



Allgemeine Informationen für Teilnehmende der 2.Runde

Wurde die 2. Runde nicht abgesagt?

Wegen des rasch verbreitenden Coronavirus musste leider die Klausur der 2. Runde abgesagt werden. Es konnten aber Ersatzaufgaben erstellt werden, die als Hausaufgaben gelöst werden können. Da ihr bei einer Hausaufgabenrunde natürlich recherchieren könnt, ist das Leistungsniveau bei dieser Runde höher. Die Aufgaben sind natürlich schwieriger als bei der 1. Runde, aber auch schwieriger als bei einer „gewöhnlichen“ 2. Runde, die ihr als eine Klausur bearbeitet. Lasst euch davon aber nicht abschrecken, ihr habt genug Zeit zum Knobeln und Recherchieren. Wir hoffen, dass ihr durch diese Runde nicht nur den Zugang zu höheren Runden erwerben, sondern auch eure chemischen Kenntnisse erweitern könnt.

Preise

Da diese die offizielle 2. Runde ist, gibt es wie gewohnt Buchpreise für die Plätze 1-6, die wir euch dieses Jahr leider nicht persönlich übergeben können. Außerdem, weil die Aufgaben anspruchsvoller sind als bei einer Klausurrunde, werden wir ALLE Teilnehmenden mit Jaklaro-Kartenspielen belohnen.

Regeln

Die Aufgaben sollen selbstständig Zuhause gelöst werden und die Lösungen spätestens bis zum

18. April 2020

mit einem vollständig ausgefüllten und unterschriebenen (!) Deckblatt abgegeben werden.

Abgabe online:

Die benötigten Abbildungen aus den Aufgaben sollen entweder ausgedruckt oder nachgezeichnet werden, bevor du sie ausfüllst. Scanne oder fotografiere das Deckblatt, deine Lösungen und die Abbildungen als eine PDF-Datei ein, die als

Nachname_Vorname_Klassenstufe.pdf

benannt werden soll. Diese Datei soll mit einem Link hochgeladen werden, den du auf unserer Homepage:

www.chds.de

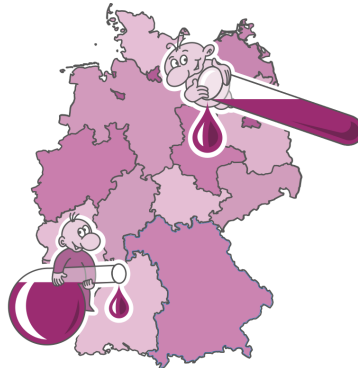
anfordern kannst.

Diese Aufgaben sollen von den Teilnehmenden ALLEIN gelöst werden! Sollten wir sehr ähnliche Lösungen finden, kann es zur Disqualifikation führen!

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



Anmeldung zur 2. Runde „Chemie –die stimmt!“ 2019/20



Bitte beachten Sie, dass das vollständig ausgefüllte und unterzeichnete (!) Deckblatt Bedingung zur erfolgreichen Teilnahme an der 2. Runde ist. Dieses Deckblatt muss gemeinsam mit den Lösungen eingereicht werden. Folge dazu den Anweisungen auf der Wettbewerbshomepage www.chds.de Nur bei Vorliegen des Deckblatts, und damit der Einwilligung in die Datenschutzerklärung, dürfen die Ergebnisse durch den Fachlehrer für den Wettbewerb eingereicht werden.

Name	
Vorname	
Jahrgangsstufe	
E-Mail-Adresse	
Bundesland	
Schule	
Betreuender Fachlehrer	

Die oben erhobenen personenbezogenen Daten dienen der Durchführung der genannten Verlosung der Kartenspiele. Grundlage der Datenerhebung ist die Einwilligung zur Teilnahme. Verantwortlich im Sinne Art. 13 DSGVO ist der Förderverein Chemie-Olympiade e.V., vertreten durch den Vorsitzenden Felix Strieth-Kalthoff (Von-Esmarch-Straße 19, D-48149 Münster), der zugehörige Datenschutzbeauftragte ist Nils Wittenbrink (Fuhrmannsgasse 23, D-33330 Gütersloh). Die Datenverarbeitung umfasst Erhebung, Speicherung, Bearbeitung, Kopie, Archivierung und Löschung. Die Archivierung erfolgt längstens für fünf Jahre. Trotz Einwilligung in diese Erklärung kann beim Verantwortlichen Auskunft, Einschränkung und Löschung der Daten beantragt werden. Die Datenerhebung erfolgt durch den betreuenden Fachlehrer/die betreuende Fachlehrerin im Auftrag des Verantwortlichen.

Ich erkläre mich mit den Teilnahmebedingungen sowie der Datenschutzerklärung einverstanden und melde mich zur Teilnahme an oben genanntem Wettbewerb an.

Ort, Datum

Unterschrift Teilnehmer(in)

Unterschrift Erziehungsberechtigter

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



Allgemeine Informationen für Nicht-Teilnehmende der 2.Runde

Da die Landesrunden aufgrund des Corona-Virus abgesagt wurden, haben wir an einer Alternative gesucht, wie wir trotzdem eine 2. Runde durchführen könnten. Dabei haben wir eine neue Hausaufgabenrunde entworfen. Diese wollen wir nicht nur den Teilnehmenden der 2. Runde zu Verfügung stellen, sondern diese öffentlich zugänglich machen. Jeder Schüler/in kann sie bearbeiten und bei seinem Fachlehrer/in die Lösung einreichen. Wie lange ihr Zeit habt, um die Aufgabe zu bearbeiten, spricht ihr bitte mit eurem Lehrer/in ab. Anschließend kann der Lehrer/in die Teilnahme bestätigen. Unter allen Teilnehmer/in werden wir 50 Jaklarokartenspiele verlosen. Wir haben Aufgaben für drei Klassenstufen geschrieben. Da die Aufgaben über das normale Schulniveau hinaus gehen, kann in Absprache mit dem Lehrer/in, die Aufgaben einer anderen Klassenstufe als die eigene bearbeitet werden. Viel Spaß beim Lösen der Aufgaben.

Name	
Vorname	

Die oben erhobenen personenbezogenen Daten dienen der Durchführung der genannten Verlosung der Kartenspiele. Grundlage der Datenerhebung ist die Einwilligung zur Teilnahme. Verantwortlich im Sinne Art. 13 DSGVO ist der Förderverein Chemie-Olympiade e.V., vertreten durch den Vorsitzenden Felix Strieth-Kalthoff (Von-Esmarch-Straße 19, D-48149 Münster), der zugehörige Datenschutzbeauftragte ist Nils Wittenbrink (Fuhrmannsgasse 23, D-33330 Gütersloh). Die Datenverarbeitung umfasst Erhebung, Speicherung, Bearbeitung, Kopie, Archivierung und Löschung. Die Archivierung erfolgt längstens für fünf Jahre. Trotz Einwilligung in diese Erklärung kann beim Verantwortlichen Auskunft, Einschränkung und Löschung der Daten beantragt werden. Die Datenerhebung erfolgt durch den betreuenden Fachlehrer/die betreuende Fachlehrerin im Auftrag des Verantwortlichen.

Ich erkläre mich mit den Teilnahmebedingungen sowie der Datenschutzerklärung einverstanden und melde mich zur Teilnahme an oben genanntem Wettbewerb an.

