

Aufgabe 1

Lebensmittelfarbstoffe – natürlich oder synthetisch

Schwerpunktthema: Farbstoffe

Fruchtgummi oder Götterspeise (Wackelpudding) wären ohne Farbstoffe undenkbar. Aber nicht immer ist die Färbung von Lebensmitteln so deutlich. Beispielsweise wird der Farbton von Butter oder Margarine von vielen als „natürlich“ empfunden, obwohl gelbe Farbstoffe zugefügt werden. Bis 1938 wurde in Deutschland zu diesem Zweck Buttergelb verwendet, das sich als stark krebserregend erwiesen hat.

Rotes Fruchtgummi enthält je nach Hersteller Auszüge aus Holunderbeeren oder Brombeeren, Cochenille oder Cochenillerot A.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb.1: Fruchtgummi

E 160	β-Carotin	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p>
	<p>Gewinnung aus Pflanzen (Karotten, Paprika, Tomaten, Orangen etc.) möglich, i.d.R. aber Synthese in industriellem Maßstab, gesundheitlich unbedenklich, Vorstufe von Vitamin A.</p>	
E 120	Cochenille, Karminrot	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p> <p>linker Molekülteil: Glucoserest</p>
	<p>Gewinnung aus getrockneten Kaktusschildläusen, steht im Verdacht Allergien und Asthma auszulösen.</p>	
E 124	Cochenillerot A	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</i></p>
	<p>Wird in den USA, Norwegen und Finnland zu den krebserregenden Stoffen gezählt und ist als Lebensmittelfarbstoff nicht zugelassen.</p>	
<p>Material 1: Informationen zu Lebensmittelfarbstoffen in Fruchtgummi</p>		

Buttergelb wird zwar nicht mehr zur Färbung von Streichfetten eingesetzt, aber es wird weiterhin produziert, da es sich als pH-Wert-Indikator eignet. Buttergelb zeigt einen Farbumschlag von Rot nach Gelb im pH-Bereich von 3,0 – 4,0.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

gelb

rot

Material 2: Farbstoff Buttergelb

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Material 3: Synthese des Farbstoffs Buttergelb

Aufgaben

- 1.1 Geben Sie an, welchen Farbstoffklassen die Farbstoffe in Material 1 zuzuordnen sind und beschreiben Sie die jeweiligen Chromophore. Entwickeln Sie Hypothesen zur Löslichkeit der Farbstoffe β -Carotin und Cochenille in polaren oder unpolaren Flüssigkeiten. **(09 BE)**
- 1.2 Begründen Sie die Eignung von Buttergelb als pH-Wert-Indikator (Material 2). **(05 BE)**
- 1.3 Strukturieren Sie den Ablauf der Synthese von Buttergelb ausgehend von Anilin mit den in Material 3 vorgegebenen Reaktionsbausteinen und beschreiben Sie den Syntheseweg. **(09 BE)**
- 1.4 Diskutieren Sie die Färbung von Lebensmitteln unter anderem am Beispiel roter Fruchtgummis. **(07 BE)**

Konzeptpapier

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Aufgabe 2

Magische Stifte – faszinierende Farbwechsel

Schwerpunktthema: Aromaten und Farbstoffe

Seit einigen Jahren gibt es so genannte Magische Stifte oder Zaubermaler im Handel. Dabei handelt es sich um farbige Faserstifte, deren „Zauber“ darin besteht, dass ausgemalte Flächen beim Übermalen mit einem Farbwechselstift ihre Farbe ändern. Viele Stifte enthalten zwei Farbstoffe bzw. eine farbige und eine farblose Komponente. Durch das Übermalen mit dem Farbwechselstift, wird ein Farbstoff chemisch verändert bzw. es entsteht erst jetzt ein Farbstoff aus einer zuvor farblosen Komponente. Die übermalte Fläche erhält somit eine andere Farbe.

Ein häufig verwendeter Farbstoff ist Kristallviolett, das durch den Kontakt mit dem Farbwechselstift vollständig entfärbt wird. Der Farbwechselstift enthält eine **alkalische** Lösung mit Hydrogensulfitionen (HSO_3^-).

Ist in einem Farbmaler die farblose Verbindung Pyranin enthalten, entsteht durch den Kontakt mit dem Farbwechsler ein besonders leuchtender Farbstoff, wie er auch in gelben Textmarkern enthalten ist.

