



Startnummer	
Vorname	
Name	
Jahrgangsstufe	
E-Mail-Adresse	
Bundesland	
Schule	

Schätzaufgabe für Platzierung bei Punktgleichheit

Schätzaufgabe: Die Schätzaufgabe dient zur eindeutigen Festlegung der Plätze bei Punktgleichstand. Die Antwort darf nicht mehr als eine 0 (Null) sowie keine Zehnerpotenzen enthalten (z.B. 304983726 mL ist zulässig; $3,0498 \cdot 10^8$ mL ist nicht zulässig).

Aufgabe: Wenn der Atomkern eines Wasserstoffatoms so groß wäre wie die Sonne, in welchem Abstand (in Kilometer) würde dann das Elektron nach dem Bohrschen Atommodell diesen umkreisen?

Deine Schätzung: _____ Kilometer



1 Multiple Choice

Kreuze auf dem Antwortbogen jeweils die richtige Ergänzung der Satzanfänge a) bis k) an.

2 Schüttelmix

- a) Die folgenden Angaben sollen zu zusammengehörenden Paaren geordnet werden. Ordne den gegebenen Teilchen die richtige Aussage zu. Mehrfachzuordnungen sind nicht erlaubt.

Teilchen	Aussage
H^+ bzw. H_3O^+	farbloses, an der Luft brennbares Gas
Br^-	ätzendes, giftiges Gas
Cl^-	in Elektrokabeln enthalten
Fe	bei 25°C rotbraune Flüssigkeit
Cu	in wässriger Lösung blau
Cl_2	ferromagnetisch
Cu^{2+}	in saurer Lösung vorhanden
Br_2	im Streusalz enthalten
H_2	36 Elektronen

- b) Nenne die verschiedenen Teilchenarten und ordne jeder Teilchenart genau zwei der in Aufgabe a) gegebenen Teilchen zu.
- c) Diese Teilchenarten können miteinander reagieren. Gib jeweils eine Reaktionsgleichung für die Bildung einer Ionensubstanz (auch Salz genannt) und einer Molekülsubstanz unter Verwendung der in Aufgabe a) gegebenen Teilchen als Ausgangsstoffe an.



3 Titan

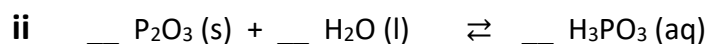
Das Element mit der Ordnungszahl 22 wurde nach den Titanen benannt. In der griechischen Mythologie sind Titanen Riesen in Menschengestalt. Titan-Pulver neigt zur Selbstentzündung und reagiert dabei zu Titandioxid.

Ein häufiges Mineral zur Gewinnung des Elements ist das Mineral Ilmenit FeTiO_3 . Dieses Mineral dient in einem sehr aufwendigen und teuren Herstellungsprozess als Ausgangsstoff für die Synthese des Metalls Titan:

- A** Ilmenit wird mit Kohlenstoff zu Eisen, Titandioxid und Kohlenstoffmonooxid umgesetzt.
 - B** Titandioxid reagiert mit Chlor und Kohlenstoff zu Titan-tetrachlorid und Kohlenstoffmonooxid.
 - C** Das Metall entsteht durch Reaktion von Titan-tetrachlorid mit Magnesium.
- a) Vergleiche den Bau eines Eisen-Atoms mit dem Bau eines Titan-Atoms.
- b) Formuliere die Reaktionsgleichung zur Verbrennung von Titan. Begründe die Art der chemischen Bindung im Reaktionsprodukt.
- c) Berechne den Massenanteil (in %) an Titan im Mineral Ilmenit.
- d) Formuliere die Reaktionsgleichungen **A** bis **C** für die Herstellung des Metalls Ilmenit.

4 Wasser und seine reaktive Seite

Wasser ist ein vielseitiger Reaktionspartner für die Synthese verschiedener Stoffen.



- a) Gleiche die Reaktionsgleichungen **i** bis **iv** auf dem Antwortbogen aus.
- b) Benenne für die Reaktionen **i**, **iii** und **iv** jeweils den Reaktionspartner von Wasser sowie die entstehenden Reaktionsprodukte.
- c) Gib den Stoff an, der in den Reaktionsgleichungen **i** bis **iv** vorkommt und die höchste molare Masse besitzt und den, der die niedrigste molare Masse besitzt. Gib jeweils auch die molare Masse an.



5 Aluminium-Herstellung

Aus Aluminiumoxid wird mittels Schmelzflusselektrolyse unter hohem Energieaufwand reines Aluminium hergestellt (siehe Abbildung). Mit dem gebundenen Sauerstoff wird Kohlenstoff vollständig oxidiert. Zur Herstellung einer Tonne Aluminium werden 15.700 kWh elektrische Energie benötigt. Das entspricht dem dreifachen Jahresverbrauch an Strom einer Familie. Die Wiederaufbereitung von recyceltem Aluminium benötigt nur rund 5% dieser elektrischen Energie.

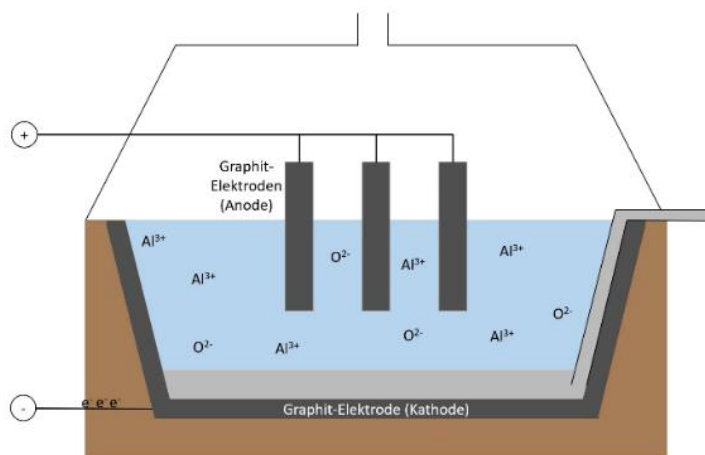


Abbildung: Aufbau der Schmelzflusselektrolyse (Quelle: www.leifichemie.de)

- Berechne die Kantenlänge eines Aluminiumwürfels mit einem Gewicht von einer Tonne. Die Dichte (ρ) von Aluminium beträgt $2,7 \frac{g}{cm^3}$.
- Formuliere für die beschriebene Aluminiumherstellung die Reaktionsgleichung mit Energieumsatz an.
- Drei Güterzüge liefern täglich jeweils 60 Waggons Bauxit zur Aluminiumhütte. Jeder Waggon fasst 55,0 t Bauxit mit einem Massenanteil Aluminiumoxid von 40%. Berechne die Masse an Aluminium, die aus dieser täglichen Lieferung hergestellt werden kann. Ermittle, wie viele Familien mit der bei der Herstellung verbrauchten Energiemenge ein Jahr lang Strom beziehen könnten.
- Berechne das Volumen an Kohlenstoffdioxid in Kubikmetern, das von einer Aluminiumhütte täglich durch Schmelzflusselektrolyse unter Standardbedingungen in die Atmosphäre gelangt ($V_m = 24 \frac{l}{mol}$). (Notfallwert: $m(Al) = 2000 t$).
- Beschreibe unter Verwendung einer Reaktionsgleichung eine Möglichkeit, Kohlenstoffdioxid aus der Luft als schwer löslichen Feststoff zu binden. Benenne das Reaktionsprodukt.

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
Lösungen
2. Runde – Stufe 9



1 Multiple Choice

insgesamt 11 Punkte

a) Der prozentuale Gehalt von Wasser in $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ beträgt ...

