

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
Aufgabenblatt
2. Runde – Stufe 9



1 PSE und Teilchendarstellung

1. gelbe Elementsubstanz
2. Element mit der kleinsten Atommasse
3. Angabe im PSE zur Anzahl der besetzten Elektronenschalen
4. Zink, Silber und Platin sindelemente.
5. Angabe im PSE zur Anzahl der Außenelektronen
6. farbloses, molekular vorkommendes Gas, welches die Flamme erstickt
7. Element mit der höchsten Elektronegativität
8. Elemente mit vollbesetzter Außenschale
9. Halbleiterelement, welches den Hauptbestandteil von Solarzellen darstellt
10. In unserem Bundesland entdecktes und nach ihm benanntes Element.

2 Spatelspitzen

Folgende Substanzen werden jeweils alleine auf einer Spatelspitze in eine 600°C heiße Flamme gehalten.

Magnesiumspäne (Mg)
Traubenzucker ()
Kochsalz (NaCl)
Diamant (C)
Quarzsand (SiO₂)
Schwefel (S)

- a) Notiere die jeweils zu erwartenden Beobachtungen.
- b) Entscheide jeweils, ob eine chemische Reaktion stattfinden wird, und entwickle in diesen Fällen eine Reaktionsgleichung.

3 Tolle Oxide

- a) Kreuze für jedes Oxid auf dem Antwortblatt die korrekten Antworten an. Es kann mehr als eine Antwort richtig sein.
- b) Entwickle jeweils eine Reaktionsgleichung zur Bildung von K₂O, CaO und Al₂O₃.
- c) Gibt man CaO zu H₂O entsteht eine wässrige Lösung. Die Abbildung auf dem Antwortblatt stellt diese wässrige Lösung auf Teilchenebene dar, allerdings hat sich der Fehlerteufel eingeschlichen.

Kreise in der Abbildung auf dem Antwortblatt die Fehler ein und benenne jeweils den Fehler.



4 Wer bin ich?

A ist ein Element der 6. Periode mit 4 Außenelektronen, von denen es meist nur 2 zur Ionenbildung abgibt. Reagiert **A** mit einem Halogen **B** entsteht **C**. Erhitzt man das Halogen **B**, sublimiert es, wobei ein violetteres Gas entsteht. An einer kalten Glasscheibe resublimiert **B** wieder.

Reagiert **A** mit Sauerstoff, entsteht **D** mit dem vierwertigen Metall-Ion.

- Gib für die Stoffe **A** bis **D** jeweils den Namen und die Formel an.
- Entwickle für alle Vorgänge eine chemische Gleichung.
- Erläutere, warum die Halogene nur molekular auftreten. Gib die Lewis-Formel (auch Strukturformel oder Molekülformel genannt) für ein Halogen-Molekül an.

5 Magnesium

Magnesium wirkt in Legierungen als „Härter“. Eine der bekanntesten ist Duraluminium® Al(Cu4Mg1), welches aus 95% Aluminium besteht und die anderen beiden Elemente im Massenverhältnis 4 : 1 enthält.

- Berechne die Massen an Cu und Mg in 5 kg Duraluminium® und berechne das Stoffmengenverhältnis von Cu und Mg.

Magnesium ist so reaktionsfreudig, dass es in der Natur nur in Verbindungen vorkommt. Eine typische Reaktion des Magnesiums ist die mit Säuren zur Herstellung von Wasserstoff. Gibt man Magnesium nur in Wasser, so entsteht auch Wasserstoff und ein Indikator würde eine basische Lösung anzeigen. Sogar mit dem reaktionsträgen Kohlenstoffdioxid reagiert Magnesium.

- Entwickle für alle Reaktionen die Reaktionsgleichungen. Nenne die Ursache für die Farbveränderung des Indikators.
- Benenne den Nachweis für Wasserstoff und gib die zugehörige Reaktionsgleichung an.

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



2 Spatelspitzen

insgesamt 12 Punkte

Folgende Substanzen werden jeweils auf einer Spatelspitze in eine 600°C heiße Flamme gehalten.

a) Notiere die jeweils zu erwartenden Beobachtungen.

Substanz	Beobachtungen	
Magnesiumspäne (Mg)	weiße grelle Lichterscheinung	½ P
	weißes Pulver (Rauch)	½ P
Traubenzucker (C ₆ H ₁₂ O ₆)	schmilzt (farblose Schmelze) dann verfärbt sich bei weiterem Erhitzen über gelblich nach braun bis zu schwarz (verkohlt) und verbrennt *) wenn zwei Beobachtungen genannt sind	1 P ^{*)}
Kochsalz (NaCl)	gelbe Flammenfärbung	1 P
Diamant (C)	keine Veränderung (Diamant bleibt erhalten) <i>Anm.: brennt ab 800°C</i>	1 P
Quarzsand (SiO ₂)	keine Veränderung bzw. Siliciumdioxid bleibt erhalten <i>Anm.: Smp: 1710°C</i>	1 P
Schwefel (S)	schmilzt (Schmelze färbt sich rotbraun) und verbrennt mit blauer Flamme, stechender Geruch *) wenn zwei Beobachtungen genannt sind	1 P ^{*)}

1 Punkt pro Beobachtung = 6 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



b) Entscheide jeweils, ob eine chemische Reaktion stattfinden wird, und entwickle in diesen Fällen eine Reaktionsgleichung.

