



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2010

Chemie  
(Grundkursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Der Prüfling wählt je ein Thema aus den Gebieten **G** (Grundlagen) und **V** (Vertiefung) zur Bearbeitung aus.

Die zwei zur Bewertung vorgesehenen Themen sind vom Prüfling anzukreuzen.

<b>Thema G 1:</b>	Das Element Fluor und seine Verbindungen	
<b>Thema G 2:</b>	Sauerstoffderivate der Kohlenwasserstoffe	

<b>Thema V 1:</b>	Aromatische Nitroverbindungen	
<b>Thema V 2:</b>	Qualität von Lebensmitteln - Verpackung	
<b>Thema V 3:</b>	Silbergleichgewichte	

Unterschrift des Prüflings:.....

## Thema G 1: Das Element Fluor und seine Verbindungen

### 1 Eigenschaften und Herstellung von Fluor

#### Material 1:

Fluor, ein bei Zimmertemperatur schwach gelbgrünes, giftiges Gas, ist eines der reaktionsfähigsten Stoffe. Es setzt sich mit fast allen Elementen direkt um. Kupfer, Nickel und Stahl werden nur oberflächlich angegriffen, wobei sich eine dichte Fluoridschicht bildet, die vor weiterer Zerstörung schützt.

Die industrielle Gewinnung von Fluor beginnt mit dem bergmännisch abbaubaren Calciumfluorid (Flussspat). Dieses wird mit konzentrierter Schwefelsäure zu Fluorwasserstoff und Calciumsulfat umgesetzt. Fluorwasserstoff wird in einer Schmelze von Kaliumfluorid bei etwa 85 °C elektrolysiert, wobei das Kaliumfluorid zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit zugesetzt wird.

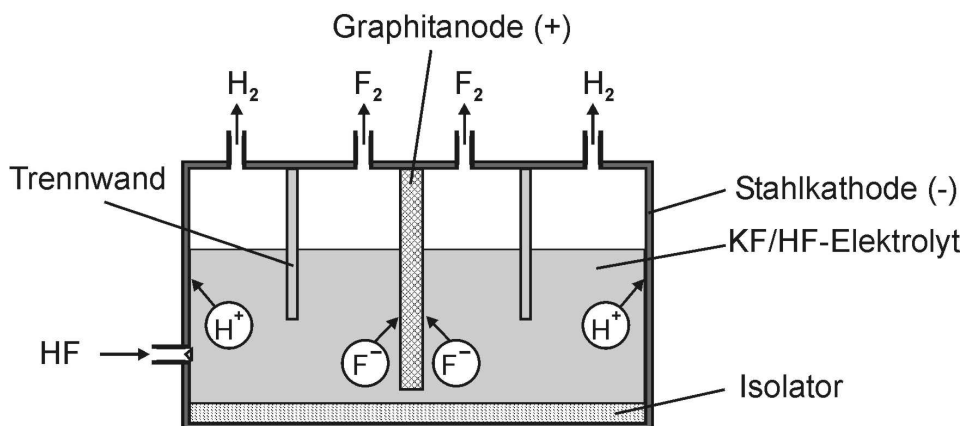


Abb.: Elektrolysezelle

- 1.1 Leiten Sie ausgehend von der Stellung des Elementes Fluor im Periodensystem drei Aussagen zum Atombau ab und begründen Sie die Oxidationszahl -1 in Fluorverbindungen.

Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Oberflächenreaktion des Fluors mit einem der genannten Metalle sowie für die Gewinnung der Wasserstoffverbindung des Fluors.

- 1.2 Erläutern Sie unter Verwendung der obigen Abbildung die Vorgänge bei der elektrochemischen Herstellung von Fluor.

Berechnen Sie das täglich in einer Elektrolysezelle produzierte Fluorvolumen, wenn mit einer Stromstärke von  $I = 5000 \text{ A}$  gearbeitet wird.

**Hinweis:**  $V_m(85 \text{ °C}) = 29,4 \text{ L/mol}$

## 2 Bedeutende Fluorverbindungen

**Material 2:**

Die wässrige Lösung von Fluorwasserstoff wird als Flusssäure bezeichnet. Mit einem  $pK_S$ -Wert von 3,2 gehört sie eher zu den schwachen Säuren. Flusssäure kann leicht durch die Haut in den menschlichen Körper gelangen und große Schädigungen hervorrufen (Kontaktgift). Sie wird wegen ihrer ätzenden Wirkung z. B. zum Mattieren von Glas eingesetzt.

