

52. Internationale ChemieOlympiade 2020 *Türkei*



Hier geht es
zur Anmeldung:
www.icho.de



Kratersee Meke, Provinz Konya, Türkei

1. Runde
bis 13. Sept. 2019

2. Runde
06. Dez. 2019

3. Runde
Februar / März

4. Runde
Mai / Juni

Internationaler Wettbewerb
07. – 16. Juli 2020 in Konya, Türkei



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Empfohlen von der
KULTUSMINISTER
KONFERENZ



52. Internationale ChemieOlympiade 2020 Türkei, Konya

Informationen zur 1. Runde

Dies ist die erste von vier Auswahlrunden zur Internationalen ChemieOlympiade. Die ChemieOlympiade ist ein Einzelwettbewerb. Eingereichte Gruppenarbeiten oder offensichtlich identische Lösungsbeiträge werden nicht berücksichtigt und sind von der Bewertung ausgeschlossen. Eingereichte Lösungen werden nicht zurückgegeben. Zur Bearbeitung der Aufgaben wird die Nutzung von Fachbüchern sowie Onlinequellen empfohlen. Die Korrektur erfolgt durch Ihre Lehrkraft. Bei Rückfragen wenden Sie sich an Ihre Landesbeauftragten.

Für die Teilnahme am deutschen Auswahlverfahren zur Internationalen ChemieOlympiade muss eine Registrierung im Online-Anmeldeportal erfolgen (www.scienceolympiaden.de/wettbewerb/ICh02020). Die Adressen der Landesbeauftragten, den Abgabetermin sowie den Zugang zum Online-Anmeldeportal für die Registrierung und die Erzeugung eines Anmeldeformulars sind unter www.icho.de zu finden. Das Anmeldeformular muss den Lösungen beigelegt werden.

Wer kann mitmachen?

Alle, die sich gerne mit Chemie beschäftigen, am 01.07.2020 noch keine 20 Jahre alt sind und im Frühjahr 2020 eine allgemeinbildende Schule besuchen.

Weitere Informationen unter: www.icho.de

Kontakt

IPN an der Universität Kiel | Olshausenstr. 62, 24118 Kiel
Tel.: 04 31-8 80-31 68 | Fax: 04 31-8 80-54 68 | E-Mail: icho@ipn.uni-kiel.de

Hier geht es zur Anmeldung ►



AUFGABE 1: Alles brennt! (40 Punkte)

Verbrennungen sind stark exotherme Reaktionen. Dabei wird Energie in Form von Licht und Wärme frei. Sofern bei einer Verbrennung brennbare Gase freigesetzt werden, kann ggf. eine Flamme beobachtet werden. Dies ist zum Beispiel bei Kerzen oder Teelichtern der Fall, die deshalb als Licht- und Wärmequellen im Haushalt dienen. Temperatur und Farbe einer Flamme sind unter anderem vom Sauerstoffgehalt im Gasraum der Flamme abhängig.

- a) Sortieren Sie die Begriffe in nachfolgender Tabelle so um, dass zusammengehörige Begriffe in einer Spalte stehen, während gegensätzliche Begriffe eine Zeile bilden.

Ruß	unvollständige Verbrennung
O ₂ -Überschuss	oxidierend
O ₂ -Mangel	vollständige Verbrennung
CO ₂	reduzierend

Bei der Verbrennung von Methangas an Luft bei 298 K bilden sich Kohlenstoffdioxid und Wasser. Unter der Annahme eines adiabatischen Prozesses (also einer Flamme, die keine Wärme an die Umgebung abgibt) lässt sich die maximale Flammentemperatur abschätzen.

