



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2009

CHEMIE (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 300 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.

Thema G 1:	Eine bedeutende organische Säure	<input type="checkbox"/>
Thema G 2:	Chlor und Chlorverbindungen	<input type="checkbox"/>
Thema V 1:	Energetik	<input type="checkbox"/>
Thema V 2:	Muscheln	<input type="checkbox"/>
Thema V 3:		<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:.....

Thema G 1: Eine bedeutende organische Säure

Material:

Oxalsäure (Ethandisäure) kommt zusammen mit einem ihrer Kaliumsalze, dem Kaliumhydrogenoxalat u. a. in Rhabarber, Sauerampfer und Wald-Sauerklée vor. In Hungerzeiten nach dem Ersten Weltkrieg kam es zu Vergiftungen und sogar zu Todesfällen, als z. B. Blätter dieser Pflanzen in größeren Mengen gegessen wurden. Die Oxalsäure reagiert mit den in Körperflüssigkeiten enthaltenen Calcium-Ionen zu schwerlöslichem Calciumoxalat, wodurch der Calciumhaushalt gestört wird und die Nierenkanälchen verstopfen. Deshalb sollte sie im Gegensatz zu Ameisensäure (Methansäure) und Essigsäure (Ethansäure) auch nicht zum Entkalken von z. B. Kaffeemaschinen eingesetzt werden.



Oxalsäure bildet farblose Kristalle, die in Wasser und in Ethanol gut löslich sind. Wird sie schnell stark erhitzt, so zerfällt sie in Sauerstoff, Kohlenstoffmonooxid und Wasserdampf. Ihre reduzierende Eigenschaft unter Bildung von Kohlenstoffdioxid wird in der chemischen Analytik und beim Beizen von Wolle mit Kaliumdichromat genutzt. Die Dichromat-Ionen ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) reagieren im sauren Milieu zu Chrom(III)-Ionen. Weiterhin dient sie zur Entfernung von Rost- und Tintenflecken, wobei Rost (vereinfacht als Eisen(III)-oxid) unter Bildung von wasserlöslichen Trioxalatoferrat(III)-Ionen ($[\text{Fe}(\text{OOC-COO})_3]^{3-}$) reagiert.

- 1 Entwickeln Sie die LEWIS-Formeln für die Moleküle der Essigsäure und der Oxalsäure. Begründen Sie den Aggregatzustand der Oxalsäure bei Zimmertemperatur sowie die Löslichkeit in Wasser.

Erklären Sie den Aciditätsunterschied beider Säuren.

Formulieren Sie für die im Material beschriebenen chemischen Umsetzungen die Gleichungen und ordnen Sie begründet zwei der vier Reaktionen jeweils einer unterschiedlichen Reaktionsart zu.

Ermitteln Sie mithilfe der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung, ab welcher Temperatur die Zerfallsreaktion exergonisch wird.

Hinweis: $\Delta_{\text{B}}H_{\text{m}}^{\circ}(\text{Oxalsäure}) = -830 \text{ kJ/mol}$, $S_{\text{m}}^{\circ}(\text{Oxalsäure}) = 120 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$

Gedankenexperiment:

In drei Reagenzgläsern befinden sich verdünnte wässrige Lösungen von Ameisensäure, Calciumchlorid und Oxalsäure. Zusätzlich steht nur die Indikator-Lösung Methylorange zur Verfügung.

Beschreiben und begründen Sie eine Vorgehensweise zur Identifizierung der einzelnen Lösungen durch chemische Reaktionen.

