Bac Général Physique-Chimie + SVT (Physique-chimie et Sciences de la vie et de la Terre)

SUJET D'EXAMEN (SESSION OFFICIELLE)

Physique-chimie - Session 2022

Sujet de l'examen national tel que publié pour la session indiquée. Source : sujets nationaux publiés par le ministère chargé de l'examen et les services académiques. Document mis à disposition par FormaV pour la révision.

Toutes les annales et leurs corrigés : https://bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac septembre 2022 Métropole Jour 2 https://labolycee.org

EXERCICE B. NETTOYAGE DES PLAQUES DE CUISSON (5 points)

Mots-clés : réaction acide-base, titrage, cinétique chimique

Pour nettoyer une plaque de cuisson électrique encrassée, une méthode consiste à déposer, avant de frotter, de l'hydrogénocarbonate de sodium solide (vendu sous le nom de bicarbonate de soude) tout autour des plaques électriques puis à verser du vinaigre ménager.



D'après www.delcourt.fr

Dans cet exercice, on étudie la composition d'un vinaigre ménager, puis la cinétique de sa transformation chimique avec de l'hydrogénocarbonate de sodium.

Nom du produit	Vinaigre ménager 14°
Masse volumique ρ	1,0 g·mL^{-1}
pH	2,2

D'après http://langle.fr/fiches-securites/6427-test

Figure 1. Fiche sécurité du vinaigre ménager 14°

Données :

- numéros atomiques : Z(H) = 1 ; Z(C) = 6 ; Z(O) = 8 ;
- masses molaires atomiques en g·mol^{-1} : M(H) = 1,0 ; M(C) = 12,0 ; M(O) = 16,0 ;
- pKA du couple acide éthanoïque / ion éthanoate : pK_A = 4,76.

1. Étude de quelques propriétés acido-basiques de l'acide éthanoïque

Le vinaigre ménager est une solution aqueuse d'acide éthanoïque de formule CH_3COOH. Dans cette partie on souhaite vérifier que l'acide éthanoïque est bien un acide faible dans l'eau.

Q1. Représenter le schéma de Lewis de la base conjuguée de l'acide éthanoïque.

Q2. Indiquer l'espèce majoritaire du couple de l'acide éthanoïque présente dans un vinaigre ménager 14°. Justifier.

Le pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration $5{,}0\times10^{-3}$ mol.L^{-1} est de 3,5.

Q3. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide éthanoïque et l'eau.

Q4. En utilisant la valeur du pH de la solution, montrer que le taux d'avancement final τ de cette réaction est de l'ordre de 6 %. Commenter ce résultat quant à la force de l'acide éthanoïque dans l'eau.

2. Dosage par titrage du vinaigre ménager 14°

Le degré d'acidité d'un vinaigre ménager est égal au titre massique, exprimé en pourcentage, en acide éthanoïque de ce vinaigre.

On réalise le titrage d'un volume de 10,0 mL d'une solution de vinaigre ménager 14° dilué 100 fois par une solution aqueuse titrante d'hydroxyde de sodium de concentration $2{,}00\times10^{-2}$ mol.L^{-1}.

Le suivi est effectué à l'aide d'un pH-mètre et permet de tracer la courbe représentant le pH en fonction du volume V de solution titrante versée. Cette courbe figure sur l'**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Vert de bromocrésol	Jaune	3,8 – 5,4	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,8 – 8,8	Rouge
Rouge d'alizarine	Violet	10,0 – 12,0	Jaune
Carmin d'indigo	Bleu	11,6 – 14,0	Jaune

Figure 2. Indicateurs colorés acido-basiques

Q5. Écrire l'équation de réaction support du titrage de l'acide éthanoïque par l'hydroxyde de sodium.

Q6. Déterminer, en réalisant une construction sur l'**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**, le volume V_E de solution aqueuse titrante d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence du titrage.

Q7. Expliquer quel aurait été l'indicateur coloré le plus adapté, parmi ceux fournis sur la figure 2, pour réaliser ce titrage par colorimétrie.

