

**! Abgabeschluss bei eurer betreuenden Lehrkraft:
30.11.2023 bzw. nach Absprache !
! Eingabeschluss für eure Betreuer:in
auf lehrerportal.fcho.de 19.01.2024 !**

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



1. Aufgabe „Münze“

a)	P	O	L	Y	M	E	R	R	I	N	G	-münze
oder	P	L	A	N	E	T	_	E	R	D	E	
b)								G	O	L	D	
c)						S	I	L	B	E	R	
d)			A	L	U	M	I	N	I	U	M	
e)					E	I	N	C	E	N	T	
f)				Z	W	E	I	E	U	R	O	
g)	S	C	H	O	K	O	L	A	D	E	N	

1 P je richtiger Antwort

7 P

Gesamtpunktzahl der Aufgabe 1

7 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



2. Aufgabe “Chemische Reaktion – oder doch nicht?”

a)

Entscheidung mit beispielhaften Begründungen:

- (i) Nein, der Eiswürfel ändert nur die Form.
- (ii) Ja, denn Knall hörbar, Rauch sichtbar und Verfärbung des Knallteufels (Stoffumwandlung), zusätzlich: Energieumwandlung: exotherme Reaktion
- (iii) Ja, aus Wasser und Kohlenstoffdioxid entstehen unter Einwirkung von Lichtenergie Glucose und Sauerstoff (Stoffumwandlung), zusätzlich: Energieumwandlung: endotherme Reaktion
- (iv) Nein, die Oberflächenspannung des Wassers hält die Seifenblase zunächst in ihrer Form. Dann allerdings zieht die Schwerkraft der Erde das Wasser aus der oberen Hälfte in den untersten Punkt der Blase. Dadurch verringert sich oben die stabilisierende Oberflächenspannung, bis die Blase schließlich platzt.
- (v) Ja, Verbrennung von Antimon mit Sauerstoff zu Antimon(III)-oxid (Stoffumwandlung), zusätzlich: Energieumwandlung: exotherme Reaktion
- (vi) Nein, Aggregatzustandsänderung - Sublimation von festem zu gasförmigem Kohlenstoffdioxid.

1 P je Entscheidung mit richtiger Begründung (ohne Begründung kein Punkt)

6 P

b)

Auswahl zweier Reaktionsgleichungen:

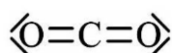
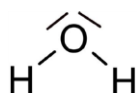
- | | |
|--|-----------|
| für (ii) $2 \text{ AgCNO} \rightarrow 2 \text{ CO} + \text{N}_2 + 2 \text{ Ag}$ | exotherm |
| für (iii) $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ | endotherm |
| für (v) $4 \text{ Sb} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$ | exotherm |

1½ P je korrekt aufgestellter Reaktionsgleichung (als Wortgleichung je ½ P), ½ P je korrekter Angabe „exotherm bzw. endotherm“

4 P

c)

Strukturformeln:



gleichwertig, Wasser-Molekül linear gezeichnet.

1 P je korrekter Strukturformel (ohne freie Elektronenpaare einmalig Abzug von ½ P)

2 P

Gesamtpunktzahl der Aufgabe 2

12 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



3. Aufgabe „Wolken am Himmel“

a)

Berechnung der Masse eines Kubikmeters ($1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$) trockener Luft bei 15°C :

78% Stickstoff: $780 \text{ l} \cdot 1,21 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 943,8 \text{ g}$

21% Sauerstoff: $210 \text{ l} \cdot 1,38 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 289,8 \text{ g}$

1% Argon: $10 \text{ l} \cdot 1,72 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 17,2 \text{ g}$

 $1250,8 \text{ g pro } 1000 \text{ l bzw. pro } 1 \text{ m}^3$

Die Masse eines Kubikmeters trockener Luft beträgt $1250,8 \text{ g}$.

*2 P sinnvoller Ansatz und Rechenweg, je $\frac{1}{2}$ P für korrekt berechnete Teilmasse,
 $\frac{1}{2}$ P korrektes Ergebnis*

4 P

b)

Berechnung des Volumens von $12,85 \text{ g}$ Wasserdampfs:

gegeben: $\delta = 0,78 \frac{\text{g}}{\text{l}}$ (bei 15°C), $m(\text{H}_2\text{O}) = 12,85 \text{ g in } 1 \text{ m}^3 \text{ Luft}$

Rechnung: $V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{\delta} = \frac{12,85 \text{ g}}{0,78 \frac{\text{g}}{\text{l}}} = 16,47 \text{ l}$

Berechnung der Masse eines Kubikmeters ($1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$) mit Wasserdampf gesättigter Luft:

gegeben: $V(\text{H}_2\text{O}) = 16,47 \text{ l}$, $\delta(\text{trockene Luft}) = \frac{1,2508 \text{ g}}{1 \text{ l}} = \frac{1250,8 \text{ g}}{1000 \text{ l}}$ (siehe a))
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 12,85 \text{ g}$, $m(\text{trockene Luft}) = 12,58 \text{ g pro Liter}$, $V(\text{gesamt}) = 1000 \text{ l}$