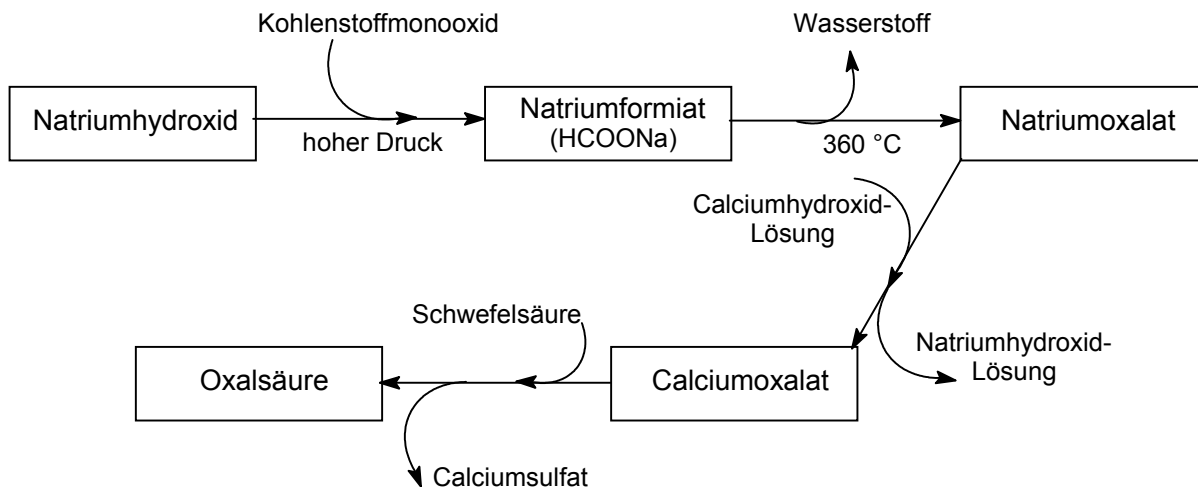
- 2 Wegen ihrer biologisch aktiven Wirkung wird eine wässrige Lösung, die 3 g handelsübliche Oxalsäure ($\text{HOOC-COOH} \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$) in 100 mL Lösung enthält, von Imkern zur Bekämpfung von Varroamilben in Bienenstöcken eingesetzt.

Formulieren Sie für die stufenweise Protolyse der Oxalsäure mit Wasser die Reaktionsgleichungen und erläutern Sie daran das Wesen dieser Reaktionsart.

Berechnen Sie unter Vernachlässigung der zweiten Protolysestufe und unter der Annahme, dass die Oxalsäure näherungsweise als schwache Säure betrachtet wird, den pH-Wert dieser von Imkern genutzten Lösung.

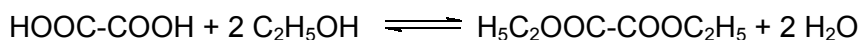
Leiten Sie in Bezug zum Ergebnis eine Schlussfolgerung für den Umgang mit dieser Oxalsäure-Lösung ab.

- 3 Das nachfolgende Schema zeigt vereinfacht ein angewandtes Verfahren der Oxalsäureherstellung.



Entwickeln Sie die Reaktionsgleichungen für die im Schema dargestellten Reaktionsschritte und begründen Sie die angegebene Reaktionsbedingung für den ersten Schritt.

- 4 Der durch chemische Reaktion von Oxalsäure mit Ethanol gewonnene Oxalsäurediethylester wird zur Herstellung von Speziallacken verwendet.



In einem Reaktionsgefäß werden Oxalsäure ($c_0 = 3 \text{ mol/L}$) und Ethanol ($c_0 = 6 \text{ mol/L}$) zur Reaktion gebracht.

Um den Ablauf der chemischen Umsetzung zu verfolgen, werden dem Reaktionsgemisch bei konstanter Temperatur zu bestimmten Zeiten Proben entnommen und die Stoffmengenkonzentration an Oxalsäurediethylester wird bestimmt.

Reaktionszeit in min	0,5	1	2	4	10	30	60
Esterkonzentration in mol/L	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,6

Hinweis: Die bei der Reaktion und durch die Probeentnahme auftretende geringe Volumenänderung ist zu vernachlässigen.

Berechnen Sie die Konzentrationen aller im chemischen Gleichgewicht vorliegenden Stoffe und die Gleichgewichtskonstante K .

Thema G 2: Chlor und Chlorverbindungen

1 Nachweisreaktionen

Experiment:

Die verdünnten wässrigen Lösungen folgender Stoffe sind durch einfache Experimente zu identifizieren: Bariumchlorid, Chlorwasserstoff, Eisen(III)-chlorid, Kaliumchlorid.

Entwickeln Sie einen Plan zur Identifizierung.

Fordern Sie die benötigten Chemikalien an.

Führen Sie die Nachweise durch und werten Sie aus.

2 Chlor – eine reaktionsfreudige Elementsubstanz

Chlor reagiert mit vielen Metallen und Nichtmetallen. Stellvertretend dafür stehen die Reaktionen mit Natrium und mit Wasserstoff.

Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen und beschreiben Sie den Bau der entstehenden Reaktionsprodukte.