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>
Material 1: Grenzstrukturen des Kristallvioletts bei neutralem pH-Wert (zwei weitere mögliche Grenzstrukturen haben die positive Ladung an jeweils einer anderen der drei funktionellen Gruppen)	Abb. 1: Magische Stifte

<p>Die Farbstifte sind ausgesprochen vielseitig, so kann beispielsweise ein Farbstift, der Kristallviolett enthält, zum Bemalen von Wollstoffen verwendet werden. Die Farbe zieht schnell auf die Faser auf; wichtig ist dabei ein leicht alkalisches Milieu. Die entstandene Färbung ist allerdings nur mäßig waschecht.</p>	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p>
<p>Material 2: Kristallviolett als Textilfarbstoff, rechts: Wollfaser schematisch</p>	

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>
<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i> farblos gelb leuchtend	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>
Material 3: Absorption (oben links) und Emission (oben rechts) des gelb leuchtenden Pyranins im alkalischen Milieu, Strukturformeln von Pyranin, Wellenlängen des Lichts	

Aufgaben

- 2.1 Ordnen Sie Kristallviolett einer Farbstoffklasse zu und erläutern Sie am Beispiel von Kristallviolett die Ursachen für die Farbigkeit einer chemischen Verbindung (Material 1 und 3). **(08 BE)**
- 2.2 Erläutern Sie unter Angabe von Strukturformelgleichungen die Entfärbung von Kristallviolett durch den Farbwechselstift (Material 1). **(07 BE)**
- 2.3 Erläutern Sie anhand von Material 2 den Vorgang der Färbung von Wolle durch Kristallviolett sowie die geringe Waschechtheit. **(07 BE)**
- 2.4 Entwickeln Sie eine Hypothese zur Ursache des besonderen Leuchteffekts von pyraninhaltigen Stiften nach Übermalen mit dem Farbwechselstift (Material 3). **(08 BE)**

Aufgabe 3

Der Zerfall von Wasserstoffperoxid – eine Reaktion mit variablen Geschwindigkeiten

Schwerpunktthema: Reaktionskinetik und Katalyse

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist eine Verbindung, die bei ihrem Zerfall neben Wasser auch Sauerstoff (O_2) freisetzt, der eine bleichende und desinfizierende Wirkung hat. Wasserstoffperoxid hat dadurch viele Anwendungsbereiche. Es wird beispielsweise als Bleichmittel für Altpapier, Holz- und Textilfasern, Haare und als Bestandteil von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln eingesetzt. Aufgrund dieses breiten Anwendungsspektrums ist es wichtig, sich mit der Zerfallsgeschwindigkeit von Wasserstoffperoxid und ihrer Beeinflussung durch verschiedene Faktoren zu beschäftigen. Bei Raumtemperatur verläuft der Zerfall nur langsam, bei Temperaturerhöhungen dagegen besteht Explosionsgefahr. Um unerwünschte Zerfallsreaktionen zu verhindern, wird deshalb eine Lagerung in einem Kühlschrank empfohlen. Die Aktivierungsenergie für den Wasserstoffperoxidzerfall liegt bei $+93 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, die Reaktionsenthalpie bei $-98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Wasserstoffperoxid entsteht auch bei einigen Stoffwechselreaktionen in Organismen. Um eine Schädigung der Zellen durch diesen reaktiven Stoff zu verhindern, produzieren Zellen Katalase, die den Zerfall des Wasserstoffperoxids katalysiert. In relativ großen Mengen liegt Katalase in Kartoffelknollen, Blut, Lebergewebe und in Hefezellen vor.

<p>Material 1: Graphische Darstellung von Werten, die bei der katalytischen Zersetzung einer 0,4 molaren Wasserstoffperoxidlösung gemessen wurden</p>	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p>
--	---

<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p>	<p>Experiment 1: Werden in einen Glaszylinder 20%ige Wasserstoffperoxidlösung, einige Milliliter Spülmittel sowie eine Lösung von Kaliumiodid gegeben, entsteht ein riesiger Schaumstrang, der auch als Elefantenzahnpasta bezeichnet wird.</p> <p>In Anwesenheit von Iodidionen beträgt die Aktivierungsenergie für den Zerfall von Wasserstoffperoxid $56 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.</p>
---	--

