



Olympiades Nationales de la Chimie

2008

Questionnaire : Corrigé

Page 2	13,5
Page 3	10,5
Page 4	12,0
Page 5	7,0
Page 6	8,5
Page 7	13,0
Page 8	10,0
Page 9	14,0
Page 10	8,0
Page 11	11,5
Page 12	12,0
Total	120,0

1. Préambule

1.1.

Cocher les cases correspondant au type de matériau pour chaque pièce.

Pièces de la voiture	Métal	Polymère organique
Carrosserie	×	
Feu-arrière		×
Pneu		×
Jante	×	
Enjoliveur		×
Optique avant		×
Joint de vitre		×
Pare-choc		×
Siège		×

9 × 0,5

1.2.

Trois fluides pouvant se trouver dans le compartiment moteur d'une voiture : lave-glace, liquide de frein, liquide de refroidissement, huile (lubrifiant),...

1,5

1.3.

Cocher la case correspondant au matériau principal de chaque élément.

	Joint de vitre	Peinture	Feu-arrière	Optique avant	Pneu	Jante	Enjoliveur	Pare-choc	Siège
Matériau principal									
Acier galvanisé						×			
Aluminium						×			
Polypropylène								×	
Polyméthacrylate de méthyle			×						
Résine époxy		×							
Polycarbonate				×					
Caoutchouc					×				
Polyamide-6,6							×		
EPDM	×								
Polyuréthane									×

10
× 0,5

2. Les métaux

2.1. L'acier et la fonte

2.1.1

Deux principaux constituants de la fonte et de l'acier : fer et carbone.

1

Distinction entre la fonte et l'acier : la fonte contient plus de carbone que l'acier.

0,5

2.1.2.1.

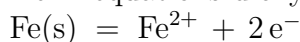
Oxydation du fer : à la pointe du clou (en bas, vers la zone bleue).

1

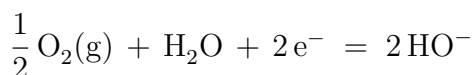
Réduction du dioxygène : à la tête du clou (en haut, vers la zone rose).

2.1.2.2.

Demi-équations d'oxydo-réduction :

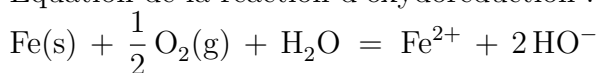


0,5



1

Équation de la réaction d'oxydoréduction :



1

2.1.3.1.

Espèce réduite : O_2

0,5

Électrode siège de la réduction : fer ~~zinc~~ (*Rayer l'un des deux métaux proposés.*)

0,5

2.1.3.2.

Métal corrodé : le zinc

0,5

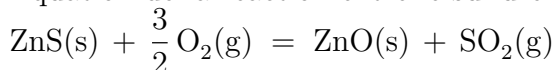
Anode sacrificielle : le zinc est oxydé et disparaît, le fer est protégé contre la corrosion, il y a sacrifice du zinc au profit du fer.

1

2.2. Le zinc

2.2.1.

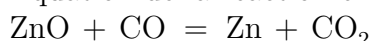
Équation de la réaction entre le sulfure de zinc et le dioxygène :



1

2.2.2.1.

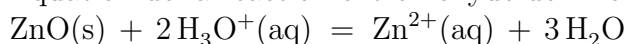
Équation de la réaction entre l'oxyde de zinc et le monoxyde de carbone :



1

2.2.2.2.1.

Équation de la réaction entre l'oxyde de zinc et l'acide sulfurique :



1

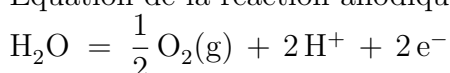
2.2.2.2.2.

Nécessité de l'élimination des ions Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} ,... : si ces ions restent en solution, ils seront eux-aussi réduits lors de l'électrolyse, on obtiendra du zinc impur.

1

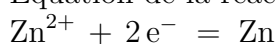
2.2.2.2.3.

Équation de la réaction anodique :



1

Équation de la réaction cathodique :

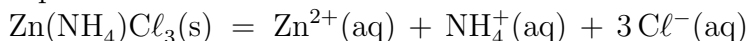


0,5

2.3. L'électrozingage

2.3.1

Équation de dissolution du chlorure d'ammonium et de zinc dans l'eau :

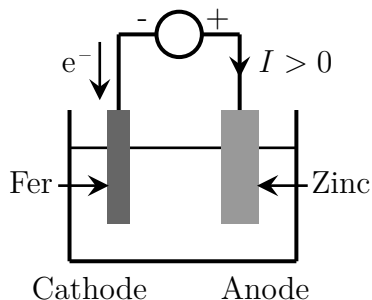


1

2.3.2.