Ort, Datum

Unterschrift Teilnehmer(in)

Unterschrift Erziehungsberechtigter



1 Aggregatzustände

Stoffe liegen bei Standardbedingungen entweder im festen, flüssigen oder gasförmigen Aggregatzustand vor. Bei welchen Drücken und Temperaturen sie welchen Aggregatzustand einnehmen, hängt individuell von den Stoffen ab. Die Kombinationen aus Druck und Temperatur, bei denen ein Stoff in der jeweiligen Aggregatzustände vorliegt, lassen sich grafisch auftragen. So eine Darstellung nennt sich Phasendiagramm. Die beiden Größen werden auf den Achsen aufgetragen. Die einzelnen Bereiche im Diagramm stellen die verschiedenen Aggregatzustände dar.

a) Beschrifte das untenstehende Phasendiagramm von Wasser.

Ein wichtiger Punkt im Diagramm ist der Tripelpunkt, an welchem sich alle drei Phasengrenzlinien treffen und an welchem die drei Phasen fest, flüssig und gasförmig im thermodynamischen Gleichgewicht nebeneinander vorliegen.

b) Markiere im Diagramm den Tripelpunkt von Wasser.

Die Linien im Phasendiagramm stellen Phasenübergänge da.

c) Ergänze im gegebenen Schema die Namen der Übergänge.

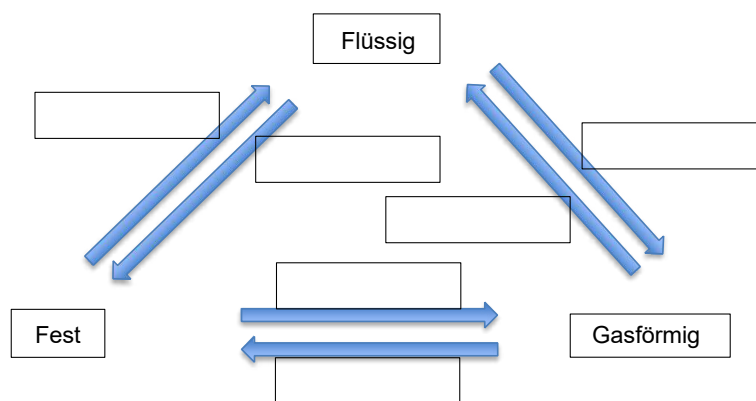


Abb. 1: Phasenübergangsschema.

Eine Phasengrenzlinie im Phasendiagramm des Wassers verläuft nicht so, wie diese Phasengrenze bei den meisten Stoffen verläuft. Dadurch lässt sich die sogenannte Dichteanomalie des Wassers begründen.

d) Erkläre, um welche Phasengrenze es sich handelt.

Weiterhin ist in Phasendiagrammen der kritische Punkt relevant: Diese Druck-Temperatur-Kombination bezeichnet den Punkt auf der Siededruckkurve (Phasengrenzlinie flüssig-gasförmig), an dem diese Grenzlinie aufhört. Am kritischen Punkt verschwindet der Dichteunterschied zwischen der flüssigen und gasförmigen Phase, sodass nur noch eine einzige Phase vorliegt. Dieser Zustand wird als "überkritisch" bezeichnet. Bei allen Temperatur-Druck-Kombinationen mit einem höheren Druck als dem kritischen Druck und gleichzeitig mit einer höheren Temperatur als der kritischen Temperatur liegt ein Stoff überkritisch vor.

e) Ein flüssiger Stoff liegt bei einem Druck vor, der den kritischen Druck übersteigt. Wie wirkt sich eine Temperaturerhöhung auf den Aggregatzustand des Stoffes aus?

f) Wieso wird bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur gasförmiges Kohlenstoffdioxid durch Temperaturerniedrigung nicht flüssig?

g) Aus welchem technischen Grund wird überkritisches Kohlenstoffdioxid gerne als Extraktionsmittel verwendet?



Wie oben erwähnt ändern sich Siedepunkte und Schmelzpunkte mit dem Druck. Eine sehr alltägliche Anwendung dieses Umstandes ist das Kochen von Essen an verschiedenen Orten.

- h) Vergleiche die Zubereitung von Essen auf einem hohen Berg, in einem normalen Kochtopf auf Meereshöhe und in einem Schnellkochtopf auf Meereshöhe. Wo wird das Essen am schnellsten gar? Benutze zur Erklärung das Phasendiagramm von Wasser.
- i) Wie wirkt sich eine Druckerhöhung auf die Schmelztemperatur von Wasser aus? Wodurch ist dies im Phasendiagramm erkennbar? In welchem Sport könnte dieser Effekt theoretisch relevant sein?

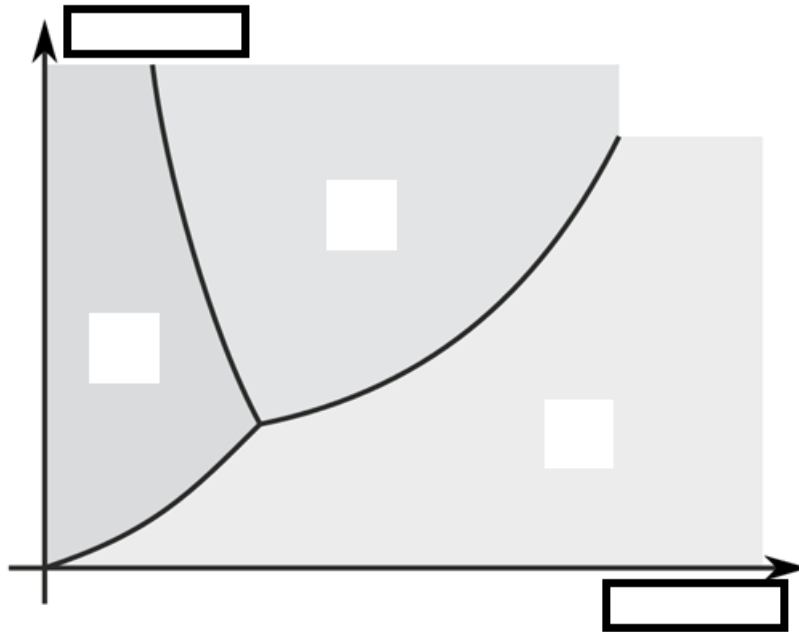


Abb. 2: Phasendiagramm von Wasser.

2 Wer bin ich?

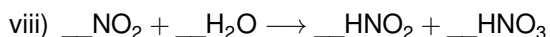
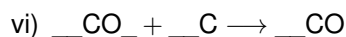
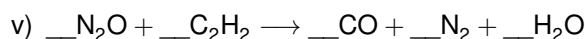
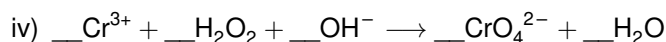
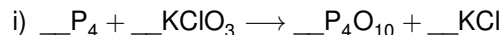
A ist ein Element der 5. Periode, das früher als Zahlungsmittel verwendet wurde. In Lösung liegt es als Kation vor. Durch Zugabe eines Halogenids **B**, welches in Steinsalz vorkommt, fällt der weiße Feststoff **C** aus. Unter Lichteinwirkung verfärbt dieser sich dunkel. Mit einem anderen Halogenid **D** bildet sich aus dem Kation eine Verbindung **E**, die in der Analogfotografie von Bedeutung war. Das Halogen, welches in **D** vorkommt, ist in elementarer Form flüssig. Wird eine Lösung von **A** als Kation von einem nach faulen Eiern riechenden Gas **F** durchströmt, fällt ein schwarzer Feststoff **G** aus.