Außerdem reagiert Chlor mit einer Kaliumbromid-Lösung.

Begründen Sie dieses Reaktionsverhalten.

Material 1:

Im Jahre 1774 experimentierte der schwedische Apotheker C. W. SCHEELE mit Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) und Braunstein (Mangan(IV)-oxid). Er beobachtete das Aufsteigen eines gelbgrünen, stechend riechenden Gases, das erst Jahrzehnte später vom englischen Chemiker DAVY als Chlor erkannt und bezeichnet wurde. Dieses Experiment, bei dem neben Chlor auch Wasser und Mangan(II)-chlorid entstehen, wird im Labor heute noch zur Darstellung geringer Chlormengen genutzt.

Wird Chlor in Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung) eingeleitet, so entsteht eine Lösung, die sowohl Chlorid- als auch Hypochlorit-Ionen (ClO^-) enthält.

Die Lösung der Chlorverbindung Calciumhypochlorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) lässt sich zum Bleichen oder Desinfizieren nutzen. Bei bestimmten Bedingungen zersetzt sich diese Verbindung unter Bildung des entsprechenden Chlorids und Sauerstoff. Letzterer ist für die bleichende und desinfizierende Wirkung verantwortlich.

Geben Sie Namen und Formeln von vier Stoffen an, in denen Chlor unterschiedliche Oxidationszahlen hat.

Entwickeln Sie für die im Material 1 angegebene Möglichkeit der Darstellung von Chlor im Labor sowie für die beschriebene Bildung und Zersetzung des genannten Hypochlorits die Reaktionsgleichungen.

Eine weitere Möglichkeit, Chlor darzustellen, ist die Reaktion von Natriumchlorid mit stark angesäuerter Kaliumpermanganat-Lösung, wobei diese entfärbt wird.

Formulieren Sie mithilfe von Teilgleichungen eine Gesamtgleichung.

Erläutern Sie an einem der Beispiele für die Chlordarstellung das Donator-Akzeptor-Prinzip.

3 Reaktionen und Weiterverarbeitung von Chlor

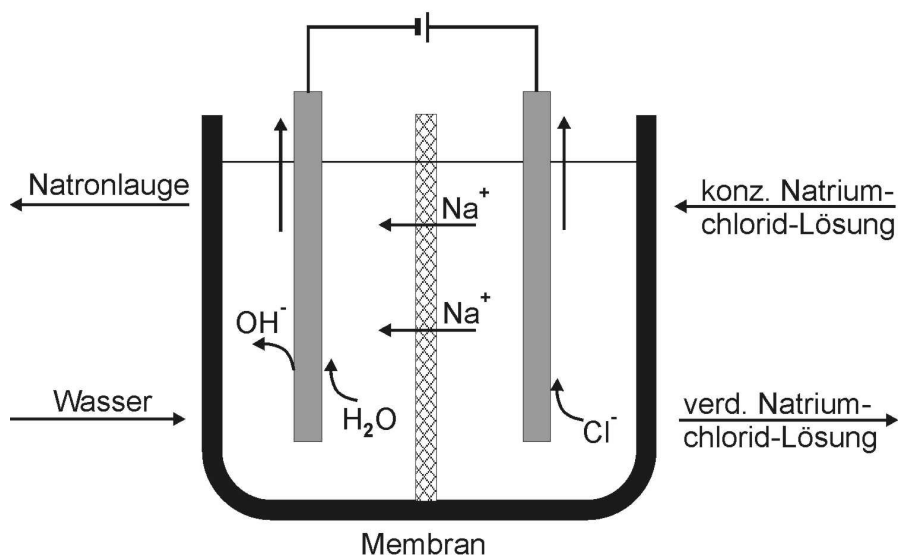
Viele Chlorkohlenwasserstoffe, die bei Reaktionen des Chlors mit Methan, mit Ethen und mit Benzol entstehen, sind Zwischenprodukte z. B. bei der Herstellung von Lösungsmitteln, Chlorkautschuk, Farbstoffen und Kunststoffen.

Entwickeln Sie für die genannten Reaktionen jeweils eine Gleichung und wählen Sie eine der Reaktionen aus, für die Sie den ablaufenden Reaktionsmechanismus benennen und beschreiben.