<input checked="" type="checkbox"/> 63 %	<input type="checkbox"/> 87 %	<input type="checkbox"/> 92 %
--	-------------------------------	-------------------------------

b) Wird eine brennende Kerze in reinen Wasserstoff gehalten, ...

<input checked="" type="checkbox"/> ... erlischt sie.	<input type="checkbox"/> ... brennt sie heller.	<input type="checkbox"/> ... kommt es zur Explosion.
---	---	--

c) Unter Normbedingungen wiegt ein Liter Gemisch bestehend aus 80 % Stickstoff und 20 % Sauerstoff 1,29 g. Ein Liter Sauerstoff wiegt 1,43 g. Ein Liter Stickstoff wiegt ...

<input checked="" type="checkbox"/> ... 1,25 g.	<input type="checkbox"/> ... 1,15 g.	<input type="checkbox"/> ... 1,08 g.
---	--------------------------------------	--------------------------------------

d) Zwei Kerzen stehen auf einer Balkenwaage im Gleichgewicht. Über beiden befindet sich mit der Waage verbunden ein Drahtnetz mit Ätznatron (festes Natriumhydroxid). Eine der Kerzen wird entzündet. ...

<input checked="" type="checkbox"/> Die Waagschalen der Balkenwaage bleiben im Gleichgewicht.	<input type="checkbox"/> Die Waagschale der Balkenwaage mit der brennenden Kerze sinkt nach unten.	<input type="checkbox"/> Die Waagschale der Balkenwaage mit der brennenden Kerze steigt nach oben.
---	--	--

e) Das menschliche Skelett wiegt durchschnittlich 11 kg. Sein Gehalt an Calciumphosphat beträgt 98 %. Der Phosphoranteil eines solchen Skeletts beträgt ...

<input type="checkbox"/> ... 15 %.	<input checked="" type="checkbox"/> ... 20 %.	<input type="checkbox"/> ... 40 %.
------------------------------------	---	------------------------------------

f) Die besondere Schärfe von frischem Rettich beruht auf ...

<input type="checkbox"/> ... dem leicht flüchtigen Capsaicin.	<input type="checkbox"/> ... der Bildung von Schwefelsäure durch den Speichel.	<input checked="" type="checkbox"/> ... den Calcium-oxalat-Splittern des Rettichs, die in Zunge und Rachen stechen.
---	--	---

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
Lösungen
2. Runde – Stufe 9



g) Kohlenstoff ist löslich in ...

<input checked="" type="checkbox"/> ... flüssigem Eisen.	<input type="checkbox"/> ... Kohlenstoffdisulfid.	<input type="checkbox"/> ... Flusssäure.
--	---	--

h) Das früher verwendete Stadtgas war giftig, denn es enthielt zu etwa 10 % ...

<input type="checkbox"/> ... Wasserstoff.	<input checked="" type="checkbox"/> ... Kohlenstoffmono-oxid.	<input type="checkbox"/> ... Methan.
---	---	--------------------------------------

i) Wird ein kalter Porzellanteller über ein brennendes Magnesium-Band gehalten bildet sich ein schwarzer Fleck aus ...

<input checked="" type="checkbox"/> ... fein verteiltem Magnesium.	<input type="checkbox"/> ... Kohlenstoff aus der Luft.	<input type="checkbox"/> ... heißem Magnesiumoxid.
--	--	--

j) Mit Zinkweiß (Zinkoxid) gestrichene Wände dunkeln durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff nicht nach, weil ...

<input type="checkbox"/> ... Schwefelwasserstoff nicht mit Zinkoxid reagiert.	<input checked="" type="checkbox"/> ... das entstehende Zinksulfid ebenfalls weiß ist.	<input type="checkbox"/> ... Schwefelwasserstoff in der Luft nicht vorkommt.
---	--	--

k) Die nach Kohlenstoff härteste Elementsubstanz ist ...

<input type="checkbox"/> ... Wolfram.	<input type="checkbox"/> ... Platin.	<input checked="" type="checkbox"/> ... Bor.
---------------------------------------	--------------------------------------	--

1 Punkt für jede korrekt angekreuzte Antwort = 11 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
 Lösungen
 2. Runde – Stufe 9



2 Schüttelmix

insgesamt 12 Punkte

- a) Die folgenden Angaben sollen zu zusammengehörenden Paaren geordnet werden. Ordne den gegebenen Teilchen die richtige Aussage zu. Mehrfachzuordnungen sind nicht erlaubt.

Teilchen	Aussage
H ⁺ bzw. H ₃ O ⁺	farbloses, an der Luft brennbares Gas
Br ⁻	ätzendes, giftiges Gas
Cl ⁻	in Elektrokabeln enthalten
Fe	bei 25°C rotbraune Flüssigkeit
Cu	in wässriger Lösung blau
Cl ₂	ferromagnetisch
Cu ²⁺	in saurer Lösung vorhanden
Br ₂	im Streusalz enthalten
H ₂	36 Elektronen

Zuordnungen:

H ⁺ bzw. H ₃ O ⁺ ...	in saurer Lösung vorhanden
Br ⁻	36 Elektronen
Cl ⁻	im Streusalz enthalten
Fe	ferromagnetisch
Cu	in Elektrokabeln enthalten
Cl ₂	ätzendes, giftiges Gas
Cu ²⁺	in wässriger Lösung blau
Br ₂	bei 25°C rotbraune Flüssigkeit
H ₂	farbloses, brennbares Gas

½ Punkt je richtig zugeordneter Aussage = 4,5 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
Lösungen
2. Runde – Stufe 9



- b) Nenne die verschiedenen Teilchenarten und ordne jeder Teilchenart genau zwei der in Aufgabe a) gegebenen Teilchen zu.

Ionen: H^+ , Br^- , Cl^- , Fe^{3+} , Cu^{2+}

Atome: Fe, Cu

Moleküle: Cl_2 , H_2 , Br_2

½ Punkt je Teilchenart und je richtig zugeordnetem Teilchen, für jedes falsch zugeordnetes Teilchen ½ Punkt Abzug = 4,5 Punkte

- c) Diese Teilchenarten können miteinander reagieren. Gib jeweils eine Reaktionsgleichung für die Bildung einer Ionensubstanz (auch Salz genannt) und einer Molekülsubstanz unter Verwendung der in Aufgabe a) gegebenen Teilchen als Ausgangsstoffe an.

Reaktionsgleichung zu ...

Ionensubstanz bzw. Salz: $Cu(s) + Cl_2(g) \rightarrow CuCl_2(s)$

bzw. $2 Cu(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2 CuCl(s)$

Molekülsubstanz: $Cl_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2 HCl(g)$

1 Punkt je korrekter Reaktionsgleichung und 1 Punkt insgesamt für Aggregatzustandsangaben und korrektes Ausgleichen = 3 Punkte



3 Titan

insgesamt 17 Punkte

Das Element mit der Ordnungszahl 22 wurde nach den Titanen benannt. In der griechischen Mythologie sind Titanen Riesen in Menschengestalt.

Titan-Pulver neigt zur Selbstentzündung und reagiert dabei zu Titandioxid.

Ein häufiges Mineral zur Gewinnung des Elements ist das Mineral Ilmenit FeTiO_3 . Dieses Mineral dient in einem sehr aufwendigen und teuren Herstellungsprozess als Ausgangsstoff für die Synthese des Metalls Titan:

- A** Ilmenit wird mit Kohlenstoff zu Eisen, Titandioxid und Kohlenstoffmonooxid umgesetzt.
- B** Titandioxid reagiert mit Chlor und Kohlenstoff zu Titan-tetrachlorid und Kohlenstoffmonooxid.
- C** Das Metall entsteht durch Reaktion von Titan-tetrachlorid mit Magnesium.

a) Vergleiche den Bau eines Eisen-Atoms mit dem Bau eines Titan-Atoms.

