



Hinweise zur Klausur

Achte darauf, dass du auf jedes Blatt, dass du abgeben willst, deinen Namen und die Aufgabennummer gut lesbar notierst.

Beim Zeichnen von LEWIS-Formeln müssen die freien Elektronenpaare mit eingezeichnet werden. Beim Zeichnen von Strukturformeln ist dies nicht notwendig.

Viel Erfolg!

Formelsammlung

Nützliche Gleichungen

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

Konzentration $c = \frac{n}{V}$

Molvolumen $V_m = \frac{V}{n} = \frac{M}{\rho}$

Ideale Gasgleichung $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Lambert-Beer $E = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon \cdot c \cdot d$

Arrhenius-Gleichung $k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$

Naturkonstanten

Gaskonstante $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$

Avogadro-Zahl $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

Periodensystem



Förderverein Chemie-Olympiade e.V.
Friends of the Chemistry Olympiad

Begeisterung
Begabung wecken!
fördern!

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.988	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38(2)	31 Ga 69.723	32 Ge 72.630	33 As 74.922	34 Se 78.971	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62(1)	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.96(1)	43 Tc* (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2(1)	83 Bi* 208.98	84 Po* (209)	85 At* (210)	86 Rn* (222)
87 Fr* (223)	88 Ra* 226.03	89 Ac* (227)	104 Rf* (267)	105 Db* (268)	106 Sg* (269)	107 Bh* (270)	108 Hs* (270)	109 Mt* (278)	110 Ds* (281)	111 Rg* (282)	112 Cn* (285)	113 Nh* (286)	114 Fl* (289)	115 Mc* (290)	116 Lv* (293)	117 Ts* (294)	118 Og* (294)
Lanthanoide		58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm* (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97		
Actinoide		90 Th* 232.04	91 Pa* 231.04	92 U* 238.03	93 Np* (237)	94 Pu* (244)	95 Am* (243)	96 Cm* (247)	97 Bk* (247)	98 Cf* (251)	99 Es* (252)	100 Fm* (257)	101 Md* (258)	102 No* (259)	103 Lr* (266)		

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



1 Multiple Choice

Kreuze die korrekte(n) Antwort(en) auf dem Antwortbogen an. Auch wenn manche Fragen so formuliert sind, als wäre nur eine Antwort richtig, kann in jeder Teilaufgabe mehr als eine richtige Antwortmöglichkeit gegeben sein.

1. Welche der folgenden Verbindungen sind Säuren?

(a) H_2SO_4	(b) NaOH	(c) NH_3	(d) HI	(e) K_2SO_4
-----------------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-----------------------------

2. Die Verbindung Na_2CO_3 besitzt welchen Namen?

(a) Natriumchlorid	(b) Kalk	(c) Natriumcarbonat	(d) Stickstoffkohlenstoffoxid	(e) Natronlauge
--------------------	----------	---------------------	-------------------------------	-----------------

3. Welche der folgenden Stoffe sind bei Standardbedingungen ($25\text{ }^\circ\text{C}$, 1 bar) flüssig?

(a) Wasser	(b) Chlorwasserstoff	(c) Quecksilber	(d) Ammoniak	(e) Kupferoxid
------------	----------------------	-----------------	--------------	----------------

4. Welche der folgenden Metalle reagieren heftig mit Wasser unter Wasserstoffbildung?

(a) Natrium	(b) Silber	(c) Kupfer	(d) Kalium	(e) Zink
-------------	------------	------------	------------	----------

5. Welchen pH-Wert besitzt neutrales Wasser?

(a) 0	(b) 1	(c) 7	(d) 9	(e) 14
-------	-------	-------	-------	--------

6. Was sind Modifikationen des Kohlenstoffs?

(a) Diamant	(b) Korund	(c) Papier	(d) Fulleren	(e) Graphit
-------------	------------	------------	--------------	-------------

7. In welchen Verbindungen hat ein Element die Oxidationszahl +2?

(a) CO	(b) CaCO_3	(c) KCN	(d) NO	(e) OF_2
-----------------	---------------------	------------------	-----------------	-------------------

8. Welches Volumen besitzt 1 mol eines idealen Gases bei Standardbedingungen ($25\text{ }^\circ\text{C}$, 1 bar)?

(a) 20,0 L	(b) 22,4 L	(c) 22,6 L	(d) 24,5 L	(e) 24,8 L
------------	------------	------------	------------	------------

9. Die Reaktion von Silbernitratlösung mit Natriumchloridlösung ist eine...

(a) Redoxreaktion	(b) Redoxtitration	(c) Redoxinterkalation	(d) Fällungsreaktion	(e) Säure-Base-Reaktion
-------------------	--------------------	------------------------	----------------------	-------------------------

10. Welche der folgenden Verbindungen sind gut löslich in Wasser?

(a) Silbersulfid	(b) Natriumhydrogencarbonat	(c) Bariumsulfat	(d) Eisenhydroxid	(e) Natriumhydroxid
------------------	-----------------------------	------------------	-------------------	---------------------

11. Welche der folgenden Stoffe/Gemische leiten elektrischen Strom?

(a) Calciumchlorid (fest)	(b) Kalilauge	(c) Blei	(d) Chlorgas	(e) Uran
---------------------------	---------------	----------	--------------	----------

12. Ein Liter eines idealen Gases wird bei konstantem Druck von $25\text{ }^\circ\text{C}$ auf $40\text{ }^\circ\text{C}$ erwärmt. Welches Volumen besitzt es nach der Erwärmung?

(a) 1,6 L	(b) 1600 cm^3	(c) 0,95 L	(d) 1,05 L	(e) $0,00105\text{ m}^3$
-----------	------------------------	------------	------------	--------------------------

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



13. Welche der folgenden Atome/Ionen besitzen 2 Valenzelektronen?

(a) Ca	(b) N	(c) C	(d) Se^{2-}	(e) Tl^+
--------	-------	-------	----------------------	-------------------

14. Welche Masse an Brom ist notwendig, um 0,2 mol Natrium zu oxidieren?

(a) 8 g	(b) 16 g	(c) 24 g	(d) 80 g	(e) 240 g
---------	----------	----------	----------	-----------

15. Welche der folgenden Reaktionen sind Redoxreaktionen?

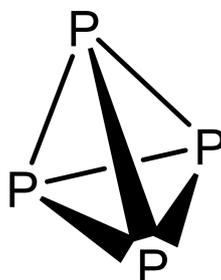
(a) Reaktion von Salzsäure mit Barhythwasser	(b) Verbrennung von Kohle	(c) Reaktion von Wasserstoff mit Stickstoff	(d) Verdampfen von Wasser	(e) Zerfall von Ozon
--	---------------------------	---	---------------------------	----------------------

2 Kurzaufgaben zum Warmwerden

- a) Bestimme die Oxidationszahlen aller Atome in folgenden Verbindungen:
- H_2O
 - H_3PO_4
 - BaCl_2
- b) Stelle für die Reaktion der folgenden Stoffe miteinander ausgeglichene Reaktionsgleichungen auf:
- Natrium mit Brom
 - Schwefelsäure mit Kalilauge (KOH)
 - vollständige Verbrennung von Kohlenstoff mit Sauerstoff
- c) Gleiche die folgenden Reaktionsgleichungen aus:
- $__ \text{BrO}_3^- + __ \text{Br}^- + __ \text{H}^+ \rightarrow __ \text{Br}_2 + __ \text{H}_2\text{O}$
 - $__ \text{MnO}_4^- + __ \text{H}^+ + __ \text{NO}_2^- \rightarrow __ \text{Mn}^{2+} + __ \text{H}_2\text{O} + __ \text{NO}_3^-$
- d) Berechne die Masse von 3 mol Wassermolekülen.

3 Ein wenig Phosphorchemie

Phosphor ist ein vielseitiges chemisches Element mit der Ordnungszahl 15. Er kann in verschiedenen Modifikationen auftreten. Die reaktivste Modifikation ist dabei der sogenannte weiße Phosphor. Er besteht aus tetraedrischen P_4 -Molekülen:



- a) Berechne, welche Anzahl von P_4 -Molekülen sich in einem Gramm weißem Phosphor befinden.

In Wasser ist weißer Phosphor nahezu unlöslich, dafür löst er sich gut in unpolaren Lösungsmitteln.

- b) Begründe diesen Sachverhalt.

Wird weißer Phosphor unter Luftabschluss erhitzt, so kann er in den gasförmigen Zustand überführt werden. Dabei dissoziieren die P_4 -Moleküle ab etwa 1200 °C zu P_2 -Molekülen.

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



c) Zeichne die LEWIS-Formel von P_2 .

Wird weißer Phosphor dagegen an der Luft erhitzt, entzündet er schon bei 50 °C und verbrennt zu P_4O_{10} .

d) Gib die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von weißem Phosphor an.

e) Begründe, warum weißer Phosphor relativ instabil und damit reaktiv ist.

P_4O_{10} löst sich in Wasser unter Bildung einer Säure.

f) Stelle eine Reaktionsgleichung für die Lösung von P_4O_{10} in Wasser auf.

Die Molekülstruktur von P_4O_{10} kann aus der Struktur des P_4 -Moleküls abgeleitet werden, indem man immer zwischen zwei Phosphoratomen ein Sauerstoffatom platziert und die restlichen Sauerstoffatome direkt an die Phosphoratome binden lässt.

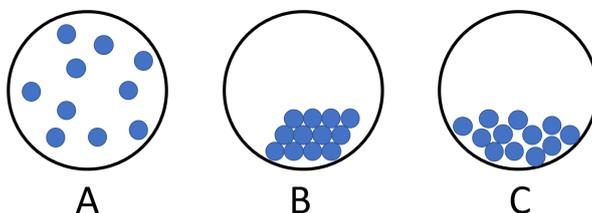
g) Zeichne die Strukturformel von P_4O_{10} .

Neben P_4O_{10} kann Phosphor auch ein Oxid der Oxidationsstufe +III bilden: P_4O_6 . Dieses löst sich in Wasser unter Bildung von H_3PO_3 . Es existieren dabei zwei Säuren mit der Summenformel H_3PO_3 , aber mit unterschiedlichen Strukturen.

h) Zeichne die LEWIS-Formeln beider Säuren.

4 Ich krieg hier gleich Zustände

Aggregatzustände sind Erscheinungsformen von Materie, welche sich grundsätzlich in ihren Eigenschaften unterscheiden. Klassisch werden drei Aggregatzustände unterschieden: fest, flüssig und gasförmig. Die Grafiken A-C stellen die Teilchenverteilung in den drei klassischen Aggregatzuständen schematisch dar.



a) Ordne den Grafiken die entsprechenden Aggregatzustände zu.