4 Technische Herstellung von Chlor

Material 2:

Schematische Darstellung der Elektrolyse von Natriumchlorid-Lösung nach dem Membran-Verfahren



Großtechnisch kann Chlor mithilfe der Chlor-Alkali-Elektrolyse nach dem Membran-Verfahren entsprechend Material 2 gewonnen werden.

Formulieren Sie Gleichungen für die Elektrodenreaktionen.

Geben Sie den Entstehungsort der Natronlauge und zwei Gründe für den Membraneinsatz an.

In einer Elektrolysezelle wird innerhalb eines Tages eine Natriumchlorid-Lösung bei einer Stromstärke von $I = 30 \text{ kA}$ und einem Wirkungsgrad $\eta = 70 \%$ elektrolysiert.

Berechnen Sie das unter Standardbedingungen abgeschiedene Chlorvolumen.

Hinweis: molares Standardvolumen $V_m^0 = 24 \text{ L/mol}$

Thema V 1: Energetik

- 1 Calciumoxid, ein wichtiges industrielles Zwischenprodukt, wird durch thermische Zersetzung von Kalkstein (Calciumcarbonat) in großen Mengen erzeugt. Es wird beispielsweise als basisches Ofenfutter bei der Stahlgewinnung verwendet und ist Ausgangsstoff für die Herstellung von Calciumcarbid, Zement und Baustoffkalk.

Entwickeln Sie für die Herstellung von Calciumoxid die chemische Gleichung. Formulieren Sie auf der Grundlage von Berechnungen eine Aussage zur Spontanität dieser Reaktion bei Temperaturen von $\vartheta_1 = 25 \text{ °C}$ und $\vartheta_2 = 1000 \text{ °C}$.

- 2 Zwischen der molaren freien Standardreaktionsenthalpie und der Gleichgewichtskonstanten besteht folgender funktionaler Zusammenhang: $\Delta_R G_m^0 = -R \cdot T \cdot \ln K$

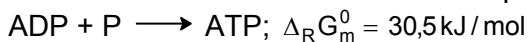
Diskutieren Sie den Zusammenhang zwischen molarer freier Standardreaktionsenthalpie und der Lage des Gleichgewichts für zwei Fälle.

Material:

Hefen der Gattung *Saccharomyces* werden in vielen Bereichen eingesetzt. Neben ihrer Verwendung beim Backen sind diese Hefen auch an Gärungsprozessen zur Herstellung von Bier und Wein beteiligt. Ebenso werden sie bei der Erzeugung von Ethanol-Kraftstoff und Cellulose-Ethanol eingesetzt.

Wenn Hefezellen reichlich Sauerstoff zur Verfügung haben, verstoffwechseln sie Glucose mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Wird Sauerstoff knapp, kann die Hefe ihren Citronensäure-Zyklus sowie ihre Atmungskette stilllegen und die Glucose stattdessen zu Ethanol und Kohlenstoffdioxid vergären.

Energie aus biochemischen Prozessen wird in Form von ATP gespeichert und kann für andere Lebensvorgänge genutzt werden. Dabei kann nur die freie Reaktionsenthalpie als Triebkraft für Folgereaktionen verwendet werden. Die nachfolgende Gleichung stellt in vereinfachter Form die Reaktion zur Speicherung der Energie dar.



Je verstoffwechseltes Molekül Glucose werden 38 Moleküle ATP und je vergorenes Molekül Glucose zwei Moleküle ATP erzeugt.

