

الاسم:
الرقم:

مسابقة في مادة: الكيمياء
المدة: ساعة واحدة

This exam is made of three obligatory exercises in two pages
The use of a non- programmable calculator is allowed

First Exercise (7 Points) Chemical Fertilizers

Chemical Fertilizers, rich in three elements, nitrogen, potassium and phosphorus, are substances added to soil to supply one or more plant nutrients essential to the growth of plants.

1. The representation of the atoms of three elements: nitrogen, potassium and phosphorus are respectively:



- 1.1. Determine the number of neutrons in the nucleus of each of the above three atoms.
- 1.2. Deduce among the three atoms the one that has the greatest number of neutrons.
2. Phosphorus is found in fertilizers in the form of phosphate compounds.
 - 2.1. Write the electron configuration of phosphorus atom.
 - 2.2. Specify the placement of phosphorus element in the periodic table.
3. The electron configuration of nitrogen atom is: $\text{K}^2 \text{L}^5$.
 - 3.1. Choose among the following Lewis electron dot symbols the one that corresponds to nitrogen atom:

a- $\text{N} \cdot$

b- $\cdot \ddot{\text{N}} \cdot$

c- $:\ddot{\text{N}}:$
 - 3.2. The chemical element nitrogen exists in nature as a di-atomic molecule.
 - Explain the bond formation in the molecule of nitrogen (N_2)
4. A bag of a chemical fertilizer contains 1.17g of the nutritive element potassium (K).
 - Calculate the number of moles of the element potassium in this bag.

Given: $M(\text{K}) = 39 \text{ g.mol}^{-1}$
5. Pick out from the text the benefit of adding a chemical fertilizer to soil.

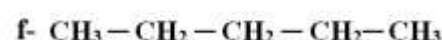
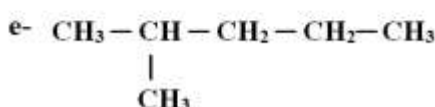
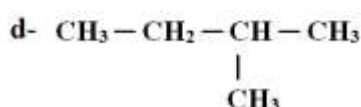
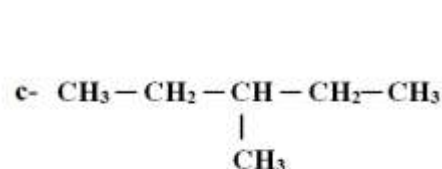
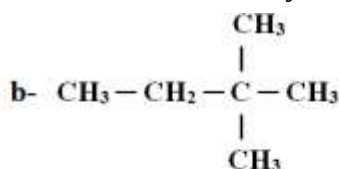
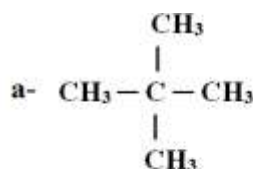
Second Exercise (6 points) Cracking of Octane

The cracking is an industrial process, carried out under appropriate experimental conditions to break down the molecules of long carbon chain into molecules of shorter carbon chain.

1. The cracking reaction of one molecule of octane (C_8H_{18}) produces one molecule of propene (C_3H_6) and a hydrocarbon molecule (**A**) of molecular formula (C_xH_y). This reaction is represented by the word equation given below:

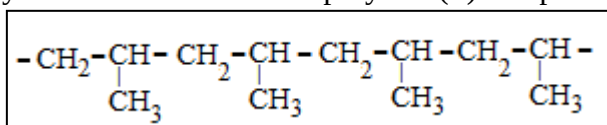


- 1.1. Show that the molecular formula of hydrocarbon (**A**) is C_5H_{12} .
- 1.2. Hydrocarbon (**A**) admits several isomers. Choose among the condensed structural formulas given below, those that correspond to the isomers of hydrocarbon (**A**).



