A.1.1	Ecrire la réaction de synthèse du monoxyde d'azote qui a lieu dans les moteurs. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO(g)$		**1**
A.1.2.	Ecrire la réaction de synthèse du dioxyde d'azote qui a lieu dans l'atmosphère. $2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$		**1**
A.1.3.	Rappelez comment l'on peut piéger le dioxyde d'azote en laboratoire. Le dioxyde d'azote est soluble dans l'eau. On fait barboter le gaz dans un cristallisoir d'eau.		**1**
A.2.1.	Ecrire les demi-équations électroniques qui correspondent à chaque couple. $NO_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow NO + H_2O$ $HNO_3 + H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$ $O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$		**3**
A.2.2.	En déduire l'équation de la réaction d'oxydation du dioxyde d'azote par le dioxygène en présence d'eau. $O_2(g) + 4\ NO_2(g) + 2\ H_2O(l) \rightarrow 4\ HNO_3(aq)$ avec 4 e^- échangés		**2**
A.3.1.	Définir un acide selon Brönsted. Un acide est une espèce chimique susceptible de céder un ou plusieurs protons H^+		**1**
A.3.2.	Écrire la réaction de l'acide nitrique avec l'eau. $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$		**1**
A.3.3.	Une solution d'acide nitrique de concentration c = $3{,}2 \times 10^{-5}$ mol.L^{-1} a un pH = 4,5. L'acide nitrique est-il un acide fort ou faible ? Justifier. Un acide est fort si sa réaction avec l'eau est totale. Les nombres stoechiométriques étant égaux à 1, on a donc dans ce cas $[H_3O^+]_f = c$ et pH = -log(c). Ici $-\log(3{,}2 \times 10^{-5}) = 4{,}5 = pH$. L'acide est fort. (On peut aussi dire que $10^{-pH}=c$)		**2**
A.4.1.	Justifiez l'équation de la réaction : $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2\ H_3O^+_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 3\ H_2O_{(l)}$ Dissociation du carbonate de calcium : $CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$ (dibase) CO_2 , H_2O / CO_3^{2-} $\quad CO_{2(g)}$, $H_2O_{(l)} = CO_3^{2-} + 2\ H^+$ H_3O^+ / $H_2O_{(l)}$ $\quad H_3O^+ = H_2O_{(l)} + H^+$ Par association de l'ion oxonium avec l'ion carbonate (dibase) en ayant un échange de protons égal à deux : $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2\ H_3O^+_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 3\ H_2O_{(l)}$		**2,5**
A.4.2.	Pourquoi les ions calcium et nitrate ne figurent-ils pas dans l'équation de la réaction ? Les ions calcium et nitrate sont spectateurs		**0,5**
	Total page		**15**

A.4.3. Calculer la quantité de matière de chacun des réactifs.

$M(CaCO_3) = 100\ g.mol^{-1}$
$n(CaCO_3) = n_1 = m/M = 0,50/100 = 5,0.10^{-3}$ mol
$n(H_3O^+) = n_2 = C_A\ V_A = (2,0.10^{-2}) \times (200.10^{-3}) = 4,0.10^{-3}$ mol

3

A.4.4. Compléter littéralement le tableau d'avancement.

Equation de la réaction	$CO_3^{2-}{}_{(aq)}$	$2\ H_3O^+{}_{(aq)}$ →	$CO_{2(g)}$	$3\ H_2O_{(l)}$
Etat initial	*n1*	*n2*	*0*	*solvant*
Au cours de la réaction	*n1 - x*	*n2 – 2 x*	*x*	*en*
Etat final	*n1 - xmax*	*n2 – 2 xmax*	*xmax*	*excès*

3

A.4.5. Calculer l'avancement maximal x_{max}.

Soit le carbonate de calcium est en excès : $n_1 - x = 0$ d'où $x = 5,0.10^{-3}$ mol
Soit l'acide est en excès : $n_2 - 2\ x = 0$ et $x = n_2/2$ d'où $x = 2,0.10^{-3}$mol
L'avancement maximal est l'avancement est le plus petit des deux, $x_{max} = 2,0.10^{-3}$mol, ce qui correspond à la disparition de l'acide.