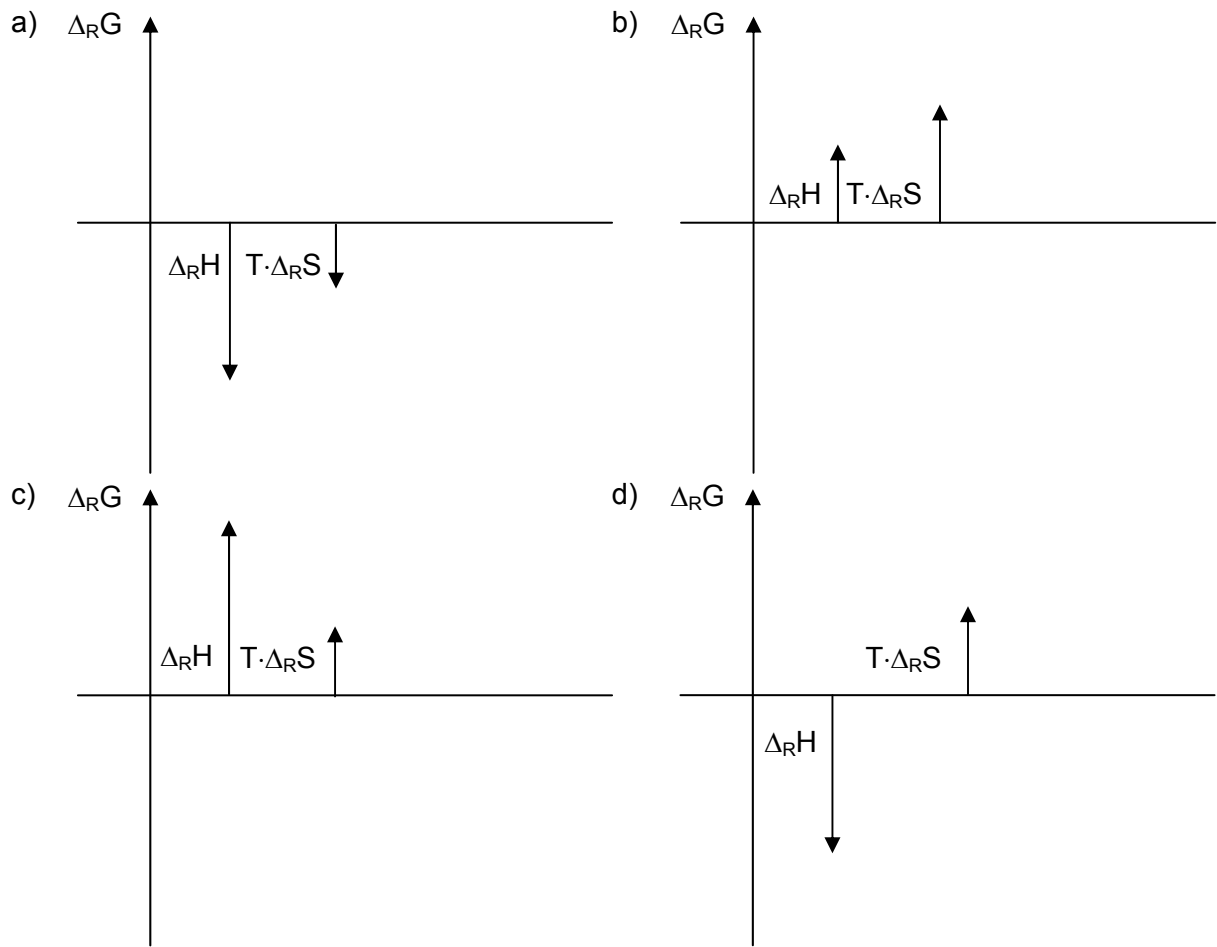
- 3 Formulieren Sie für die vollständige Verbrennung und für die Gärung von Glucose die Reaktionsgleichungen und geben Sie das Verhältnis der speicherbaren Energien beider Reaktionen an.

Treffen Sie begründete Aussagen zur Freiwilligkeit der in den Diagrammen auf Seite 7 veranschaulichten energetischen Zusammenhänge.

Ordnen Sie eine der beiden im Material beschriebenen Reaktionen einem Diagramm zu und begründen Sie.

Hinweis: Die Zuordnung ist ohne Berechnung ausreichend.

Diagramme zum Thema V 1: Energetik



Thema V 2: Muscheln

Material:

Die Uratmosphäre der Erde enthielt im Präkambrium 16 % Kohlenstoffdioxid. Meeresorganismen, wie z. B. Muscheln und Algen, verringerten im Laufe der Zeit den Anteil des atmosphärischen Kohlenstoffdioxids, gleichzeitig nahm der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre zu. Die Algen im Meer verarbeiten große Mengen Kohlenstoffdioxid und produzieren damit Sauerstoff und Glucose. Durch diese „Tätigkeit“ der Algen wird im engeren Umfeld Kalktuff (poröses Calciumcarbonat) als Begleiterscheinung gebildet.

Kohlenstoffdioxid löst sich gut in Wasser, deshalb enthalten Gewässer physikalisch gelöstes Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure, welche protolysiert.

