

© International Baccalaureate Organization 2024

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2024

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2024

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.



Chemie Leistungsstufe 2. Klausur

9. Mai 2024

Zone A Vormittag | Zone B Vormittag | Zone C Vormittag

Prüfungsnummer des Kandidaten

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2 Stunden 15 Minuten

Hinweise für die Kandidaten

- Tragen Sie Ihre Prüfungsnummer in die Kästen oben ein.
- Öffnen Sie diese Klausur erst, wenn Sie dazu aufgefordert werden.
- Beantworten Sie alle Fragen.
- Sie müssen Ihre Antworten in die für diesen Zweck vorgesehenen Felder schreiben.
- Für diese Klausur ist ein Taschenrechner erforderlich.
- Für diese Klausur ist ein unverändertes Exemplar des **Datenhefts Chemie** erforderlich.
- Die maximal erreichbare Punktzahl für diese Klausur ist **[90 Punkte]**.



Bitte schreiben Sie **nicht** auf dieser Seite.

Antworten, die auf dieser Seite geschrieben
werden, werden nicht bewertet.



Beantworten Sie **alle** Fragen. Sie müssen Ihre Antworten in die für diesen Zweck vorgesehenen Felder schreiben.

1. Eine organische Verbindung **A** hat bei der Analyse ihrer einzigen Verbrennungsprodukte, Kohlendioxid und Wasser, die folgende Massenzusammensetzung.

C / %	H / %
71,93	12,10

- (a) Umreißen Sie, warum diese Verbindung **kein** Kohlenwasserstoff ist. [1]

.....
.....
.....

- (b) Bestimmen Sie die empirische Formel von **A**. [2]

.....
.....
.....
.....

- (c) Eine Dampfprobe von **A** bei 200,0 °C und $1,00 \times 10^5$ Pa hat eine Dichte von $2,544 \times 10^3 \text{ g m}^{-3}$.

Bestimmen Sie die Molmasse und die Summenformel von **A**. [2]

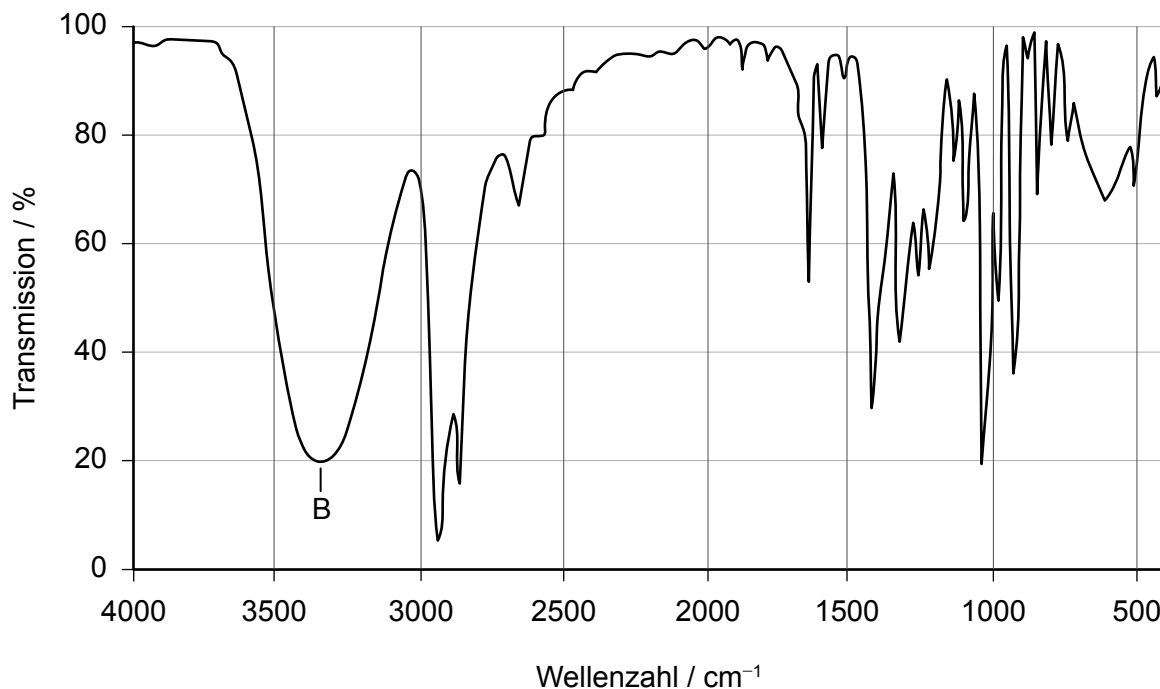
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 1)

(d) Das Infrarot- (IR-) Spektrum von **A** ist unten dargestellt.