Gib die Namen und Summenformeln der Stoffe **A-G** an. Schreibe die Reaktionsgleichung zur Bildung von **C** auf. Erkläre außerdem mit Hilfe einer Reaktionsgleichung, woher die dunkle Färbung des Stoffes **C** kommt.

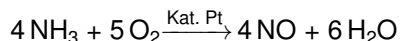


3 Stöchiometrie

a) Gleiche die folgenden Reaktionen aus, indem du die stöchiometrischen Koeffizienten und die Indizes ergänzt!



Nimm an, die Ausbeute der folgenden Reaktion betrage 68 %.



b) Welche Stoffmenge an Sauerstoff muss eingesetzt werden, um 2,448 mol Wasser zu erhalten? Welchem Volumen Sauerstoff entspricht dies bei 0 °C und 1 bar?

4 Die Trauben sind sauer, sagte der Fuchs

In der alten Fabel von Äsop behauptet der Fuchs, der die hoch wachsenden Trauben nicht erreichen kann, sie seien sauer. Waren sie das? Wahrscheinlich nicht, es war nur eine Rechtfertigung. Doch was bedeutet eigentlich sauer? Die Meinungen und Theorien dazu haben sich über die Jahrhunderte deutlich geändert. Arrhenius hat Ende des 19. Jahrhundert die Theorie formuliert, dass Säuren diejenigen Stoffe sind, die in wässriger Lösung die Konzentration an H^+ -Ionen erhöhen. Die „Gegenspieler“ der Säuren – die Basen – erhöhen hingegen die Konzentration der OH^- -Ionen einer wässrigen Lösung.

a) Schreibe die allgemeinen Gleichungen, die zeigen, wie eine Säure, gekennzeichnet als HA, und eine Base, gekennzeichnet MOH, in wässriger Lösung die jeweilige Ionenkonzentration erhöht.

Anfang des 20. Jahrhundert formulierten Brønsted und Lowry eine weitere Theorie, die Säuren und Basen definiert. Demnach sind Säuren Teilchen, die ein oder mehrere H^+ (Protonen) abspalten können und einem anderen Teilchen abgeben können – sie sind Protonendonatoren. Basen hingegen können Protonen aufnehmen – sie sind Protonenakzeptoren. Eine Säure-Base-Reaktion ist demnach eine Übertragung von Protonen aus der Säure auf die Base.

b) Erkläre mithilfe einer geeigneten schematischen Darstellung, wieso ein Wasserstoffkation auch als Proton bezeichnet werden kann.

c) Stelle die Reaktionsgleichung auf, die das Auflösen einer Säure HA in Wasser gemäß der Theorie von Brønsted und Lowry darstellt. Benenne auch die Base dieser Reaktion.

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



Brønsted-Säuren spalten ein H^+ ab, weil in deren Molekülen ein H-Atom über polare Atombindung gebunden ist. Je nachdem, wie viele H-Atome aus einem Molekül als H^+ -Ionen gespalten werden können, werden die Säuren als ein-, zwei-, dreiprotonig usw. bezeichnet.

- d) Entscheide begründet, zu welche dieser Gruppen die folgenden Säuren gehören: H_3PO_4 , H_2S , HNO_3 , H_3PO_3 , EDTA, H_2SO_4 .

Die zwei Theorien weisen gewisse Gemeinsamkeiten auf. Dennoch ist eine der beiden allgemeiner und kann mehr Fälle beschreiben.

- e) Schreibe die Gleichung der Säure-Base-Reaktion zwischen den Gasen Ammoniak und Chlorwasserstoff. Erkläre welche der beiden Theorien für die Beschreibung dieser Reaktion geeignet ist. Benenne die Säure und die Base.

Es gibt Stoffe, die als Säuren reagieren, deren Eigenschaften jedoch nicht durch die Abspaltung eines Protons zu erklären sind. Ein Beispiel dafür ist die Orthoborsäure H_3BO_3 .

- f) Nenne die Theorie, welche die Wirkung von H_3BO_3 als Säure erklärt. Erläutere worauf die Säureeigenschaften beruhen.

Stoffe, deren Namen das Wort „Säure“ enthalten, wurden historisch gemäß der Arrhenius-Theorie benannt. Wenn jedoch ein anderes Lösungsmittel als Wasser verwendet wird, sind diese Bezeichnungen teilweise nicht mehr zutreffend. Ein Beispiel dafür ist die Reaktion zwischen konzentrierter Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure – ein Gemisch, welches als Nitriersäure bezeichnet wird.

- g) Erkläre, wieso in der beschriebenen Reaktion die Bezeichnung „Säure“ irreführend ist.

Säuren unterscheiden sich in ihrer Stärke – die Protonen lassen sich unterschiedlich leicht abspalten. Entsprechend sind verschiedene Säuren zu einem unterschiedlichen Grad deprotoniert. Das hängt einerseits von den chemischen Bindungen im Molekül ab, andererseits spielt das Lösungsmittel eine wichtige Rolle. Je nachdem, wie leicht sich das Lösungsmittel protonieren lässt, zeigen Säuren einen unterschiedlichen Deprotonierungsgrad.

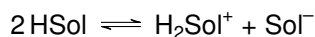
Die zwei Säuren Salpetersäure und Essigsäure haben in den drei Lösungsmitteln X, Y und Z eine unterschiedliche Säurestärke:

Lösungsmittel	Salpetersäure	Essigsäure
X	vollständig deprotoniert	vollständig deprotoniert
Y	teilweise deprotoniert	teilweise deprotoniert
Z	vollständig deprotoniert	teilweise deprotoniert

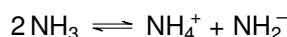
- h) Ordne den drei Lösungsmitteln Wasser, Methanol und flüssigem Ammoniak begründet den richtige Buchstaben zu.

Die Reaktion zwischen Säuren und Basen lässt sich ebenso wie die Stoffe selbst durch verschiedene Theorien beschreiben. Nach Arrhenius bezeichnet man so eine Reaktion als Neutralisation – die Ionen der Säure und der Base reagieren miteinander zu einem Salz und zum Lösungsmittel Wasser. Eine seltener verwendete Theorie, die Anfang des 20. Jahrhunderts von Cady und Eley formulierte Lösungsmittel-Theorie (Englisch: solvent-system theory), weitet die Definition der Neutralisation aus. Grundlage dafür ist die Tatsache, dass neben Wasser auch bei anderen Lösungsmitteln eine sogenannte Autoprotolyse beobachtet wird – ein Protonenaustausch zwischen Molekülen derselben Verbindung:

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



Hier steht HSol allgemein für ein Lösungsmittel (Englisch: solvent), welches ein Proton abspalten und aufnehmen kann. Im Falle des Wassers ist HSol H_2O , H_2Sol^+ ist H_3O^+ und Sol^- ist OH^- . Eine Säure ist hier allgemein ein Stoff, welcher die Konzentration der Kationen H_2Sol^+ erhöht, eine Base erhöht die Konzentration der Anionen Sol^- . Wenn eine Säure und eine Base miteinander reagieren, findet eine Neutralisation statt – H_2Sol^+ und Sol^- kombinieren zum Lösungsmittel HSol, die Gegenionen bilden ein Salz aus. Betrachte nun flüssiges Ammoniak als Lösungsmittel. Die Autoprotolyse verläuft nach der Gleichung:



- i) Entscheide begründet, ob sich bei den folgenden Stoffen und Säuren, Basen oder Salzen in flüssigen Ammoniak nach Cady und Eley handelt: NaNH_2 , NH_4OH , NaOH , NH_4Cl . Schreibe die Gleichung der Neutralisation, die zur Bildung des Salzes/der Salze führt.