Vergleich des Baus eines Eisen-Atoms mit dem eines Titan-Atoms

Gemeinsamkeiten: 4 besetzte Elektronenschalen
(„ungenau“ Anzahl der Elektronenschalen)
elektrisch neutral geladen

Unterschiede: Eisen: 26 Protonen und 26 Elektronen
Titan: 22 Protonen und 22 Elektronen
(„ungenau“: Anzahl der Protonen und Elektronen)
Eisen: 8 Außenelektronen/Valenzelektronen
Titan: 4 Außenelektronen/Valenzelektronen
(„ungenau“ Anzahl der Elektronen auf der Außenschale)

auch andere korrekte Merkmale möglich, Abzug bei falschen Merkmalen

je Gemeinsamkeit 1 Punkt (max. 2 Punkte) und je Unterschied 1½ Punkte (max. 3 Punkte) bei „ungenauer“ Angabe nur ½ Punkt = 5 Punkte



- b) Formuliere die Reaktionsgleichung zur Verbrennung von Titan. Begründe die Art der chemischen Bindung im Reaktionsprodukt.

Reaktionsgleichung: $\text{Ti (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{TiO}_2 \text{ (s)}$ (| exotherm evtl. Sonderpunkt)

Begründung „chemische Bindung“:

Titan (Ti) ist ein Metall mit einer niedrigen Elektronegativität (1,5 nach Pauling), während Sauerstoff (O) ein stark elektronegatives Nichtmetall (3,5 nach Pauling) ist. Die Elektronegativitätsdifferenz ($\Delta\text{EN}(\text{TiO}) = 2,0$) ($\frac{1}{2}$ P) spricht für eine Ionenbindung ($\frac{1}{2}$ P) zwischen Titan-Kationen (Ti^{4+}) ($\frac{1}{2}$ P) und Oxid-Anionen (O^{2-}) ($\frac{1}{2}$ P).

alternativ: Bei der Reaktion zwischen Metallen (hier: Titan) und Nichtmetallen (hier: Sauerstoff) entstehen immer Ionenverbindungen/Salze, wobei die Kationen und Anionen durch Ionenbindung im Ionengitter zusammengehalten werden.

1 Punkt für die Reaktionsgleichung (- $\frac{1}{2}$ Punkt ohne Aggregatzustände) und 2 Punkt für die Begründung = 3 Punkte

- c) Berechne den Massenanteil (in %) an Titan im Mineral Ilmenit.

gegeben: FeTiO_3 $M = 56 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 48 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 152 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ($\frac{1}{2}$ P)

gesucht: Titan-Anteil in Ilmenit

Rechnung:

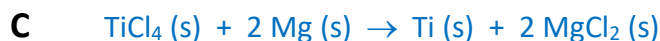
$$\text{Massenanteil(Ti)} = \frac{M(\text{Ti})}{M(\text{FeTiO}_3)} \cdot 100\% = \frac{48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{152 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100\% = 31,5\% \quad (1\frac{1}{2} \text{ P})$$

Der Massenanteil an Titan in Ilmenit beträgt 31,5 %.

2 Punkte

- d) Formuliere die Reaktionsgleichungen **A** bis **C** für die Herstellung des Metalls Ilmenit.

Reaktionsgleichungen:



je Reaktionsgleichung $1\frac{1}{2}$ Punkte auf korrekte Stoffe und je $\frac{1}{2}$ Punkt auf korrekte Stöchiometrie und 1 Punkt insgesamt für Aggregatzustandsangaben = 7 Punkte

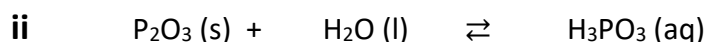
„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
 Lösungen
 2. Runde – Stufe 9



4 Wasser und seine reaktive Seite

insgesamt 11 Punkte

Wasser ist ein vielseitiger Reaktionspartner für die Synthese verschiedenen Stoffen.



a) Gleiche die Reaktionsgleichungen **i** bis **iv** aus.

Reaktion i :	1 Sr (s) + 2 H ₂ O (l) \rightleftharpoons 1 Sr(OH) ₂ (aq) + 1 H ₂ (g)
Reaktion ii :	1 P ₂ O ₃ (s) + 3 H ₂ O (l) \rightleftharpoons 2 H ₃ PO ₃ (aq)
Reaktion iii :	1 PCl ₅ (s) + 4 H ₂ O (l) \rightleftharpoons 1 H ₃ PO ₄ (aq) + 5 HCl (g)
Reaktion iv :	1 Li ₃ N (s) + 3 H ₂ O (l) \rightleftharpoons 3 LiOH (aq) + 1 NH ₃ (g)

1 Punkt je richtig ausgeglichener Reaktionsgleichung = 4 Punkte

b) Benenne für die Reaktionen **i**, **iii** und **iv** jeweils den Reaktionspartner von Wasser sowie die entstehenden Reaktionsprodukte.

Reaktion i	Sr (s) Sr(OH) ₂ (aq) H ₂ (g)	Strontium Strontiumhydroxid Wasserstoff
Reaktion iii	PCl ₅ (s) H ₃ PO ₄ (aq) HCl (g)	Phosphorpentachlorid bzw. Phosphor(V)-chlorid Phosphorsäure Chlorwasserstoff (auch Salzsäure zulässig)
Reaktion iv	Li ₃ N (s) LiOH (aq) NH ₃ (g)	Lithiumnitrid Lithiumhydroxid Ammoniak

½ Punkt je richtig benannter Formel + ½ Punkt vollständig korrekt = 5 Punkte



- c) Gib den Stoff an, der in den Reaktionsgleichungen **i** bis **iv** vorkommt und die höchste molare Masse besitzt und den, der die niedrigste molare Masse besitzt. Gib jeweils auch die molare Masse an.

Höchste Molare Masse:	Phosphorpentachlorid PCl_5 mit $M = (31 + 5 \cdot 35,5) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 208,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
Niedrigste Molare Masse:	Wasserstoff H_2 mit $M = 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$\frac{1}{2}$ Punkt je richtigem Stoff und $\frac{1}{2}$ Punkt je richtig berechneter Molarer Masse (ohne Einheit angegeben einmalig Abzug von $\frac{1}{2}$ Punkt) = 2 Punkte



5 Aluminium-Herstellung

insgesamt 14 Punkte

Aus Aluminiumoxid wird mittels Schmelzflusselektrolyse unter hohem Energieaufwand reines Aluminium hergestellt (siehe Abbildung). Mit dem gebundenen Sauerstoff wird Kohlenstoff vollständig oxidiert. Zur Herstellung einer Tonne Aluminium werden 15.700 kWh elektrische Energie benötigt. Das entspricht dem dreifachen Jahresverbrauch an Strom einer Familie. Die Wiederaufbereitung von recyceltem Aluminium benötigt nur rund 5% dieser elektrischen Energie.