Ändert ein Stoff seinen Aggregatzustand, so wird dabei Wärme mit der Umgebung ausgetauscht. Die Wärme Q , benötigt um eine Probe der Masse m eines Stoffes zu schmelzen, lässt sich berechnen durch:

$$Q = q_s \cdot m$$

q_s ist dabei die spezifische Schmelzwärme. Als spezifische Schmelzwärme bezeichnet man die pro Kilogramm eines Stoffes benötigte Wärme, um den entsprechenden Stoff vom festen Aggregatzustand in den flüssigen Aggregatzustand zu überführen. Für H_2O beträgt sie $q_s(H_2O) = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

b) Berechne die Wärmemenge, welche benötigt wird, um 10 mol Eis zu schmelzen.

Ein durchschnittliches Teelicht hat eine Leistung P von etwa 40 Watt. ($1\text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$)

c) Berechne, wie lange es dauert mit einem Teelicht einen 100 Gramm schweren Block Eis zu schmelzen. Nimm dazu an, dass 50% der vom Teelicht abgegebenen Wärme zum Schmelzen des Eises verwendet werden.

Die Schmelz- und Siedetemperaturen sind im Allgemeinen abhängig vom Umgebungsdruck. In einem sogenannten Phasendiagramm kann man darstellen, in welchem Aggregatzustand ein Stoff bei einem bestimmten Druck und einer bestimmten Temperatur vorliegt. Gegeben ist das Phasendiagramm für Kohlenstoffdioxid:

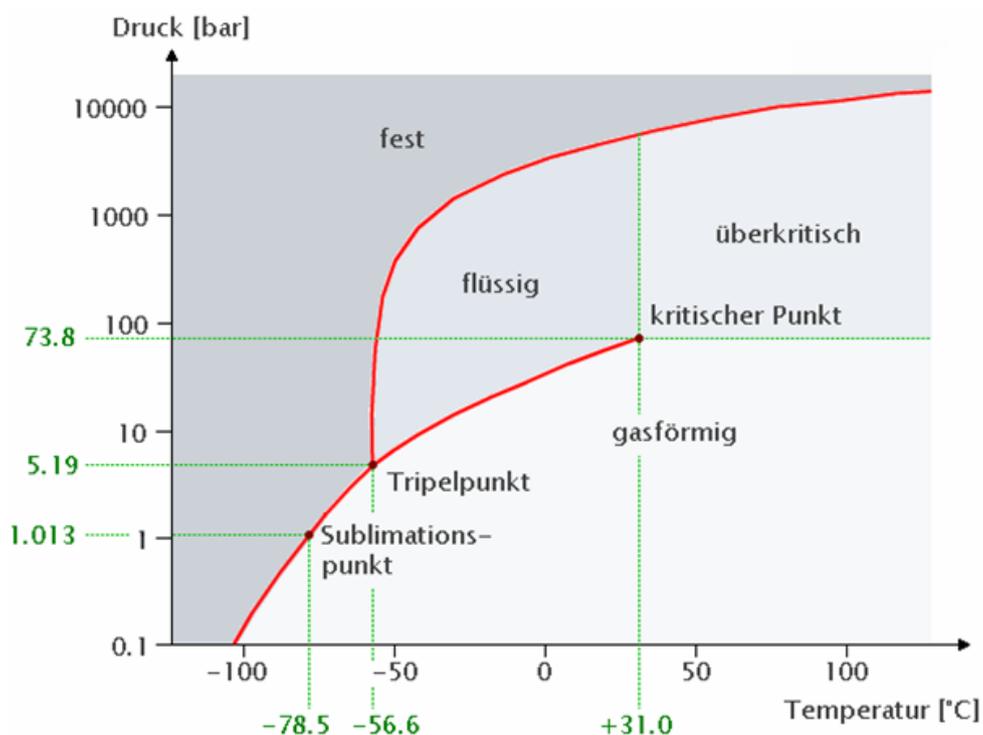


Abb. 1: Phasendiagramm von Kohlenstoffdioxid; Quelle: anorganik.chemie.vias.org

- Gib an bei welcher Temperatur Kohlenstoffdioxid bei Standarddruck (1,013 bar) sublimiert.
- Gib die Kombination aus Druck und Temperatur an, bei der Kohlenstoffdioxid gleichzeitig fest, flüssig und gasförmig vorliegen kann.
- Gib näherungsweise an, auf welchen Druck Kohlenstoffdioxid bei 0 °C gebracht werden muss, damit es flüssig wird.
- Gib näherungsweise die Temperatur an, die erreicht werden muss, um Kohlenstoffdioxid bei 1000 bar zu schmelzen.

5 Ein Ausflug ins Ph. Eur.

Das Europäische Arzneibuch (nach der lateinischen Bezeichnung *Pharmacopoeia Europaea* oft als *Ph. Eur.* abgekürzt) ist eine Sammlung anerkannter pharmazeutischer Regeln über die Qualität, Prüfung, Lagerung, Abgabe und Bezeichnung von Arzneimitteln und den bei ihrer Herstellung verwendeten Stoffen. Ein beachtlicher Teil dieser „heiligen Schrift der Apotheker“ besteht aus sogenannten Monographien über all jene chemischen Substanzen, die im pharmazeutischen Betrieb eine Rolle spielen. Inhaltlich beschreiben diese Monographien Prüfungen, mit deren Hilfe man ermitteln kann, ob eine Charge einer Substanz für die arzneiliche Verwendung qualitativ geeignet ist oder nicht. Unterteilen lassen sich diese Prüfungen in **Identitätsprüfungen**, **Reinheitsprüfungen** und **Gehaltsprüfungen**. Beispielhaft soll es in dieser Aufgabe um die Monographie einer denkbar einfachen Substanz gehen: Natriumchlorid.

Bei der **Identitätsprüfung** von Natriumchlorid geht es darum, sicherzustellen, dass die Substanz, mit der man arbeitet, tatsächlich auch Natriumchlorid ist. Es sollen also banale Verwechslungen ausgeschlossen werden. Das *Ph. Eur.* schreibt unter anderem folgendes Experiment vor: Zunächst soll die untersuchte Probe in dest. Wasser gelöst werden. Diese Lösung wird dann erst mit verdünnter Salpetersäure und danach mit Silbernitrat-Lösung versetzt.

- Welches Ion im Natriumchlorid wird so nachgewiesen? Welche Beobachtung lässt sich bei Anwesenheit dieses Ions machen? Stelle für die stattfindende Reaktion eine Reaktionsgleichung auf. Welcher Reaktionstyp liegt vor?

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



- b) Warum wird zuerst verdünnte Salpetersäure-Lösung hinzugegeben? Stelle die Reaktionsgleichung für den Prozess auf, der dadurch vermieden wird.

Bei den **Reinheitsprüfungen** ist eine große Menge an Prüfungen vorgeschrieben, durch die das Vorhandensein verschiedenster denkbarer Verunreinigungen ausgeschlossen werden soll. Eine dieser möglichen Verunreinigungen sind Iodid-Ionen. Für die entsprechende Prüfung wird die Probe in dest. Wasser gelöst und im Anschluss mit einer Mischung aus Natriumnitrit-Lösung, verdünnter Schwefelsäure-Lösung und Stärke-Lösung versetzt. Die Reaktion beruht auf der Bildung von elementarem Iod. Aus den Nitrit-Ionen entsteht Stickstoffmonoxid.

- c) Gib jeweils für Iod und Iodid die Oxidationszahlen des Iod-Atoms und für Nitrit und Stickstoffmonoxid die Oxidationszahlen des Stickstoff-Atoms an.
- d) Stelle für die bei Vorhandensein von Iodid stattfindende Reaktion die Reaktionsgleichung auf.
- e) Welche Beobachtung lässt sich folglich bei Vorhandensein von Iodid machen? Gehe bei deiner Antwort insbesondere auf die Funktion der Stärke-Lösung ein.

Die **Gehaltsprüfung** erfolgt heutzutage meist mittels „potentiometrischer Argentometrie“, eine spezielle Form der Titration. Das *Ph. Eur.* schreibt vor, hierfür zunächst 50,0 mg Probe in dest. Wasser zu lösen. Die „potentiometrischer Argentometrie“ ergab nun, dass diese Lösung 0,790 mmol an Chlorid-Ionen enthielt. Laut *Ph. Eur.* ist eine Charge Natriumchlorid geeignet für die pharmazeutische Verwendung, wenn der Massenanteil an reinem Natriumchlorid mindestens 99,0 % beträgt.

- f) Berechne den Massenanteil von Natriumchlorid in der Probe. Erfüllt die Probe die genannte Anforderung des *Ph. Eur.*?

6 Gravimetrie - Schwerer Niederschlag und leichte Aufgabe

Gravimetrie ist eine quantitative Analyseverfahren der Chemie, welche dazu verwendet wird, um die Stoffmenge eines Stoffes in einer Probe zu bestimmen. Eine relativ simple Form der Gravimetrie ist die Fällungsanalyse. Dabei wird ein gelöster Stoff ausgefällt, filtriert, getrocknet, und schließlich eingewogen.

Eine Analysenlösung, welche eine unbekannte Sulfat-Konzentration enthält wird mit Salzsäure angesäuert. Anschließend wird Bariumchloridlösung zur Lösung gegeben, bis kein weiteres Bariumsulfat mehr ausfällt.

- a) Gib die Reaktionsgleichung für die Fällung von Sulfat mit Barium-Ionen an.
- b) Stelle die LEWIS-Formel des Sulfat-Ions auf.
- c) Begründe kurz, warum man vor dem Fällen mit Bariumchloridlösung ansäuern sollte.

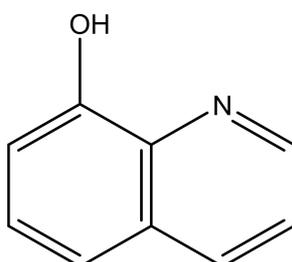
Das Volumen der Analysenlösung beträgt 75 mL und die Masse des getrockneten Bariumsulfatniederschlags wurde auf 4,20 g bestimmt.

- d) Berechne die Konzentration der Sulfationen in der Analysenlösung.

Auch die Konzentration von Mg^{2+} -Ionen kann gravimetrisch bestimmt werden. Dazu wird der pH-Wert mithilfe von Ammoniak basisch eingestellt und die Magnesium-Ionen mit Oxin gefällt.

- e) Begründe mithilfe einer Reaktionsgleichung, warum Ammoniak in Wasser basisch reagiert.

