

Corrigé

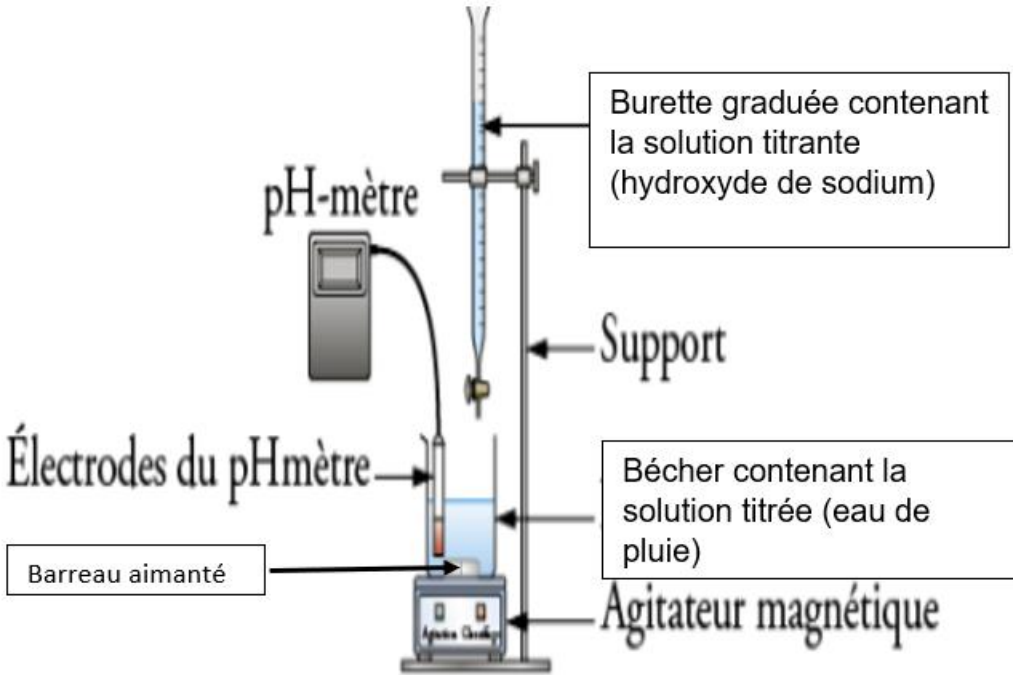
Consignes :

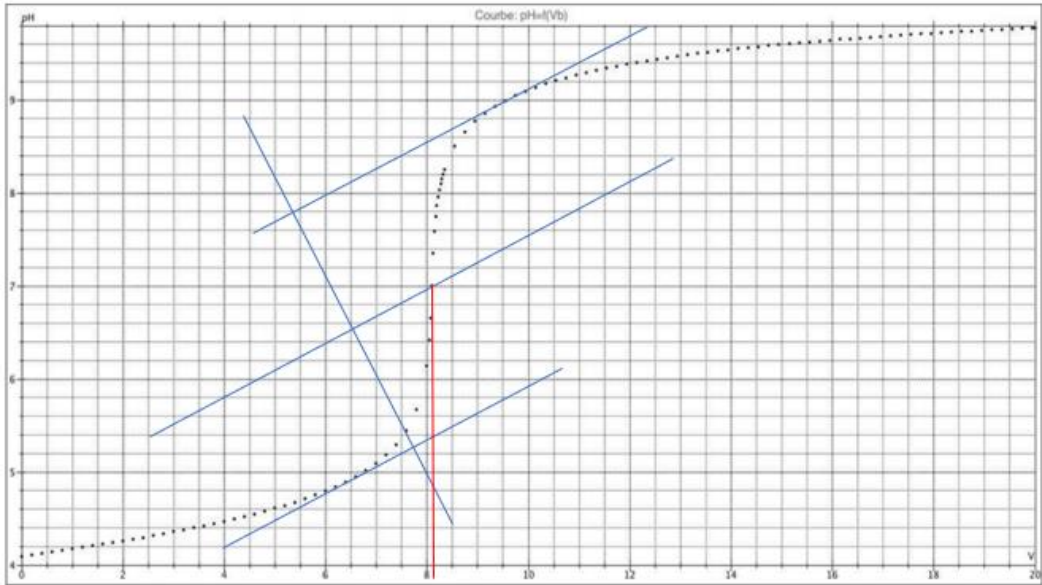
- 0,25 point par oubli ou erreur d'unité : on pénalise à chaque fois.
- 0,25 point par oubli d'état physique : on pénalise une seule fois.
- 0,25 point par erreur de flèche, double-flèche (ou égal) dans les équations : on pénalise une seule fois.

