

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	1
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Teilchenmasse

(Atom-, Molekül-, Ionenmasse)

- Gib die Atommasse in u für folgende Atome an: Li, S, Au.
Verwende dazu das Periodensystem der Elemente.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	1
--	--	---------	---------------	----------

Die Masse eines Teilchens (Atom, Molekül, Ion) kann in der Einheit Gramm g oder in der **atomaren Masseneinheit u** angegeben werden.

Ein u ist definiert als 1/12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms ¹²C.

$$1u = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$1g = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

$m_a(\text{Li}) = 7 \text{ u}, m_a(\text{S}) = 32 \text{ u}, m_a(\text{Au}) = 197 \text{ u}$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	2
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Stoffmenge n [mol]

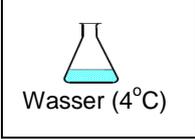
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	2
--	---	---------	---------------	----------

Angabe der Quantität einer Stoffportion durch:

Masse m, Volumen V, Teilchenanzahl N, Stoffmenge n

$V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ l}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 55,5 \text{ mol}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ g}$ $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,34 \cdot 10^{25}$
(Teilchen)



Wasser (4°C)

Die **Stoffmenge n** ist der **Teilchenanzahl N** proportional.

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

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	3
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Zusammenhang zwischen Umrechnungsgrößen

- Formuliere die Größengleichungen, bei denen die Molaren Größen beteiligt sind

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	3
--	--	---------	---------------	----------

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = c \cdot V$$

$$N = \frac{m}{m_a}$$

n Stoffmenge [mol]
m Masse [g]
m_a Atomare Masse
M Molare Masse [^g/mol]
V Volumen [l]
V_m Molares Volumen (Gase: 22,4 l/mol)
N Teilchenanzahl
N_A Avogadrokonstante ($6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
c Konzentration [^{mol}/l]

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	4
-----------------------------------	--	---------	----------------	----------

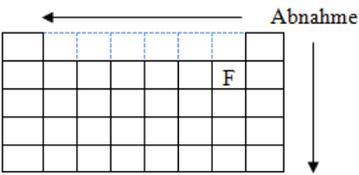
Elektronegativität EN

- Definiere den Begriff „Elektronegativität“!
- Nenne das elektronegativste Element und begründe diese hohe Elektronegativität auf atomarer Ebene.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	4
-----------------------------------	---	---------	----------------	----------

Elektronegativität

- Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen anzuziehen
- Die Atombindung ist umso polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz Δ EN ist.
- Die EN hängt von der Kernladung und der Größe der Atome ab:

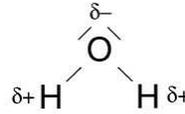


Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	5
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

Polare Elektronenpaarbindung

- Erläutere Entstehung und Eigenschaften polarer Elektronenpaarbindungen!

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	5
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	



Polare Atombindungen entstehen dann, wenn eines der beteiligten Atome elektronegativer ist als das andere ($\Delta EN \neq 0$).

Das elektronegativeres Atom „zieht“ das bindende Elektronenpaar näher zu sich.

Das elektronegativeres Atom erhält dadurch eine negative Teilladung (Symbol δ^-), das andere Atom erhält eine positive Teilladung (Symbol δ^+).

(Teilladung = Partialladung)

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	6
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

Zwischenmolekulare Kräfte

- Nenne und beschreibe wichtige Arten zwischenmolekularer Kräfte!

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	6
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

Van-der-Waals-Kräfte	Schwache Anziehungskräfte zwischen unpolaren Molekülen
Dipol-Dipol-Kräfte	Anziehungskräfte zwischen Dipol-Molekülen. Die negativen und positiven Molekülpole richten sich zueinander aus.
Wasserstoffbrücken	Besonders starke Dipol-Dipol-Kräfte. Zwischen Molekülen, bei denen ein Wasserstoffatom an ein besonders elektronegatives Atom (N, O, F) gebunden ist. Beispiel Wasser:
Ion-Dipol-Kräfte	Zwischen Ionen und Dipol-Molekülen. Spielen eine Rolle beim Lösen von Salz in Wasser.