5 Aufgabium

Die Dichte eines Stoffes ist eine praktische Eigenschaft, da sie Rückschlüsse auf die Struktur und Zusammensetzung von Reinstoffen und Stoffgemischen erlaubt: Man denke nur an Archimedes, der der Legende nach durch eine Dichtebestimmung nachweisen konnte, dass die Krone seines Königs nicht aus reinem Gold bestand.

Du sollst jedoch nicht Gold betrachten, sondern eine neues, unerforschtes Element: Aufgabium. Aufgabium kristallisiert in zwei Modifikationen, Aufgabium A und Aufgabium B. Eine Stoffportion Aufgabium A, die 25,0 g wiegt, verdrängt, wenn man sie in einen Wasserbehälter wirft, 2,8 mL Wasser.

- a) Berechne die Dichte von Aufgabium A in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Oft kommt aus verschiedenen Gründen solch eine einfache Dichtebestimmung jedoch nicht in Frage; zum Beispiel im Fall der sehr schwer darstellbaren und damit teuren Modifikation Aufgabium B. Dann kann es einfacher sein, einen theoretischen Wert für die Dichte ausgehend von Daten über die Elementarzelle von Aufgabium B zu ermitteln. Eine Elementarzelle ist die kleinste Einheit, die sich innerhalb eines Kristalles in alle drei Raumrichtungen wiederholt und kann daher gut für die Beschreibung der Kristallstruktur verwendet werden. Zudem weist die Elementarzelle formal dieselbe Dichte auf wie der betrachtete Stoff.

Über Aufgabium B wurde folgendes herausgefunden: Er kristallisiert als Spat (Körper mit Parallelogrammen als Begrenzungsflächen) mit den Seitenlängen $a = 2,00 \text{ \AA}$, $b = 1,85 \text{ \AA}$ und $c = 2,2 \text{ \AA}$. Å ist die Längeneinheit Ångström. Zwischen a und b liegt der Winkel $\alpha = 78^\circ$. Die Seite c schließt mit der Ebene, in der a und b liegen, einen Winkel von $\beta = 74^\circ$ ein. Auf jeder Ecke der Elementarzelle befindet sich ein Atom von Aufgabium, welches eine molare Masse von $57 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ besitzt.

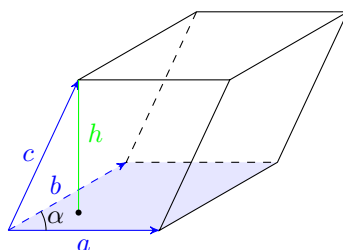


Abb. 3: Bezeichnung der Seiten und Winkel im Spat.

- b) Berechne die Dichte von Aufgabium B in $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Hinweis: Achte genau auf die Definition der Winkel.

Über Aufgabium A ist bekannt, dass diese Modifikation in einer kubisch raumzentrierten Elementarzelle kristallisiert. Hier kann nun die Rechnung aus b) „rückwärts“ durchgeführt und auch auf den Atomradius geschlossen werden.

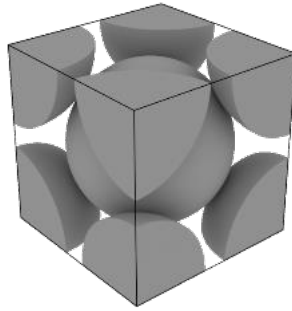


Abb. 4: Kubisch raumzentrierte Elementarzelle.

- c) Berechne den Atomradius von Aufgabium in Å. Nehme dazu an, dass sich die am wenigsten voneinander entfernten Atome berühren. Nutze die Modifikation Aufgabium A.

Aufgabium kommt auch als einwertiges Kation in Verbindung mit einer Vielzahl von Anionen als Salze vor. Aufgabium(I)chlorid zum Beispiel ist ein blaues Salz, von dem bekannt ist, dass es im NaCl-Strukturtyp kristallisiert. Chloridionen bilden dabei eine kubisch flächenzentrierte Elementarzelle, in deren Oktaederlücken, d.h. in der Mitte des Würfels und jeweils auf den Mittelpunkten der Kanten, Aufgabium(I)-Ionen sitzen. Der Ionenradius von Aufgabium(I) ist genau so groß, dass sich die Chloridionen im Kristall formal „berühren“. Die Röntgenstrukturanalyse des Kristalls ergab für die Kantenlänge der würfelförmigen Elementarzelle 5,10 Å.

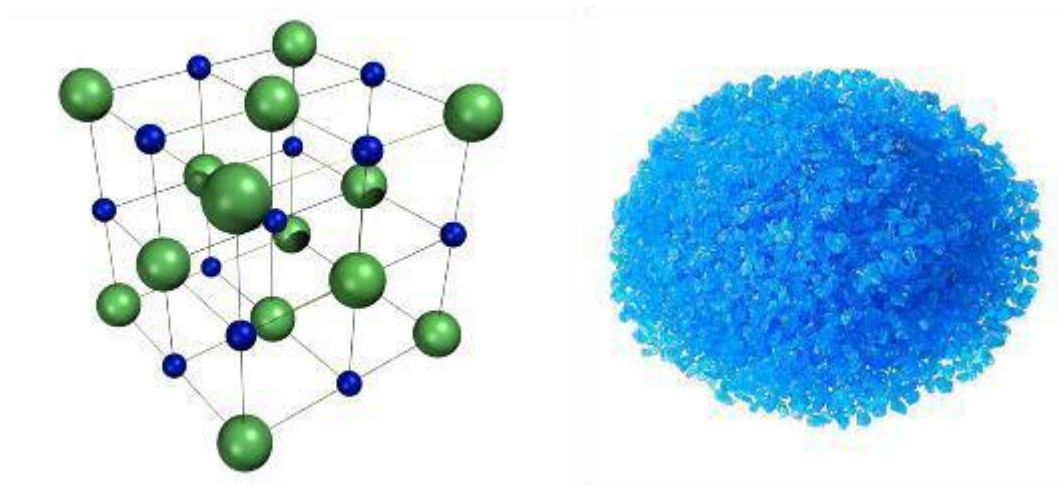


Abb. 5: NaCl-Struktur (links) und Aufgabium(I)chlorid (rechts).

- d) Berechne die Ionenradien von Chlorid und Aufgabium(I) in Aufgabium(I)chlorid.
 e) Berechne die Dichte von Aufgabium(I)chlorid. Ist Aufgabium(I)chlorid dichter als die elementaren Modifikationen von Aufgabium oder weniger dicht?

Die Gitterenergie eines Salzes gibt an, wie viel Energie frei wird, wenn sich die freien Ionen zu einem festen Ionengitter zusammenlagern. Der Wert der Gitterenergie kann mithilfe der Kapustinski-Gleichung abgeschätzt werden:

$$\Delta U_{\text{Gitter}} = -1202,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \left(\frac{\nu \cdot |z_+| \cdot |z_-|}{r_+ + r_-} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,345}{r_+ + r_-} \right)$$

ν ist dabei die Gesamtzahl an Ionen in der Summenformel, z_+ und z_- die Ladungszahlen der einzelnen Ionen und r_+ und r_- die Ionenradien in Å.

- f) Schätze mithilfe der Kapustinski-Gleichung die Gitterenergie von Aufgabium(I)chlorid ab.



Allgemeine Informationen für Teilnehmende der 2.Runde

Wurde die 2. Runde nicht abgesagt?