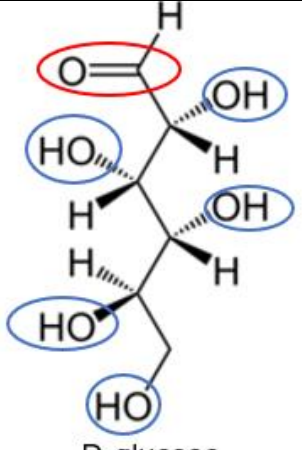
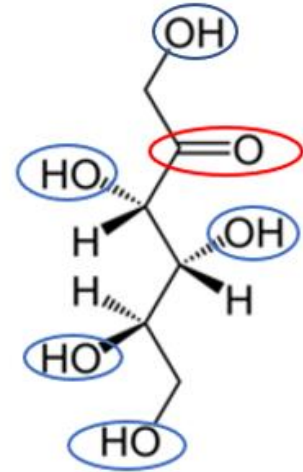
Barème sur 77 points

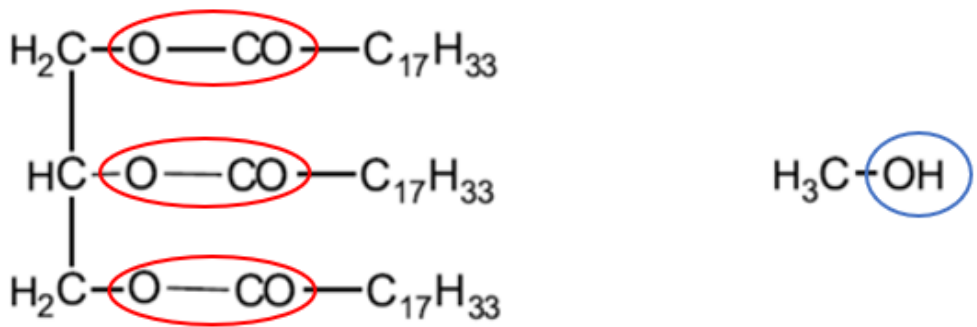


Question	Réponse	Note	Barème
A.1.	Formation d'oxyde d'azote		
A.1.1.	$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g})$		1
A.1.2.	$2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$		1
A.2.	Formation d'acide nitrique		
A.2.1.	$\text{NO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- = 2 \text{H}_2\text{O}$		3
A.2.2.	$4 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{ou} = 4 \text{HNO}_3(\text{aq})$		1
A.3.	Étude de la solution aqueuse d'acide nitrique		
A.3.1.	Un acide est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs protons H^+ .		1
A.3.2.	$\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$		1
A.3.3.	<p>Si l'acide nitrique est un acide fort alors la réaction est totale et sa concentration molaire est égale à celle des ions oxoniums :</p> $c = [\text{H}_3\text{O}^+]$ $[\text{H}_3\text{O}^+] = C^0 \times 10^{-\text{pH}} = 1,0 \times 10^{-4,5} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ <p style="text-align: center;">ou</p> $\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C^0}\right) = -\log\left(\frac{3,2 \cdot 10^{-5}}{1,0}\right) = 4,5.$ <p>On retrouve la valeur du pH : c'est un acide fort.</p>		2