Substanz	Chemische Reaktion (ja/nein), wenn ja auch Reaktionsgleichung		
Magnesiumspäne (Mg)	ja	½ P	$2 \text{ Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ MgO}$ 1 P
Traubenzucker (C ₆ H ₁₂ O ₆)	ja	½ P	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ alternativ: unvollständige Verbrennung 1 P
Kochsalz (NaCl)	nein	½ P	
Diamant (C)	nein	½ P	<i>Anm.: Erst ab 800°C verbrennt Diamant zu Kohlenstoffdioxid</i>
Quarzsand (SiO ₂)	nein	½ P	
Schwefel (S)	ja	½ P	$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ 1 P

½ Punkt je Entscheidung = 3 Punkte

1 Punkt je Reaktionsgleichung = 3 Punkte

(Formeln richtig ¾, ausgleichen richtig ¼,
 fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil -½ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



3 Tolle Oxide

insgesamt 14 Punkte

a) Kreuze für jedes Oxid die korrekten Antworten an. Es kann mehr als eine Antwort richtig sein.

CaO	wird als Löschkalk bezeichnet		entsteht bei der Verbrennung von Ca	<input checked="" type="checkbox"/>	lässt sich aus Kalkstein durch Hitze herstellen	<input checked="" type="checkbox"/>
Na₂O	hat eine molare Masse von $62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	<input checked="" type="checkbox"/>	reagiert mit Wasser zu Natriumhydroxid-Lösung	<input checked="" type="checkbox"/>	das Stoffmengenverhältnis der Elemente in der Verbindung ist 1 : 1	
MgO	bildet mit Wasser eine alkalische Lösung	<input checked="" type="checkbox"/>	besteht aus Magnesium-Ionen und Oxid-Ionen	<input checked="" type="checkbox"/>	hat einen sehr hohen Schmelzpunkt	<input checked="" type="checkbox"/>
Al₂O₃	entsteht spontan bei der Lagerung von Al an der Luft	<input checked="" type="checkbox"/>	ist ein Bestandteil von Fensterglas	<input checked="" type="checkbox"/>	leitet bei 25 °C den elektrischen Strom	
K₂O	ist bei Zimmertemperatur flüssig		andere Namen: Dikaliumoxid, Dikaliummonooxid	<input checked="" type="checkbox"/>	die Oxid-Ionen besitzen 8 Elektronen	

½ Punkt je richtiger Entscheidung und ½ Punkt, wenn alles richtig = 8 Punkte

b) Entwickle jeweils eine Reaktionsgleichung zur Bildung von K₂O, CaO und Al₂O₃.

$4 \text{ K} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{O}$
$2 \text{ Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CaO}$
$4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$

1 Punkt pro Reaktionsgleichung = 3 Punkte
 (Formeln richtig $\frac{3}{4}$, ausgleichen richtig $\frac{1}{4}$,
 fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil -½ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



- c) Gibt man CaO zu H₂O entsteht eine wässrige Lösung. Die Abbildung auf dem Antwortblatt stellt diese Lösung auf Teilchenebene dar, allerdings hat sich der Fehlerteufel eingeschlichen.

Kreise in der Abbildung auf dem Antwortblatt die Fehler ein und benenne den Fehler

1) Hydrathülle fehlt
2) kein Wassermolekül
3) Ionenladung 2+ fehlt
4) O²⁻-Ion gibt es nicht in der wässrigen Lösung
5) Wassermoleküle der Hydrathülle falsch orientiert zum Ion
6) Wassermoleküle der Hydrathülle falsch orientiert zum Ion

½ Punkt je richtig benanntem Fehler = 3 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



4 Wer bin ich?

insgesamt 11 Punkte

A ist ein Element der 6. Periode mit 4 Außenelektronen, von denen es meist nur 2 zur Ionenbildung abgibt. Reagiert **A** mit einem Halogen **B** entsteht **C**. Erhitzt man das Halogen **B**, sublimiert es, wobei ein violettes Gas entsteht. An einer kalten Glasscheibe resublimiert **B** wieder. Reagiert **A** mit Sauerstoff, entsteht **D** mit dem vierwertigen Metall-Ion.

a) Gib für die Stoffe **A bis D** jeweils den Namen und die Formel an.

A: Blei	(Pb)
B: Iod	(I ₂) nur I falsch
C: Bleiiodid oder Bleidiiodid	(PbI ₂)
D: Bleioxid oder Bleidioxid oder Blei(IV)oxid	(PbO ₂)

½ Punkt je Name und ½ Punkt je Formel = 4 Punkte

b) Entwickle für alle Vorgänge eine chemische Gleichung.

A: $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^-$
B: $\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow \text{I}_2(\text{s})$
C: $\text{Pb} + \text{I}_2 \rightarrow \text{PbI}_2$
D: $\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{PbO}_2$

1 Punkt je Gleichung = 4 Punkte

(fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil -½ Punkt)

c) Erläutere, warum die Halogene nur molekular auftreten. Gib Lewis-Formel für ein Halogen-Molekül an.

Jedes Atom strebt eine mit acht Elektronen vollbesetzte Außenschale an (1P).
 Halogene bilden zweiatomige Moleküle, so dass durch das gemeinsame Elektronenpaar zwischen den Halogen-Atomen für jedes Atom ein Elektronenoktett erreicht wird. (1P)



Erläuterung 2 Punkte

(Erläuterung mit Elektronenpaarbindung gleichwertig)

Lewis-Formel 1 Punkt

(ohne freie Elektronenpaare -½ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



5 Magnesium

insgesamt 13 Punkte

Magnesium wirkt in Legierungen als „Härter“. Eine der bekanntesten ist Duraluminium® Al(Cu4Mg1), welches aus 95% Aluminium besteht und die anderen beiden Elemente im Massenverhältnis 4 : 1 enthält.

- a) Berechne die Massen an Cu und Mg in 5 kg Duraluminium® und das Stoffmengenverhältnis von Cu zu Mg.