Wegen des rasch verbreitenden Coronavirus musste leider die Klausur der 2. Runde abgesagt werden. Es konnten aber Ersatzaufgaben erstellt werden, die als Hausaufgaben gelöst werden können. Da ihr bei einer Hausaufgabenrunde natürlich recherchieren könnt, ist das Leistungsniveau bei dieser Runde höher. Die Aufgaben sind natürlich schwieriger als bei der 1. Runde, aber auch schwieriger als bei einer „gewöhnlichen“ 2. Runde, die ihr als eine Klausur bearbeitet. Lasst euch davon aber nicht abschrecken, ihr habt genug Zeit zum Knobeln und Recherchieren. Wir hoffen, dass ihr durch diese Runde nicht nur den Zugang zu höheren Runden erwerben, sondern auch eure chemischen Kenntnisse erweitern könnt.

Preise

Da diese die offizielle 2. Runde ist, gibt es wie gewohnt Buchpreise für die Plätze 1-6, die wir euch dieses Jahr leider nicht persönlich übergeben können. Außerdem, weil die Aufgaben anspruchsvoller sind als bei einer Klausurrunde, werden wir ALLE Teilnehmenden mit Jaklaro-Kartenspielen belohnen.

Regeln

Die Aufgaben sollen selbstständig Zuhause gelöst werden und die Lösungen spätestens bis zum
18. April 2020

mit einem vollständig ausgefüllten und unterschriebenen (!) Deckblatt abgegeben werden.

Abgabe online:

Die benötigten Abbildungen aus den Aufgaben sollen entweder ausgedruckt oder nachgezeichnet werden, bevor du sie ausfüllst. Scanne oder fotografiere das Deckblatt, deine Lösungen und die Abbildungen als eine PDF-Datei ein, die als

Nachname_Vorname_Klassenstufe.pdf

benannt werden soll. Diese Datei soll mit einem Link hochgeladen werden, den du auf unserer Homepage:

www.chds.de

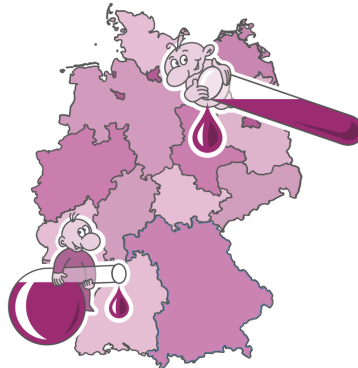
anfordern kannst.

Diese Aufgaben sollen von den Teilnehmenden ALLEIN gelöst werden! Sollten wir sehr ähnliche Lösungen finden, kann es zur Disqualifikation führen!

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



Anmeldung zur 2. Runde „Chemie –die stimmt!“ 2019/20



Bitte beachten Sie, dass das vollständig ausgefüllte und unterzeichnete (!) Deckblatt Bedingung zur erfolgreichen Teilnahme an der 2. Runde ist. Dieses Deckblatt muss gemeinsam mit den Lösungen eingereicht werden. Folge dazu den Anweisungen auf der Wettbewerbshomepage www.chds.de Nur bei Vorliegen des Deckblatts, und damit der Einwilligung in die Datenschutzerklärung, dürfen die Ergebnisse durch den Fachlehrer für den Wettbewerb eingereicht werden.

Name	
Vorname	
Jahrgangsstufe	
E-Mail-Adresse	
Bundesland	
Schule	
Betreuender Fachlehrer	

Die oben erhobenen personenbezogenen Daten dienen der Durchführung der genannten Verlosung der Kartenspiele. Grundlage der Datenerhebung ist die Einwilligung zur Teilnahme. Verantwortlich im Sinne Art. 13 DSGVO ist der Förderverein Chemie-Olympiade e.V., vertreten durch den Vorsitzenden Felix Strieth-Kalthoff (Von-Esmarch-Straße 19, D-48149 Münster), der zugehörige Datenschutzbeauftragte ist Nils Wittenbrink (Fuhrmannsgasse 23, D-33330 Gütersloh). Die Datenverarbeitung umfasst Erhebung, Speicherung, Bearbeitung, Kopie, Archivierung und Löschung. Die Archivierung erfolgt längstens für fünf Jahre. Trotz Einwilligung in diese Erklärung kann beim Verantwortlichen Auskunft, Einschränkung und Löschung der Daten beantragt werden. Die Datenerhebung erfolgt durch den betreuenden Fachlehrer/die betreuende Fachlehrerin im Auftrag des Verantwortlichen.

Ich erkläre mich mit den Teilnahmebedingungen sowie der Datenschutzerklärung einverstanden und melde mich zur Teilnahme an oben genanntem Wettbewerb an.

Ort, Datum

Unterschrift Teilnehmer(in)

Unterschrift Erziehungsberechtigter

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



Allgemeine Informationen für Nicht-Teilnehmende der 2.Runde

Da die Landesrunden aufgrund des Corona-Virus abgesagt wurden, haben wir an einer Alternative gesucht, wie wir trotzdem eine 2. Runde durchführen könnten. Dabei haben wir eine neue Hausaufgabenrunde entworfen. Diese wollen wir nicht nur den Teilnehmenden der 2. Runde zu Verfügung stellen, sondern diese öffentlich zugänglich machen. Jeder Schüler/in kann sie bearbeiten und bei seinem Fachlehrer/in die Lösung einreichen. Wie lange ihr Zeit habt, um die Aufgabe zu bearbeiten, spricht ihr bitte mit eurem Lehrer/in ab. Anschließend kann der Lehrer/in die Teilnahme bestätigen. Unter allen Teilnehmer/in werden wir 50 Jaklarokartenspiele verlosen. Wir haben Aufgaben für drei Klassenstufen geschrieben. Da die Aufgaben über das normale Schulniveau hinaus gehen, kann in Absprache mit dem Lehrer/in, die Aufgaben einer anderen Klassenstufe als die eigene bearbeitet werden. Viel Spaß beim Lösen der Aufgaben.

Name	
Vorname	

Die oben erhobenen personenbezogenen Daten dienen der Durchführung der genannten Verlosung der Kartenspiele. Grundlage der Datenerhebung ist die Einwilligung zur Teilnahme. Verantwortlich im Sinne Art. 13 DSGVO ist der Förderverein Chemie-Olympiade e.V., vertreten durch den Vorsitzenden Felix Strieth-Kalthoff (Von-Esmarch-Straße 19, D-48149 Münster), der zugehörige Datenschutzbeauftragte ist Nils Wittenbrink (Fuhrmannsgasse 23, D-33330 Gütersloh). Die Datenverarbeitung umfasst Erhebung, Speicherung, Bearbeitung, Kopie, Archivierung und Löschung. Die Archivierung erfolgt längstens für fünf Jahre. Trotz Einwilligung in diese Erklärung kann beim Verantwortlichen Auskunft, Einschränkung und Löschung der Daten beantragt werden. Die Datenerhebung erfolgt durch den betreuenden Fachlehrer/die betreuende Fachlehrerin im Auftrag des Verantwortlichen.

Ich erkläre mich mit den Teilnahmebedingungen sowie der Datenschutzerklärung einverstanden und melde mich zur Teilnahme an oben genanntem Wettbewerb an.

Ort, Datum

Unterschrift Teilnehmer(in)

Unterschrift Erziehungsberechtigter



1 Reaktionskinetik im Schnellverfahren

Wie lange dauert es, bis eine chemische Reaktion abgeschlossen oder eine bestimmte Menge des gewünschten Produktes hergestellt ist? Dies ist eine sehr wichtige Frage, da sich die Reaktionsgeschwindigkeiten verschiedener Reaktionen sehr stark unterscheiden können. So läuft die Knallgas-Reaktion in Sekunden ab, während das Rosten von Eisen Jahre dauert. Wie also können wir dies berechnen?