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	Experiment 2: Wird ein Stück Platin in eine 20%ige Wasserstoffperoxidlösung gelegt, bilden sich an der Metalloberfläche Gasbläschen. In Anwesenheit von Platin beträgt die Aktivierungsenergie für den Zerfall von Wasserstoffperoxid $49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
Material 2: Zerfall von Wasserstoffperoxid bei 20°C unter dem Einfluss von Jodidionen und Platin	

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	Bei dem abgebildeten Experiment wurden 2 ml einer 20%igen Wasserstoffperoxidlösung auf die Oberfläche einer frisch angeschnittenen Kartoffelscheibe gegeben. Die Schaumbildung zeigt die Intensität des Wasserstoffperoxidzerfalls. Dieses Experiment wird folgendermaßen variiert: <ul style="list-style-type: none">• vor Zugabe der Wasserstoffperoxidlösung wird die Kartoffeloberfläche mit einer Bleisalzlösung bedeckt.• die Kartoffelscheibe wird gekocht und vor Zugabe der Wasserstoffperoxidlösung wieder auf Raumtemperatur abgekühlt.
Material 3: Zersetzung einer 20%igen Wasserstoffperoxidlösung	

Aufgaben

- 3.1 Geben Sie die Reaktionsgleichung für den Zerfall von Wasserstoffperoxid an und begründen Sie die empfohlene Lagerung in einem Kühlschrank. **(06 BE)**
- 3.2 Erklären Sie die Begriffe Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit. Geben Sie die Anfangsgeschwindigkeit sowie die Geschwindigkeit im Intervall von 60 bis 100 Sekunden (Einheit: ml/ s) für den Graphen in Material 1 an und begründen Sie den Unterschied. **(08 BE)**
- 3.3 Ordnen Sie die Begriffe heterogene und homogene Katalyse den in Material 2 beschriebenen Experimenten begründend zu. Vergleichen Sie diese in Bezug auf ihre Wirkweise und die Aktivierungsenergie. **(08 BE)**
- 3.4 Erklären Sie die in Material 3 beschriebene Wasserstoffperoxidzersetzung und entwickeln Sie jeweils eine begründete Hypothese zum Ergebnis der beschriebenen Versuchsvarianten. **(08 BE)**

Aufgabe 4

Die Ozonschicht der Atmosphäre – ein gefährdetes Schutzschild der Erde

Schwerpunktthema: Reaktionskinetik und Katalyse

Die Ozonschicht ist Teil der Stratosphäre in 20 – 30 Kilometern über der Erdoberfläche. In dieser Schicht der Atmosphäre findet ein Aufbau und Abbau von Ozon (O_3), der so genannte Chapman-Zyklus, statt. Sowohl Sauerstoff- als auch Ozonmoleküle absorbieren UV-Strahlung und werden gespalten. Je nachdem, ob ein Sauerstoffradikal auf ein Sauerstoff- oder Ozonmolekül trifft, wird Ozon exotherm auf- oder abgebaut. Es kommt in diesem Bereich der Stratosphäre zu einem Temperatursprung von -80°C auf 0°C . Die Ozonschicht verändert durch den Chapman-Zyklus die Zusammensetzung der auf die Erde einstrahlenden elektromagnetischen Strahlung und übt dadurch eine wichtige Schutzfunktion für alle Lebewesen auf der Erdoberfläche aus.

Spurengase in der Atmosphäre beeinflussen die natürlichen Vorgänge in der Ozonschicht. Insbesondere Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW), die bis 1995 als Kühlmittel für Kühlschränke oder Klimaanlage bzw. als Treibgas in Spraydosen verwendet wurden, bewirken einen verstärkten Ozonabbau. Seit 1995 ist die Nutzung von FCKW international verboten. Eine Maßnahme, die erfolgreich zu sein scheint, denn seit 2006 konnte eine kontinuierliche Verkleinerung des Ozonlochs über der Antarktis gemessen werden.

