

Thema: Salze + Metalle, Aufgaben und Antworten

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [salze-01](#) : Definition
- Ab [salze-10](#) : Stabile Ionen bilden
- Ab [salze-20](#) : Aus Ionen Salze bilden
- Ab [salze-30](#) : Namensgebung
- Ab [salze-40](#) : Zeichnen ... Carbonat etc.
- Ab [salze-50](#) : Eigenschaften
- Ab [salze-60](#) : Hydrathülle
- Ab [salze-70](#) : Löslichkeitsprodukt
- Ab [salze-80](#) : Metalle, Elektrolyse

Aufgabe: Salze-01

Was ist überhaupt ein Salz?

Lösung:

Die Kombination zwischen einem Nichtmetall und einem Metall ergibt ein Salz. Z.B. Natrium (=Metall, Na) + Chlorgas (=Nichtmetall, Cl₂) reagiert zum Kochsalz, NaCl. Achtung: Stöchiometrie geht noch nicht auf!
Achtung: es gibt (wenige) Ausnahmen, welche nicht ein Metallion enthalten, z.B. Ammoniumnitrat (NH₄NO₃).

Aufgabe: Salze-02

Wie sind Salze aufgebaut?

Lösung:

Ganz grob schematisch: positiv geladene Teilchen liegen neben negativ geladenen Teilchen und umgekehrt. Durch die gegenseitige Anziehung ergibt sich ein stabiles Gitter.

Aufgabe: Salze-03

Was ist ein Kation?

Lösung:

Wenn ein Atom ein Elektron abgibt, so ist das Atom danach positiv geladen. Zur Erinnerung: Elektronen sind negativ geladen. Wenn z.B. ein Mg zwei Elektronen verliert, so bleibt ein Teilchen zurück, welches zweifach geladen ist: Mg²⁺. Positiv geladene Teilchen werden Kationen genannt.

Aufgabe: Salze-04

Was ist ein Anion?

Lösung:

Wenn ein Atom ein Elektron (oder auch mehrere Elektronen) aufnimmt, so ist danach das Atom negativ geladen. Nimmt z.B. ein Fluor-Atom ein Elektron auf so wird es zum F⁻ Teilchen, ein Fluorion, oder genauer ein Fluoranion. Negativ geladenen Teilchen werden Anionen genannt. Analog wird (z.B.) ein Sauerstoffatom vom O → O⁻ → O²⁻

Aufgabe: Salze-05

Was ist ein Zwitterion?

Lösung:

Ein Zwitterion ist ein Molekül mit zwei oder mehreren funktionellen Gruppen, von denen eine positiv und eine andere negativ geladen ist. Besitzt ein Zwitterion beispielsweise zwei funktionelle Gruppen mit entgegengesetzten Ladungen, so ist das Molekül insgesamt elektrisch neutral. Teilweise wird auch der Begriff „inneres Salz“ für ein Zwitterion verwendet.

Als funktionelle Gruppen können z.B. die Teilgruppen -COOH sowie -NH₂ in Frage kommen. Aus -COOH wird somit eine -COO⁻ und aus -NH₂ eine -NH₃⁺ Gruppe.

Aufgabe: Salze-10

Gegeben seien folgende Atome: Aluminium, Fluor, ⁴Be, Kalium, ⁵²Te, Neon, Calcium, Schwefel und Stickstoff.
Bestimme die Anzahl der Valenzelektronen von jedem Atom und leite damit das häufigste Ion her.

Lösung:

Die Atome (resp. deren Ionen) tendieren dazu, eine komplett gefüllte äusserste Valenzschale zu erreichen. Dies kann dadurch erreicht werden, indem eine entsprechende Anzahl Elektronen aufgenommen resp. abgegeben wird.

Da nicht beliebig viele Elektronen aufgenommen - abgegeben werden können (das Ion muss ja auch noch stabil sein) gilt die Regel, dass der 'Weg des kleineren Aufwandes' begangen wird. Das heisst, ein Teilchen mit 3 Valenzelektronen gibt 3 e⁻ ab und nimmt nicht 5 e⁻ auf, um eine komplett volle (8 e⁻) oder leere (0 e⁻) Valenzschale zu erreichen.

Bei 4 Valenzelektronen können beide Situationen erwartet werden, z.B. C⁴⁺ resp. C⁴⁻

Atom	Anzahl Valenz-Elektronen	Aufnahme - Abgabe	Ion
Al	3	Abgabe 3 e ⁻	Al ³⁺
F	7	Aufnahme 1 e ⁻	F ⁻
⁴ Be	2	Abgabe 2 e ⁻	Be ²⁺
K	1	Abgabe 1 e ⁻	K ⁺
⁵² Te	6	Aufnahme 2 e ⁻	Te ⁻²
Ne	8	weder noch	Ne
Ca	2	Abgabe 2 e ⁻	Ca ²⁺
S	6	Aufnahme 2 e ⁻	S ²⁻
N	5	Aufnahme 3 e ⁻	N ³⁻

Aufgabe: Salze-11

Schreibe jeweils die häufigsten Ionen auf, welche aus den folgenden Elementen gebildet werden können:

a) Natrium b) Magnesium c) Fluor d) Sauerstoff e) Stickstoff f) Aluminium

Lösung:

- a) Na⁺
- b) Mg²⁺
- c) F⁻
- d) O²⁻
- e) N³⁻
- f) Al³⁺

Aufgabe: Salze-20

Schreibe alle (binären) Salzformeln auf, welche sich aus den häufigsten Ionen folgender Elemente bilden lassen:

Brom, Sauerstoff, Kalium, Aluminium, Calcium sowie Stickstoff

Lösung:

Die häufigsten Ionen wären Br⁻, O²⁻, K⁺, Al³⁺, Ca²⁺, N³⁻

	K ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺
Br ⁻	KBr	AlBr ₃	CaBr ₂
O ²⁻	K ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO
N ³⁻	K ₃ N	AlN	Ca ₃ N ₂

Aufgabe: Salze-21

Welche Salze ('Salzformeln') lassen sich aus den folgenden Ionen bilden:

Al³⁺ / NH₄⁺ / Fe²⁺ / Fe³⁺ / Na⁺ / Mn²⁺ / O²⁻ / S²⁻ / NO₃⁻ / Br⁻ / SO₄²⁻ / H₂PO₄⁻ / CO₃²⁻ / PO₄³⁻