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	7
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

Zwischenmolekulare Kräfte Löslichkeit und Siedetemperatur

- Ein lateinischer Merksatz lautet: „*Similia similibus solvuntur*“. Übersetze und erkläre diesen Satz.
- Erkläre, wovon die Siedetemperatur (Schmelztemperatur) eines Reinstoffes abhängt.

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	7
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

- „*Similia similibus solvuntur*“: „Gleiches wird von Gleichem gelöst“
Polare Stoffe (Stoffe bestehend aus Dipol-Molekülen bzw. Stoffe aus Ionen) lösen sich in polaren Stoffen.
Unpolare Stoffe (Stoffe bestehend aus Nicht-Dipol-Molekülen) lösen sich in unpolaren Stoffen.
- Die Siedetemperatur (Schmelztemperatur) eines Stoffes ist umso höher, je stärker die zwischenmolekularen Kräfte sind. Denn beim Siedevorgang (Schmelzvorgang) müssen die Kräfte zwischen den Molekülen überwunden werden.

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	8
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

Molekül-Ionen

- Formuliere die Formeln folgender Molekül-Ionen: Carbonat-Ion, Sulfat-Ion, Sulfit-Ion, Nitrat-Ion, Phosphat-Ion, Ammonium-Ion
- Ergänze folgende Tabelle:

Name	Summenformel	Enthaltene Ionen
Calciumcarbonat (Kalk)		
	Na ₂ SO ₄	
Aluminiumphosphat		Al ³⁺ / SO ₃ ²⁻
		Ba ²⁺ / NO ₃ ⁻

Stoff - Teilchen	Donator - Akzeptor	Energie	9 NTG	8
Gleichgewicht	Struktur - Eigenschaften		10 SG	

- Wichtige Molekül-Ionen

Carbonat-Ion	Sulfat-Ion	Sulfit-Ion
CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻
Phosphat-Ion	Nitrat-Ion	Ammonium-Ion
PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺

- Salze mit Molekül-Ionen

Name	Summenformel	Enthaltene Ionen
Calciumcarbonat (Kalk)	CaCO ₃	Ca ²⁺ / CO ₃ ²⁻
Natriumsulfat	Na ₂ SO ₄	Na ⁺ / SO ₄ ²⁻
Aluminiumsulfit	Al ₂ (SO ₃) ₃	Al ³⁺ / SO ₃ ²⁻
Aluminiumphosphat	AlPO ₄	Al ³⁺ / PO ₄ ³⁻
Bariumnitrat	Ba(NO ₃) ₂	Ba ²⁺ / NO ₃ ⁻

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	9
-----------------------------------	--	---------	----------------	----------

Säure - saure Lösung

neutrale Lösung

Base – basische Lösung

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	9
--	---	---------	----------------	----------

Brönsted-Säure: Protonendonator

Saure Lösungen enthalten mehr **Oxonium-** als Hydroxidionen:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) > n(\text{OH}^-)$$

Neutrale Lösungen enthalten gleich viel Teilchen beider Ionensorten:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$$

Brönsted-Base: Protonenakzeptor

Alkalische Lösungen enthalten mehr **Hydroxid-** als Oxoniumionen:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) < n(\text{OH}^-)$$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	10
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Wichtige Säuren

- Ergänze die fehlenden Summenformeln, Namen und Begriffe in den freien Feldern.

HNO ₃		NO ₃ ⁻	
	Hydrogenchlorid		
			Sulfat-Ion
H ₂ CO ₃			
	Dihydrogenphosphat		

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	10
--	---	---------	----------------	-----------

Säure		Säure-Anion	
“Salzsäure” ⇒ in Urinsteinferner, Magensäure	HCl (aq)	Chlorid	Cl ⁻
Salpetersäure ⇒ in Dünger, Salze	HNO ₃	Nitrat	NO ₃ ⁻
Schwefelsäure ⇒ in Autobatterien; im sauren Regen	H ₂ SO ₄	Sulfat	SO ₄ ²⁻
Kohlensäure ⇒ in Erfrischungsgetränken	H ₂ CO ₃	Carbonat	CO ₃ ²⁻
Phosphorsäure ⇒ in geringen Mengen in Cola enthalten	H ₃ PO ₄	Phosphat	PO ₄ ³⁻

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	11
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Wichtige Basen

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	11
--	---	---------	----------------	-----------

Natriumhydroxid NaOH ⇒ Lsg.: Natronlauge
(in Rohrreiner, für Laugengebäck)

Kaliumhydroxid KOH ⇒ Lsg.: Kalilauge
(zum Abbeizen)

Calciumhydroxid Ca(OH)₂ ⇒ Lsg.: Kalkwasser
(CO₂-Nachweis, Kalkmörtel)

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	12
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Ampholyte

- Definiere den Begriff „Ampholyt“.
- Beschreibe die Besonderheit im Molekülbau eines Ampholyten.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	12
--	--	---------	----------------	-----------

- Ampholyte sind in der Lage, sowohl als Protonendonator, wie auch als Protonenakzeptor zu reagieren (je nach Reaktionspartner)
- Ampholyt-Moleküle besitzen
 - Mindestens ein freies Elektronenpaar
 - Mindestens ein polar gebundenes Wasserstoffatom

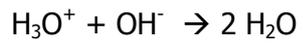
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	13
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Neutralisation

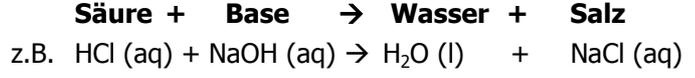
- Formuliere die Neutralisationsgleichung von Salzsäure mit Natronlauge

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	13
--	---	---------	----------------	-----------

Protonenübergang von Oxonium-Ionen auf Hydroxid-Ionen unter Wasserbildung:



Bei der Reaktion äquivalenter Mengen einer starken Säure mit einer starken Base bildet sich eine neutrale Lösung (pH=7).



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	14
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Säure-Base-Titration

- Erkläre den Zweck von Neutralisationstitrations.
- Erkläre unter Mitverwendung einer Skizze die experimentelle Durchführung einer Neutralisations-Titration.

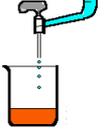
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	14
--	---	---------	----------------	-----------

Quantitatives Verfahren zur Bestimmung einer unbekanntenen Konzentration eines **gelösten Stoffes** (z.B. Säure) durch schrittweise Zugabe einer Lösung bekannter Konzentration (**Titer-Lösung**, z.B. Lauge) bis zum **Äquivalenzpunkt (ÄP)** (zu erkennen an der Änderung der Indikatorfarbe).

Am ÄP gilt für die Titration von Säuren und Basen:

$$n(\text{Säure}) = n(\text{Base})$$

$$n = c \cdot V$$



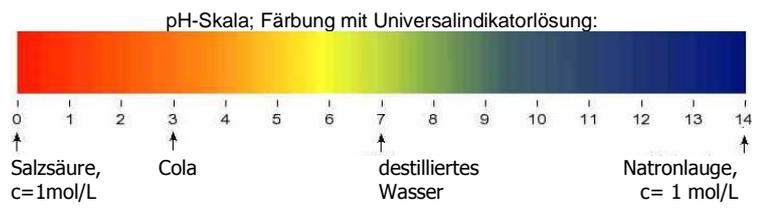
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	15
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

pH-Wert

- Erläutere die Aussagekraft der pH-Skala.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	15
--	---	---------	----------------	-----------

Ein Maß für die Oxoniumionen-Konzentration ist der **pH-Wert**:



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	16
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Oxidation und Reduktion

- Erkläre am Beispiel $\text{Al} / \text{Al}^{3+}$, was man unter einer Oxidation versteht.
- Erkläre am Beispiel $\text{O}_2 / \text{O}^{2-}$, was man unter einer Reduktion versteht.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	16
-----------------------------------	---	---------	----------------	-----------