Q8. Après avoir exploité le titrage pour déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière de la solution diluée 100 fois, calculer le titre massique du vinaigre ménager étudié. Commenter le résultat.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

3. Étude cinétique de la transformation chimique entre le vinaigre et l'hydrogénocarbonate de sodium

Lorsque le vinaigre ménager entre en contact avec l'hydrogénocarbonate de sodium solide $NaHCO_3(s)$, une transformation chimique totale et lente a lieu. Elle entraîne la formation de dioxyde de carbone gazeux $CO_2(g)$ détectable par l'apparition de bulles, qui contribuent à l'action mécanique nettoyante des plaques de cuisson, action d'autant plus efficace que la formation des bulles a lieu dans un temps assez court de l'ordre de quelques minutes. L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide éthanoïque et l'hydrogénocarbonate de sodium est :

$$CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

En laboratoire il est possible de suivre cette transformation chimique au cours du temps en recueillant le gaz formé dans une éprouvette graduée retournée initialement remplie d'eau. Pour cela, on réalise l'expérience schématisée ci-dessous à partir d'une masse d'environ 1 g d'hydrogénocarbonate de sodium solide $NaHCO_3(s)$, ce dernier est versé à la date $t = 0$ s dans une centaine de millilitres de vinaigre ménager 14° en excès devant l'hydrogénocarbonate de sodium.

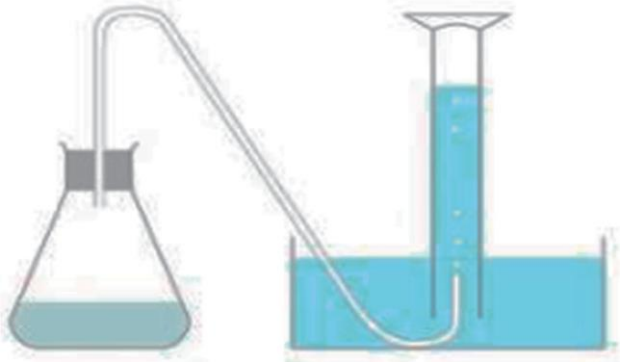


Figure 3. Montage permettant de mesurer le volume de dioxyde de carbone recueilli lors de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'hydrogénocarbonate de sodium

Les résultats obtenus sont consignés sur le tableau ci-dessous.

Temps t (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$V(CO_2)$ (mL)	0	30	60	84	108	124	138	148	152	156	158	160	160	160	160	160

Figure 4. Tableau de mesures du volume de dioxyde de carbone recueilli au cours du temps

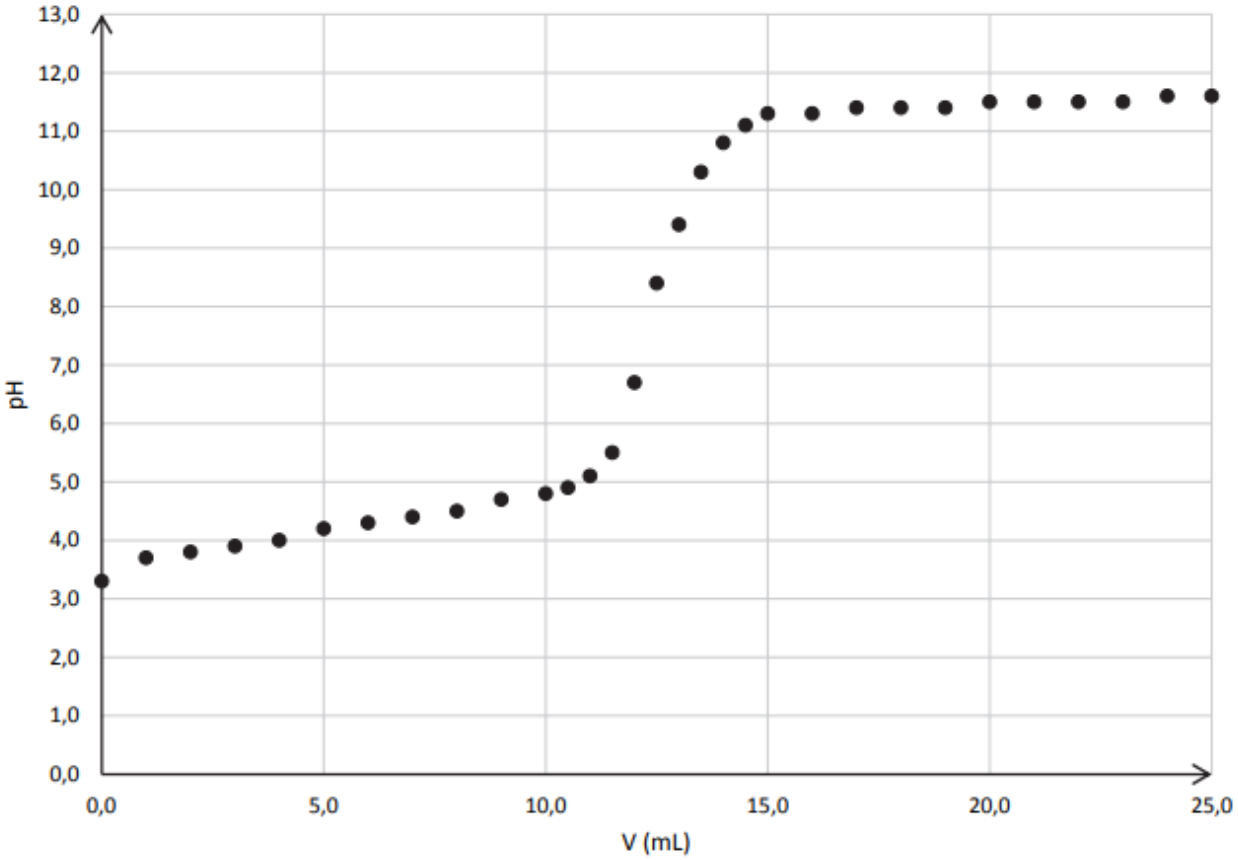
Donnée :