3

A.4.6. Quelle est la relation donnant l'avancement x de la réaction en fonction de (P – Pi), Vgaz, R, T ?
D'après le tableau d'évolution des espèces, la quantité de matière en dioxyde de carbone vaut x.
$(P - Pi)\ Vgaz = n(CO_{2(g)})\ R\ T$ d'où $x = [(P - Pi)\ Vgaz] / [R\ T]$

1

A.4.7 Écrire la relation donnant l'avancement xf en fonction de Pf, Pi, Vgaz, R et T. Calculer xf puis calculer le taux d'avancement τ et conclure sur la réaction.

$xf = [(Pf - Pi)\ Vgaz] / [R\ T]$
$xf = [(1109 - 1013)\ 10^2 \times 500.10^{-6}] / [8,31 \times 298] = 1,9.10^{-3}$ mol
En prenant la valeur exacte pour xf : $\tau = xf / xmax = 1,9.10^{-3} / 2,0.10^{-3} = 0,95 = 95\ \%$
La réaction peut être considérée comme quasi-totale.

3

A.5.1 Réaliser un schéma du montage permettant d'effectuer le titrage.

Le schéma doit comporter une burette graduée avec la solution titrante, un bécher avec la solution à titrer, le pH-mètre avec la sonde pH-métrique, un barreau aimanté et l'agitateur magnétique.

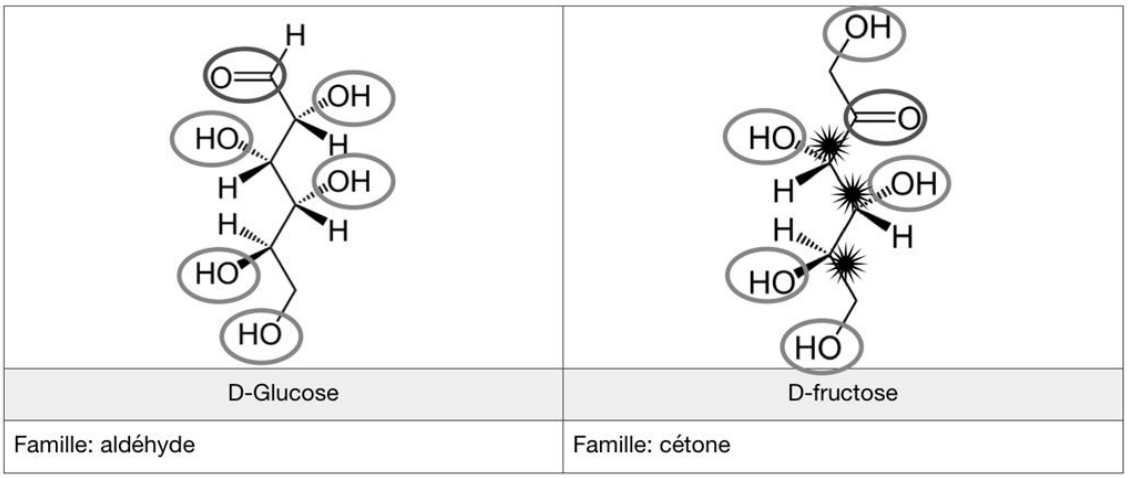
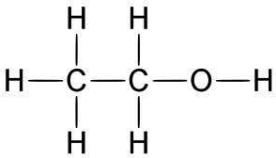
2

A.5.2 Ecrire l'équation support de la réaction de dosage
$H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2\ H_2O$