1.3. Give the IUPAC name of each of the **branched** isomers of hydrocarbon (**A**).

2. Propene undergoes addition polymerization reaction producing a polymer (P).
 - 2.1. Write the condensed structural formula of propene.
 - 2.2. Identify the type of bonds between the carbon atoms in the molecule of propene.
 - 2.3. A portion of the polymeric chain of addition polymer (P) is represented below:

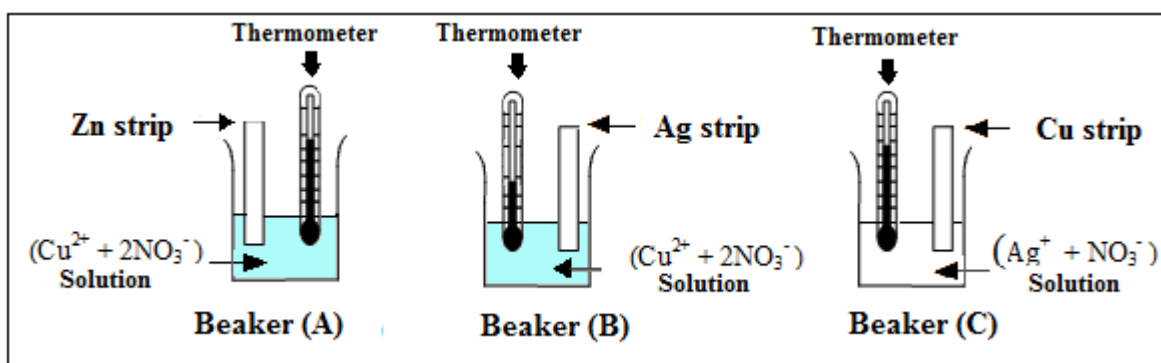


-Indicate the number of repeating units in the portion of the polymeric chain given above.

Third Exercise (7points) Reactivity of Metals

A chemical reaction occurs when a metal strip (M) is dipped in an aqueous solution containing ions of another metal (M'), if the metal (M) has greater tendency to lose electrons than that of the metal (M'). In such reaction, energy is liberated in the form of heat.

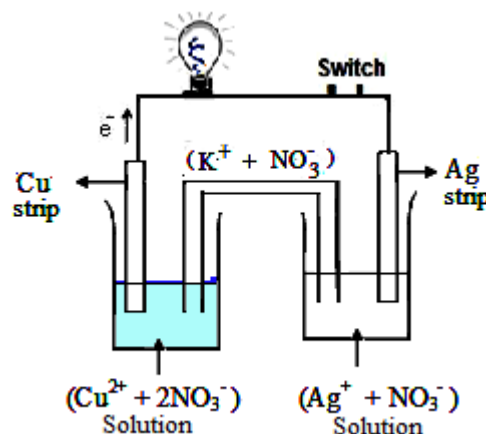
Experiments are performed as shown in the set-up given below:



1. The reactions that took place in the two beakers (A) and (C) are represented by the following equations:
 In beaker (A) : $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
 In beaker (C) : $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$
Remark: In beaker (B) : $\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$ No reaction occurs.

- 1.1. Show, using oxidation numbers, that the reaction that took place in beaker (A) is an oxidation-reduction reaction.
- 1.2. Indicate the oxidant in the reaction that took place in beaker (C).
- 1.3. Classify the metals Zn, Ag, and Cu in an increasing order of their tendency to lose electrons.
2. A galvanic cell is constructed as shown in the adjacent figure.

- 2.1. Write the oxidation half-reaction and the reduction half-reaction that took place in this galvanic cell.
- 2.2. Deduce the equation of the overall reaction when the galvanic cell is set to function.
- 2.3. Verify that the reaction in this cell is due to indirect contact between the reactants.



First Exercise (7 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	The number of neutrons is given according to the following relation $N = A - Z$ (0.25) For nitrogen atom $N = 14 - 7 = 7$ (0.25); for potassium atom $N = 39 - 19 = 20$ (0.25) and for phosphorus atom $N = 31 - 15 = 16$ (0.25)	1
1.2	K has the greatest number of neutrons: 20 is greater than that of P(16) and that of N (7)	0.75
2.1	The atom is electrically neutral the number of electrons = number of protons (0.25) $Z = 15 = \text{number of protons} = 15 \text{ electrons}$. Electron configuration of P is: $K^2 L^8 M^5$ (0.5)	0.75
2.2	Phosphorus belongs to period 3 The number of occupied energy level indicates the period (row) (row 3) . (0.5) Phosphorus belongs to group V (column 15) The number of electrons on the valence energy level indicates the number of the group (or the unit digit of the column). (0.5)	1
3.1	The electron Lewis dot symbol of nitrogen is: $\cdot \ddot{N} \cdot$	0.5
3.2	Nitrogen atom has 5 valence electrons; it needs 3 electrons to attain the configuration of the closest inert gas in the periodic table (0.25). Each nitrogen atom shares 3 pairs of electrons (0.25) with the other nitrogen atom to attain stable octet (0.25). The type of bond is triple covalent bond. (0.25)	1
4	Number of mol , $n(\text{mol}) = (m(\text{g})/M(\text{g.mol}^{-1})) = 1.17/39$ (0.5) = 0.03 (0.25) mol (0.25)	1
5	A fertilizer is added to the soil to supply one or more plant nutrients essential to the growth of plants.	1