Schéma du montage :

3



2.3.3.

Équation de réduction du zinc :



0,5

Électrode : cathode.

0,5

2.3.4.

Gaz susceptibles de se former à

- l'anode : O_2 et Cl_2

1,5

- la cathode : H_2

2.3.5.1.

Durée de l'électrolyse :

$$\Delta t = \frac{2\mathcal{F}m}{I M_{\text{Zn}}} = 2,07 \times 10^3 \text{ s}$$

3

2.3.5.2.

Durée réelle de l'électrolyse :

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{0,900} = 2,30 \times 10^3 \text{ s}$$

2

2.3.6.

Le métal le plus facile à oxyder est le zinc le fer.

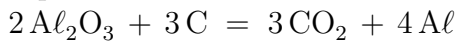
(Rayer l'un des deux métaux.)

0,5

2.4. L'aluminium

2.4.1.

Équation de la réaction entre l'alumine et le carbone :



2.4.2.

Masse de bauxite :

$$m_b = \frac{100}{60} \frac{m_{\text{Al}} M_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{2 M_{\text{Al}}} = 3,15 \text{ tonnes}$$

2.4.3.

Quantité de matière de dioxyde de carbone :

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{3 m_{\text{Al}}}{4 M_{\text{Al}}} = 2,78 \times 10^4 \text{ mol}$$

Volume de dioxyde de carbone :

$$V = \frac{n_{\text{CO}_2} R T}{P} = 6,79 \times 10^2 \text{ m}^3$$

Page 5 : 7,0

1	
3	
3	
7,0	

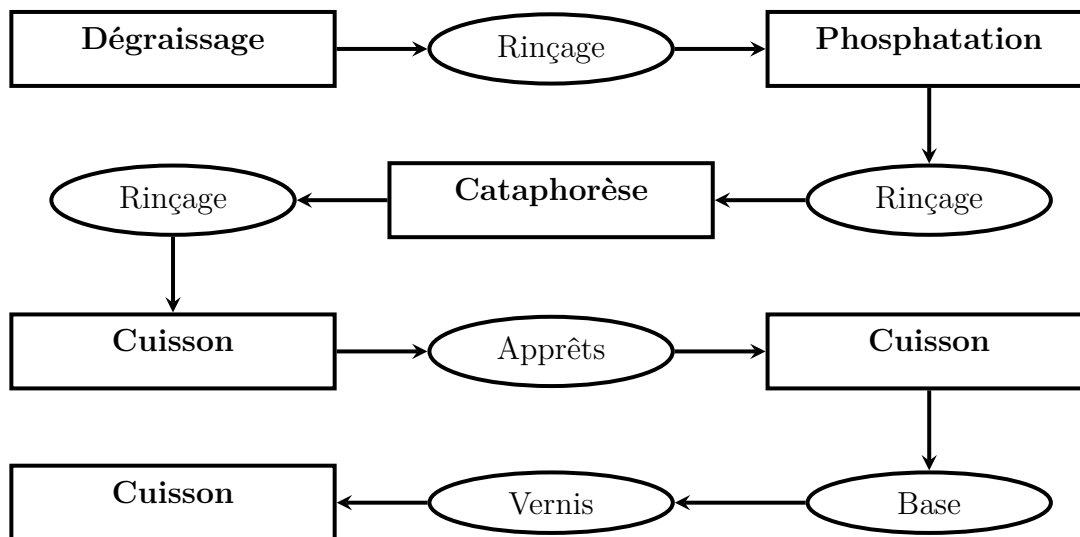
3. Le revêtement des véhicules

3.1. Analyse de la chaîne industrielle de pose des revêtements

3.1.1.

Remplir les cases vides avec les termes cataphorèse, cuisson, dégraissage, phosphatation.

6 × 0,5



3.1.2.