Dargestellt ist die Struktur von Oxin (C_9H_7NO):



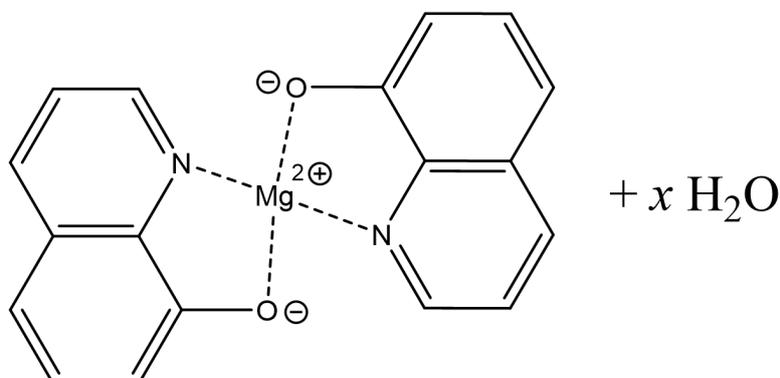
„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



Oxin kann also sowohl als Säure, als auch als Base reagieren.

f) Zeichne die konjugierte Base von Oxin.

Mit Magnesium fällt Oxin als folgender Magnesium-Oxinat-Niederschlag, zusammen mit x Einheiten Wasser:



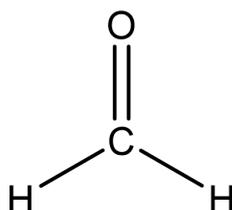
Durch Trocknen bei 140 °C werden die x Einheiten Wasser aus dem Niederschlag ausgetrieben und nur das Magnesium-Oxinat verbleibt.

Die Magnesiumionen einer 100 mL -Analyselösung wurden mit Oxin gefällt. Die Masse des Fällungsproduktes vor dem Trocknen betrug $m_{\text{vor}} = 0,2739\text{ g}$. Durch Erhitzen auf 140 °C sank die Masse auf $m_{\text{nach}} = 0,2456\text{ g}$.

- g) Berechne die Konzentration der Magnesiumionen in der Analyselösung.
h) Berechne die Anzahl der Einheiten Wasser x .

7 Einfache Chemie der Kohlenstoffverbindungen

Formaldehyd ist der leichteste Vertreter der Stoffklasse der Aldehyde:



- a) Bestimme die Oxidationszahl aller Atome im Formaldehyd.

Formaldehyd kann großtechnisch durch oxidative Dehydrierung von Methanol (CH_3OH) hergestellt werden. Im ersten Schritt (Reaktion 1) wird Methanol unter Abspaltung von Wasserstoff zu Formaldehyd an einem Silberkatalysator umgesetzt. Der dabei entstehende Wasserstoff wird dann verbrannt (Reaktion 2).

- b) Stelle die Reaktionsgleichungen für Reaktion 1 und Reaktion 2 auf.
c) Berechne das Volumen des gasförmigen Formaldehyds bei 600 °C und 10^5 Pa , welches bei Reaktion 1 aus $5,0\text{ kg}$ Methanol entsteht. Nimm dazu unabhängig von deiner Lösung in Teilaufgabe b) an, dass ein Äquivalent Methanol zu einem Äquivalent Formaldehyd umgesetzt wird.

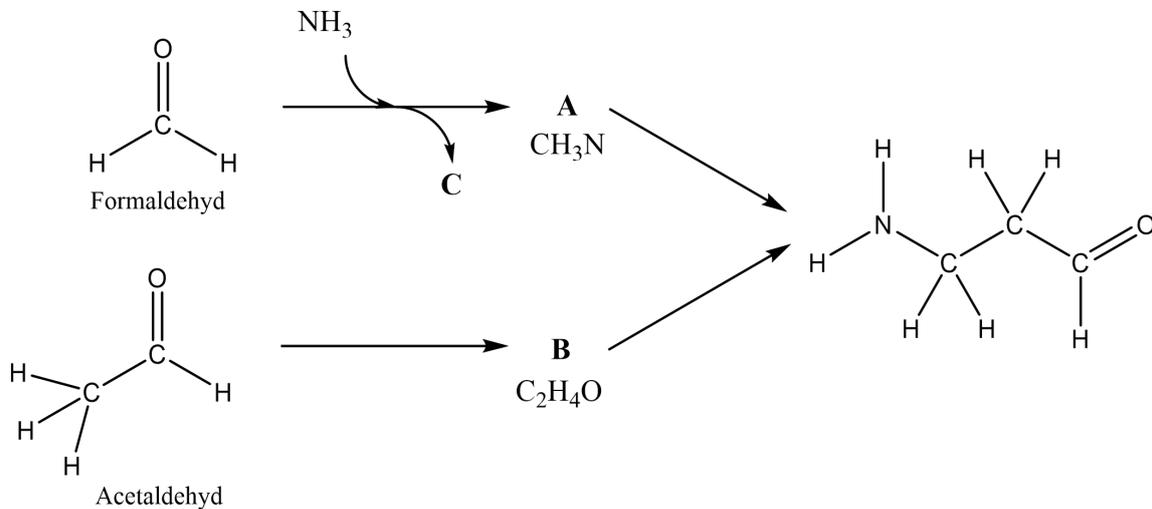
Formaldehyd ist sehr gut in Wasser löslich. Tatsächlich liegt es in Wasser jedoch nicht als Formaldehyd vor, sondern in seiner Hydratform: Methandiol ($\text{CH}_2(\text{OH})_2$).

- d) Zeichne die Strukturformel von Methandiol. Beachte dabei, dass Kohlenstoff immer vierbindig ist.

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9



Eine interessante Reaktion, für welche Formaldehyd verwendet werden kann, ist die sogenannte Mannich-Reaktion. Im folgenden Fall wird Formaldehyd mit Ammoniak und Acetaldehyd in einer Mannich-Reaktion umgesetzt, welche über die Zwischenprodukte **A** und **B** verläuft:



Bei der Reaktion von Formaldehyd mit Ammoniak entsteht zunächst die Verbindung **A** (CH_3N) und das Nebenprodukt **C**.

- e) Gib die Strukturformel von **A** an.
- f) Gib die Summenformel von **C** an.

Acetaldehyd selber kann noch nicht direkt mit Verbindung **A** reagieren. Stattdessen isomerisiert es zunächst zu Verbindung **B**, welche dann mit **A** das Endprodukt bildet.

- g) Gib die Strukturformel von **B** an. *Hinweis:* **B** ist nicht ringförmig.



1 Multiple Choice

2 P. pro Aufgabe minus Anzahl der abweichenden Antworten (je -1 P.); kein Ankreuzen = 0 P.; es können pro Aufgabe auch keine Minuspunkte vergeben werden:

Frage Nr.	Lösung	Frage Nr.	Lösung	Frage Nr.	Lösung
1	a,d	6	a,d,e	11	b,c,e
2	c	7	a,b,c,d,e	12	d,e
3	a,c	8	e	13	a,e
4	a,d	9	d	14	b
5	c	10	b,e	15	b,c

Σ
30 P.



2 Kurzaufgaben zum Warmwerden

- a) (0,5 P. pro korrekter Oxidationszahl)
- a. H:+1; O:-2
 - b. H:+1; P:+5; O:-2
 - c. Ba:+2; Cl:-1
- 3,5 P.
- b) (1 P. pro korrekter Reaktionsgleichung; auch Ionenschreibweise bei b) möglich)
- a. $2 \text{Na} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2 \text{NaBr}$
 - b. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - c. $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$
- 3 P.
- c) (0,25 P. pro korrekt eingesetzter Zahl; 1 muss nicht eingesetzt werden)
- a. $1 \text{BrO}_3^- + 5 \text{Br}^- + 6 \text{H}^+ \longrightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 - b. $2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ + 5 \text{NO}_2^- \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{NO}_3^-$
- 2,75 P.
- d) $m = Mn = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 3 \text{ mol}$ (1 P.):
 $m = 54 \text{ g}$ (1 P.)
- 2 P.
 Σ
11,25 P.



3 Ein wenig Phosphorchemie

a) $N = nN_A$ (0,5 P.) und $n = \frac{m}{M}$ (0,5 P.) ergeben:

$$N = \frac{m}{M} N_A = \frac{1\text{g}}{4 \cdot 30,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 4,9 \cdot 10^{21} \text{ (0,5 P.)}$$
 1,5 P.

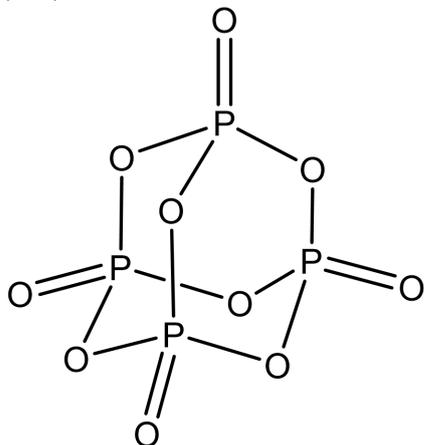
b) P_4 -Moleküle sind unpolar. (0,5 P.) Gleiches löst sich bekanntlich am besten in Gleichem. (0,5 P.) Von daher löst sich weißer Phosphor besser in unpolaren Lösungsmitteln als in polarem Wasser (0,5 P.). 1,5 P.



e) Die Bindungswinkel im P_4 sind gegenüber dem idealen tetraedrischen Bindungswinkel wesentlich verkürzt. (0,5 P.) Daher tritt eine hohe Ringspannung auf und P_4 ist relativ instabil. (0,5 P.) 1 P.

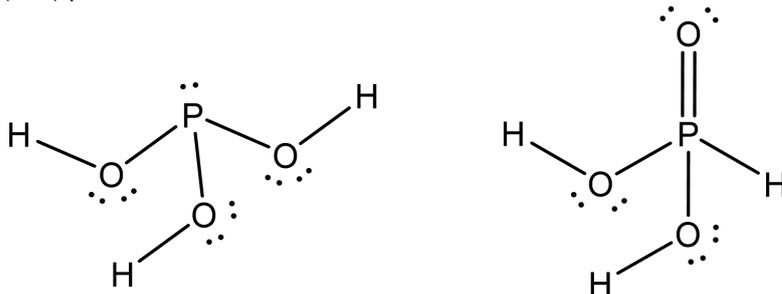


g) (2 P.):



2 P.

h) (1 P.) pro Säure:



2 P.

Σ
11 P.