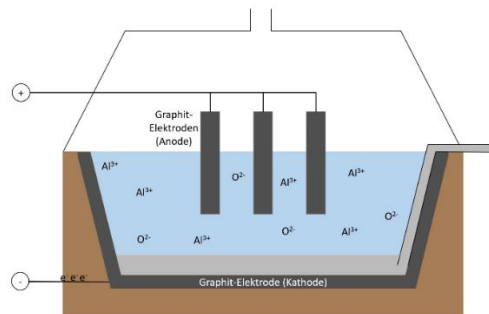


Abbildung: Aufbau der Schmelzflusselektrolyse (Quelle: www.leifichemie.de)

- a) Berechne die Kantenlänge eines Aluminiumwürfels mit einem Gewicht von einer Tonne. Die Dichte (ρ) von Aluminium beträgt $2,7 \frac{g}{cm^3}$.

gegeben: $\rho(Al) = 2,7 \frac{g}{cm^3}$ $m(Al) = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1.000.000 \text{ g}$

Würfel, d. h. $a \cdot a \cdot a = V(Al)$

gesucht: Kantenlänge $a = ?$ des Aluminiumwürfels

Rechnung:

$$\rho(Al) = \frac{m(Al)}{V(Al)}, \text{ daraus folgt } V(Al) = \frac{m(Al)}{\rho(Al)} = \frac{1000000 \text{ g}}{2,7 \frac{g}{cm^3}} = 370370,37 \text{ cm}^3 \text{ (1 P)}$$

$$V = a \cdot a \cdot a, \text{ daraus folgt } a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{370370,37 \text{ cm}^3} = 71,8 \text{ cm (1 P)}$$

Die Kantenlänge a des Aluminiumwürfels beträgt 71,8 cm.

2 Punkte

- b) Formuliere für die beschriebene Aluminiumherstellung die Reaktionsgleichung mit Energieumsatz an.



**½ Punkt je richtiger Formel, Aggregatzustandsangaben und Ausgleichen,
1 Punkt für Angabe „endotherm“ = 4 Punkte**



- c) Drei Güterzüge liefern täglich jeweils 60 Waggon Bauxit zur Aluminiumhütte. Jeder Waggon fasst 55,0 t Bauxit mit einem Massenanteil Aluminiumoxid von 40%. Berechne die Masse an Aluminium, die aus dieser täglichen Lieferung hergestellt werden kann. Ermittle, wie viele Familien mit der bei der Herstellung verbrauchten Energiemenge ein Jahr lang Strom beziehen könnten.

gegeben: $m(\text{Bauxit}) = 3 \cdot 60 \cdot 55,0 \text{ t} = 9900 \text{ t}$ (½ P)
 $M(\text{Al}) = 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 102 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 Massenanteil(Al_2O_3) = 40 % = 0,4
 Reaktionsgleichung unter b), daraus ableitbar $\frac{n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n(\text{Al})} = \frac{2}{4}$ (½ P)

gesucht: $m(\text{Al})$ pro Tag

Rechnung:

$$\text{Massenanteil}(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{m(\text{Bauxit})} \cdot 100\%, \text{ daraus folgt}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{\text{Massenanteil}(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot m(\text{Bauxit})}{100\%} = \frac{40\% \cdot 9900 \text{ t}}{100\%} = 3960 \text{ t} \text{ (½ P)}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{4}{2} \cdot n(\text{Al}_2\text{O}_3) \text{ und einsetzen von } n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{4}{2} \cdot \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}, \text{ umgeformt}$$

$$m(\text{Al}) = \frac{4}{2} \cdot \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Al})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{2} \cdot \frac{3960 \text{ t} \cdot 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{102 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2 \cdot \frac{106920 \text{ t}}{102} = 2096,5 \text{ t} \text{ (1 ½ P)}$$

Aus der täglichen Lieferung von 9900 t Bauxit können pro Tag 2096,5 t Aluminium hergestellt werden.

gegeben: $m(\text{Al}) = 2096,5 \text{ t}$ pro Tag

$E_{\text{el}} = 15.700 \text{ kWh}$ pro Tonne Aluminium $\equiv 3 \cdot$ Jahresverbrauch an Strom einer Familie.

gesucht: Anzahl der Familien, die 1 Jahr lang mit Strom versorgt werden könnten, der für eine Tagesproduktion Al benötigt wird

Ermitteln:

$$1 \text{ t} \equiv 3 \text{ Familien}$$

$$2096,5 \text{ t} \equiv 3 \cdot 2096,5 \text{ Familien} = 6289,5 \text{ Familien} \text{ (1 P)}$$

Die tägliche für die Produktion von Aluminium benötigte elektrische Energie würde ausreichen, um 6289,5 Familien ein Jahr lang mit Strom zu versorgen.

4 Punkte



- d) Berechne das Volumen an Kohlenstoffdioxid in Kubikmetern, das von einer Aluminiumhütte täglich durch Schmelzflusselektrolyse unter Standardbedingungen in die Atmosphäre gelangt ($V_m = 24 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$). (Notfallwert: $m(\text{Al}) = 2000 \text{ t}$).

gegeben: $m(\text{Al}) = 2096,5 \text{ t}$ (aus Aufgabenteil c),

$$M(\text{Al}) = 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$V_m = 24 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$$

Reaktionsgleichung unter b) gegeben

gesucht: $V(\text{CO}_2)$

Rechnung:

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{Al})} = \frac{3}{4} \quad \text{umformen} \quad n(\text{CO}_2) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{Al})$$

$$\frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{3}{4} \cdot \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})}, \quad \text{umformen}$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{3}{4} \cdot \frac{m(\text{Al}) \cdot V_m}{M(\text{Al})} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2096500000 \text{ g} \cdot 24 \frac{\text{l}}{\text{mol}}}{27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2096500000 \text{ g} \cdot 24 \frac{\text{l}}{\text{mol}}}{27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$= 1.397.666.667 \text{ l} \quad (\text{Ansatz und Ergebnis } 1 \frac{1}{2} \text{ P}) = 1.397.666,667 \text{ m}^3 \quad (\frac{1}{2} \text{ P})$$

(mit Notfallwert: 1.333.333.333 l)

Pro Tag würden bei der Produktion von 2096,5 Tonnen Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse 1.397.666,667 Kubikmeter Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre freigesetzt.

2 Punkte

- e) Beschreibe unter Verwendung einer Reaktionsgleichung eine Möglichkeit, Kohlenstoffdioxid aus der Luft als schwer löslichen Feststoff zu binden. Benenne das Reaktionsprodukt.

Reaktionsgleichung: Einleiten von Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser:



alternativ: $\text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{aq})$



alternativ: $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\text{aq})$

Benennen des Reaktionsprodukts:

Calciumcarbonat oder Kalk (1 P) alternativ: Bariumcarbonat

2 Punkte

Gesamtpunktzahl 1 bis 5: 65 Punkte



1 Eins von drei

Kreuze auf dem Antwortbogen jeweils das Kästchen mit der korrekten Antwort an.

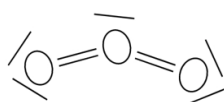
2 Ozon

Ozon besitzt die Summenformel O_3 und ist neben dem „normalen“ Sauerstoff mit der Summenformel O_2 eine Sauerstoffverbindung, welche in der Atmosphäre in geringen Mengen vorkommt. Ozon kann bei Gewittern aus O_2 durch Blitze entstehen.

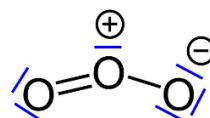
- a) Formuliere die Reaktionsgleichung für diesen Prozess an.

Im Labor kann Ozon durch Behandlung von Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) mit konzentrierter Schwefelsäure (H_2SO_4) gebildet werden, wobei das Zwischenprodukt Mn_2O_7 entsteht, welches zu Ozon und MnO_2 zerfällt.

- b) Entscheide mit Begründung, ob die Bildung von Ozon aus Kaliumpermanganat eine Redoxreaktion ist.
- c) Beide angegebene Lewis-Formeln **(1)** und **(2)** findet man im Internet für Ozon.



