



22136123

**CHIMIE**  
**NIVEAU MOYEN**  
**ÉPREUVE 2**

Jeudi 16 mai 2013 (après-midi)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0								
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Code de l'examen

2	2	1	3	-	6	1	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**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).
- Section A : répondez à toutes les questions.
- Section B : répondez à une question.
- 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 [50 points].



0124

## SECTION A

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

1. Des comprimés de fer sont souvent prescrits à des patients. Dans ces comprimés, le fer est d'habitude présent sous la forme de sulfate de fer(II),  $\text{FeSO}_4$ .

Deux élèves ont réalisé une expérience en vue de déterminer le pourcentage en masse de fer dans une marque de comprimés vendue à Chypre.

*Procédure expérimentale :*

- Les élèves ont pris cinq comprimés de fer et ont déterminé que la **masse totale** était de 1,65 g.
- Les cinq comprimés ont été broyés et dissous dans  $100\text{ cm}^3$  d'acide sulfurique dilué,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ . La solution et les liquides de lavage ont été transférés dans un ballon jaugé de  $250\text{ cm}^3$  et le volume a été complété au trait avec de l'eau désionisée (distillée).
- $25,0\text{ cm}^3$  de cette solution de  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ont été transférés dans un ballon conique au moyen d'une pipette. De l'acide sulfurique dilué y a été ajouté.
- Un titrage a ensuite été réalisé en utilisant une solution étalon  $5,00 \times 10^{-3}\text{ mol dm}^{-3}$  de permanganate de potassium,  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ . Le point de fin de titrage était indiqué par une couleur rose pâle.

Les résultats suivants ont été enregistrés.

	Titre approximatif	Premier titre précis	Second titre précis
Lecture initiale de la burette / $\text{cm}^3 \pm 0,05$	1,05	1,20	0,00
Lecture finale de la burette / $\text{cm}^3 \pm 0,05$	20,05	18,00	16,80

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (a) Quand la solution de  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  a été préparée dans le ballon jaugé de  $250\text{ cm}^3$ , de l'eau désionisée (distillée) a été ajoutée jusqu'à ce que la base de son ménisque corresponde au trait de graduation sur le ballon. On a remarqué que l'un des élèves avait mesuré le volume de la solution en partant du haut du ménisque et non de sa base. Exprimez le nom de ce type d'erreur. [1]

.....

- (b) Exprimez ce que signifie le terme *précision*. [1]

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

- (c) Quand les élèves ont relevé les lectures de la burette, après le titrage avec le  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ , le haut du ménisque a été utilisé et non la base. Suggérez pourquoi les élèves ont lu la valeur en haut du ménisque et non à sa base. [1]

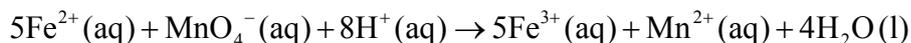
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(d) Cette expérience implique la réaction d'oxydo-réduction (redox) suivante.



(i) Définissez le terme *réduction* en considérant les électrons. [1]

.....

(ii) Déduisez le nombre d'oxydation du manganèse dans l'ion  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$ . [1]

.....

(e) (i) Déterminez la quantité, en mol, de  $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$ , utilisée dans chaque titre précis. [2]

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

(ii) Calculez la quantité, en mol, d'ions  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  dans  $250\text{ cm}^3$  de la solution. [1]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(iii) Déterminez la masse totale de fer, en g, dans 250 cm<sup>3</sup> de solution. [1]

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

(iv) Déterminez le pourcentage en masse de fer dans les comprimés. [1]

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

(f) (i) Un titrage a été abandonné parce qu'il s'est formé un précipité brun d'oxyde de manganèse(IV). Exprimez la formule chimique de ce composé. [1]

.....

(ii) Suggérez une raison pour laquelle il s'est formé de l'oxyde de manganèse(IV) et non du Mn<sup>2+</sup> (aq). [1]

.....  
.....



2. (a) Les variations d'enthalpie standard de trois réactions de combustion sont indiquées ci-dessous.



Déterminez la variation d'enthalpie,  $\Delta H$ , en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , pour la formation de propane dans la réaction suivante.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Un catalyseur fournit une autre voie pour une réaction, en réduisant l'énergie d'activation,  $E_a$ . Définissez le terme *énergie d'activation*,  $E_a$ . [1]

.....

.....