Eine große Bedeutung besitzen die Fluoride beim Aufbau der Zähne. Deshalb gibt es fluoridhaltige Zahnpasten und in verschiedenen Ländern werden sogar dem Trinkwasser Fluoride zugesetzt. Fluorid-Ionen spielen auch als Liganden in Komplexverbindungen eine Rolle. Sie bilden z. B. mit Eisen(III)-Ionen äußerst stabile, farblose komplexe Anionen (Koordinationszahl 6).

Stickstofftrifluorid, das neben Ammoniumfluorid bei der katalytischen Umsetzung von Fluor mit Ammoniak gebildet wird, findet bei der Produktion von LCD-Fernsehgeräten und Solarzellen Verwendung.

- 2.1 Erläutern Sie am Beispiel der Bildung von Flusssäure das Wesen der Säure-Base-Reaktion nach der Theorie von BRÖNSTED.

Berechnen Sie den pH-Wert dieser Säure-Lösung, wenn die Stoffmengenkonzentration  $c = 0,19 \text{ mol/L}$  beträgt.

Begründen Sie eine Arbeitsschutzmaßnahme beim Umgang mit Flusssäure.

- 2.2 **Experiment:**

Sie erhalten zwei Gefäße mit stark verdünnter Eisen(III)-salz-Lösung. Eine der beiden Proben enthält zusätzlich noch einen Auszug aus einer fluoridhaltigen Zahnpasta. Geben Sie in beide Gefäße jeweils zwei Tropfen einer verdünnten Thiocyanat-Lösung.

Werten Sie Ihre Beobachtungen aus und benennen Sie die entstehenden komplexen Teilchen.

- 2.3 Entwickeln Sie für die Bildung von Stickstofftrifluorid eine Reaktionsgleichung und beschreiben Sie den Bau eines Stickstofftrifluoridmoleküls nach dem Elektronen-paarabstoßungsmodell.

Begründen Sie die geringere Basenstärke des Stickstofftrifluorids im Vergleich zu Ammoniak.

## Thema G 2: Sauerstoffderivate der Kohlenwasserstoffe

### Material:

Ein trockener Wein besitzt neben Wasser und Ethanol noch eine Reihe weiterer Inhaltsstoffe. Die nicht flüchtigen Bestandteile werden als Extrakt bezeichnet. Das Aroma oder das Bukett eines Weines prägen mehrere hundert verschiedene Verbindungen. Dazu gehören z. B.

Alkohole:	Ethan-1,2-diol, Hexan-1-ol, Isobutanole, Methanol, 2-Methylbutan-1-ol, Phenylethan-2-ol, Propan-1-ol, Propan-1,2,3-triol
Aldehyde:	Ethanal, 2-Methylbutanal, Propanal, Propenal
Carbonsäuren:	Äpfelsäure, Citronensäure (2-Hydroxy-1,2,3-propantricarbonsäure, $C_6H_8O_7$ ), Milchsäure (2-Hydroxypropansäure), Weinsäure (2,3-Dihydroxybutandisäure, $C_4H_6O_6$ )
Ester:	Ethansäureethylester, Methansäureethylester, Milchsäureethylester
Kohlenhydrate:	Fructose, Glucose, Ribose, Xylose

- 1 Entwickeln Sie für Hexan-1-ol, Propanal und Methansäureethylester die LEWIS-Formeln. Kennzeichnen und benennen Sie drei verschiedene funktionelle Gruppen.

2 **Gedankenexperiment:**

In drei mit A, B und C gekennzeichneten Gefäßen befinden sich Citronensäure-Lösung, Methanol und Ethansäureethylester. Nach dem Halbieren der Lösungen werden die erste Reihe mit Universalindikator und die zweite Reihe mit Wasser versetzt.

Geben Sie alle zu erwartenden Beobachtungen an und werten Sie unter Berücksichtigung der chemischen Zeichensprache aus.