4 Ich krieg hier gleich Zustände

- a) A: gasförmig (0,5 P.)
 B: fest (0,5 P.)
 C: flüssig (0,5 P.) 1,5 P.
- b) $Q = m q_s$ (0,5 P.) mit $m = nM$ (0,5 P.) ergibt:
 $Q = nM q_s = 10 \text{ mol} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (0,5 P.)
 $Q = 60 \text{ kJ}$ (0,5 P.) 2 P.
- c) $P_{eff} = 0,5P$
 $Q = P_{eff}$ (0,5 P.) und $Q = m q_s$ (0,5 P.) ergeben:
 $t = \frac{m q_s}{P_{eff}} = \frac{m q_s}{0,5P} = \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 334 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{0,5 \cdot 40 \text{ W}}$ (0,5 P.)
 $t = 1670 \text{ s} = 0,46 \text{ h}$ (0,5 P.) 2 P.
- d) $T_s = -78,5^\circ \text{C}$ (1P.) 1 P.
- e) $p_T = 5,19 \text{ bar}$ (0,5 P.) und $T_T = -56,6^\circ \text{C}$ (0,5 P.) 1 P.
- f) $\approx 40 \text{ bar}$ (1 P.)
 (logarithmische Auftragung des Diagramms, alles von 20-60 bar soll als richtig gewertet werden) 1 P.
- g) $\approx -40^\circ \text{C}$ (1 P.)
 (alles zwischen -45°C und -35°C soll als richtig gewertet werden) 1 P.
- Σ
9,5 P.



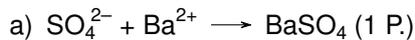
5 Ein Ausflug ins Ph. Eur.

- a) Nachweis des Chlorid-Ions (0,5 P.)
 Beobachtung: Weißer Niederschlag (0,5 P.)
 Reaktionsgleichung: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$ (0,5 P.)
 Fällungsreaktion (0,5 P.) 2 P.
- b) Ansäuern der Lösung verhindert die Bildung von Silberhydroxid (1 P.)
 $\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{AgOH}\downarrow$ (0,5 P.)
- Alternativ: Ansäuern verhindert Ausfallen von Silbercarbonat: $2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3$ 1,5 P.
- c) Iodid-Ion: -1 (0,5 P.):
 Iod: 0 (0,5 P.)
 Nitrit-Ion: +3 (0,5 P.)
 Stickstoffmonoxid: +2 (0,5 P.) 2 P.
- d) $2\text{I}^- + 2\text{NO}_2^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 0,5 P. für Edukte, 1 P. für Produkte, 0,5 P. für Ausgleichen 2 P.
- e) Entstehung von Iod sorgt in Anwesenheit von Stärke bzw. Amylose für violette (braun/schwarz auch ok) Färbung. (Beobachtung: 1 P.) Die Stärke dient also als „Indikator“ (Funktion: 1 P.). 2 P.
- f) $\omega = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{Probe}}} = \frac{M_{\text{NaCl}} \cdot n_{\text{NaCl}}}{m_{\text{Probe}}} = \frac{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,00079 \text{ mol}}{0,05 \text{ g}} = 92,3 \%$
 Dies entspricht **nicht** der Anforderung des Arzneibuches.
 1 P. für Ansatz, 0,5 P. für Ergebnis, 0,5 P. für Erkenntnis 2 P.

Σ
11,5 P.

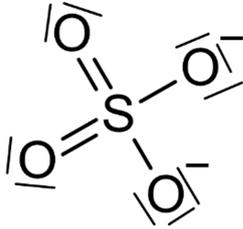


6 Gravimetrie - Schwerer Niederschlag und leichte Aufgabe



1 P.

b) (1 P.) auf LEWIS-Formel:



1 P.

c) Durch Ansäuern treibt man Carbonat aus der Lösung aus. (0,5 P.) Ist Carbonat noch in der Lösung vorhanden, so fällt bei Zugabe von Barium-Ionen zur Lösung auch noch Bariumcarbonat aus. (0,5 P.)

1 P.

d) $c = \frac{n}{V}$ (0,5 P.) und $n = \frac{m}{M}$ (0,5 P.) ergeben:

$$c = \frac{m}{MV} = \frac{4,20 \text{ g}}{233,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,075 \text{ L}} \quad (0,5 \text{ P.})$$

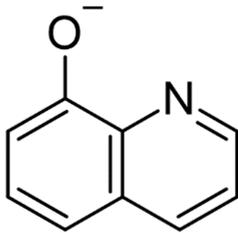
$$c = 0,24 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (0,5 \text{ P.})$$

2 P.



1 P.

f) (1 P.) für Formel:



1 P.

g) $M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2} = 312,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (0,5 P.)

$c = \frac{n}{V}$ (0,5 P.) und $n = \frac{m}{M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2}}$ (0,5 P.) ergeben:

$$c = \frac{m}{M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2} V} = \frac{0,2456 \text{ g}}{312,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,1 \text{ L}} \quad (0,5 \text{ P.})$$

$$c = 7,87 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (0,5 \text{ P.})$$

2,5 P.

h) $\frac{M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2} + x M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2}} = \frac{m_{\text{vor}}}{m_{\text{nach}}}$ (1 P.)

$$x = \frac{M_{\text{Mg}(\text{Ox})_2}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \left(\frac{m_{\text{vor}}}{m_{\text{nach}}} - 1 \right) = \frac{312,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{18,015 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \left(\frac{0,2739 \text{ g}}{0,2456 \text{ g}} - 1 \right) \quad (0,5 \text{ P.})$$

$$x = 2,00 \quad (0,5 \text{ P.})$$

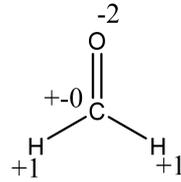
2 P.

Σ
11,5 P.



7 Einfache Chemie der Kohlenstoffverbindungen

a) je 0,25 P. für O/H; 0,5 P. für C

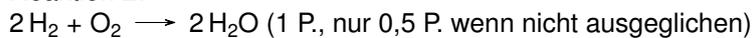


1 P.

b) Reaktion 1:



Reaktion 2:



2 P.

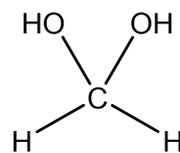
c) $n = \frac{m}{M_{\text{Methanol}}}$ (0,5 P.) und $pV = nRT$ (0,5 P.) ergeben:

$$V = \frac{mRT}{M_{\text{Methanol}} \cdot p} = \frac{5,0 \text{ kg} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 873 \text{ K}}{32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 10^5 \text{ Pa}} \quad (0,5 \text{ P.})$$

$$V = 11,3 \text{ m}^3 \quad (0,5 \text{ P.})$$

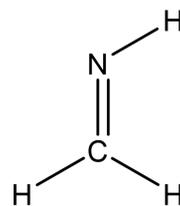
2 P.

d) Strukturformel 1,5 P.



1,5 P.

e) Strukturformel 1,5 P.

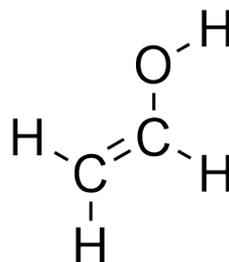


1,5 P.

f) H_2O (1 P.)

1 P.

g) Strukturformel 1,5 P.



Σ
10,5 P.



Hinweise zur Klausur

Achte darauf, dass du auf jedes Blatt, dass du abgeben willst, deinen Namen und die Aufgabennummer gut lesbar notierst.

Beim Zeichnen von LEWIS-Formeln müssen die freien Elektronenpaare mit eingezeichnet werden. Beim Zeichnen von Strukturformeln ist dies nicht notwendig.

Viel Erfolg!

Formelsammlung

Nützliche Gleichungen

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

Konzentration $c = \frac{n}{V}$

Molvolumen $V_m = \frac{V}{n} = \frac{M}{\rho}$

Ideale Gasgleichung $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Lambert-Beer $E = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon \cdot c \cdot d$

Arrhenius-Gleichung $k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$

Naturkonstanten

Gaskonstante $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$

Avogadro-Zahl $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

Periodensystem



Förderverein Chemie-Olympiade e.V.
Friends of the Chemistry Olympiad

Begeisterung
Begabung wecken!
fördern!

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.988	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38(2)	31 Ga 69.723	32 Ge 72.630	33 As 74.922	34 Se 78.971	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62(1)	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.96(1)	43 Tc* (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2(1)	83 Bi* 208.98	84 Po* (209)	85 At* (210)	86 Rn* (222)
87 Fr* (223)	88 Ra* 226.03	89 Ac* (227)	104 Rf* (267)	105 Db* (268)	106 Sg* (269)	107 Bh* (270)	108 Hs* (270)	109 Mt* (278)	110 Ds* (281)	111 Rg* (282)	112 Cn* (285)	113 Nh* (286)	114 Fl* (289)	115 Mc* (290)	116 Lv* (293)	117 Ts* (294)	118 Og* (294)
Lanthanoide		58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm* (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97		
Actinoide		90 Th* 232.04	91 Pa* 231.04	92 U* 238.03	93 Np* (237)	94 Pu* (244)	95 Am* (243)	96 Cm* (247)	97 Bk* (247)	98 Cf* (251)	99 Es* (252)	100 Fm* (257)	101 Md* (258)	102 No* (259)	103 Lr* (266)		

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



1 Multiple Choice

Kreuze die korrekte(n) Antwort(en) auf dem Antwortbogen an. Auch wenn manche Fragen so formuliert sind, als wäre nur eine Antwort richtig, kann in jeder Teilaufgabe mehr als eine richtige Antwortmöglichkeit gegeben sein.

1. Welche der folgenden Anionen bilden mit Ag^+ einen Niederschlag?

(a) NO_3^-	(b) Cl^-	(c) I^-	(d) Br^-	(e) CO_3^{2-}
---------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------------

2. Welche NO_3^- -Konzentration hat 0,5 L einer Lösung, in der 5 g Blei(II)-nitrat gelöst werden?

(a) $0,015 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(b) $0,030 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(c) $0,060 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(d) $5 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	(e) $10 \frac{\text{g}}{\text{L}}$
---	---	---	-----------------------------------	------------------------------------

3. In 1 L einer 0,01 molaren HCl-Lösung werden 1,4 g festes NaOH gegeben. Welche Konzentration an OH^- besitzt die Lösung dann?