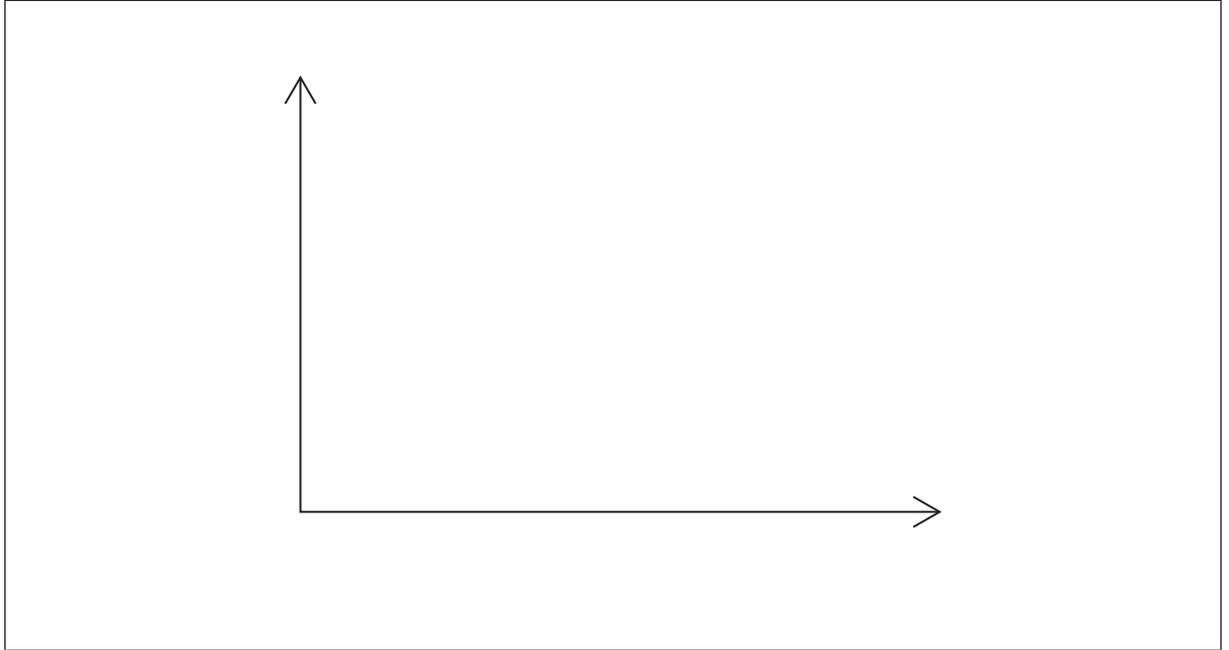
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (c) Esquissez **deux** courbes de distribution de l'énergie de Maxwell-Boltzmann pour une quantité déterminée de gaz à deux températures différentes,  $T_1$  et  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ), et légendez les **deux** axes. [3]



3. Les acides jouent un rôle clé dans les processus de la vie quotidienne.

(a) L'industrie vinicole est importante pour l'économie de nombreux pays. Le vin contient de l'éthanol. Dans un laboratoire du Chili, les chimistes ont testé le pH d'une bouteille de vin lorsqu'elle était ouverte et ont déterminé que son contenu avait un pH de 3,8. Après quelques jours, le pH avait baissé jusqu'à 2,8.

(i) Déduisez la variation de la concentration en ion hydrogène,  $[H^+]$ . [1]

.....  
.....

(ii) Exprimez le nom du composé qui s'est formé et qui est responsable de la baisse de la valeur du pH. [1]

.....

(b) L'acide sulfurique présent dans les pluies acides peut endommager les bâtiments construits avec du calcaire. Prédisez l'équation chimique équilibrée de la réaction entre le calcaire et l'acide sulfurique, en incluant les symboles d'état. [2]

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



4. Les forces intermoléculaires sont des forces d'attraction entre molécules.

(a) Identifiez les forces intermoléculaires présentes dans l'iodure d'hydrogène à l'état liquide, HI(l). [1]

.....  
.....

(b) Considérez les composés  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  et  $\text{CH}_4$ .