3

Name des Ions	Formel	Oxidationszahl des Chroms	Farbe der wässrigen Lösung
Dichromat-Ion	$Cr_2O_7^{2-}$	+6	orange
Chromat-Ion	$CrO_4^{2-}$	+6	gelb
Chrom(III)-Ion	$Cr^{3+}$	+3	grün

**Tab. 1:** Farben der wässrigen Lösungen ausgewählter Ionen des Chroms

Zum Nachweis von Ethanol in der Ausatemluft wurde früher der „Alcotest“ durchgeführt. Dabei wird Ethanol im sauren Milieu durch Dichromat-Ionen zu Ethanal oxidiert.

Nennen Sie das Beobachtungsergebnis bei Anwesenheit von Ethanol in der Ausatemluft.

Entwickeln Sie für die Reaktion von Ethanol mit saurer Dichromat-Lösung Teilgleichungen und eine Redoxgleichung.

Erläutern Sie an diesem Beispiel das Wesen der Redoxreaktion.

4

Name des Stoffes	Siedetemperatur in °C
Propan-1-ol	97
Hexan-1-ol	157
Propan-1,2,3-triol	290

**Tab. 2:** Siedetemperaturen

Begründen Sie die in Tabelle 2 dargestellte Zunahme der Siedetemperaturen.

Natrium ( $m = 2,3 \text{ g}$ ) soll im Labor gefahrlos durch wasserfreies Propan-1-ol beseitigt werden.

Berechnen Sie die notwendige Masse an Propan-1-ol.

5 Alkohole bilden z. B. mit organischen Säuren unter Zusatz konzentrierter Schwefelsäure Ester.

Wählen Sie aus dem Material einen Ester aus und formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Synthese dieses Esters.

Geben Sie einen Grund für den Einsatz von konzentrierter Schwefelsäure an.

Bei einer Synthese wurden aus 5 mol Säure und 4 mol Alkanol 2,8 mol Ester gebildet. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante  $K$  und die Esterausbeute.

## Thema V 1: Aromatische Nitroverbindungen

### Material:

Zu den organischen Nitroverbindungen zählen alle Derivate der Kohlenwasserstoffe, die eine oder mehrere funktionelle Nitrogruppen ( $-\text{NO}_2$ ) im Molekül tragen.

Handelt es sich bei dem organischen Rest um einen Benzolring werden sie als aromatische Nitroverbindungen (Nitroaromaten) bezeichnet. Sie lassen sich z. B. durch elektrophile Substitution am Benzol bzw. an Benzolderivaten mit einem Gemisch aus konzentrierter Salpetersäure und Schwefelsäure (Nitriersäure) herstellen. Durch Protonierung der Salpetersäure und anschließender Wasserabspaltung entstehen hochreaktive Nitronium-Ionen ( $\text{NO}_2^+$ ).

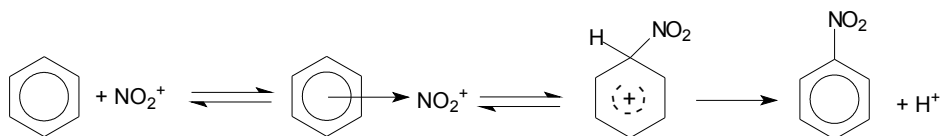
Der einfachste Nitroaromat ist Nitrobenzol.

Zu den bekanntesten Vertretern gehören die kristallinen Sprengstoffe 2-Methyl-1,3,5-trinitrobenzol (2,4,6-Trinitrotoluol – TNT) und 2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure). TNT ist heute noch einer der wichtigsten Explosivstoffe. Beim Zünden mit einer Sprengkapsel zerfällt es ohne zusätzliche Sauerstoffzufuhr mit hoher Geschwindigkeit in die gasförmigen Produkte Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Wasserdampf und Cyanwasserstoff (HCN).

Pikrinsäure wurde bis zum Ende des Ersten Weltkrieges wegen ihrer relativen Stoßunempfindlichkeit zum Befüllen von Granaten eingesetzt. Da sie aber aufgrund ihrer hohen Säurestärke ( $\text{p}K_{\text{S}} = 0,29$ ) die metallischen Bestandteile der Geschosse angreift, wurde sie später für diese Zwecke nicht mehr verwendet.

