Nom : Prénom : Classe :

DS COMMUN PHYSIQUE CHIMIE N°1
SAMEDI 08 NOVEMBRE 2025 – DUREE : 2H30

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.
- Le sujet **COMPLET** est à rendre avec la copie.

EXERCICE 1 (11 POINTS)
ETUDE D'UN DESHERBANT.

L'acide pélargonique, espèce chimique extraite des feuilles du géranium rosat, entre dans la composition des produits phytosanitaires de désherbage en agriculture biologique. En nomenclature officielle, l'acide pélargonique se nomme acide nonanoïque.

Cet exercice s'intéresse à l'identification et au dosage de l'acide pélargonique contenu dans un désherbant.

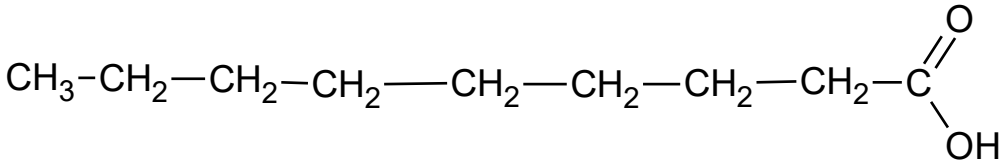
Données :

- Table des bandes d'absorption IR :

Liaison	σ (cm^{-1})	Intensité
O − H alcool	3200 – 3400	Forte et large
O − H acide carboxylique	2500 – 3200	Forte à moyenne, large
C = O ester	1700 – 1740	Forte et fine
C = O aldéhyde	1720 – 1740	Forte et fine
C = O cétone	1705 – 1725	Forte et fine
C = O acide carboxylique	1680 – 1710	Forte et fine

1. Identification de la substance active du désherbant

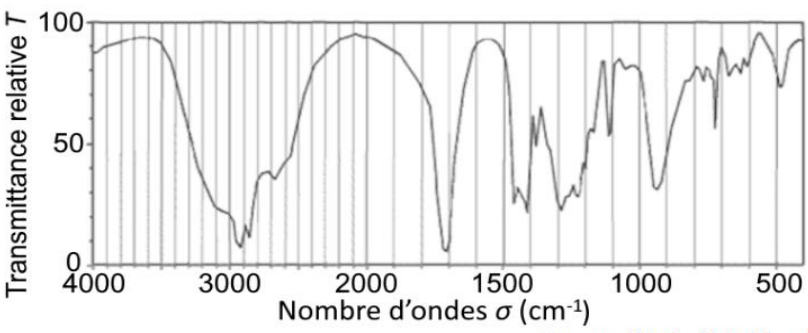
La formule semi-développée de la molécule d'acide pélargonique (ou acide nonanoïque) est donnée ci-après :



Q1. Recopier la formule semi-développée de l'acide nonanoïque. Entourer le groupe caractéristique de la molécule puis nommer la famille fonctionnelle associée.

Pour vérifier la nature de l'espèce chimique contenue dans le flacon de désherbant, différents contrôles sont effectués parmi lesquels une analyse par spectroscopie infrarouge (IR).

Le spectre d'absorption IR de l'échantillon obtenu est représenté ci-contre :



Source : d'après *Unisciel, uel.unisciel.fr*

Q2. Justifier que le spectre de l'échantillon peut correspondre à celui de l'acide nonanoïque.

2. Dosage de l'espèce chimique active du désherbant

Sur l'étiquette du flacon de désherbant, on peut lire les informations suivantes :