Zuerst muss der Unterschied zwischen einer Elementarreaktion und einer Reaktionsgleichung geklärt werden. Eine Reaktionsgleichung ist eine Gesamtbilanz, die häufig mehrere Reaktionsschritte zusammen darstellt. Eine Elementarreaktion stellt genau einen solchen Schritt dar. Kinetische Berechnungen beschreiben immer zuerst Elementarreaktionen, aus denen dann Ausdrücke für die Gesamtreaktion abgeleitet werden können.

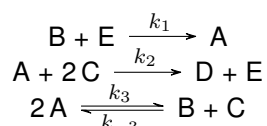
Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Elementarreaktion hängt davon ab, wie wahrscheinlich es ist, dass die Edukte zusammenstoßen. Sie ist daher das Produkt aus den Konzentrationen aller Edukte multipliziert mit einer Konstante k . Je größer k ist, desto schneller ist die Reaktion. Für die Elementarreaktion $2A + B \xrightarrow{k} C$ ergibt sich:

$$v = k \cdot c^2(A) \cdot c(B)$$

Dieser Ausdruck ist ein Geschwindigkeitsgesetz. v ist dabei die Änderung der Konzentration in einem bestimmten Zeitintervall. Bemerkt werden sollte, dass Stöchiometriefaktoren als Exponenten an der entsprechenden Konzentration auftauchen. Es sei darauf hingewiesen, dass sich bei mehreren Reaktionen in Folge oder bei Gleichgewichten kompliziertere Ausdrücke ergeben, wenn der Gesamtumsatz betrachtet werden soll. Bei Gleichgewichten beispielsweise ist die Geschwindigkeit der Gesamtreaktion die Differenz der Geschwindigkeiten von Hin- und Rückreaktion. Die Differenz wird dabei gebildet, weil beide Reaktionen in entgegengesetzte Richtung verlaufen.

Die Reaktionsordnung gibt an, welchen Exponenten eine Konzentration im Geschwindigkeitsgesetz hat. Somit ist die Reaktion $2A + B \xrightarrow{k} C$ 2. Ordnung bezüglich A und 1. Ordnung bezüglich B. Insgesamt ist die Reaktion somit 3. Ordnung, als Summe aller Ordnungen der Edukte.

- Gebe die Einheit der Geschwindigkeitskonstanten k für Reaktionen der 0., 1. und 2. Ordnung an.
- Gebe für folgende Elementarreaktionen jeweils das Geschwindigkeitsgesetz an. Betrachte beim Gleichgewicht dazu erst beide Reaktionsrichtungen einzeln und gebe dann die Gesamtgeschwindigkeit an. Gebe für alle Reaktionen sowohl die Reaktionsordnung in Bezug auf die Edukte als auch in Bezug auf die Gesamtreaktion an.



- Von einer Reaktion wurde bei verschiedenen Anfangskonzentrationen der beiden Edukte A und B die Anfangsgeschwindigkeit ermittelt. Stelle das allgemeine Geschwindigkeitsgesetz für die Elementarreaktion $aA + bB \xrightarrow{k} \dots$ auf. Bestimme damit aus den Daten der Tabelle begründet die Reaktionsordnung bezogen auf beide Edukte sowie auf die Gesamtreaktion. Nutze deine Ergebnisse, um das spezifische Geschwindigkeitsgesetz der Reaktion zu bestimmen.

Experimentnummer	$c_0(A)$ in $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$c_0(B)$ in $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$	v_0 in $\frac{\text{mmol}}{\text{L}\cdot\text{s}}$
1	0,35	0,3	5,51
2	0,70	0,3	22,0
3	0,35	0,9	16,5

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



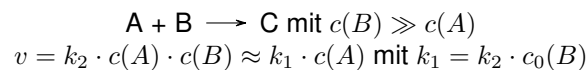
Um aus dem Geschwindigkeitsgesetz eine Aussage über eine Konzentration eines Stoffes zu einem bestimmten Zeitpunkt treffen zu können, muss es integriert werden. Dies ist hier nicht verlangt, daher sei ohne Herleitung gegeben:

$$\begin{aligned}v = k &\rightarrow c(A) = c_0(A) - kt \\v = k \cdot c(A) &\rightarrow c(A) = c_0(A) \cdot e^{-kt} \\v = k \cdot c^2(A) &\rightarrow c(A) = \frac{1}{\frac{1}{c_0(A)} + kt}\end{aligned}$$

Der Ausdruck $c_0(A)$ steht für die Startkonzentration des Eduktes. Es ist anzumerken, dass diese Gleichungen nur für die einfachen Elementarreaktionen gelten. Gibt es Folgereaktionen oder ein zweites Edukt, dann ergeben sich komplexere Differentialgleichungen, deren Lösung wir hier nicht betrachten wollen. Statt dessen sollen zwei Näherungen kurz erläutert werden.

Ist ein Schritt weitaus langsamer als alle anderen Schritte einer Reaktion (wir nennen ihn einen geschwindigkeitsbestimmenden Schritt), so ist es oft ausreichend alle Schritte bis einschließlich des Langsamsten zu betrachten. Alle Reaktionen danach sind so schnell, dass sie die Edukte schneller umsetzen, als sie nachgebildet werden. Ein Sonderfall liegt vor, wenn direkt der 1. Schritt geschwindigkeitsbestimmend ist. In diesem Fall kann die Kinetik der Reaktion auch gut über das Geschwindigkeitsgesetz des 1. Schrittes beschrieben werden.

Ein anderer Fall, in dem eine gute Näherung möglich ist, ist, dass die Konzentration eines Eduktes sehr viel größer als die des anderen Eduktes ist, sodass die größere Konzentration als konstant angenommen werden kann. Es ergibt sich wieder ein einfaches Geschwindigkeitsgesetz, für die oben beschriebene integrierte Formen gelten.



d) Für eine Reaktion konnte stöchiometrisch folgende Beschreibung entwickelt werden: $2A + B \rightarrow C$. In einer kinetischen Untersuchung zeigt sich jedoch ein Geschwindigkeitsgesetz 1. Ordnung bezüglich B und 0. Ordnung bezüglich A. Erkläre, wie dies zustandekommen kann.

d) Bei einer Elementarreaktion $2A + B \xrightarrow{k} 2C$ wird eine geringe Konzentration von B eingesetzt und die Reaktion in A als Lösungsmittel durchgeführt. Gebe begründet eine geeignete Näherung an, mit der die kinetische Betrachtung der Reaktion vereinfacht werden kann.

Die oben angegebenen integrierten Geschwindigkeitsgesetze können auch zur Bestimmung der Reaktionsordnung verwendet werden, wenn nur Konzentrationen und keine Geschwindigkeiten gegeben sind. Dazu müssen sie linearisiert werden. Dies bedeutet, dass sie in die Form $a = b \cdot t + c$ gebracht werden müssen. Anschließend wird dann a als Funktion von der Zeit t graphisch aufgetragen. Ergibt sich dabei eine Gerade, hat die Reaktion die Ordnung des zugrundeliegenden Geschwindigkeitsgesetzes. Beispielsweise wäre $c(A) = \frac{c_0(A)}{kt}$ linearisiert als $\frac{1}{c(A)} = \frac{k}{c_0(A)} \cdot t$ und es würde $\frac{1}{c(A)}$ an der y-Achse aufgetragen werden. Aus dem Anstieg der Geraden lässt sich dann auch k ermitteln, in diesem Beispiel wäre der Anstieg $b = \frac{k}{c_0(A)}$.

f) Für eine andere Reaktion, die keine Folge- oder Nebenreaktionen aufweist, wurde experimentell die Konzentration des einzigen Eduktes A in regelmäßigen Zeitabständen bestimmt. Ermittle aus einer graphischen linearisierten Auftragung die Reaktionsordnung und die Geschwindigkeitskonstante k.



t in min	c(A) in $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$
0	0,2500
5	0,1193
10	0,0784
20	0,0465
30	0,0331
40	0,0314
50	0,0209
70	0,0153
90	0,0121

2 Wasserhärte

Was ist Wasserhärte?