Second Exercise (6 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	The equation of the cracking reaction is: $C_8H_{18} \rightarrow C_xH_y + C_3H_6$ According to the law of conservation of mass (atoms) ; the number of atoms of an element in the reaction is conserved. For C atom : $8 = x + 3 \Rightarrow x = 5$ For H atom : $18 = y + 6 \Rightarrow y = 12$; The molecular formula of (A) is C_5H_{12}	1
1.2	The isomers of (A) are: a (0.5), d (0.5), and f (0.5).	1.5
1.3	a) 2,2-dimethylpropane (0.5), b) 2-methylbutane (0.5).	1
2.1	The condensed structural formula of propene is. $\overset{3}{CH_3} - \overset{2}{CH} = \overset{1}{CH_2}$	0.5

2.2	Between the two carbon atoms number 1 and 2: double covalent bond because of sharing of two pairs of electrons. (0.5) Between the carbon atoms number 2 and 3: single covalent bond because of sharing of one pair of electrons. (0.5) .	1
2.3	The number of repeating units is 4	1

Third Exercise (7 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	$\begin{array}{ccccccc} 0 & & +\text{II} & & +\text{II} & & 0 \\ \text{Zn} + \text{Cu}^{2+} & \longrightarrow & \text{Zn}^{2+} & + & \text{Cu} \end{array}$ The oxidation number of Zn changes from 0 to +II and that of Cu changes from +II to 0 Because of the change in the oxidation number, the reaction is an oxidation-reduction reaction.	1
1.2	The oxidant is Cu^{2+} .	0.5
1.3	According to the reaction that takes place in beaker (A): Zn has a tendency to lose electrons more than Cu.(0.5) According to the reaction that takes place in beaker (C): Cu has a tendency to lose electrons more than Ag. (0.5) Thus the increasing order of the tendency to lose electrons is: Ag, Cu, Zn.(0.5)	1.5
2.1	The reduction half-reaction is: $\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (0.75) The oxidation half-reaction is: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ (0.75)	1.5
2.2	In a redox reaction, electrons are conserved (number of electrons released equals number of electrons captured) (0.5) Multiply the reduction half-reaction by 2 and the obtained equation add to oxidation half – reaction.(0.5) $\begin{array}{r} 2 \times (\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}) \\ \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{e}^- \\ \hline 2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} \end{array}$ The equation of the overall reaction is: $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (0.5)	1.5
2.3	The reaction between the reactants of this reaction is due to indirect contact, because they are placed in separate compartments.	1

First Exercise (7 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	The number of neutrons is given according to the following relation $N = A - Z$ (0.25) For nitrogen atom $N = 14 - 7 = 7$ (0.25); for potassium atom $N = 39 - 19 = 20$ (0.25) and for phosphorus atom $N = 31 - 15 = 16$ (0.25)	1
1.2	K has the greatest number of neutrons: 20 is greater than that of P(16) and that of N (7)	0.75
2.1	The atom is electrically neutral the number of electrons = number of protons (0.25) $Z = 15 = \text{number of protons} = 15 \text{ electrons}$. Electron configuration of P is: $K^2 L^8 M^5$ (0.5)	0.75
2.2	Phosphorus belongs to period 3 The number of occupied energy level indicates the period (row) (row 3) . (0.5) Phosphorus belongs to group V (column 15) The number of electrons on the valence energy level indicates the number of the group (or the unit digit of the column). (0.5)	1
3.1	The electron Lewis dot symbol of nitrogen is: $\cdot \ddot{N} \cdot$	0.5
3.2	Nitrogen atom has 5 valence electrons; it needs 3 electrons to attain the configuration of the closest inert gas in the periodic table (0.25). Each nitrogen atom shares 3 pairs of electrons (0.25) with the other nitrogen atom to attain stable octet (0.25). The type of bond is triple covalent bond. (0.25)	1
4	Number of mol , $n(\text{mol}) = (m(\text{g})/M(\text{g.mol}^{-1})) = 1.17/39$ (0.5) = 0.03 (0.25) mol (0.25)	1
5	A fertilizer is added to the soil to supply one or more plant nutrients essential to the growth of plants.	1