Nature du constituant chimique principal contenu dans la base : pigment

1

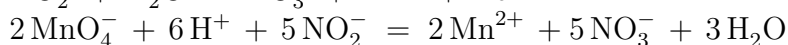
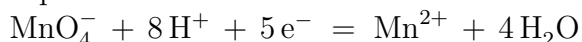
Rôle : il donne la couleur de la carrosserie.

3.2. La phosphatation

3.2.1 Dosage des ions nitrite

3.2.1.1.

Équation de la réaction entre les ions nitrite et les ions permanganate :



3

3.2.1.2.

Ajout d'acide sulfurique car il y a des ions H^+ du côté des réactifs.

0,5

3.2.1.3.

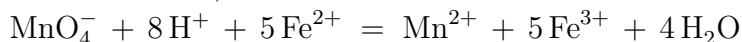
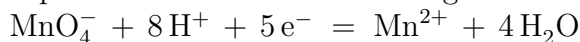
Changement de couleur à l'étape 2 : oui

La solution devient violette, les ions permanganate étant en excès.

1

3.2.1.4.

Équation de la réaction de dosage :



1

3.2.1.5.

Repérage de l'équivalence : l'équivalence est obtenue lorsque l'ion permanganate cesse d'être le réactif limitant, la solution perd sa couleur violette.

1

3.2.1.6.

Quantité d'ions permanganate en excès :

$$n_e = \frac{C_F V_E}{5} = 2,26 \times 10^{-1} \text{ mmol}$$

2

3.2.1.7.

Quantité d'ions permanganate qui a réagi avec les ions nitrite :

$$n_r = C_P V_P - n_e = 1,74 \times 10^{-1} \text{ mmol}$$

2

3.2.1.8.

Quantité d'ions nitrite dans le volume V_S :

$$n_S = \frac{5}{2} n_r = 4,35 \times 10^{-1} \text{ mmol}$$

2

3.2.1.9.

Concentration molaire :

$$C_S = \frac{n_S}{V_S} = 4,35 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2

Titre massique :

$$t_S = C_S \cdot M_{\text{NO}_2^-} = 0,200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

2

3.2.1.10.

Absence d'ions Fe^{2+} : les ions Fe^{2+} réagiraient avec tout ou partie de l'excès de permanganate avant le dosage, lequel serait alors faussé.

1

Page 7 : 13,0

3.2.2. Dosage des ions manganèse par absorption atomique

3.2.2.1.

Élément chimique que la source lumineuse utilisée doit contenir : manganèse

1

3.2.2.2.

Masse de nitrate de manganèse :

2

$$C_{m0} = \frac{m M_{Mn}}{M_{Mn(NO_3)_2} V}$$

$$m = \frac{C_{m0} V M_{Mn(NO_3)_2}}{M_{Mn}}$$

$$m = 1,63 \text{ g}$$

3.2.2.3.

Volume V_P de solution-mère S_0 pour obtenir S_1 et instrument de prélèvement :