Berechnung der Masse an Kupfer und Magnesium im Gemisch (1 P):

Möglichkeit 1 mit Berechnung von m(Al):

Berechnung der Masse an Aluminium im Gemisch

$$\frac{m(\text{Al})}{95\%} = \frac{5 \text{ kg}}{100\%}; m(\text{Al}) = \frac{5 \text{ kg} \cdot 95\%}{100\%} = 4,75 \text{ kg}$$

und dann Berechnung der Masse an Kupfer und Magnesium im Gemisch:

$$m(\text{CuMg}) = m(\text{Gesamt}) - m(\text{Al}) = 5 \text{ kg} - 4,75 \text{ kg} = 0,25 \text{ kg (250 g)}$$

Möglichkeit 2 ohne Berechnung von m(Al):

$$\frac{m(\text{CuMg})}{5\%} = \frac{5 \text{ kg}}{100\%}; m(\text{CuMg}) = \frac{5 \text{ kg} \cdot 5\%}{100\%} = 0,25 \text{ kg (250 g)}$$

Berechnung der Masse an Kupfer und Magnesium, wenn m(Cu) : m(Mg) = 4:1:

$$250 \text{ g} : 5 = 50 \text{ g, daraus folgt} \quad m(\text{Cu}) = 4 \cdot 50 \text{ g} = 200 \text{ g} \quad (\frac{1}{2} \text{ P})$$

$$m(\text{Mg}) = 1 \cdot 50 \text{ g} = 50 \text{ g} \quad (\frac{1}{2} \text{ P})$$

anders formuliert

$$\begin{aligned} m(\text{CuMg}) &= m(\text{Cu}) + m(\text{Mg}), \text{ da } m(\text{Cu}) : m(\text{Mg}) = 4:1 \text{ entspricht } m(\text{Cu}) = 4 \cdot m(\text{Mg}) \\ &= 4 \cdot m(\text{Mg}) + m(\text{Mg}) \\ &= 5 \cdot m(\text{Mg}) \end{aligned}$$

$$5 \cdot m(\text{Mg}) = 250 \text{ g}, m(\text{Mg}) = \frac{250 \text{ g}}{5} = 50 \text{ g}$$

$$m(\text{Cu}) = 4 \cdot m(\text{Mg}) = 4 \cdot 50 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 9



Berechnung der Stoffmengen an Kupfer und Magnesium:

$$n(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{200 \text{ g}}{63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,15 \text{ mol} \quad (\frac{1}{2} \text{ P})$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{50 \text{ g}}{24,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,06 \text{ mol} \quad (\frac{1}{2} \text{ P})$$

Berechnung des Stoffmengenverhältnisses von Kupfer zu Magnesium:

$$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{Mg})} = \frac{3,15 \text{ mol}}{2,06 \text{ mol}} = \frac{1,5}{1} \quad (1 \text{ P})$$

Berechnung 4 Punkte
(ohne Einheit -1/2 bis -1 Punkt)

Magnesium ist so reaktionsfreudig, dass es in der Natur nur in Verbindungen vorkommt. Eine typische Reaktion des Magnesiums ist die mit Säuren zur Herstellung von Wasserstoff. Gibt man Magnesium nur in Wasser, so entsteht auch Wasserstoff und ein Indikator würde eine basische Lösung anzeigen. Sogar mit dem reaktionsträger Kohlenstoffdioxid reagiert Magnesium.

- b) Entwickle für alle Reaktionen die Reaktionsgleichungen. Nenne die Ursache für die Farbveränderung des Indikators.

$\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
$\text{Mg} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \quad *)$
$2 \text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{MgO} + \text{C}$
*) Farbänderung des Indikators aufgrund des Überschusses an Hydroxid-Ionen

2 Punkt je Reaktionsgleichung = 6 Punkte
(Formeln richtig je $\frac{1}{2}$ (für Mg keinen), ausgleichen richtig $\frac{1}{2}$,
fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil - $\frac{1}{2}$ Punkt)

Ursache Farbänderung 1 Punkt

- c) Benenne den Nachweis für Wasserstoff und gib die zugehörige Reaktionsgleichung an.

Nachweis für Wasserstoff:	Knallgasprobe
Reaktionsgleichung:	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Benennung 1 Punkt
Reaktionsgleichung 1 Punkt
(Formeln richtig $\frac{3}{4}$, ausgleichen richtig $\frac{1}{4}$,
fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil - $\frac{1}{2}$ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
Aufgabenblatt
2. Runde – Stufe 10



1 Von klein nach GROSS

Ordne jeweils nach der Größe; beginne mit dem kleinsten Wert.

- Löslichkeit der Gase in Wasser unter Standardbedingungen ($T = 25^{\circ}\text{C}$, $p = 1013 \text{ hPa}$):
Chlorwasserstoff (HCl), Sauerstoff (O_2), Kohlenstoffdioxid (CO_2)
- Gefrierpunkt:
Wasser (H_2O), Butan (C_4H_{10}), gesättigte Kochsalz-Lösung (NaCl -Lösung)
- Säurestärke:
Wasser (H_2O), Salzsäure/Chlorwasserstoffsäure ($\text{HCl}(\text{aq})$),
Flusssäure/Fluorwasserstoffsäure ($\text{HF}(\text{aq})$)
- Siedetemperatur:
Ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), Ethan (CH_3CH_3), Chlorethan ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$)
- Atomradius:
Sauerstoffatom (O), Boratom (B), Stickstoffatom (N)
- pH-Wert der wässrigen Lösungen:
0,1 molare Natronlauge ($\text{NaOH}(\text{aq})$), 1 molare Natronlauge ($\text{NaOH}(\text{aq})$), 0,1 molare
Salzsäure/Chlorwasserstoffsäure ($\text{HCl}(\text{aq})$)
- Reaktivität der Metalle bei der Reaktion mit Wasser:
Natrium (Na), Kupfer (Cu), Magnesium (Mg)
- Löslichkeit in Benzin:
Glycerin ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$), Ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), Decan ($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$)
- Ionenradius:
Natrium-Ion (Na^+), Kalium-Ion (K^+), Chlorid-Ion (Cl^-)

2 Qualitative Analyse

Die Qualitative Analyse dient dazu, eindeutig zu bestimmen, ob eine chemische Verbindung ein bestimmtes Ion enthält. Dies geschieht durch eine für das Ion charakteristische Nachweisreaktion. Nachstehend einige Beispiele.