Oxidation: Abgabe von Elektronen (Oxidationszahl steigt)
z.B. $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$

Reduktion: Aufnahme von Elektronen (Oxidationszahl sinkt)
z.B. $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{2-}$

Oxidationsmittel:
nimmt Elektronen auf und wird dabei selbst reduziert

Reduktionsmittel:
gibt Elektronen ab und wird dabei selbst oxidiert

Oxidationszahlen

- Nenne den Zweck von Oxidationszahlen.
- Führe die wichtigsten Regeln für das Ermitteln und Formulieren von Oxidationszahlen auf.

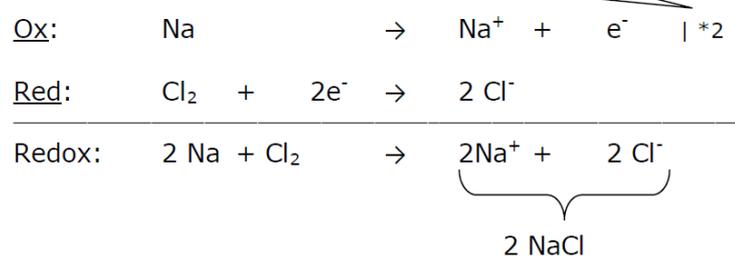
- Oxidationszahlen (OZ) sind ein Hilfsmittel für das Aufstellen komplexer Redoxreaktionen
- OZ wird in römischen Ziffern über dem jeweiligen Elementsymbol angegeben.

	Oxidationszahl	Beispiel		
Elementare Stoffe	0	0	0	0
		H ₂	Fe	S
Einatomige Ionen	Entspricht der Ionenladung	+II	-I	+I
		Fe ²⁺	Cl ⁻	Na ⁺
Wasserstoff in Verbindungen	+I	+I	+I	+I
		H ₂ O	HCl	NH ₃
Sauerstoff in Verbindungen	-II (Ausnahme z. B. H ₂ O ₂ : -I)	-II	-II	-II
		H ₂ O	SO ₂	NO ₂
Moleküle	Die Summe der Oxidationszahlen ergibt Null	-II + I	+IV	-II
		NH ₃	SO ₂	
Molekül-Ionen	Die Summe der Oxidationszahlen entspricht der Ionenladung	+VII -II	+VI -II	
		MnO ₄ ⁻	Cr ₂ O ₇ ²⁻	

Redoxreaktionen Teilgleichung/ Gesamtgleichung

- Formuliere die Teilgleichung und die Gesamtgleichung für die Reaktion von Natrium mit Chlor.

Gleiche Anzahl aufgenommener und abgegebener Elektronen herstellen



Elektrolyse Batterie (galvanische Zelle)

- Beschreibe an einem selbstgewählten Beispiel den Unterschied zwischen einer Elektrolyse und einem galvanischen Element.

Elektrolyse:
Redox-Reaktion wird durch Zufuhr von elektrischer Energie erzwungen

Galvanisches Element:
Redox-Reaktion setzt elektrische Energie frei

Elektrolyse	Galvanische Zelle
ZnI ₂ → Zn + I ₂ ΔE _i > 0 erzwungen	Zn + I ₂ → ZnI ₂ ΔE _i < 0 freiwillig

Donator-Akzeptor-Reaktion

- **Protolyse-Reaktion**
- **Redox-Reaktion**

- Vergleiche Redoxreaktionen mit Protolysereaktionen und nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

Fast alle chemischen Reaktionen können als Donator-Akzeptor-Reaktionen beschrieben werden.

- Protolyse-Reaktion:** Protonen werden übertragen
- Redox-Reaktion:** Elektronen werden übertragen

	Donator	Akzeptor
Protolyse-Reaktion	Brönsted-Säure	Brönsted-Base
Redox-Reaktion	Reduktionsmittel	Oxidationsmittel