(a) $0,010 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(b) $0,025 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(c) $0,035 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(d) $0,045 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	(e) $0,100 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
---	---	---	---	---

4. Wie nennt man unterschiedliche Chemische Verbindungen mit der gleichen Summenformel?

(a) Isotone	(b) Isotope	(c) Isochore	(d) Isotherme	(e) Isomere
-------------	-------------	--------------	---------------	-------------

5. Welche funktionelle Gruppe besitzen Alkohole?

(a) -OH	(b) -COOH	(c) -CHO	(d) C-C-Doppelbindung	(e) C-C-Dreifachbindung
---------	-----------	----------	-----------------------	-------------------------

6. Welche der folgenden Verbindungen reagieren in wässriger Lösung basisch?

(a) NH_3	(b) NaOH	(c) $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$ (Pyridin)	(d) PO_4^{3-}	(e) N_2H_4
-------------------	----------	--	------------------------	----------------------------

7. Welchen Farbverlauf (von sauer \rightarrow basisch) besitzt Unitest-pH-Indikator?

(a) Gelb-rot-blau-grün	(b) Rot-gelb-blau-grün	(c) Blau-gelb-grün-rot	(d) Gelb-rot-grün-blau	(e) Rot-gelb-grün-blau
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

8. Welche Masse besitzen 10^{22} Gold-Atome?

(a) 327 mg	(b) 3270 mg	(c) 3,27 g	(d) 32,7 g	(e) 327 g
------------	-------------	------------	------------	-----------

9. Welche der folgenden Verbindungen besitzen ein Element mit der Oxidationszahl -3?

(a) NH_3	(b) H_3O^+	(c) CH_3COOH	(d) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	(e) CH_2NH
-------------------	----------------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------------------

10. Wie kann man die Reaktion einer Carbonsäure mit einem Alkohol klassifizieren?

(a) Substitution	(b) Addition	(c) Redoxreaktion	(d) Veresterung	(e) Verseifung
------------------	--------------	-------------------	-----------------	----------------

11. Welches Volumen CO_2 bei Standardbedingungen (25 °C, 1 bar) entsteht bei der Verbrennung von 5 g Kohlenstoff?

(a) 0,0093 L	(b) 0,0103 L	(c) 9,3 L	(d) 10,0 L	(e) 10,3 L
--------------	--------------	-----------	------------	------------

12. Welche der folgenden Verbindungen sind bei Standardbedingungen (25 °C, 1 bar) fest?

(a) SiO_2	(b) HCl	(c) NaF	(d) I_2	(e) Hg
--------------------	---------	---------	------------------	--------

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



13. Was entsteht bei der Addition von Bromwasserstoff an ein Alken?

(a) Wasserstoff	(b) Bromalkin	(c) Bromalkan	(d) Wasserstoff-alkin	(e) Wasserstoff-alkan
-----------------	---------------	---------------	-----------------------	-----------------------

14. Welche der folgenden Verbindungen sind ionisch aufgebaut?

(a) H ₂ SO ₄	(b) HF	(c) MgCl ₂	(d) BH ₃	(e) CaO
------------------------------------	--------	-----------------------	---------------------	---------

15. Mit welchem Reagenz können Sulfationen in wässriger Lösung nachgewiesen werden?

(a) Verdünnte HNO ₃	(b) Konzentrierte H ₂ SO ₄	(c) Verdünnte NaOH-Lösung	(d) NaCl-Lösung	(e) BaCl ₂ -Lösung
--------------------------------	--	---------------------------	-----------------	-------------------------------

2 Kurzaufgaben zum Warmwerden

- a) Bestimme die Oxidationszahlen aller Atome in folgenden Verbindungen:
- NH₃
 - H₃AsO₄
 - Mg₃N₂
- b) Stelle für die Reaktion der folgenden Stoffe miteinander ausgeglichene Reaktionsgleichungen auf:
- Calcium mit Chlor
 - Phosphorsäure mit Barytwasser (Ba(OH)₂)
 - Schwefel mit Sauerstoff
- c) Gleiche die folgenden Reaktionsgleichungen aus:
- $_ \text{BrO}_3^- + _ \text{Br}^- + _ \text{H}^+ \rightarrow _ \text{Br}_2 + _ \text{H}_2\text{O}$
 - $_ \text{MnO}_4^- + _ \text{H}^+ + _ \text{NO}_2^- \rightarrow _ \text{Mn}^{2+} + _ \text{H}_2\text{O} + _ \text{NO}_3^-$
- d) Berechne die Anzahl von Wassermolekülen in 5 mg Wasser.

3 Kjeldahlsche Stickstoffbestimmung

Die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Forschungszentrum der unter analytischen Chemikern berühmten Brauerei Carlsberg entwickelt. Ursprünglich zur Qualitätskontrolle von Rohstoffen für den Brauereibetrieb erdacht, wird diese Methode heute zur Ermittlung des Stickstoffgehaltes verschiedenster organischer Substanzgemische genutzt. Letztendlich beruht das Verfahren auf der vollständigen Umwandlung des in der Probe enthaltenen Stickstoffs in Ammoniak (Summenformel: NH₃). Das Ammoniak wird anschließend in eine saure Lösung (z.B. eine Salzsäure-Lösung) geleitet. Im Anschluss wird die nach der entsprechenden Reaktion verbliebene Salzsäure mit einer starken Base (z.B. Natronlauge) neutralisiert. Auf Basis des verbrauchten Volumens an Natronlauge kann die Menge an entstandenem Ammoniak berechnet werden.

- a) Stelle für letzten beiden im obigen Text beschriebenen Reaktionen die Reaktionsgleichungen auf.

Die Gewinnung des Ammoniaks („Aufschluss“) im ersten Schritt des Verfahrens erfolgt durch Kochen der Probe in Schwefelsäure unter Zuhilfenahme eines komplexen Katalysatorgemisches. Unter dem Strich handelt es sich aber einfach um eine Reaktion der Substanz mit Schwefelsäure zu Kohlenstoffdioxid, Schwefeldioxid, Wasser und Ammoniumsulfat. Beispielhaft soll hier als Probe zunächst die Aminosäure Glycin (Summenformel: C₂H₅NO₂) in Reinform angenommen werden.

- b) Nenne die Oxidationszahlen der vier im Glycin vorkommenden Atomsorten. (*Hinweise:* Stickstoff hat in dieser Verbindung seine niedrigst mögliche Oxidationszahl. Beim Kohlenstoff reicht für die volle Punktzahl die mittlere Oxidationszahl der beiden Atome.)

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



- c) Stelle für den Aufschluss von Glycin nach dem oben beschriebenen Schema die Reaktionsgleichung auf.

Für die Bestimmung des entstandenen Ammoniumsulfats muss dieses zunächst noch aus dem Aufschlussansatz in Form von Ammoniak-Gas ausgetrieben werden.

- d) Erläutere, wie dies bewerkstelligt werden kann.

Nun soll mithilfe der Kjeldahl-Methode der Proteingehalt von Weizenmehl bestimmt werden. Dafür wurden 20 g des Mehls dem bisher beschriebenen Verfahren unterzogen. Dabei wurde das Ammoniak in 50 mL 1-molarer Salzsäure aufgefangen. Der Verbrauch an 1-molarer Natronlauge beim letzten Verfahrensschritt betrug 15,77 mL.

- e) Berechne die Masse an Ammoniak, welche dabei entstanden ist. Berechne welcher Masse an Stickstoff dies entspricht.

Für einen Lebensmittelchemiker wäre der Anteil der Proteine im Mehl vermutlich eine interessantere Information als der Anteil des Stickstoffs. Da Proteine natürlich nicht nur aus Stickstoff bestehen, ist für Ermittlung des Proteingehaltes eine Umrechnung notwendig. Es ist bekannt, dass der Massenanteil von Stickstoff in den Proteinen des Weizenmehls 17,5% beträgt.

- f) Berechne den Massenanteil von Proteinen im untersuchten Weizenmehl. (*Hinweis:* Falls die vorherige Aufgabe nicht gelöst werden konnte, soll von 0,25 g Stickstoff ausgegangen werden.)

2008 kam es zu einem großen Lebensmittelskandal in der Volksrepublik China: Hersteller von Baby- milch hatten ihren Produkten Melamin (Summenformel: $C_3H_6N_6$) zugesetzt, um einen besonders hohen Proteingehalt (und somit einen hohen Nährwert) vorzutäuschen.

- g) Warum ist Melamin für einen derartigen Betrug geeignet? Begründe deine Antwort durch eine Berechnung des Massenanteils von Stickstoff in Melamin.

4 Dem Silizium geht das Wasser aus...

Das Element Silizium kommt auf der Erde sehr häufig vor und kann vielseitig eingesetzt werden. Allerdings kommt es nie elementar vor, sondern ausschließlich in Form von Verbindungen, so z.B. als Orthokieselsäure H_4SiO_4 bzw. $Si(OH)_4$ gelöst in Gewässern und dem Anhydrid der Kieselsäure, Siliziumdioxid.

- a) Vervollständige die Tabelle im Antwortbogen mit den Formeln der Säuren und der Anhydride bekannter anorganischer Säuren. *Tipp:* Anhydride entstehen durch formales Abspalten jeglichen Wassers aus der Säure. Beachte dazu die Kohlensäure in der Tabelle.

	Säure	Anhydrid
Orthokieselsäure		
Phosphorsäure		
Schwefelsäure		
Perchlorsäure	$HClO_4$	
Kohlensäure	H_2CO_3	CO_2
Salpetersäure		
Salpetrige Säure		N_2O_3

Bei Orthokieselsäure verläuft die Abspaltung des Wassers intermolekular, es reagieren also mehrere Moleküle der Orthokieselsäure miteinander. So bilden sich Derivate, die in der Natur als Salze der entsprechenden (teilweise) kondensierten Kieselsäuren auftreten. Sie werden allgemein Silikate genannt.

- b) Zeichne die LEWIS-Formeln des Monosilikations SiO_4^{4-} , des Disilikations $Si_2O_7^{6-}$ und des Trisilikations $Si_3O_{10}^{8-}$.

Kettensilikate sind Silikate, bei denen die in b) begonnene Reihe der kondensierten Orthokieselsäuren praktisch unendlich fortgesetzt wurde. Es handelt sich also um Polykieselsäurederivate.

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



- c) Gib die Summenformel der kleinsten sich wiederholenden Einheit für Kettensilikate an. (Verwende dabei einwertige Kationen M^+ als Platzhalter für die Gegenionen; z. B: $CaO \rightarrow M_2O$).

Durch formale Kondensation von Kettensilikaten können Schichtsilikate entstehen. Ein Beispiel für ein solches Schichtsilikat ist das Mineral Chrysotil mit der chemischen Formel $Mg_3(OH)_4[Si_2O_5]$, auch bekannt als Asbest. Im Chrysotil liegen die Silikatschichten zusammengerollt vor, weshalb sich lange stabile Fasern bilden, die miteinander verwoben werden und so sogar Gewebe bilden können.

- d) Nenne zwei Vorteile die Asbestfasern im Vergleich zu pflanzlichen Fasern aufweisen, wenn sie z.B. bei der Wärmedämmung von Häusern oder für Spezialkleidung eingesetzt werden. Warum darf Asbest trotzdem nicht eingesetzt werden?