Rechnung: $m(\text{Luft ohne Wasser}) = \delta(\text{trockene Luft}) \cdot V(\text{Luft ohne Wasser})$

$$\frac{m(\text{trockene Luft})}{V(\text{gesamt})} \cdot [1000 \text{ l} - V(\text{H}_2\text{O})]$$

$$= \frac{1250,8 \text{ g}}{1000 \text{ l}} \cdot [1000 \text{ l} - 16,47 \text{ l}] = \frac{1250,8 \text{ g}}{1000 \text{ l}} \cdot 983,53 \text{ l} = 1230,2 \text{ g}$$

$$m(\text{Wasserdampf gesättigte Luft}) = m(\text{Luft ohne Wasser}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$= 1230,2 \text{ g} + 12,85 \text{ g} = 1243,05 \text{ g}$$

Die Masse eines Kubikmeters mit Wasserdampf gesättigter Luft beträgt $1243,05 \text{ g}$.

alternativer Lösungsweg

Berechnung des Volumens der Luft in einem Kubikmeter ohne Wasserdampf:

gegeben: $V(\text{H}_2\text{O}) = 16,47 \text{ l}$ (siehe oben), $V(\text{gesamt}) = 1000 \text{ l}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 12,85 \text{ g}$

Rechnung: $V(\text{Luft ohne Wasser}) = V(\text{gesamt}) - V(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ l} - 16,47 \text{ l} = 983,53 \text{ l}$

weiter nächste Seite!

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



Berechnung der Masse der Luft ohne Wasserdampf bezogen auf 983,53 l:

$$m(\text{N}_2) = \frac{983,53 \text{ l} \cdot 78 \%}{100 \%} \cdot 1,21 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 928,26 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = \frac{983,53 \text{ l} \cdot 21 \%}{100 \%} \cdot 1,38 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 285,03 \text{ g}$$

$$m(\text{Ar}) = \frac{983,53 \text{ l} \cdot 1 \%}{100 \%} \cdot 1,72 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 16,92 \text{ g}$$

$$m(\text{Luft ohne Wasser}) = m(\text{N}_2) + m(\text{O}_2) + m(\text{Ar}) = 928,3 \text{ g} + 285,0 \text{ g} + 16,9 \text{ g} = 1230,2 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Wasserdampf gesättigte Luft}) &= m(\text{Luft ohne Wasser}) + m(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 1230,2 \text{ g} + 12,85 \text{ g} = 1243,05 \text{ g} \end{aligned}$$

Die Masse eines Kubikmeters mit Wasserdampf gesättigter Luft beträgt 1243,05 g.

1 P sinnvoller Ansatz, 1 P korrekter Rechenweg, 1 P korrektes Ergebnis

3 P

c)

Berechnung den Massenanteil (ω) des Wassers für die unter b) berechnete mit Wasserdampf gesättigte Luft:

gegeben: $m(\text{H}_2\text{O}) = 12,85 \text{ g}$, $m(\text{Wasserdampf gesättigte Luft}) = 1243,05 \text{ g}$ (siehe b)

$$\begin{aligned} \text{Rechnung: } \omega &= \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{Wasserdampf gesättigte Luft})} \cdot 100\% = \frac{12,85 \text{ g}}{1243,05 \text{ g}} \cdot 100\% \\ &= 0,01 \cdot 100\% = 1\% \end{aligned}$$

Der Massenanteil des Wassers in mit Wasserdampf gesättigter Luft beträgt 1 %.

1 P sinnvoller Ansatz und Rechenweg, 1 P korrektes Ergebnis

2 P

d)

Qualitativer Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Wasseraufnahme der Luft:

Mit steigender Lufttemperatur steigt auch der Gehalt an Wasserdampf in der Luft. Anders ausgedrückt: Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann sie „aufnehmen“ (was zu intensiveren Regenfällen führen kann).

1 P

Gesamtpunktzahl der Aufgabe 3

10 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



4. Aufgabe “Wer bin ich?”

a)

Wagners Oper ¹	“Das Rheingold” (1 P)
goldenes Widder-Fell ²	Chrysomeles oder Chrysomallos (1 P) aus der griech. Mythologie
(gold)gelbes Kirschharz ³	Namensursprung für Katzengold bzw. Pyrit FeS_2 (1 P)
Salz ⁴ - gewonnen	Lösen des Goldes aus Erz durch Cyanidlaugerei, Kaliumcyanid KCN (1 P)
Medizin für Venus’ Unwohlsein ⁵	Syphilis, auch Morbus veneris („Krankheit der Venus“) genannt, wurde bis Anfang des 20. Jh. behandelt mit Quecksilber Hg (1 P)
Königs Wasser ⁶	löst Gold auf und ist ein Gemisch aus konz. Salpetersäure und konz. Salzsäure (1:3) HNO_3 ($\frac{1}{2}$ P) und HCl ($\frac{1}{2}$ P)
grünem Gas ⁷ ... verweben	Reaktion von feinverteiltem Gold bei 250°C mit Chlorgas Cl_2 (1 P)
Wer bin ich?	Gold oder Au (1 P)

8 P

b)

Reaktionsgleichungen:	
(I)	$\text{KOH} + \text{HCN} \rightarrow \text{KCN} + \text{H}_2\text{O}$
(II)	$\text{Au} + 4 \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$ oder $\text{HNO}_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{NOCl} + 2 \text{Cl}_{\text{nasc.}} + 2 \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{Au} + 2 \text{NOCl} + 6 \text{Cl}_{\text{nasc.}} + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow 2 \text{H}[\text{AuCl}_4] + 4 \text{NO}_2$
(III)	$2 \text{Au} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{AuCl}_3$

1 P je korrekter Reaktionsgleichung

3 P

Gesamtpunktzahl der Aufgabe 4

11 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



5. Aufgabe “Farbänderung durch Wasser”

a)

Berechnung des prozentualen Massenanteils (ω) von Wasser im Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat:

gegeben: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 84 \text{ g}$, $m(\text{CuSO}_4) = 53,7 \text{ g}$

Rechnung: $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CuSO}_4) = 84 \text{ g} - 53,7 \text{ g} = 30,3 \text{ g}$

$$\omega = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = \frac{30,3 \text{ g}}{84 \text{ g}} \cdot 100\% = 0,3607 \cdot 100\% = 36,07 \%$$

Der Massenanteil des Wassers in Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat beträgt 36,07 %.