Identifizieren Sie die Bindung, die für die mit **B** beschriftete Absorption in dem Infrarotspektrum verantwortlich ist. Verwenden Sie den Abschnitt 26 des Datenhefts.

[1]

.....

(e) **A** kann durch Erhitzen unter Rückfluss mit saurem Kaliumdichromat(VI) ($K_2Cr_2O_7$) in Verbindung **E** umgewandelt werden, die eine höhere Molekülmasse hat.

Identifizieren Sie, nur auf dieser Information basierend, **eine** funktionelle Gruppe, die in **E** vorhanden ist.

[1]

.....
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 1)

- (f) Leiten Sie eine mögliche Strukturformel für **A** ab, die mit den dargestellten Belegen in Einklang steht.

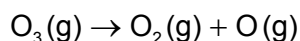
[1]



28EP05

Bitte umblättern

2. In der Stratosphäre wird Ozon durch ultraviolette Strahlung abgebaut.



- (a) Geben Sie die vollständige Elektronenkonfiguration eines Sauerstoffatoms und die Anzahl der ungepaarten Elektronen in diesem Atom an. [2]

Elektronenkonfiguration:

Ungepaarte Elektronen:

- (b) (i) Zeichnen Sie eine Lewis-Struktur (Elektronenformel) des Ozonmoleküls. [1]

.....

- (ii) Leiten Sie die formale Ladung an jedem der drei Sauerstoffatome ab, indem Sie diese in Ihrer Lewis-Struktur (Elektronenformel) in (b)(i) ergänzen. [2]

- (iii) Prognostizieren Sie die Form und den Bindungswinkel des Ozonmoleküls. [2]

.....

.....

.....

- (iv) Geben Sie den Hybridisierungszustand des zentralen Sauerstoffatoms im Ozon an. [1]

.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 2)

- (c) Schlagen Sie einen Wert in pm für die Bindungslängen im Ozonmolekül vor und erklären Sie Ihre Antwort. Verwenden Sie den Abschnitt 10 des Datenhefts. [2]

.....
.....
.....

- (d) Erklären Sie die Abhängigkeit der Dissoziation des zweiatomigen Sauerstoffs (O_2) und des Ozons (O_3) von der Wellenlänge der UV-Strahlung. [2]

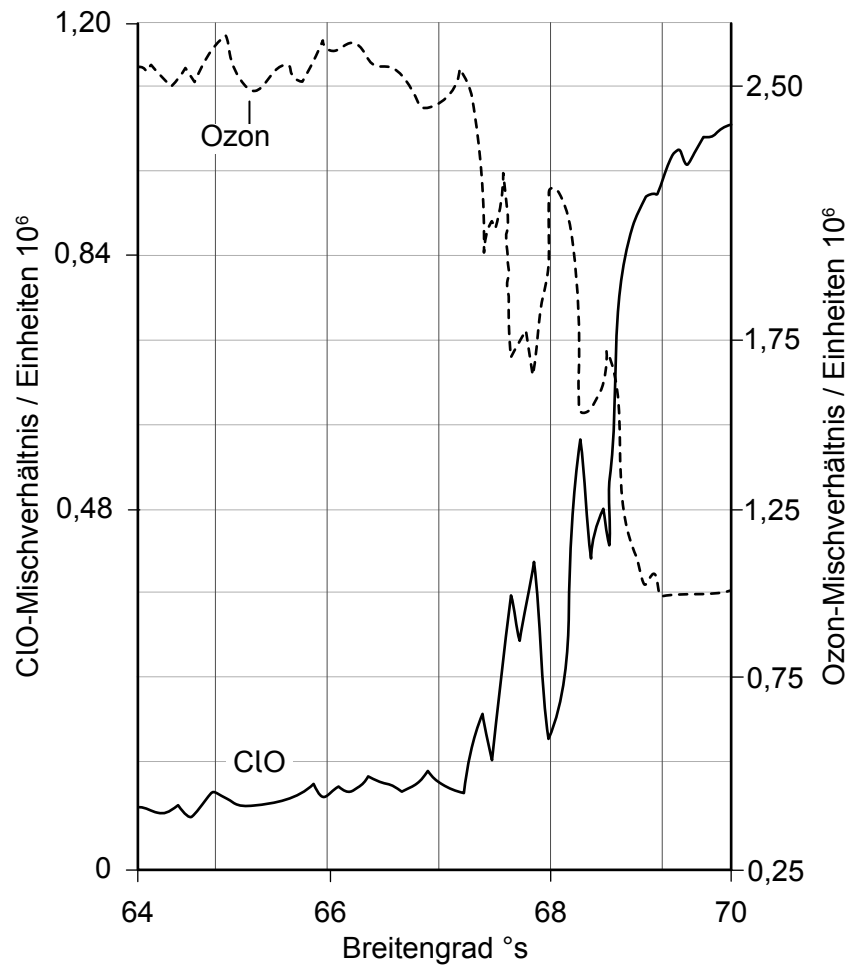
.....
.....
.....
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 2)