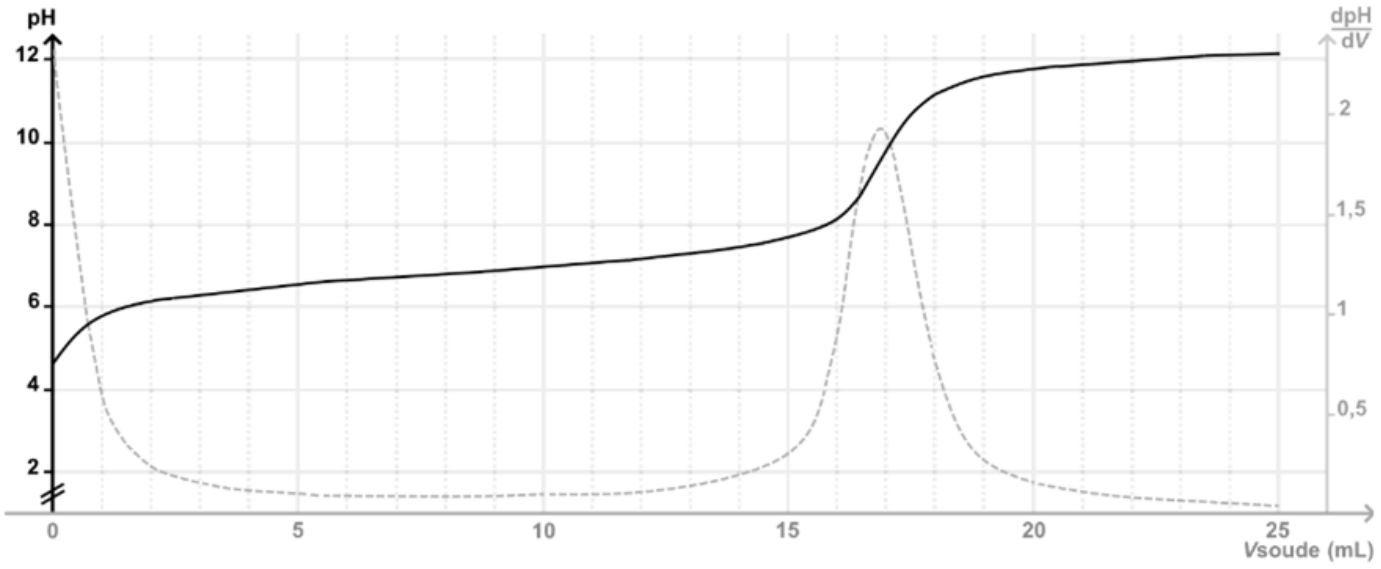
« Le désherbant concentré est une solution polyvalente idéale pour éliminer facilement les mauvaises herbes du jardin. Sa formulation à partir d'acide pélargonique à 250 g.L^{-1}, une substance active d'origine végétale, est sans danger pour vos animaux domestiques qui peuvent revenir sur les surfaces traitées dès que le produit est sec ».

Pour vérifier la concentration en masse en acide pélargonique (ou acide nonanoïque) du désherbant, on réalise un dosage par titrage à l'aide d'un suivi pH-métrique. La solution commerciale est diluée 10 fois. On obtient une solution notée S dont on prélève V_A = 10,0 mL que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$ + $HO^-(aq)$) de concentration en quantité de matière C_B = 0,100 mol.L^{-1} avec une incertitude-type $u(C_B)$ = 0,002 mol.L^{-1}.

On dispose de fioles jaugées (50,0 mL ; 100,0 mL ; 200,0 mL), et de pipettes jaugées (2,0 mL ; 10,0 mL ; 25,0 mL).

Données :

- Masse molaire de l'acide nonanoïque : M(acide nonanoïque) = 158,24 g.mol^{-1} ;
- Courbe de suivi pH-métrique du titrage de la solution S :



Q3. Sélectionner, parmi la verrerie disponible, celle qui est à utiliser pour effectuer la dilution de la solution commerciale nonanoïque. Justifier la réponse.

Q4. Réaliser un schéma du dispositif permettant d'effectuer ce titrage pH-métrique et nommer la verrerie et les solutions.

Q5. Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide nonanoïque. On utilisera la notation R − COOH pour désigner l'acide nonanoïque.

Q6. Sélectionner parmi les termes suivants, la ou les qualité(s) que doit posséder la réaction support du titrage : lente, rapide, unique, multiple, totale, non-totale.