$\frac{1}{2}$ P Masse H_2O , 1 $\frac{1}{2}$ P Ansatz mit korrekter Rechnung und Ergebnis

2 P

b)

Berechnung der Masse von Wasser:

gegeben: $m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 238 \text{ g}$, $\omega = 45,83 \%$

Rechnung: $m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\omega}{100 \%} \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{45,83 \%}{100 \%} \cdot 238 \text{ g} = 0,4583 \cdot 238 \text{ g} = 109 \text{ g}$

Die Masse von Wasser beträgt 109 g.

Berechnung der Masse von wasserfreiem Cobalt(III)-chlorid:

gegeben: $m(\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 238 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 109 \text{ g}$ (siehe oben)

Rechnung: $m(\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) = m(\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 238 \text{ g} - 109 \text{ g} = 129 \text{ g}$

Die Masse des wasserfreien Cobalt(III)-chlorids beträgt 129 g.

1 P je korrekter Berechnung

2 P

c)

Berechnung der prozentualer Massenanteil von Kupfer(II)-sulfat und Cobalt(II)-chlorid nach dem Entwässern:

gegeben: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g}$

bzw. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} - m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$

$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 45,83 \%$ ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) aus b), $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 36,07 \%$ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) aus a)

$m(\text{H}_2\text{O}) = 83,22 \text{ g}$

Rechnung: $m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + \frac{\omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$

$$= \frac{\omega}{100 \%} \cdot [200 \text{ g} - m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})] + \frac{\omega}{100 \%} \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$83,22 \text{ g} = \frac{36,07 \%}{100 \%} \cdot [200 \text{ g} - m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})] + \frac{45,83 \%}{100 \%} \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$83,22 \text{ g} = 0,3607 \cdot [200 \text{ g} - m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})] + 0,4583 \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$83,22 \text{ g} = 72,14 \text{ g} - 0,3607 m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) + 0,4583 \cdot m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



$$83,22 \text{ g} = 72,14 \text{ g} + 0,0976 \text{ m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$\frac{83,22 \text{ g} - 72,14 \text{ g}}{0,0976} = \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$113,52 \text{ g} = \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \quad 1 \text{ P}$$

Rechnung: $\text{m}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} - \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} - 113,52 \text{ g} = 86,48 \text{ g} \quad 1 \text{ P}$

Rechnung: $\text{m}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{36,07 \%}{100 \%} \cdot 86,48 \text{ g} = 31,19 \text{ g}$

$$\text{m}(\text{CuSO}_4) = \text{m}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - \text{m}(\text{H}_2\text{O}) = 86,48 \text{ g} - 31,19 \text{ g} = 55,29 \text{ g} \quad 1 \text{ P}$$

alternativ: $\text{m}(\text{CuSO}_4) = \frac{\omega(\text{CuSO}_4)}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{100 - \omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$
 $= \frac{100 - 36,07 \%}{100 \%} \cdot 86,48 \text{ g} = 55,29 \text{ g}$

Rechnung: $\text{m}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{45,83 \%}{100 \%} \cdot 113,52 \text{ g} = 52,03 \text{ g}$

$$\text{m}(\text{CoCl}_2) = \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) - \text{m}(\text{H}_2\text{O}) = 113,52 \text{ g} - 52,03 \text{ g} = 61,49 \text{ g} \quad 1 \text{ P}$$

alternativ: $\text{m}(\text{CoCl}_2) = \frac{\omega(\text{CoCl}_2)}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{100 - \omega(\text{H}_2\text{O})}{100 \%} \cdot \text{m}(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$
 $= \frac{100 - 45,83 \%}{100 \%} \cdot 113,52 \text{ g} = 61,49 \text{ g}$

Rechnung: $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{\text{m}(\text{CuSO}_4)}{\text{m}(\text{CuSO}_4) + \text{m}(\text{CoCl}_2)} \cdot 100\% = \frac{55,29 \text{ g}}{55,29 \text{ g} + 61,49 \text{ g}} \cdot 100\%$
 $= \frac{55,29 \text{ g}}{116,78 \text{ g}} \cdot 100\% = 47,35 \%$ 1 P

Rechnung: $\omega(\text{CoCl}_2) = \frac{\text{m}(\text{CoCl}_2)}{\text{m}(\text{CuSO}_4) + \text{m}(\text{CoCl}_2)} \cdot 100\% = \frac{61,49 \text{ g}}{55,29 \text{ g} + 61,49 \text{ g}} \cdot 100\%$
 $= \frac{61,49 \text{ g}}{116,78 \text{ g}} \cdot 100\% = 52,65 \%$ 1 P

Der prozentuale Massenanteil von Kupfer(II)-sulfat beträgt 47,35 % in der Mischung nach dem Entwässern und der für Cobalt(II)-chlorid 52,65 %.

