Physique-Chimie - EXERCICE I (13 points)

L'éthylamine, ou éthanamine, est un intermédiaire de synthèse de formule brute C_2H_7N, très utilisé par l'industrie dans l'élaboration de nombreux produits phytosanitaires ou médicaments.

Données :

M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g.mol^{-1} ; M(N) = 14,0 g.mol^{-1} ; M(C) = 12,0 g.mol^{-1} ; M(H) = 1,0 g.mol^{-1} .

Produit ionique de l'eau : Ke = 10^{-14}

I-1- Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'éthylamine.

En solution dans l'eau, l'éthylamine se comporte comme une base faible de pKa = 10,7.

I-2- Compléter le diagramme de prédominance en faisant apparaître les espèces majoritaires.

I-3- Ecrire la réaction de l'éthylamine sur l'eau.

I-4- Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre de cette réaction puis la calculer à l'aide de Ke.

On se propose de doser un résidu industriel qui peut être considéré comme une solution aqueuse d'éthylamine par une solution calibrée connue d'acide chlorhydrique de concentration $1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.

La réaction peut s'écrire sous une forme simplifiée :

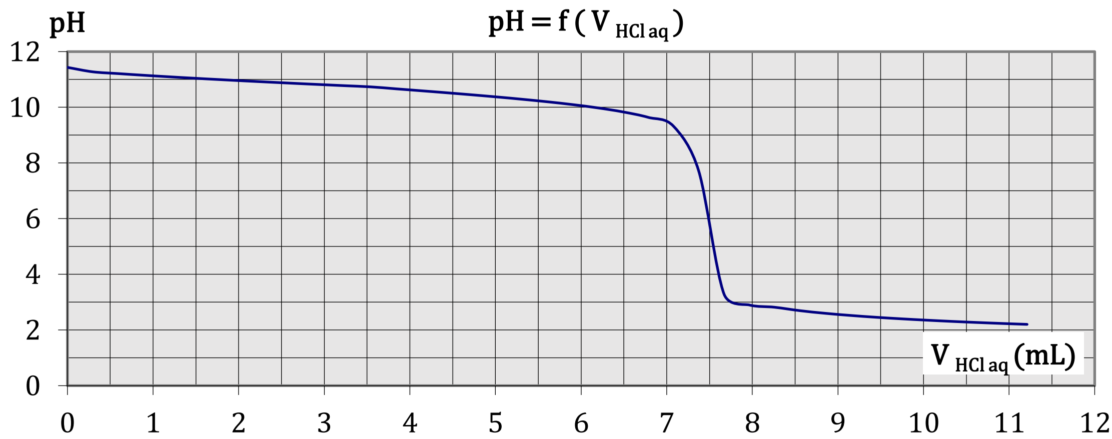
$$B + H_3O^+ \rightarrow BH^+ + H_2O \qquad \text{avec B = éthylamine}$$

L'acide chlorhydrique étant un acide fort, la réaction sera considérée comme totale.

L'échantillon à analyser a au départ un pH = 11,6 ; on en prélève une prise d'essai de 25,0mL, que l'on amène par addition d'eau pure à un volume de 50mL pour effectuer le dosage.

I-5- Déterminer le pH de la solution titrante d'acide chlorhydrique.

Le dosage est suivi par pH-métrie comme le montre le graphique ci-dessous :



I-6- Déterminer graphiquement le volume équivalent.

I-7- En déduire la concentration molaire puis la concentration massique de l'éthylamine dans le résidu industriel.

Physique-Chimie - EXERCICE II (15 points)

Au printemps 2021, Thomas Pesquet devrait s'envoler vers la Station Spatiale Internationale. Le lanceur Falcon permet de transporter le cargo, les équipages et du matériel. L'ensemble appelé système possède une masse $m = 500 \times 10^3$ kg considérée constante ici, pour des raisons de simplification (en réalité, la masse diminue du fait de la combustion du carburant).

Donnée : g = 9,81 m.s^{-2}

Au référentiel terrestre, on associe une base cartésienne $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, $\vec{\jmath}$ est vertical et dirigé vers le haut.

A $t = 0$, le système est en O, et sa vitesse s'écrit $\overrightarrow{v_0} = v_0\, \vec{\jmath}$

Les parties A et B sont indépendantes.