- (e) Die Konzentrationen von Ozonmolekülen und freien Chlormonoxid- (ClO-) Radikalen wurden gemessen.



(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 2)

- (i) Umreißen Sie den Zusammenhang zwischen der Konzentration von Ozon und freien ClO-Radikalen. [1]

.....

.....

- (ii) Nehmen Sie, basierend auf dieser Grafik, Stellung zu der Schlussfolgerung, dass das Loch in der Ozonschicht durch freie ClO-Radikale verursacht wird. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Wenn ein Chlor-Emissionsspektrum produziert wird, ist eine starke Linie bei 453 nm sichtbar. Bestimmen Sie die Photonenenergie des emittierten Lichts in J unter Verwendung von Abschnitt 1 und 2 des Datenhefts. [2]

.....

.....

.....

.....



3. Der Säure-Base-Charakter der Oxide der Elemente hängt von ihrer Position im Periodensystem ab.

(a) (i) Geben Sie **ein** Umweltproblem an, das von Schwefeldioxid (SO_2) verursacht wird. [1]

.....
.....

(ii) Schreiben Sie eine Gleichung um zu zeigen, wie Schwefeldioxid in der Atmosphäre reagiert und dadurch eine Sekundärverschmutzung erzeugt. [1]

.....
.....

(b) Durch Lösen von 0,100 mol Natriumoxid in destilliertem Wasser und Auffüllen des Gesamtvolumens auf $1,00 \text{ dm}^3$ wurde eine Lösung hergestellt.

(i) Schreiben Sie die Gleichung für die Reaktion zwischen Natriumoxid und Wasser. [1]

.....
.....

(ii) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung. [2]

.....
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 3)

(c) Blausäure (Cyanwasserstoff, IUPAC-Name: Hydrogencyanid, HCN (aq))
hat $K_a = 6,17 \times 10^{-10}$

(i) Bestimmen Sie den pH-Wert einer wässrigen $0,202 \text{ mol dm}^{-3}$ Blausäure-Lösung. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(ii) Geben Sie **eine** Annahme an, die für Ihre Berechnung in (c)(i) gemacht wird. [1]

.....
.....

(iii) Geben Sie die Zusammensetzung einer Pufferlösung an, die Blausäure enthält. [1]

.....
.....
.....



(Fortsetzung Frage 4)

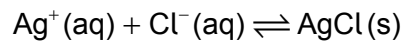
- (d) Geben Sie mit einer Begründung die Auswirkung einer Temperaturzunahme auf den Wert von K_c an. $\Delta H^\ominus > 0$.

[1]

.....
.....
.....

- (e) Geben Sie mit einer Begründung die Auswirkung der Zugabe von wässrigem Silbernitrat ($\text{AgNO}_3(\text{aq})$) auf die Lage (Position) dieses Gleichgewichts an.

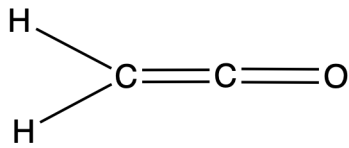
[1]



.....
.....
.....



5. Ethenon (CH₂CO) wird für die Synthese von pharmazeutischen Verbindungen verwendet.



(a) Schlagen Sie vor, warum die Verbindung diesen IUPAC-Namen erhalten hat. [2]

.....

.....

.....

(b) Vergleichen und kontrastieren Sie die intermolekularen Kräfte, die dazu führen, dass Ethenon weniger flüchtig ist als Kohlendioxid. [2]

.....

.....

.....

.....