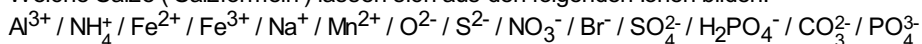
Hinweis: Mit einer Tabelle wird die Sache übersichtlicher (und es gehen auch keine Salze vergessen)

Lösung:

	Al ³⁺	NH ₄ ⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Na ⁺	Mn ²⁺
O ²⁻	Al ₂ O ₃	(NH ₄) ₂ O	FeO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MnO
Br ⁻	AlBr ₃	NH ₄ Br	FeBr ₂	FeBr ₃	NaBr	MnBr ₂
S ²⁻	Al ₂ S ₃	(NH ₄) ₂ S	FeS	Fe ₂ S ₃	Na ₂ S	MnS
NO ₃ ⁻	Al(NO ₃) ₃	(NH ₄)(NO ₃)	Fe(NO ₃) ₂	Fe(NO ₃) ₃	NaNO ₃	Mn(NO ₃) ₂
SO ₄ ²⁻	Al ₂ (SO ₄) ₃	(NH ₄) ₂ (SO ₄)	FeSO ₄	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Na ₂ SO ₄	MnSO ₄
H ₂ PO ₄ ⁻	Al(H ₂ PO ₄) ₃	(NH ₄)(H ₂ PO ₄)	Fe(H ₂ PO ₄) ₂	Fe(H ₂ PO ₄) ₃	NaH ₂ PO ₄	Mn(H ₂ PO ₄) ₂
CO ₃ ²⁻	Al ₂ (CO ₃) ₃	(NH ₄) ₂ (CO ₃)	FeCO ₃	Fe ₂ (CO ₃) ₃	Na ₂ CO ₃	MnCO ₃
PO ₄ ³⁻	AlPO ₄	(NH ₄) ₃ PO ₄	Fe ₃ (PO ₄) ₂	FePO ₄	Na ₃ PO ₄	Mn ₃ (PO ₄) ₂

Aufgabe: Salze-22

Welche Salze ('Salzformeln') lassen sich aus den folgenden Ionen bilden:



Hinweis: die Ionen sollen nach ihrer Ladung aufgelistet werden, also zuerst die einfach positiven, dann die zweifach positiven etc. Und: wie auch sonst: mit einer Tabelle wird die Sache übersichtlicher.

Lösung:

	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺
Br ⁻	NaBr	NH ₄ Br	FeBr ₂	MnBr ₂	AlBr ₃	FeBr ₃
NO ₃ ⁻	NaNO ₃	(NH ₄)(NO ₃)	Fe(NO ₃) ₂	Mn(NO ₃) ₂	Al(NO ₃) ₃	Fe(NO ₃) ₃
H ₂ PO ₄ ⁻	NaH ₂ PO ₄	(NH ₄)(H ₂ PO ₄)	Fe(H ₂ PO ₄) ₂	Mn(H ₂ PO ₄) ₂	Al(H ₂ PO ₄) ₃	Fe(H ₂ PO ₄) ₃
O ²⁻	Na ₂ O	(NH ₄) ₂ O	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
S ²⁻	Na ₂ S	(NH ₄) ₂ S	FeS	MnS	Al ₂ S ₃	Fe ₂ S ₃
SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ (SO ₄)	FeSO ₄	MnSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃
CO ₃ ²⁻	Na ₂ CO ₃	(NH ₄) ₂ (CO ₃)	FeCO ₃	MnCO ₃	Al ₂ (CO ₃) ₃	Fe ₂ (CO ₃) ₃
PO ₄ ³⁻	Na ₃ PO ₄	(NH ₄) ₃ PO ₄	Fe ₃ (PO ₄) ₂	Mn ₃ (PO ₄) ₂	AlPO ₄	FePO ₄

Aufgabe: Salze-23

Gegeben seien die Namen folgender Salze. Ergänze die Tabelle!

Name des Salzes	Kation	Lewisformel des Anions	Salzformel
Natriumsulfat			
Kaliumnitrat			
Calciumphosphat			
Magnesiumcarbonat			
Ammoniumchlorid			
Blei(II)-sulfid			
Eisen(II)-oxid			
Eisen(III)-oxid			
Aluminiumcarbid			
Kaliumpermanganat			
Natriumacetat			
Aluminiumoxid			

Lösung:

Name des Salzes	Kation	Lewisformel des Anions	Salzformel
Natriumsulfat	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄
Kaliumnitrat	K ⁺	NO ₃ ⁻	KNO ₃
Calciumphosphat	Ca ²⁺	PO ₄ ³⁻	Ca ₃ (PO ₄) ₂
Magnesiumcarbonat	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	MgCO ₃
Ammoniumchlorid	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	NH ₄ Cl
Blei(II)-sulfid	Pb ²⁺	S ²⁻	PbS
Eisen(II)-oxid	Fe ²⁺	O ²⁻	FeO
Eisen(III)-oxid	Fe ³⁺	O ²⁻	Fe ₂ O ₃
Aluminiumcarbid	Al ³⁺	C ⁴⁻	Al ₄ C ₃
Kaliumpermanganat	K ⁺	MnO ₄ ⁻	KMnO ₄
Natriumacetat	Na ⁺	CH ₃ COO ⁻	NaCH ₃ COO
Aluminiumoxid	Al ³⁺	O ²⁻	Al ₂ O ₃

Aufgabe: Salze-24

Bilde folgende Salze aus den neutralen Elementen und schreibe die ausgeglichene Reaktionsgleichung auf:

- NaCl
- MgO
- KBr
- Al₂O₃
- Eisen(II)oxid
- Eisen(III)oxid
- Natriumoxid
- Calciumoxid

Lösung:

- Na + 1/2 Cl₂ --> NaCl
- Mg + 1/2 O₂ --> MgO
- K + 1/2 Br₂ --> KBr
- 4·Al + 3·O₂ --> 2·Al₂O₃
- Fe + 1/2 O₂ --> FeO
- 2·Fe + 3/2·O₂ --> Fe₂O₃
- 2·Na + 1/2 O₂ --> Na₂O
- Ca + 1/2 O₂ --> CaO

Aufgabe: Salze-25

Gegeben seien folgende Salze. Welches sind die zugehörigen Ionen? Deren Anzahl muss aber nicht bestimmt werden. Das erste Beispiel ist schon gelöst.