A Etude entre la 60e et la 79e seconde

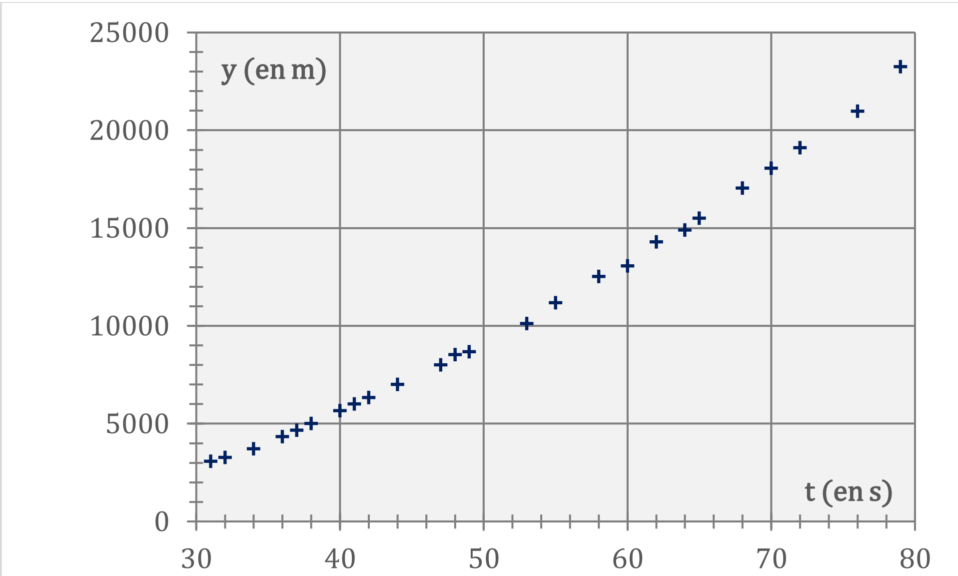
On étudie ici le décollage du système entre la 60e et la 79e seconde. Sur cette partie du trajet, le système est soumis à une force de poussée verticale notée $\vec{F}$ et à son poids $\vec{P}$. On néglige les forces de frottements sur cette partie.

II-1- En appliquant la 2e loi de Newton, exprimer l'accélération $\vec{a}$ du système en fonction de $\vec{F}$ et $\vec{P}$.

En déduire les composantes du vecteur accélération dans la base $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$: $\vec{a} = a_x \ \vec{\imath} + a_y \vec{\jmath}$

II-2- En déduire les expressions des composantes du vecteur vitesse $\vec{v} = v_x \ \vec{\imath} + v_y \vec{\jmath}$ puis de l'altitude y en fonction du temps.

La figure ci-dessous représente l'évolution de l'altitude y (exprimée en m) du système en fonction du temps (exprimé en secondes).



Sur l'intervalle compris entre la 60e et la 79e seconde, on modélise la courbe afin d'en déduire la force de poussée. On utilise cinq modèles différents. Les résultats des modélisations sont les suivants, avec a, b, c, d, e, f, g, h des constantes :

(1) $y = 498\,t + a$

(2) $y = -4{,}811\,t^2 + b.t + c$

(3) $y = 3{,}58.\ln(t) + d$

(4) $y = 4{,}291\,t^2 + e.t + f$

(5) $y = 0{,}477\ \ t^3 - 95\,t^2 + g.t + h$

II-3-a Choisir parmi les 5 propositions l'expression appropriée.

II-3-b A partir de la modélisation choisie, en déduire la valeur de la force de la poussée F sur cette période.

B Etude entre la 32e et la 40e seconde

II-4-a A l'aide d'une méthode graphique, déterminer v_2 , la vitesse au temps $t_2 = 40s$.

II-4-b La vitesse au temps $t_1 = 32s$, vaut $v_1 = 213\ m.s^{-1}$. Déterminer la valeur de l'accélération moyenne entre les temps t_1 et t_2.

II-5- On remarque une diminution de l'accélération de la fusée avec l'altitude. Parmi les propositions listées dans le document réponse, quelles peuvent être la ou les causes possibles pouvant expliquer ce phénomène ?

Physique-Chimie - EXERCICE III (12 points)

Afin de préparer du thé, on remplit d'eau bouillante une tasse munie d'un couvercle, tous deux en céramique.

On nomme S le système constitué de la tasse, de son couvercle et de l'eau. La température du système S s'homogénéise rapidement pour atteindre la température d'équilibre $\theta_0 = 83{,}5$ °C.

La température ambiante vaut $\theta_{amb} = 21{,}3$°C. La tasse est posée sur une table en verre, et des échanges thermiques du système S avec l'air ambiant se font par la face latérale et le couvercle de la tasse. Le flux thermique à travers la face inférieure de la tasse est négligé, tout comme les transferts thermiques autres que convectifs. On ne tiendra pas compte non plus de la présence des feuilles de thé, ni de la très faible quantité d'air contenue dans la tasse.

On s'intéresse au refroidissement du système S au cours du temps. Sa température à l'instant t est notée θ(t). L'origine du temps (t = 0) est fixée à l'instant où le système S atteint l'équilibre thermique : $\theta(t=0) = \theta_0 = 83{,}5$ °C.
L'équation différentielle vérifiée par θ(t) s'écrit alors : $\frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{1}{\tau} \times \left(\theta_{amb} - \theta(t)\right)$ (équation 1)

III-1- Quelle est l'unité de τ ?

III-2- La solution de cette équation différentielle est de la forme $\theta(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + B$ où A et B sont des constantes. Déterminer l'expression des constantes A et B en fonction des données du problème.

III-3- Exprimer l'instant t_1 auquel la température du système S atteint la valeur $\theta_1 = 50{,}0$ °C en fonction de A ,B, τ et θ_1 qui permet de commencer à boire sans se brûler. Calculer la valeur t_1 en prenant la valeur théorique $\tau = 4{,}66 \times 10^3$ USI.

Le relevé expérimental de l'évolution de la température du système S est disponible sur le document réponse.

III-4- A l'aide de la méthode des 63% ou celle de la tangente, déterminer graphiquement la valeur de la constante τ_{exp} en indiquant sur la courbe les éléments de construction graphique utilisés.

III-5- La valeur de la constante τ_{exp} est plus faible que celle théorique. Parmi les propositions listées dans le document réponse, quelles peuvent être la ou les causes possibles d'un tel écart ?