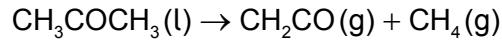
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 5)

(c) Ethenon kann durch die thermische Zersetzung von Propanon hergestellt werden.



(i) Berechnen Sie die Änderung der Standardenthalpie dieser Reaktion.
Verwenden Sie ΔH_f^\ominus Ethenon = $-87,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ und Abschnitt 12 des Datenhefts. [2]

.....

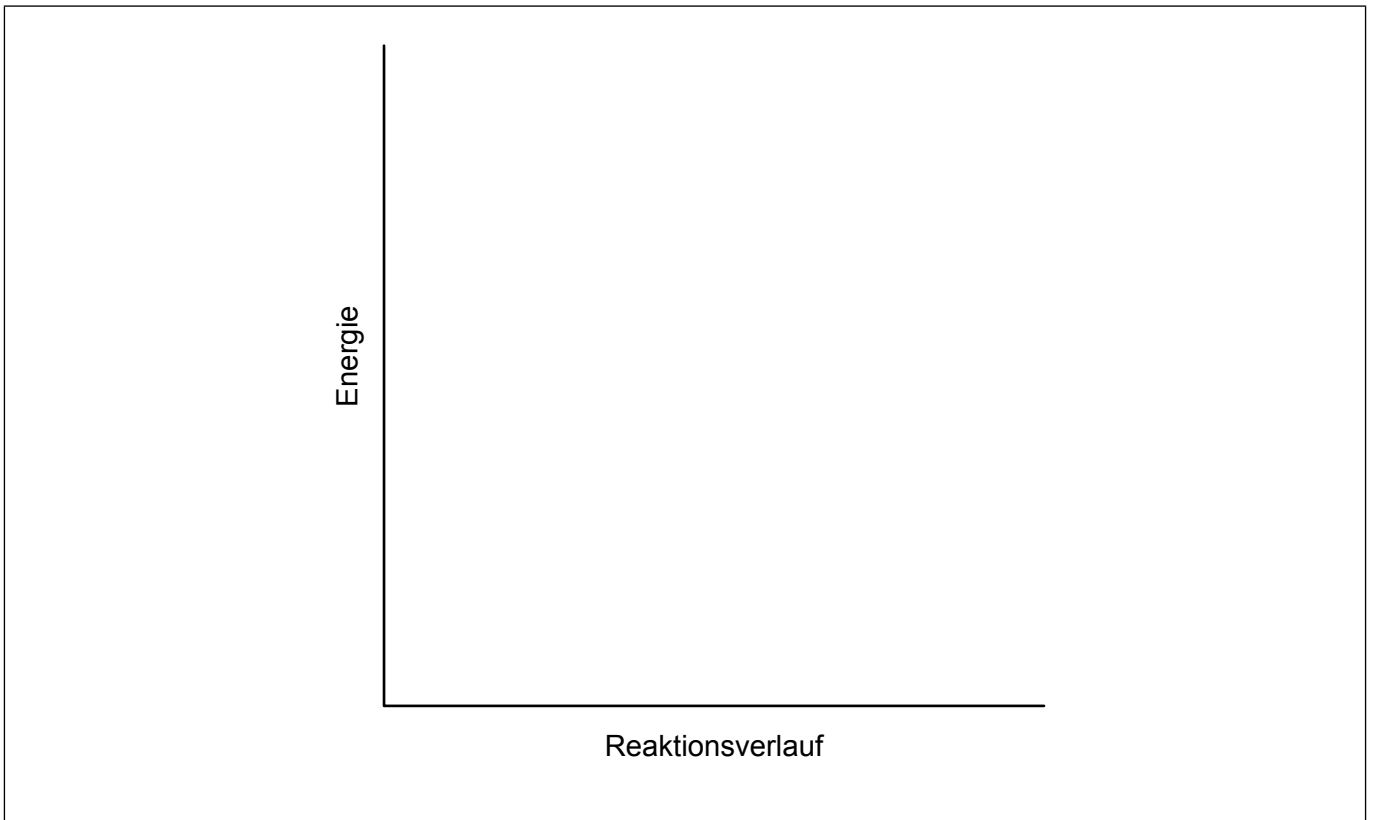
.....

.....

.....

.....

