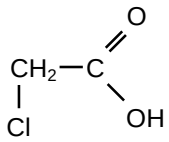
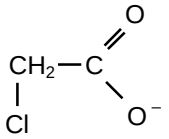
Réunion 2009 EXERCICE II : L'ELEMENT CHLORE (7 points)

Les parties I et 2 sont indépendantes.

1. Réactions totales ou partielles?

Dans cette partie, on cherchera à comparer la réactivité avec l'eau de deux acides dont les molécules comportent l'élément chlore : l'acide monochloroéthanoïque et l'acide chlorhydrique.

L'ensemble des informations concernant le premier couple acido-basique étudié (acide monochloroéthanoïque / ion monochloroéthanoate) est regroupé dans le tableau ci-dessous.

	Formule brute	*Formule semi-développée*
acide monochloroéthanoïque	$ClCH_2COOH$	
ion monochloroéthanoate	$ClCH_2COO^-$	

La masse molaire de l'acide monochloroéthanoïque est égale à :

$$M\,(ClCH_2COOH) = 94{,}5\ g.mol^{-1}$$

On a préparé une solution notée S_1 en dissolvant une masse $m_1 = 0{,}945$ g d'acide monochloroéthanoïque dans l'eau. Le volume de solution, après dissolution totale, est égal à $V_1 = 1{,}00$ L. Le pH de cette solution vaut $pH_1 = 2{,}5$.
La concentration molaire en soluté apporté en acide monochloroéthanoïque dans cette solution S_1 est notée c_1.

On a préparé une solution d'acide chlorhydrique notée S_2 en dissolvant une quantité de matière $n_2 = 1{,}00.10^{-3}$ mol de chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau. Le volume de solution après dissolution totale est égal à $V_2 = 100$ mL. Le pH de cette solution vaut $pH_2 = 2{,}0$.
La concentration molaire en soluté apporté en acide chlorhydrique dans cette solution S_2 est notée c_2.

1.1. Donner la définition d'un acide au sens de Brönsted.

1.2. Recopier sur la copie la formule semi-développée de l'acide monochloroéthanoïque.
Entourer le groupe acide carboxylique présent dans cette molécule.

1.3. Montrer que les concentrations c_1 et c_2 sont égales.

1.4. *On modélise la transformation chimique, entre chacun des deux acides et l'eau, par l'équation générale :*

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

On considère un volume V de solution aqueuse d'un acide AH, de concentration molaire en soluté apporté c. On notera l'avancement x, l'avancement maximal x_{max} et l'avancement final x_f.

1.4.1. Compléter le tableau d'avancement, **SUR L'ANNEXE À REMETTRE AVEC LA COPIE**, de la réaction de l'acide AH avec l'eau en le complétant avec les grandeurs *c*, *V*, *x*, x_{max} et x_f.

1.4.2. Exprimer la quantité de matière finale en ion oxonium en fonction du pH et du volume *V*.

1.4.3. Définir le taux d'avancement final (ou à l'équilibre) noté τ.

1.4.4. Montrer que le taux d'avancement s'écrit :

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{c}$$

1.4.5. En déduire les valeurs τ_1 et τ_2 du taux d'avancement final de chacune des deux réactions associées aux transformations donnant les solutions S_1 et S_2.

1.4.6. Conclure sur la réactivité avec l'eau de ces deux acides étudiés.

2. Datation d'une carotte glaciaire

Informations générales :

Le chlore possède plusieurs isotopes dont trois seulement existent à l'état naturel : le chlore 35 (symbole: $^{35}_{17}Cl$), le chlore 37 ($^{37}_{17}Cl$) et le chlore 36 ($^{36}_{17}Cl$).

Les deux premiers sont stables alors que le chlore 36 est radioactif.

Dans les eaux de surface (mers, lacs) le chlore 36 est constamment renouvelé et la teneur en chlore 36 reste constante au cours du temps. Cette constatation permet de nous donner une référence.

Dans la glace à plusieurs mètres sous la surface, le renouvellement n'existe plus et la proportion en chlore 36 par rapport à tous les noyaux de chlore présent initialement diminue au cours du temps.

La connaissance du temps de demi-vie du chlore 36 ($t_{1/2} = 3{,}08.10^5$ ans) et de sa teneur dans un échantillon de glace permet de dater celui-ci.

On note : *N(t), le nombre de noyaux de chlore 36 présents à la date t.*
N_0, le nombre de noyaux de chlore 36 présents initialement.
λ, la constante radioactive de ce radioélément.

On rappelle que la constante radioactive et le temps de demi-vie $t_{1/2}$ sont liés par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

2.1. Donner la composition du noyau de chlore 36.

2.2. Donner la définition du terme « isotope ».

2.3. Donner la définition d'un noyau radioactif.

2.4. *La réaction de désintégration du chlore 36 donne un noyau d'argon stable de symbole :* ${}^{36}_{18}\text{Ar}$

2.4.1. Donner l'équation de la désintégration d'un noyau de chlore 36 en indiquant les lois de conservation utilisées.

2.4.2. Donner le nom de la particule émise et le nom du type de radioactivité mis en jeu.

2.5. Donner l'expression de la loi de décroissance, c'est à dire l'expression de $N(t)$ en fonction de N_0, et de t.

2.6. Donner la définition du temps de demi-vie.

2.7. Calculer la valeur de la constante radioactive.

2.8. *On cherche à déterminer l'âge t_1 d'un échantillon de glace de masse m prélevé dans une carotte glaciaire de l'Arctique et pour lequel il n'y a plus que 75 % de noyaux de chlore 36 par rapport à un échantillon récent de même masse.*

2.8.1. Donner la valeur du rapport $\frac{N(t_1)}{N_0}$ pour le morceau de glace étudié.

2.8.2. À l'aide de la loi de décroissance, montrer que l'âge t_1 de l'échantillon s'exprime par :

$$t_1 = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N(t_1)}{N_0}\right)$$

2.8.3. Déterminer l'âge t_1 de l'échantillon de glace de l'Arctique.

2.8.4. *La glace contient également des bulles de dioxyde de carbone CO_2. Lors de la formation de la glace, le carbone de ces molécules est composé d'isotopes de carbone 12 et de carbone 14 radioactif. On suppose qu'une fois piégé le dioxyde de carbone ne se renouvelle pas.*

Pourquoi ne pas avoir utilisé la datation au carbone 14 de demi-vie 5 700 ans pour dater cet échantillon ?

ANNEXE
(à remettre avec la copie)

Équation chimique		$AH_{(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$ = $H_3O^+_{(aq)}$ + $A^-_{(aq)}$			
État du système	***Avancement (en mol)***	***Quantité de matière (en mol)***			
État initial	x = 0	cV		0	0
État en cours de transformation	x(t)				
État final	x_f				
Etat d'avancement maximal	x_{max}				