

© International Baccalaureate Organization 2025

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 2025

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, 2025

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

3. November 2025

Zone A Vormittag | **Zone B** Vormittag | **Zone C** Vormittag

Prüfungsnummer des Kandidaten

2 Stunden 30 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]**.



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

1. Stickstoffmonoxid (NO (g)) entsteht in Verbrennungsmotoren und in Düsentriebwerken.

(a) Umreißen Sie einen Grund dafür, dass NO ein Schadstoff ist.

[1]

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

(b) Berechnen Sie die Menge in mol an NO in $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ Motorabgas, das 0,10 % (Volumenprozent) NO bei 200 °C und $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ enthält.

Verwenden Sie die Abschnitte 1 und 2 des Datenhefts.

[3]

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

(c) Umreißen Sie, warum NO mehr als Stickstoff (N_2) vom Modell idealer Gase abweicht.

[2]

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

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



(Fortsetzung Frage 1)

(d) In einem Auspuff-Abgaskatalysator reagiert NO mit Kohlenmonoxid (Kohlenstoffmonoxid, IUPAC-Name: Kohlenstoffmonoxid, CO) zu N₂.

(i) Geben Sie die Anfangs- und End-Oxidationsstufe von Stickstoff an. [1]

Anfang: Ende:

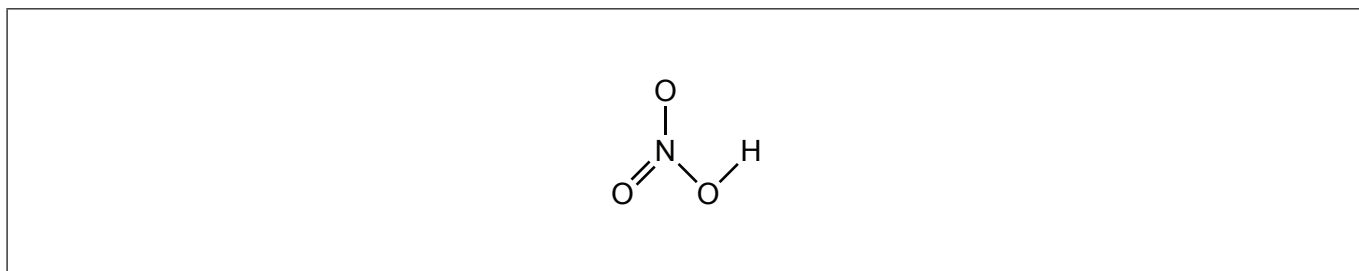
(ii) Leiten Sie das zweite Produkt und die ausgeglichene Gleichung für die Reaktion ab. [1]

.....
.....



2. Salpetersäure (IUPAC-Name: Hydrogennitrat, HNO_3) ist eine starke Säure.

(a) (i) Kommentieren Sie die Struktur von Salpetersäure (IUPAC-Name: Hydrogennitrat), um die koordinative Bindung darzustellen. [1]



(ii) Schreiben Sie eine Gleichung für die Reaktion von überschüssiger Salpetersäure (IUPAC-Name: Hydrogennitrat) mit Natriumcarbonat. [1]

.....
.....

(b) (i) Zeichnen Sie die Lewis-Formel des Nitrat-Ions. [1]



(ii) Schreiben Sie die Formel von Nickel(II)-nitrat. [1]

.....
.....

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



(Fortsetzung Frage 2)

(iii) Geben Sie den Grund dafür an, dass das Nitrat-Ion drei identische N–O-Bindungen enthält.

[1]

.....
.....

(iv) Prognostizieren Sie die Bindungslänge der N–O-Bindungen im Nitrat-Ion. Verwenden Sie den Abschnitt 11 des Datenhefts.

[1]

.....
.....

(c) Prognostizieren Sie mit einer Erklärung, was beobachtet werden würde, wenn Mangan- oder Kupfermetall zu verschiedenen Proben einer grünen Nickel(II)-nitratlösung hinzugefügt würde. Verwenden Sie den Abschnitt 19 des Datenhefts.

[2]

Hinzugefügtes Metall	Mn	Cu
Beobachtungen		

Erklärung:

.....

.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf Seite 7 weiter eingegangen)



32EP05

Bitte umblättern

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

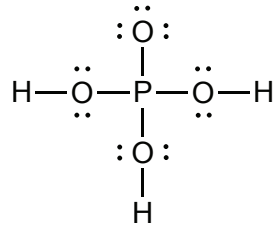
Antworten, die auf dieser Seite geschrieben
werden, werden nicht bewertet.



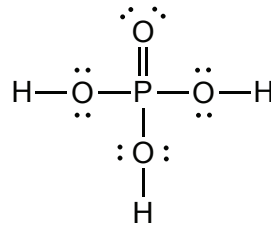
(Fortsetzung Frage 2)

(d) Phosphorsäure hat die Formel H_3PO_4 .

(i) Umreißen Sie in Bezug auf die formale Ladung, warum die Lewis-Formel 2 bevorzugt wird. [2]



Lewis-Formel 1



Lewis-Formel 2

.....

.....

.....

.....

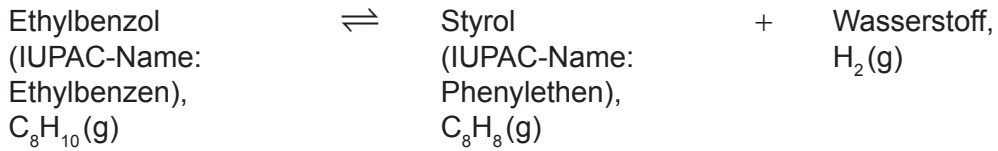
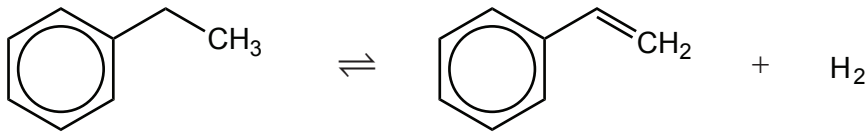
(ii) Schreiben Sie die Formel der konjugierten Base der Phosphorsäure (IUPAC-Name: Trihydrogenphosphat). [1]

.....