1 P je korrekter Berechnung mit Rechenweg

6 P

d)

Begründung „Wassernachweis“:

Kupfer(II)-sulfat bzw. Cobalt(III)-chlorid sind für den Wassernachweis geeignet, da das wasserfreie Salz nach Wasseraufnahme eine deutlich sichtbare Farbänderung gegenüber dem wasserhaltigen Salz zeigt. So kann durch die Beobachtung der Farbänderung eine unbekannte Flüssigkeit als Wasser nachgewiesen werden (qualitativer Nachweis).

In seiner wasserfreien Form reagiert weißes Kupfer(II)-sulfat mit Wasser und bildet das blaue Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat.

In seiner wasserfreien Form reagiert blaues Cobalt(III)-chlorid mit Wasser und bildet das rosa-farbene Cobalt(III)-chlorid-Hexahydrat.

1 P für Begründung „Farbumschlag“, ½ P je richtig genanntem Farbumschlag

2 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2023/2024



e)

Zwei Gründe, weshalb Natriumphosphat-Decahydrat nicht zum Nachweis von Wasser geeignet ist.

- Natriumphosphat ist ein Feststoff, der Wasser in der Umgebung nicht absorbieren kann, da er bereits im hydratisierten Zustand vorliegt.
- Es gibt keinen auffälligen Farbumschlag zwischen wasserfreiem und wasserhaltigem Natriumphosphat. Daher kann es nicht zur einfachen Identifizierung von Wasser verwendet werden.
- Das Salz, Natriumphosphat-Decahydrat, würde sich beim Erhitzen zur Gewinnung des wasserfreien Salzes, Natriumphosphat, zersetzen (bei ca. 75°C)
- Natriumphosphat ist ein gesundheitsgefährdender Stoff.

1 P je korrekter Begründung

2 P

Gesamtpunktzahl der Aufgabe 5

14 P

Gesamtpunktzahl des Aufgabenblattes

54 P

„Chemie – die stimmt!“
Schnupper-Chemieolympiade des Landes Hessen
Aufgaben für die Stufe 10: 2023/2024



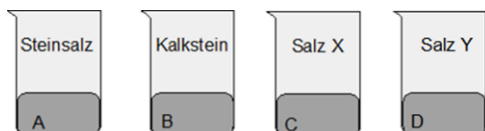
1. Aufgabe „Bunte Welt“

J R M H Ä M O G L O B I N N
O O Ö D E L P H I N I D I N
H T H B E E R D B E E R E H
A W R E C U R R Y A N E E B
N E E T I C U R C U M I N L
N I C A P S A N T H I N G U
I N T C N U P A P R I K A T
S I I A B I L I R U B I N E
B C H R Y S A N T H E M I N
E E S O E N L I T S C H I I
E B E T A N I N E E L L A G
R W N I D I V L A M G L E T
E E T N B T R O T E R Ü B E
D L P E L A R G O N I D I N

In dem Wortsuchrätsel sind die Namen von 10 Farbstoffen und ihrem jeweiligen Vorkommen versteckt.

- Suche die 20 versteckten Begriffe (waagrecht und senkrecht, vorwärts und rückwärts gelesen). Ordne die Farbstoffe ihrem Vorkommen zu.
- Gib den Lösungssatz an, der sich aus den übrigen Buchstaben ergibt (von oben nach unten und von links nach rechts gelesen).
- Zeichne die LEWIS-Formel (Strukturformel) des Capsanthin-Moleküls. Gib die Namen von drei im Molekül enthaltenen funktionellen Gruppen an und kennzeichne in der Formel ein tetraedrisch von Bindungspartnern umgebenes C-Atom sowie ein trigonal-planares C-Atom.
- Begründe mit einem Argument, dass unsere Nahrung Beta-Carotin in ausreichender Menge enthalten sollte.

2. Aufgabe „Ganz schön salzig“



Jedes der vier Bechergläser A bis D enthält ein anderes Salz. Insgesamt liegen in den vier Bechergläsern nur vier verschiedene Ionen vor.

- Ermittle die Formeln der Salze in den Bechergläsern A und B.
- Gib die systematischen Namen und die Formeln der Salze X und Y.
- Beschreibe eine Möglichkeit, die zwei Kationen voneinander zu unterscheiden. Gib für die Unterscheidung der Anionen jeweils das Nachweismittel, die Beobachtung und die Reaktionsgleichung an.

3. Aufgabe „Salzwasser“

In einem Betriebslaboratorium füllt man bei einer quantitativen Bestimmung 100 cm³ einer zu untersuchenden Steinsalz-Lösung (Ausgangslösung) mit destilliertem Wasser auf 1000 cm³ auf, entnimmt von der verdünnten Lösung 10 cm³, gießt diese Menge in ein Becherglas und versetzt sie mit Silbernitratlösung.

- Berechne den Massenanteil an Natriumchlorid in Prozent in der Ausgangslösung, wenn die Masse des ausgefällten Silberchlorids 201,6 mg beträgt.

- Begründe, welche Masse an Silberchlorid entsteht, wenn eine Magnesiumchlorid-Lösung gleicher Konzentration auf die beschriebene Weise untersucht wird.