- NaCl: Na⁺ / Cl⁻
- Al₂O₃
- MgO
- KBr
- FeO
- Fe₂O₃
- Na₂O
- CaO
- (NH₄)₂HPO₄
- Ca(H₂PO₄)₂
- Fe(NO₃)₃
- Ba(ClO₃)₂

- m) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- n) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- o) $\text{Zn}(\text{HCO}_3)_2$
- p) LiCO_3
- q) $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$

Lösung:

- a) NaCl : Na^+ / Cl^-
- b) Al_2O_3 : Al^{3+} / O^{2-}
- c) MgO : Mg^{2+} / O^{2-}
- d) KBr : K^+ / Br^-
- e) FeO : Fe^{2+} / O^{2-}
- f) Fe_2O_3 : Fe^{3+} / O^{2-}
- g) Na_2O : Na^+ / O^{2-}
- h) CaO : Ca^{2+} / O^{2-}
- i) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$: NH_4^+ / HPO_4^{2-}
- j) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$: Ca^{2+} / H_2PO_4^-
- k) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$: Fe^{3+} / NO_3^-
- l) $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$: Ba^{2+} / ClO_3^-
- m) $\text{Ca}(\text{OH})_2$: Ca^{2+} / OH^-
- n) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: Ca^{2+} / PO_4^{3-}
- o) $\text{Zn}(\text{HCO}_3)_2$: Zn^{2+} / HCO_3^-
- p) LiCO_3 : Li^+ / CO_3^{2-}
- q) $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$: Na^+ / $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2+}$

Aufgabe: Salze-30

Gegeben seien folgende Ionen sowie Salze. Benenne diese mit ihrem Namen. Beachte, dass bei den Übergangsmetallen die Ladung mit römischen Ziffern angegeben werden muss.

- a) NaCl :
- b) F^- :
- c) SO_4^{2-} :
- d) O^{2-} :
- e) NaNO_3 :
- f) Al_2O_3 :
- g) FeO :
- h) Fe_2O_3 :
- i) NaS :
- j) C^{4-} :
- k) CaO_2 :
- l) NaHCO_3^- :
- m) Na_2SO_4 :
- n) NH_4^+ :
- o) PbS :
- p) Al_4C_3 :
- q) $(\text{NH}_4)(\text{NO}_3)$:
- r) AlBr_3 :
- s) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$:
- t) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$:
- u) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$:
- v) $\text{Fe}(\text{HPO}_4)$:
- w) $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$:
- x) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$:
- y) $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$:

Lösung:

- a) NaCl : Natriumchlorid
- b) F^- : Fluorid

- c) SO_4^{2-} : Sulfat
- d) O^{2-} : Oxid
- e) NaNO_3 : Natriumnitrat
- f) Al_2O_3 : Aluminiumoxid
- g) FeO : Eisen(II)oxid
- h) Fe_2O_3 : Eisen(III)oxid
- i) NaS : Natriumsulfid
- j) C^{4-} : Carbid
- k) CaO_2 : Calciumoxid
- l) NaHCO_3^- : Natriumhydrogencarbonat
- m) Na_2SO_4 : Natriumsulfat
- n) NH_4^+ : Ammonium
- o) PbS : Blei(II)-sulfid
- p) Al_4C_3 : Aluminiumcarbid
- q) $(\text{NH}_4)(\text{NO}_3)$: Ammoniumnitrat
- r) AlBr_3 : Aluminiumbromid
- s) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$: Eisen-III-nitrat
- t) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$: Ammoniumsulfid
- u) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$: Eisen-II-phosphat
- v) $\text{Fe}(\text{HPO}_4)$: Eisen-II-hydrogenphosphat
- w) $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$: Eisen-III-dihydrogenphosphat
- x) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$: Eisen-III-sulfat
- y) $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$: Eisen-II-hydrogensulfat

Aufgabe: Salze-31

Nenne zehn typische Salze.

Lösung:

Die Antworten können unterschiedlich sein. Es gibt tausende von Salzen. Antwort von chatgpt, inklusive dessen Geschwätzigkeit: Salze sind Verbindungen, die aus positiv geladenen Metallionen und negativ geladenen Nichtmetallionen (Anionen) bestehen. Hier sind zehn Beispiele für typische Salze:

- a) Natriumchlorid (NaCl): Gewöhnliches Kochsalz, das in der Küche verwendet wird.
- b) Kaliumnitrat (KNO_3): Ein Salz, das in der Lebensmittelindustrie und als Düngemittel verwendet wird.
- c) Calciumcarbonat (CaCO_3): Dieses Salz kommt in Kalkstein, Kreide und Marmor vor.
- d) Eisen(II)-sulfat (FeSO_4): Ein Salz, das oft als Düngemittel und zur Wasserbehandlung verwendet wird.
- e) Natriumcarbonat (Na_2CO_3): Auch bekannt als Soda, wird in der Glasproduktion und als Reinigungsmittel verwendet.
- f) Natriumsulfat (Na_2SO_4): Ein Salz, das als Trocknungsmittel und in der Seifenherstellung verwendet wird.
- g) Aluminiumoxid (Al_2O_3): Dieses Salz kommt in der Natur als Bauxit vor und wird zur Aluminiumgewinnung verwendet.
- h) Ammoniumchlorid (NH_4Cl): Ein Salz, das in einigen Säure-Basen-Reaktionen und in der Medizin verwendet wird.
- i) Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3): Auch bekannt als Natron, wird in Backpulver verwendet.
- j) Kalziumchlorid (CaCl_2): Ein Salz, das als Festigungsmittel in Lebensmitteln und als Streusalz im Winter verwendet wird.

Diese Beispiele zeigen die Vielfalt der Salze, die in verschiedenen Bereichen wie Lebensmittelindustrie, Landwirtschaft, Chemie und Medizin Anwendung finden.

Kommentar: Die Namen inklusive der Salzformeln sind tadellos. Quintessenz: Das typische (aktuell) Erfinden von Fakten seitens chatgpt konnte nicht beobachtet werden. Ein Check mit anderen Quellen aber gut und wichtig.

Aufgabe: Salze-32

Jemand behauptet, dass MgO_4 ein Wundermittel gegen Dummheit wäre. Lohnt sich ein Kauf?