(ii) Skizzieren Sie das Potenzialenergie-Diagramm für die thermische Zersetzung von Propanon in (c)(i). Verwenden Sie die vorgegebenen Achsen und geben Sie die Reaktionsenthalpie und die Aktivierungsenergie an. [2]

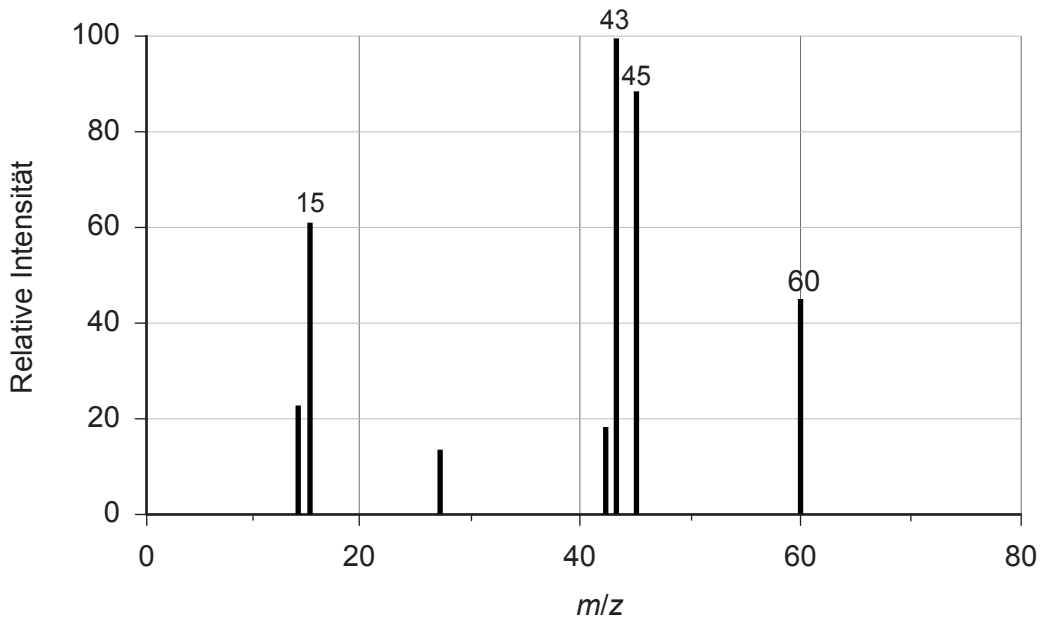


(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 5)

- (d) Ethenon kann in Verbindung **G** umgewandelt werden, die in wässriger Lösung langsam mit Metalloxiden reagiert. Das Massenspektrum von **G** ist dargestellt.



[Quelle: Mit freundlicher Genehmigung. © United States of America as represented by the Secretary of Commerce (Die Vereinigten Staaten von Amerika vertreten durch den Handelsminister).]

Leiten Sie, basierend auf dem Spektrum, die Identität der Verbindung **G** mit **zwei** Begründungen ab.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

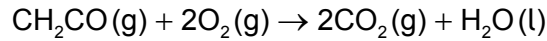
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 5)

- (e) 10,0 cm³ Ethenon wird mit 100 cm³ Sauerstoff gemischt und vollständig verbrannt.



Bestimmen Sie das Endvolumen des Gasgemischs, nachdem das Reaktionsgemisch wieder die ursprüngliche Temperatur und den ursprünglichen Druck angenommen hat. [2]

.....

.....

.....

.....

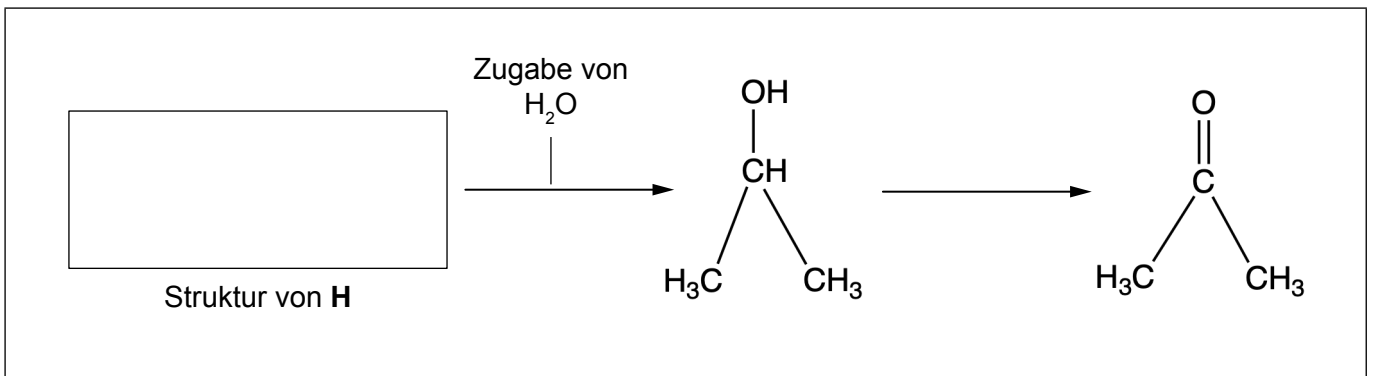
- (f) Bei Berechnungen wird oft angenommen, dass sich reale Gase wie ideale Gase verhalten.