2

$$V_P = \frac{C_{m1} V_F}{C_{m0}}$$

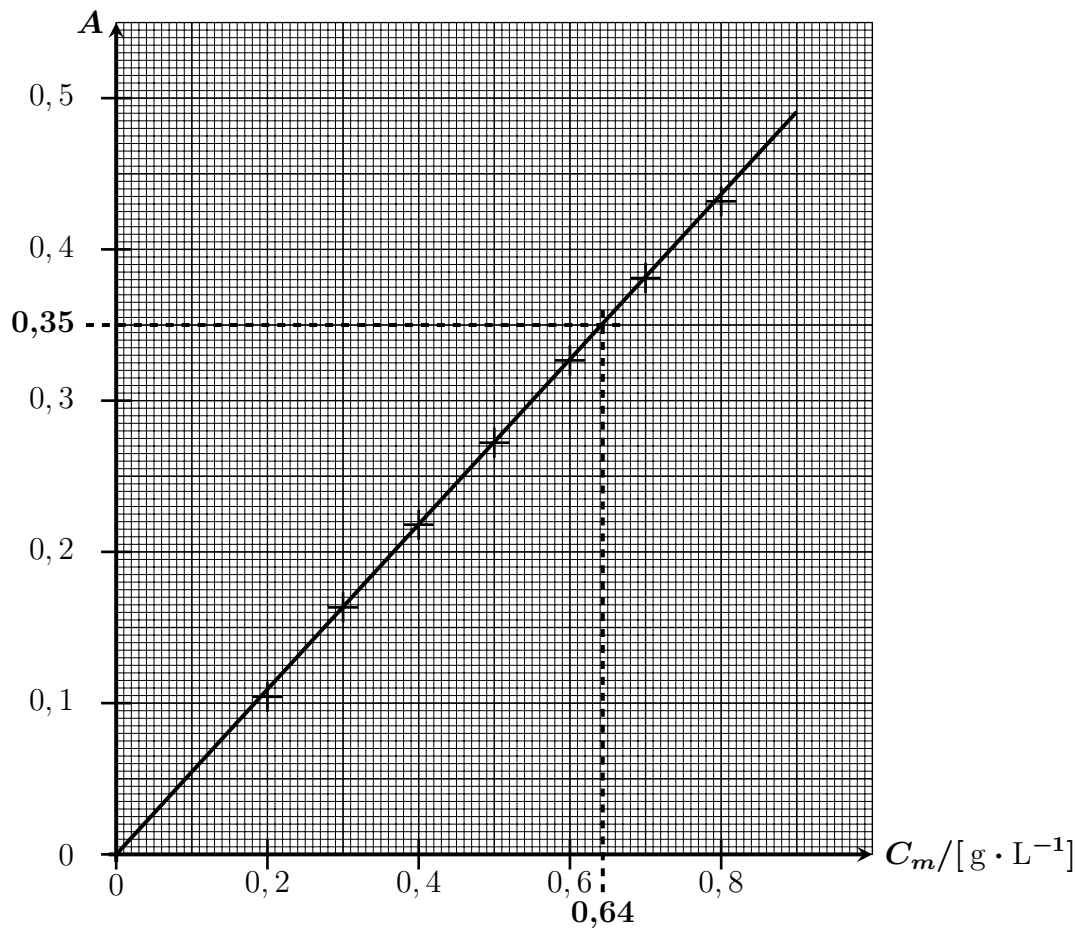
$$V_P = 20,0 \text{ mL}$$

Volume mesuré avec une pipette jaugée de 20,0 mL ou une burette graduée.

1

3.2.2.4.

2



Commentaire : les points sont alignés.

1

Expression littérale donnant A : $A = k C_m$ avec k constante.

3.2.2.5.

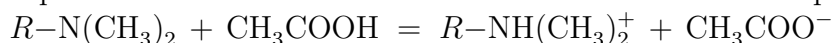
Détermination de C_{ma} : on reporte l'absorbance sur la courbe d'étalonnage, l'abscisse donne la concentration $C_{ma} = 0,64 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

1

3.3. La cataphorèse

3.3.1.

Équation de la réaction entre une amine et l'acide éthanoïque :



1

Intérêt de la réaction : les fonctions amine de la résine sont transformées en groupes cationiques, ce qui permet la solubilisation de la résine dans l'eau.

1

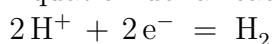
3.3.2.

Ions qui se dirigent vers la pièce à peindre : les cations ammonium.

0,5

3.3.3.

Équation de la réaction à la cathode :

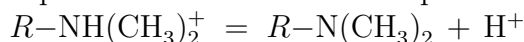


1

Le pH augmente ~~diminue~~. (*Rayer le verbe qui ne convient pas.*)

0,5

Équation de la réaction subie par le cation C^+ :



1

Conséquence : la résine époxy précipite à la surface de la pièce à peindre.

1

3.3.4.1.

Équation de la réaction se produisant dans la première partie du dosage :



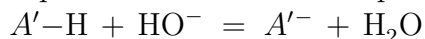
1

σ_c fonction décroissante de V : on apporte un ion Na^+ , on consomme un ion H_3O^+ , or $\lambda_{H_3O^+}^\circ > \lambda_{Na^+}^\circ$, donc la conductivité est une fonction décroissante de V .

2

3.3.4.2.

Équation de la réaction se produisant dans la deuxième partie du dosage :



1

σ_c fonction croissante de V : on apporte des ions Na^+ , on forme des ions A'^- , la conductivité augmente.

2

3.3.4.3.