(i) Déduisez la formule structurale développée de ces deux composés, en montrant **toutes** les liaisons présentes. [2]

$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$\text{CH}_4$
----------------------------	---------------

(ii) Exprimez et expliquez quel composé peut former des liaisons hydrogène **avec l'eau**. [2]

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

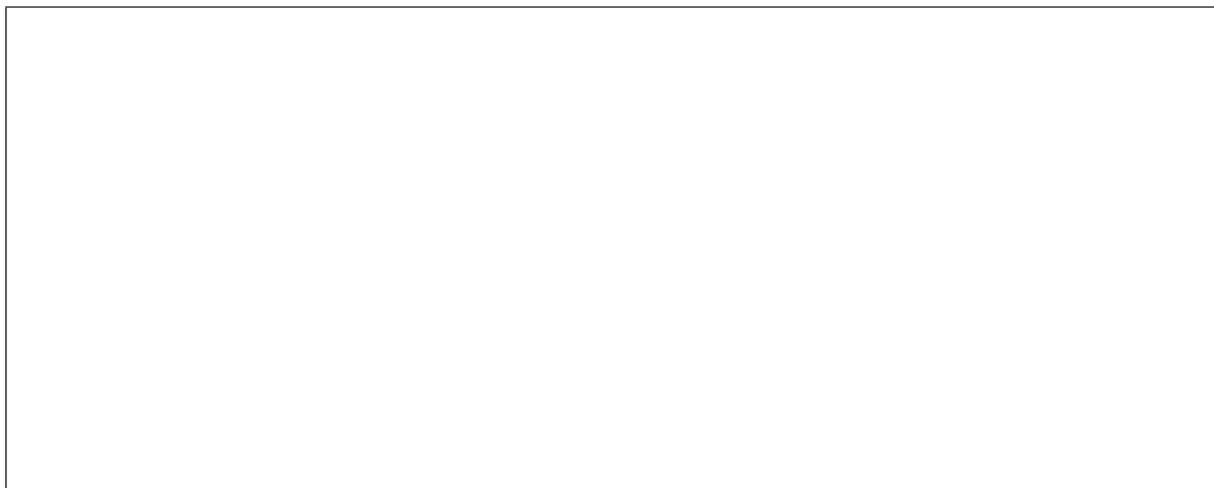
*(Suite de la question à la page suivante)*



*(Suite de la question 4)*

- (iii) Dessinez un schéma montrant les liaisons hydrogène formées entre l'eau et le composé choisi en (ii).

[1]



**SECTION B**

Répondez à **une** question. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

5. La liaison ionique et la liaison covalente sont deux types de liaison.

- (a) (i) Les liaisons ioniques sont présentes dans le chlorure de sodium. Décrivez ce que signifie le terme *liaison ionique*. [1]

.....  
.....

- (ii) Le chlorure de sodium a une structure en réseau. Décrivez la structure en réseau du chlorure de sodium, en incluant un schéma tridimensionnel représentatif approprié. Sur le schéma, légendez chaque ion et distinguez entre les différents types d'ions présents en représentant des sphères de tailles différentes. [4]

.....  
.....

- (iii) Le phosphate d'ammonium est lui aussi un composé ionique, utilisé dans la fabrication d'engrais. Exprimez la formule chimique du phosphate d'ammonium. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 5)

(b) Considérez les molécules difluorure de soufre, SF<sub>2</sub>, trifluorure de bore, BF<sub>3</sub>, et trichlorure de phosphore, PCl<sub>3</sub>.

(i) Déduisez la structure de Lewis (représentation des électrons par des points) et prédisez la forme de chaque molécule, en utilisant la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV). [6]

	SF <sub>2</sub>	BF <sub>3</sub>	PCl <sub>3</sub>
<b>Structure de Lewis (représentation des électrons par des points)</b>			
<b>Forme</b>	.....	.....	.....

(ii) Exprimez et expliquez l'angle de liaison F-S-F dans SF<sub>2</sub>. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question 5)*

(iii) Déduisez si chacune des trois molécules est polaire ou non polaire, en indiquant une raison dans chaque cas.

[3]

<p>SF<sub>2</sub> :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>BF<sub>3</sub> :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>PCl<sub>3</sub> :</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

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



(Suite de la question 5)

- (c) En utilisant les valeurs d'électronégativité indiquées dans le Tableau 7 du Recueil de Données, exprimez et expliquez lesquels parmi les composés suivants, IBr, BaCl<sub>2</sub>, CsI et HBr, sont ioniques et lesquels sont covalents. [2]

IBr :

.....

.....

BaCl<sub>2</sub> :

.....

.....

CsI :

.....

.....

HBr :

.....

.....



6. Le chlore se trouve dans le Groupe 7, les halogènes.

(a) Deux isotopes stables du chlore sont  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$ , dont les nombres de masse sont 35 et 37 respectivement.

(i) Définissez le terme *isotopes d'un élément*. [2]

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

(ii) Calculez le nombre de protons, de neutrons et d'électrons dans les isotopes  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$ . [2]

Isotope	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
$^{35}\text{Cl}$			
$^{37}\text{Cl}$			

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (iii) En utilisant les nombres de masse des deux isotopes et la masse atomique relative du chlore indiquée dans le Tableau 5 du Recueil de Données, déterminez le pourcentage d'abondance de chaque isotope. [2]

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

Pourcentage d'abondance de  $^{35}\text{Cl}$  :

.....