- A. Natriumacetat wird mit Kaliumhydrogensulfat verrieben. Ein charakteristischer Geruch nach (A1) ist zu bemerken.

Durch die Geruchsprobe werden-Ionen (A2) nachgewiesen.

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
Aufgabenblatt
2. Runde – Stufe 10



- B. Zu 5 Tropfen Kochsalz-Lösung werden 3 Tropfen Salpetersäure und ein Tropfen Silbernitrat-Lösung gegeben. Es bildet sich (B1), welches als (B2) Niederschlag erkennbar ist. Dieser Niederschlag löst sich bei Zugabe von (B3) unter Bildung eines (B4) auf. Durch diese Fällungsreaktion werden-Ionen (B5) nachgewiesen.
- C. Zu 5 Tropfen Calciumchlorid-Lösung werden 5 Tropfen Ammoniumoxalat-Lösung gegeben. Es entsteht weißes (C1), welches auch Bestandteil von Nierensteinen ist. Durch diese Fällungsreaktion werden-Ionen (C2) nachgewiesen.
- D. Festes Ammoniumchlorid wird mit einigen Tropfen konzentrierter Natronlauge versetzt. Das entstehende (D1) färbt (D2) Universalindikatorpapier, welches über das Reaktionsgemisch gehalten wird, von (D3) nach (D4). Durch diese Reaktion werden-Ionen (D5) nachgewiesen.
- a) Ergänze die fehlenden Begriffe auf dem Antwortbogen.
- b) Stelle für alle ablaufenden Reaktionen die Reaktionsgleichung auf.
- c) Gib für das in Nachweisreaktion C vorkommende Oxalat-Ion mit der Summenformel $C_2O_4^{2-}$ die Lewis-Formel (*auch Strukturformel genannt*) an.

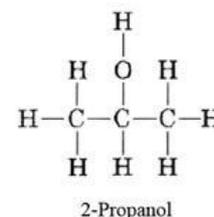
3 Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist eine farblose Flüssigkeit, die als starkes Bleich- und Desinfektionsmittel genutzt wird. Im Handel sind verdünnte und stabilisierte Lösungen erhältlich (500 ml).

- a) Vervollständige die Tabelle auf dem Antwortblatt.
- b) Die erstmalige Synthese gelang dem französischen Chemiker Louis Thenard im Jahr 1818, als er Bariumperoxid mit Schwefelsäure versetzte.

In späteren Jahren wurde Wasserstoffperoxid durch Luftoxidation von Propan-2-ol hergestellt.

Entwickle die Reaktionsgleichungen für die beiden Herstellungsverfahren.



„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
Aufgabenblatt
2. Runde – Stufe 10



- c) Durch Katalyse mit beispielsweise Mangan(II)-Ionen kann Wasserstoffperoxid zersetzt werden.

Gib die Reaktionsgleichung für die beschriebene Katalyse an.

Skizziere ein Diagramm aus dem die Abhängigkeit der Energie von der Reaktionskoordinate für die katalysierte und die nichtkatalysierte Reaktion hervorgeht.

- d) Wasserstoffperoxid reagiert in saurem Milieu heftig mit Eisen(II)sulfat-Lösung. Dabei erfolgt eine Oxidation zu Eisen(III)-Ionen, was an eine Gelbfärbung erkennbar ist.

Entwickle, ausgehend von den Teilgleichungen für Oxidation und Reduktion, die Gesamtreaktionsgleichung in Ionenschreibweise.

4 Wasserstoff für unterwegs

In schwer zugänglichen Gebieten verwendet man transportable Wasserstoffentwickler zum Beispiel für die Befüllung von Wetterballons. Diese funktionieren auf Grundlage der Reaktion von CaH_2 mit Wasser.

- a) Entwickle die Reaktionsgleichung und gib begründet an, ob es sich bei der Reaktion um eine Säure-Base-Reaktion oder eine Redoxreaktion handelt.
- b) Gib die Namen der Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte an.
- c) Berechne die Masse an Wasserstoff, die eine Patrone mit 100 g CaH_2 entwickelt.
- d) Zeige rechnerisch, dass ein Wetterballon mit einem Füllvolumen von $0,5 \text{ m}^3$ bei einem Druck von 101,3 kPa und einer Temperatur von 20°C mit der in c) hergestellten Masse an Wasserstoff nicht komplett befüllt werden kann. Schätze ab, welche Masse an CaH_2 für eine vollständige Befüllung benötigt wird, und begründe deine Schätzung.

5 Lavalampe

Gedankenexperiment 1: Eine farblose Kunststoffflasche wird zu einem Viertel mit Wasser gefüllt, welches zuvor mit 10 Tropfen wasserlöslicher, blauer Tinte angefärbt wurde. Dann wird bis zur Hälfte Sonnenblumenöl zugegeben.

- a) Beschreibe die zu erwartende Beobachtung beim Gedankenexperiment 1.
- b) Erkläre die Beobachtungen des Gedankenexperiments 1 auf Stoffebene.

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
Aufgabenblatt
2. Runde – Stufe 10



Gedankenexperiment 2: Anschließend gibt man in die Flasche eine Brausetablette, welche aus Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) und Zitronensäure ($\text{C}_3\text{H}_4\text{OH}(\text{COOH})_3$) besteht.

