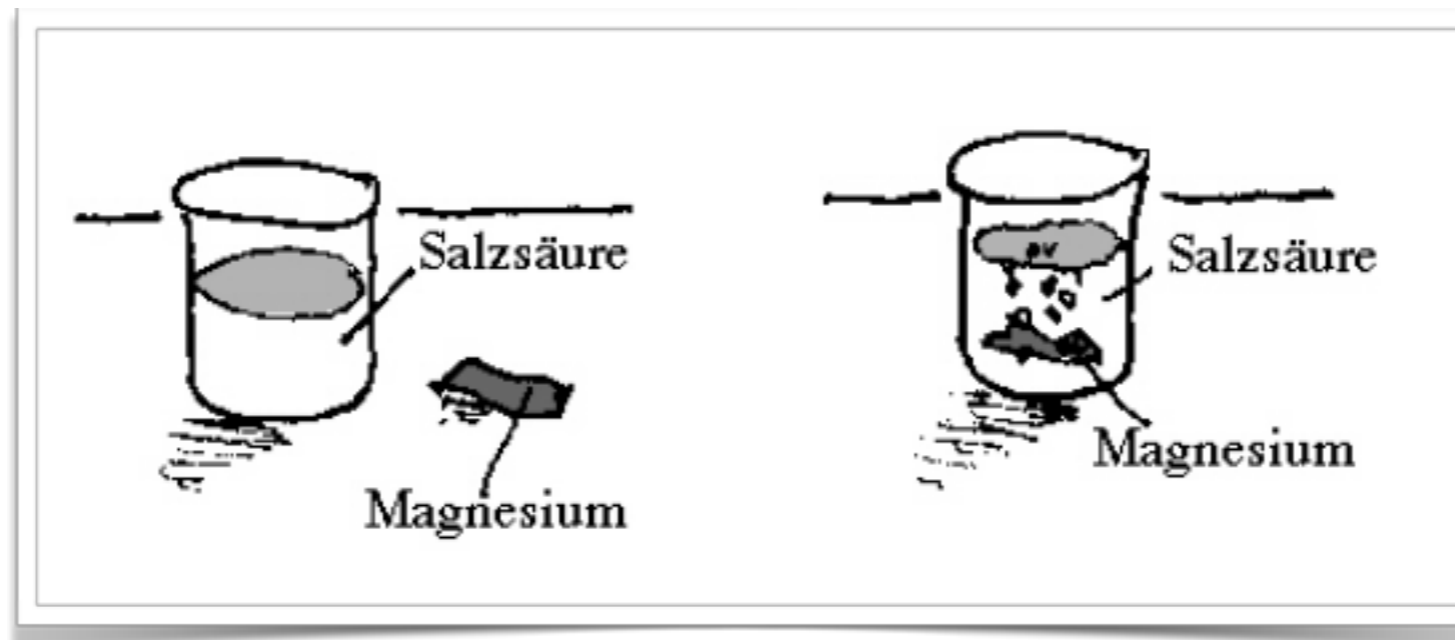
Die Umsatzrate ist umso größer, je größer die chemische Spannung ist.

1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen



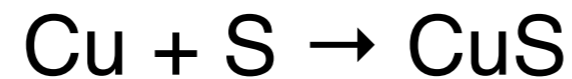
Je größer der Reaktionswiderstand einer Reaktion, desto kleiner die Umsatzrate.

Je größer der Reaktionswiderstand einer Reaktion, desto kleiner die Umsatzrate.



Vermischen vermindert den Reaktionswiderstand.

Vermischen vermindert den Reaktionswiderstand.



Erhöhung der Temperatur vermindert den Reaktionswiderstand.

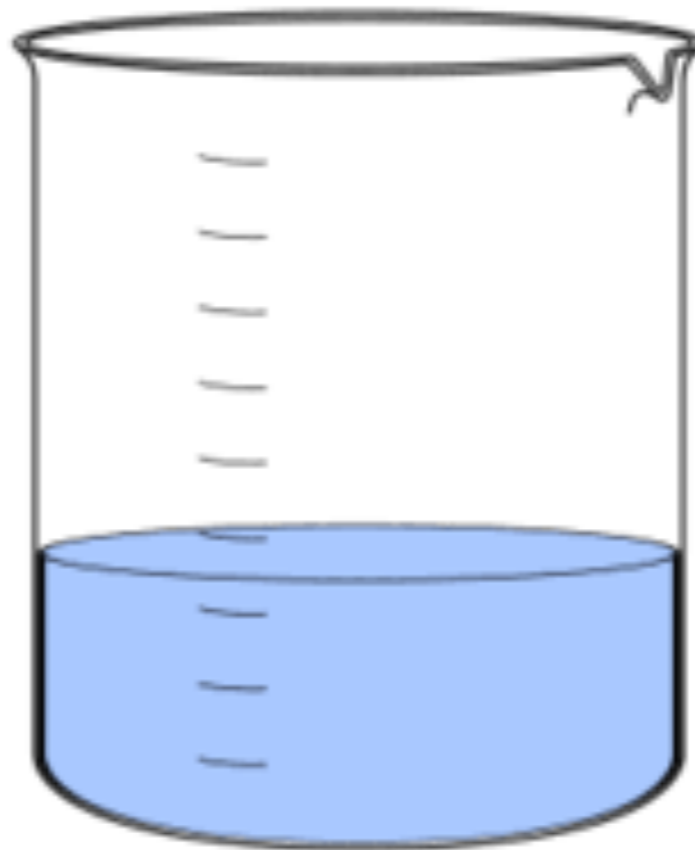
Vermischen vermindert den Reaktionswiderstand.