Pourcentage d'abondance de  $^{37}\text{Cl}$  :

.....

- (iv) Déduisez la configuration électronique de l'ion chlorure,  $\text{Cl}^-$ . [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

(b) Le chlore a une valeur d'électronégativité de 3,2 sur l'échelle de Pauling.

(i) Définissez le terme *électronégativité*. [1]

.....  
.....

(ii) En utilisant le Tableau 7 du Recueil de Données, expliquez les tendances au niveau des valeurs d'électronégativité des éléments F à I du Groupe 7. [2]

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

(iii) Exprimez l'équation chimique équilibrée de la réaction entre le bromure de potassium, KBr(aq), et le chlore, Cl<sub>2</sub>(aq). [1]

.....  
.....

(iv) Décrivez le changement de couleur susceptible d'être observé dans cette réaction. [1]

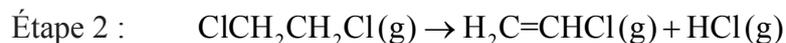
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (c) Le chloroéthène,  $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$ , le monomère utilisé dans la réaction de polymérisation lors de la fabrication du polymère poly(chloroéthène), PVC, peut être synthétisé au cours d'une réaction comportant les deux étapes suivantes.



- (i) Exprimez **une** utilisation du plastic PVC.

[1]

.....  
.....

- (ii) Déterminez la variation d'enthalpie,  $\Delta H$ , en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , pour l'étape 1 en utilisant les données relatives à l'enthalpie moyenne de liaison indiquées dans le Tableau 10 du Recueil de Données.

[3]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

(iii) Exprimez si la réaction figurant à l'étape 1 est exothermique ou endothermique. [1]

.....

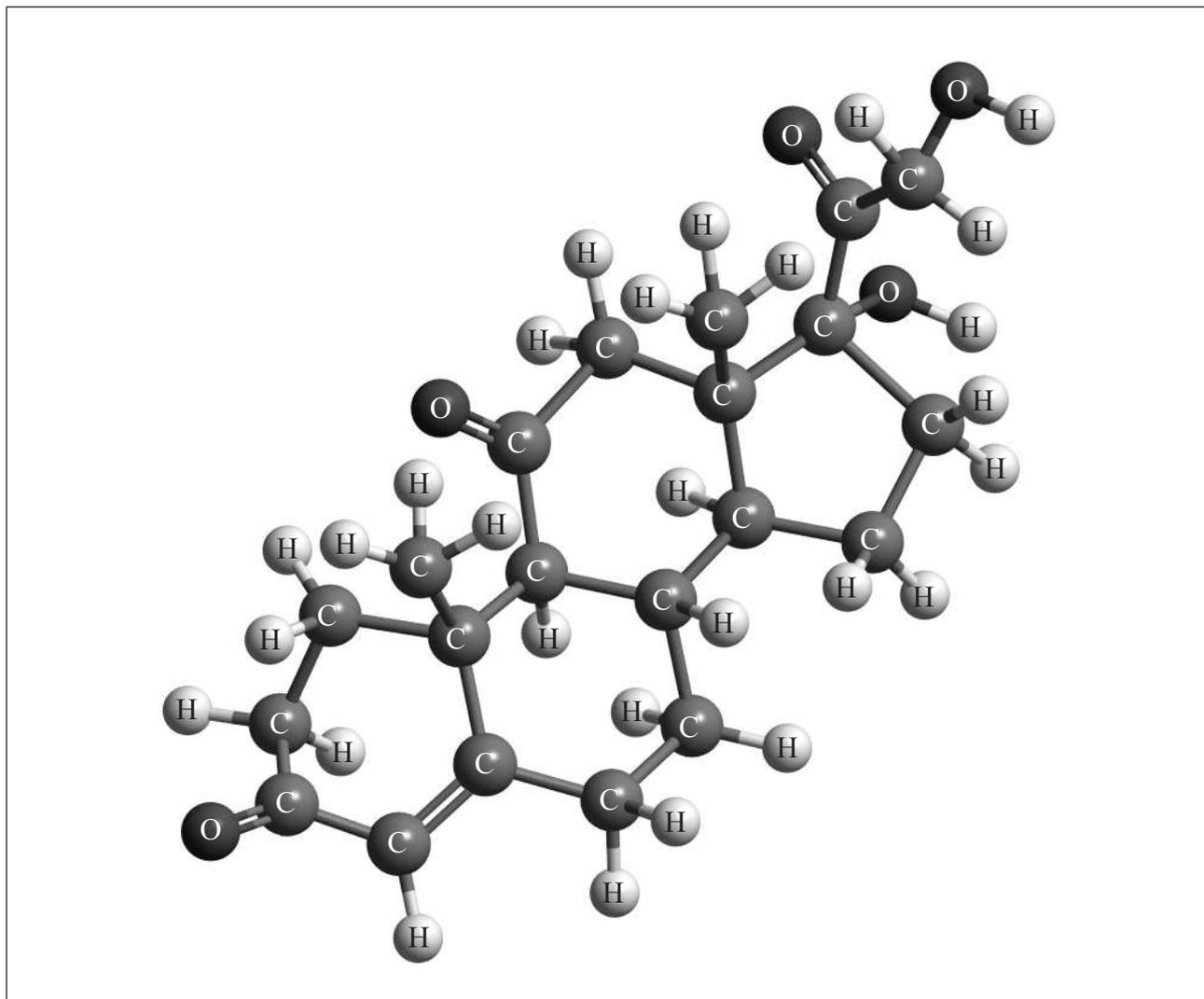
(iv) Dessinez la structure du poly(chloroéthène) en montrant **deux** unités structurales répétitives. [1]

