

© International Baccalaureate Organization 2023

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 2023

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, 2023

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/>.

# Chimie

## Niveau moyen

### Épreuve 2

12 mai 2023

Zone A après-midi | Zone B matin | Zone C après-midi

Numéro de session du candidat

1 heure 15 minutes

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

#### Instructions destinées aux candidats

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du **recueil de données de chimie** est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[50 points]**.



Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Les techniques d'analyse et de spectroscopie permettent aux chimistes d'identifier et de déterminer les structures de composés.
- (a) Un composé organique inconnu, **X**, constitué uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène était trouvé contenant 48,6% de carbone et 43,2% d'oxygène.

Déterminez la formule empirique de ce composé.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Le spectre de masse de **X** est montré.

Supprimé pour des raisons de droits d'auteur

- (b) Identifiez les fragments produisant les pics à  $m/z$  74 et 45, en utilisant la section 28 du livret de données.

[2]

$m/z$  74: .....

$m/z$  45: .....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

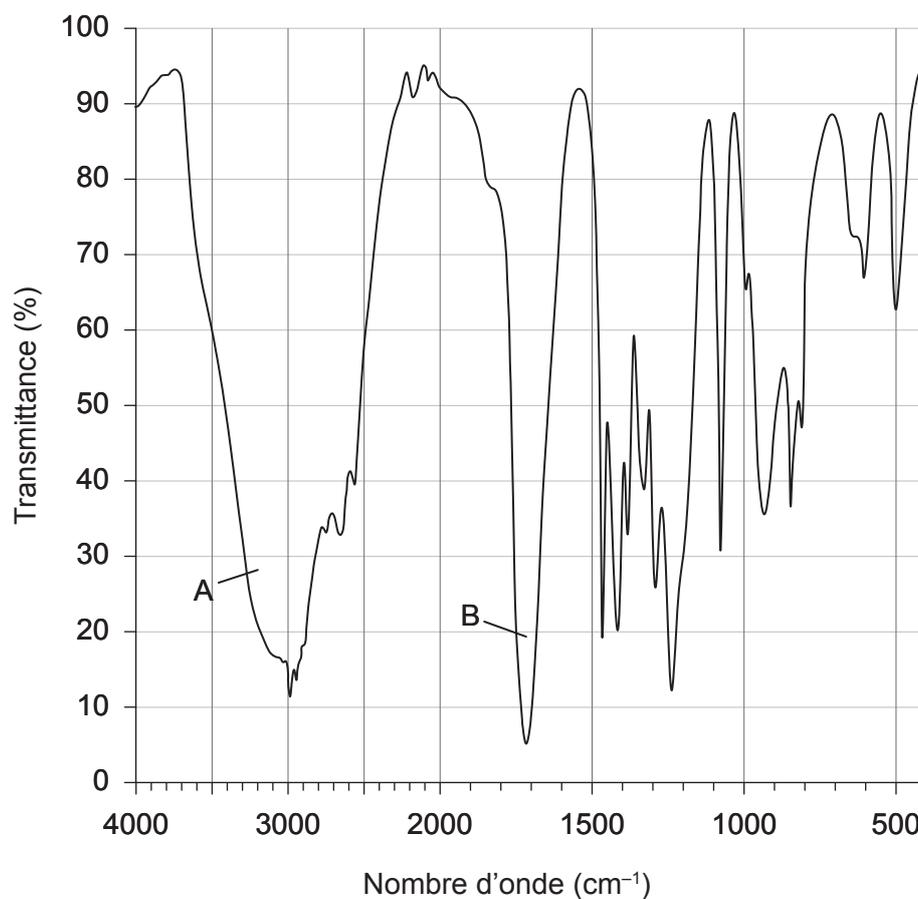
(c) Déterminez la formule moléculaire de **X**.

[1]

.....  
.....

Le spectre infrarouge de **X** est montré.

**Spectre infrarouge de X**



(d) Identifiez les liaisons faisant la majeure contribution aux pics A et B en utilisant la section 26 du livret de données.

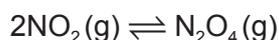
[2]

A: .....  
B: .....



2. Le dioxyde d'azote (IV),  $\text{NO}_2$ , est un gaz brun présent dans le smog photochimique et a un polluant causant des dépôts acides.

(a) Le dioxyde d'azote (IV) existe à l'équilibre avec le tétraoxyde de diazote,  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , qui est incolore.



(i) À  $100^\circ\text{C}$   $K_c$  de cette réaction est de 0,0665. Résumez ce que cela indique à propos de l'avancement de cette réaction. [1]

.....

.....

.....

(ii) Calculez la valeur de  $K_c$  à  $100^\circ\text{C}$  pour l'équilibre : [1]



.....

.....

.....

(iii) Calculez la variation d'enthalpie standard, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , pour la réaction : [1]



	$\Delta H_f^\ominus$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
$\text{NO}_2$	33,18
$\text{N}_2\text{O}_4$	9,16

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 2)**

(b) Déduisez la structure de Lewis de  $N_2O_4$ . [1]

(c) Dans  $N_2O_4$ , les longueurs des liaisons NO sont toutes de  $1,19 \times 10^{-10}$  m.

(i) Suggérez ce que les longueurs des liaisons indiquent à propos de la structure de  $N_2O_4$ . [1]

.....

.....

(ii) Prédisez l'angle de la liaison ONN dans  $N_2O_4$ . [1]

.....

.....

(d) Les dépôts acides se forment lorsque des oxydes d'azote se dissolvent dans l'eau. Écrivez une équation de la réaction entre l'oxyde d'azote (IV) et l'eau pour produire deux acides. [1]

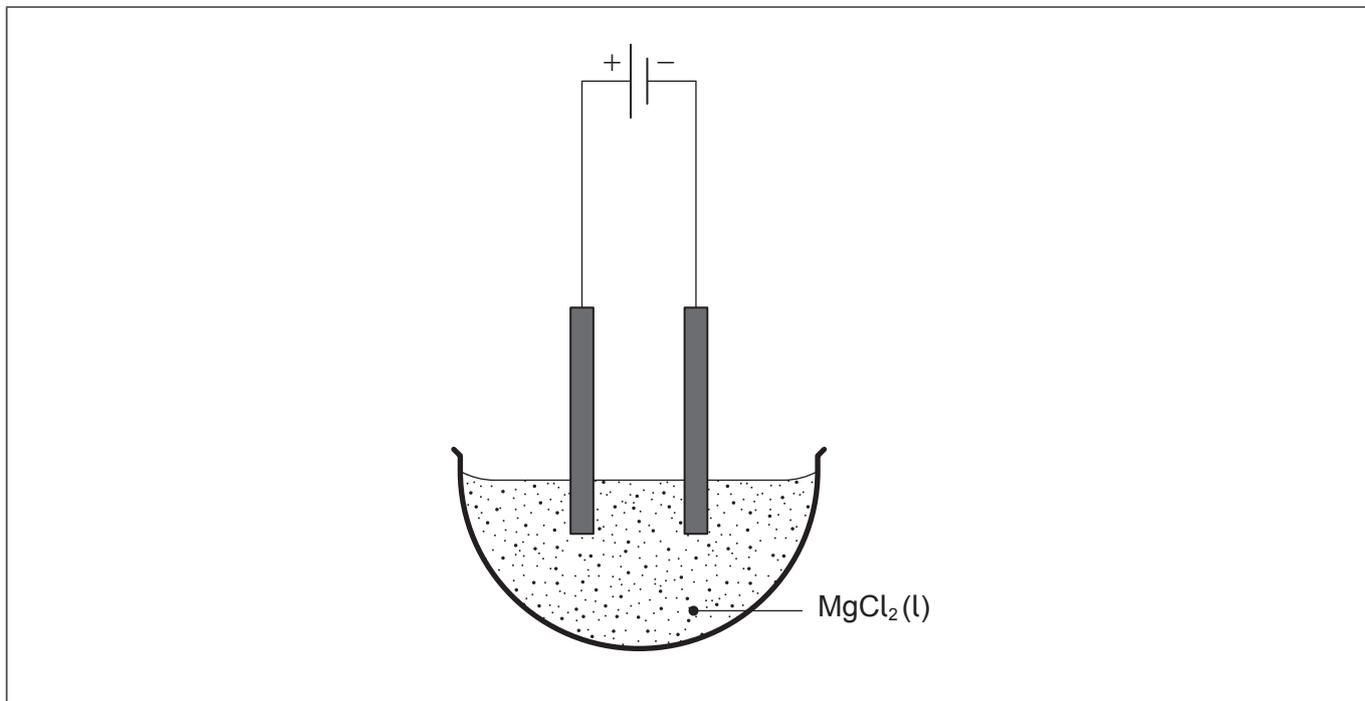
.....

.....



3. L'électrolyse et les titrages selon la méthode de Winkler sont tous deux des applications de réactions redox.

(a) Une cellule électrolytique a été constituée à partir d'électrodes inertes et de chlorure de magnésium fondu,  $MgCl_2(l)$ .



(i) Identifiez le produit formé à la cathode. [1]

.....  
.....

(ii) Annotez le schéma, pour montrer le déplacement des électrons. [1]

(iii) Des tiges de graphite sont parfois utilisées en guise d'électrodes inertes. Décrivez la structure du graphite et expliquez pourquoi le graphite conduit l'électricité. [2]

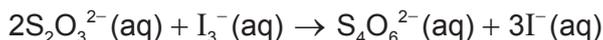
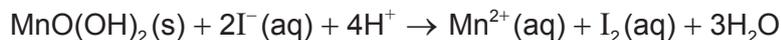
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 3)**

- (b) Des titrages par la méthode de Winkler peuvent être utilisés pour déterminer la demande biochimique en oxygène, DBO, d'un échantillon d'eau. Une série d'équations pour les réactions ayant lieu est :



150 cm<sup>3</sup> d'un échantillon d'eau a été testé en utilisant le titrage par la méthode de Winkler. 36,0 cm<sup>3</sup> d'une solution de thiosulfate de sodium, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(aq), à 0,00500 mol dm<sup>-3</sup> ont été requis pour atteindre le point de virage.

- (i) Déterminez la concentration, en mol dm<sup>-3</sup>, d'oxygène dissous dans l'échantillon d'eau. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez comment la DBO de l'échantillon d'eau pourrait être déterminée. [2]

.....

.....

.....

- (iii) Suggérez ce qu'une valeur faible de la DBO indique à propos d'un échantillon d'eau. [1]

.....

.....

.....



4. Le tableau périodique des éléments fournit des informations sur la configuration électronique et les propriétés physico-chimiques des éléments.

(a) Le bismuth a pour numéro atomique 83. Déduisez **deux** informations concernant la configuration électronique du bismuth à partir de sa position dans le tableau périodique des éléments. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Résumez pourquoi l'aluminium est malléable. [1]

.....

.....

.....

(c) Un bloc de 11,98 g d'aluminium pur a été chauffé. Calculez la chaleur absorbée, en J, pour augmenter la température de 18,0 °C à 40,0 °C. La capacité calorifique massique de l'aluminium est de 0,902 Jg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 4)**

(d) L'argon a trois isotopes naturels :  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{38}\text{Ar}$  et  $^{40}\text{Ar}$ .

(i) Identifiez la technique utilisée pour déterminer les proportions relatives des isotopes de l'argon. [1]

.....  
.....

La composition isotopique d'un échantillon d'argon est : 0,34 % de  $^{36}\text{Ar}$ , 0,06 % de  $^{38}\text{Ar}$  et 99,6 % de  $^{40}\text{Ar}$ .

(ii) Calculez la masse atomique relative de cet échantillon, en donnant votre réponse à deux décimales près. [2]

.....  
.....

(e) Exprimez la configuration électronique complète de l'ion cobalt(II),  $\text{Co}^{2+}$ . [1]

.....  
.....



5. L'acide méthanoïque est un acide faible monoprotique.

- (a) La concentration en acide méthanoïque a été obtenue par titrage avec une solution standard d'hydroxyde de sodium, NaOH(aq), à  $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$ , en utilisant un indicateur pour déterminer le point de virage.

Calculez le pH de la solution d'hydroxyde de sodium.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Écrivez une équation pour la réaction de l'acide méthanoïque avec l'hydroxyde de sodium. [1]

.....

.....

- (c)  $22,5 \text{ cm}^3$  de NaOH(aq) ont neutralisé  $25,0 \text{ cm}^3$  d'acide méthanoïque. Déterminez la concentration de l'acide méthanoïque. [1]

.....

.....

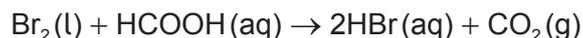
.....

.....

.....



6. Le brome, Br<sub>2</sub>(l), et l'acide méthanoïque, HCOOH(aq), réagissent en présence d'acide sulfurique.



(a) Suggérez une méthode expérimentale qui pourrait être utilisée pour déterminer la vitesse de réaction. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Dans cette réaction, l'acide sulfurique est un catalyseur. Expliquez comment un catalyseur augmente la vitesse de réaction. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(c) L'acide méthanoïque peut réagir avec l'éthanol pour produire un ester.  
Dessinez la formule de structure complète du produit organique et nommez-le. [2]

Formule de structure :

Nom : .....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 6)**

(d) (i) Écrivez l'équation de la combustion complète de l'éthanol. [1]

.....  
.....

(ii) Déterminez la variation d'enthalpie pour la combustion de l'éthanol, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , en utilisant la section 11 du livret de données. [3]

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

**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 6)**

(e) Le brome réagit aussi avec le but-2-ène.

(i) Identifiez le type de réaction.

[1]

.....  
.....

(ii) Prédisez la formule de structure du produit de la réaction.

[1]

.....  
.....

(iii) Dessinez la structure d'une section de polymère formée à partir de **trois** monomères du but-2-ène.

[1]



**Avertissement :**

Le contenu utilisé dans les évaluations de l'IB est extrait de sources authentiques issues de tierces parties. Les avis qui y sont exprimés appartiennent à leurs auteurs et/ou éditeurs, et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'IB.

**Références :**

1.(d) SDBS, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

**Tous les autres textes, graphiques et illustrations : © Organisation du Baccalauréat International 2023**



16EP14

Veillez ne **pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



16EP15

Veillez ne **pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



16EP16