Tabelle 1: Thermodynamische Daten zur Verbrennung von Methan

Verbindung	$\Delta H_{f,298\text{ K}}^{\circ} / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$C_{p,m} / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{CH}_4 (\text{g})$	-74,81	35,51
$\text{O}_2 (\text{g})$	0	29,36
$\text{N}_2 (\text{g})$	0	29,13
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393,8	37,11
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-241,8	33,58

b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen der Verbrennung von Methangas an Luft unter Berücksichtigung aller Bestandteile des Brenngases. Die Wärmekapazitäten sollen als temperaturunabhängig angenommen werden. Berechnen Sie die maximale Flammentemperatur bei Verbrennung mit

- 1.) Luft ($\text{O}_2:\text{N}_2$ -Verhältnis von 1:4) und
- 2.) einem 1:1-Gemisch aus Sauerstoff und Stickstoff.

Die quantitative Analyse der Verbrennungsprodukte bei einer vollständigen Verbrennung ermöglicht die Berechnung der Summenformel einer chemischen Verbindung. Bei der Verbrennung eines organischen Stoffes **A**, der nur Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff enthält, entstanden 2,695 g CO_2 ; 0,644 g H_2O und 0,471 g NO_2 .

- c) Bestimmen Sie eine Verhältnisformel von **A**. Stellen Sie eine allgemeine Reaktionsgleichung der Verbrennung auf, in der nur ganzzahlige stöchiometrische Koeffizienten möglich sind. Nennen Sie eine Methode, mit der eine eindeutige Summenformel bestimmt werden kann.
- d) Berechnen Sie das zur vollständigen Verbrennung der Probe von **A** benötigte Sauerstoffvolumen bei Standardbedingungen (0 °C, 1000 hPa).

Bei vielen Bränden entsteht Rauch durch Freisetzung kleiner Feststoffpartikel wie beispielsweise Ruß oder Asche. Der Rauch kann außerdem giftige Gase enthalten, die eine große Gefahr bei Wohnungsbränden sind.

- e) Erklären Sie das Prinzip eines optischen Rauchmelders mit IR-LED und begründen Sie, weshalb es durch Deospray zu einem Fehlalarm kommen kann.
- f) Erläutern Sie, warum Kerzenwachs in Gegenwart von Luft nicht sofort verbrennt, obwohl es brennbar ist, und erläutern Sie den Ursprung der gelben Färbung der Flamme.

Nicht alle Reaktionen mit Flammerscheinungen sind Verbrennungen in Sauerstoffatmosphäre. Beispielsweise reagiert elementares Kalium stark exotherm mit Wasser, wobei es mit schwach violetter Flamme verbrennt. Dabei entsteht ein Gas **G**.

- g) Erklären Sie anhand einer Reaktionsgleichung, um welches Gas es sich bei **G** handelt.

Geschmolzenes Natrium reagiert mit Chlorgas in einer heftigen Reaktion unter Freisetzung großer Energiemengen in Form von Wärme und Licht. Eine Triebkraft dieser Reaktion ist insbesondere die Gitterenergie des gebildeten Natriumchlorids. In einem abgeschlossenen Kalorimeter mit vernachlässigbarer Wärmekapazität werden 19,83 g NaCl in 2,135 kg Wasser mit $c_p = 4,184 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ gelöst. Es wird eine Temperaturänderung von $\Delta T = -0,152 \text{ }^{\circ}\text{C}$ beobachtet. Die molare Hydratationsenthalpie von NaCl beträgt $-784 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- h) Berechnen Sie die molare Gitterenthalpie von NaCl. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Bildung des NaCl-Gitters sowie die Hydratation.

Eine einfache Methode zum qualitativen Nachweis vieler Metallionen ist die Beobachtung ihrer Flammenfärbung. Dazu wird eine kleine Probe des zu prüfenden Feststoffs auf einem Magnesiastäbchen in die entleuchtete Flamme eines Bunsenbrenners gehalten.

- i) Erklären Sie, worauf die Blaufärbung der entleuchteten Brennerflamme beruht. Nennen Sie die beobachtbaren Flammenfarben bei Vorliegen von Lithium-, Natrium-, Kalium-, Calcium-, Strontium- und Bariumverbindungen. Nennen Sie eine Methode, mit der Sie Flammenfärbungen mit ähnlichem visuellen Eindruck eindeutig unterscheiden können.

AUFGABE 2: Die Titer der Kokosnuss (45 Punkte)

Wasser wird häufig als „die Quelle des Lebens“ bezeichnet. Wer denkt da schon an Kokosnusswasser? Dabei hat es sehr wohl lebenserhaltende Eigenschaften. Es ist eine natürliche isotonische Flüssigkeit, welche einen sehr ähnlichen Elektrolytgehalt wie menschliches Blut aufweist. Deshalb wurde es im zweiten Weltkrieg als Plasmatransfusion genutzt, um Chlorid- und Glucosespiegel der verwundeten Soldaten zu normalisieren. Für die Dosierung müssen die entsprechenden Konzentrationen bestimmt werden. Chlorid-Ionen lassen sich mit einer Titration nach Mohr quantitativ bestimmen.

a) Erläutern Sie kurz das Prinzip einer Mohr'schen Titration anhand von Reaktionsgleichungen.

Um die Ergebnisse der Titration korrekt auswerten zu können, muss zunächst der Titer der Maßlösung bestimmt werden. Der Titer wird mit Hilfe von Ursubstanz bestimmt und ist als Quotient der Soll- und Ist-Konzentration der Maßlösung definiert:

$$t = \frac{c_{\text{Ist}}}{c_{\text{Soll}}}$$

b) Nennen Sie drei Eigenschaften, die eine Ursubstanz erfüllen muss.

Je nach chemischer Beschaffenheit der Maßlösung werden dabei unterschiedliche Ursubstanz verwendet. Das deutsche Arzneibuch, eine Sammlung anerkannter pharmazeutischer Regeln, kennt dabei folgende fünf Maßlösungen bzw. Ursubstanz.

Tabelle 2: Ursubstanz und Maßlösungen. Leider sind die Daten durcheinander geraten.

	Ursubstanz		Maßlösungen
A	As ₂ O ₃ in NaOH	1	Na ₂ S ₂ O ₃
B	Benzoesäure	2	HNO ₃
C	Na ₂ CO ₃	3	EDTA
D	KBrO ₃	4	NaOH in EtOH
E	Zn in HCl	5	NaIO ₄

c) Ordnen Sie den Ursubstanz die entsprechenden Maßlösungen zu.

Zur Bestimmung des Titors einer Silbernitrat-Maßlösung wird eine Lösung von hochreinem Natriumchlorid $c(\text{NaCl})=0,001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ verwendet. Dazu werden 1,50 mL der NaCl-Lösung in einen 50,0-mL-Messkolben überführt und mit entionisiertem Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 25,0 mL dieser Probe werden gegen eine Silbernitrat-Maßlösung der Konzentration $c(\text{AgNO}_3)=0,050 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ titriert. Dabei werden im Rahmen einer Dreifachbestimmung 15,1 mL; 15,3 mL und 15,2 mL verbraucht.

d) Berechnen Sie den Titer der Silbernitrat-Maßlösung.

Nun werden verschiedene Proben von Kokosnusswasser sowie einer oralen Rehydrationslösung titriert. Dazu werden je 5,00 mL der zu titrierenden Probe in einen 50-mL-Messkolben überführt und mit entionisiertem Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 25,0 mL dieser Probe werden gegen eine Silbernitrat-Maßlösung der Konzentration $c(\text{AgNO}_3)=0,050 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ titriert.

Die Referenzwerte für Kokosnusswasser einer unreifen und einer reifen Frucht sowie einer handelsüblichen Rehydrationslösung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die Titration wird dabei als den Qualitätsansprüchen genügend erachtet, wenn die Abweichung vom Referenzwert unter 2,00 % liegt (Fehlertoleranz).

	unreife Frucht	reife Frucht	Rehydrationslösung
V(AgNO ₃ -Maßlösung) ohne Titer-Korrektur in mL	21,9	29,2	24,4
V(AgNO ₃ -Maßlösung) mit Titer-Korrektur in mL			
β(Cl ⁻) in mg · (100 mL) ⁻¹ (Referenzwert)	1,55	2,07	1,73
β(Cl ⁻) in mg · (100 mL) ⁻¹ (berechneter Wert)			
Abweichung vom Referenzwert			
Innerhalb der Fehlertoleranz			

- e) Vervollständigen Sie die obige Tabelle. Ordnen Sie dabei die Volumina V_1 , V_2 und V_3 den verschiedenen Probenarten zu und kennzeichnen Sie mit einem Häkchen (✓), wenn der berechnete Wert innerhalb der Fehlertoleranz liegt, oder mit einem Kreuz (✗), wenn der Wert außerhalb der Fehlertoleranz liegt. (Sollten Sie in Aufgabenteil d) keinen Titer bestimmt haben, so verwenden Sie hier einen Titer von 0,985.)

Um den Äquivalenzpunkt fehlerfrei bestimmen zu können, ist es unbedingt notwendig, den pH-Wert der zu titrierenden Lösung zwischen 6,5 und 10,5 einzustellen. Bei $\text{pH} < 6,5$ liegt eine störende übergangsmetallhaltige Spezies **A** vor. Bei $\text{pH} > 10,5$ beeinflusst die silberhaltige Spezies **B** das Titrationsergebnis.

- f) Erläutern Sie unter Zuhilfenahme von Reaktionsgleichungen die Bildung der Spezies **A** und **B** bei den jeweiligen pH-Werten und erläutern Sie, wie diese die Bestimmung des Äquivalenzpunktes beeinträchtigen können.
g) Begründen Sie unter Zuhilfenahme einer Reaktionsgleichung, warum Iodid nicht mit einer Mohr'schen Titration bestimmt werden kann.

Bei Rehydrationslösungen zur Behandlung von Durchfallerkrankungen steht insbesondere der Glucosegehalt des Kokosnusswassers im Vordergrund. Dieser kann durch Titrations mit Benedict-Reagenz oder Nylanders Reagenz bestimmt werden.

- h) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Bildung des Komplexes **A** im Benedict-Reagenz.

Würde bei der Herstellung des Benedict-Reagenz auf die Zugabe der Säure verzichtet, fiel anstelle des Komplexes **A** die schwerlösliche Verbindung **B** aus.

- i) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Entstehung der Verbindung **B**.

Die Säure im Komplex **A** ist ein organischer Ligand. In der folgenden Tabelle sind organische Liganden gezeigt, die aufgrund ihrer strukturellen Vielfalt ein breites Spektrum stereochemischer Charakteristika aufweisen. Es ist jeweils ein Stereoisomer der Liganden angegeben.

- j) Markieren Sie alle Stereozentren des gegebenen Stereoisomers (sofern vorhanden) mit einem Stern (*), geben Sie die Stereodeskriptoren nach der CIP-Nomenklatur an und kennzeichnen Sie, ob das jeweilige Stereoisomer chiral oder achiral ist. Geben Sie (sofern vorhanden) alle weiteren Stereoisomere an.

Stereoisomer	chiral / achiral	weitere Stereoisomere

Aldehydnachweise wie die Reaktion mit Benedict-Reagenz sind in der Regel selektiv für Aldosen. Dies ist auch bei Nylanders Reagenz der Fall.

- k) Formulieren Sie die Redoxgleichung von Nylanders Reagenz mit einer Aldose (R-CHO). Erläutern Sie am Beispiel von 1-Hydroxypropan-2-on unter Zuhilfenahme von Strukturformeln, warum bestimmte Ketosen ebenfalls mit Nylanders Reagenz nachgewiesen werden können.
l) Begründen Sie kurz, ob sich Glucose, Fructose und Saccharose mit Nylanders Reagenz nachweisen lassen. Benennen Sie die für diese Entscheidung relevanten funktionellen Gruppen.

AUFGABE 3: Rund ums Chrom (37 Punkte)

Die Erdkruste beinhaltet eine Vielzahl an Bodenschätzen, die wirtschaftlich von immenser Bedeutung sind. Hierzu zählen vor Allem die Erze zahlreicher Metalle. Im Rahmen der Vier-Elemente-Lehre wurde diesen Erzen nachgesagt, einen großen Anteil des Elements „Erde“ aufzuweisen. Das häufigste Element der Erdkruste ist interessanterweise jedoch ein Nichtmetall, nämlich Sauerstoff. Bereits früh erlangten die Erze des Chroms besondere Aufmerksamkeit, da sie oft durch intensive Färbungen auffallen, so z. B. das intensiv rot gefärbte Krokoit oder Chromgelb, ebenfalls bekannt als Blei(II)-chromat. Das Metall Chrom wurde 1797 erstmals entdeckt und hat seitdem vielseitige Anwendungen gefunden. So wird Chrom z. B. als Legierungsbestandteil in nicht rostenden Stählen verwendet, seine Verbindungen werden auch als Lacke und Pigmente genutzt, wobei letztere Einsatzgebiete aufgrund der Giftigkeit einiger Chromspezies sehr rückläufig sind. Die Herstellung von reinem Chrom geht in 4 Schritten von Chromeisenstein (Chromit, FeCr_2O_4) aus.

- a) Formulieren Sie für jeden Schritt eine ausgeglichene Reaktionsgleichung. Geben Sie zudem die Oxidationszahl des Chroms in jeder auftretenden Chromverbindung an.

Chrom ist durch eine vielfältige Komplexchemie mit zahlreichen farbigen Chrom(III)-Komplexen gekennzeichnet. Wird Chrom(III)-chlorid in Wasser gelöst, so bilden sich neben $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -Kationen auch die Komplex-Ionen $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ und $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$. Die verschiedenen Komplexe entstehen durch Ligandenaustauschreaktionen.

- b) Benennen Sie die aufgeführten Komplex-Ionen nach der IUPAC-Nomenklatur und zeichnen Sie alle möglichen Isomere der drei Komplexe. Geben Sie bei Komplexen mit Isomeren zusätzlich die Art der zugrundeliegenden Isomerie an.

Der Hexaqua-Komplex des Chroms ($[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$) hat eine blau-violette Farbe. Wird nun versucht, einen vollständigen Ligandenaustausch mit Ammoniak durchzuführen, so wird zunächst ein grüner Niederschlag beobachtet, der nach Zugabe von wenig Ammoniak aus der Lösung ausfällt. Durch die Zugabe eines Überschusses an Ammoniak färbt sich die Lösung nach einiger Zeit violett.

- c) Benennen Sie die Spezies, die für den grünen Niederschlag verantwortlich ist. Formulieren Sie für Bildung und Auflösung des Niederschlags die ausgeglichenen Reaktionsgleichungen und begründen Sie, weshalb die Auflösung des Niederschlags erst bei großem Ammoniak-Überschuss erfolgt. Hinweis: Alle für diesen Versuch relevanten Chromspezies weisen eine oktaedrische Koordinationsumgebung auf.
 d) Geben Sie die Elektronenkonfigurationen von elementarem Chrom sowie von Chrom im Komplex-Ion $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ an.

Ein charakteristischer Nachweis für Chrom wird durchgeführt, indem ein Gemisch aus Wasserstoffperoxid und Salpetersäure mit Diethylether überschichtet wird. Die Probelösung wird dann vorsichtig unter die Etherphase getropft. Bei Anwesenheit von Chrom bildet sich eine charakteristische Farbe in der Etherphase. Eine genauere Analyse der Reaktion ergab, dass die beobachtete Farbe durch eine binäre Chrom-Sauerstoff-Verbindung **A** hervorgerufen wird, in der der Massenanteil an Chrom 39,4 % beträgt. 22,9 mg dieser Verbindung wurden isoliert und in 100 mL Diethylether gelöst. Die Lösung wurde in eine Küvette mit einer quadratischen Grundfläche (Kantenlänge: 1 cm) überführt, woraufhin mittels UV/Vis-Spektroskopie bei einer Wellenlänge von 580 nm eine Absorption von 0,868 bestimmt wurde. Bei dieser Wellenlänge weist Verbindung **A** ihr Absorptionsmaximum auf. Das Lösungsmittel absorbiert bei dieser Wellenlänge nicht. Der Extinktionskoeffizient wurde als $\epsilon_{580} = 500 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ bestimmt.