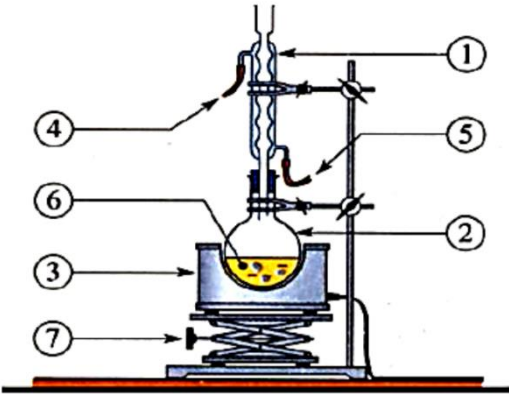
A.4.	Action de l'acide nitrique sur les pierres en calcaire																																				
A.4.1.	On écrit les demi-équations des couples acido-basiques : $(\text{H}_3\text{O}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+) \times 2$ $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ = \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$						2																														
A.4.2.	Ce sont des ions spectateurs.						1																														
A4.3.	Pour les ions oxoniums : $n_i(\text{H}_3\text{O}^+) = C_A \cdot V_A = 2,0 \times 10^{-2} \times 200 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ Pour les ions carbonates : $n_i(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{0,50}{(40,0 + 12,0 + 3 \times 16,0)} = \frac{0,50}{100} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$						2																														
A.4.4.	<table><tr><th colspan="2">Équation</th><th colspan="4">$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \quad 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$</th></tr><tr><th colspan="2">Avancement (en mol)</th><th>$n(\text{CO}_3^{2-})$</th><th>$n(\text{H}_3\text{O}^+)$</th><th>$n(\text{CO}_2)$</th><th>$n(\text{H}_2\text{O})$</th></tr><tr><td>Etat initial</td><td>$x = 0$</td><td>$5,0 \times 10^{-3}$</td><td>$4,0 \times 10^{-3}$</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>Etat en cours</td><td>x</td><td>$5,0 \times 10^{-3} - x$</td><td>$4,0 \times 10^{-3} - 2x$</td><td>x</td><td></td></tr><tr><td>Etat final</td><td>x_f</td><td>$5,0 \times 10^{-3} - x_f$</td><td>$4,0 \times 10^{-3} - 2x_f$</td><td>$x_f$</td><td></td></tr></table>					Équation		$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \quad 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$				Avancement (en mol)		$n(\text{CO}_3^{2-})$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$	Etat initial	$x = 0$	$5,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	0		Etat en cours	x	$5,0 \times 10^{-3} - x$	$4,0 \times 10^{-3} - 2x$	x		Etat final	x_f	$5,0 \times 10^{-3} - x_f$	$4,0 \times 10^{-3} - 2x_f$	x_f			3
Équation		$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \quad 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$																																			
Avancement (en mol)		$n(\text{CO}_3^{2-})$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$																																
Etat initial	$x = 0$	$5,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	0																																	
Etat en cours	x	$5,0 \times 10^{-3} - x$	$4,0 \times 10^{-3} - 2x$	x																																	
Etat final	x_f	$5,0 \times 10^{-3} - x_f$	$4,0 \times 10^{-3} - 2x_f$	x_f																																	
A.4.5.	Pour $x = x_{\text{max}}$, on émet 2 hypothèses : - si l'ion oxonium est limitant alors $4,0 \times 10^{-3} - 2x_{\text{max}} = 0$ soit $x_{\text{max}} = \frac{4,0 \times 10^{-3}}{2} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$; - si l'ion carbonate est limitant alors $5,0 \times 10^{-3} - x_{\text{max}} = 0$ soit $x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. L'avancement maximal est la plus petite valeur des deux donc $x_{\text{max}} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et l'ion oxonium est le réactif limitant.						3																														
A.4.6.	D'après le tableau d'avancement $n(\text{CO}_2) = x$, on remplace donc $n(\text{CO}_2)$ par x dans l'expression $(P - P_i) \times V_{\text{gaz}} = n(\text{CO}_2(\text{g})) \times R \times T$. et on extrait $x = \frac{(P - P_i) \times V_{\text{gaz}}}{R \times T}$						1																														