Lösung:

Es gibt keine bekannte Verbindung mit der chemischen Formel MgO_4 . Magnesium bildet in der Regel Verbindungen mit einer Oxidationszahl von +2, was bedeutet, dass Magnesiumionen (Mg^{2+}) vorliegen. Daher wäre Verbindung Magnesiumoxid (MgO) zu erwarten.

Zudem: Beim MgO_4 müsste das Magnesium eine Ladung von +8 haben, da die Sauerstoffionen ja eine Ladung von jeweils -2 haben. Ein Blick auf die üblichen Ladungen zeigt, dass irgendwo bei einer Ladung von ca. +5 das Atom derart positiv geladen ist, dass es Elektronen aufnimmt, egal woher und somit seine (positive) Ladung verkleinert.

Quintessenz: Ein Kauf lohnt sich nicht.

Aufgabe: Salze-40

Zeichne folgende mehratomigen Anionen:

- Sulfat
- Nitrat
- Carbonat
- Hydrosulfat
- Phosphat

Hinweis: Nach Möglichkeit machen die Sauerstoffatome keine Bindung mit sich selbst.

Lösung:

Es handelt sich dabei um mehratomige Anionen:

- Sulfat: SO_4^{2-}
- Nitrat: NO_3^-
- Carbonat: CO_3^{2-}
- Hydrosulfat: HSO_4^-
- Phosphat: PO_4^{3-}

Die gezeichneten Lewisstrukturen findet man im Video. noch nichts gemacht

Aufgabe: Salze-50

Stelle 0.4 Liter eine 0.2 mol/l NaCl-Lösung her im Labor mit einer Waage und Messkolben her.

Lösung:

$$c = n/V = m/M/V \quad \rightarrow \quad m = c \cdot V \cdot M = 0.2 \text{ mol/l} \cdot 0.4 \text{ l} \cdot 58.5 \text{ g/mol} = 4.68 \text{ g}$$

Herstellung: 4.68 g NaCl werden in ein Becherglas gegeben. Nun wird mit Wasser bis an die Marke 0.4 Liter aufgefüllt.

Die Antwort: es werden nun 0.4 Liter hinzugefügt ist nicht vollständig korrekt, weil dies (minimal) nicht die gleiche Menge ist wie wenn man bis auf die Marke 0.4 Liter auffüllt: das NaCl beansprucht ein kleines Volumen.

Aufgabe: Salze-51

Jemand behauptet, dass die Anziehungskräfte in einem Salz vor allem durch die Gravitationskräfte (F_G) der beteiligten Ionen bestimmt werden. Um wieviel stärker ist die Anziehung aufgrund der Coulombkraft (F_C) im Vergleich zur Gravitationskraft (F_G)?

Nimm für die Berechnung die Anziehungskräfte zwischen einem Natriumion und einem Chloridion. Der Abstand der beiden Ionen betrage $2.82 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Lösung:

- ▷ $F_C = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / r^2$
 $Q_1 = Q_2 = \text{Elementarladung} = 1.60222 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $F_C = (8.9875 \cdot 10^9) \cdot (1.6022 \cdot 10^{-19})^2 / r^2$
 $F_C = 2.31 \cdot 10^{-28} / r^2 \text{ [N]}$
- ▷ $F_G = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$
 - Einzelne Atome nehmen ... u (Unit)
 - $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 - $m(\text{Na}^+) = 22.99 \text{ u}$
 - $m(\text{Cl}^-) = 35.45 \text{ u}$
 - $F_G = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 22.99 \text{ u} \cdot 35.45 \text{ u} / r^2$
 - $F_G = 1.5 \cdot 10^{-61} / r^2 \text{ [N]}$
- ▷ Faktor $x = F_C / F_G$
 $x = (2.31 \cdot 10^{-28} / r^2) / (1.5 \cdot 10^{-61} / r^2) = 1.5 \cdot 10^{33}$

Beachte, dass der Abstand der Ionen sich rauskürzt. Als Resultat kann gesagt werden, dass die Coulombkraft eindeutig stärker ist als die Gravitationskraft.

Aufgabe: Salze-60

Was ist eine Hydrathülle?

Lösung:

Wasser kann sich um ein Ion anlagern, diese Schicht um das Ion wird Hydrathülle genannt. Achtung: es gibt einen Unterschied in der räumlichen Anordnung der Wassermolekül, wenn ein Kation oder Anion vorliegt.

Aufgabe: Salze-61

Wieso wird Energie frei, wenn Wasser sich an Ionen anlagert?

Lösung:

Betrachte den umgekehrten Fall: das Lösen von Ionen von Wasser. Da zwischen diesen beiden Teilchen eine Ion-Dipol-Wechselwirkung besteht, muss eine Kraft zum Trennen aufgewendet werden. Nun haben wir eigentlich einen umgekehrten Vorgang, nämlich das Anlagern des Wassers an ein Ion. Aus logischer Sicht muss nun für den umgekehrten Fall ('Lösen einer Dipol-Ion-Wechselwirkung') die gleiche 'Menge' Energie frei werden wie beim Anlagern eines Ions an einen Dipol. Einziger Unterschied: das Vorzeichen der Energie. Die Energie selbst wird Hydratationsenergie genannt.

Aufgabe: Salze-62

Im Chemielabor steht eine Lösung, welche mit 1 M CuSO₄ beschriftet ist.

Was heisst dies konkret? Wie wurde die Lösung hergestellt? Wie lautet das Verhältnis Kation - Anion - Wasserteilchen ?

Lösung:

- 1 M CuSO₄ bedeutet, dass pro Liter (Lösungsmittel, sehr üblicherweise Wasser) 1 mol Kupfersulfat gelöst sind.
- Herstellung: 1 mol wiegt 159.6 Gramm. Es werden also 159.6 Gramm Kupfersulfat eingewogen und soviel Wasser beigelegt, bis die Marke von 1 Liter erreicht ist. Das Eigenvolumen des Kupfersulfates muss nicht berücksichtigt werden.
- Näherungsweise kann angenommen werden, dass ca. 1 Liter Wasser = 1000 Gramm benötigt wird. Dies wären (1000/18) 55.5 mol Wasser. Das Verhältnis der Ionen beträgt also:
Cu²⁺ zu SO₄²⁻ zu Wasser = 1 : 1 : 55.5

Aufgabe: Salze-70

Gegeben seien folgende Salze. Formuliere das Löslichkeitsprodukt.