- Erkläre, welche Stoffe zur Wasserhärte beitragen. Wie unterscheidet sich permanente von temporärer Härte?
- Wieso löst sich mehr Kalkstein in Wasser, als nach der Löslichkeit von Calciumcarbonat in destilliertem Wasser zu erwarten ist?
- Erkläre den Prozess, durch welchen sich beim Kochen von hartem Wasser ein weißer Feststoff bildet.
- Bei welchem geologischen Prozess findet man das gleiche Gleichgewicht?

Wie lässt sich Wasser enthärten?

- Nenne zwei Beispiele, bei denen die Wasserhärte ein Problem darstellen kann und begründe, auf welchen Eigenschaften die negativen Auswirkungen beruhen.
- Erkläre zwei Verfahren, wie die Wasserhärte gesenkt werden kann.

Bestimmung der Wasserhärte

Um die Wasserhärte zu bestimmen, wird das Leitungswasser mit EDTA titriert. Dies ist ein sechszähliger Komplexbildner, der mehrwertige Ionen 1:1 komplexiert. Als Indikator wird Erio T verwendet. Es wurden 0,3 L Münsteraner Leitungswasser aus dem Wasserhahn entnommen und mit einem Ammoniak/Ammonium Puffer versetzt. Anschließend wurde etwas Erio T hinzugegeben. Es wurde solange 0,01 M $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ zugegeben, bis die Farbe von Rot nach Blau umschlug. Es wurden 13,4 mL an $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ verbraucht. Des Weiteren wurde die Wasserprobe noch genauer auf die Ionen Ni^{2+} , Cu^{2+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$, Na^+ und K^+ untersucht. Folgende absolute Massen wurden in der Probe durch spezifische Nachweise ermittelt:

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



Cu^{2+}	Ni^{2+}	$\text{Fe}^{2+/3+}$	Na^+	K^+
0,56 mg	0,29 μg	39 μg	2,2 mg	0,80 mg

Die deutsche Wasserhärte-Skala wurde so definiert, dass 1 °dH (ein Grad deutscher Härte) einer Menge von 10 mg CaO in einem Liter Wasser entspricht. Dabei verhalten sich Magnesiumionen analog zu Calciumionen und werden ebenfalls als CaO-Äquivalente angegeben. Die gleiche Konzentration an Metallionen entspricht der gleichen Härte.

- g) Berechne die CaO-Äquivalente bei der EDTA-Titration.
- h) Berechne die Härte des Münsteraner Leitungswassers.

Um die Wasserhärte leicht zuhause bestimmen zu können, gibt es Tropflösung. Man entnimmt 5 μL des Wassers und gibt tropfenweise die Lösung hinzu. Dabei tropft man solange, bis ein Farbumschlag von rot nach blau zu sehen ist.

- i) Wie kann man es konzipieren, dass ein Tropfen genau 1 °dH entspricht? Dabei ist anzunehmen, dass ein Tropfen ein Volumen von 50 μL entspricht.

3 Ferrofluid

Ferrofluide sind interessante Stoffgemische, in denen winzige eisenhaltige Partikel gleichmäßig in einer Flüssigkeit wie Wasser oder Kerosin verteilt sind. Ausgehend von einer Lösung von Eisen(III)-chlorid kann vergleichsweise einfach ein Ferrofluid hergestellt werden. Gehe im folgenden von zwei identischen Lösungen aus, die 40 Massenprozent Eisen(III)-chlorid enthalten. Solch eine Lösung besitzt bei Raumtemperatur eine Dichte von 1,414 $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

- a) Zu welcher Klasse von Stoffgemischen gehören Ferrofluide?
- b) Berechne die Konzentration $c(\text{Fe}^{3+})$ in der Eisen(III)-chloridlösung.

Als zweites wird eine Lösung von Eisen(II)-chlorid benötigt, die einfach aus einer der Eisen(III)chloridlösungen und Stahlwolle (= Fe) hergestellt werden kann.

- c) Formuliere eine ausgeglichene Gleichung für die Entstehung von Eisen(II)-chlorid und berechne, welche Masse an Stahlwolle zu 150 mL der Eisen(III)-chloridlösung für eine vollständige Reaktion gegeben werden muss.

Zuletzt müssen die beiden Lösungen unter Rühren und Zugabe von basischer Ammoniaklösung gemischt werden, wobei zunächst zwei Eisensalze ausfallen, die unmittelbar miteinander unter Wasserabgabe zu Magnetit (Fe_3O_4) reagieren.

- d) Formuliere ausgeglichene Gleichungen für alle Reaktionen, die an der Bildung von Magnetit beteiligt sind.
- e) Berechne, in welchem Volumenverhältnis die Eisen(III)-chloridlösung und die daraus hergestellte Eisen(II)-chloridlösung theoretisch gemischt werden sollten.
- f) Tatsächlich sollte etwas mehr Eisen(II)-chloridlösung verwendet werden, als du berechnet hast. Was ist der Grund dafür?

Durch die langsame Zugabe der Ammoniaklösung entsteht Magnetit in Form von Nanopartikeln. Diese sind zwar leicht positiv geladen, aggregieren aber trotzdem mit der Zeit. Das kann verhindert werden, wenn der Lösung ein Tensid wie Natriumoleat zugesetzt wird, das sich mizellenartig um die Nanopartikel anordnet.

- g) Skizziere den Aufbau einer solchen mizellenartigen Anordnung aus einem Magnetit-Nanopartikel und Oleat-Molekülen.
- h) Begründe, ob die so gewonnen Nanopartikel eher für ein Ferrofluid auf Wasser- oder Kerosinbasis geeignet sind.



4 Molmassenbestimmung nach DUMAS

Das Verfahren zur **Molmassebestimmung nach DUMAS** basiert auf der Bestimmung der Masse einer leicht verdampfenden Flüssigkeit, die ein bestimmtes Volumen im gasförmigen Zustand vollständig ausfüllt. Für den Versuch nimmt man ideales Gasverhalten an. Es soll die Molmasse einer klaren leichtflüchtigen Flüssigkeit bestimmt werden. Sie wird im Labor oft als Lösungsmittel und Extraktionsmittel verwendet. Es handelt sich um einen Ester, der aus zwei Ausgangsstoffen hergestellt, die große Bedeutungen für die Lebensmittelindustrie haben. Zuerst wird das Volumen des Kolbens bestimmt. Dazu wird der Kolben vollständig mit Wasser gefüllt und gewogen, danach wird die Masse des leeren Kolbens bestimmt.

Die Wägung wird bei $\vartheta = 23,1\text{ °C}$ durchgeführt. Die Dichte des Wassers beträgt bei dieser Temperatur $\rho_{\text{Wasser}} = 0,9975 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Folgende Werte wurden bestimmt:

Masse des mit Wasser gefüllten Kolbens: $m_W = 0,370732 \text{ kg}$

Masse des leeren Kolbens: $m_K = 0,073060 \text{ kg}$

a) Bestimme das Volumen des Kolbens.