(1)



(2)

Wissenschaftlich anerkannt ist jedoch nur eine. Entscheide welche anhand (einer) bekannten Regel(n) und benenne diese. Gib zudem bei der falschen Formel die Fehler an.

Vergleicht man die Eigenschaften von O_2 und O_3 miteinander, so stellt man fest, dass die Stoffe nicht nur ein unterschiedliches Reaktionsverhalten zeigen, sondern sich auch signifikant in ihren physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Während flüssiger Sauerstoff eine leicht bläuliche Farbe aufweist und schon bei -183 °C siedet, ist flüssiges Ozon tiefblau und siedet erst bei $-111,9\text{ °C}$.

- d) Erklären Sie mithilfe des Baus der Sauerstoff- und Ozon-Moleküle ihre unterschiedlichen Siedetemperaturen.

Ab einem Ozon-Gehalt von etwa $0,11 \frac{mg}{m^3}$ in der Atemluft können verschiedene Symptome, wie Tränenreiz oder Kopfschmerzen verursacht werden.

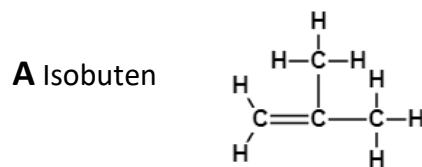
- e) Berechne, welche Stoffmenge Ozon ein 2,5 m hoher Raum mit einer Grundfläche von 20 m^2 maximal enthalten darf, damit ein Gehalt von $0,11 \frac{mg}{m^3}$ nicht überschritten wird.



3 Ohne Isobuten kein Kaugummi

Kaugummi enthält neben Zucker, Aroma- und Geschmacksstoffe als wichtigste Zutat die „Kaubase“. Heute nutzt man dafür synthetisches Polyisobuten, das aus hochreinem Isobuten hergestellt wird. Bei der Herstellung von Isobuten **A** erhält man zunächst ein Gemisch aus Isomeren des Butens mit der Summenformel C_4H_8 .

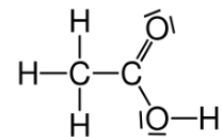
Danach wird aus diesem Isomeren-Gemisch Isobuten **A** durch die Reaktion mit Methanol abgetrennt. Zum Schluss entfernt man mit Wasser das überschüssige Methanol (CH_3OH), das nicht reagiert hat.



- Isomere sind Verbindungen mit gleicher Summenformel aber unterschiedlicher Strukturformel und damit unterschiedlicher Verknüpfung der Atome. Gib alle Strukturformeln (Lewis-Formeln) von nicht cyclischen Isomeren des Butens an.
- Entscheide, ob eine Trennung der Isomere mit Siedetemperaturen zwischen -10°C und 1°C durch Destillation möglich ist.
- Entwickle die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Isobuten **A** mit Methanol (CH_3OH) unter Verwendung von Strukturformeln (Lewis-Formeln). Bei der Reaktion entsteht nur ein Reaktionsprodukt, das ausschließlich Einfachbindungen enthält.
- Erkläre die Entfernung von nicht umgesetztem Methanol (CH_3OH) mittels Wasser aus dem Reaktionsgemisch unter c).

4 Alles Essig

Essigessenz ist eine Lösung mit einem Massenanteil an Essigsäure von 25%. Durch Verdünnen der Essigessenz erhält man 5%igen Speiseessig. Beide Lösungen haben annähernd eine Dichte von $1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$. Das Essigsäuremolekül kann mit der Summenformel $C_2H_4O_2$ angegeben werden und hat nebenstehende Strukturformel (Lewis-Formel).



- Berechne die Masse an Essigsäure, die in einer Flasche (0,450 l) Essigessenz gelöst ist.
- Ermittle die Anzahl der Flaschen (0,750 l) an Speiseessig, die sich durch Verdünnen einer Flasche (0,450 l) Essigessenz mit Wasser gewinnen lassen.
(Notfallwert für die Masse an Essigsäure: $m = 100 \text{ g}$)



- c) Berechne die Stoffmengenkonzentration an Essigsäure in einer dieser Flaschen Speiseessig.
- d) Erkläre unter Zuhilfenahme einer Reaktionsgleichung, dass durch Reaktion von Essigsäure mit Wasser eine saure Lösung entsteht.
- e) Gib zwei Verwendungszwecke von Essigsäure im Alltag an.

5 Zink und Eisenoxid

4,50 g Gramm eines Gemisches unbekannter Reinheit aus Zink und Eisen(III)-oxid, auch Dieisentrioxid genannt, wird in Salzsäure, auch Chlorwasserstoffsäure genannt, gelöst, wobei 0,400 Liter Wasserstoff unter Normbedingungen (0 °C, 1013 hPa) entstehen.

Die entstandene Lösung wird mit einem Überschuss an Natronlauge (wässrige Lösung von Natriumhydroxid) versetzt. Dabei bildet sich der lösliche Zinkkomplex Natrium-tetrahydroxidozinkat(II) mit zweifach positiv geladenen Zink-Ionen sowie ein Niederschlag.

Dieser Niederschlag wird abfiltriert und anschließend bei hohen Temperaturen gegläht. Der Reststoff hat eine Masse von 3,17 g.

- a) Stelle das experimentelle Vorgehen zum Trennen des Zink-Eisen(III)-oxid-Gemisches in einem Schema bzw. Flussdiagramm dar.
- b) Entwickle die Reaktionsgleichungen für alle ablaufenden Reaktionen.
- c) Berechne die prozentualen Anteile von Zink und Eisen(III)-oxid im Gemisch.
(Normalbedingungen: $V_m = 22,4 \frac{l}{mol}$)
- d) Ermittle rechnerisch, ob das Gemisch Verunreinigungen enthielt. Gehe hierbei idealisiert davon aus, dass es keine experimentellen Verluste gab oder Ungenauigkeiten bei Messungen.

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
 Lösungen
 2. Runde – Stufe 10



1 Eins von drei

insgesamt 10 Punkte

Kreuze auf dem Antwortbogen jeweils das Kästchen mit der korrekten Antwort an.

weiches, dunkel-graues Metall	Zinn	Blei	Schwefel
gelb-grünes Gas	Silberiodid	Chlor	Stickstoffmonoxid
brennt nicht mit blauer Flamme	Kohlenstoffmonoxid	Stickstoff	Wasserstoff
Formel für Natriumsulfat	Na₂SO₄	NaSO ₄	Na ₂ SO ₃
wässrige Lösung von Natriumchlorid ist ...	sauer	alkalisch	neutral
bei Raumtemperatur nicht ferromagnetisch	Nickel	Zink	Eisen
Lewisformel für CO ₂	$ \bar{O} - \bar{C} - \bar{O} $	$\langle \bar{O} = C = \bar{O} \rangle$	$ \bar{O} - C - \bar{O} $
Dipolmolekül	CO ₂	H₂O	N ₂
Masse von 2 Mol Wasser	16 g	32 g	36 g
Farbumschlag des Universalindikators nach Blau beim Einleiten des Gases in Wasser	SO ₂	NH₃	H ₂

1 Punkt je korrektes Kreuz = 10 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
Lösungen
2. Runde – Stufe 10



2 Ozon

insgesamt 15 Punkte

Ozon besitzt die Summenformel O_3 und ist neben dem „normalen“ Sauerstoff mit der Summenformel O_2 eine Sauerstoffverbindung, welche in der Atmosphäre in geringen Mengen vorkommt. Ozon kann bei Gewittern aus O_2 durch Blitze entstehen.