- Kochsalz
- Kalk
- CaF₂
- NH₄Cl
- AlBr₃
- Eisen(III)oxid
- Calciumsulfat

Lösung:

Hinweise:

--- In einem ersten Schritt gilt es, zuerst sich zu überlegen, in welche Ionen das Salz 'zerfällt', ausgleichen und dann das Löslichkeitsprodukt definieren.

--- Die mehratomigen Anionen - Kationen erkennen. 'Zerfallen' nicht weiter.

--- Die ausgeglichene Reaktion für ein (!) Eduktteilchen formulieren!

- NaCl \rightleftharpoons Na⁺ + Cl⁻ $L_p(\text{NaCl}) = c(\text{Na}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$
- CaCO₃ \rightleftharpoons Ca²⁺ + CO₃²⁻ $L_p(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
- CaF₂ \rightleftharpoons Ca²⁺ + 2F⁻ $L_p(\text{CaF}_2) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-)$
- NH₄Cl \rightleftharpoons NH₄⁺ + Cl⁻ $L_p(\text{NH}_4\text{Cl}) = c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$
- AlBr₃ \rightleftharpoons Al³⁺ + 3 Br⁻ $L_p(\text{AlBr}_3) = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{Br}^-)$
- Fe₂O₃ \rightleftharpoons 2Fe³⁺ + 3O²⁻ $L_p(\text{Fe}_2\text{O}_3) = c^2(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{O}^{2-})$
- CaSO₄ \rightleftharpoons Ca²⁺ + SO₄²⁻ $L_p(\text{CaSO}_4) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$

Aufgabe: Salze-71

Gegeben ist das Löslichkeitsprodukt von $L_p(\text{CaSO}_4) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{l}^2$. Ist eine Lösung mit $c(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-2} \text{ mol/l}$ sowie $c(\text{SO}_4^{2-}) = 10^{-4} \text{ mol/l}$ enthält, ungesättigt, gesättigt oder übersättigt?

Hinweis: Es gilt (bekanntermassen) folgendes:

--- Gesättigte Lösung Ionenprodukt = L_p

--- Ungesättigte Lösung Ionenprodukt < L_p

--- Übersättigte Lösung Ionenprodukt > L_p

Lösung:

Es gilt:

--- $\text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ $L_p(\text{CaSO}_4) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$

--- Ionenprodukt(CaSO₄) = $10^{-2} \text{ mol/l} \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = 10^{-6} \text{ mol}^2/\text{l}^2$

--- somit: $10^{-6} \text{ mol}^2/\text{l}^2 < L_p (= 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{l}^2)$.

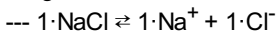
--- Die Lösung ist also ungesättigt.

Aufgabe: Salze-72

100 Gramm NaCl lösen sich in 400 ml Wasser. Berechne daraus das Löslichkeitsprodukt von NaCl

Lösung:

Es gilt:



$$\text{--- } c(\text{NaCl}) = c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$$

$$\text{--- } L_p(\text{NaCl}) = c(\text{Na}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$$

$$\text{--- } c = n/V = m/MV$$

$$\text{--- } c(\text{NaCl}) = 100\text{g}/58.5\text{ g/mol} / 0.4\text{ l} = 4.27\text{ mol/l}$$

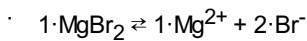
$$\text{--- } L_p(\text{NaCl}) = 4.27\text{ mol/l} \cdot 4.27\text{ mol/l} = 18.26\text{ mol}^2/\text{l}^2$$

Aufgabe: Salze-73

Das Löslichkeitsprodukt von einer Magnesiumbromidlösung betrage $6.9 \cdot 10^{-4}\text{ mol}^3/\text{L}^3$. Berechne daraus, wieviel Gramm sich Magnesiumbromid in einem Liter lösen.

Lösung:

Hinweis Die beteiligten Ionen sind Mg^{2+} resp. Br^-



$$\cdot \text{Es gilt daher } 2 \cdot c(\text{MgBr}_2) = 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{Br}^-)$$

$$\cdot \text{a) falls } c(\text{Br}^-) = 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+})$$

$$L_p = c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{Br}^-) = c(\text{Mg}^{2+}) \cdot (2c(\text{Mg}^{2+}))^2 = 4c^3(\text{Mg}^{2+})$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{MgBr}_2) = \sqrt[3]{L_p/4} = 0.055\text{ mol/L}$$

$$m = c \cdot V \cdot M = 0.055\text{ mol/l} \cdot 1.0\text{ L} \cdot 184.113\text{ g/mol} = 10.24\text{ g/L}$$

$$\cdot \text{b) falls } c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{MgBr}_2) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{Br}^-)$$

$$L_p = \frac{1}{2} \cdot c(\text{Br}^-) \cdot c^2(\text{Br}^-) = \frac{1}{2} \cdot c^3(\text{Br}^-)$$

$$\text{resp. } c(\text{Br}^-) = \sqrt[3]{2 \cdot L_p}$$

$$c(\text{Br}^-) = 2c(\text{MgBr}_2)$$

$$\cdot \text{Somit } c(\text{MgBr}_2) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{Br}^-) = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{2 \cdot L_p}$$

$$= \sqrt[3]{(1/8) \cdot \sqrt[3]{2 \cdot L_p}} = \sqrt[3]{(2 \cdot L_p)/8} = \sqrt[3]{L_p/4}$$

$$\text{Es ergibt sich die gleiche Lösung wie bei a): } c(\text{MgBr}_2) = \sqrt[3]{L_p/4} = 0.055\text{ mol/L}$$

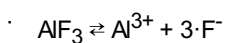
Der Rest wäre also auch identisch und somit $m=10.24\text{ g/L}$

Aufgabe: Salze-74

Das Löslichkeitsprodukt von einer Aluminiumfluoridlösung betrage $6.3 \cdot 10^{-11}\text{ mol}^4/\text{L}^4$. Berechne daraus, wieviel Gramm sich Aluminiumfluorid in einem Liter Wasser lösen.