Second Exercise (6 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	The equation of the cracking reaction is: $C_8H_{18} \rightarrow C_xH_y + C_3H_6$ According to the law of conservation of mass (atoms) ; the number of atoms of an element in the reaction is conserved. For C atom : $8 = x + 3 \Rightarrow x = 5$ For H atom : $18 = y + 6 \Rightarrow y = 12$; The molecular formula of (A) is C_5H_{12}	1
1.2	The isomers of (A) are: a (0.5), d (0.5), and f (0.5).	1.5
1.3	a) 2,2-dimethylpropane (0.5), b) 2-methylbutane (0.5).	1
2.1	The condensed structural formula of propene is. $\overset{3}{CH_3} - \overset{2}{CH} = \overset{1}{CH_2}$	0.5

2.2	Between the two carbon atoms number 1 and 2: double covalent bond because of sharing of two pairs of electrons. (0.5) Between the carbon atoms number 2 and 3: single covalent bond because of sharing of one pair of electrons. (0.5) .	1
2.3	The number of repeating units is 4	1

Third Exercise (7 points)		
Part of the Q	Expected Answer	Mark
1.1	$\begin{array}{ccccccc} 0 & & +\text{II} & & +\text{II} & & 0 \\ \text{Zn} + \text{Cu}^{2+} & \longrightarrow & \text{Zn}^{2+} & + & \text{Cu} \end{array}$ The oxidation number of Zn changes from 0 to +II and that of Cu changes from +II to 0 Because of the change in the oxidation number, the reaction is an oxidation-reduction reaction.	1
1.2	The oxidant is Cu^{2+} .	0.5
1.3	According to the reaction that takes place in beaker (A): Zn has a tendency to lose electrons more than Cu.(0.5) According to the reaction that takes place in beaker (C): Cu has a tendency to lose electrons more than Ag. (0.5) Thus the increasing order of the tendency to lose electrons is: Ag, Cu, Zn.(0.5)	1.5
2.1	The reduction half-reaction is: $\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (0.75) The oxidation half-reaction is: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ (0.75)	1.5
2.2	In a redox reaction, electrons are conserved (number of electrons released equals number of electrons captured) (0.5) Multiply the reduction half-reaction by 2 and the obtained equation add to oxidation half – reaction.(0.5) $\begin{array}{r} 2 \times (\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}) \\ \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{e}^- \\ \hline 2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} \end{array}$ The equation of the overall reaction is: $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (0.5)	1.5
2.3	The reaction between the reactants of this reaction is due to indirect contact, because they are placed in separate compartments.	1

الاسم:
الرقم:

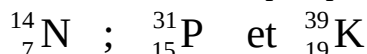
مسابقة في مادة: الكيمياء
المدة: ساعة واحدة

Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires répartis sur deux pages
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

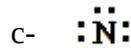
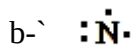
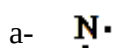
Premier exercice (7 points) Les engrais chimiques

Les engrais chimiques riches en trois éléments, azote, potassium et phosphore sont des substances ajoutées au sol pour fournir un ou plusieurs nutriments essentiels à la croissance des plantes.