A.4.7.	<p>À l'état final, $x = x_f$ et $P = P_f$ donc $x = \frac{(P - P_i) \times V_{\text{gaz}}}{R \times T}$ s'écrit</p> $x_f = \frac{(P_f - P_i) \times V_{\text{gaz}}}{R \times T} = \frac{(1109 \times 10^2 - 1113 \times 10^2) \times 500 \times 10^{-6}}{8,31 \times 298} = 1,94 \times 10^{-3} \text{ mol.}$ <p>On calcule le taux d'avancement : $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{1,94 \times 10^{-3}}{2,0 \times 10^{-3}} = 0,97$ soit 97%.</p> <p>La réaction est bien totale !</p>		3
A.5.	Dosage de l'acide nitrique dans de l'eau de pluie acidifiée		
A5.1.	<p>Le schéma doit être ressemblant à celui-ci :</p> 		2 (-1 par erreur ou oubli)
A.5.2.	<p>La réaction de support du titrage est :</p> $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$		1
A.5.3.	La réaction doit être rapide, totale et univoque.		1
A.5.4.	<p>On calcule la constante de d'équilibre :</p> $Q_{r,\text{eq}} = \frac{\left(\frac{[\text{H}_2\text{O}]}{c^0}\right)^2}{\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0} \cdot \frac{[\text{HO}^-]}{c^0}} = \frac{1}{K_e} = 10^{14}.$ <p>La réaction est totale.</p>		2

A.5.5.	À l'équivalence les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation-bilan de la réaction.		1
A.5.6.	 <p>On utilise la méthode des tangentes et on trouve $V_E = 8,2 \text{ mL}$.</p>		2
A.5.7.	<p>À l'équivalence, on a $n_i(\text{H}_3\text{O}^+) = n_E(\text{HO}^-)$ donc $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_E$ et $C_A = \frac{C_B \cdot V_E}{V_A}$ $C_A = \frac{2,0 \times 10^{-4} \times 8,2}{20,0} = 8,2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$.</p> <p>On applique la formule $\text{pH} = -\log\left(\frac{C_A}{C^0}\right)$ soit $\text{pH} = -\log\left(\frac{8,2 \times 10^{-5}}{1,0}\right)$ soit un $\text{pH} = 4,1$. Cela est cohérent avec le pH de 4 mesuré avec le papier-pH.</p>		4
A.5.8.	<p>Si $\text{pH} = 6,9$ ou si $\text{pH} = 7,1$ on obtient respectivement pour $[\text{H}_3\text{O}^+]$ $1,3 \times 10^{-7}$ et $7,9 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$. On calcule l'augmentation de concentration : $1,3 \times 10^{-7} - 7,9 \times 10^{-8} = 5,1 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$. Cela représente en pourcentage : $\frac{5,1 \times 10^{-8}}{1,3 \times 10^{-7}} \times 100 = 39\%$.</p> <p>ou</p> <p>20% de $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,20 \times 1 \cdot 10^{-7} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ Soit $\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C^0}\right) = -\log\left(\frac{1 \cdot 10^{-7} + 2 \cdot 10^{-8}}{1,0}\right) = 6,9$ $\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C^0}\right) = -\log\left(\frac{1 \cdot 10^{-7} - 2 \cdot 10^{-8}}{1,0}\right) = 7,1$ donc on a bien une erreur de 0,1 unité sur le pH pour une augmentation d'environ 20%</p>		2

A.5.9.	L'indicateur coloré acido-basique le plus adapté est le bleu de bromothymol car sa zone de virage encadre le $pH_{eq} = 7$ au plus près.		1
A.6.	De l'éthanol dans l'essence		
A.6.1.	Le D-glucose et le D-fructose ont pour formule brute $C_6H_{12}O_6$. Ce sont donc des isomères.		2
A.6.2.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>D-glucose</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px auto; width: fit-content;"> ○ Groupe carbonyle </div> <p>Le D-glucose appartient à la famille des aldéhyde.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D- fructose</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px auto; width: fit-content;"> ○ Groupe hydroxyle </div> <p>Le D-fructose appartient à la famille des cétones.</p> </div> </div>		4
A.6.3.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\bar{\text{O}}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> $\langle \text{O} = \text{C} = \text{O} \rangle$ </div> </div>		2
A.6.4.	Le spectre de l'éthanol doit présenter une bande Oh liée vers 3400 cm^{-1} ce qui est le cas du spectre 2		1
B.1.	Le Diester®, un ester comme carburant		
B.1.1	L'éthanol est moins dangereux que le méthanol.		1