Im Sommer 2008 machte Pikrinsäure dennoch Schlagzeilen. In einigen Bundesländern rückten Sprengstoffkommandos der Polizei und Feuerwehr aus, um angeblich nicht ordnungsgemäß gelagerte Pikrinsäure in Schulen und Apotheken „sicherzustellen“. Ein Chemieprofessor äußerte sich sinngemäß dazu: „Obwohl völlig eingetrocknete Pikrinsäure bei starkem Erhitzen und sehr starker Schlageinwirkung explodieren könnte, ist dieser falsche Umgang durch geschultes Personal auszuschließen. Die Zugabe von ein paar Tropfen Wasser macht die Substanz, was die explosive Wirkung betrifft, wieder ganz harmlos.“

- 1 Formulieren Sie für die Bildung der Nitronium-Ionen die Reaktionsgleichungen und erklären Sie mithilfe von Fachbegriffen und unter Verwendung des gegebenen Reaktionsschemas den Mechanismus der Bildung von Nitrobenzol.



- 2 Entwickeln Sie für 2,4,6-Trinitrotoluol die Strukturformel und berechnen Sie die Volumenarbeit unter Standardbedingungen für den Zerfall von 1 kg TNT.

**Hinweis:**  $W_{\text{m}}^0 = -19,8 \text{ kJ/mol}$  bezogen auf ein Mol TNT

Erklären Sie mithilfe von Strukturbetrachtungen die hohe Säurestärke der Pikrinsäure.

Bewerten Sie die durch die Verwaltungen der Bundesländer im Sommer 2008 veranlassten Aktionen zur Pikrinsäureentsorgung.

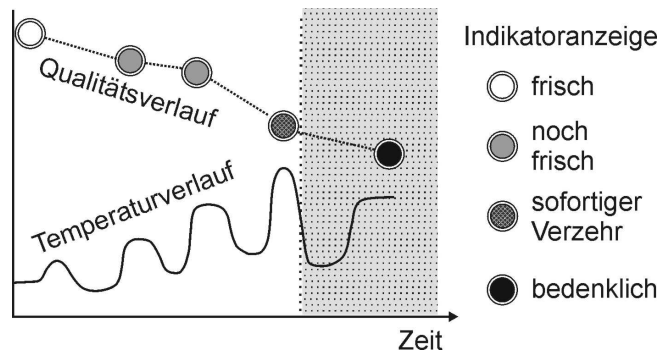
## Thema V 2: Qualität von Lebensmitteln - Verpackung

### Material:

Verpackungen schützen vor Schäden, verhindern also einerseits, dass etwas ausläuft, gequetscht oder verschmutzt wird und andererseits, dass Licht und Sauerstoff oxidative Vorgänge in Gang setzen, die Farbe und Geschmack beeinträchtigen. Auf einer komplexeren Ebene bilden Verpackungen eine Barriere gegen alles, was den Inhalt geschmacklich verändert oder ihren Nährwert schmälert.

„Gekühlt mindestens haltbar bis...“. Wer kennt nicht die Mindesthaltbarkeitsdaten, die mehr oder weniger versteckt auf abgepackten Lebensmitteln sichtbar sind. Lebensmittel sind manchmal verdorben, auch wenn sie laut Aufdruck noch in Ordnung sein müssten. Häufig passiert unbemerkt auch das Gegenteil. Lebensmittel werden nur deshalb als ungenießbar erachtet, weil das Mindesthaltbarkeitsdatum überschritten ist. Der Grund dafür ist, dass sich dieses Datum nur auf die Haltbarkeit unter den angegebenen Bedingungen (z. B. 8 °C) bezieht. Wird die Kühlkette in die eine oder die andere Richtung unterbrochen, werden schädliche Bakterien entweder schon früher oder erst später wirksam.

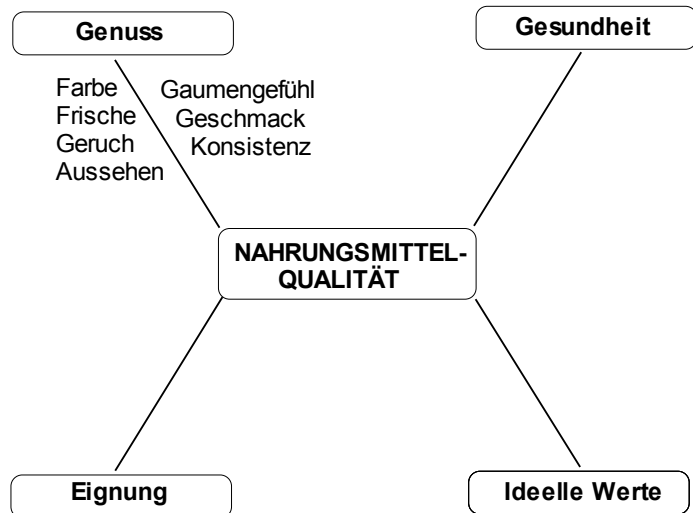
Eine Lösungsidee ist ein Etikett, das mit der Farbveränderung die Qualität des Produkts veranschaulicht. Dazu kann ein Zeit-Temperatur-Indikator, der aus Fetten in Kombination mit Enzymen, Wasser und einem pH-Indikator besteht, verwendet werden. Sobald das Produkt verpackt ist, wird das Etikett durch Vermischen der Edukte aktiviert. Zeit-Temperatur-Indikatoren informieren den Verbraucher über die Einhaltung der Kühlkette bei dem Transport und der Lagerung von Lebensmitteln.



1 Bewerten Sie die Nahrungsmittelqualität am Kriterium Genuss und an einem weiteren Kriterium aus der nebenstehenden Abbildung.

2 Beschreiben Sie den Begriff „Mindesthaltbarkeitsdatum“.

Interpretieren Sie die Abbildung aus dem Material hinsichtlich des Einsatzes eines Zeit-Temperatur-Indikators zur persönlichen Lebensmittelkontrolle.



Erläutern Sie die chemische Wirkungsweise eines Zeit-Temperatur-Indikators.

**Hinweis:** Fette sind Ester z. B. Trihexadecansäureglycerinester (Tripalmitinsäureglycerinester,  $C_{51}H_{98}O_6$ )

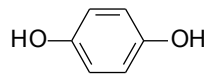
3 Geben Sie zwei Gründe dafür an, dass ein Produkt mit Frische-Signal des Zeit-Temperatur-Indikators doch verdorben sein kann.

### Thema V 3: Silbergleichgewichte

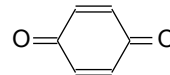
**Material:**

Bei der Herstellung von fotografischem Material werden Silberbromid und Silberiodid in Gelatineschichten eingebettet. Hierzu wird z. B. Silberbromid durch Reaktion einer Silbernitrat-Lösung mit einer Ammoniumbromid-Lösung gewonnen, wobei sich ein chemisches Gleichgewicht einstellt.

Bis eine Schwarz-Weiß-Fotografie vorliegt, müssen mehrere Teilvorgänge ablaufen. Wird das fotografische Material belichtet, reagieren die Bromid-Ionen fotochemisch zunächst zu Bromatomen, außerdem entstehen Silberatome. Beim Entwickeln reagieren durch Einsatz einer alkalischen Lösung von 1,4-Dihydroxybenzol (Hydrochinon) weitere Silber-Ionen zu elementarem Silber. Dabei entsteht auch 1,4-Benzochinon. Um eine Schwärzung des entwickelten Bildes durch weitere Belichtung zu verhindern, wird das restliche Silberbromid beim Fixieren mit Natriumthiosulfat-Lösung zur Reaktion gebracht. Die entstehende Lösung enthält u. a. Natrium-Ionen, Bromid-Ionen und komplexe Anionen. Anschließend wird das Bild gewaschen. Dieser Teilvorgang wird Wässern genannt.



Hydrochinon



1,4-Benzochinon

- 1 Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung für die Gewinnung von Silberbromid und treffen Sie eine begründete Aussage zur Lage des Gleichgewichts.

Geben Sie die Teilvorgänge des fotografischen Prozesses an.

Formulieren Sie die chemischen Gleichungen der im Material beschriebenen Reaktionen. Ordnen Sie diese den entsprechenden Teilvorgängen zu.

Ordnen Sie die Reaktion beim Entwickeln einer Reaktionsart zu und begründen Sie.

Begründen Sie, dass durch Fixieren die Schwärzung des entwickelten Bildes durch weitere Belichtung verhindert wird.

- 2 In einem Labor soll verunreinigtes Silberbromid von löslichen Fremdbestandteilen befreit werden. Dazu wird es mit 400 mL destilliertem Wasser gewaschen. Berechnen Sie die Masse des Silberbromids, das dabei als Waschverlust entsteht.