- volume molaire d'un gaz, dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24{,}2\ L \cdot mol^{-1}$.

Q9. Calculer la valeur de la quantité de matière de dioxyde de carbone formé à 30 s puis placer le point correspondant sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

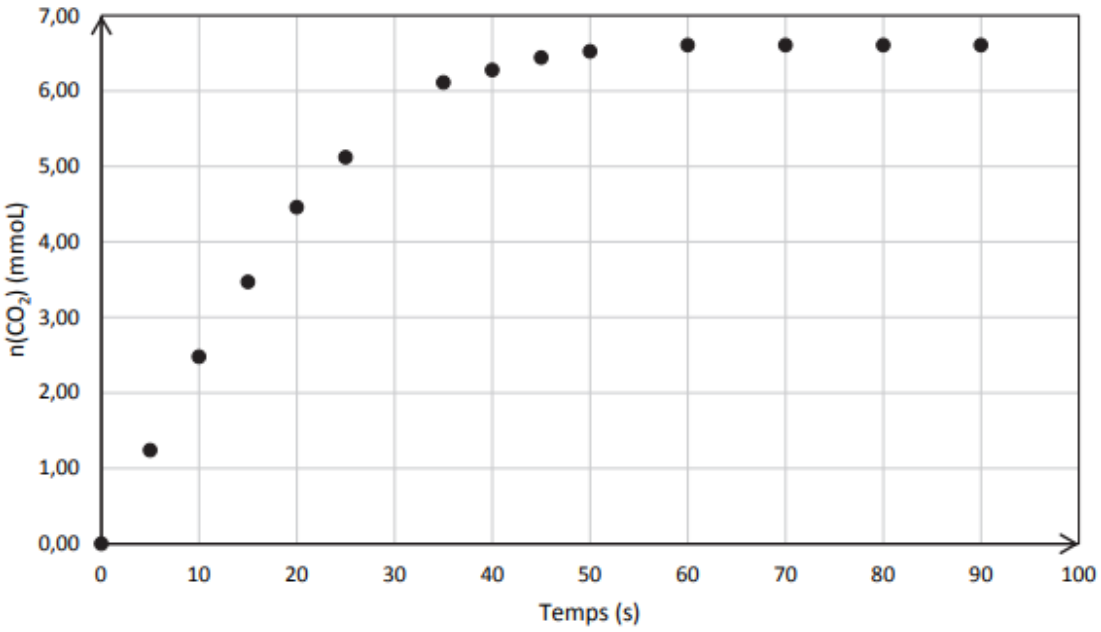
Q10. Déterminer, en réalisant une construction sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE**, le temps de demi-réaction. Commenter ce résultat au regard de l'utilisation qui est faite ici de cette transformation chimique.

ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE



Annexe 1. Évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE



Annexe 2. Évolution de la quantité de matière de dioxyde de carbone recueilli au cours du temps