- a) Formuliere die Reaktionsgleichung für diesen Prozess an.

Reaktionsgleichung: $3 O_2 (g) \rightarrow 2 O_3 (g)$ | endotherm

1 Punkt für Reaktionsgleichung und 1 Punkt für Energieumsatz = 2 Punkte

Im Labor kann Ozon durch Behandlung von Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) mit konzentrierter Schwefelsäure (H_2SO_4) gebildet werden, wobei das Zwischenprodukt Mn_2O_7 entsteht, welches zu Ozon und MnO_2 zerfällt.

- b) Entscheide mit Begründung, ob die Bildung von Ozon aus Kaliumpermanganat eine Redoxreaktion ist.

Begründung:

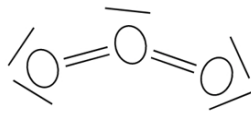
Es liegt eine Redoxreaktion (Elektronenübertragungsreaktion) vor (1 P), da sich Oxidationszahlen ändern ($\frac{1}{2}$ P).

Genauer „Oxidationszahländerung“: Oxidationszahländerung bei Mn von +VII (im Kaliumpermanganat) auf +IV (im Braunstein MnO_2) (1 P) und Oxidationszahländerung bei O von -II auf 0 (im Ozon) (1 P)

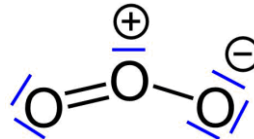
1,5 Punkte bei knapper und 3 Punkte bei ausführlicher Begründung = 3 Punkt



- c) Beide angegebene Lewis-Formeln **(1)** und **(2)** findet man im Internet für Ozon.



(1)



(2)

Wissenschaftlich anerkannt ist jedoch nur eine. Entscheide welche anhand (einer) bekannten Regel(n) und benenne diese. Gib zudem bei der falschen Formel die Fehler an.

Die Lewis-Formel **(2)** ist die richtige ($\frac{1}{2}$ P). Jedes Atom ist von 8 Außenelektronen/Valenzelektronen (entweder Bindungselektronen oder frei Elektronenpaaren) umgeben ist ($\frac{1}{2}$ P). Damit ist die sogenannte Oktettregel, auch Edelgas-Regel genannt, erfüllt (1 P).

Fehler in der Lewis-Formel **(1)**:

- Beim mittleren O-Atom mit 10 Außenelektronen ist die Oktettregel nicht erfüllt. ($\frac{1}{2}$ P)

2,5 Punkte

Vergleicht man die Eigenschaften von O_2 und O_3 miteinander, so stellt man fest, dass die Stoffe nicht nur ein unterschiedliches Reaktionsverhalten zeigen, sondern sich auch signifikant in ihren physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Während flüssiger Sauerstoff eine leicht bläuliche Farbe aufweist und schon bei -183 °C siedet, ist flüssiges Ozon tiefblau und siedet erst bei $-111,9\text{ °C}$.

- d) Erklären Sie mithilfe des Baus der Sauerstoff- und Ozon-Moleküle ihre unterschiedlichen Siedetemperaturen.

Ozon ist aus polaren Molekülen aufgebaut ($\frac{1}{2}$ P), während Sauerstoff aus unpolaren Molekülen besteht ($\frac{1}{2}$ P), daraus resultieren stärkere Wechselwirkungen zwischen den Molekülen des Ozons ($\frac{1}{2}$ P). Daher ist mehr Energiezufuhr durch Erwärmen notwendig, um die zwischenmolekularen Kräfte zwischen den Ozon-Moleküle zu trennen. Was sich in der höheren Siedetemperatur von Ozon gegenüber Sauerstoff zeigt. ($\frac{1}{2}$ P)

Zudem haben Ozon-Moleküle auch eine höhere Molekülmasse als Sauerstoff-Moleküle. ($\frac{1}{2}$ P)

2,5 Punkte



Ab einem Ozon-Gehalt von etwa $0,11 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$ in der Atemluft können verschiedene Symptome, wie Tränenreiz oder Kopfschmerzen verursacht werden.

- e) Berechne, welche Stoffmenge an Ozon ein 2,5 m hoher Raum mit einer Grundfläche von 20 m^2 maximal enthalten darf, damit ein Gehalt von $0,11 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$ nicht überschritten wird.

gegeben: $A = 20 \text{ m}^2$ $h = 2,5 \text{ m}$ $\beta = \frac{m(\text{O}_3)}{V(\text{Luft})} = 0,11 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$

$M = 48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (½ P)

gesucht: $n(\text{O}_3)$

Volumen V des Raums (Ansatz 1 P, Zwischenergebnis ½ P)

$$V = A \cdot h = 20 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 50 \text{ m}^3$$

Maximale Masse m an Ozon (Ansatz 1 P, Zwischenergebnis ½ P)

$$m = \beta \cdot V = 0,11 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \cdot 50 \text{ m}^3 = 5,5 \text{ mg} = 0,0055 \text{ g}$$

alternativ:

0,11 mg	pro 1 m^3
$50 \cdot 0,11 \text{ mg}$	pro $50 \cdot 1 \text{ m}^3$
5,5 mg	pro 50 m^3

Maximale Stoffmenge n des Ozons (Ansatz 1 P, Ergebnis ½ P)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,0055 \text{ g}}{48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,00011 \text{ mol} = 0,11 \text{ mmol}$$

Die maximale Stoffmenge an Ozon in einem 50 Quadratmeter großem Raum beträgt 0,11 mmol.

5 Punkte



3 Ohne Isobuten kein Kaugummi

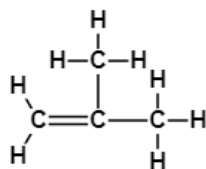
insgesamt 9 Punkte

Kaugummi enthält neben Zucker, Aroma- und Geschmacksstoffe als wichtigste Zutat die „Kabase“. Heute nutzt man dafür synthetisches Polyisobuten, das aus hochreinem Isobuten hergestellt wird.

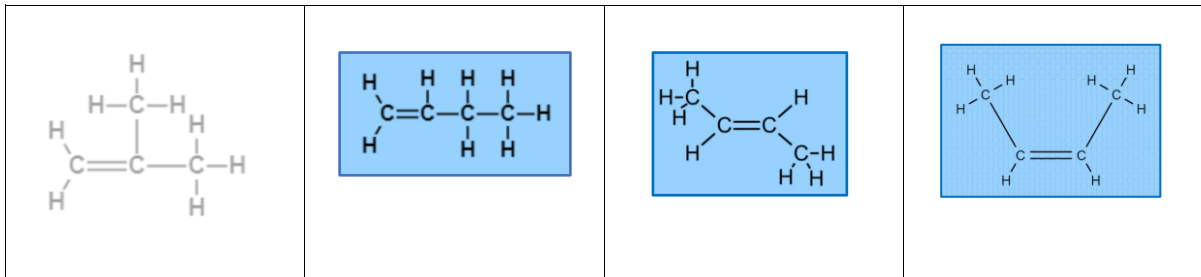
Bei der Herstellung von Isobuten **A** erhält man zunächst ein Gemisch aus Isomeren des Butens mit der Summenformel C_4H_8 .

Danach wird aus diesem Isomeren-Gemisch Isobuten **A** durch die Reaktion mit Methanol abgetrennt. Zum Schluss entfernt man mit Wasser das überschüssige Methanol (CH_3OH), das nicht reagiert hat.