Beobachtung für das Gedankenexperiment 2: Eine Gasentwicklung ist zu beobachten. Die Gasblasen sind von einem blauen Flüssigkeitsfilm umgeben und steigen aus der unteren Phase an die Oberfläche. Von dort sinken nach und nach blaue Tropfen wieder in die untere Phase. Die blauen Flüssigkeitstropfen steigen und sinken in der Flasche ähnlich wie in einer Lavalampe.

- c) Erkläre alle Beobachtungen des Gedankenexperimentes **2** auf Stoffebene.

- d) Erkläre anhand einer oder mehrerer Reaktionsgleichungen, wie es zur Gasentstehung kommt.

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



1 Von klein nach GROS

insgesamt 9 Punkte

Ordne jeweils nach der Größe; beginne mit dem kleinsten Wert.

- a) Löslichkeit der Gase in Wasser unter Standardbedingungen ($T = 25^{\circ}\text{C}$, $p = 1013 \text{ hPa}$):
Sauerstoff (O_2) < Kohlenstoffdioxid (CO_2) < Chlorwasserstoff (HCl)
- b) Gefrierpunkt:
Butan (C_4H_{10}) < Wasser (H_2O) < gesättigte Kochsalz-Lösung (NaCl -Lösung)
- c) Säurestärke:
Wasser (H_2O) < Flusssäure/Fluorwasserstoffsäure ($\text{HF}_{(\text{aq})}$) <
Salzsäure/Chlorwasserstoffsäure ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$)
- d) Siedetemperatur:
Ethan (CH_3CH_3) < Chlorethan ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) < Ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)
- e) Atomradius:
Sauerstoffatom (O) < Stickstoffatom (N) < Boratom (B)
- f) pH-ert der wässrigen Lösungen:
0,1 molare Salzsäure/Chlorwasserstoffsäure ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$) < 0,1 molare Natronlauge
($\text{NaOH}_{(\text{aq})}$) < 1 molare Natronlauge ($\text{NaOH}_{(\text{aq})}$)
- g) Reaktivität der Metalle bei der Reaktion mit Wasser:
Kupfer (Cu) < Magnesium (Mg) < Natrium (Na)
- h) Löslichkeit in Benzin:
Glycerin ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$) < Ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) < Decan ($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$)
- i) Ionenradius:
Natrium-Ion (Na^+) < Kalium-Ion (K^+) < Chlorid-Ion (Cl^-)

1 Punkt pro richtiger Reihung = 9 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



2 Qualitative Analyse

insgesamt 14 Punkte

Die Qualitative Analyse dient dazu, eindeutig zu bestimmen, ob eine chemische Verbindung ein bestimmtes Ion enthält. Dies geschieht durch eine für das Ion charakteristische Nachweisreaktion. Nachstehend einige Beispiele.

- A. Natriumacetat wird mit Kaliumhydrogensulfat verrieben. Ein charakteristischer Geruch nach (A1) ist zu bemerken.
 Durch die Geruchsprobe werden-Ionen (A2) nachgewiesen.
- B. Zu 5 Tropfen Kochsalz-Lösung werden 3 Tropfen Salpetersäure und ein Tropfen Silbernitrat-Lösung gegeben. Es bildet sich (B1), welches als (B2) Niederschlag erkennbar ist. Dieser Niederschlag löst sich bei Zugabe von (B3) unter Bildung eines (B4) auf.
 Durch diese Fällungsreaktion werden-Ionen (B5) nachgewiesen.
- C. Zu 5 Tropfen Calciumchlorid-Lösung werden 5 Tropfen Ammoniumoxalat-Lösung gegeben. Es entsteht weißes (C1), welches auch Bestandteil von Nierensteinen ist.
 Durch diese Fällungsreaktion werden-Ionen (C2) nachgewiesen.
- D. Festes Ammoniumchlorid wird mit einigen Tropfen konzentrierter Natronlauge versetzt. Das entstehende (D1) färbt (D2) Universalindikatorpapier, welches über das Reaktionsgemisch gehalten wird, von (D3) nach (D4).
 Durch diese Reaktion werden-Ionen (D5) nachgewiesen.

a) Ergänze die fehlenden Begriffe auf dem Antwortbogen.

A1 Essig (½ P)	A2 Acetat-Ionen (½ P)
B1 Silberchlorid (½ P)	B2 weißer (½ P)
B3 Ammoniak-Lösung (½ P) oder Thiosulfationen enthaltende Lösung	B4 Komplexes (½ P)
B5 Chlorid-Ionen (½ P)	
C1 Calciumoxalat (½ P)	C2 Calcium-Ionen (½ P)
D1 Gas (½ P) oder Ammoniak	D2 feuchtes (½ P)
D3 gelb (½ P)	D4 blau (½ P)
D5 Ammonium-Ionen (½ P)	

7 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



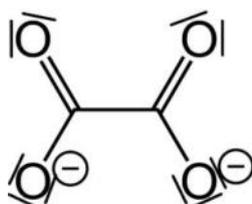
b) Stelle für alle ablaufenden Reaktionen die Reaktionsgleichung auf.

Reaktion A1: $2 \text{NaCH}_3\text{COO} + 2 \text{KHSO}_4 \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ (auch ohne Kationen richtig, bzw. mit NaKSO_4)
Reaktion B1: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ (auch mit Nitrat- und Natrium-Ionen richtig)
Reaktion B3/4: $\text{Ag}^+ + 2 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ <u>oder</u> $\text{Ag}^+ + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$
Reaktion C1: $\text{Ca}^{2+} + (\text{COO})_2^{2-} \rightarrow \text{Ca}(\text{COO})_2$ (auch mit Chlorid- und Ammonium-Ionen richtig)
Reaktion D1: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$ (auch mit Natrium-Ion richtig)
Reaktion D2: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

1 Punkt je Reaktionsgleichung = 6 Punkte

(fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil -½ Punkt)

c) Gib für das in Nachweisreaktion C vorkommende Oxalat-Ion mit der Summenformel $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ die Lewis-Formel (auch Strukturformel genannt) an.