Formal entsteht durch weitere Kondensation von Kieselsäureschichten miteinander Siliziumdioxid, das Anhydrid der Kieselsäure.

Elementares Silizium kann durch Reduktion von Siliziumdioxid gewonnen werden. Dabei kommen abhängig von den Anforderungen an das Verfahren unterschiedliche Reduktionsmittel zum Einsatz. So werden beispielsweise im Labormaßstab metallisches Aluminium (Methode 1) oder Kohle in der industriellen Produktion (Methode 2) eingesetzt. Diese beiden Methoden eint, dass während des gesamten Prozesses große Mengen von CO_2 freigesetzt werden, entweder während der Reduktion oder bereits bei der Herstellung des benötigten Aluminiums. Es wurde jedoch auch schon eine Methode entwickelt, bei der SiO_2 in einer Calciumchloridschmelze elektrolytisch in die Elemente zerlegt wird (Methode 3), was je nach Art der Erzeugung des Stroms ohne CO_2 -Emissionen möglich ist.

- e) Stelle die Reaktionsgleichungen für die Darstellung von Silizium durch die drei beschriebenen Methoden auf.

Eine letzte Gruppe der Siliziumverbindungen, auf die an dieser Stelle noch kurz eingegangen werden soll, sind Polysiloxane (Silikone). Dabei handelt es sich um kondensierte Orthokieselsäurederivate, bei denen einige OH-Gruppen durch andere organische Gruppen (mit „R“ in den Formeln dargestellt) ersetzt werden. Aufgrund der sehr starken Kohlenstoff-Silizium-Bindungen kann so verhindert werden, dass die Kieselsäurederivate bei der Kondensation Siliziumdioxid bilden. Die Kondensation wird also auf einer bestimmaren Stufe angehalten. Außerdem können die Eigenschaften der Polymere durch die Wahl der organischen Reste verändert und angepasst werden.

Für die Synthese von Silikonen werden Silanole ($SiR_3(OH)$), Silandiole ($SiR_2(OH)_2$) und Silantrieole ($SiR(OH)_3$) benötigt.

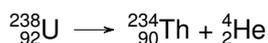
- f) Zeichne die Strukturformeln der benötigten Silanole, Silandiole und Silantrieole.
- g) Gib an, welche molekulare Struktur die kondensierten Polysiloxane aufweisen, wenn ausschließlich Silandiole für die Kondensation genutzt werden. Erläutere, wie die mittlere molare Masse der entstehenden Polysiloxane durch Zugabe von Silanolen bzw. Silantrieolen verändert werden kann.

5 Eine sehr strahlende Aufgabe

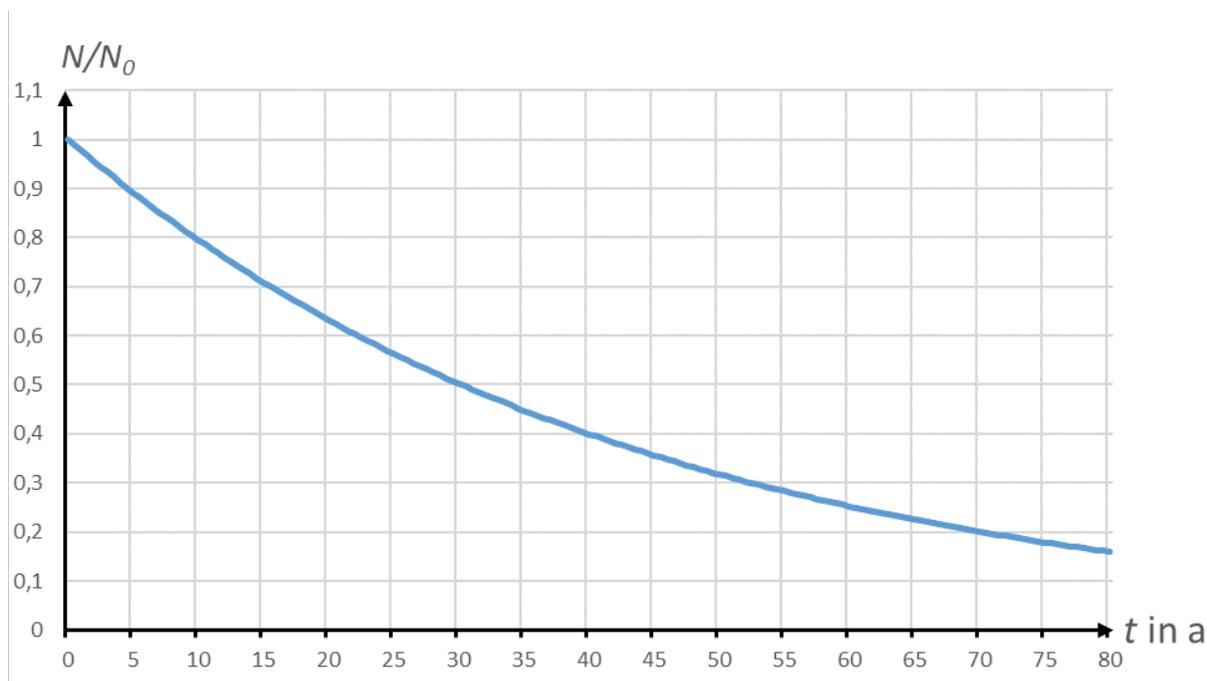
Vorbemerkung: Oft ist in dieser Aufgabe die Schreibweise ${}^A_Z E$ für Isotope eines Elements E zu finden. Z steht dabei für die Ordnungszahl des Elements und A für die Massenzahl des Isotops.

Unter Radioaktivität versteht man die Eigenschaft instabiler Atomkerne sich in andere Atomkerne unter Aussendung von Strahlung umzuwandeln. Die dabei abgegebene Strahlung kann sowohl aus Teilchen, als auch aus elektromagnetischen Wellen bestehen. Zwei Arten von Zerfällen sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

Bei einem α -Zerfall gibt ein Atomkern α -Strahlung ab, das heißt er emittiert einen 4_2He -Atomkern. Ein Beispiel für einen Atomkern, der unter Abgabe von α -Strahlung zerfällt, ist das Uran-238-Isotop:



Dabei wird außerdem Energie frei.



- f) Bestimme aus dem Diagramm graphisch die Halbwertszeit $T_{\frac{1}{2}}$ von Cäsium-137 in Jahren (a).
- g) Berechne, nach welcher Zeit t nur noch ein $\frac{1}{16}$ -tel der ursprünglichen Atome vorliegen. Solltest du f) nicht gelöst haben, nimm an, dass die Halbwertszeit von Cäsium-137 40 Jahre beträgt.

6 Doppel(Bindung) hält besser

Als Bindungsenergie $\Delta_B H$ bezeichnet man in der Chemie die Menge an Energie, die durchschnittlich aufgebracht werden muss, um eine kovalente Bindung zwischen zwei Atomen in einem Molekül zu spalten. Als Bindungslänge d_0 bezeichnet man den Abstand von zwei Atomkernen in einer chemischen Bindung. Gegeben sind die durchschnittlichen Bindungsenergien und Bindungslängen von Kohlenstoff-Stickstoff-Bindungen:

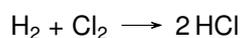
Bindung	Bindungsenergie $\Delta_B H$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	Bindungslänge d_0 in pm
C–N	305	147
C=N	615	130
C≡N	891	116

- a) Gib qualitativ an, wie sich die Bindungslänge mit steigender Bindungsordnung (Einfachbindung, Doppelbindung, Dreifachbindung) verhält.

Die Bindungsenergie einer C–S-Einfachbindung beträgt etwa $272 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

- b) Schätze die Bindungsenergie einer C=S-Doppelbindung ab.

Mithilfe von Bindungsenergien lässt sich die Reaktionsenthalpie näherungsweise berechnen. Betrachte die Reaktion von Chlor und Wasserstoff:

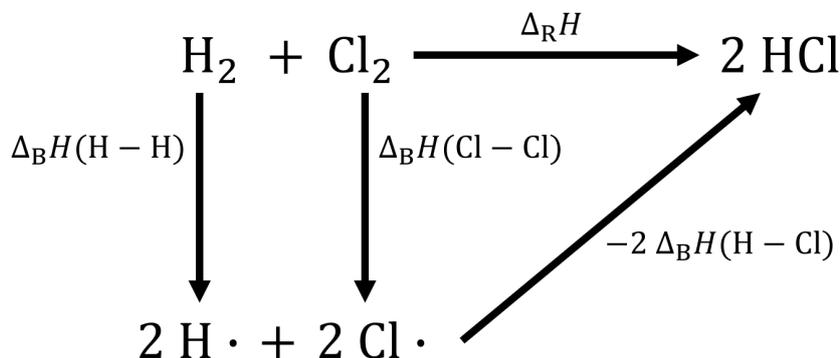


Für die Berechnung der Reaktionsenthalpie $\Delta_R H$ lässt sich das folgende Gedankenexperiment durchführen: Man spaltet zunächst die Bindungen in H_2 und Cl_2 . Dafür müssen die Bindungsenergien $\Delta_B H(\text{H–H})$ und $\Delta_B H(\text{Cl–Cl})$ aufgebracht werden. Danach können die H- und Cl-Atome zu HCl-Molekülen

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



kombiniert werden, wobei 2-mal die Bindungsenergie von $\Delta_B H(\text{H}-\text{Cl})$ frei wird. Dieser gedankliche Kreisprozess ist folgend dargestellt:



Bindung	Bindungsenergie $\Delta_B H$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
H-H	436
Cl-Cl	242
H-Cl	431

c) Berechne die Reaktionsenthalpie $\Delta_R H$ der Bildungsreaktion von Cl-Cl.