Lösung:

Hinweis Die beteiligten Ionen sind Al^{3+} resp. F^-



$$\cdot L_p = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{F}^-)$$

Es gilt für die Anzahl der Teilchen, beachte '=':

$$c(\text{AlF}_3) = c(\text{Al}^{3+}) = \frac{1}{3} \cdot c(\text{F}^-)$$

$$3 \cdot c(\text{AlF}_3) = 3 \cdot c(\text{Al}^{3+}) = c(\text{F}^-) \quad \text{somit gilt:}$$

$$c(\text{Al}^{3+}) = c(\text{AlF}_3) \quad \text{sowie:}$$

$$c(\text{F}^-) = 3 \cdot c(\text{AlF}_3)$$

$$\cdot L_p = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{F}^-) = c(\text{AlF}_3) \cdot c^3(3 \cdot c(\text{AlF}_3)) = 27 \cdot c^4(\text{AlF}_3)$$

- $c(\text{AlF}_3) = \sqrt[3]{(L_p/27)} = 0.00123 \text{ mol/L}$
- Aus $c=n/V=m/MV$ folgt ...
 $m = c \cdot V \cdot M = 1.23 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot 1 \text{ L} \cdot 84 \text{ g/mol} = 0.1038 \text{ g}$

Es lösen sich also maximal ca. 0.1 Gramm Aluminiumfluorid in einem Liter Wasser. Das Salz ist schlecht löslich in Wasser.

Aufgabe: Salze-75

Das Löslichkeitsprodukt von einer Aluminiumoxidlösung betrage $1 \cdot 10^{-33} \text{ mol}^5/\text{L}^5$. Gemäss des Löslichkeitsproduktes löst es sich also sehr schlecht in Wasser. Berechne konkret, wieviel Gramm sich in einem Liter Wasser lösen würden.

Lösung:

Hinweis Die beteiligten Ionen sind Al^{3+} resp. O^{2-}

- $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{Al}^{3+} + 3 \cdot \text{O}^{2-}$
- $L_p = c^2(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{O}^{2-})$
- Es gilt für die Anzahl der Teilchen, beachte '=':
 $c(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{Al}^{3+}) = \frac{1}{3} \cdot c(\text{O}^{2-})$
 $c(\text{Al}^{3+}) = 2 \cdot c(\text{Al}_2\text{O}_3)$ sowie:
 $c(\text{O}^{2-}) = 3 \cdot c(\text{Al}_2\text{O}_3)$ somit gilt:
- $L_p = [2 \cdot c(\text{Al}_2\text{O}_3)]^2 \cdot [3 \cdot c(\text{Al}_2\text{O}_3)]^3$
- $L_p = 4 \cdot 27 \cdot c^2(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot c^3(\text{Al}_2\text{O}_3) = 108 \cdot c^5(\text{Al}_2\text{O}_3)$
- $c(\text{Al}_2\text{O}_3) = \sqrt[5]{L_p/108} = \sqrt[5]{(1 \cdot 10^{-33}/108)} = 9.8 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$
- Aus $c=n/V=m/MV$ folgt ...
 $m = c \cdot V \cdot M = 9.8 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L} \cdot 1.0 \text{ L} \cdot 102 \text{ g/mol} = 9.9 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ g}$

Es lösen sich also maximal ca. 0.00001 Gramm Aluminiumoxid in einem Liter Wasser. Das Salz ist wirklich sehr schlecht löslich in Wasser.

Aufgabe: Salze-76

Das Löslichkeitsprodukt von NaCl betrage $L_p(\text{NaCl}) = 18.26 \text{ mol}^2/\text{l}^2$. Stelle zwei geättigte Kochsalz-Lösungen mit folgendem Volumen her: a) 1.0 Liter, b) 0.3 Liter

Lösung:

Es gilt:

- $1 \cdot \text{NaCl} \rightleftharpoons 1 \cdot \text{Na}^+ + 1 \cdot \text{Cl}^-$
- $c(\text{NaCl}) = c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$
- $L_p(\text{NaCl}) = 18.26 \text{ mol}^2/\text{l}^2 = c(\text{Na}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = c^2(\text{Na}^+) = c^2(\text{Cl}^-) = c^2(\text{NaCl})$
- > $c(\text{NaCl}) = \sqrt{L_p} = 4.27 \text{ mol/l}$
- aus $c=n/V= m/MV$ folgt: $m = c \cdot V \cdot M$
- für 1.0 Liter: $m(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M(\text{NaCl}) = 4.27 \text{ mol/l} \cdot 1.0 \text{ l} \cdot 58.5 \text{ g/mol} = 249.8 \text{ g}$
- für 0.3 Liter: $m(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M(\text{NaCl}) = 4.27 \text{ mol/l} \cdot 0.3 \text{ l} \cdot 58.5 \text{ g/mol} = 74.9 \text{ g}$

Aufgabe: Salze-77

Gegeben sei das Löslichkeitsprodukt von Kalk, $L_p(\text{CaCO}_3) = 4.8 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{l}^2$. Wieviel Gramm Kalk löst sich also in einer Badewanne von 200 Litern?

Lösung:

Aus Definitionen folgt:

- ▷ Es gilt: $1 \cdot \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons 1 \cdot \text{Ca}^{2+} + 1 \cdot \text{CO}_3^{2-}$
- ▷ somit gilt auch: $c(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- ▷ es folgt aus: $L_p(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
und weil z.B. $(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{Ca}^{2+})$
 $L_p(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) = c^2(\text{Ca}^{2+})$ oder
 $L_p(\text{CaCO}_3) = c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = c^2(\text{CO}_3^{2-})$ oder
 $L_p(\text{CaCO}_3) = c(\text{CaCO}_3) \cdot c(\text{CaCO}_3) = c^2(\text{CaCO}_3)$
- ▷ $\rightarrow c(\text{CaCO}_3) = \sqrt{L_p} = \sqrt{4.8 \cdot 10^{-9}} = 6.93 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

Nun kann mittels $c=n/V=m/MV$ auf 'm' zurückgeschlossen werden:

$$m = c(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) \cdot V = 6.93 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \cdot 100.1 \text{ g/mol} \cdot 200 \text{ l} = 1.39 \text{ Gramm}$$

Auf die grosse Wassermenge gesehen löst sich nur wenig Kalk, nämlich ca. 1.4 Gramm.