- e) Berechnen Sie ausgehend von den experimentellen Ergebnissen die Verhältnisformel der Verbindung **A**. Geben Sie die Farbe der Verbindung **A** an und zeichnen Sie eine Lewis-Strukturformel von **A**. Geben Sie die Oxidationszahlen aller Atome von **A** an.
 f) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Bildungsreaktion von **A**. Gehen Sie dabei vom Dichromat-Anion aus.

Chrom kristallisiert in einer kubisch-innenzentrierten Zelle mit einer Kantenlänge von 2,89 Å.

- g) Skizzieren Sie die Elementarzelle und zeichnen Sie die Positionen der Chrom-Atome ein.
 h) Berechnen Sie mit den gegebenen Informationen die Dichte von Chrom. ($M(\text{Cr}) = 51,99 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

AUFGABE 4: Heiße Luft (42 Punkte)

Tabelle 3: Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel

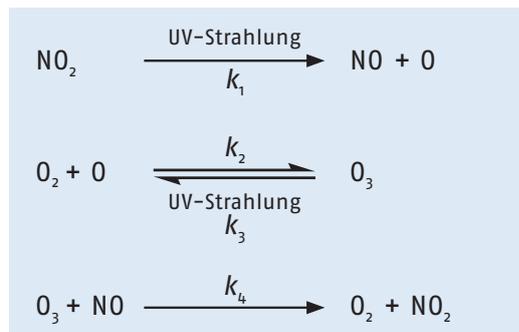
Höhe in m	0	100	300	500	700	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	10000	20000	50000
Luftdruck in hPa	1013,25	1000,3	975,0	950,3	926,2	891,2	835,8	783,8	689,4	606,3	533,3	469,0	412,5	362,8	280,7	77,8	1,65

Für die Entwicklung von Leben auf der Erde spielte die Zusammensetzung der Atmosphäre eine entscheidende Rolle. Anfangs lagen überwiegend Wasserstoff, Helium, Methan, Ammoniak und Edelgase in der Atmosphäre vor. Im Laufe der Zeit entwichen die leichteren Gase ins Weltall und es reicherten sich durch Ausgasung des Erdkerns und der Erdkruste Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff an. Durch ein fortschreitendes Erkalten der Erdoberfläche sammelte sich flüssiges Wasser an der Erdoberfläche und die anderen Gasbestandteile blieben in der Atmosphäre. Erste Mikroorganismen führten zur Freisetzung von Stickstoff. Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff lösten sich in den Ozeanen und bildeten Sedimente. Die verbliebene Atmosphäre bestand überwiegend aus Stickstoff. Langsam entwickelten sich mehr Mikroorganismen, später auch Algen, die in der Lage waren Photosynthese zu betreiben. Daraus entwickelte sich die Atmosphäre in der Form, wie wir sie heute kennen.

- Aus welchen Stoffen und mit welchen prozentualen Volumen-Anteilen (ohne Wasser) setzt sich die erdnahe Atmosphäre heute zusammen?
- Erläutern Sie, wie der Bestandteil, der den zweitgrößten Volumenanteil aufweist, mit Hilfe von Eisenwolle quantitativ bestimmt werden kann.
- Nennen Sie zwei Schichten, aus denen die heutige Atmosphäre aufgebaut ist.
- Wählen Sie eine geeignete Darstellung der Daten aus Tabelle 3 und berechnen Sie durch Interpolation den Luftdruck in einer Höhe von 8848 m (Gipfel des Mount Everest) und 2962 m (Gipfel der Zugspitze).
- Erläutern Sie, wann ein Gas ideal ist.

Ein Teil des auf der Erde ankommenden Sonnenlichtes lässt sich dem UV-Bereich zuordnen. Auf dem Weg durch die Atmosphäre wird es je nach Schicht unterschiedlich stark absorbiert, am stärksten in der Ozon-Schicht. Ohne die Absorption in der Ozon-Schicht wäre die UV-Strahlung so stark, dass menschliches Leben nicht möglich wäre, da das UV-Licht die DNA irreversibel schädigt.