1

Total page **16**

A.5.3	Quelles sont les caractéristiques d'une réaction chimique utilisée lors d'un titrage ? Univoque, rapide, totale		**1**
A.5.4	Calculez la constante d'équilibre de la réaction. Conclure. $K=1/([H_3O^+][HO^-]) = 1 / Ke = 1 / 10^{-14} = 10^{14}$. La réaction est quasi-totale.		**1,5**
A.5.5	Donner la définition générale de l'équivalence d'une réaction de dosage. L'équivalence est le moment ou les réactifs sont dans les proportions stoechiométriques.		**1**
A.5.6	En utilisant la courbe de titrage et en explicitant la démarche, déterminer le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Le volume équivalent est déterminé avec la méthode des tangentes et vaut : V_{Beq} = 8,2 mL et le pH_{eq} = 7		**1,5**
A.5.7	En déduire la concentration de l'acide nitrique dans la solution d'eau de pluie. Le résultat confirme-t-il la valeur donnée par le papier pH ? A l'équivalence, $n(H_3O^+)$ titré = $n(HO^-)$ ajouté $C_A V_A = C_B V_{Beq}$ d'où $C_A = C_B V_{Beq} / V_A$ $C_A = 2{,}0.10^{-4} \times 8{,}2 / 20 = 8{,}2.10^{-5}$ mol.L^{-1} Cela correspond à un pH=-log ($8{,}2 \times 10^{-5}$) = 4,1 ce qui est conforme à l'indication du papier pH.		**3,5**
A.5.8	Montrer qu'une erreur de 0,1 unité pH au voisinage de 7 représente une augmentation de la concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$ d'au moins 20 %. Si pH = 7,1 alors $[H_3O^+] = 7{,}9.10^{-8}$ mol.L^{-1} Si pH = 6,9 alors $[H_3O^+] = 1{,}3.10^{-7}$ mol.L^{-1} Soit une augmentation de $(1{,}3.10^{-7} - 7{,}9.10^{-8}) / 1{,}3.10^{-7} = 0{,}39 = 39\%$		**2**
A.5.9	Sachant que l'indication sur le flacon d'hydroxyde de sodium est $C_B = 2{,}0.10^{-4}$ mol.L^{-1}, proposez un encadrement de la valeur C_B : Si $C_B = 2{,}0.10^{-4}$ mol.L^{-1}, cela signifie que : $1{,}95.10^{-4} < C_B < 2{,}05.10^{-4}$ mol.L^{-1} Sachant que l'indication sur la burette est +/- 0,05 mL proposez un encadrement de la valeur $V_{Béq}$: On a trouvé $V_{Béq}$ = 8,2 mL donc en fait : 8,15 mL < $V_{Béq}$ < 8,25 mL Sachant que l'indication sur la pipette jaugée est +/- 0,02 mL proposez un encadrement de la valeur V_A : On a V_A = 20 mL donc en fait: 19,98 mL < V_A < 20,02 mL En déduire un encadrement de la valeur de la concentration en acide nitrique : $1{,}95.10^{-4} \times 8{,}15 / 20{,}02 < C_A < 2{,}0.10^{-4} \times 8{,}25 / 19{,}98$ $7{,}9.10^{-5} < C_A < 8{,}5.10^{-5}$ mol.L^{-1}		**1** **1** **1** **2**
A.5.10	Quel est l'indicateur coloré acido-basique adapté au titrage précédent ? Justifier. Le Bleu de bromothymol a une zone de virage comprise entre 6,0 et 7,6. Elle encadre le pH à l'équivalence qui est de 7. Il est donc adapté à ce titrage.		**1,5**
	Total page		**17**

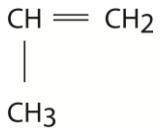
A.6.1	Quelle est la formule brute du D-glucose et celle du D-fructose ? En déduire la relation qui existe entre ces deux composés. La formule brute du D-Glucose est $C_6H_{12}O_6$ et celle du D-fructose est identique. Ils sont donc isomères.		**2**
A.6.2	Sont-ils stéréoisomères ? Les molécules ne sont pas stéréoisomères car si elles ont même formule brute, elles n'ont pas la même formule semi-développée. Ce sont des isomères de fonction.		**1**
A.6.3	Entourez les groupes fonctionnels de différentes couleurs et nommez-les. A quelle famille appartient le glucose ? Le fructose ?  En rouge les groupes carbonyle En vert les groupes hydroxyles		**4**
A.6.4	Définir un carbone asymétrique et repérez-les par un astérisque sur le D-fructose. Un carbone est dit asymétrique s'il est lié à quatre groupements différents. Il y en a 3 dans le fructose.		**2**
A.6.5	Donnez la formule développée de l'éthanol. 		**1**
A.6.6	Deux spectres de l'éthanol sont imprimés ci-dessous mais mélangés avec deux spectres de l'éthanal. Déterminez avec justification les deux spectres de l'éthanol. Le spectre IR de l'éthanol doit montrer une bande OH liée présente vers 3400 cm^{-1} ce qui est le cas dans le spectre 3. Le spectre 2 présente une bande caractéristique de C=O vers 1730 cm^{-1} due au groupe carbonyle présent dans l'éthanal. Le spectre RMN de l'éthanol doit comporter trois signaux. Les 3 H de CH_3 ont 2 H voisins et donnent un triplet, les 2 H de CH_2 ont 3 H voisins et donnent un quadruplet, l'hydrogène du groupe hydroxyle n'est pas couplé et donne un singulet. Seul le spectre 1 présente cette configuration.		**5**
	Total page		**15**