1 Punkt

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



3 Wasserstoffperoxid

insgesamt 14 Punkte

Wasserstoffperoxid (H₂O₂) ist eine farblose Flüssigkeit, die als starkes Bleich- und Desinfektionsmittel genutzt wird. Im Handel sind verdünnte und stabilisierte Lösungen erhältlich (500 ml).

a) Vervollständige die Tabelle auf dem Antwortblatt.

Massenanteil ω	Dichte bei 20°C ρ in $\frac{g}{cm^3} / \frac{g}{ml}$	Stoffmengenkonzentration c in $\frac{mol}{l}$	Massenkonzentration β in $\frac{g}{l}$
0,35	1,13	11,64	395,5
0,10	1,01	2,97	101
$\omega = \frac{m}{m(ges)}$	$\rho = \frac{m(ges)}{V}$	$c = \frac{n}{V}$	$\beta = \frac{m}{V}$

1 Punkt pro Lücke = 4 Punkte

+ jeweils einen halben Punkt für die Berechnung der Gesamtmasse aus der Dichte und die Berechnung der Masse, die für die „Lückenrechnungen“ benötigt werden = 2 Punkte

(ohne Einheit -1/2 Punkt)

Berechnung zur ersten Zeile: $M(H_2O_2) = 34 \frac{g}{mol}$, $V(H_2O_2) = 0,5 l$ | $1 cm^3$ entspricht 1 ml

Berechnung der Gesamtmasse $m(ges)$ aus der Dichte ρ :

$$m(ges) = \rho \cdot V = 1,13 \frac{g}{ml} \cdot 500 ml = 565 g$$

Berechnung der Masse m aus dem Massenanteil ω :

$$m = \omega \cdot m(ges) = 0,35 \cdot 565 g = 197,75 g$$

Berechnung der Massenkonzentration β :

$$\beta = \frac{m}{V} = \frac{197,75 g}{0,5 l} = \mathbf{395,5 \frac{g}{l}}$$

Berechnung der Stoffmengenkonzentration c :

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{197,75 g}{34 \frac{g}{mol} \cdot 0,5 l} = \frac{197,75 g \cdot mol}{17 g \cdot l} = \mathbf{11,64 \frac{mol}{l}}$$

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



Berechnungen zur zweiten Zeile:

Berechnung der Masse m aus der Massenkonzentration:

$$m = \beta \cdot V = 101 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 0,5 \text{ l} = 50,5 \text{ g}$$

Berechnung der Stoffmengenkonzentration c :

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{50,5 \text{ g}}{34 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,5 \text{ l}} = \frac{50,5 \text{ g} \cdot \text{mol}}{17 \text{ g} \cdot \text{l}} = \mathbf{2,97 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$$

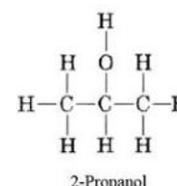
Berechnung der Gesamtmasse $m(\text{ges})$ aus der Dichte:

$$m(\text{ges}) = \rho \cdot V = 1,01 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 500 \text{ ml} = 505 \text{ g}$$

Berechnung des Massenanteils ω :

$$\omega = \frac{m}{m(\text{ges})} = \frac{50,5 \text{ g}}{505 \text{ g}} = \mathbf{0,1}$$

- b) Die erstmalige Synthese gelang dem französischen Chemiker Louis Thenard im Jahr 1818, als er Bariumperoxid mit Schwefelsäure versetzte. In späteren Jahren wurde Wasserstoffperoxid durch Luftoxidation von Propan-2-ol hergestellt.



Entwickle die Reaktionsgleichungen für die beiden Herstellungsverfahren.



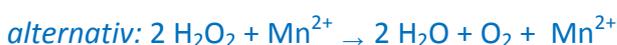
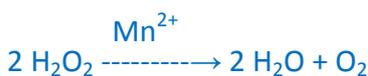
1 Punkt pro Reaktionsgleichung = 2 Punkte

(je Formel ¼ Punkt,

fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil -½ Punkt)

- c) Durch Katalyse mit beispielsweise Mangan(II)-Ionen kann Wasserstoffperoxid zersetzt werden.

Gib die Reaktionsgleichung für die beschriebene Katalyse an.



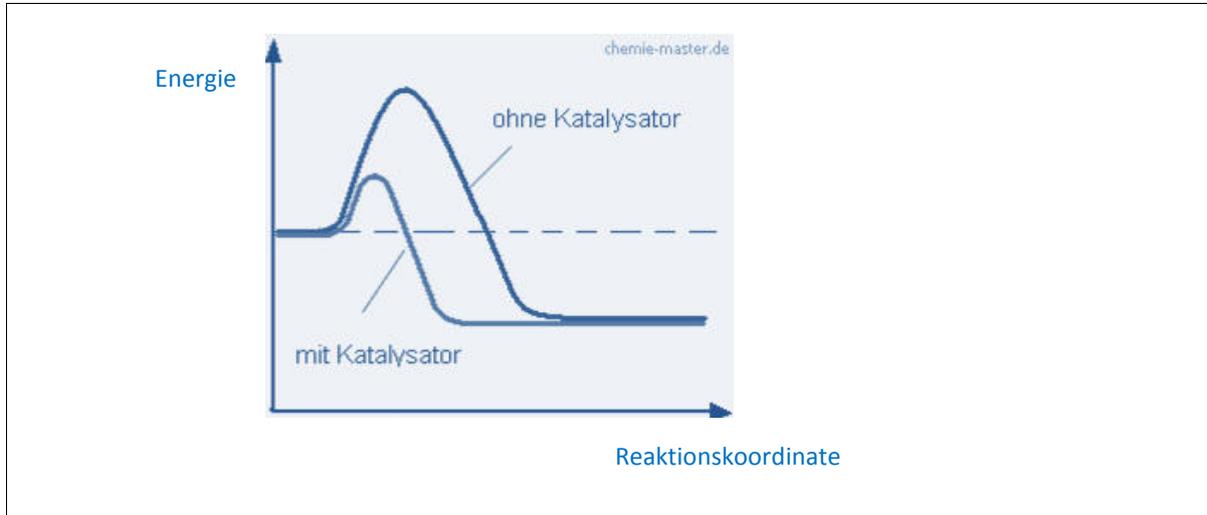
Reaktionsgleichung = 1 Punkt

(je Formel ¼ Punkt und ausgleichen ¼ Punkt. ohne Katalysator -¼ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



Skizziere ein Diagramm aus dem die Abhängigkeit der Energie von der Reaktionskoordinate für die katalysierte und die nichtkatalysierte Reaktion hervorgeht.



Energie-Zeit-Diagramm = 2 Punkt

- d) Wasserstoffperoxid reagiert in saurem Milieu heftig mit Eisen(II)sulfat-Lösung. Dabei erfolgt eine Oxidation zu Eisen(III)-Ionen, was an eine Gelbfärbung erkennbar ist. Entwickle, ausgehend von den Teilgleichungen für Oxidation und Reduktion, die Gesamtreaktionsgleichung in Ionenschreibweise.



1 Punkt je Gleichung = 3 Punkt
(Formeln richtig $\frac{3}{4}$, ausgleichen richtig $\frac{1}{4}$,
fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil $-\frac{1}{2}$ Punkt)

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



4 Wasserstoff für unterwegs

insgesamt 9 Punkte

In schwer zugänglichen Gebieten verwendet man transportable Wasserstoffentwickler zum Beispiel für die Befüllung von Wetterballons. Diese funktionieren auf Grundlage der Reaktion von CaH_2 mit Wasser.

- a) Entwickle die Reaktionsgleichung und gib begründet an, ob es sich bei der Reaktion um eine Säure-Base-Reaktion oder eine Redoxreaktion handelt.



Reaktionsgleichung = 1 Punkt

(CaH_2 gegeben, Formeln richtig $\frac{3}{4}$, ausgleichen richtig $\frac{1}{4}$,
fehlender Reaktionspfeil, Gleichheitszeichen statt Reaktionspfeil $-\frac{1}{2}$ Punkt)

Begründung = 2 Punkt

- b) Gib die Namen der Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte an.

CaH_2 : Calciumhydrid

$\text{Ca}(\text{OH})_2$: Calciumhydroxid *bzw.* Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser)

Anmerkung: Wasser und Wasserstoff sind bereits in der Aufgabenstellung benannt.

$\frac{1}{2}$ Punkt je Name = 1 Punkt

- c) Berechne die Masse an Wasserstoff, die eine Patrone mit 100 g CaH_2 entwickelt.

Aus der Reaktionsgleichung ergibt sich: $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CaH}_2)} = \frac{2}{1}$ umgeformt: $n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{CaH}_2)$

Ersetzen von n durch $\frac{m}{M}$ ergibt: $\frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = 2 \cdot \frac{m(\text{CaH}_2)}{M(\text{CaH}_2)}$

Auflösen nach $m(\text{H}_2)$: $m(\text{H}_2) = \frac{2 \cdot m(\text{CaH}_2) \cdot M(\text{H}_2)}{M(\text{CaH}_2)} = \frac{2 \cdot 100 \text{ g} \cdot 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{42,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9,5 \text{ g}$

je 1 Punkt für Ansatz und Berechnung = 2 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



- d) Zeige rechnerisch, dass ein Wetterballon mit einem Füllvolumen von $0,5 \text{ m}^3$ bei einem Druck von $101,3 \text{ kPa}$ und einer Temperatur von 20°C mit der in c) hergestellten Masse an Wasserstoff nicht komplett befüllt werden kann. Schätze ab, welche Masse an CaH_2 für eine vollständige Befüllung benötigt wird.

$$\text{Berechnung der Stoffmenge } n(\text{H}_2): n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{9,5 \text{ g}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \mathbf{4,75 \text{ mol}}$$

Berechnung des Volumens $V(\text{H}_2)$ aus der idealen Gasgleichung ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$) für die angegebenen physikalischen Werte:

$$V(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{4,75 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol K}} \cdot 298,15 \text{ K}}{101300 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = \mathbf{0,114 \text{ m}^3}$$

alternativ: Berechnung des Volumens $V(\text{H}_2)$ über molares Volumen $V_M = \frac{V}{n}$

mit $V_M = 24,06 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$ (bei 20°C und $101,3 \text{ kPa}$)

$$V(\text{H}_2) = V_M \cdot n(\text{H}_2) = 24,06 \frac{\text{l}}{\text{mol}} \cdot 4,75 \text{ mol} = 114,29 \text{ l} = 114,29 \cdot 0,001 \text{ m}^3 = \mathbf{0,114 \text{ m}^3}$$

oder abgeschätzt mit $V_M = 24,47 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$ (bei 25°C und $101,3 \text{ kPa}$)

$$V(\text{H}_2) = V_M \cdot n(\text{H}_2) = 24,5 \frac{\text{l}}{\text{mol}} \cdot 4,75 \text{ mol} = 116,37 \text{ l} = 116,37 \cdot 0,001 \text{ m}^3 = \mathbf{0,116 \text{ m}^3}$$

→ $0,114 \text{ m}^3$ ist kleiner als das Füllvolumen des Wetterballon. ($0,5 \text{ m}^3$)

→ Da das erreichte Füllvolumen etwa ein Viertel des benötigten Füllvolumens beträgt, muss man, um den Wetterballon vollständig zu befüllen, etwa die **vier- bis fünffache Masse an Calciumhydrid** zur Wasserstoffherzeugung einsetzen, d. h. man benötigt **etwa 440 g Calciumhydrid**.

je 1 Punkt Ansatz n + V, Berechnung n + V, Schätzung(ohne Begründung) = 3 Punkte

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



5 Lavalampe

insgesamt 10 Punkte

Gedankenexperiment 1: Eine farblose Kunststoffflasche wird zu einem Viertel mit Wasser gefüllt, welches zuvor mit 10 Tropfen wasserlöslicher, blauer Tinte angefärbt wurde. Dann wird bis zur Hälfte Sonnenblumenöl zugegeben.

Gedankenexperiment 2: Anschließend gibt man in die Flasche eine Brausetablette, welche aus Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) und Zitronensäure ($\text{C}_3\text{H}_4\text{OH}(\text{COOH})_3$) besteht.

- a) Beschreibe die zu erwartende Beobachtung beim Gedankenexperiment.

Es bilden sich zwei Phasen (1 P): Die untere Phase ist blau ($\frac{1}{2}$ P), die obere Phase ist gelblich ($\frac{1}{2}$ P).

Beobachtung 2 Punkte

- b) Erkläre die Beobachtungen des Gedankenexperiment 1 auf Stoffebene.

Phasenbildung: Wasser ist ein polarer Stoff. Das Sonnenblumenöl ist ein unpolarer Stoff. Entsprechend der Löslichkeitsregel lösen sich polare und unpolare Stoffe nicht ineinander, weshalb es zur Ausbildung der beiden Phasen kommt.

Phasenzuordnung: Da Wasser eine größere Dichte besitzt als das Öl, schwimmt Öl oben, d. h. ist die obere Phase die Öl-Phase bzw. die untere Phase die Wasser-Phase.

1 Punkt je Erklärung = 2 Punkte

Beobachtung für das Gedankenexperiment 2: Eine Gasentwicklung ist zu beobachten. Die Gasblasen sind von einem blauen Flüssigkeitsfilm umgeben und steigen aus der unteren Phase an die Oberfläche. Von dort sinken nach und nach blaue Tropfen wieder in die untere Phase. Die blauen Flüssigkeitstropfen steigen und sinken in der Flasche ähnlich wie in einer Lavalampe.

- c) Erkläre alle Beobachtungen der Gedankenexperimente 2 auf Stoffebene.

Gasentwicklung: Die Gasentwicklung ist auf die Entstehung von Kohlenstoffdioxid-Gas bei der Reaktion zwischen Natriumhydrogencarbonat und Zitronensäure zu erklären.

Gasblasen von einem blauen Flüssigkeitsfilm umgeben: Ein Teil des Wassers wird mit den Kohlenstoffdioxidblasen, die bei der Zersetzung der Brausetablette entstehen, als blauer Flüssigkeitsfilm durch die Öl-Phase an die Oberfläche getragen.

„Chemie – die stimmt!“ 2019/2020
L Ö S U N G E N
2. Runde – Stufe 10



Gasblasen steigen nach oben: Aufgrund der gegenüber Flüssigkeiten sehr geringen Dichte von Gasen steigen die Kohlendioxid-Gasblasen (umgeben von einem blauen Flüssigkeitsfilm) aus der unteren Phase an die Oberfläche.

blaue Flüssigkeitstropfen sinken nach unten: Wenn das Gas an der Öl-Oberfläche entweicht, bilden sich aus dem aus blaugefärbtem Wasser bestehenden Flüssigkeitsfilmen (kugelförmigen) blaue Wassertropfen. Diese sinken aufgrund ihrer gegenüber Öl größeren Dichte wieder herab in die untere polare Wasser-Phase.

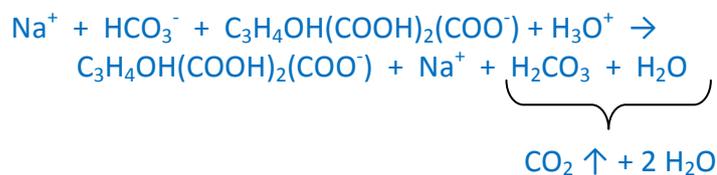
Blauer Flüssigkeitstropfen steigen und sinken:

Erklärung bereits in den anderen Antworten enthalten, daher keine Bepunktung.

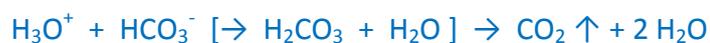
1 Punkt je Erklärung = 4 Punkte

- d) Erkläre anhand einer oder mehrerer Reaktionsgleichungen, wie es zur Gasentstehung kommt.

Natriumhydrogencarbonat löst sich in Wasser. Das Hydrogencarbonat-Ion geht mit dem in der wässrigen Zitronensäure-Lösung vorliegendem Hydronium-Ion eine Protolysereaktion (Säure-Base-Reaktion) ein. Hierbei bildet sich ein Wasser-Molekül und ein Kohlensäure-Molekül. Aus dem instabilen Kohlensäure-Molekül bildet sich Wasser und Kohlenstoffdioxid.



oder nach "Kürzen":



je ein Punkt Protolysereaktion und Zerfall der Kohlensäure = 2 Punkte