Betrachte nun die Verbrennungsreaktion von Methan:



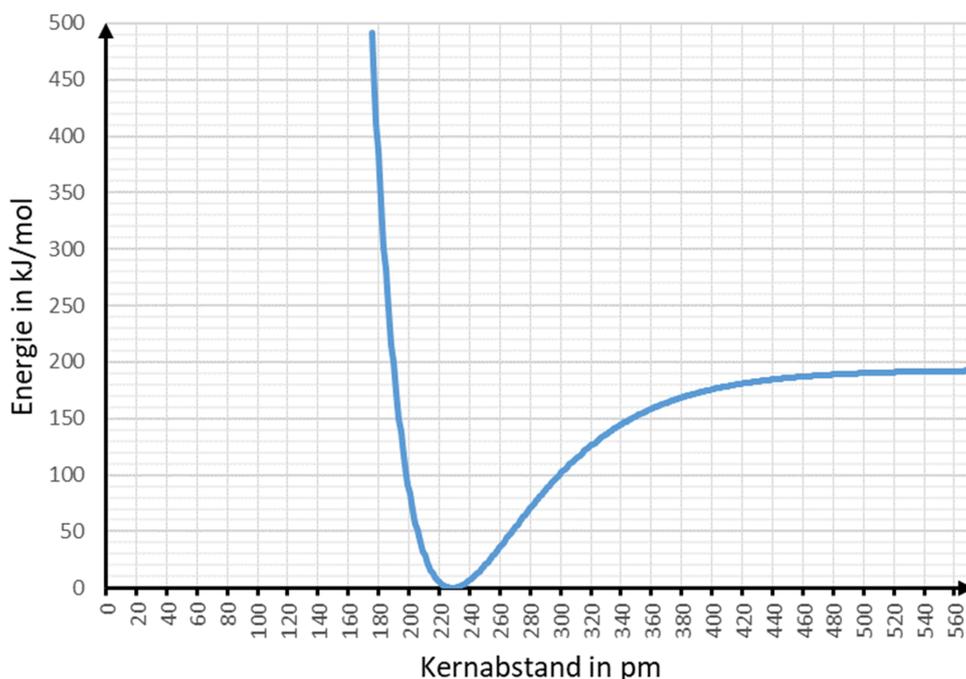
d) Stelle für die Verbrennung von Methan einen Kreisprozess nach dem obigen Schema auf.

Die Reaktionsenthalpie für die Verbrennung von Methan beträgt $\Delta_R H = -802 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. Gegeben sind außerdem folgende Bindungsenergien:

Bindung	Bindungsenergie $\Delta_B H$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
C-H	413
O-H	463
O=O	498

e) Berechne die Bindungsenergie einer C=O-Doppelbindung.

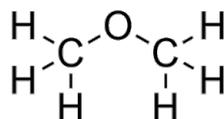
Natürlich sind Bindungen in der Realität nicht steif. Es ist möglich durch Zuführen von Energie eine Bindung etwas aus ihrer Ruhelage (auch Gleichgewichtsbindungs-länge, dem energetisch niedrigsten Zustand) auszulenken. Die Energie der Bindung in Br_2 in Abhängigkeit vom Abstand der beiden Atomkerne ist im folgenden Diagramm dargestellt:



- Bestimme aus dem Diagramm die Gleichgewichtsbindungslänge von Br₂ in pm.
- Begründe, warum die Energie der Bindung sehr stark ansteigt, wenn die Bindungslänge verkürzt wird.
- Begründe, warum sich die Energie bei sehr großen Kernabständen einem endlichen Wert annähert.
- Bestimme aus dem Diagramm die Bindungsenergie von Br₂.

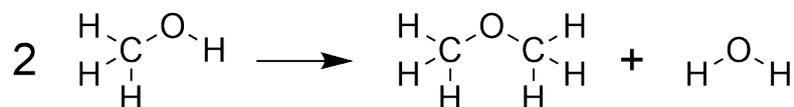
7 Lieber früher als sp-Ether

Ether sind organische Stoffe, welche eine Ethergruppe als funktionelle Gruppe besitzen. Als Ethergruppe wird ein Sauerstoffatom bezeichnet, welches an zwei organische Reste gebunden ist. Gegeben ist die Strukturformel von Dimethylether:



- Stelle eine Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung von Dimethylether auf.
- Begründe kurz, ob Dimethylether oder Ethanol eine höhere Siedetemperatur besitzt.

Dimethylether kann aus Methanol unter Abspaltung von Wasser hergestellt werden. Die Reaktionsgleichung für diesen Prozess lautet:



- Berechne die Masse des Wassers, welche bei der Herstellung von 80 Gramm Dimethylether anfällt.

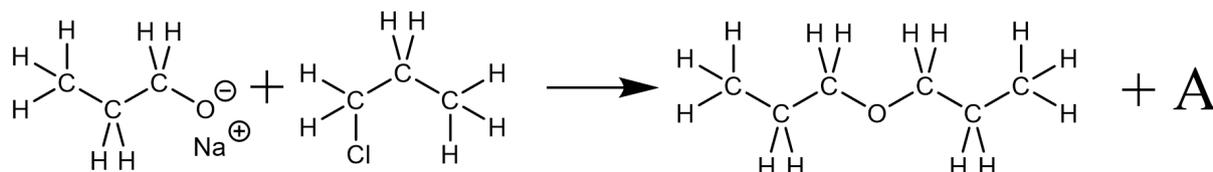
„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



Eine Weitere Möglichkeit Ether herzustellen ist die sogenannte Williamson-Ethersynthese. Dabei wird ein Alkali-Alkoholat mit einem Halogenalkan umgesetzt. Alkali-Alkoholate sind Metallsalze, welche aus Alkalimetall-Kationen (z.B. Na^+ oder K^+) und Alkoholat-Anionen (z.B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$ [Ethanolat-Anion, abgeleitet vom Ethanol]) zusammengesetzt sind. Alkali-Alkoholate lassen sich aus der Reaktion von Alkalimetallen mit Alkoholen herstellen.

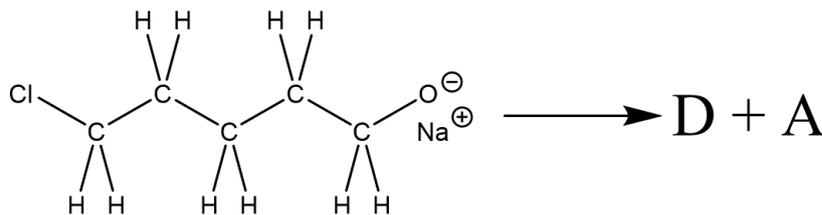
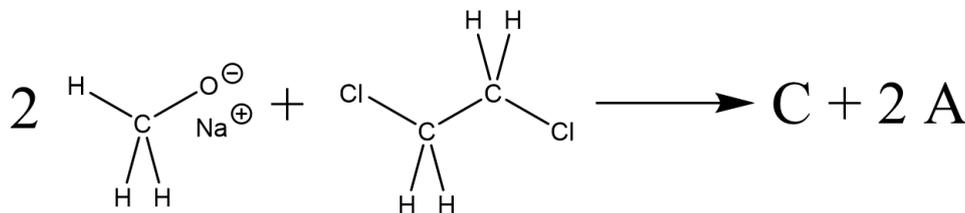
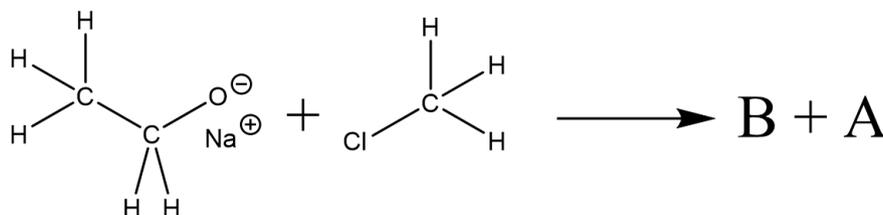
d) Gib die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Ethanol mit Natrium an.

Folgend ist die Reaktion eines Alkali-Alkoholats mit einem Halogenalkan dargestellt:



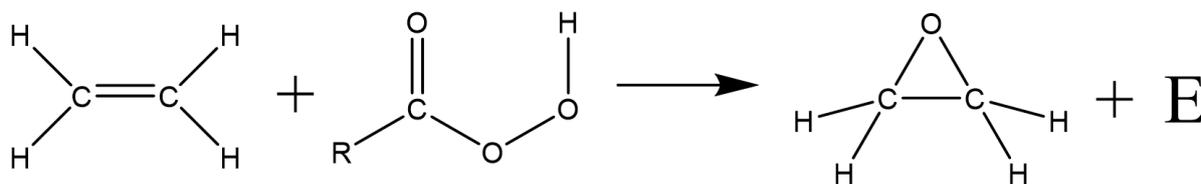
e) Gib an, welches Nebenprodukt **A** bei der Reaktion gebildet wird.

Folgend gegeben sind einige Eduktkombinationen:



f) Gib die Strukturen von **B**, **C** und **D** an.

Eine besondere Art von cyclischen Ethern sind Epoxide. Diese enthalten einen Dreiring, wobei ein Atom des Rings ein Sauerstoffatom ist. Sie können unter anderem aus einer Reaktion von Alkenen mit Peroxycarbonsäuren hergestellt werden:



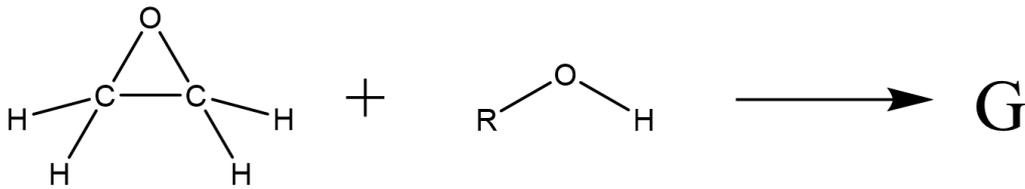
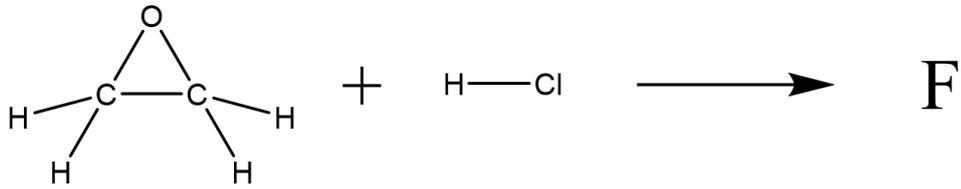
R steht dabei für einen beliebigen organischen Rest

„Chemie – die stimmt!“ 2022/2023
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10



g) Gib die Struktur des Nebenproduktes **E** an.

Epoxide reagieren gerne in Additionsreaktionen unter Öffnung des Dreieringes zu Alkoholen:



h) Gib die Strukturen der Verbindungen **F** und **G** an.



1 Multiple Choice

2 P. pro Aufgabe minus Anzahl der abweichenden Antworten (je -1 P.); kein Ankreuzen = 0 P.; es können pro Aufgabe auch keine Minuspunkte vergeben werden:

Frage Nr.	Lösung	Frage Nr.	Lösung	Frage Nr.	Lösung
1	b,c,d,e	6	a,b,c,d,e	11	e
2	b	7	e	12	a,c,d
3	b	8	b,c	13	c
4	e	9	a,c,d,e	14	c,e
5	a	10	a,d	15	e

Σ
30 P.