Changement de pente entre les deuxième et troisième parties du dosage :

2

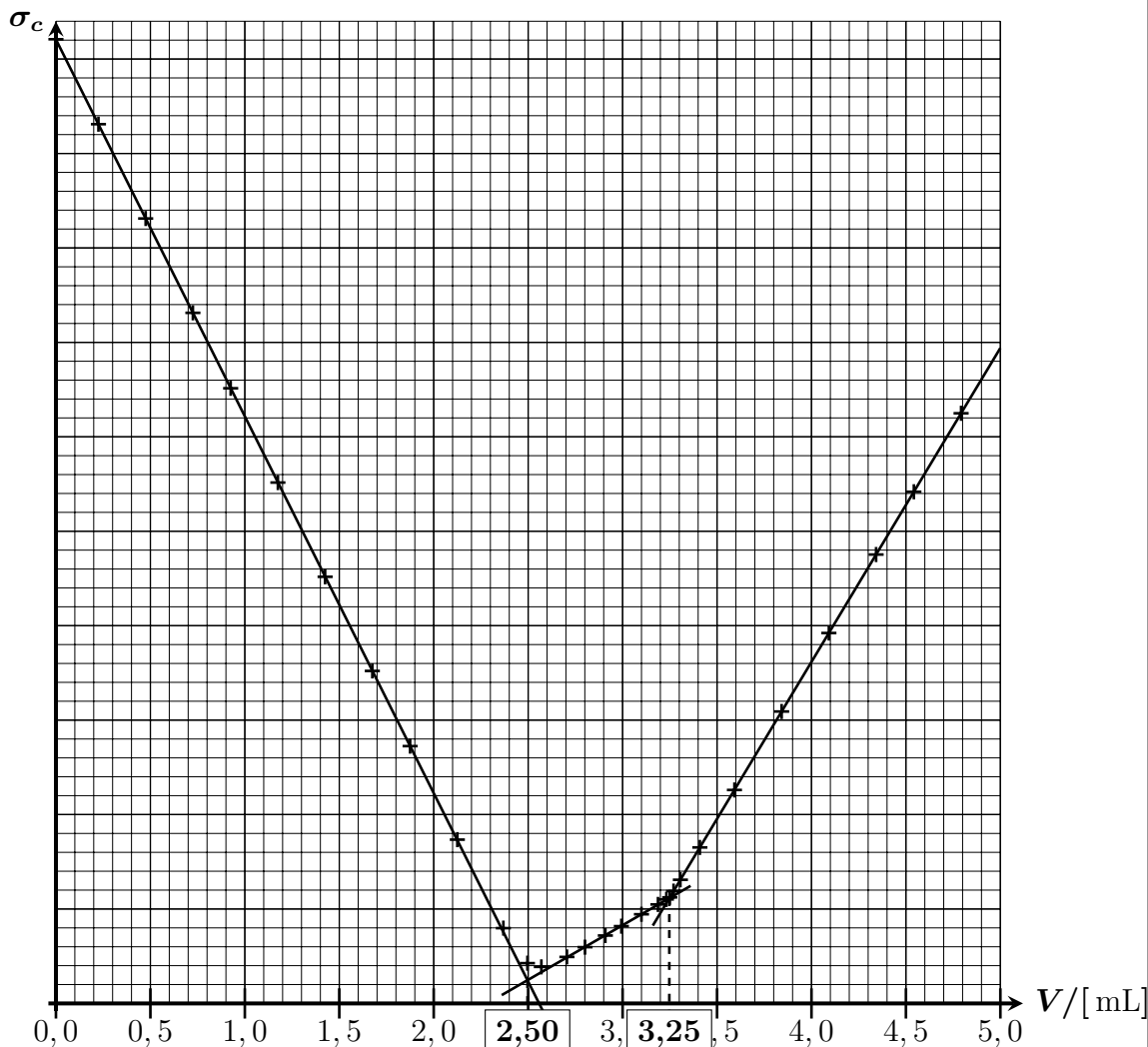
Dans la troisième partie, on apporte des ions Na^+ et HO^- , la conductivité croît.

Comme $\lambda_{HO^-}^\circ > \lambda_{A'^-}^\circ$, la conductivité augmente moins, pour un même ajout de titrant, avant la deuxième équivalence qu'après, d'où une pente plus forte dans la dernière partie.

3.3.4.4.

Relever des volumes équivalents :

3



$V_{E1} = 2,50 \text{ mL}$

$V_{E2} = 3,25 \text{ mL}$

3.3.4.5.