A Isobuten



- a) Isomere sind Verbindungen mit gleicher Summenformel aber unterschiedlicher Strukturformel und damit unterschiedlicher Verknüpfung der Atome. Gib alle Strukturformeln (Lewis-Formeln) von nicht cyclischen Isomeren des Butens an.



1 Punkt für jede korrekte Strukturformel = 3 Punkte

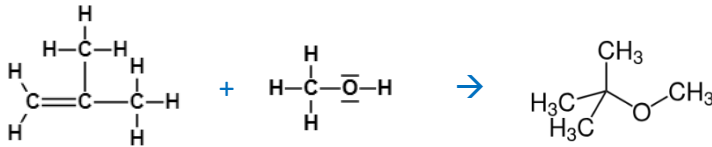
- b) Entscheide, ob eine Trennung der Isomere mit Siedetemperaturen zwischen $-10^{\circ}C$ und $1^{\circ}C$ durch Destillation möglich ist.

Da die Trennung durch Destillation auf deutlich unterschiedlichen Siedetemperaturen beruht ($\frac{1}{2}$ P), ist dies bei den Isomeren des Butens aufgrund der sehr ähnlichen Siedetemperaturen nicht/kaum möglich ($\frac{1}{2}$ P).

1 Punkt



- c) Entwickle die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Isobuten **A** mit Methanol (CH_3OH) unter Verwendung von Strukturformeln (Lewis-Formeln). Bei der Reaktion entsteht nur ein Reaktionsprodukt, das ausschließlich Einfachbindungen enthält.



(auch Anti-Markovnikov-Produkt möglich)

1 Punkt für Strukturformel Methanol, 2 Punkte Reaktionsprodukt = 3 Punkte

- d) Erkläre die Entfernung von nicht umgesetztem Methanol (CH_3OH) mittels Wasser aus dem Reaktionsgemisch unter c).

Reaktionsprodukt ist unpolar und damit nicht in Wasser löslich.

Methanol ist polar durch die Hydroxygruppe und damit in Wasser löslich und aus dem Reaktionsgemisch entfernbar.

2 Punkte

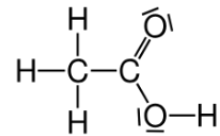
„Chemie – die stimmt!“ 2024/2025
Lösungen
2. Runde – Stufe 10



4 Alles Essig

insgesamt 14 Punkte

Essigessenz ist eine Lösung mit einem Massenanteil an Essigsäure von 25%. Durch Verdünnen der Essigessenz erhält man 5%igen Speiseessig. Beide Lösungen haben annähernd eine Dichte von $1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$. Das Essigsäuremolekül kann mit der Summenformel $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ angegeben werden und hat nebenstehende Strukturformel (Lewis-Formel).



- a) Berechne die Masse an Essigsäure, die in einer Flasche (0,450 l) Essigessenz gelöst ist.

gesucht: Masse an Essigsäure (HAc)

gegeben: $\rho = \frac{m(\text{Essigessenz})}{V(\text{Essigessenz})} = 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ $\omega = \frac{m(\text{HAc})}{m(\text{Essigessenz})} \cdot 100 \% = 25 \% \text{ bzw. } 0,25$

$$V = 0,450 \text{ l} = 450 \text{ ml}$$

Rechnung: umformen nach $m(\text{Essigessenz})$ und einsetzen

$$m(\text{HAc}) = \omega \cdot \rho \cdot V = 0,25 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 450 \text{ ml} = \mathbf{112,5 \text{ g}}$$

alternativ: 1,00 l Essigessenz wiegt 1 kg- enthält 25 % Essigsäure, sprich 250 g Essigsäure

0,45 l Essigessenz - enthält $0,45 \cdot 250 \text{ g} = 112,5 \text{ g}$ Essigsäure

1 Punkt für Ansatz, 1 Punkt für Ergebnis = 2 Punkte



- b) Ermittle die Anzahl der Flaschen (0,750 l) an Speiseessig, die sich durch Verdünnen einer Flasche (0,450 l) Essigessenz mit Wasser gewinnen lassen.
(Notfallwert für die Masse an Essigsäure: $m = 100$ g)

gesucht: Anzahl der Flaschen an 5%igen Speiseessig

gegeben: $\rho = \frac{m(\text{Speiseessig})}{V(\text{Speiseessig})} = 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ $\omega = \frac{m(\text{HAc})}{m(\text{Speiseessig})} \cdot 100 \% = 5 \% \text{ bzw. } 0,05$

$V(\text{Essigessenz}) = 0,450 \text{ l} = 450 \text{ ml}$ $m(\text{HAc}) = 112,5 \text{ g}$ (aus a)

Rechnung: Berechnung des Volumens V an 5%igen Speiseessig durch Verdünnen umformen nach $m(\text{Speiseessig})$ und einsetzen

$$V(\text{Speiseessig}) = \frac{m(\text{HAc}) \cdot \rho(\text{Speiseessig})}{\omega(\text{Speiseessig})} = \frac{112,5 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}{0,05} = 2250 \text{ ml}$$

(mit Notfallwert: 2000 ml)

Berechnung der Anzahl der Flaschen mit einem Volumen von 750 ml

Anzahl der Flaschen = $V(\text{gesamt}) : V(\text{Flasche}) = 2250 \text{ ml} : 750 \text{ ml} = 3$

(mit Notfallwert: 2 2/3 Flaschen)

Es können drei 750ml-Flaschen mit Speiseessig gefüllt werden

1 Punkt für Ansatz, 1 Punkt für $V(\text{Speiseessig})$, 1 Punkt für Ergebnis = 3 Punkte

- c) Berechne die Stoffmengenkonzentration an Essigsäure in einer dieser Flaschen Speiseessig.

gesucht: $c(\text{HAc}) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{V \cdot M}$

gegeben: $\rho = \frac{m(\text{Speiseessig})}{V(\text{Speiseessig})} = 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ $\omega = \frac{m(\text{HAc})}{m(\text{Speiseessig})} \cdot 100 \% = 5 \% \text{ bzw. } 0,05$

$V(\text{Speiseessig}) = 0,750 \text{ l} = 750 \text{ ml}$ $M(\text{HAc}) = 60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Rechnung: ρ umformen nach $m(\text{Speiseessig})$ und einsetzen

$m(\text{HAc}) = \omega \cdot m(\text{Speiseessig}) = \omega \cdot \rho \cdot V = 0,05 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 750 \text{ ml} = 37,5 \text{ g}$

$c(\text{HAc}) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{V \cdot M} = \frac{\omega \cdot \rho \cdot V}{V \cdot M} = \frac{0,05 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}{60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,00083 \frac{\text{mol}}{\text{ml}} = 0,83 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

Die Stoffmengenkonzentration an Essigsäure beträgt in einer 0,75 Liter-Flasche 0,83 mol pro Liter.

1 Punkt für Ansatz, 1 Punkt für Ergebnis = 2 Punkte



- d) Erkläre unter Zuhilfenahme einer Reaktionsgleichung, dass durch Reaktion von Essigsäure mit Wasser eine saure Lösung entsteht.



Die Bildung von Oxonium-Ionen (gleichwertig: Hydronium-Ionen) bei der Reaktion verursacht die saure Lösung. (1 P)

genauer: Bildung von Oxonium-Ionen als charakteristisches Teilchen saurer Lösungen in der wässrigen Lösung aufgrund einer Säure-Base-Reaktion (gleichwertig: Protonenübertragungsreaktion) (1 P), bei der jeweils ein Essigsäure-Molekül als Protonendonator ein Proton (1 P) auf ein Wasser-Molekül als Protonenakzeptor (1 P) überträgt.