1. Les représentations des atomes des trois éléments: azote, phosphore et potassium sont respectivement :



- 1.1. Déterminer le nombre de neutrons, dans le noyau de chacun des trois atomes précédents.
- 1.2. Déduire, parmi ces trois atomes, celui qui possède le plus grand nombre de neutrons.
2. Le phosphore est présent dans les engrais sous forme de composés phosphatés.
 - 2.1. Écrire la configuration électronique de l'atome de phosphore.
 - 2.2. Préciser la position de l'élément phosphore dans le tableau périodique.
3. La configuration électronique de l'atome d'azote est: $\text{K}^2 \text{L}^5$.
 - 3.1. Choisir parmi les représentations de Lewis données ci-dessous, celle qui correspond à l'atome d'azote :



- 3.2. L'élément chimique azote existe dans la nature sous forme d'une molécule diatomique.
 - Expliquer la formation de la liaison dans la molécule de diazote (N_2).
4. Un sachet d'engrais chimique contient 1,17 g de l'élément nutritif potassium (K).
 - Calculer le nombre de moles de l'élément potassium dans ce sachet.

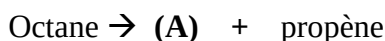
Donnée : $M(\text{K}) = 39 \text{ g.mol}^{-1}$

5. Relever du texte l'intérêt d'ajouter un engrais chimique au sol.

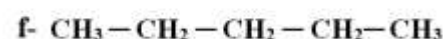
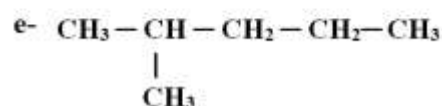
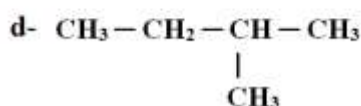
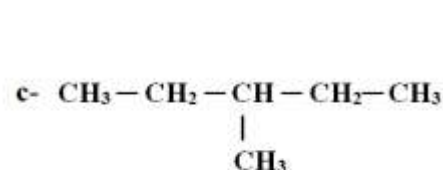
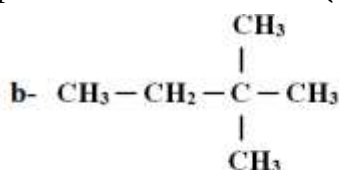
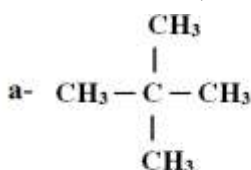
Deuxième exercice (6 points) Le craquage de l'octane

Le craquage est un processus industriel qui s'effectue dans des conditions expérimentales appropriées pour briser les molécules à longue chaîne carbonée en des molécules à chaîne carbonée plus courte.

1. La réaction de craquage d'une molécule d'octane (C_8H_{18}) produit une molécule de propène (C_3H_6) et une molécule d'un hydrocarbure (**A**) de formule moléculaire (C_xH_y). Cette réaction est représentée par l'équation nominale ci-dessous :

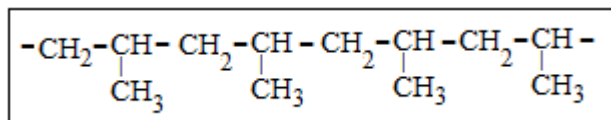


- 1.1. Montrer que la formule moléculaire de l'hydrocarbure (**A**) est C_5H_{12} .
- 1.2. L'hydrocarbure (**A**) admet plusieurs isomères. Choisir parmi les formules semi-développées données ci-dessous, celles qui correspondent aux isomères de (**A**) :