Concentrations :

1,5

$$C_1 = \frac{C V_{E1}}{V_0} = 2,50 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_2 = \frac{C (V_{E2} - V_{E1})}{V_0} = 7,50 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2

Conformité avec la norme : la concentration totale en acide est $32,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, elle bien comprise entre 10×10^{-3} et $40 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, il y a conformité avec la norme de fonctionnement.

1,5

4. Les polymères

4.1. Le polypropylène

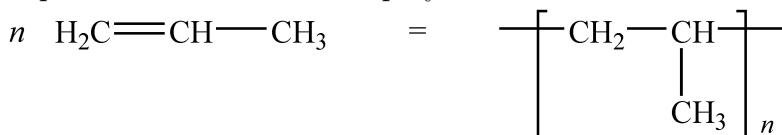
4.1.1.

Nom du propylène en nomenclature systématique : propène.

1

4.1.2.

Équation de la réaction de polymérisation :



1

4.1.3.

Nom de ce type de polymérisation : polyaddition

1

4.1.4.

Degré de polymérisation :

Masse molaire du motif : $3 M_C + 6 M_H = 42 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n = \frac{67,2 \times 10^3}{42} = 1600$$

2

4.1.5.

Thermoplastique : un polymère thermoplastique ramollit lors d'un chauffage, il peut alors être mis en forme.

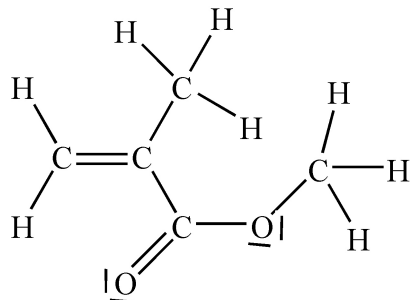
2

4.2. Le polyméthacrylate de méthyle

4.2.1.

Formule de LEWIS du 2-méthylpropénoate de méthyle :

2



4.2.2.

Fonction organique de ce monomère : ester

1

4.2.3.

Partie active de ce monomère qui permet la polymérisation : double liaison carbone-carbone.

1

4.2.4.

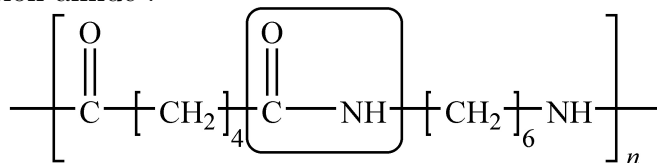
Un nom commercial du PMMA : plexiglas[®], altuglas[®]

0,5

4.3. Le polyamide 6,6

4.3.1.

Entourer la fonction amide :



1

4.3.2.

Monomères :



2

4.3.3.

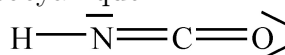
Un nom commercial du polyamide 6,6 : nylon®

0,5

4.4. Les polyuréthannes

4.4.1.

Formule de LEWIS de l'acide isocyanique :



1,5

4.4.2.

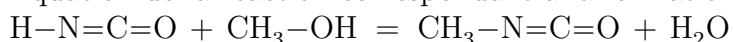
Équation de la réaction traduisant l'acidité de l'acide isocyanique :



1

4.4.3.

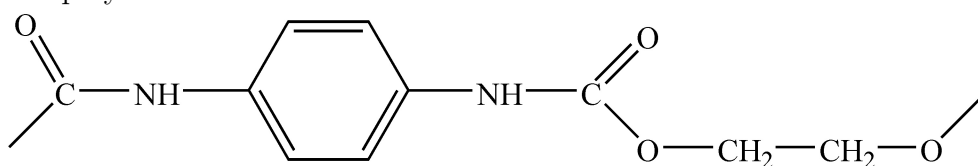
Équation de la réaction correspondant à la formation de l'isocyanate de méthyle :



1

4.4.4.1.

Motif du polyuréthane :



2

4.4.4.2.

Modification induite par le remplacement du diisocyanate par un triisocyanate : structure en réseau.

1

Le polymère est alors ~~thermoplastique~~ thermoplastique thermodurcissable.

(Rayer l'adjectif qui ne convient pas.)

0,5

4.5. Les matériaux verts

4.5.

Trois voies possibles d'obtention de «matériaux verts» : matériaux recyclés à partir de déchets, matériaux naturels et bio-polymères (obtenus à partir d'agro-ressources).

1,5