B.1.1 S'agit-il d'une fibre naturelle, artificielle, synthétique ? Justifier.

Le polypropylène est une fibre synthétique : il est produit à partir de matières synthétiques. **1**

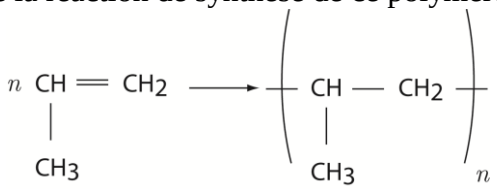
B.1.2 Donner la formule et le nom du monomère.

le propène



1,5

B.1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse de ce polymère.



1,5

B.1.4 La masse molaire moyenne du polypropylène est de 84 kg.mol^{-1}, en déduire le degré de polymérisation moyen de ce polymère.

Masse molaire du motif : M = 3×12 + 6 × 1 = 42 g.mol^{-1}
Degré de polymérisation : DP_n = 84 000 / 42 = 2 000 **2**

B.2.1 Pour la reaction (1) de l'étape 1, donner pour chaque réactif :

Réactif	Formule brute	Fonction	M (g.mol^{-1})	n (mol)
DMTP	$C_{10}H_{10}O_4$	ester	194	77 mmol
ED	$C_2H_6O_2$	alcool	62	4,4 mol

6

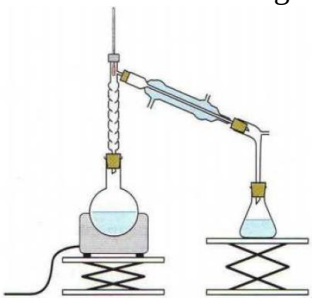
B.2.2 Le sodium est : oxydant ? – réducteur ? - catalyseur ? – acide ? – base ?
Justifier votre réponse.
Le sodium est un donneur d'électron : c'est un réducteur
Demi-équation rédox : $Na \rightleftharpoons Na^+ + e^-$ **2**

B.2.3 Que signifie « chauffer à reflux » ? Quel est le rôle de cette opération ?

Chauffer à reflux : chauffer jusqu'à ébullition du solvant avec un réfrigérant pour récupérer les vapeurs de solvant. La température se stabilise alors, ici à 196°C.
Rôle : accélérer la réaction sans perte de matière (rôle cinétique) **2**

B.2.4 Faire le schéma annoté du montage de distillation fractionnée réalisable au laboratoire.

Support élévateur – chauffe-ballon – ballon avec pierre ponce ou système d'agitation – colonne Vigreux de distillation – thermomètre – réfrigérant – allonge – erlenmeyer



3

Total page **19**

B.2.5	Quelle est la nature du produit distillé ? Justifier. C'est le méthanol, CH_3OH C'est le composé ayant la température d'ébullition la plus basse.		**1,5**
B.2.6	Déterminer la quantité de matière correspondante. Quantité de matière : n(méthanol) = 3,6 × 0,79 / 32 = 89 mmol		**1,5**
B.2.7	Calculer l'avancement final de la transformation chimique (1). Avancement final : n(méthanol) = 2 x_f d'où x_f = 44,5 mmol		**1,5**
B.2.8	En déduire le taux d'avancement de la transformation chimique (1). Taux d'avancement : $\tau = x_f / x_{max}$ = 44,5 / 77 = 0,58, soit 58%		**1,5**
B.2.9	Quel matériel utilise-t-on pour réaliser une filtration sous pression réduite ? Matériel de filtration : verre fritté ou Büchner – fiole à vide – pompe à vide		**2**
	Total page		**8**