1.3. Donner le nom systématique de chacun des isomères à chaîne ramifiée de l'hydrocarbure (**A**).

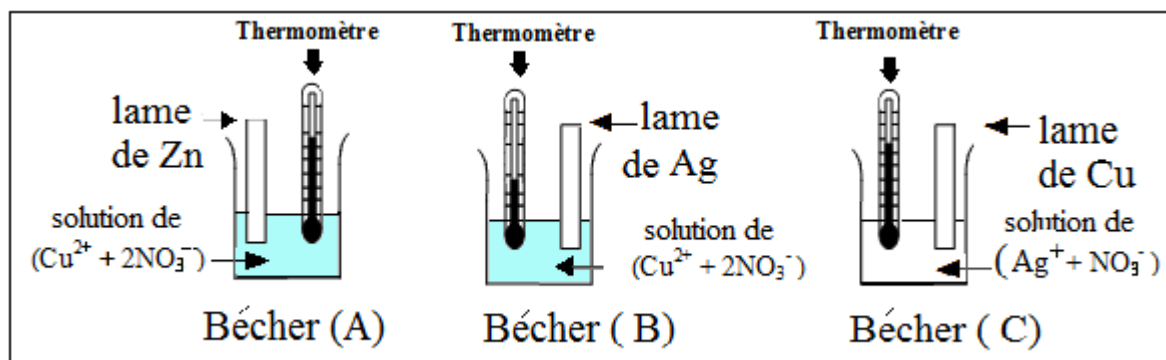
2. Le propène subit une réaction de polymérisation par addition en produisant le polymère (P).
 - 2.1. Ecrire la formule semi-développée du propène.
 - 2.2. Identifier le type de liaisons entre les atomes de carbone dans la molécule de propène.
 - 2.3. Une partie de la chaîne polymérique du polymère d'addition (P) est représentée ci-dessous :



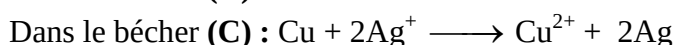
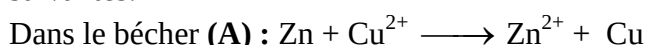
- Indiquer le nombre d'unités répétitives (motifs) dans la partie de la chaîne polymérique donnée ci-dessus.

Troisième exercice (7points) Réactivité des métaux

Une réaction chimique se produit lorsqu'une lame d'un métal (M) est plongée dans une solution aqueuse contenant des ions d'un autre métal (M'), si le métal (M) a une tendance à perdre des électrons supérieure à celle du métal (M'). Durant ce genre de réaction, l'énergie est libérée sous forme de chaleur. On réalise les expériences représentées par les montages ci-dessous :



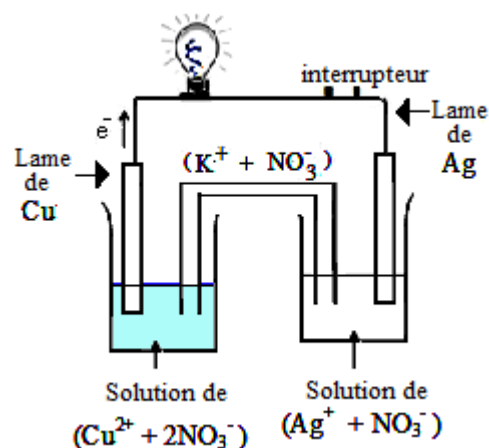
1. Les réactions qui ont eu lieu dans les deux béchers (A) et (C) sont représentées par les équations suivantes:



N.B. dans le bécher (B) : $\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$ pas de réaction.

- 1.1. Montrer, en utilisant les nombres d'oxydation, que la réaction qui a eu lieu dans le bécher (A) est une réaction d'oxydoréduction.
- 1.2. Indiquer l'oxydant de la réaction qui a eu lieu dans le bécher (C).
- 1.3. Classer les métaux Zn, Ag et Cu dans l'ordre croissant de leur tendance à perdre des électrons.
2. On construit la pile électrochimique dont le schéma est donné ci-contre :

- 2.1. Ecrire la demi-équation électronique de la réaction d'oxydation et celle de la réaction de réduction qui ont eu lieu dans cette pile électrochimique.
- 2.2. Déduire l'équation-bilan de la réaction de fonctionnement de cette pile.
- 2.3. Vérifier que la réaction dans cette pile est due à un contact indirect entre les réactifs.



Premier exercice (7 points)