Geben Sie **einen** Grund dafür an, warum sich Gase wie Kohlendioxid und Ethenon bei hohem Druck weniger ideal verhalten. [1]

.....

.....

- (g) Aceton (IUPAC-Name: Propanon) kann durch die Oxidation von 2-Propanol (IUPAC-Name: Propan-2-ol) synthetisiert werden. 2-Propanol (IUPAC-Name: Propan-2-ol) kann aus **H** durch die Zugabe von Wasser synthetisiert werden.



Zeichnen Sie die Struktur von **H**. [1]

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 5)

(h) 1-Butanol (n-Butanol, IUPAC-Name: Butan-1-ol) kann aus 1-Chlorbutan und Natriumhydroxid produziert werden.

(i) Identifizieren Sie den Typ des Reaktionsmechanismus dieser Reaktion. [1]

.....
.....

(ii) Erklären Sie den Reaktionsmechanismus unter Verwendung von gebogenen Pfeilen zur Darstellung der Bewegung der Elektronenpaare. [3]

(i) (i) Zeichnen Sie die Stereoisomere von 2-Chlorbutan mithilfe von Keilstrichformeln. [1]

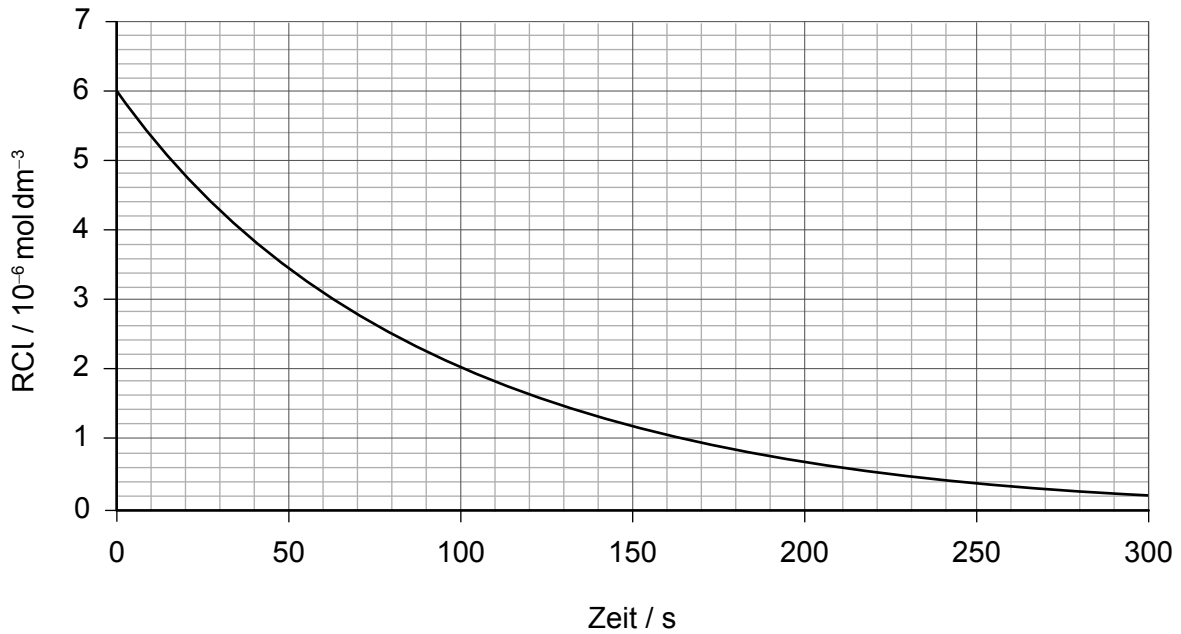
(ii) Umreißen Sie, wie **zwei** Enantiomere unterschieden werden können. [2]

.....
.....
.....