4. Aufgabe „Oxidationszahlen“

Das Kohlenstoff-Atom kann in Verbindungen in neun verschiedenen Oxidationsstufen vorkommen.

- Gib pro Oxidationsstufe jeweils Formel und Namen von zwei Kohlenstoff-Verbindungen an, die verschiedenen Stoffklassen angehören.
Hinweis: Stoffklassen in der organischen Chemie haben unterschiedliche funktionelle Gruppen (z.B. Alkene: C=C-Doppelbindung, Alkohole: OH-Gruppe, ...).
- Formuliere die Reaktionsgleichung (inkl. Angabe zum Energieumsatz) zur Herstellung von grauem, türkistem bzw. grünem Wasserstoff und begründe, ob es sich bei der Herstellung von grünem Wasserstoff um eine Redoxreaktion handelt.
- Berechne das Volumen Wasserstoff in Liter sowie die Masse an festem Reaktionsprodukt in Gramm, das maximal unter Normalbedingungen entsteht, wenn 1 Kubikmeter Methan-Gas zu türkistem Wasserstoff umgesetzt wird.

5. Aufgabe „Alkoholpanschern auf der Spur“

Bei einer Razzia im Keller einer illegalen Schnapsbrennerei fand die Kriminalpolizei vier unbeschriftete Kanister mit farblosen Flüssigkeiten. Diesen wurde jeweils eine Probe entnommen. Die Untersuchungen in einem chemischen Labor brachten folgende Ergebnisse:

- Alle vier Flüssigkeiten sind Reinstoffe, die aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff bestehen. Sauerstoff ist jeweils am C1-Atom gebunden.
 - Alle vier Stoffe sind brennbar.
 - Die Stoffe zeigen kein einheitliches Lösungsverhalten. Die Stoffe 1 und 2 sind sowohl in Wasser als auch in Heptan löslich. Ein weiterer Stoff ist gut löslich in Heptan, aber wenig wasserlöslich. Der letzte Stoff zeigt das entgegengesetzte Lösungsverhalten.
 - Stoff 4 wird technisch aus 1 mol Kohlenstoffmonoxid und 2 mol Wasserstoff hergestellt.
 - Stoff 2 kann industriell aus 1 mol Ethen und 1 mol Wasserdampf hergestellt werden.
 - Alle Stoffe haben die gleiche Anzahl an Sauerstoff-Atomen.
 - Stoff 3 enthält zwei Kohlenstoff-Atome und vier Wasserstoff-Atome mehr als Stoff 2.
 - 0,2 Mol von Stoff 1 wiegen 12 Gramm.
- Ermittle Namen und Strukturformeln (LEWIS-Formeln) der Stoffe 1 bis 4 und begründe deine Zuordnung unter Einbeziehung der Untersuchungsergebnisse.
 - Stelle die Reaktionsgleichungen für die Reaktionen iv und v auf.

! Abgabeschluss bei eurer betreuenden Lehrkraft:

30.11.2023 bzw. nach Absprache !

**! Eingabeschluss für eure Betreuer:in
auf lehrerportal.fcho.de 19.01.2024!**

**„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024**

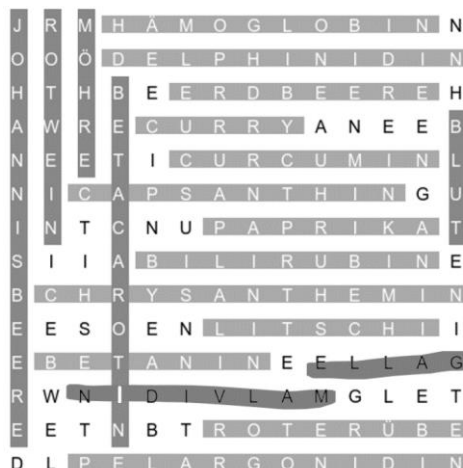


Aufgabe „Bunte Welt“

a)

Name der gesuchten Farbstoffe und ihr jeweiliges Vorkommen:

- | | | |
|------|---------------|---------------|
| (1) | Betacarotin | Möhre |
| (2) | Betanin | rote Rübe |
| (3) | Bilirubin | Galle |
| (4) | Capsanthin | Paprika |
| (5) | Chrysanthemin | Litschi |
| (6) | Curcumin | Curry |
| (7) | Delphinidin | Johannisbeere |
| (8) | Hämoglobin | Blut |
| (9) | Malvidin | Rotwein |
| (10) | Pelargonidin | Erdbeere |



1 P für jede korrekte Farbstoff-Vorkommen-Zuordnung (ohne Zuordnung nur ¼ P für jeden gefundenen Begriff) 10 P

b)

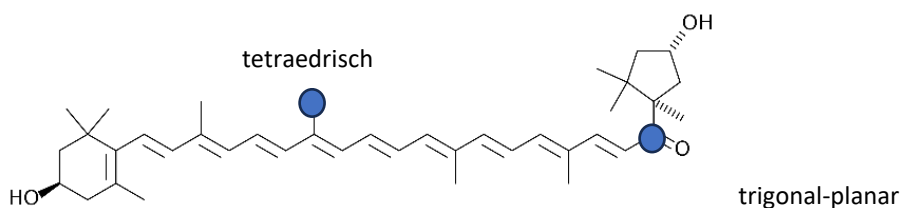
Lösungssatz:

„Die Welt ist eine bunte Angelegenheit.“

1 P

c)

LEWIS-Formel (Strukturformel) „Capsanthin“:



drei funktionelle Gruppen:

Hydroxy-Gruppe, Carbonyl- bzw. Keto-Gruppe, Doppelbindung oder Methyl-Gruppe

„tetraedrisches“ bzw. „trigonal-planares“ C-Atom:

z. B. C-Atom der Methyl-Gruppe und C-Atom der Carbonyl- bzw. Keto-Gruppe

1 P Strukturformel (Skelettschreibweise gleichwertig), 1 P je richtig benannter funktioneller Gruppe,
1 P je richtig gekennzeichnetem/beschriftetem C-Atom 6 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



d)

Begründung „Beta-Carotin wichtig in unserer Nahrung“ (1 Argument):

- Beta-Carotin ist eine Vorstufe von Vitamin A. Im Darm kann Beta-Carotin zu Vitamin A umgewandelt werden. Vitamin A ist essenzielles fettlösliches Vitamin, das für viele lebenswichtige Funktionen im Körper benötigt wird.
- Beta-Carotin spielt Rolle bei der Erhaltung eines gesunden Sehvermögens. Im Körper wird Beta-Carotin in Retinol umgewandelt, welches für die Bildung von Rhodopsin benötigt wird.
- Antioxidative Eigenschaften des Beta-Carotins trägt zum Schutz von Zellen vor den schädlichen Auswirkungen von freien Radikalen bei.

1 P

Gesamtpunktzahl für Aufgabe 1

18 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



Aufgabe “Ganz schön salzig

a)

Formel der Salze:

A NaCl

B CaCO₃

1 P je richtiger Formel

2 P

b)

Formel und systematischer Name der Salze **X** und **Y**:

Na₂CO₃ Natriumcarbonat bzw. Dinatriumcarbonat

CaCl₂ Calciumchlorid bzw. Calciumdichlorid

½ P je korrekter Formel, ½ P je korrektem und richtig zugeordnetem Namen

2 P

c)

Beschreibung der Unterscheidungen der Kationen:

Die beiden Kationen lassen sich durch Flammenprobe bzw. Flammenfärbung unterscheiden. Bei der Nachweismethode wird eine Stoffprobe auf einem Magnesiastäbchen gegeben und dieses in die entleuchtete Brennerflamme gehalten.

1 P (Benennung
ohne Beschreibung nur ½ P)

Die Flamme färbt sich je nach Kation charakteristisch

Natrium-Ion gelbe Flamme ½ P

Calcium-Ion orange(rote) bzw. ziegelrote Flamme ½ P

alternativ: Die beiden Kationen lassen sich durch eine Fällungsreaktion unterscheiden. Bei der Nachweismethode wird eine Stoffprobe zu einer wässrigen klaren Sulfat-Ionen haltigen Lösung (z. B. Natriumsulfat) gegeben.

1 P

Im Fall der

Natrium-Ion bildet sich kein schwerlöslicher Niederschlag,
die Lösung bleibt klar ½ P

Calcium-Ion bildet sich weißer Niederschlag ½ P

Unterscheidung der Anionen (Nachweismittel, Beobachtung und Reaktionsgleichung):

Chlorid-Ionen: wässrige Silbernitrat-Lösung ½ P

weißer Niederschlag ½ P

Ag⁺ (aq) + Cl⁻ (aq) → AgCl (s) 1 P

Carbonat-Ionen: Zugabe von verdünnter Säure ½ P

Gasentwicklung erkennbar an Blasenbildung ½ P

2 H₃O⁺ (aq) + CO₃²⁻ (aq) → 3 H₂O (l) + CO₂ (g) 1 P

bzw. 2 H⁺ + CO₃²⁻ → H₂O + CO₂ ↑

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



alternativ: im Fall wasserlöslicher Carbonate, wie Natriumcarbonat
Salz in Wasser lösen und versetzen mit Kalkwasser-Lösung
(bzw. Barytwasser) ½ P
weißer Niederschlag ½ P
 $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s})$ 1 P
bzw. $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$

2 P Kationenunterscheidung, 2 P je Anionennachweis

6 P

Gesamtpunktzahl für Aufgabe 2

10 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



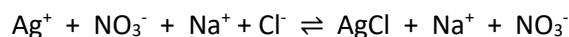
Aufgabe „Salzwasser“

a)

Berechnung Massenanteil(ω) von Natriumchlorid in Prozent in der Ausgangslösung:

gegeben: $m(\text{NaCl}) = x \text{ g}$ in 100 cm^3 Wasser (Ausgangslösung)
 $m(\text{NaCl}) = x \text{ g}$ in 1000 cm^3 Wasser (Probelösung),
davon 10 cm^3 Probelösung mit $m(\text{NaCl}) = \frac{1}{100} \times x \text{ g}$
 $m(\text{AgCl}) = 201,6 \text{ mg} = 0,2016 \text{ g}$ in 10 cm^3
 $M(\text{AgCl}) = 143,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $M(\text{NaCl}) = 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Reaktionsgleichung zur quantitativen Fällungsreaktion der Chlorid-Ionen aus der Natriumchlorid-Lösung mit Silbernitrat-Lösung:



Rechnung: $n(\text{NaCl}) : n(\text{AgCl}) = 1 : 1$ bzw. $\frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})}$, daraus ergibt sich

$$m(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{AgCl}) \cdot M(\text{NaCl})}{M(\text{AgCl})}$$
$$= \frac{0,2016 \text{ g} \cdot 58,5 \text{ g/mol}}{143,4 \text{ g/mol}}$$

$$= 0,0822 \text{ g} \quad \text{in } 10 \text{ cm}^3 \text{ Probelösung}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,0822 \text{ g} \cdot 100 = 8,22 \text{ g} \quad \text{in } 1000 \text{ cm}^3 \text{ Probelösung}$$

alternativ: $m(\text{AgCl}) = 0,2016 \text{ g} \cdot 100 = 20,16 \text{ g}$ in 1000 cm^3 Probelösung

$$m(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{AgCl}) \cdot M(\text{NaCl})}{M(\text{AgCl})}$$
$$= \frac{20,16 \text{ g} \cdot 58,5 \text{ g/mol}}{143,4 \text{ g/mol}}$$

$$= 8,22 \text{ g} \quad \text{in } 1000 \text{ cm}^3 \text{ Probelösung}$$

Rechnung: $\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{Komponente})}{m(\text{Stoffgemisch})} \cdot 100\% = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{Wasser})} \cdot 100\%$

$$= \frac{8,22 \text{ g}}{8,22 \text{ g} + 100 \text{ g}} \cdot 100\%$$

$$= 0,0759 \cdot 100\% = 7,60 \%$$

Die Ausgangslösung enthält einen Masseanteil von rund 7,6 % Natriumchlorid.

2 P für Verdünnung, 1 P Reaktionsgleichung, 3 P Ansatz mit Rechenweg und
korrektem Ergebnis der Masse NaCl, 2 P Ansatz mit Rechenweg und korrektem
Ergebnis des Massenverhältnisses in %

8 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



b)

Begründung „Masse an Silberchlorid“ bei Magnesiumchlorid-Lösung:

Magnesiumchlorid hat die Formel MgCl_2 . Da eine Magnesiumchlorid-Lösung gegenüber einer Natriumchlorid-Lösung gleicher Konzentration die doppelte Anzahl an Chlorid-Ionen enthält, muss auch bei der Fällungsreaktion mit Silbernitrat-Lösung die doppelte Masse an Silberchlorid ausfallen. Bei gleicher Vorgehensweise, wie bei der Natriumchlorid-Lösung, würden 403,2 mg Silberchlorid in 10 cm³ Probelösung ausfallen.

½ P Formel MgCl_2 , 1 P Begründung, ½ P korrekte Masse AgCl

2 P

Gesamtpunktzahl für Aufgabe 3

10 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



Aufgabe „Oxidationszahlen“

a)

Lösungsbeispiel

für verschiedene Oxidationsstufen von Kohlenstoff-Atomen in Kohlenstoff-Verbindungen:

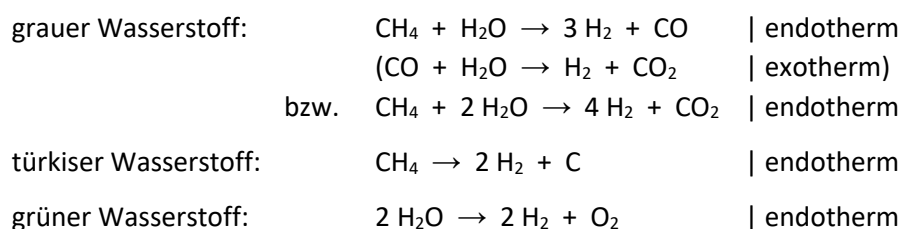
OZ	Formel	Name	Formel	Name
+4	C O ₂	Kohlenstoffdioxid	CCl ₄	Tetrachlormethan
+3	CH ₃ - C OOH	Ethansäure	CCl ₃ - CCl ₃	Hexachlorethan
+2	C O	Kohlenstoffmonoxid	CH ₃ - C O-CH ₃	Propan-2-on
+1	CH ₃ - C HO	Ethanal	CH ₂ = C (OH)-CH ₃	Prop-1-en-2-ol
0	H CHO	Methanal	CH ₂ = C =CH ₂	Prop-1,2-dien
-1	CH ₃ - CH =CH ₂	Propen	HC≡ CH	Ethin
-2	CH ₃ - CH ₂ -CH ₃	Propan	CH ₂ = CH ₂	Ethen
-3	CH ₃ -CH ₃	Ethan	CH≡C- CH ₃	Propin
-4	CH ₄	Methan	B ₄ C	Borcarbid

Zahlreiche andere Lösungen möglich.

1 P je Oxidationsstufe mit zwei Formeln und zugehörigen Namen unterschiedlicher Stoffklassen
 (wenn beide Verbindungen zur selben Stoffklasse gehören, nur ½ P) 9 P

b)

Reaktionsgleichungen zur Wasserstoff-Gewinnung durch unterschiedliche Herstellungsverfahren:



Begründung „Redoxreaktion“:



Redoxreaktionen (Elektronenübertragungsreaktion) sind an einer Änderung der Oxidationszahlen zu erkennen. Eine Redoxreaktion findet bei der Herstellung von grünem Wasserstoff statt, da Wasserstoff im Edukt die Oxidationszahl +I hat und im Produkt die Oxidationszahl 0 und Sauerstoff im Edukt die Oxidationszahl -II und im Produkt 0.