Danach wird die Flüssigkeit in den Rundkolben gefüllt. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen soll der Kolben vollständig mit dem gasförmigen Ester gefüllt werden. Der Kolben wird ins Wasserbad mit konstant kochendem Wasser platziert und der Rücklauf der Flüssigkeit wird beobachtet.

b) Welches Volumen der Flüssigkeit soll ungefähr in den Kolben reingefüllt werden? Bei $\vartheta = 20\text{ °C}$ beträgt die Stoffmengenkonzentration des reinen Esters $c = 10,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3}$. Gehe vom Druck $p = 1,013 \text{ bar}$ aus. Sollte man eventuell etwas mehr oder weniger Flüssigkeit, als der bestimmte Wert in den Kolben reingeben? Begründe!

Nachdem die Flüssigkeit vollständig verdampft ist, wird der Kolben luftdicht verschlossen, man lässt den Kolben abkühlen und bestimmt die Masse des mit dem Kondensat gefüllten Kolbens. Der atmosphärische Druck beträgt $1,013 \text{ bar}$, die Wägung wird bei $\vartheta = 23,2\text{ °C}$ durchgeführt. Folgende Werte wurden bestimmt:

$m_{KF} = 0,073597 \text{ kg}$

Die Masse der Flüssigkeit wird wie folgt berechnet:

$$m_F = m_{KF} - m_K + V_K \cdot \rho_L$$

mit m_{KF} : Masse des Kolbens mit dem Kondensat
 ρ_L : Dichte der Luft

c) Berechne die Masse der Flüssigkeit, die sich im Kolben befindet. Die Dichte der Luft ρ_L beträgt bei dieser Temperatur $1,17235 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Wofür steht der Term: $V_K \cdot \rho_L$?

Die molare Masse der Flüssigkeit kann nach der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$M = \frac{m_F \cdot R \cdot T}{V_K \cdot p}$$

d) Leite die Gleichung zur Berechnung der molaren Masse her. Berechne die molare Masse der Flüssigkeit.

Nach weiteren Versuchen wurde die mittlere molare Masse $M = 92,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ berechnet. Diese weicht um $4,87\%$ ins Positive vom wahren Wert ab.

e) Berechne die wahre molare Masse. Um welchen Stoff könnte es sich dabei handeln? Gib die Strukturformel an.

5 Ein bisschen Organische Chemie

5.1 Isomere

a) Welcher Stoff hat mehr Konstitutionsisomere? $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ oder $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$? Zeichne dazu alle Isomere beider Stoffe.

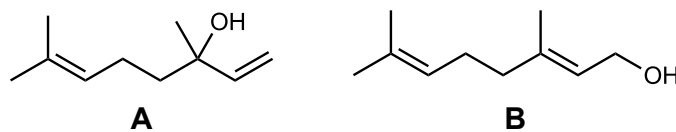


Die beiden eben betrachteten Summenformeln unterscheiden sich formal um CH_4 . Nun sollen allgemein Paare von zwei Chlorkohlenwasserstoffen, welche mit nur einem Chlor substituiert sind und sich formal um CH_4 unterscheiden, betrachtet werden.

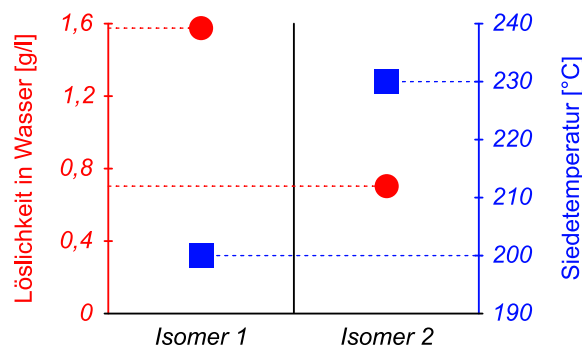
b) Gilt die eben ermittelte Relation von Konstitutionsisomeren für alle diese Paare? Begründe!

5.2 Das Who's Who der Geruchsstoffe

Laut aktuellen Studien soll der Mensch über eine Billion verschiedene Gerüche wahrnehmen können. Zurückzuführen sind sie immer auf chemische Verbindungen, die in bestimmten Mischverhältnissen bestimmte Geruchsreize auslösen – deswegen nennt man diese Verbindungen auch Geruchsstoffe. Zwei Beispiele für Geruchsstoffe sind die isomeren Alkohole A und B, die beide einen frisch-blumigen Geruch besitzen.

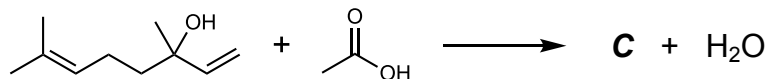


Da beide Verbindungen ähnlich riechen, können sie so nur schwer unterschieden werden. Tatsächliche Unterscheidungspunkte sind stattdessen jedoch die Wasserlöslichkeit und die Siedetemperatur:



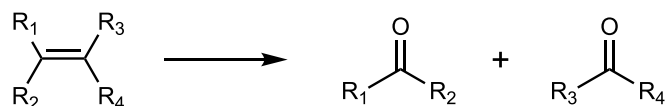
c) Gib begründet an, bei welcher der beiden Verbindungen A und B es sich um Isomer 1 und Isomer 2 handelt.

Oft sind Geruchsstoffe auch schwer unterscheidbar, da sie leicht ineinander umgewandelt werden können: Verbindung A etwa reagiert in sauren Lösungen langsam zu Verbindung B. Eine etwas andere Reaktion von A ist die Kondensation mit Essigsäure, bei der der Geruchsstoff C entsteht:



d) Zeichne die Strukturformel von C. Welcher Klasse organischer Verbindungen gehört C an?

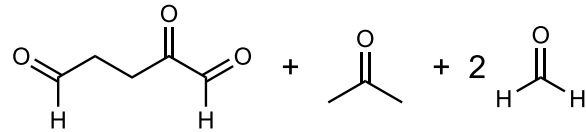
Eine einfache Methode, die Struktur von Geruchsstoffen zu bestimmen, kann die Ozonolyse sein. Dabei wird die Testverbindung mit Ozon umgesetzt, wobei alle C=C-Doppelbindungen gespalten werden:



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



Bei der Ozonolyse von Geruchsstoff D werden folgende Verbindungen erhalten:



e) Zeichne alle drei möglichen Strukturformeln von D und ermittle die Summenformel von D.

Nimm an, dass eine blumig riechende wässrige Lösung nur die Verbindungen A sowie eines der Isomere von D enthält. In 1,00 L der Lösung sind insgesamt 1,00 g der beiden Geruchsstoffe enthalten. In eine Apparatur für Elementaranalyse wird 1,00 mL der Lösung eingespritzt, dabei verdampft das Wasser vollständig und die Geruchsstoffe werden mit Sauerstoff vollständig zu CO_2 und H_2O verbrannt. Am Ende der Analyse wurde festgestellt, dass sich 2,91 mg CO_2 in der Apparatur befanden.

f) Formuliere die Gleichungen für die vollständige Verbrennung von A und D und berechne die Konzentration der beiden Geruchsstoffe A und D in der Lösung in $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ und $\frac{\text{g}}{\text{L}}$. Wenn du in Teilaufgabe e) kein Ergebnis erhalten hast, nimm an, dass die Summenformel von D $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ ist.