(v) Suggérez pourquoi les monomères sont souvent des gaz ou des liquides volatils, alors que les polymères sont des solides. [2]

.....  
.....



7. (a) La cortisone est un médicament dont la structure tridimensionnelle est représentée ci-dessous.



- (i) Identifiez les noms de **deux** groupes fonctionnels présents dans la cortisone. [2]

1. ....
2. ....

- (ii) Dessinez un cercle autour de chacun de ces **deux** groupes fonctionnels dans la structure ci-dessus et légendez-les comme 1 et 2, tels qu'identifiés dans (a) (i). [1]

(Suite de la question à la page suivante)



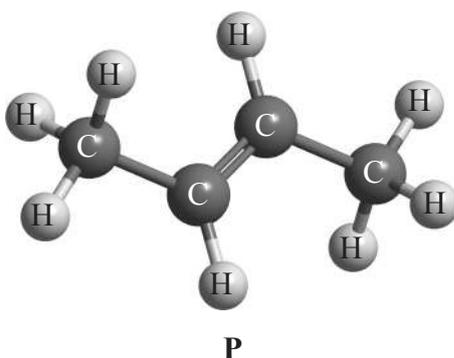
(Suite de la question 7)

- (b) Décrivez ce que signifie le terme *isomères structuraux*. [1]

.....

.....

- (c) Le composé **P** a la structure tridimensionnelle suivante.



- (i) Appliquez les règles de l'UICPA pour exprimer le nom de **P**. [1]

.....

- (ii) **X** est un isomère structural à chaîne droite de **P**. Dessinez la structure de **X**. [1]

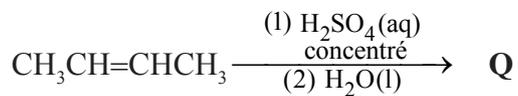
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (iii) Exprimez la formule structurale des produits organiques, **Q** et **R**, formés dans les réactions suivantes. [2]



**Q :**



**R :**

- (iv) Identifiez un catalyseur approprié utilisé dans la réaction pour former **R**. [1]

.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (v) **P**,  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ , réagit avec  $\text{HBr}$  pour former  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$ . Suggérez **un** mécanisme approprié pour la réaction entre  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  et l'hydroxyde de sodium aqueux, en utilisant des flèches courbes pour représenter le déplacement des paires d'électrons. [4]

- (vi) Exprimez la formule structurale du produit organique formé, **S**, quand **Q** est chauffé à reflux avec du dichromate(VI) de potassium acidifié. [1]

- (vii) Appliquez les règles de l'UICPA pour exprimer le nom de ce produit, **S**. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(viii) **P** peut subir une réaction de polymérisation. Dessinez **deux** unités structurales répétitives du polymère qui en résulte. [1]

(d) Le menthol peut être utilisé dans les médicaments contre la toux. Le composé contient 76,84% de C, 12,92% d'H et 10,24% O en masse.

(i) Déterminez sa formule empirique. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Déterminez sa formule moléculaire, compte tenu que sa masse molaire est  $M = 156,30 \text{ g mol}^{-1}$ . [1]

.....

.....