Aufgabe: Salze-80

Nenne die typischen Metalleigenschaften

Lösung:

- ▷ Elektrische Leitfähigkeit
- ▷ Wärmeleitfähigkeit
- ▷ Verformbarkeit
- ▷ Glanz

Aufgabe: Salze-81

Oftmals wird behauptet, dass der Magnetismus eine typische metallische Eigenschaft wäre. Kommentiere diese Aussage.

Lösung:

Nur die Elemente Eisen, Nickel und Kobalt sind magnetisch. Auch einige Seltene-Erden-Metalle wie Neodym, Gadolinium und Dysprosium können magnetisch sein, oft aber nur bei bestimmten Temperaturen oder in Legierungen, wie z.B. in den starken Neodym-Magneten.

Von den ca. 100 zu den Metallen gehörenden Elementen sind somit ca. 5 Prozent magnetisch, also ist der Magnetismus keine typische Eigenschaft sondern eher eine Ausnahme.

Aufgabe: Salze-82

Was ist eine Legierung?

Lösung:

Ein Gemisch aus (mindestens) zwei Metallen wird Legierung genannt. Idealerweise hat die Mischung eine bessere, praktischere Eigenschaft als das reine Metall selbst. Z.B. ist eine Mischung aus Kupfer und Zink (Messing) härter als die reinen Elemente selbst.

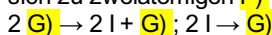
Aufgabe: Salze-83

Im folgenden Text sollen die Lücken **a)**, **b)**, **c)** etc. sinnvoll gefüllt werden.

Taucht man zwei Graphitelektroden in eine Zinkiodidlösung und legt eine Gleichspannung an, so fliesst ein elektrischer Strom. An der Elektrode, die mit dem Minuspol verbunden ist, bildet sich metallisches Zink und an der Elektrode, die mit dem Pluspol verbunden ist, scheidet sich Iod ab. Die in der Lösung ablaufenden Vorgänge werden jetzt genauer betrachtet.

In die Zinkiodidlösung tauchen zwei Elektroden. Eine davon ist mit dem Minuspol leitend verbunden, sie ist dadurch **a)** geladen. Diese Elektrode wird **b)** genannt. Sie hat einen Elektronenüberschuss und zieht deshalb **c)** Ionen an. Diese Ionen bezeichnet man als **d)**, im Beispiel sind es Zn^{2+} -Ionen. Aus der Abscheidung von Zink an der **e)** kann man schliessen, dass die Zinkionen an der Kathode **f)** aufnehmen und zu **g)** werden. $\text{Zn}^{2+} + \text{h)} \rightarrow \text{h)}$.

Die mit dem Pluspol verbundene Elektrode wird **A)** genannt, sie ist **B)** geladen. Sie hat Elektronenmangel und zieht deshalb **C)** an. Diese Ionen werden **D)** genannt. Im Beispiel sind es I^- -Ionen (Iodidionen). An der Anode geben diese je **E)** ab und werden zu Iodatomen, die sich zu zweiatomigen **F)** verbinden. An der Anode zeigt sich deshalb das bräunliche Iod.



Lösung:

- a) negativ
- b) Kathode
- c) positiv geladene
- d) Kationen
- e) Kathode
- f) Elektronen
- g) Zinkatomen
- h) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$
- A) Anode
- B) positiv
- C) negativ geladene Ionen
- D) Anionen
- E) ein Elektron

- F) Iodmolekülen
 G) $2\Gamma \rightarrow 2\text{I} + 2\text{e}^-$; $2\text{I} \rightarrow \text{I}_2$

Aufgabe: Salze-85

Kupfer wird elektrolytisch aus Cu^{2+} -Ionen gewonnen. In einer Elektrolysezelle wird eine Cu^{2+} -haltige Lösung 30 min mit einer Stromstärke von $I = 2.5\text{ A}$ elektrolysiert. Berechne die abgeschiedene Masse $m(\text{Cu})$ bei einem Elektrolyse-Wirkungsgrad von 92.5%.
 Hinweis 1: $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$

Hinweis 2: In einem ersten Schritt von einem Wirkungsgrad von 100% ausgehen.
 Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

Aus $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$ folgt:

$$m = (I \cdot t \cdot M) / (z \cdot F) = (2.5 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 63.546) / (2 \cdot 96485) = 1.48\text{ g}$$

Mit Wirkungsgrad 92.5%: 1.37 Gramm

Einheiten: $[(\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{g/mol}) / (\text{C/mol})]$, $[A] = [\text{C/s}]$

Aufgabe: Salze-86

Eine Silbernitrat-Lösung wird bei einer Stromstärke von 2.54 A elektrolysiert. Welche Masse an Silber scheidet sich in 45 Minuten ab. Der Wirkungsgrad betrage 90%.

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

Silbernitrat: AgNO_3 , Metallion: Ag^+

Hinweis 1: $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$

Hinweis 2: In einem ersten Schritt von einem Wirkungsgrad von 100% ausgehen.

Aus $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$ folgt:

$$m = (I \cdot t \cdot M) / (z \cdot F) = (2.54 \cdot 45 \cdot 60 \cdot 107.87) / (1 \cdot 96485) = 7.67\text{ g}$$

Mit Wirkungsgrad 90%: 6.9 Gramm

Einheiten: $[(\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{g/mol}) / (\text{C/mol})]$, $[A] = [\text{C/s}]$

Aufgabe: Salze-87

15 m² einer Metalloberfläche sollen mit einer 35 µm dicken Chromschicht beschichtet werden. Chrom hat eine Dichte von 7.15 g/cm³.

a) Berechne die Masse Chrom, welche abgeschieden werden muss.

b) Die Abscheidung erfolgt aus einer CrO_3 -Lösung. Wie lange muss elektrolysiert werden, wenn die Stromstärke 450 A und der Wirkungsgrad 90% betrage.