.....



3. Styrol (IUPAC-Name: Phenylethen) wird aus Ethylbenzol (IUPAC-Name: Ethylbenzen) in einem Gasphasen-Gleichgewicht produziert.



- (a) (i) Berechnen Sie die Masse in g des aus 1,0 kg Ethylbenzol (IUPAC-Name: Ethylbenzen) produzierten Styrols (IUPAC-Name: Phenylethen), wenn die Ausbeute der Reaktion 90 % ist. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Berechnen Sie Atomökonomie der Reaktion. [1]

.....

.....

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

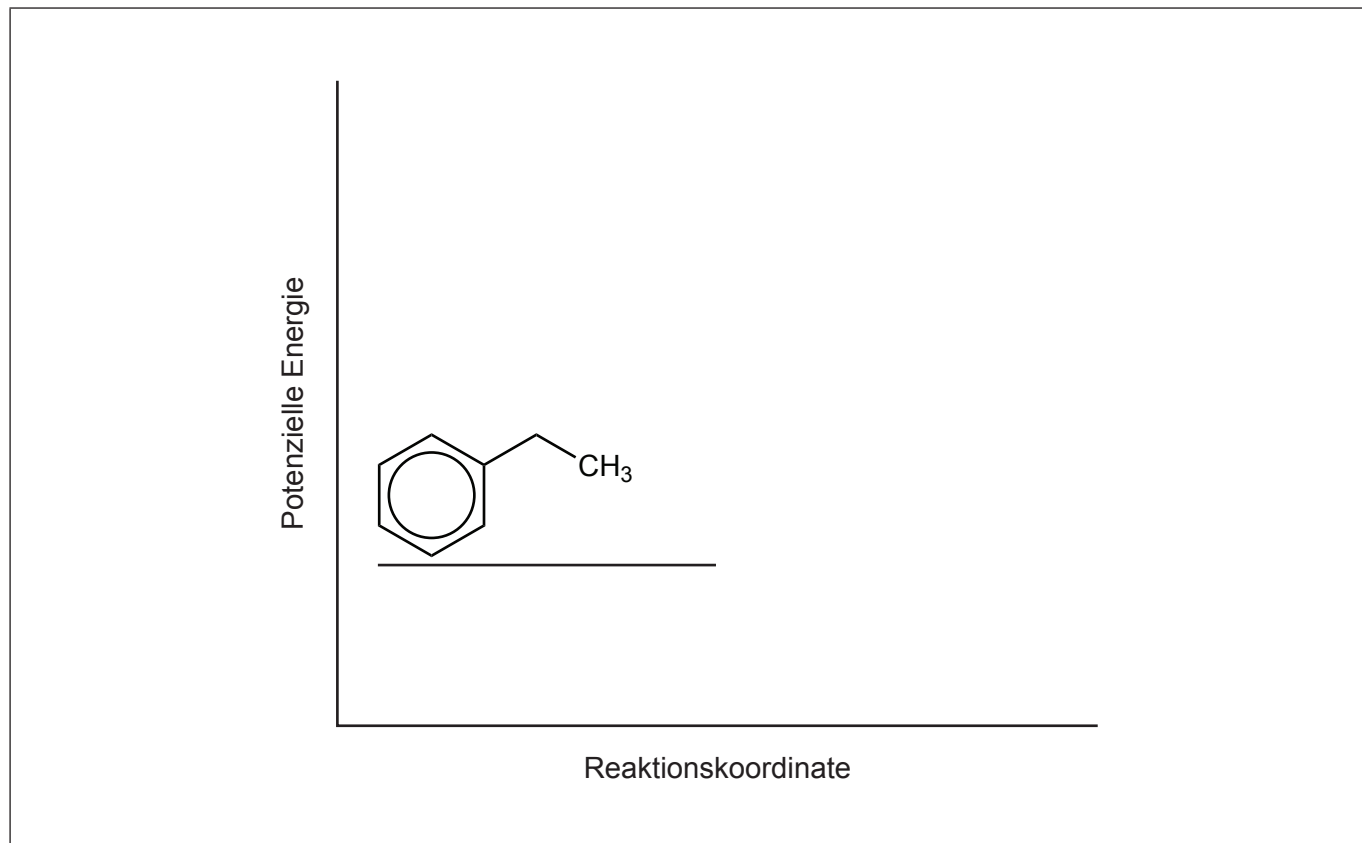


(Fortsetzung Frage 3)

- (b) Die Vorwärtsreaktion ist endotherm mit Eisen(III)-oxid als Katalysator und findet bei 900 K statt.

Skizzieren Sie das Energieprofil der Reaktion sowohl mit als auch ohne den Katalysator, und beschriften Sie ΔH und die Aktivierungsenergie.