<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>
<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>	Material 2: Stärke der elektromagnetischen Strahlung der Sonne gemessen oberhalb der Ozonschicht, Absorption der elektromagnetischen Strahlung in der Ozonschicht, elektromagnetische Strahlung auf der Erdoberfläche
Material 1: Chapman-Zyklus	

Aus einem FCKW-Molekül kann durch die Energie der UV-Strahlung ein Chlorradikal abgespalten werden. Ein einziges Chlorradikal ist in der Lage, bis zu 100 000 Ozonmoleküle zu spalten, bis es durch andere Reaktionen entfernt wird. Unter den Druck- und Temperaturverhältnissen der Ozonschicht läuft die Reaktion von Chlorradikalen mit Ozon 1500mal schneller ab als die Reaktion von	<i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i>
--	--

Sauerstoffradikalen mit Ozon. Ozonabbau durch Chlorradikale aus FCKW: $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{ClO}$ <u>$\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$</u> $\text{O}_3 + \text{O} \rightarrow 2 \text{O}_2$	
Material 3: Ozonabbau durch Chlorradikale	Material 4: Vergleich der Aktivierungsenergien beim Ozonabbau

<p>Für das Abfangen der Chlorradikale sind vor allem Moleküle wie Methan (CH_4) und Stickstoffdioxid (NO_2) wichtig, die über Diffusionsprozesse ebenfalls in den Bereich der Ozonschicht gelangen.</p> <p>Chlorwasserstoff (HCl) und Chlornitrat (ClONO_2) sind die wichtigsten Senken für Chlor. Diese Verbindungen sind unter den Bedingungen der Ozonschicht relativ stabil. Diffundieren sie in tiefere Schichten der Atmosphäre, können sie schließlich vom Regen ausgewaschen werden.</p> <p>Die Bildung von Chlorwasserstoff und Chlornitrat findet auch über der Antarktis statt, allerdings kommt es an den Eiskristallen polarer Stratosphärenwolken zu weiteren Reaktionen und zur Bildung eines Chlorreservoirs. Bei stärkerer Sonneneinstrahlung während des antarktischen Frühlings tritt ein besonders starker Ozonabbau auf. Im Jahr 2006 wurde das bislang größte Ozonloch über der Antarktis gemessen.</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p>
Material 5: Das Ozonloch über der Antarktis

Aufgaben

- 4.1 Erklären Sie unter Verwendung von Material 1 und 2 die Schutzwirkung der Ozonschicht für die Erde. **(07 BE)**
- 4.2 Begründen Sie die hohe Geschwindigkeit des Ozonabbaus durch Chlorradikale im Vergleich zum natürlichen Ozonabbau (Material 3 und 4). **(07 BE)**
- 4.3 Stellen Sie anhand der MAXWELL-BOLTZMANN-Verteilung und der RGT-Regel den Effekt einer Temperaturerhöhung auf chemische Prozesse dar. Entwickeln Sie eine Hypothese zur Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den durch Chlorradikale katalysierten Ozonabbau. **(08 BE)**
- 4.4 Erläutern Sie die Ursache für die Konzentrationserhöhung der Chlorradikale im antarktischen Frühling sowie den Effekt dieser Konzentrationssteigerung in der antarktischen Stratosphäre (Material 5). **(08 BE)**

Schriftliche Abiturprüfung 2014 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Chemie

Mittwoch, 30. April, 9.00 Uhr

Unterlagen für Referenten und Korreferenten

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
 - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
 - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
 - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
 - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
-

Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schülerinnen und Schüler auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Bildung und Wissenschaft von 7.00 bis 9.30. Die von der Senatorin für Bildung und Wissenschaft vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den vier vorgelegten Aufgaben drei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Chemie den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten.

- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Periodensystem der Elemente (als Bestandteil des Aufgabenvorschlages), Taschenrechner.

Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
1.1	<p>E 160 gehört zur Farbstoffklasse der Carotinoide (Polyene). E 120 ist den Anthrachinon- oder Carbonylfarbstoffen zuzuordnen. Cochenillerot A (E 124) ist ein Azofarbstoff.</p> <p>Bei den Carotinoiden liegt ein langgestreckter Chromophor mit konjugierten Doppelbindungen vor. Bei Cochenille erstreckt sich der Chromophor auf den zentralen Ring mit den Carbonylgruppen sowie die seitlich anliegenden Ringstrukturen. Bei Cochenillerot besteht der Chromophor aus den aromatischen Ringsystemen, die durch eine Azobrücke verbunden sind.</p> <p>β-Carotin hat keine polaren Gruppen, es ist völlig unpolare und somit gut löslich in unpolaren Lösungsmitteln, mit denen es VAN-DER-WAALS-Kräfte ausbilden kann. Cochenille ist gut löslich in einem polaren Lösungsmittel, da im Molekül zahlreiche polare Hydroxygruppen vorliegen. Es können Wasserstoffbrückenbindungen entstehen.</p>		7	2
1.2	<p>Buttergelb ist als pH-Wert-Indikator geeignet, da es durch die Elektronenpaare an den Stickstoffatomen ein Proton binden kann. Ein pH-Wert-Indikator muss als Protonendonator bzw. -akzeptor fungieren können. Damit muss ein deutlich sichtbarer Farbwechsel innerhalb der pH-Wert-Änderung von einer Einheit verbunden sein.</p>	3	2	
1.3	<p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p> <p>Reaktionsschema</p> <p>Die Reaktion verläuft in zwei Schritten: Bei der Diazotierung reagiert ein aromatisches Amin mit einem Nitrosylion. Dieses greift am Stickstoffatom elektrophil an. Nach Umlagerungen und Abspaltungen entsteht ein Diazoniumion. Bei der Azokupplung wird das Diazoniumion mit einer aromatischen Verbindung, der Kupplungskomponente, verknüpft.</p>	4	5	
1.4	<p>Pro-Argumente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine unattraktive Farbe, wie beispielsweise bei Gelatine, der Basis von Fruchtgummi, kann so überdeckt werden. • Viele natürliche Farbstoffe sind nicht lichtecht und verblassen. Durch 	4	3	

	<p>eine Färbung kann eine gleichbleibende Farbe des Lebensmittels erreicht werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... <p>Contra-Argumente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wird eine Qualität vorgetäuscht, die nicht vorhanden ist. • Synthetische Farbstoffe stellen eine unnötige Gefährdung des Konsumenten dar. • ... <p>Um Fruchtgummi rot zu färben, sind synthetische Farbstoffe entbehrlich, da unbedenkliche Pflanzenauszüge zur Verfügung stehen. Cochenillerot ist ein umstrittener synthetischer Farbstoff mit mehreren gesundheitlichen Risiken bis hin zum Verdacht der Kanzerogenität. Natürliche Cochenille ist für Vegetarier nicht akzeptabel und auch gesundheitlich nicht unbedenklich.</p> <p>...oder alternative Argumentation</p>			
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		11	17	2

Quellen

Informationen zu Lebensmittelzusatzstoffen: http://www.zusatzstoffe-online.de/zusatzstoffe/11.e120_echtes_karmin.html (letzter Zugriff Januar 2014)

Unbekannter Autor, Das Auge trinkt mit – Farbstoffe in Lebensmitteln: www.chik.de/Beispieleinheiten/Das%20Auge%20trinkt%20mit.doc (letzter Zugriff Januar 2014)

Asselborn, W., Jäckel, M., Risch, T., Sieve, B.: Chemie heute, Lehrermaterialien 4, Braunschweig, Bildungshaus Schulbuchverlage, 2012

Pakroppa, W. et al., Lebensmittelzutaten – unentbehrliche Zutaten oder verzichtbares Beiwerk? www.vci-nord.de/fileadmin/Chemienord/Bilder/wettbewerb/2002/Beta_Carotin_in_Lebens.pdf

Foto: <http://blog.adhs-ernaehrung.com/2010/12/17/synthetische-farbstoffe-und-adhs/> (letzter Zugriff Januar 2014)

Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
2.1	<p>Kristallviolett gehört zur Klasse der Triphenylmethanfarbstoffe. Voraussetzung für die Farbigekeit einer Verbindung ist die Absorption von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Bereich. Dazu sind ein Chromophor und evtl. auxo- oder antiauxochrome Gruppen erforderlich. Das delokalisierte Elektronensystem der Verbindung kann durch bestimmte Wellenlängen des Lichts angeregt werden und fällt unter Abgabe von Wärme wieder in den Grundzustand zurück. Die nicht absorbierten Anteile des Lichts werden reflektiert und ergeben die Komplementärfarbe. Das Kristallviolett ist ein teilweise planares Molekül. Zusätzlich kann die funktionelle Gruppe als Auxochrom fungieren. Es entsteht ein großer Chromophor, der im Bereich 500 - 600 nm absorbiert, d.h. es wird vorwiegend gelboranges Licht absorbiert. Kristallviolett liegt somit als violetter Farbstoff vor.</p>	6	2	
2.2	<p>Im Farbwechselstift sind Hydroxid- und Sulfitionen enthalten. Diese Ionen sind in der Lage, sich an das positiv geladene C-Atom anzulagern. Dadurch ändert sich die Raumstruktur des Moleküls. Es liegt beim zentralen C-Atom dann eine tetraedrische Anordnung vor, so dass die Ringsysteme nicht mehr in einer Ebene liegen. Die Absorption beschränkt sich jeweils auf die isolierten Ringsysteme, es liegt kein Chromophor mehr vor, der Licht absorbieren kann.</p> <p><i>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt</i></p>		5	2
2.3	<p>Im leicht alkalischen Milieu sind die Säuregruppen der Wollfasern deprotoniert. Dadurch kann es zu ionischen Wechselwirkungen zwischen ihnen und den positiv geladenen Gruppen des Kristallviolett-Moleküls kommen.</p> <p>Wasser als polares Molekül kann die ionischen Gruppen aber auch gut hydratisieren und so beim Waschen zu einer Ablösung des Farbstoffs von der Faser führen. Außerdem könnte im neutralen bis leicht sauren Milieu von normalem Leitungswasser ein Teil der Carboxylat-Ionen wieder protoniert werden und so nicht mehr für eine ionische Bindung zur Verfügung stehen.</p>	4	3	

2.4	Durch das Einwirken des alkalischen Farbwechselstifts kommt es zu einer Abspaltung eines Protons aus der Hydroxygruppe. Dadurch kann das Sauerstoffatom als Elektronendonator wirken und das Elektronensystem vergrößern. Pyranin absorbiert im Blaubereich und zusätzlich im UV-Bereich. Der Farbstoff erscheint dadurch gelb und leuchtet durch Fluoreszenz. Bei der Fluoreszenz kommt es zur Anregung des Farbstoffs, allerdings wird die aufgenommene Energie nur zum geringen Teil in Form von Wärme wieder abgegeben. Der größte Teil der Energie wird in Form von Licht, d.h. elektromagnetischer Strahlung mit längerer Wellenlänge abgestrahlt, was einen besonderen Leuchteffekt bei Einstrahlung von UV-Licht bewirkt.		6	2
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		10	16	4

Quellen

Schlegel, O., Herriger, C., Ducci, M.: Magische Stifte, Praxis der Naturwissenschaften, Chemie in der Schule Heft Nr.8/ 59 Dezember 2010, Aulis-Verlag, Freising

Herbst, A, Wygoda, H.: Pyranin – ein fluoreszierender Farbstoff für applikationstechnische Versuche, Nachrichtenbl.Deut.Pflanzenschutzd.,58(3) S.79–85,2006,ISSN0027-7479

Chemie des Tintenkillers: http://www.zum.de/Faecher/Gk/RP/13124_Praesentation_-_Chemie_des_Tintenkillers.ppt (letzter Zugriff Januar 2014)

Blume, R., Chemie des Tintenkillers, http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_03.htm (letzter Zugriff Januar 2014)

Wolf, M., Triphenylmethanfarbstoffe: <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/farbstoffe1/triphenylmethan.htm#2.3%20Triphenylmethanfarbstoffe> (letzter Zugriff Januar 2014)

Foto: <http://www.creativa.de/stifte/6/zauberstifte-magic-pens-8-2-klein> (letzter Zugriff Januar 2014)