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

Hinweis: 35 µm entsprechen $35 \cdot 10^{-6}\text{ m}$

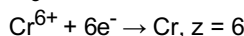
→ Das Volumen der zu verchromenden Oberfläche betrage:

$$V = O \cdot h = 15\text{ m}^2 \cdot 35 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 0.000525\text{ m}^3 = 525\text{ cm}^3$$

→ Mit Dichte = m/V folgt:

$$m = \text{Dichte} \cdot V = 7.15\text{ g/cm}^3 \cdot 525\text{ cm}^3 = 3753.75\text{ Gramm}$$

→ CrO_3 , beteiligte Ionen: $\text{Cr}^{6+}/\text{O}^{2-}$



→ $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$

$$t = m \cdot z \cdot F / (M \cdot I) = 96485 \cdot 6 \cdot 3753 / (52 \cdot 450)$$

$$t = 92848\text{ s (bei einem Wirkungsgrad von 100%)}$$

→ Wirkungsgrad von 90%: 103164 Sekunden

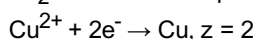
Aufgabe: Salze-88

Wie lange muss ein Strom der Stärke 0.45 A fließen, damit aus einer CuCl_2 Lösung 3.5 g Kupfer abgeschieden werden?

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

▷ CuCl_2 : Ionen Cu^{2+} resp. Cl^-



▷ $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$

$$t = m \cdot z \cdot F / (M \cdot I) = 3.5 \cdot 2 \cdot 96485 / (63.546 \cdot 0.45)$$

$$t = 23618\text{ s} = \text{ca. } 6.6\text{ h}$$

Aufgabe: Salze-89

Wie lange muss ein Strom der Stärke 10 A fließen (ca. üblicher 'Haushaltsstrom'), bis Elektronen der Gesamtmasse 1 kg durch den Leiterquerschnitt gewandert sind?

Hinweis $m(e^-) = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, Ladung $1e^- = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

- $10 \text{ A} = 10 \text{ C/s}$
- Anzahl Elektronen pro Sekunde:
 $10 / 1.602 \cdot 10^{-19} = 6.24 \cdot 10^{19}$
- Totale Masse(e^-) pro Sekunde:
 $6.24 \cdot 10^{19} \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} = 5.68 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$
- Wie lange bis total 1 kg:
 $1 / 5.68 \cdot 10^{-11} = 1.76 \cdot 10^{10} \text{ s} = \text{ca. } 558 \text{ Jahre}$

Aufgabe: Salze-90

Eine Schale mit einer Oberfläche von 120 cm^2 soll durch Elektrolyse einer Silbernitratlösung einen 0.2 mm dicken Silberüberzug erhalten. Berechne die dafür benötigte Zeit, wenn die Stromstärke 10 A beträgt. Die Dichte des Silbers betrage 10.5 g/cm^3 .

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

- Das Volumen der zu versilbernden Oberfläche betrage:
 $V = O \cdot h = 120 \text{ cm}^2 \cdot 0.02 \text{ cm} = 2.4 \text{ cm}^3$
- Mit Dichte = m/V folgt:
 $m = \text{Dichte} \cdot V = 10.5 / \text{cm}^3 \cdot 2.4 \text{ cm}^3 = 25.2 \text{ Gramm}$
- Silbernitrat: AgNO_3 , dh. $\text{Ag}^+ / \text{NO}_3^-$
 $\text{Ag}^+ + 1e^- \rightarrow \text{Ag}, z = 1$
- $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$
 $t = m \cdot z \cdot F / (M \cdot I) = 25.2 \cdot 1 \cdot 96485 / (107.9 \cdot 10)$
 $t = 2253 \text{ s}, \text{ ca. } 40 \text{ Minuten}$

Aufgabe: Salze-91

Berechne die Dicke der Kupferschicht, die ein Strom der Stärke 5.8 A in 3h auf einer Kugel mit dem Radius 8.3 cm gleichmässig abscheidet.

Hinweis 1: Oberfläche einer Kugel sei $4 \cdot \pi \cdot r^2$

Hinweis 2: Die Verkupferung wurde mit einer Kupfersulfatlösung durchgeführt

Hinweis 3: Dichte(Cu) = 8.9 g/cm^3

Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

- Kupfersulfatlösung: CuSO_4 , resp. $\text{Cu}^{2+} / \text{SO}_4^{2-}$
 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}, z = 2$
- $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$
 $m = I \cdot t \cdot M / (z \cdot F) = 5.8 \cdot 3600 \cdot 63.5 / (2 \cdot 96485) = 20.6 \text{ g}$
- Einheiten: $[\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{g/mol} / (\text{A} \cdot \text{s/mol})] = [\text{g}]$
- Es gelte annäherungsweise: das Volumen (!) der Kugelschicht ist gleich der Kugeloberfläche multipliziert mit der Höhe, resp.
Dicke (:d) der Schicht $V = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot d$
- Dichte = m/V
 $m = \text{Dichte} \cdot V = \text{Dichte} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot d$

$$\rightarrow d = m / (\text{Dichte} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2)$$

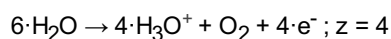
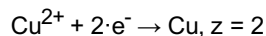
$$d = 20.63 / (8.9 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 8.3^2) = 2.67 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 0.026 \text{ mm}$$

Aufgabe: Salze-92

Aus einer Kupfersulfatlösung sollen 800 mg Kupfer bei $I=180\text{mA}$ an der Kathode abgeschieden werden. Berechne a) die Zeitdauer der Elektrolyse und b) bestimme das Volumen an Sauerstoff, das unter Normalbedingungen (298 K , 101300 N/m^2) gleichzeitig entsteht. Die allgemeine Gasgleichung lautet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, wobei $R = 8.314 \text{ J/molK}$, Hinweis : Identische Aufgabe auch beim Thema Redox

Lösung:

· Beteiligte Reaktionen:



· $m/M = I \cdot t / (z \cdot F)$

$$t = F \cdot m \cdot z / (I \cdot M)$$

$$t = 96485 \cdot 0.8 \cdot 2 / (0.18 \cdot 63.5)$$

$$t = 13506 \text{ s} = \text{ca. } 4 \text{ h}$$

· $m/M = n(\text{O}_2) = I \cdot t / (z \cdot F)$

$$n(\text{O}_2) = 0.18 \cdot 13506 / (4 \cdot 96485) = 0.00629 \text{ mol}$$

· $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$V(\text{O}_2) = n \cdot R \cdot T / p$$

$$V(\text{O}_2) = 0.00629 \cdot 8.314 \cdot 298 / 101300$$

$$V(\text{O}_2) = 0.000154 \text{ m}^3 = \text{ca. } 154 \text{ ml}$$

· Einheiten: $[\text{mol} \cdot \text{J} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot \text{K} / \text{N/m}^2]$