B.1.2.	 <p>  fonction ester  fonction alcool (hydroxyle) </p>		2
B.1.3.	La glycérine est du propan-1,2,3-triol.		1
B.1.4.	L'ion hydroxyde est consommé dans l'étape 1 et régénéré dans l'étape 4. C'est bien donc une catalyse et basique.		2
B.1.5.	La transestérification de l'huile de colza permet d'obtenir du Diester® dont son indice de cétane est bien meilleur.		1
B.1.6.	<p>On calcule que $n(\text{trioélate de glycéryle}) = \frac{m(\text{trioélate de glycéryle})}{M(\text{trioélate de glycéryle})}$</p> <p>donc $n(\text{trioélate de glycéryle}) = \frac{1150 \times 10^3}{884} = 1,30 \times 10^3 \text{ mol.}$</p>		1
B.1.7.	<p>D'après l'équation, si tout le trioléate de glycéryle est consommé alors $n_f(\text{Diester®}) = 3 \times n(\text{trioléate de glycéryle})$</p> <p>$n_f(\text{Diester®}) = 3 \times 1,30 \times 10^3 = 3,9 \times 10^3 \text{ mol.}$</p>		2
B.1.8.	<p>Le volume de Diester® est $V = \frac{m}{\rho}$ avec</p> <p>$m = n_f(\text{diester®}) \cdot M(\text{diester®})$ donc</p> <p>$V = \frac{n_f(\text{diester®}) \cdot M(\text{diester®})}{\rho} = \frac{3,90 \times 10^3 \times 296}{880} = 1,31 \times 10^3 \text{ L soit } 1312 \text{ L}$</p>		2
B.1.9.	On a considéré que l'huile de colza était uniquement constituée de trioléate de glycéryle or ce n'est pas le cas. Cela signifie qu'on n'obtient pas uniquement du Diester®.		1

B.1.10.	<p>Avantage : utilisation du Diester® qui contribue à lutter contre le réchauffement climatique et son bilan carbone plus favorable que celui des carburants fossiles, sa faible teneur en soufre.</p> <p>Inconvénient : utilisation de terres cultivables qui pourraient produire des céréales et nourrir des populations.</p>		2
B.2.	Synthèse du Diester®		
B.2.1.	<p>1- Réfrigérant à boules 2- Ballon à fond rond 3- Chauffe-ballon 4- Sortie de l'eau 5- Entrée de l'eau 6- Mélange réactionnel 7- Support élévateur</p> 		2 (-1 par erreur ou oubli)
B.2.2.	C'est un montage de chauffage à reflux.		1
B.2.3.	Le chauffage permet d'accélérer la transformation chimique et le réfrigérant à boules permet de limiter les pertes en réactifs et en produits par évaporation.		2
B.2.4.	On utilise une ampoule à décanter.		1
B.2.5.	<p>La phase aqueuse de densité égale à 1,0 contenant de l'eau, de l'éthanol et de l'hydroxyde de sodium et une partie du glycérine car ces espèces sont solubles dans l'eau.</p> <p>La phase organique de densité plus faible donc au-dessus contient le diester® et un peu de glycérine et d'éthanol car ces espèces y sont solubles mais peu.</p>		2
B.2.6.	Cette étape se nomme le relargage.		1
B.2.7.	La glycérine et l'éthanol sont solubles dans l'eau salée alors que le Diester® n'y est pas. On peut donc séparer le Diester® de la glycérine et de l'éthanol.		1

B.2.8.	Le trioléate de glycéryle et le Diester® sont purs alors que le gazole est un mélange. Le gazole contient bien du Diester® vu que le gazole possède un constituant dont la tâche est à la même hauteur que celle du Diester®.		2
--------	---	--	---