Ozon ist ein Gas mit sehr ambivalenten Eigenschaften. Während die Ozon-Schicht unverzichtbar ist, führt es in der Atemluft zu Atemwegsreizungen. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass in Bodennähe nur folgende Reaktionen zu beobachten sind:



- Begründen Sie mit Hilfe eines schematisch skizzierten Reaktionskreislaufs, weshalb O_3 , NO und NO_2 im Gleichgewicht vorliegen. Berücksichtigen Sie hierbei auch die jeweiligen Geschwindigkeitskonstanten.
- Begründen Sie, welche der beiden UV-Strahlungen nicht unbedingt notwendig ist, um ein Gleichgewicht zu erhalten.

Im Folgenden sind die Differentialgleichungen für diese Elementarreaktionen gegeben.

$$\begin{array}{l} \frac{dc_{\text{NO}_2}}{dt} = -k_1^{h\nu} c_{\text{NO}_2} + k_4 c_{\text{O}_3} c_{\text{NO}} \\ \frac{dc_{\text{NO}}}{dt} = +k_1^{h\nu} c_{\text{NO}_2} - k_4 c_{\text{O}_3} c_{\text{NO}} \\ \frac{dc_{\text{O}_3}}{dt} = +k_2 c_{\text{O}_2} c_{\text{O}} - k_3^{h\nu} c_{\text{O}_3} - k_4 c_{\text{O}_3} c_{\text{NO}} \\ \frac{dc_{\text{O}_2}}{dt} = -k_2 c_{\text{O}_2} c_{\text{O}} + k_3^{h\nu} c_{\text{O}_3} + k_4 c_{\text{O}_3} c_{\text{NO}} \\ \frac{dc_{\text{O}}}{dt} = +k_1^{h\nu} c_{\text{NO}_2} - k_2 c_{\text{O}_2} c_{\text{O}} + k_3^{h\nu} c_{\text{O}_3} \end{array}$$

- Formulieren Sie aus den vorliegenden Reaktionsgeschwindigkeiten einen Ausdruck für die Konzentrationen c_{O_3} , c_{NO} und c_{NO_2} im Gleichgewicht und nennen Sie zwei Quellen und eine Senke für NO_2 . Wählen Sie dann (anhand der von Ihnen berechneten Ausdrücke) aus folgenden Aussagen die korrekten aus.
 - Wächst c_{NO} , so nimmt c_{O_3} ab.
 - Mit sinkendem Eintrag von NO_2 nimmt c_{O_3} zu.
 - Erreicht mehr UV-Licht zur Dissoziation von NO_2 die Erdoberfläche, steigt c_{O_3} .
 - c_{NO} ist unabhängig von c_{O_3} .
 - Die Alarmschwellenkonzentration von O_3 ist ungefähr um den Faktor 10^7 kleiner als c_{O_2} .

Die Wolkenentstehung wird meist durch Aerosole in der Luft ausgelöst.

- Erläutern Sie, was ein Aerosol ist und wie Regen entsteht.
- Erläutern Sie, warum der Himmel tagsüber blau ist und warum im Sonnenuntergang die Wolken orange/rot aussehen.



Grußworte

Die Bundesministerin für Bildung und Forschung und der Präsident der Kultusministerkonferenz laden zu einer Teilnahme an den ScienceOlympiaden, zu denen die ChemieOlympiade gehört, ein.



Bundesregierung / Guido Bergmann



© HKM / Manjit Jari



Liebe Schülerinnen und Schüler, liebe Eltern,
liebe Lehrerinnen und Lehrer,

„Naturwissenschaftler haben die Zukunft im Blut“, so hat der britische Wissenschaftler und Schriftsteller Charles Percy Snow einmal formuliert. Tatsächlich werden die Erkenntnisse der Naturwissenschaften unsere Zukunft erheblich prägen. Wer viel über Naturwissenschaften, wer viel über Chemie, Physik, Biologie und auch Umwelt weiß, der hat darum die besten Möglichkeiten, sein Leben zu gestalten und unser Land voran zu bringen. Denn die Welt verändert sich rasant.