[3]



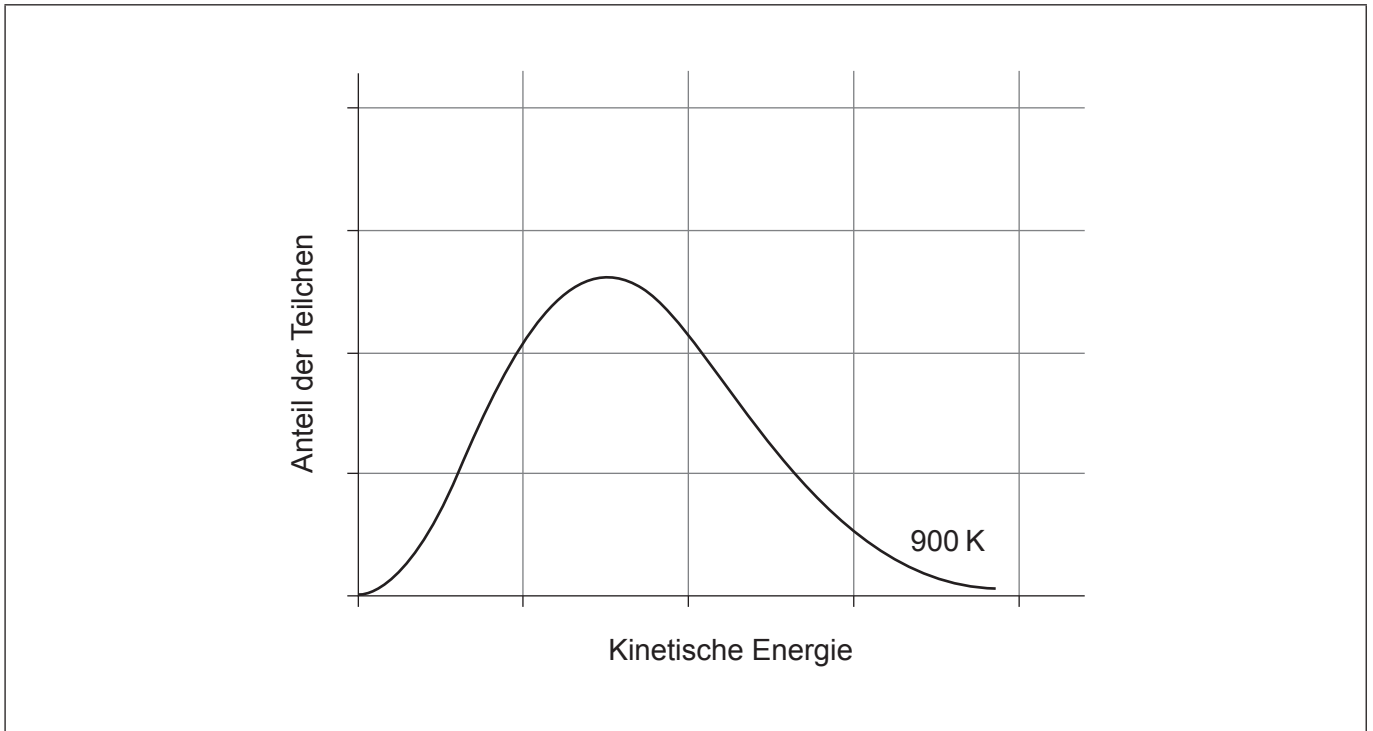
(Auf die vorliegende Frage wird auf der nächsten Seite weiter eingegangen)



(Fortsetzung Frage 3)

- (c) (i) Skizzieren Sie die Kurve der Maxwell-Boltzmann-Energieverteilung für 298 K in denselben Achsen wie die Kurve für 900 K.

[1]



- (ii) Kommentieren Sie den Graphen, um die Aktivierungsenergie E_a darzustellen.

[1]

- (iii) Erklären Sie, warum die Reaktionsgeschwindigkeit durch eine Verringerung der Temperatur abnimmt. Nehmen Sie in Ihrer Erklärung Bezug auf den Graphen.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



(Fortsetzung Frage 3)

- (iv) Schlagen Sie mit einer Begründung vor, wie eine Erhöhung des Drucks auf die Lage des Gleichgewichts wirkt.

[1]

.....
.....

- (v) Umreißen Sie, wie eine Verringerung der Temperatur auf die Lage des Gleichgewichts wirkt.

[1]

.....
.....

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

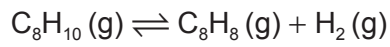


32EP11

Bitte umblättern

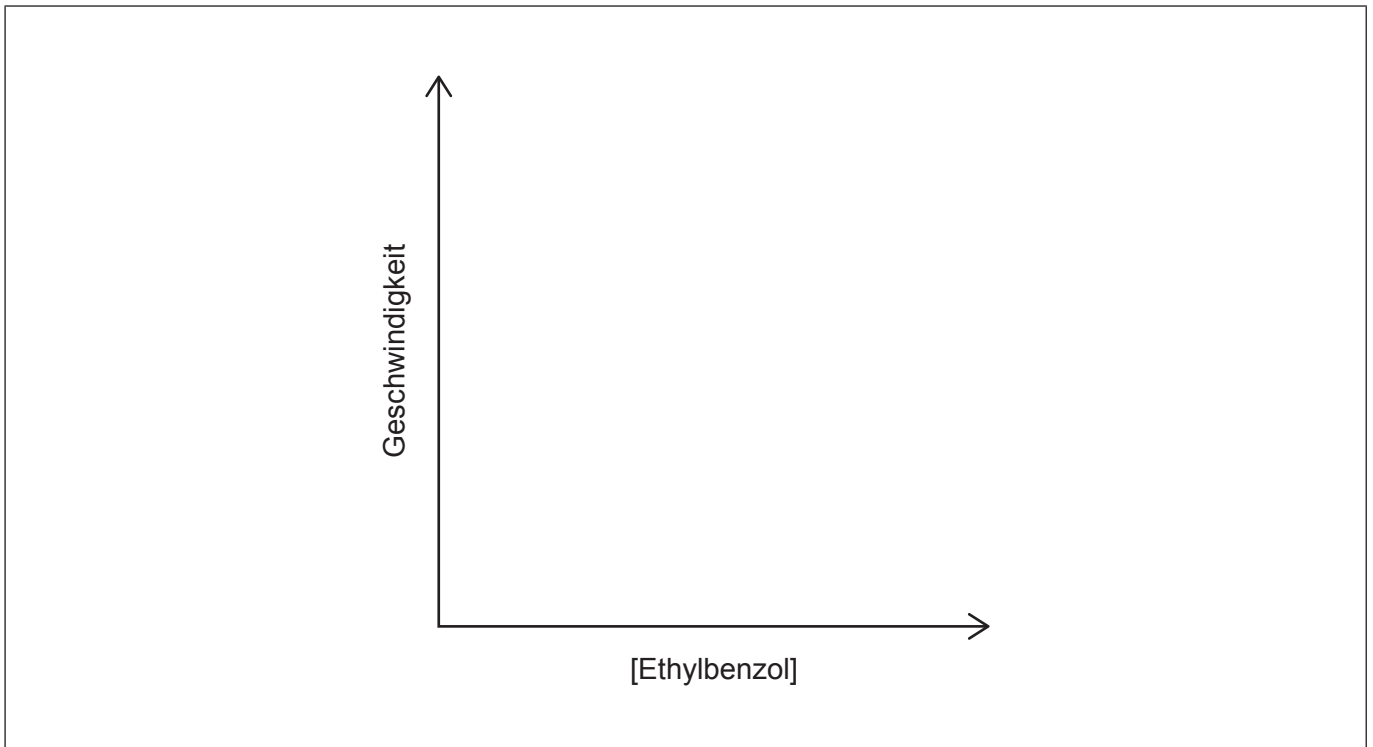
(Fortsetzung Frage 3)

- (d) Die Vorwärtsreaktion ist in Bezug auf das Ethylbenzol (IUPAC-Name: Ethylbenzen) eine Reaktion erster Ordnung.



- (i) Skizzieren Sie den Graphen für Geschwindigkeit gegen Konzentration von Ethylbenzol (IUPAC-Name: Ethylbenzen).

[1]



- (ii) Leiten Sie die Geschwindigkeitsgleichung für die Reaktion und die Einheiten der Geschwindigkeitskonstante k ab.

[2]

Geschwindigkeitsgleichung:

.....

Einheiten der Geschwindigkeitskonstante k :

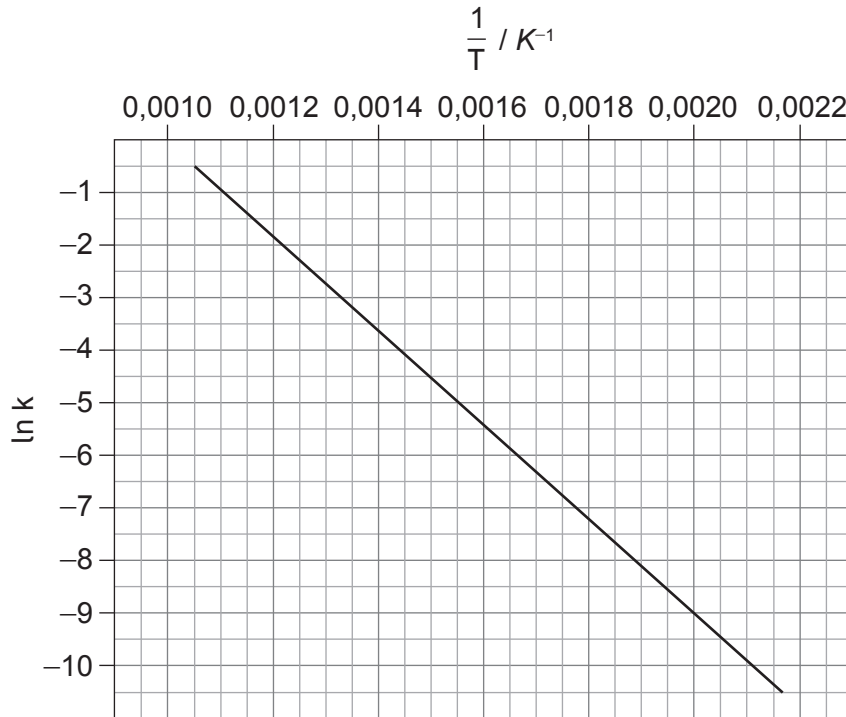
.....

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



(Fortsetzung Frage 3)

- (iii) Bestimmen Sie die Aktivierungsenergie der Reaktion E_a in kJ mol^{-1} aus dem Arrheniusgraphen. Verwenden Sie die Abschnitte 1 und 2 des Datenhefts. [2]



.....

.....

.....

.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf Seite 15 weiter eingegangen)



32EP13

Bitte umblättern

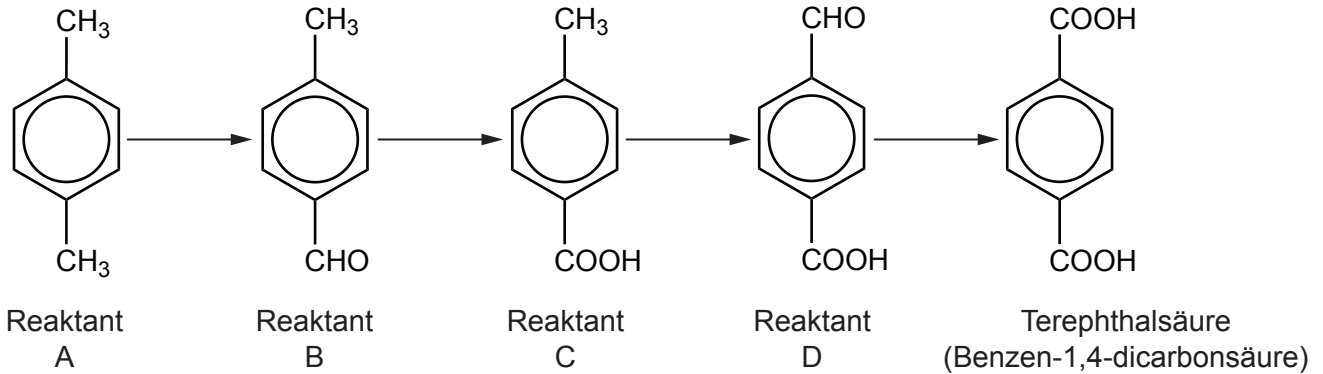
Bitte schreiben Sie **nicht** auf dieser Seite.

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



(Fortsetzung Frage 3)

- (e) Die Verbindung Terephthalsäure (p-Phthalsäure, IUPAC-Name: Benzen-1,4-dicarbonsäure), die zur Herstellung von Polymeren genutzt wird, kann durch aufeinanderfolgende Reaktionen produziert werden.



- (i) Leiten Sie den Zusammenhang zwischen Reaktant A und Ethylbenzol (IUPAC-Name: Ethylbenzen) ab. [1]

.....

.....

- (ii) Geben Sie die Strukturformel, die Bezeichnung der funktionellen Gruppe und die homologe Reihe der funktionellen Gruppe CHO an. [2]

Zeichnung der Strukturformel	Bezeichnung der funktionellen Gruppe	Bezeichnung der homologen Reihe

- (iii) Schlagen Sie die notwendigen Bedingungen und die Rolle des Reagenz $KMnO_4$ bei der Umwandlung von Zwischenprodukt B in Zwischenprodukt C vor. [2]

Bedingungen:

.....

Rolle des $KMnO_4$:

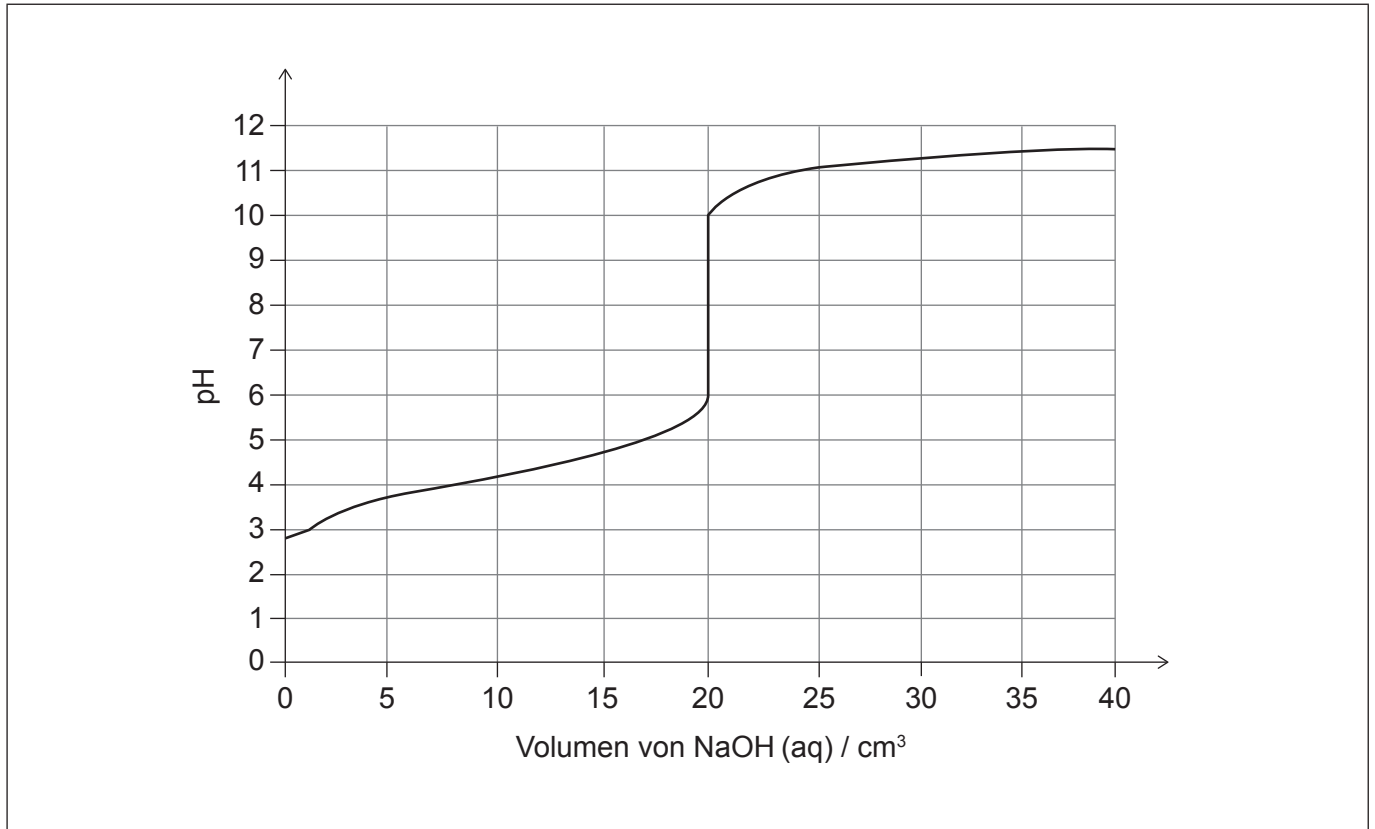
.....

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



(Fortsetzung Frage 3)

- (f) Benzoessäure (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure) ist eine schwache Säure. In dem Graphen sind die pH-Wert-Änderungen während der Titration von 10,0 cm³ einer wässrigen Benzoessäure-Lösung (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure) mit wässrigem Natriumhydroxid dargestellt.



- (i) Leiten Sie den Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante K für die Ionisierung der Benzoessäure (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure, C₆H₅COOH) ab. [1]

.....
.....

- (ii) Kommentieren Sie den Graphen, um den pK_a -Wert der Benzoessäure (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure) zu ermitteln. [1]

- (iii) Schlagen Sie einen geeigneten Indikator für die Titration vor. Verwenden Sie den Abschnitt 18 des Datenhefts. [1]

.....
.....

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



(Fortsetzung Frage 3)

- (iv) Erklären Sie unter Bezugnahme auf Säure-Base-Gleichgewichte, warum die gebildete Natriumbenzoatlösung einen pH-Wert > 7 hat. [1]

.....
.....

- (v) Berechnen Sie die Konzentration der Benzoesäurelösung (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure) in mol dm^{-3} , wenn die Natriumhydroxid-Konzentration $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ betrug. [1]

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

- (g) (i) Beschreiben Sie, wie eine Pufferlösung aus wässriger Benzoesäure (IUPAC-Name: Benzencarbonsäure) und wässrigem Natriumhydroxid hergestellt werden könnte. [1]

.....
.....

- (ii) Prognostizieren Sie, wie die Zugabe einer kleinen Wassermenge den pH-Wert des Puffers beeinflussen würde. [1]

.....
.....

(Auf die vorliegende Frage wird auf Seite 19 weiter eingegangen)



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

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



(Fortsetzung Frage 3)

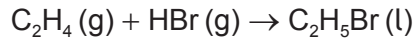
- (h) (i) Geben Sie den Typ des Polymers an, das durch die Reaktion von Terephthalsäure (p-Phthalsäure, IUPAC-Name: Benzen-1,4-dicarbonsäure) mit Ethylenglycol (IUPAC-Name: Ethan-1,2-diol, HOCH₂CH₂OH) entsteht. [1]

.....
.....

- (ii) Zeichnen Sie die Struktur des Polymers, indem Sie eine sich wiederholende Einheit darstellen. [2]



4. Bromethan (C₂H₅Br) wird durch die Reaktion von Ethen (C₂H₄) mit Bromwasserstoff (Broman, IUPAC-Name: Hydrogenbromid, HBr) produziert.



- (a) (i) Geben Sie den Reaktionstyp und die Rolle von HBr an. [1]

.....
.....

- (ii) Umreißen Sie, warum Ethen anfällig für Angriffe durch Moleküle wie HBr ist. [1]

.....
.....

- (b) (i) Bestimmen Sie die Änderung der Standardenthalpie für diese Reaktion in kJ mol⁻¹. Verwenden Sie den Abschnitt 12 des Datenhefts. [2]

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

- (ii) Geben Sie **zwei** Gründe dafür an, warum das Ergebnis weniger genau ist, wenn die Bindungsenthalpien verwendet werden, als wenn es aus den Bildungsenthalpien berechnet wird. [2]

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

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



(Fortsetzung Frage 4)

- (iii) Umreißen Sie, warum die Entropieänderung der Reaktion negativ ist. [1]

.....
.....

- (iv) Prognostizieren Sie mit Angabe des Rechenwegs, ob die Reaktion bei 298 K spontan abläuft. Verwenden Sie Abschnitt 13 des Datenhefts und Ihre Antwort auf die Aufgabe (b)(i). Falls Sie keine Antwort auf die Aufgabe (b)(i) gefunden haben, verwenden Sie -58 kJ mol^{-1} . [2]

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

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



32EP21

Bitte umblättern

(Fortsetzung Frage 4)

- (v) Prognostizieren Sie mit einer Begründung ein Halogenethan, das schneller reagieren würde als Bromethan.

[1]

.....
.....

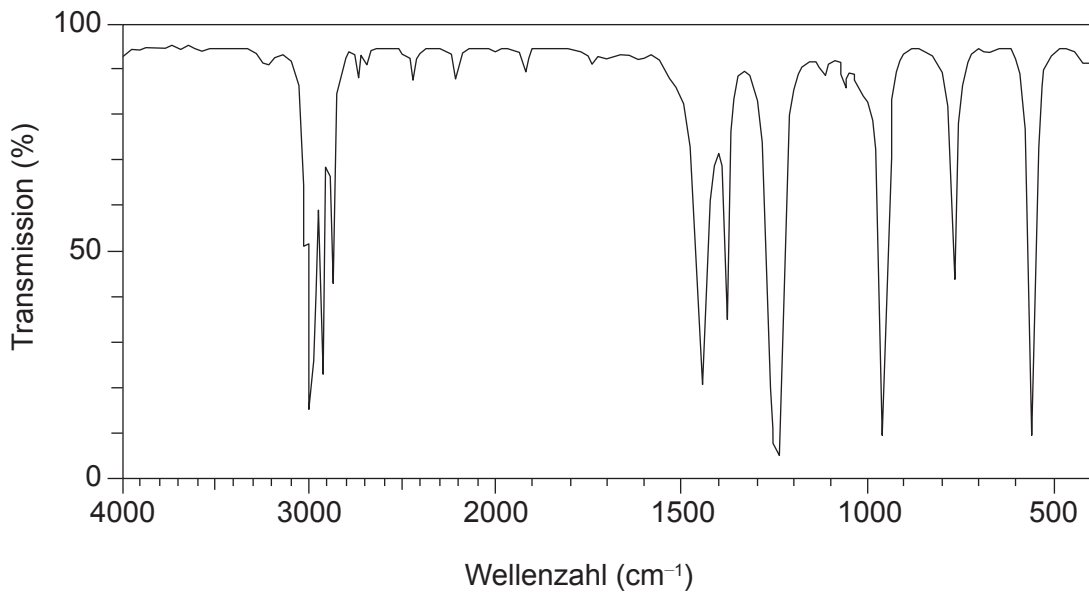
- (vi) Bromethan weist ein Signal im Bereich von 3,5–4,4 ppm seines $^1\text{H-NMR}$ -Spektrums auf. Leiten Sie das Aufspaltungsmuster dieses Signals ab. Verwenden Sie den Abschnitt 21 des Datenhefts.

[1]

.....
.....

- (vii) Leiten Sie ab, ob dieses Infrarotspektrum von Bromethan oder von Ethanol erzeugt wird. Nennen Sie Belege aus Abschnitt 20 des Datenhefts.

[1]



[Quelle: SDBS. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.]

.....
.....



32EP23

Bitte umblättern

5. Eine Brom-Probe hat die folgende Massenzusammensetzung:

^{79}Br : 50,75 %

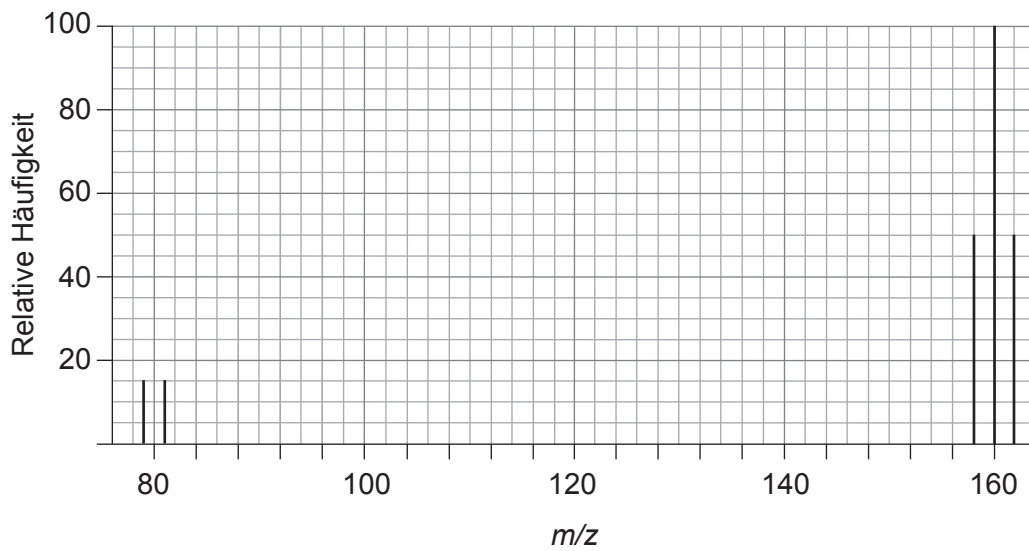
^{81}Br : 49,25 %

(a) Kontrastieren Sie die Atomstrukturen der Isotope.

[1]

.....
.....

(b) Die Probe erzeugt das folgende Massenspektrum.



(i) Erklären Sie die relativen Höhen der drei Peaks um m/z 160 herum.

[2]

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

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



(Fortsetzung Frage 5)

- (ii) Berechnen Sie die relative Atommasse von Brom aus dieser Probe auf zwei Dezimalstellen.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) (i) Leiten Sie den Bindungstyp und den Prozentanteil des kovalenten Charakters von Calciumbromid (CaBr_2) mit Angabe des Rechenwegs ab. Verwenden Sie die Abschnitte 9 und 17 des Datenhefts.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



32EP25

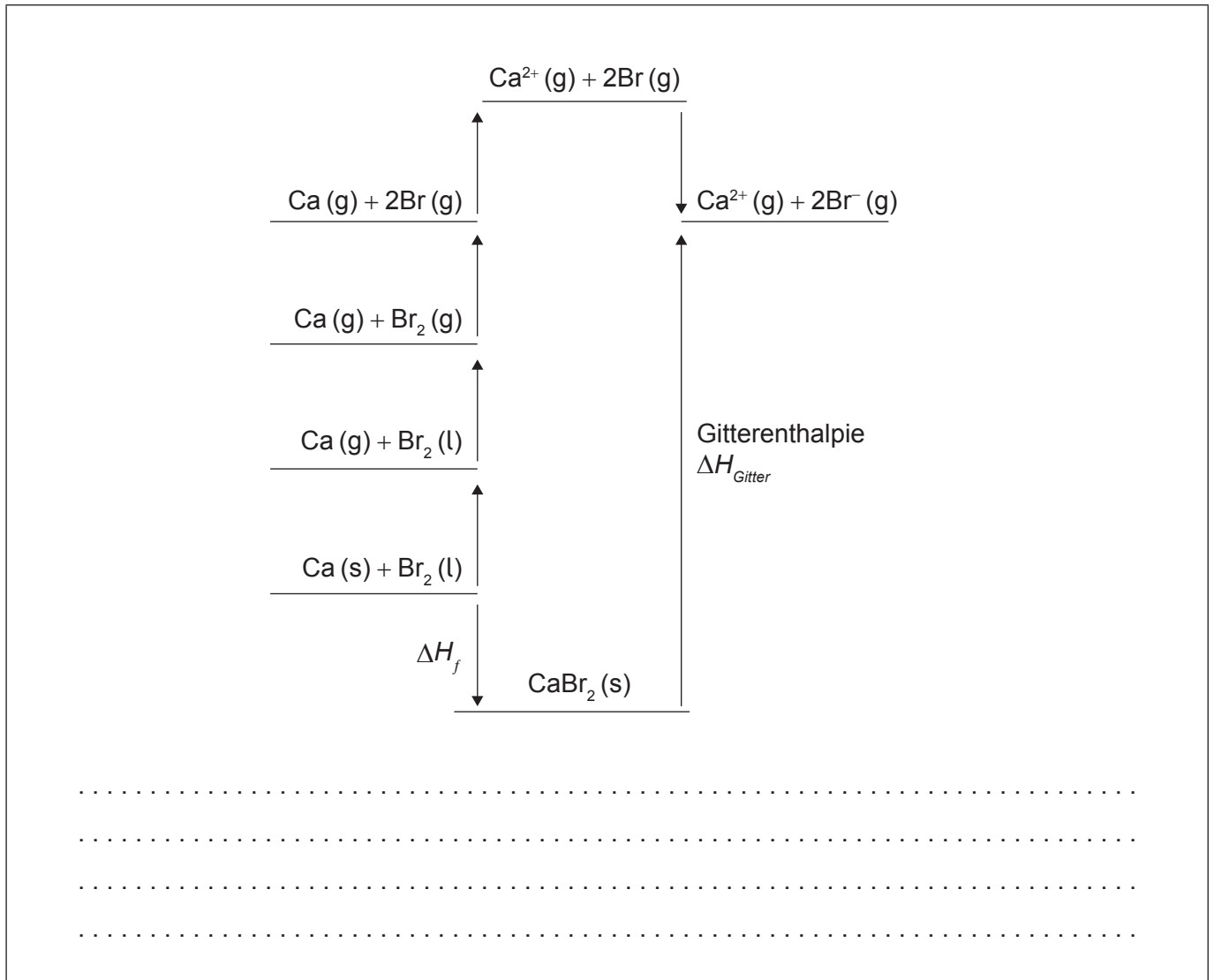
Bitte umblättern

(Fortsetzung Frage 5)

- (ii) Bestimmen Sie die Gitterenthalpie von Calciumbromid unter der Annahme, dass die Bindung rein ionisch ist. Verwenden Sie die Abschnitte 9 und 12 des Datenhefts und die folgenden Daten:

Bildungsenthalpie von Calciumbromid = -648 kJ mol^{-1}
Zweite Ionisierungsenergie von Calcium = $+1145 \text{ kJ mol}^{-1}$
Atomisierungsenthalpie von Calcium = $+178 \text{ kJ mol}^{-1}$
Verdampfungsenthalpie von $\text{Br}_2 (\text{l}) = +31 \text{ kJ mol}^{-1}$

[3]



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



(Fortsetzung Frage 5)

- (iii) Erklären Sie unter Bezugnahme auf die Elektronenstruktur, warum die Ionenradien der Ionen in Periode 4 Ca^{2+} , Co^{2+} und Br^- unterschiedlich sind. Verwenden Sie den Abschnitt 10 des Datenhefts. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iv) Prognostizieren Sie mit einer Begründung, ob Cobalt(II)-bromid (CoBr_2) oder Calciumbromid die stärkere Ionenbindung aufweist. [1]

.....

.....

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



(Fortsetzung Frage 5)

(d) Calciumbromid ist weiß, aber Cobalt(II)-bromid ist grün.

(i) Geben Sie die verkürzte Elektronenkonfiguration von Cobalt an. [1]

.....
.....

(ii) Geben Sie in Bezug auf die Elektronenkonfiguration den Grund dafür an, dass Cobalt(II)-bromid farbig ist. [1]

.....
.....

(iii) Cobalt(II)-bromid absorbiert Licht mit Frequenzen von ungefähr $4,5 \times 10^{14}$ Hz.

Beschreiben Sie, warum dies in Einklang mit der beobachteten Farbe der Verbindung steht. Geben Sie eine Berechnung bei Ihrer Antwort mit an.

Verwenden Sie die Abschnitte 1, 2 und 15 des Datenhefts. [2]

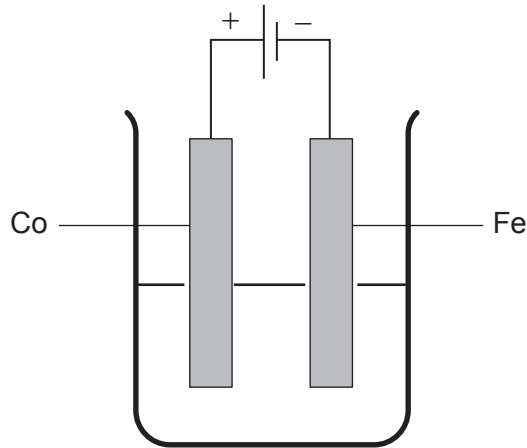
.....
.....
.....
.....

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



(Fortsetzung Frage 5)

- (e) Ein Eisenobjekt wird mit Cobalt unter Verwendung eines wässrigen Cobalt(II)-bromid-Elektrolyten galvanisiert.



- (i) Leiten Sie die Halbgleichungen für die Reaktion an jeder der beiden Elektroden ab. [2]

Anode:

.....

Kathode:

.....

- (ii) Leiten Sie eine Gleichung für die Reaktion von Chlorgas mit wässriger Bromidlösung ab. [1]

.....

.....



Disclaimer:

Die bei IB-Prüfungen verwendeten Inhalte entstammen häufig Originalwerken von Dritten. Die in ihnen geäußerten Meinungen sind die der jeweiligen Autoren oder Autorinnen und/oder Herausgeber und Herausgeberinnen und geben nicht notwendigerweise die Ansichten von IB wieder. Unternehmen, Produkte oder Personen, die in der Vorlage genannt werden, sind manchmal fiktiv; jede Ähnlichkeit mit tatsächlichen Einrichtungen ist rein zufällig. Alle enthaltenen anerkannten Marken™ oder registrierten Marken® werden nur zur Veranschaulichung verwendet, und die Verwendung impliziert keine Zugehörigkeit zum International Baccalaureate oder eine Befürwortung durch dieses.

Quellenangaben:

4. (c)(vii) SDBS. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.



32EP30

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

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



32EP31

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

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



32EP32