Partie de Q	Réponse attendue	Note
1.1	Le nombre de neutrons est donné par la relation : $N = A - Z$ (0.25); pour l'atome d'azote $N = 14 - 7 = 7$ (0.25); pour l'atome de potassium, $N = 39 - 19 = 20$ (0.25); et pour l'atome de phosphore, $N = 31 - 15 = 16$ (0.25);	1
1.2	K possède le plus grand nombre de neutrons : 20 est supérieur à celui de P (16) et de N(7)	0.75
2.1	Puisque l'atome est électriquement neutre, le nombre de protons = le nombre d'électrons. (0.25) $Z = 15 =$ nombre de protons = 15 électrons Configuration électronique de P: $K^2 L^8 M^5$ (0.5)	0.75
2.2	Le nombre de niveaux d'énergie occupés indique la période (ligne) Le phosphore est dans la période 3 (ligne 3). (0.5) Le nombre d'électrons du niveau d'énergie de valence indique le numéro du groupe (ou le chiffre d'unité de la colonne). Le phosphore est dans le groupe V (colonne 15) (0.5).	1
3.1	La représentation de Lewis de l'atome d'azote est : $\cdot\ddot{N}\cdot$	0.5
3.2	L'atome de l'azote a 5 électrons de valence; il a besoin de trois électrons pour atteindre la configuration électronique du gaz inerte le plus proche dans le tableau périodique.(0.25); Chaque atome d'azote met en commun trois électrons(0.25); avec un autre atome d'azote pour atteindre son octet et devient stable(0.25);. Le type de liaison entre les deux atomes d'azote est une liaison covalente triple (0.25);	1
4	Nombre de moles, $n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g.mol}^{-1})} = \frac{1,17}{39} (0.5) = 0,03 (0.25)$ mol.(0.25);	1
5	Un engrais est ajouté au sol pour fournir un ou plusieurs nutriments essentiels à la croissance des plantes.	1

Deuxième exercice (6 points)

Partie de Q	Réponse attendue	Note
1.1	L'équation du craquage est : $C_8H_{18} \rightarrow C_xH_y + C_3H_6$ D'après la loi de conservation de masse (nombre d'atomes); le nombre d'atomes d'un élément est conservé. Pour C: $8 = x + 3 \Rightarrow x = 5$ Pour H: $18 = y + 6 \Rightarrow y = 12$ La formule moléculaire de (A) est : C_5H_{12}	1
1.2	Les isomères de (A) sont : a (0.5), d (0.5) et f (0.5).	1.5
1.3	a) 2,2-diméthylpropane (0.5) b) 2-méthylbutane (0.5)	1
2.1	La formule semi-développée du propène est : $\overset{3}{CH_3} - \overset{2}{CH} = \overset{1}{CH_2}$	0.5

2.2	Entre les atomes de carbone numéro 1 et 2 la liaison est une liaison covalente double car il y a une mise en commun de deux paires d'électrons. (0.5) Entre les atomes de carbone 2 et 3 la liaison est une liaison covalente simple car il y a une mise en commun d'une paire d'électrons. (0.5)	1
2.3	Le nombre d'unités répétitives (de motifs) est 4.	1

Troisième exercice (7 points)

Partie de Q	Réponse attendue	Note
1.1	$\begin{array}{ccccccc} 0 & & +II & & +II & & 0 \\ \text{Zn} + \text{Cu}^{2+} & \longrightarrow & \text{Zn}^{2+} & + & \text{Cu} \end{array}$ Le nombre d'oxydation de Zn augmente de 0 à +II et celui de Cu diminue de +II à 0. Comme il y a un changement de n.o. donc la réaction est une réaction redox.	1
1.2	L'oxydant est Cu^{2+} .	0.5
1.3	D'après la réaction qui a eu lieu dans le bécher (A): Zn a une tendance à perdre des électrons plus que celle de Cu (0.5) D'après la réaction qui a eu lieu dans le bécher (C): Cu a une tendance à perdre des électrons plus que celle de Ag. (0.5) Donc l'ordre croissant de leur tendance à perdre des électrons est Ag, Cu, Zn. (0.5)	1.5
2.1	La demi-équation électronique de réduction est: $\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (0.75) La demi-équation électronique d'oxydation est : $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ (0.75)	1.5
2.2	Dans une réaction redox, les électrons sont conservés (nombre d'électrons cédés est égal au nombre d'électrons captés).(0.5) Multiplier la demi-équation électronique de réduction par 2, et l'additionner à la demi-équation électronique d'oxydation.(0.5) $\begin{array}{r} 2 \times (\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}) \\ \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{e}^- \\ \hline 2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} \end{array}$ L'équation-bilan de la réaction est : $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (0.5)	1.5
2.3	La réaction entre les réactifs dans cette pile est indirecte car ils sont placés dans deux compartiments séparés.	1