Q7. Définir l'équivalence d'un titrage.

Q8. Exploiter les résultats expérimentaux pour déterminer la concentration en masse d'acide nonanoïque.

Données :

- Incertitudes-types notées sur la verrerie :

	Pipette jaugée de		
V	2,0 mL	10,0 mL	25,0 mL
u(V)	0,01 mL	0,02 mL	0,03 mL

- Incertitude-type sur la lecture graphique du volume équivalent : $u(V_E) = 0{,}5$ mL ;
- Incertitude-type $u(C_m)$ de la concentration en masse C_m :

$$u(C_m) = C_m \times \sqrt{\left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

- Pour discuter de la compatibilité du résultat d'une mesure A_{mes} avec une valeur de référence A_{ref}, on peut utiliser le quotient $\frac{|A_{mes} - A_{ref}|}{u(A)}$ avec A_{mes} la valeur mesurée, A_{ref} la valeur de référence et u(A) l'incertitude-type de la valeur mesurée A_{mes}.

Q9. Vérifier si la concentration en masse trouvée à la **Q8.** est compatible avec celle indiquée sur le flacon.

3. Simulation du titrage.

Pour simuler l'évolution des quantités de matière de trois espèces chimiques présentes en solution lors du titrage précédent : R – COOH, HO^- et R – COO^- , on utilise un programme en langage Python.
Dans ce programme, les quantités de matière sont notées n_AH, n_HO et n_A.

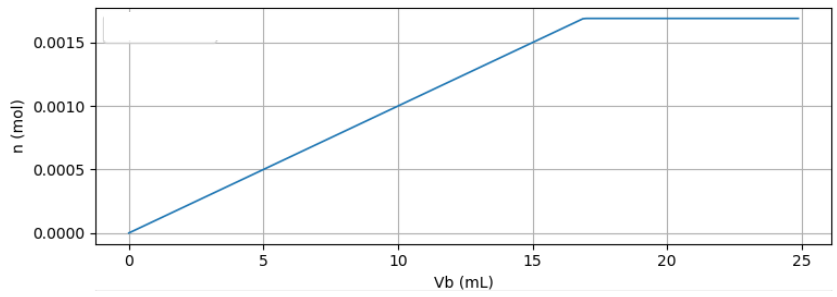
```
import matplotlib.pyplot as plt

#Rentrée des données
Ca =      #saisie de la concentration Ca de l'acide à titrer
Cb = 0.100  #saisie de la concentration Cb de la base solution titrante
Va = 10  #saisie du volume d'acide à titrer en mL
V = 25   #saisie du volume de la burette en mL
VE =   #saisie du volume équivalent en mL
N = 200   #saisie du nombre de points de la courbe

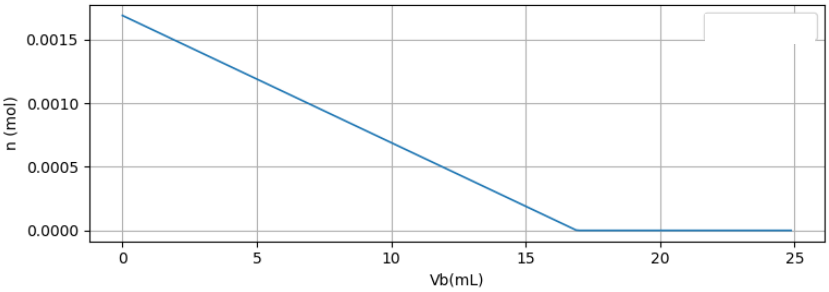
def calcul_quantites_avant_et_a_equivalence(i):
    n_AH.append(Ca*Va/1000-Cb*Vb[i]/1000)  #append ajoute un élément à la fin de la liste
    n_HO.append(.........) # Compléter avec le calcul de n_HO
    n_A.append(Cb*Vb[i]/1000)

def calcul_quantites_apres_equivalence(i) :
    n_AH.append(0)
    n_HO.append(Cb*Vb[i]/1000-Cb*VE/1000)
    n_A.append(.....) # Compléter avec le calcul de n_A
```