(Fortsetzung Frage 6)

Eine Grafik von $[RCl]$ gegen die Zeit ist für Experiment 3 dargestellt.



- (i) Bestimmen Sie unter Verwendung der Grafik die fehlenden Werte in der Tabelle für **Experiment 3**. Begründen Sie Ihre Antwort. [3]

Anfangs- $[RCl]$:

.....

Anfangsgeschwindigkeit:

.....

.....

.....

.....

- (ii) Leiten Sie die Reaktionsordnung in Bezug auf jeden der Reaktanten ab. [2]

.....

.....

.....

.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 6)

- (iii) Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante mit Einheiten bei dieser Temperatur unter Verwendung der Daten aus **Experiment 1** in (a). [2]

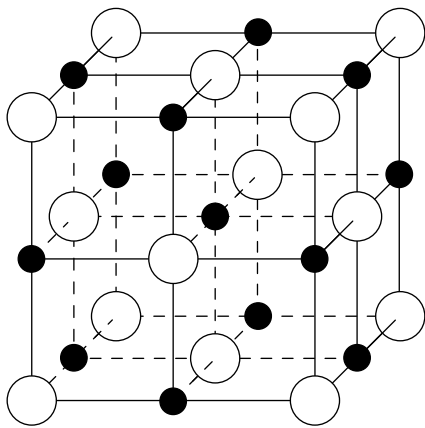
.....
.....
.....
.....

- (b) Erklären Sie, warum die Erhöhung der Temperatur die Geschwindigkeit (Reaktionsrate) einer chemischen Reaktion erhöht. [2]

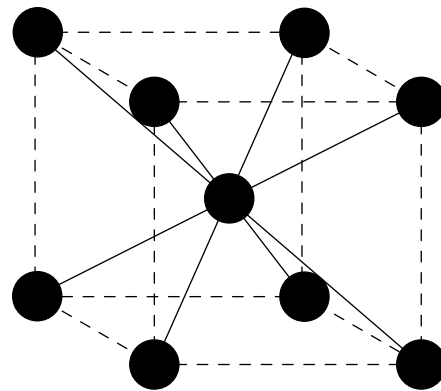
.....
.....
.....
.....



7. Die Strukturen von Natriumbromid und Natrium-Metall sind unten dargestellt.



Natriumbromid



Natrium-Metall

(a) Schlagen Sie eine Methode vor, mit der diese Strukturen bestimmt werden könnten. [1]

.....
.....

(b) Geben Sie an und beschreiben Sie die in den beiden festen Strukturen vorhandenen Bindungen. [2]

NaBr:

Na:

(c) Schreiben Sie die Halbgleichungen für die Bildung der Produkte an der positiven Elektrode (Anode) und der negativen Elektrode (Kathode), wenn geschmolzenes Natriumbromid elektrolysiert wird. [2]

Positive Elektrode (Anode):

Negative Elektrode (Kathode):

(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 7)

- (d) Bestimmen Sie die Produkte, die an jeder Elektrode während der Elektrolyse einer wässrigen Lösung von Natriumbromid gebildet werden. Verwenden Sie den Abschnitt 24 des Datenhefts.

[2]

Positive Elektrode (Anode):

.....

.....