Durch die Protolyse der Kohlensäure bedingt, bildet sich mit den ebenfalls in Gewässern enthaltenen Calcium-Ionen das folgende Gleichgewicht aus:



Eine weitaus größere Menge an Calciumcarbonat (Kalk) wird von Meerestieren (Korallen, Muscheln) gebildet. Sie bauen mithilfe des hydrogencarbonathaltigen Wassers ihre Kalkgehäuse auf und geben dabei u. a. Kohlenstoffdioxid an die Umgebung ab.

Die Muschelschale besteht vereinfachend hauptsächlich aus Kalk, dessen Kristalle mittels einer organischen, wasserunlöslichen Substanz verkittet sind.

Heute ist in den kalkhaltigen Sedimenten und Gebirgen ein großer Anteil des Kohlenstoffs im Calciumcarbonat gebunden und die Atmosphäre enthält nur noch ca. 0,03 % Kohlenstoffdioxid.

- 1 Erklären Sie den Beitrag der Algen zur Verminderung des Gehaltes an Kohlenstoffdioxid in der Uratmosphäre.

Begründen Sie mithilfe von Betrachtungen am gegebenen Gleichgewicht, dass im engeren Umfeld der Algen eine Kalktuffbildung zu beobachten ist.

Formulieren Sie für zwei weitere im Material beschriebene Vorgänge Reaktionsgleichungen.

- 2 Entnehmen Sie das Arbeitsblatt auf Seite 9 und vervollständigen Sie es unter Verwendung des Materials. Arbeiten Sie auch die Stöchiometriefaktoren ein.

Hinweis: Der Beitrag der Algen wird vernachlässigt.

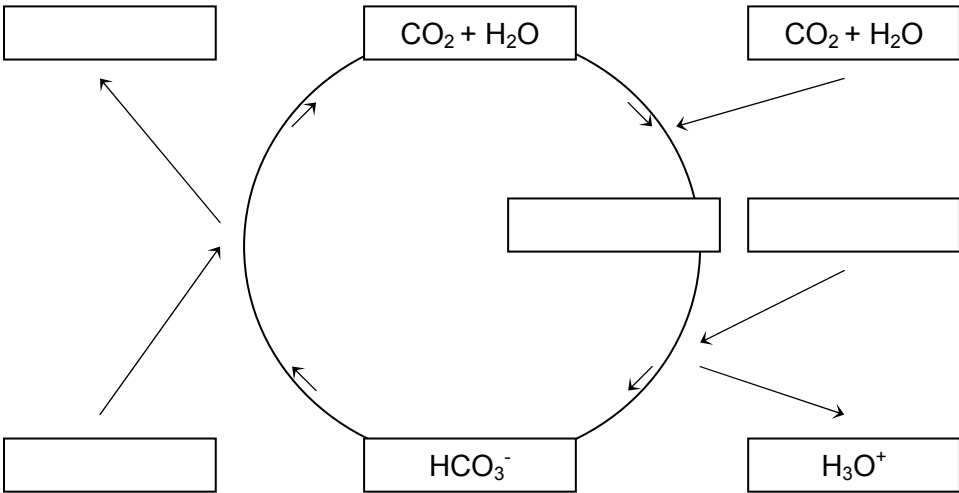
Begründen Sie die folgende Aussage: „Die Muscheln haben zur Verringerung des Kohlenstoffdioxidanteils in der Uratmosphäre beigetragen, obwohl bei der Bildung des Kalkgehäuses Kohlenstoffdioxid an die Umgebung abgegeben wird.“

Gehen Sie dabei auch auf die mögliche Funktion der Verkittung ein.

- 3 Ein für eine Analyse vorbereitetes Stück einer Muschelschale wird in überschüssiger Salzsäure (mit bekannter Konzentration und bekanntem Volumen) soweit wie möglich zur Reaktion gebracht (Schritt 1), stark erwärmt (Schritt 2) und anschließend abgekühlt. Die filtrierte Lösung (Schritt 3) wird mit Natriumhydroxid-Lösung bis zum Äquivalenzpunkt titriert (Schritt 4). Es wird das Volumen $V(\text{NaOH})$ bestimmt. Begründen Sie die Arbeitsschritte (1) bis (4).

Erläutern Sie, dass mit dieser Methode ein Rückschluss auf den Carbonatgehalt der Muschelschale möglich ist.

Arbeitsblatt zum Thema V 2: Muscheln



Thema V 3: