

Chimie
Niveau supérieur
Épreuve 2

Jeudi 11 mai 2017 (après-midi)

Numéro de session du candidat

2 heures 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 **[95 points]**.



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

1. Il existe de nombreux oxydes d'argent de formule Ag_xO_y . Lorsqu'ils sont chauffés fortement, ils se décomposent tous en leurs éléments.

(a) (i) Après avoir chauffé 3,760 g d'oxyde d'argent, il reste 3,275 g d'argent. Déterminez la formule empirique de Ag_xO_y .

[2]

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

(ii) Suggérez pourquoi la masse finale de solide obtenue par chauffage de 3,760 g de Ag_xO_y pourrait être supérieure à 3,275 g en donnant une amélioration de la méthode pour la suggestion que vous avez formulée. Ignorez les erreurs possibles dans la procédure de pesée.

[2]

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

(b) L'argent d'origine naturelle est composé de deux isotopes stables, ^{107}Ag et ^{109}Ag .

La masse atomique relative de l'argent est de 107,87. Montrez que l'isotope ^{107}Ag est plus abondant.

[1]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) (i) Certains oxydes de la période 3, tels que Na_2O et P_4O_{10} , réagissent avec l'eau. Une quantité de chaque oxyde mesurée à l'aide d'une spatule est ajoutée à des ballons distincts de 100 cm^3 contenant de l'eau distillée et quelques gouttes de l'indicateur bleu de bromothymol. L'indicateur figure à la section 22 du recueil de données.

Déduisez la couleur de la solution résultante et la formule chimique du produit formé après la réaction de chaque oxyde avec l'eau.

[3]

Ballon contenant	Couleur de la solution	Formule du produit
Na_2O
P_4O_{10}

- (ii) Expliquez la conductivité électrique de Na_2O et P_4O_{10} fondus.

[2]

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

- (d) Résumez le modèle de la configuration électronique déduit du spectre d'émission de raies de l'hydrogène (modèle de Bohr).

[2]

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



2. (a) Un échantillon acide d'une solution de déchets contenant $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ réagit complètement avec une solution de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pour former $\text{Sn}^{4+}(\text{aq})$.

(i) Exprimez la demi-équation d'oxydation. [1]

.....

(ii) À l'aide de la section 24 du recueil de données, déduisez l'équation redox globale de la réaction entre $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ en milieu acide et $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$. [1]

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

(iii) 13,239 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$ sont dissous dans de l'eau distillée pour former 0,100 dm³ de solution. Calculez sa concentration molaire. [1]

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

(iv) 10,0 cm³ de l'échantillon de déchets nécessitent 13,24 cm³ de la solution de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Calculez la concentration molaire de $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ dans l'échantillon de déchets. [2]

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

(v) Identifiez un groupement fonctionnel organique qui peut réagir avec $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ acidifié. [1]

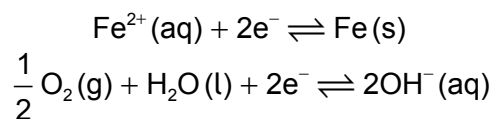
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (b) (i) La corrosion du fer est similaire aux processus qui se produisent dans une pile voltaïque. Les étapes initiales impliquent les demi-équations suivantes :



À l'aide de la section 24 du recueil de données, calculez E^{\ominus} , en V, de la réaction spontanée.

[1]

.....

.....

- (ii) Calculez l'énergie libre de Gibbs, ΔG^{\ominus} , en kJ, qui est libérée par la corrosion de 1 mol de fer. Utilisez la section 1 du recueil de données.

[2]

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez pourquoi le fer forme de nombreux ions complexes de couleurs différentes.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Le zinc est utilisé pour galvaniser les tuyaux de fer en formant un revêtement protecteur. Résumez comment ce processus empêche la corrosion des tuyaux de fer.

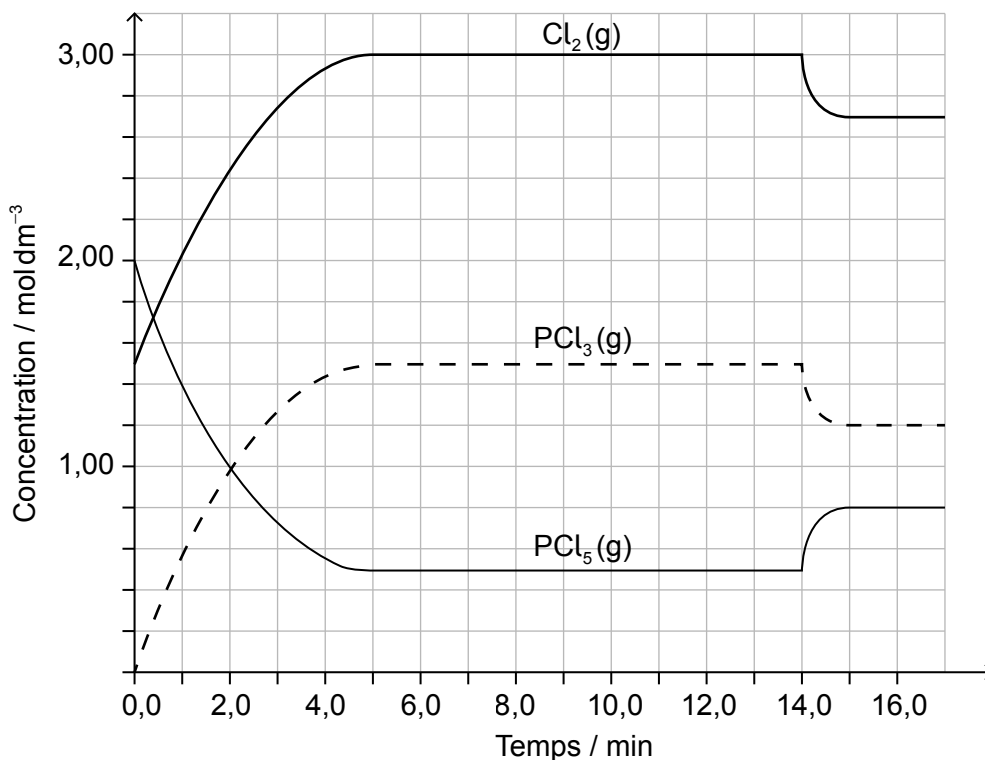
[1]

.....

.....



3. $\text{PCl}_5(\text{g})$ et $\text{Cl}_2(\text{g})$ sont placés dans un ballon scellé et on laisse s'établir l'équilibre à $200\text{ }^\circ\text{C}$. La variation d'enthalpie, ΔH , de la décomposition de $\text{PCl}_5(\text{g})$ est positive.



[Source : <http://education.alberta.ca/media>]

- (a) (i) Déduisez l'expression de la constante d'équilibre, K_c , de la décomposition de $\text{PCl}_5(\text{g})$.

[1]

.....
.....

- (ii) Déduisez, en justifiant votre réponse, le facteur responsable de l'établissement d'un nouvel équilibre après 14 minutes.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 3)

- (b) Déduisez la structure de Lewis (électrons représentés par des points), la géométrie moléculaire et les angles de liaison de PCl_3 .

[3]

Structure de Lewis :

Géométrie moléculaire :

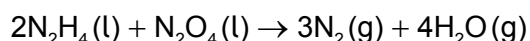
.....

Angles de liaison :

.....

4. Les liaisons peuvent se former de nombreuses façons.

- (a) Le module d'exploration de la mission Apollo utilisait du carburant pour fusée composé d'un mélange d'hydrazine, N_2H_4 , et d'hémitéroxide d'azote, N_2O_4 .



- (i) Exprimez et expliquez la différence de la force de liaison entre les atomes d'azote dans une molécule d'hydrazine et dans une molécule d'azote.

[2]

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

- (ii) Exprimez pourquoi l'hydrazine a un point d'ébullition plus élevé que celui de l'hémitéroxide d'azote.

[1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP07

Tournez la page

(Suite de la question 4)

(iii) Déterminez l'état d'oxydation de l'azote dans les deux réactifs. [1]

N_2H_4 :
.....

N_2O_4 :
.....

(iv) Déduisez, en justifiant votre réponse, quelle espèce est l'agent réducteur. [1]

.....
.....

(b) (i) Discutez les liaisons dans les structures de résonance de l'ozone. [3]

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

(ii) Déduisez une structure de résonance de l'ozone et les charges formelles correspondantes sur chaque atome d'oxygène. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

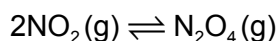
- (c) Les six premières énergies d'ionisation, en kJ mol^{-1} , d'un élément sont fournies ci-dessous.

E_{I_1}	E_{I_2}	E_{I_3}	E_{I_4}	E_{I_5}	E_{I_6}
578	1816	2744	11 576	14 829	18 375

Expliquez l'importante augmentation de l'énergie d'ionisation en passant de E_{I_3} à E_{I_4} . [2]

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

- (d) L'équilibre d'un mélange de NO_2 et N_2O_4 gazeux est représenté par :



À 100°C , la constante d'équilibre, K_c , est 0,21.

- (i) À un instant donné, les concentrations de $\text{NO}_2(\text{g})$ et de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ valaient respectivement 0,52 et 0,10 mol dm^{-3} .
Déduisez, en montrant votre raisonnement, si c'est la réaction directe ou la réaction inverse qui est favorisée à cet instant. [2]

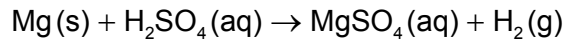
.....
.....
.....

- (ii) Commentez la valeur de ΔG lorsque le quotient réactionnel est égal à la constante d'équilibre, $Q = K$. [2]

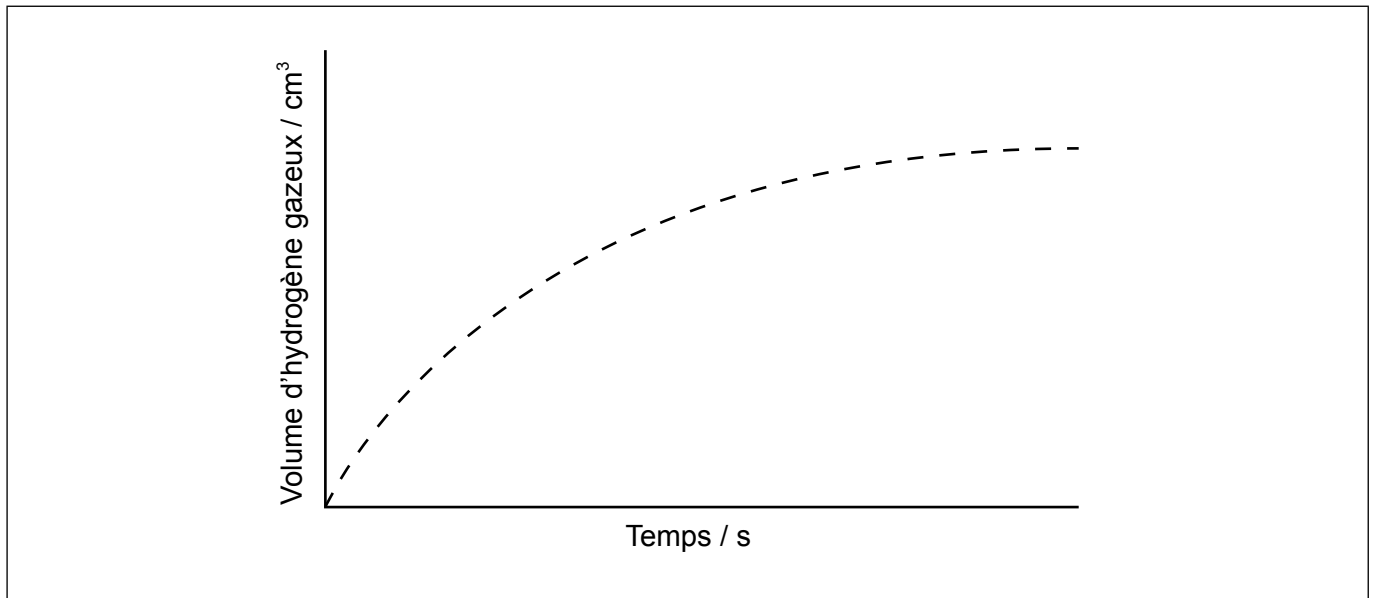
.....
.....
.....



5. (a) Le magnésium réagit avec l'acide sulfurique :



Le graphique montre les résultats d'une expérience utilisant un ruban de magnésium en excès et de l'acide sulfurique dilué.

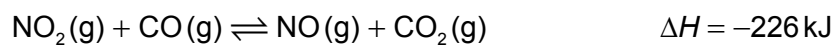


(i) Résumez pourquoi la vitesse de réaction diminue avec le temps. [1]

.....
.....

(ii) Représentez, sur le même graphique, les résultats attendus si l'expérience était répétée en utilisant du magnésium en poudre, en gardant sa masse et toutes les autres variables inchangées. [1]

(b) Le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone réagissent selon l'équation suivante :

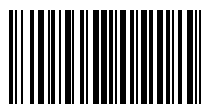


Les données expérimentales montrent que la réaction est d'ordre deux par rapport à NO_2 et d'ordre zéro par rapport à CO .

(i) Exprimez l'expression de vitesse de la réaction. [1]

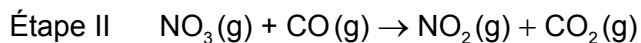
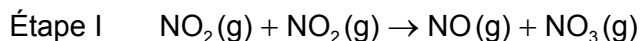
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 5)

(ii) On propose le mécanisme réactionnel suivant:



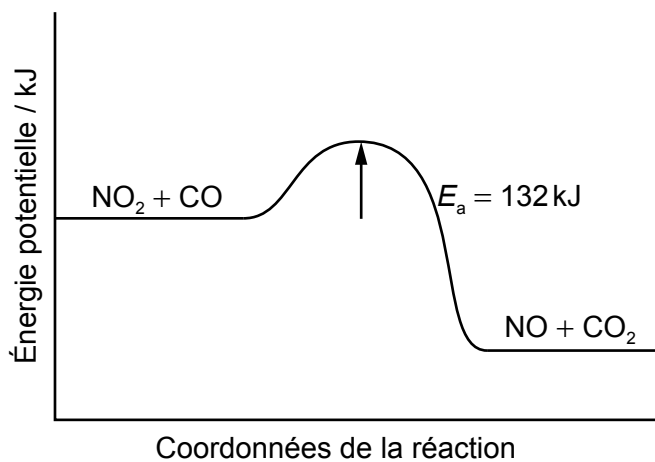
Identifiez l'étape déterminante de la vitesse en expliquant votre réponse. [1]

.....
.....

(iii) Exprimez une méthode qui peut être utilisée pour mesurer la vitesse de cette réaction. [1]

.....

(iv) Calculez l'énergie d'activation de la réaction inverse. [1]



.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)

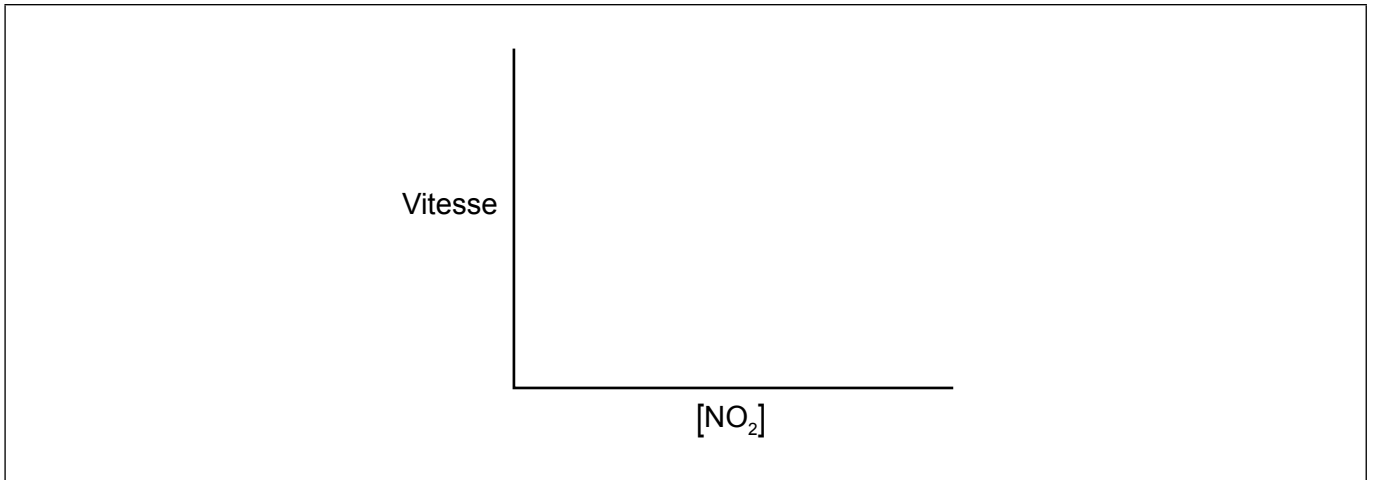


24EP11

Tournez la page

(Suite de la question 5)

- (v) Représentez la relation entre la vitesse de réaction et la concentration de NO₂. [1]



- (c) L'équation d'Arrhenius, $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$, donne la relation entre la constante de vitesse et la température.

Exprimez comment la température influence l'énergie d'activation. [1]

.....
.....

- (d) Exprimez l'équation de la réaction de NO₂ dans l'atmosphère pour produire un dépôt acide. [1]

.....
.....



6. La chloration photochimique du méthane peut se produire à basse température.

(a) À l'aide d'équations pertinentes, montrez les étapes d'initiation et de propagation de cette réaction. [3]

Initiation :

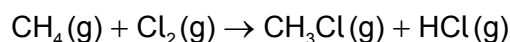
.....

Propagation :

.....

.....

(b) L'équation globale de la monochloration du méthane est :



À l'aide de la section 12 du recueil de données, calculez la variation d'enthalpie standard de la réaction, ΔH^\ominus . [2]

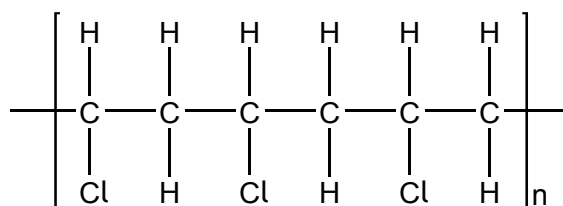
.....

.....

.....

.....

(c) Le chlorure de polyvinyle (PVC) est un polymère dont la structure est la suivante.



Exprimez la formule structurale du monomère de PVC. [1]

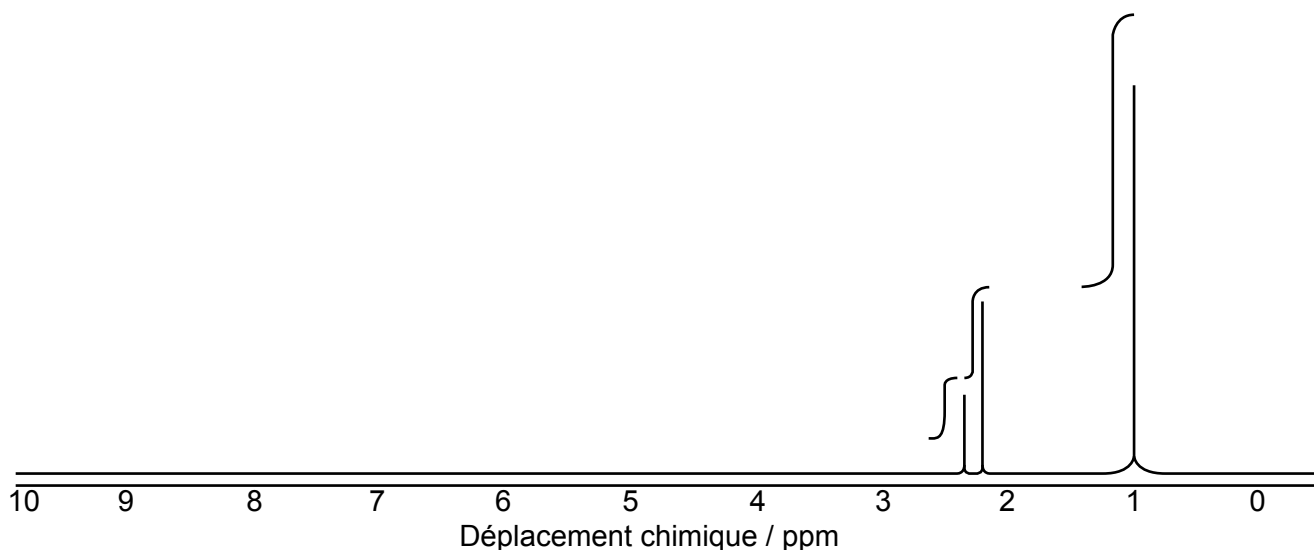
.....

.....

.....



7. (a) Un composé de formule moléculaire $C_7H_{14}O$ a produit le spectre RMN 1H à haute résolution suivant:



(i) Déduisez l'information obtenue à partir de ce spectre RMN 1H . [3]

Nombre d'environnements d'hydrogène :

.....

Rapport des environnements d'hydrogène :

.....

Multiplicité (dédouplements) :

.....

(ii) À l'aide de la section 26 du recueil de données et du spectre RMN 1H , identifiez le groupement fonctionnel qui présente une vibration d'élongation à 1710 cm^{-1} dans le spectre infrarouge de ce composé. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(iii) Suggérez la formule structurale de ce composé. [2]

(b) (i) Du brome est ajouté à de l'hexane, à de l'hex-1-ène et à du benzène. Identifiez le(s) composé(s) qui réagira (réagiront) avec le brome dans un laboratoire bien éclairé. [1]

.....

.....

(ii) Déduisez la formule structurale du composé organique principal lorsque l'hex-1-ène réagit avec le bromure d'hydrogène. [1]

.....

.....

(c) (i) Exprimez les réactifs et le nom du mécanisme de la nitration du benzène. [2]

Réactifs :

.....

Nom du mécanisme :

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

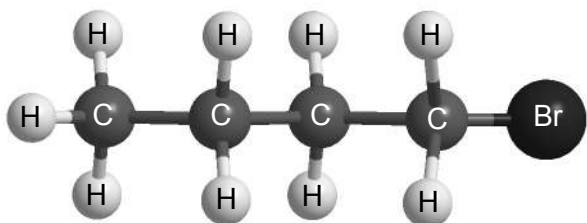
- (ii) Résumez, du point de vue des liaisons présentes, pourquoi les conditions de la réaction d'halogénéation sont différentes pour les alcanes et pour le benzène. [1]

.....

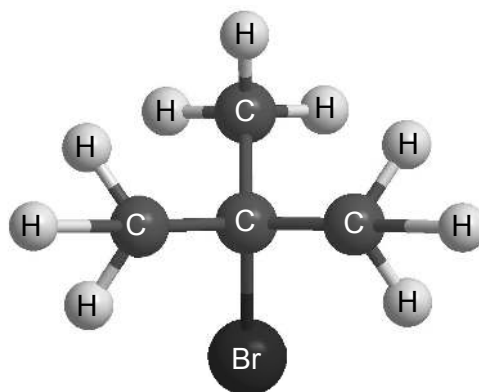
.....

.....

- (d) Deux isomères, A et B, de formule moléculaire C_4H_9Br , sont présentés ci-dessous.



A



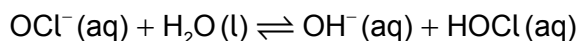
B

Expliquez le mécanisme de la réaction de substitution nucléophile avec $NaOH(aq)$ de l'isomère qui réagit presque exclusivement selon un mécanisme S_N2 en vous servant de flèches incurvées pour représenter le déplacement des paires d'électrons. [3]



8. Les acides et les bases solubles s'ionisent dans l'eau.

(a) L'hypochlorite de sodium s'ionise dans l'eau:



(i) Identifiez l'espèce amphiprotique (amphotère). [1]

.....

(ii) Identifiez une paire acide-base conjuguée dans la réaction. [1]

Acide	Base
.....

(b) Une solution contenant 0,510 g d'un acide monoprotique inconnu, HA, est titrée avec NaOH(aq) 0,100 mol dm⁻³. Il faut 25,0 cm³ pour atteindre le point d'équivalence.

(i) Calculez la quantité, en mol, de NaOH(aq) utilisée. [1]

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

(ii) Calculez la masse molaire de l'acide. [1]

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

(iii) Calculez [H⁺] dans la solution de NaOH. [1]

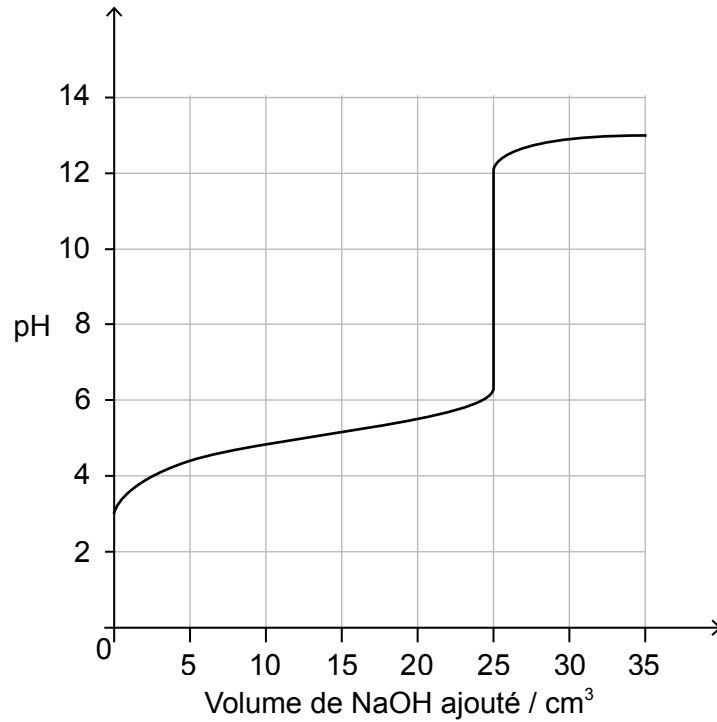
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

(iv) On a obtenu la courbe suivante à l'aide d'un pH-mètre.



Exprimez, en justifiant votre réponse, la force de l'acide.

[1]

.....
.....

(v) Exprimez une technique, autre que le titrage pH-métrique, qui peut être utilisée pour détecter le point d'équivalence.

[1]

.....
.....

(vi) Déduisez le pK_a de cet acide.

[1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP18

(Suite de la question 8)

(c) Le pK_a d'une anthocyanine est de 4,35. Déterminez le pH d'une solution $1,60 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ à deux décimales.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

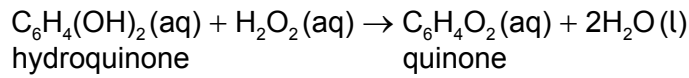
.....



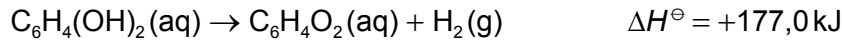
24EP19

Tournez la page

9. Le coléoptère bombardier projette un mélange d'hydroquinone et de peroxyde d'hydrogène pour lutter contre les prédateurs. On peut écrire l'équation de la réaction qui permet de produire la pulvérisation de la façon suivante :



- (a) (i) Calculez la variation d'enthalpie, en kJ, de la réaction de pulvérisation, en utilisant les données ci-dessous. [2]



.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) L'énergie libérée par la réaction d'une mole de peroxyde d'hydrogène avec l'hydroquinone est utilisée pour chauffer 850 cm³ d'eau initialement à 21,8 °C. Déterminez la température la plus élevée atteinte par l'eau.

Capacité calorifique massique de l'eau = 4,18 kJ kg⁻¹ K⁻¹.

(Si vous n'avez pas obtenu de réponse à la partie (i), utilisez une valeur de 200,0 kJ pour l'énergie libérée, bien que ce ne soit pas la bonne réponse.) [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP20

(Suite de la question 9)

- (b) (i) L'hydrogénation du propène produit du propane. Calculez la variation d'entropie standard, ΔS^\ominus , de l'hydrogénation du propène.

[2]

Formule	$S^\ominus / \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
$\text{H}_2(\text{g})$	+131
$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$	+267
$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	+270

.....

.....

.....

- (ii) La variation d'enthalpie standard, ΔH^\ominus , de l'hydrogénation du propène est de $-124,4 \text{ kJ mol}^{-1}$. Prédisez la température au-dessus de laquelle la réaction d'hydrogénation n'est pas spontanée.

[2]

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



24EP22

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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



24EP23

Veillez ne **pas** écrire sur cette page.
Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



24EP24