Wir brauchen Wissen – und Menschen, die sich für Wissenschaft und Forschung begeistern. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung setzt sich darum seit vielen Jahren dafür ein, dass schon junge Menschen die Welt der Naturwissenschaften entdecken können. Wir fördern verschiedene Schüler- und Jugendwettbewerbe zu MINT-Themen – zur Mathematik, Informatik, den Naturwissenschaften und Technik. So wollen wir Neugier wecken. Und unser Land fit machen für die Zukunft. Auch die vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel organisierten naturwissenschaftlichen Wettbewerbe, die ScienceOlympiaden und der BundesUmweltWettbewerb, gehören dazu. Rund zehntausend Schülerinnen und Schüler – schon von der 5. Klasse an – machen jedes Jahr mit. Es gilt das olympische Motto: Dabeisein ist alles! Die Schülerinnen und Schüler lösen dabei knifflige Aufgaben. Sie haben die Chance, sich jenseits des Schulalltages selbst herauszufordern und die eigenen Talente zu entdecken.

Denn Naturwissenschaften faszinieren. Und darum lohnt es sich in vieler Hinsicht, an den Wettbewerben teilzunehmen. Auf die Jugendlichen warten Begegnungen, die bereichern. Sie lassen sich mutig auf Neues ein und wachsen daran. Sie machen Erfahrungen, die spannend sind und vielleicht ihr Leben und ihren beruflichen Werdegang prägen. Ich lade alle Schülerinnen und Schüler, aber auch die Lehrkräfte und Eltern ein, die ScienceOlympiaden und den BundesUmweltWettbewerb für sich zu entdecken und wünsche dafür viel Erfolg und Spaß.

Anja Karliczek
Mitglied des Deutschen Bundestages
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Die Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses ist eine Aufgabe, die uns alle angeht und mit der nicht früh genug begonnen werden kann. Die Begeisterung und das Interesse von Kindern an Naturphänomenen zu wecken und zu fördern, ist der erste und wichtigste Ansatz hierfür, den vor allem Eltern, Erzieherinnen und Erzieher sowie Lehrkräfte leisten können. Dieses Bemühen wird von zahlreichen regionalen und überregionalen Initiativen in vorbildlicher Art und Weise unterstützt.

Deshalb hat sich Deutschland auch für die Austragung der Internationalen Junior ScienceOlympiade 2020 beworben und für den Standort Frankfurt am Main den Zuschlag erhalten. Damit wird im kommenden Jahr naturwissenschaftlich begeisterten Jungforscherinnen und Jungforschern aus 50 Nationen in Deutschland eine Plattform zum Austausch, zur Begegnung und zum naturwissenschaftlichen Vergleich angeboten.

Wettbewerbe wie die ScienceOlympiaden motivieren und fördern Schülerinnen und Schüler, ihre individuellen Begabungen zu entfalten und weiterzuentwickeln, und regen damit zu außergewöhnlichen Leistungen an. Die beteiligten Schülerinnen und Schüler sind herausgefordert und entdecken neue Möglichkeiten, ihre Talente aususchöpfen.

Für die Zukunftsfähigkeit unseres Landes sind die MINT-Fächer von entscheidender Bedeutung. Wir werden unseren Wohlstand nur sichern und unsere ökologischen Herausforderungen nur meistern können, wenn für diese Aufgaben genügend gut ausgebildete MINT-Fachkräfte zur Verfügung stehen. Insbesondere die Digitalisierung ist eine Chance zur Gestaltung unserer Arbeitswelt, unserer Bildung und unserer Medien, die wir bestmöglich nutzen sollten. Auch dazu bedarf es verantwortungsbewusster Fachkräfte.

Die Kultusministerkonferenz bedankt sich bei allen Beteiligten für das Engagement und wünscht den Veranstaltungen viel Erfolg.

Mit herzlichen Grüßen

Staatsminister
Prof. Dr. R. Alexander Lorz
Präsident der Kultusministerkonferenz 2019