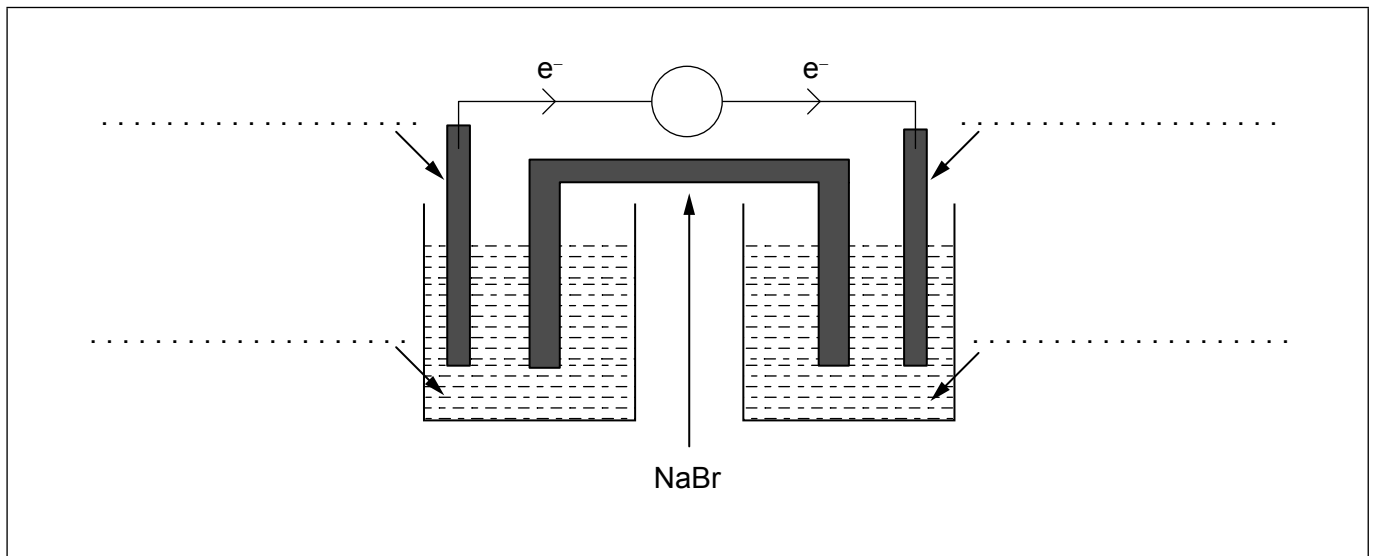
Negative Elektrode (Kathode):

.....

.....

- (e) Eine Natriumbromid-Lösung kann für eine Salzbrücke in einer galvanischen Zelle verwendet werden. Kommentieren Sie das Diagramm der dargestellten galvanischen Zelle mit Magnesium (Mg) und Zink (Zn). Verwenden Sie den Abschnitt 24 des Datenhefts.

[2]



(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



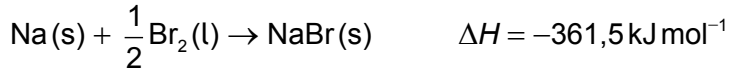
28EP23

Bitte umblättern

(Fortsetzung Frage 7)

- (f) Bestimmen Sie die Gitterenthalpie von Natriumbromid unter Verwendung der unten angegebenen Daten und der Abschnitte 8 und 11 des Datenhefts.

[3]



.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (g) Berechnen Sie die Enthalpie der Natriumbromidlösung. Verwenden Sie Ihre Antwort auf die Aufgabe (f) und den Abschnitt 20 des Datenhefts. (Falls Sie keine Antwort auf die Aufgabe (f) gefunden haben, verwenden Sie einen Wert von 754 kJ mol^{-1} , obwohl dies nicht die richtige Antwort ist).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (h) Prognostizieren Sie das Ergebnis der Reaktionen von wässrigem Natriumbromid einzeln mit Iod oder Chlor jeweils mit einer Begründung.

[2]

Iod:

.....

Chlor:

.....



Disclaimer:

Die bei IB-Prüfungen verwendeten Inhalte entstammen Originalwerken von Dritten. Die in ihnen geäußerten Meinungen sind die der jeweiligen Autoren und/oder Herausgeber und geben nicht notwendigerweise die Ansichten von IB wieder.

Quellenangaben:

- 1.(d) Irina Doroshenko et al. Infrared Absorption Spectra of Monohydric Alcohols. Dies ist ein Open-Access-Artikel, der unter der Creative Commons Attribution License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> verbreitet wird. Quelle bearbeitet.
- 2.(e) Rowland, F.S., 2006. Stratospheric ozone depletion. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 361(1469), S. 769–790. [E-journal] Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16627294/> [Abgerufen am 12. April 2023]. Quelle bearbeitet.
- 5.(d) Mit freundlicher Genehmigung. © United States of America as represented by the Secretary of Commerce [Die Vereinigten Staaten von Amerika vertreten durch den Handelsminister].

Alle anderen Texte, Grafiken und Illustrationen © International Baccalaureate Organization 2024



28EP25

Bitte schreiben Sie **nicht** auf dieser Seite.

Antworten, die auf dieser Seite geschrieben
werden, werden nicht bewertet.



28EP26

Bitte schreiben Sie **nicht** auf dieser Seite.

Antworten, die auf dieser Seite geschrieben
werden, werden nicht bewertet.



28EP27

Bitte schreiben Sie **nicht** auf dieser Seite.

Antworten, die auf dieser Seite geschrieben
werden, werden nicht bewertet.



28EP28