2 Kurzaufgaben zum Warmwerden

a) (0,5 P. pro korrekter Oxidationszahl)

a. H:+1; N:-3

b. H:+1; As:+5; O:-2

c. Mg:+2; N:-1

3,5 P.

b) (1 P. pro korrekter Reaktionsgleichung; auch Ionenschreibweise bei b. möglich)

a. $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{CaCl}_2$

b. $2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ (0,5 P. zusätzlich zum Ausgleichen)

c. $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

3,5 P.

c) (0,25 P. pro korrekt eingesetzter Zahl; 1 muss nicht eingesetzt werden)

a. $1 \text{BrO}_3^- + 5 \text{Br}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

b. $2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ + 5 \text{NO}_2^- \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{NO}_3^-$

2,75 P.

d) $n = \frac{m}{M} = \frac{5 \text{ mg}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,277 \text{ mmol}$ (1 P.)

$N = N_A n = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 0,277 \text{ mmol}$ (1 P.)

$N = 1,67 \cdot 10^{20}$ (1 P.)

3 P.

Σ
12,75 P.



3 Kjeldahlsche Stickstoffbestimmung

- a) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ (0,5 P.)
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (0,5 P.) 1 P.
- b) (je Element 0,25 P.):
 C: +1; H: +1; N: -3; O: -2 1 P.
- c) $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + 7 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{SO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 0,5 P. für Edukte, 1 P. für Produkte, 0,5 P. für Ausgleichen 1,5 P.
- d) Durch Zugabe einer starken Base wie Natriumhydroxid kann das Ammonium-Ion deprotoniert (1 P.)
 und durch zusätzliches Erhitzen als Ammoniak (1 P.) ausgetrieben werden. 2 P.
- e) $n_{\text{NaOH}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 15,77 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 15,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (1 P.)
 → Entspricht der Stoffmenge der durch das Einleiten des Ammoniaks nicht verbrauchten HCl.
 → Für das durch das Ammoniak verbrauchte HCl gilt daher:
 $n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} - n_{\text{NaOH}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,05 \text{ L} - 15,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 34,23 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n_{\text{NH}_3} = n_{\text{N}}$ (1 P.)
- Für die gesuchten Massen folgt daraus:
 $m_{\text{NH}_3} = M_{\text{NH}_3} \cdot n_{\text{NH}_3} = 17,031 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,03423 \text{ mol} = 583,0 \text{ mg}$ (1 P.)
 $m_{\text{N}} = M_{\text{N}} \cdot n_{\text{N}} = 14,007 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,03423 \text{ mol} = 479,5 \text{ mg}$ (1 P.) 4 P.
- f) Falls e) erfolgreich gelöst wurde:
 $\omega_{\text{Protein}} = \frac{m_{\text{Protein}}}{m_{\text{Mehl}}} = \frac{0,4795 \text{ g} \cdot \frac{100\%}{17,5\%}}{20 \text{ g}} = 13,7\%$ (1,5 P.; 1 P. Ansatz, 0,5 P. für Ergebnis)
- Falls die Angabe aus dem Hinweis verwendet wurde:
 $\omega_{\text{Protein}} = \frac{m_{\text{Protein}}}{m_{\text{Mehl}}} = \frac{0,25 \text{ g} \cdot \frac{100\%}{17,5\%}}{20 \text{ g}} = 7,14\%$ (1,5 P.; 1 P. Ansatz, 0,5 P. für Ergebnis) 1,5 P.
- g) $\omega_{\text{N}} = \frac{6 \cdot M_{\text{N}}}{6 \cdot M_{\text{N}} + 6 \cdot M_{\text{H}} + 3 \cdot M_{\text{C}}} = \frac{6 \cdot 14,007 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6 \cdot 14,007 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 66,64\%$ (1 P.)
 Der Massenanteil des Stickstoffs ist sehr hoch; deutlich höher, als es in Aminosäuren üblich ist.
 Daher täuschen geringe Mengen Melamin große Mengen an Protein vor. (1 P.) 2 P.

Σ
13 P.



- g) Ketten- oder Ringstruktur (2 P. auf Struktur; 1,5 P. falls nur eine Struktur genannt); durchschnittliches M steigt, wenn Silantriöle hinzugegeben werden (0,5 P.), da mehr Verknüpfungsstellen (0,5 P.); durchschnittliches M sinkt wenn Silanole hinzugegeben (0,5 P.), da nur eine Verknüpfungsstelle an Silanolen (0,5 P.) (insg. 2 P. auf Erklärungen jeweils 0,5 P. auf Effekt der jeweiligen Zugabe und 0,5 P. für die richtige Erklärung)

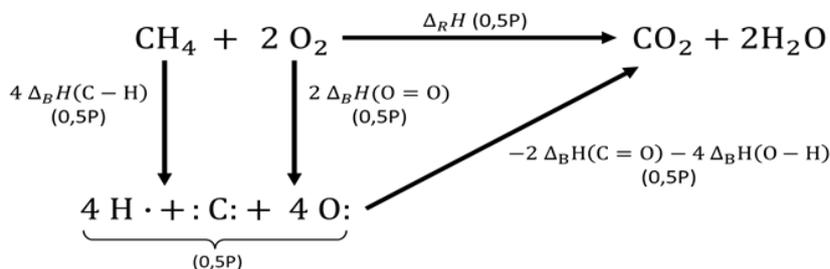
4 P.

Σ
23 P.



6 Doppel(Bindung) hält besser

- a) Die Bindungslänge sinkt mit steigender Bindungsordnung. (1 P.) 1 P.
- b) Es ist bei der C–N- und C=N-Bindung zu erkennen, dass eine Doppelbindung etwa die doppelte Bindungsenergie hat, im Vergleich zur äquivalenten Einfachbindung. Somit erwartet man für die C=S-Doppelbindung die doppelte Bindungsenergie im Vergleich zur C–S-Einfachbindung. (0,5 P., auch auf implizite Anwendung)
 $\Delta_B H(C=S) \approx 2 \Delta_B H(C-S) = 2 \cdot 272 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 554 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (1 P., explizite Rechnung ist nicht notwendig)
 Alternativ auch:
 $\Delta_B H(C=S) \approx \Delta_B H(C-S) \frac{\Delta_B H(C=N)}{\Delta_B H(C-N)} = 272 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{615 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{305 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} = 548 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ 1,5 P.
- c) $\Delta_R H = -2\Delta_B H(H-Cl) + \Delta_B H(H-H) + \Delta_B H(Cl-Cl)$ (1 P., nur 0,5 P., wenn Vorzeichen falsch)
 $\Delta_R H = -2 \cdot 431 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 436 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -184 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (0,5 P.) 1,5 P.
- d) Kreisprozess für die Verbrennung von Methan:



2,5 P.

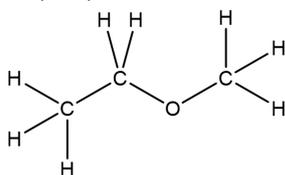
- e) $\Delta_R H = -2\Delta_B H(C=O) - 4\Delta_B H(O-H) + 2\Delta_B H(O=O) + 4\Delta_B H(C-H)$
 (1 P., Folgefehler sollten gegeben werden, wenn bereits in d) ein Fehler bestraft wurde)
 $\Delta_B H(C=O) = \frac{-4\Delta_B H(O-H) + 2\Delta_B H(O=O) + 4\Delta_B H(C-H) - \Delta_R H}{2}$ (0,5 P.)
 $\Delta_B H(C=O) = \frac{-4 \cdot 463 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2 \cdot 498 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 4 \cdot 413 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - (-802 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})}{2} = 799 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (0,5 P.) 2 P.
- f) Die Gleichgewichtsbindungs-länge befindet sich am Punkt der geringsten Energie. Sie beträgt daher ca. 230 pm für Br₂. (1 P.) 1 P.
- g) Verkürzt man die Bindung, dann kommen sich die positiv geladenen Atomkerne näher. Dies führt zu einer großen elektrostatischen Abstoßungskraft. (1 P.) Dies führt zu einem starken Anstieg der Energie. 1 P.
- h) Entfernt man die beiden Atome weit voneinander, dann wechselwirken sie nur noch sehr schwach bis gar nicht. Es wirkt also keine Kraft zwischen ihnen. (1 P.) Die Energie bleibt daher näherungsweise konstant. 1 P.
- i) Die Bindungsenergie ist die Energie, die aufgewendet werden muss, um die beiden Atome von ihrer Gleichgewichtslage unendlich weit zu entfernen. Für Br₂ beträgt sie daher ca. $195 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. (1P) 1 P.

Σ
12,5 P.

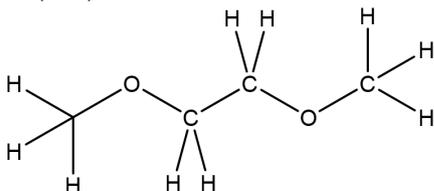


7 Lieber früher als sp-Ether

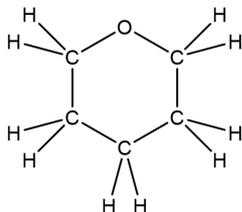
- a) $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$ (1 P.) 1 P.
- b) Ethanol besitzt eine höhere Siedetemperatur (1 P.), da es Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden kann und stärkere Dipol-Dipol-Wechselwirkungen wirken (0,5 P.; entweder HBB oder DD-WW als Begründung ausreichend). 1,5 P.
- c) $n_{DME} = n_W$ (0,5 P.)
 Unter Verwendung von $n_{DME} = \frac{m_{DME}}{M_{DME}}$ und $n_W = \frac{m_W}{M_W}$ (0,5 P.) folgt:
 $m_W = m_{DME} \frac{M_W}{M_{DME}} = \frac{80 \text{ g} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$ (0,5 P.)
 $m_W = 31 \text{ g}$ (0,5 P.) 2 P.
- d) $2 CH_3CH_2OH + 2 Na \rightarrow 2 CH_3CH_2ONa + H_2$ (1 P.) 1 P.
- e) NaCl (0,5 P.) 0,5 P.
- f) **B:** (1 P.)



C: (1 P.)

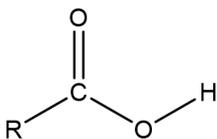


D: (1 P.)



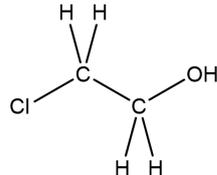
3 P.

g) **E:** (1 P.)

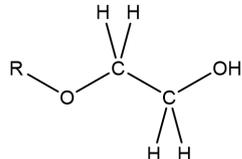


1 P.

h) **F:** (1 P.)



G: (1 P.)



2 P.
 Σ
 12 P.