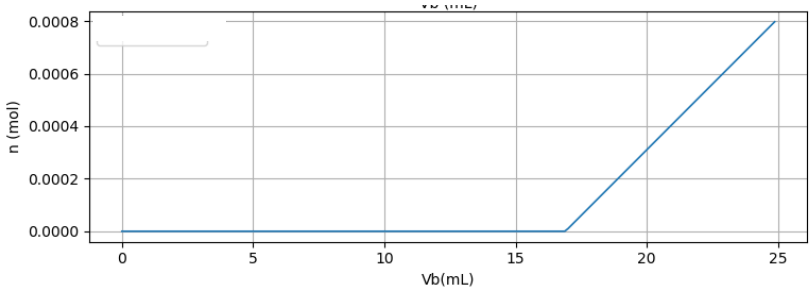
Q10. Chacun des trois graphiques suivants, obtenus à l'aide du programme en langage python représente l'évolution de la quantité de matière d'une des espèces chimiques en fonction du volume versé de solution titrante.
En justifiant explicitement votre raisonnement, indiquer pour chaque graphe l'espèce chimique correspondante.



Graphe 1



Graphe 2



Graphe 3

Q11. Compléter, en justifiant, le code des lignes 4, 8, 13 et 19. (pour les lignes 13 et 19, vous indiquerez ce qu'il faut écrire dans la parenthèse).

EXERCICE 2 (5 points)
ROUE A BATEAUX.

La **Roue de Falkirk** (en anglais *Falkirk Wheel*) est un ascenseur rotatif à bateaux, reliant le canal inférieur (Forth and Clyde Canal) au canal supérieur (Union Canal), près de la ville de Falkirk dans le centre de l'Écosse.

L'ouverture de l'ascenseur en 2002 a permis le passage des bateaux d'un canal à l'autre. L'édifice se substitue à un ancien escalier d'écluses.





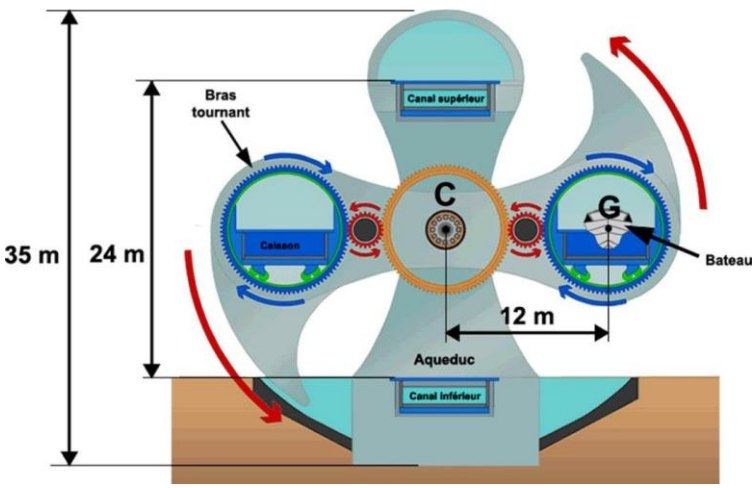


Schéma de la roue de Falkirk (vue de face)

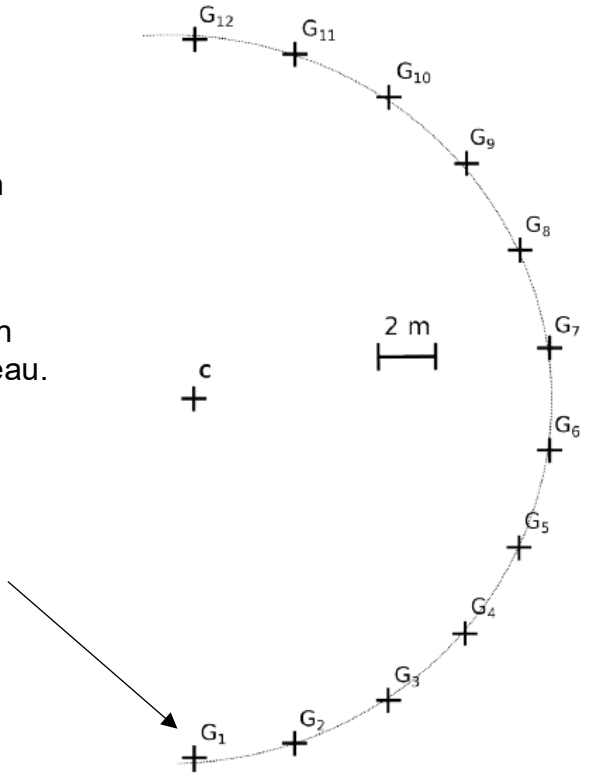
La Roue de Falkirk mesure 35 mètres de haut. Le système d'ascenseur permet d'élever les bateaux d'une hauteur de 24 m. La durée d'une ascension d'un godet avec son bateau est estimée à 5 min 30 s. Le bras tournant comporte deux godets remplis d'eau situés à chacune de ses extrémités. Un système de roues dentées permet la rotation du bras tout en maintenant l'eau à l'horizontale dans les godets. La masse totale d'un godet avec l'eau et le bateau peut être estimée à 500 tonnes. La distance entre C le centre de la roue et le centre du godet (G) est de 12 m.

Dans tout l'exercice, on notera v la valeur du vecteur vitesse $\vec{v}$. De même, on notera a la valeur du vecteur accélération $\vec{a}$.

Le système considéré est constitué d'un godet contenant de l'eau et un bateau. Il est assimilé à un point matériel noté G correspondant au centre du godet.

Partie 1 : Le système d'enregistrement du mouvement

Le système d'enregistrement permet de prendre une succession de photographies à intervalles de temps égaux noté τ, puis de les superposer afin d'étudier un mouvement.
La superposition des photographies de la roue prises par un photographe amateur depuis la rive et un dispositif de pointage ont permis de repérer l'évolution de la position du point G lors de l'ascension d'un bateau.



Position du point G lors de l'ascension.
Le référentiel d'étude est un référentiel terrestre lié au sol.

Q1. Montrer que l'intervalle de temps entre les différentes positions, noté τ, vaut 30 s.

Q2. A partir du document en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, déterminer la valeur de la vitesse du centre d'inertie de l'ascenseur aux points 2 et 4.

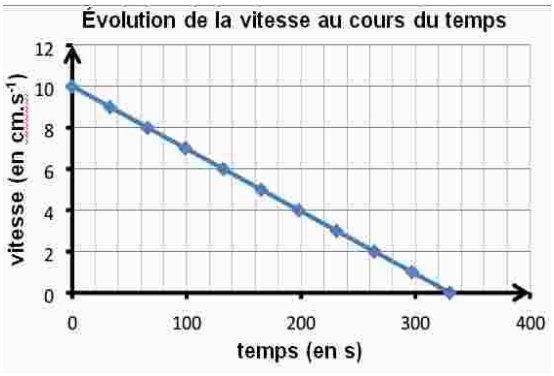
Q3. Tracer les vecteurs vitesse $\overrightarrow{v_2}$ et $\overrightarrow{v_4}$ avec l'échelle 1 cm $\leftrightarrow$ 0,020 m.s^{-1} sur le document en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE.** Construire sur le document de l'**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE** le vecteur $\Delta\overrightarrow{v_3} = \overrightarrow{v_4} - \overrightarrow{v_2}$ au point 3 et déterminer sa valeur en m.s^{-1}.

Q4. En déduire la valeur du vecteur accélération $\overrightarrow{a_3}$ au point 3 et le construire en précisant l'échelle.

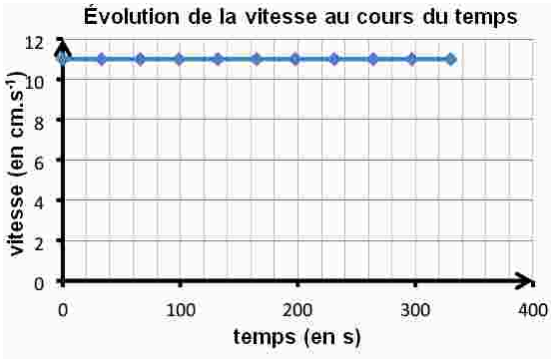
Partie 2 : Représentation graphique de la vitesse

Les trois graphiques A, B et C ci-dessous représentent trois évolutions temporelles possibles de la valeur de la vitesse du point G.

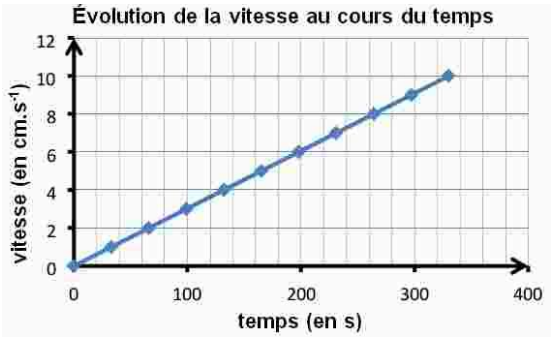
Q5. Identifier celui qui correspond à l'ascension du bateau. Un argument quantitatif est attendu.



Représentation graphique A



Représentation graphique B



Représentation graphique C

Q6. Donner la nature du mouvement du point G en justifiant les termes employés.

Q7. Citer une caractéristique de l'accélération du système.

EXERCICE 3 (4 POINTS)
NETTOYER LA SALLE DE BAINS.



Pour se débarrasser de la couche de calcaire d'épaisseur moyenne *e* de 5 µm qui s'est déposée sur la paroi vitrée d'une douche, il est possible d'utiliser du vinaigre ménager. On dispose d'un volume *V* de 30 mL de vinaigre ménager à 12 °. Le vinaigre ménager à 12 ° est une solution aqueuse d'acide éthanoïque qui contient 12 g d'acide éthanoïque pour 100 g de solution.

Le calcaire qui se dépose sur la vitre provient de l'eau du robinet. Le calcaire est un solide ionique de formule $CaCO_3(s)$. Il réagit totalement avec l'acide éthanoïque, selon la transformation chimique modélisée par l'équation de réaction suivante :

$$2\ CH_3COOH\ (aq) + CaCO_3\ (s) \rightarrow 2\ CH_3COO^-\ (aq) + Ca^{2+}\ (aq) + CO_2\ (g) + H_2O\ (\ell)$$

Le but de cet exercice est de déterminer si le volume de vinaigre sera suffisant pour éliminer tout le calcaire.

Données :
- masse molaire moléculaire $M(CH_3COOH) = 60,0\ g \cdot mol^{-1}$;
- masse molaire moléculaire $M(CaCO_3) = 100,1\ g \cdot mol^{-1}$;
- masse volumique à 20 °C $\rho(CaCO_3) = 2,65 \times 10^6\ g \cdot m^{-3}$;
- masse volumique à 20 °C ρ(vinaigre) $= 1,010\ g \cdot mL^{-1}$;
- dimension de la paroi de douche : 110 cm × 200 cm.

Q1. Montrer que la concentration en quantité de matière d'acide éthanoïque du vinaigre est d'environ $C = 2,0\ mol \cdot L^{-1}$.

Q2. Montrer que la quantité de matière de calcaire présente sur la paroi de douche est $n(CaCO_3) = 0,3$ mol.

Q3. Déterminer si le volume *V* de vinaigre disponible sera suffisant pour éliminer tout le calcaire sur la paroi de douche.
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.

ANNEXE A RENDRE AVEC LE SUJET

EXERCICE 2

Donnée : τ = 30 s