**1 Punkt für Reaktionsgleichung (ohne Aggregatzustände ½ Punkt Abzug) und
1 Punkt für Begründung Oxonium-Ion und
3 Punkte für Erklärung Säure-Base-Reaktion = 5 Punkte**

- e) Gib zwei Verwendungszwecke von Essigsäure im Alltag an.

Zwei Beispiele:

- Reinigungsmittel zum Entfernen von Kalkrändern bzw. als Entkalker
- Geschmacksgeben in Salatdressings, Marinaden, ...
- Konservierungsmittel in Essiggurken

2 Punkte



5 Zink und Eisenoxid

insgesamt 13 Punkte

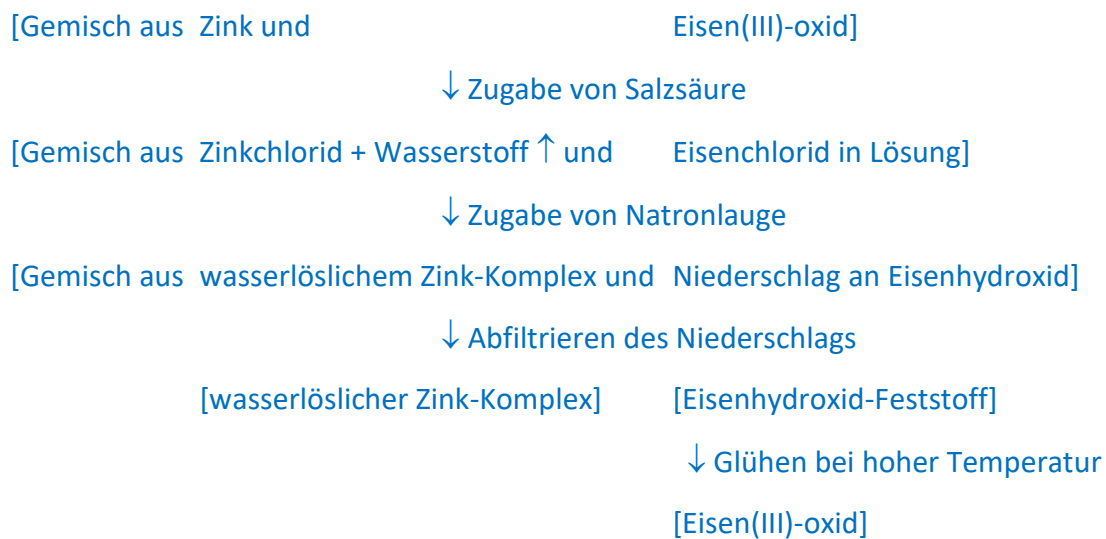
4,50 g Gramm eines Gemisches unbekannter Reinheit aus Zink und Eisen(III)-oxid, auch Dieisentrioxid genannt, wird in Salzsäure, auch Chlorwasserstoffsäure genannt, gelöst, wobei 0,400 Liter Wasserstoff unter Normbedingungen (0 °C, 1013 hPa) entstehen.

Die entstandene Lösung wird mit einem Überschuss an Natronlauge (wässrige Lösung von Natriumhydroxid) versetzt. Dabei bildet sich der lösliche Zinkkomplex Natrium-tetrahydroxidozinkat(II) mit zweifach positiv geladenen Zink-Ionen sowie ein Niederschlag.

Dieser Niederschlag wird abfiltriert und anschließend bei hohen Temperaturen geglüht. Der Reststoff hat eine Masse von 3,17 g.

- a) Stelle das experimentelle Vorgehen zum Trennen des Zink-Eisen(III)-oxid-Gemisches in einem Schema bzw. Flussdiagramm dar.

Schema (beispielhaft):

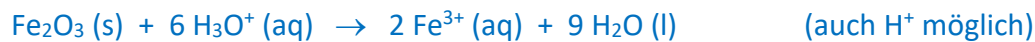
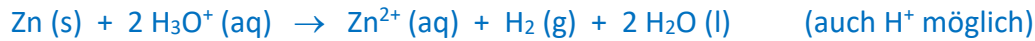


3 Punkte

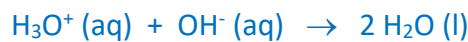


b) Entwickle die Reaktionsgleichungen für alle ablaufenden Reaktionen.

Reaktion von Zink bzw. Eisen(III)-oxid (Dieisentrioxid) mit Salzsäure



Reaktion alkalische mit saurer Lösung bis zur neutralen Lösung



Reaktion im alkalischen zu Natrium-tetrahydroxidozinkat und Niederschlag



Glühen des Niederschlags



je 1 Punkt für korrekte Reaktionsgleichung (ohne Aggregatzustandsangaben einmalig Abzug von maximal 1 Punkt) = 6 Punkte

c) Berechne die prozentualen Anteile von Zink und Eisen(III)-oxid im Gemisch.

(Normalbedingungen: $V_m = 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$)

gesucht: prozentualer Anteil Zink

gegeben: $\text{Zn (s)} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$ (unter a)

$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

$V(\text{H}_2) = 0,400 \text{ l}$ $V_m = 22,4 \text{ l/mol}$ bei Normalbedingungen

$m(\text{Gemisch}) = 4,5 \text{ g}$

Berechnung der Masse m an Zink aus dem Volumen des entstandenen Wasserstoffs

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{Zn})} = \frac{1}{1}, \text{ daraus folgt } \frac{V(\text{H}_2)}{V_m(\text{H}_2)} = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})}, \text{ umformen}$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{V(\text{H}_2) \cdot M(\text{Zn})}{V_m} = \frac{0,400 \text{ l} \cdot 65,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = \mathbf{1,17 \text{ g}} \quad (\text{Ansatz und Ergebnis: 1P})$$

Berechnung des prozentualen Masseanteils an Zink

$$\text{Massenanteil} = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{Gemisch})} = \frac{1,17 \text{ g}}{4,50 \text{ g}} = \mathbf{0,26 \text{ also } 26\%} \quad (\text{Ansatz und Ergebnis 1P})$$

Der prozentuale Massenanteil an Zink im Gemisch beträgt 26 %.



gesucht: prozentualer Anteil Eisen(III)-oxid

gegeben: $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3,17 \text{ g}$

(Eisen(III)-oxid wird wieder komplett zurückgewonnen unter Vernachlässigung von experimentellen Verlusten)

Rechnung:

$$\text{Massenanteil} = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{m(\text{Gemisch})} = \frac{3,17 \text{ g}}{4,50 \text{ g}} = \mathbf{0,70 \text{ also } 70\%} \quad (\text{Ansatz und Ergebnis } 1 \text{ P})$$

Der prozentuale Massenanteil an Eisen(III)-oxid im Gemisch beträgt rund 70%.

3 Punkte

- d) Ermittle rechnerisch, ob das Gemisch Verunreinigungen enthielt. Gehe hierbei idealisiert davon aus, dass es keine experimentellen Verluste gab oder Ungenauigkeiten bei Messungen.

Die Masse an Zink und Eisen(III)-oxid ergeben $1,17 + 3,17 = 4,34 \text{ g}$ Gemisch und damit ergibt sich eine Differenz von $0,16 \text{ g}$ zur Ausgangsmasse des Gemisches. Daher enthält das Gemisch Verunreinigungen.

alternativ: Der prozentuale Anteil an Zink und Eisen(III)-oxid am Gemisch ergeben $26 \% + 70 \% = 96 \%$. Damit ergibt sich zu 100% eine Differenz von 4% . Daher enthält das Gemisch Verunreinigungen.

1 Punkt

Gesamtpunktzahl 1 bis 5: 61 Punkte