Erhöhung der Temperatur vermindert den Reaktionswiderstand.



Vermischen vermindert den Reaktionswiderstand.

Erhöhung der Temperatur vermindert den Reaktionswiderstand.

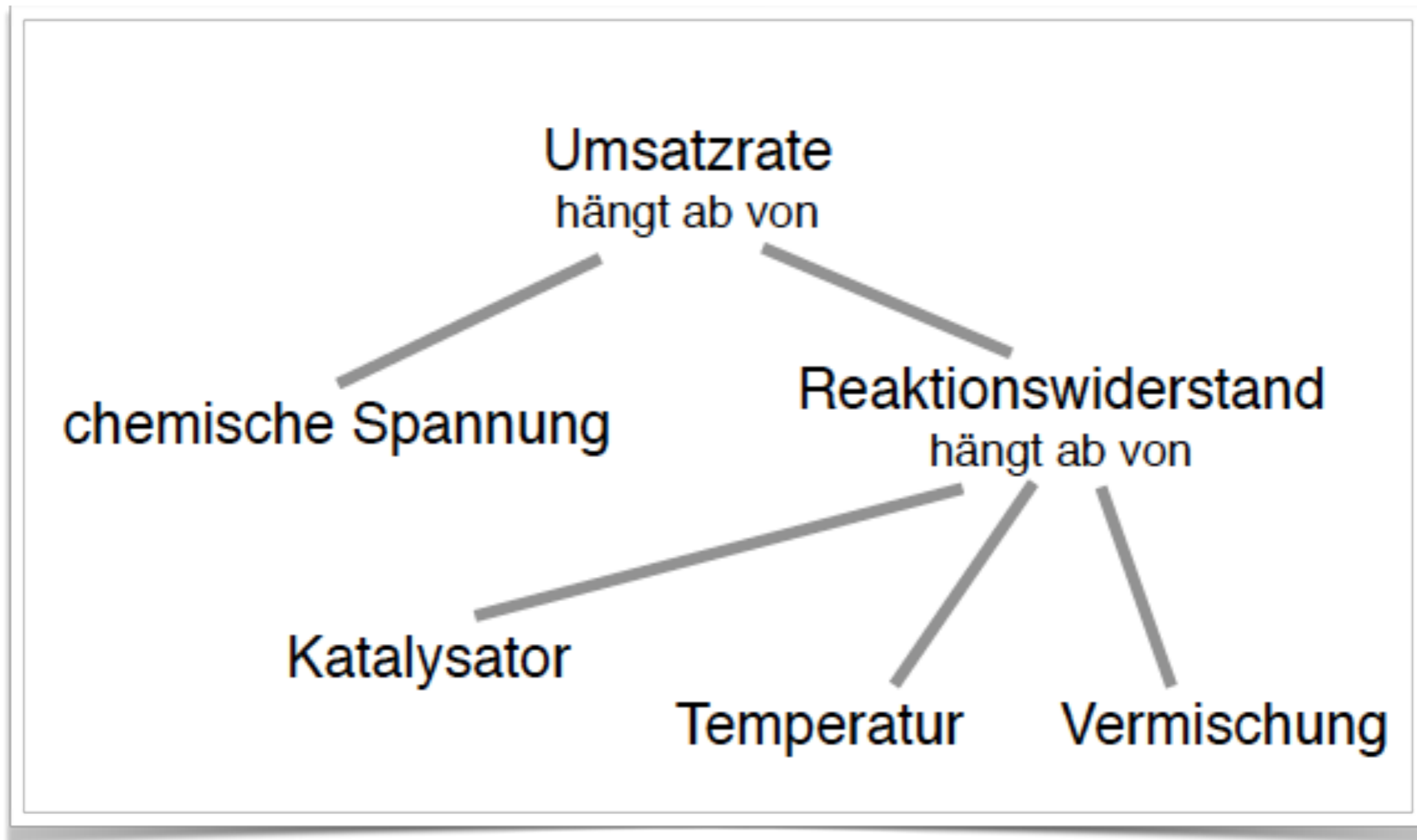


Ein Katalysator vermindert den Reaktionswiderstand.

Vermischen vermindert den Reaktionswiderstand.

Erhöhung der Temperatur vermindert den Reaktionswiderstand.

Ein Katalysator vermindert den Reaktionswiderstand.



1. Stoffmenge und Stoffstromstärke
2. Umsatz und Umsatzrate
3. Das chemische Potenzial
4. Chemisches Potenzial und Umsatzrate
5. Der Reaktionswiderstand
6. Reaktionspumpen
7. Umsatzrate und Energiestrom
8. Die Umkehrung der Reaktionspumpe
9. Entropieerzeugung bei chemischen Reaktionen
10. Die Entropiebilanz chemischer Reaktionen