1 P für jede Reaktionsgleichung (ohne Angaben „endotherm“ einmalig Abzug von 1 P,
 einmal falsch oder einmal vergessen ½ P Abzug - aber maximal nur 1 P Abzug),
 1 P für Begründung „Redox“, 1 P für korrekt bestimmte Oxidationszahlen 5 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024



c)

Berechnung des Volumens Wasserstoff bei Normalbedingungen ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 101325 \text{ Pa}$)

gegeben: $V(\text{Methan}) = 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$

$$V_m = 22,4 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (bei } 0^\circ\text{C bzw. } 273,15 \text{ K)}$$

Ableiten des Stoffmengenverhältnisses aus Reaktionsgleichung (siehe Lösung c)

$$n(\text{Wasserstoff}) : n(\text{Methan}) = 2 : 1, \text{ daraus folgt } n(\text{Wasserstoff}) = 2 \cdot n(\text{Methan})$$

mit $n(\text{Wasserstoff}) = \frac{V}{V_m}$ und $n(\text{Methan}) = \frac{V}{V_m}$ folgt $\frac{V(\text{Wasserstoff})}{V_m} = 2 \cdot \frac{V(\text{Methan})}{V_m}$ umformen

Rechnung:

$$V(\text{Wasserstoff}) = 2 \cdot \frac{V(\text{Methan}) \cdot V_m}{V_m} = 2 \cdot V(\text{Methan}) = 2 \cdot 1000 \text{ l} = 2000 \text{ l}$$

Aus einem Kubikmeter Methan-Gas können bei Normalbedingungen maximal 2000 l Wasserstoff-Gas hergestellt werden.

alternativ: Aus der Reaktionsgleichung (Lösung c) folgt, dass aus einem Mol Methan-Gas zwei Mol Wasserstoff-Gas entstehen. Da nach dem idealen Gasgesetz alle Gase bei gleicher Stoffmenge dasselbe Volumen einnehmen, folgt dass aus 1000 l Methan-Gas das doppelte Volumen Wasserstoff-Gas, sprich 2000 l entstehen.

Berechnung der Masse Kohlenstoff bei Normalbedingungen ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 101325 \text{ Pa}$)

gegeben: $V(\text{Methan}) = 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$

$$V_m = 22,4 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (bei } 0^\circ\text{C bzw. } 273,15 \text{ K)}$$

$$M(\text{Kohlenstoff}) = 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ableiten des Stoffmengenverhältnisses aus Reaktionsgleichung (siehe Lösung c)

$$n(\text{Kohlenstoff}) : n(\text{Methan}) = 1 : 1, \text{ daraus folgt } n(\text{Wasserstoff}) = n(\text{Methan})$$

mit $n(\text{Kohlenstoff}) = \frac{m}{M}$ und $n(\text{Methan}) = \frac{V}{V_m}$ folgt $\frac{m(\text{Kohlenstoff})}{M} = \frac{V(\text{Methan})}{V_m}$ umformen

Rechnung:

$$m(\text{Kohlenstoff}) = \frac{V(\text{Methan}) \cdot M}{V_m} = \frac{1000 \text{ l} \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = \frac{12010 \cdot \frac{\text{l} \cdot \text{g}}{\text{mol}}}{22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = 536,16 \text{ g}$$

Aus einem Kubikmeter Methan-Gas können bei Normalbedingungen maximal 536,16 g Kohlenstoff als festes Reaktionsprodukt hergestellt werden.

2 P je nachvollziehbarem Rechenweg mit korrektem Ergebnis in Liter bzw. Gramm 4 P

Gesamtpunktzahl

18 P

**„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10: 2023/2024**



Aufgabe “Alkoholpanschern auf der Spur”

a)

Ermitteln von Namen und Strukturformel der vier gesuchten Stoffe:

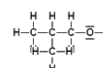
Die Überschrift sowie die Aussagen i und ii sind Indizien dafür, dass es sich um Alkohole (Alkanole) handelt. Für die endgültige Identifikation müssen mehrere Aussagen miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Stoff 1: Propan-1-ol $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ | & | & | \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | & | \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ Aussagen iii, vi, **viii**

Stoff 2: Ethanol $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ Aussagen iii, **v**, vi

Stoff 3: Butan-1-ol $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ | & | & | & | \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | & | & | \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ Aussagen iii, vi, **vii**

(alternative Lösung: 2-Methylpropan-1-ol)



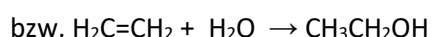
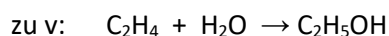
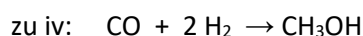
Stoff 4: Methanol $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ Aussagen iii, **iv**, vi

Anmerkung: Bezeichnungen, wie Methylalkohol oder Ethylalkohol oder n-Propanol gelten auch für volle Punktzahl.

$\frac{1}{2}$ P je Name, $\frac{1}{2}$ P je Strukturformel (ohne freie Elektronenpaaren, insgesamt $\frac{1}{2}$ P Abzug),
1 P je Begründung (Zuordnung von Aussagen) 8 P

b)

Reaktionsgleichungen



1 P je Reaktionsgleichung

2 P

Gesamtpunktzahl für Aufgabe 5

10 P

Gesamtpunktzahl Aufgabenblatt

66 P