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
3.1	$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ Wasserstoffperoxid soll im Kühlschrank gelagert werden, da dann die Aktivierungsenergie für den Zerfall fehlt. Die Zerfallsreaktion verläuft exotherm (exergonisch), es ist aber eine relativ hohe Aktivierungsenergie erforderlich. Bei hohen Temperaturen kann diese aufgebracht werden und eine explosionsartige Gasfreisetzung stattfinden.	2	4	
3.2	Die Momentangeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit einer Reaktion zu einem bestimmten Zeitpunkt. Ihr Wert ist durch die Tangentensteigung ermittelbar. Die Durchschnittsgeschwindigkeit einer Reaktion kann durch die Konzentrationsänderung eines Edukts oder Produkts innerhalb eines Zeitintervalls angegeben werden. Sie entspricht der Sekantensteigung. Anfangsgeschwindigkeit: $v = 5,1 \text{ ml} : 10 \text{ s} = 0,51 \text{ ml/s}$ Intervall 60 s bis 100 s: $v = (24,4 \text{ ml} - 20,7 \text{ ml}) : 40 \text{ s} = 0,0925 \text{ ml/s}$ (Geringe Abweichungen der Werte sind tolerierbar.) Im Intervall von 60 bis 100 s ist die Reaktionsgeschwindigkeit im Vergleich zur Anfangsgeschwindigkeit reduziert, weil die Geschwindigkeit proportional zur Konzentration der Reaktanten ist. Da Wasserstoffperoxid verbraucht wird, nimmt seine Konzentration im Laufe der Reaktion ab.	5	3	
3.3	Bei einer homogenen Katalyse liegt der Katalysator in der gleichen Phase wie die Reaktanten vor. Das ist bei Experiment 1 der Fall. Die Iodidionen dienen als Katalysator, sie liegen wie Wasserstoffperoxid in Lösung vor. Bei einer heterogenen Katalyse liegt der Katalysator in einer anderen Phase vor. Das ist bei Experiment 2 der Fall. Hier fungiert metallisches	5	3	

	<p>Platin als Katalysator.</p> <p>Bei den beiden Reaktionen findet ein katalytischer Zerfall von Wasserstoffperoxid bei Raumtemperatur statt. Die Zerfallsgeschwindigkeit ist gegenüber der unkatalysierten Zerfallsreaktion stark erhöht. Allerdings unterscheiden sich die Aktivierungsenergien und die Arten der Katalyse. Bei der homogenen Katalyse durch Iodidionen findet ein alternativer Reaktionsweg mit geringerer Aktivierungsenergie statt. Das Metall Platin katalysiert die Zerfallsreaktion durch die Lockerung von Bindungen bei der Adsorption des Wasserstoffperoxids an der Oberfläche.</p>			
3.4	<p>Die beschriebene Zersetzung von Wasserstoffperoxid beruht auf der katalytischen Wirkung des Enzyms Katalase. Im aktiven Zentrum der Katalase findet eine Wechselwirkung statt, die den Zerfall des Substrats Wasserstoffperoxid stark beschleunigt.</p> <p>Schwermetallionen binden sich an die Enzymproteine und verändern diese in ihrer Raumstruktur. Durch die Zugabe von Bleiionen wird die Katalase unwirksam, es ist zu erwarten, dass keine oder nur eine geringfügige Sauerstofffreisetzung stattfindet. Durch das Kochen der Kartoffel findet eine Denaturierung der Enzymproteine statt. Durch die veränderte Raumstruktur kann keine Bindung des Substrats erfolgen. Auf der so behandelten Kartoffelscheibe wird keine sichtbare Wasserstoffperoxidzerersetzung stattfinden.</p>		5	3
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		12	15	3

Quellen

Salters Chemie – Chemical Storylines, Deutsche Ausgabe, Schroedel-Verlag, Braunschweig 2012

Brown, N. et al.: Chemie die zentrale Wissenschaft, Pearson-Verlag, München 2007

ChemgaPedia, Katalyse:

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/4/pc/gkm1_katalyse.vlu/Page/vsc/de/ch/4/pc/kinetik/katalyse/heterogen.vscml.html (letzter Zugriff Januar 2014)

Eduard-Job-Stiftung für Thermo- und Stoffdynamik, H₂O₂-Zersetzung durch verschiedene Katalysatoren: http://www.job-stiftung.de/pdf/versuche/H2O2_Zersetzung.pdf (letzter Zugriff Januar 2014)

Seilnacht, T., Wasserstoffperoxid: http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_h2o2.htm (letzter Zugriff Januar 2014)

Blume, R., Die Katalase-Reaktion: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/katalyse/katalase.htm> (letzter Zugriff Januar 2014)

Firneis, C.:Elefantenzahnpasta: <http://chemische-experimente.de.tl/Elefantenzahnpasta.htm>
(letzter Zugriff Januar 2014)

Aufgabe 4 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt oder Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
4.1	<p>Im Wellenlängenbereich 200 - 310 nm absorbieren Sauerstoff- und Ozonmoleküle die UV-Strahlung der Sonne. Die absorbierte Energie ermöglicht die endotherme Spaltung der genannten Moleküle. Bei der Kollision der entstandenen Sauerstoffradikale mit Sauerstoff- oder Ozonmolekülen wird Ozon auf- oder abgebaut. Durch den Chapman-Zyklus wird die besonders energiereiche UV-Strahlung absorbiert und Wärmeenergie freigesetzt. Die Ozonschicht fungiert somit als ein UV-Filter. Das stellt einen wichtigen Schutz für Lebewesen dar, da die UV-Strahlung in der Lage ist, viele chemische Reaktionen auszulösen. Es würden beispielsweise extreme Sonnenbrände bei Pflanzen und Tieren auftreten.</p>	3	4	
4.2	<p>Chlorradikale fungieren als Katalysatoren. Es entsteht bei der Reaktion der Chlorradikale mit Ozon u.a. Chloroxid, das in der folgenden Reaktion mit Sauerstoffradikalen wiederum Chlorradikale freisetzt, so dass der Ozonabbau weiter katalysiert wird.</p> <p>Die Aktivierungsenergie für die Ozonspaltung durch Chlorradikale ist geringer als bei der natürlich ablaufenden Reaktion mit Sauerstoffradikalen. Die Ozonspaltung durch Chlorradikale läuft deshalb mit größerer Reaktionsgeschwindigkeit ab als die Konkurrenzreaktion.</p>	3	4	
4.3	<p>Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Teilchen nimmt bei zunehmender Temperatur zu. Die Wahrscheinlichkeit von Teilchenkollisionen steigt an, die Streuung der Teilchengeschwindigkeit ist größer und mehr Teilchen haben die für die jeweilige Reaktion erforderliche Mindestenergie. Die RGT-Regel besagt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit mit zunehmender Temperatur ansteigt. Als Faustregel wird bei einer Temperatursteigerung um 10°C von einer Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit ausgegangen.</p> <p>Der katalysierte Ozonabbau beruht auf der Kollision zweier Teilchen, eine Temperatursteigerung wird diese Reaktion beschleunigen.</p>	6		2
4.4	<p>Treffen die katalytisch aktiven Chlorradikale oder Chloroxidmoleküle auf Methan bzw. Stickstoffdioxid entstehen die Chlorspeichermoleküle Chlorwasserstoff bzw. Chlornitrat. Normalerweise werden diese Verbindungen in Laufe der Zeit aus der Atmosphäre ausgewaschen - nicht so über der Antarktis. Hier entstehen auf der Oberfläche von Eiskristallen stratosphärischer Wolken aus den genannten Chlorspeichermolekülen HNO₃ (Salpetersäure) und elementares Chlor. Im antarktischen Frühling</p>		8	

<p>werden durch die Zunahme der UV-Strahlung innerhalb eines kurzen Zeitraums viele Chlormoleküle gespalten und entsprechend viele Chlorradikale freigesetzt.</p> <p>Nach der Stoßtheorie oder Kollisionstheorie ist die Kollision der Reaktanten mit einer Mindestenergie Voraussetzung für eine Reaktion. Die verstärkte Freisetzung von Chlorradikalen stellt eine Konzentrationserhöhung dar, d.h. die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit Ozonmolekülen wird erhöht. Die Reaktionsgeschwindigkeit steigt proportional zur Anzahl der Zusammenstöße. Der Ozonabbau überwiegt gegenüber dem Ozonaufbau. Die Folge ist das so genannte Ozonloch über der Antarktis.</p>			
Verteilung der insgesamt 30 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	12	16	2

Quellen

Salters Chemie – Chemical Storylines, Deutsche Ausgabe, Schroedel-Verlag, Braunschweig 2012

Brown, N. et al.: Chemie die zentrale Wissenschaft, Pearson-Verlag, München 2007

Scholz, W.(Hrsg.), Biologie Oberstufe, Handreichungen (DVD), Cornelsen-Verlag, Berlin 2009

WDR, Aufbau der Erdatmosphäre: http://www.planet-wissen.de/natur_technik/klima/erdatmosphaere/aufbau_der_erdatmosphaere.jsp (letzter Zugriff Januar 2014)

Bauer, J., Krimmel, D., Ozon: <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/ozon/ozon.htm> (letzter Zugriff Januar 2014)