Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2024 Septembre Métropole Jour 2 **Correction © https://labolycee.org**

Exercice 1 – Vol en montgolfière (11 points)

1. L'envol de la montgolfière

Q1. Montrer que la valeur de la masse molaire M_{air} de l'air est voisine de 29×10^{-3} kg·mol^{-1}.

L'air est composé de 80% de diazote et 20% de dioxygène,

ainsi $M_{air} = \frac{80}{100}\times M(N_2)+\frac{20}{100}\times M(O_2) = \frac{80}{100}\times 2M(N)+\frac{20}{100}\times 2M(O)$

$M_{air} = \frac{80}{100}\times 2\times14\times10^{-3}+\frac{20}{100}\times 2\times16\times10^{-3} = 2{,}88\times10^{-2}$ kg $= 28{,}8\times10^{-3}$ kg

La masse molaire de l'air est bien voisine de 29×10^{-3} kg·mol^{-1}.

Q2. En exploitant l'équation d'état des gaz parfaits, exprimer littéralement la masse m_{int} de l'air contenu à l'intérieur de l'enveloppe en fonction de la pression p_{int} de l'air à l'intérieur, du volume V de l'enveloppe, de la masse molaire M_{air} de l'air, de la constante R des gaz parfaits et de la température T_{int} de l'air situé à l'intérieur de l'enveloppe.

D'après la loi des gaz parfaits $p_{int}.V = n_{air}.R.T_{int}$

$$p_{int}.V = \frac{m_{int}}{M_{air}}.R.T_{int}$$

$$m_{int} = \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.T_{int}}$$

Q3. Exprimer le poids total du système {montgolfière + air intérieur}, noté P_{total}, en fonction des masses m_{ens} et m_{int}.

$P_{total} = (m_{ens} + m_{int}).g$

Q4. Calculer la valeur de la poussée d'Archimède π_A qui s'exerce sur le système {montgolfière + air intérieur}, au niveau du sol.

$\pi_A = \rho_{ext}\cdot V\cdot g$

$\pi_A = 1{,}2$ kg.m^{-3} × $2{,}5\times10^3$ m^3 × 9,81 m.s^{-2} $= 2{,}943\times10^4$ N (= kg.m.s^{-2}) $= 2{,}9\times10^4$ N

Q5. Montrer que l'expression de la valeur de la température minimale T_{min} de l'air à l'intérieur de l'enveloppe pour que la montgolfière puisse décoller est :

$$T_{min} = \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.\left(\frac{\pi_A}{g}-m_{ens}\right)}$$

Calculer la valeur de T_{min}. On admet que la pression p_{int} de l'air à l'intérieur de l'enveloppe est égale à la pression atmosphérique $p_{atm} = 1{,}0\times10^5$ Pa.

Pour que la montgolfière puisse décoller il faut que $\pi_A \geq P_{total}$.

$\pi_A \geq (m_{ens} + m_{int}).g$

$\pi_A \geq (m_{ens} + \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.T_{int}}).g$

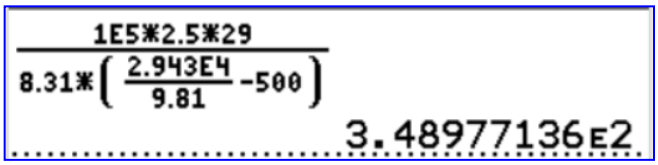
$\frac{\pi_A}{g} \geq (m_{ens} + \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.T_{int}})$

$\frac{\pi_A}{g} - m_{ens} \geq \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.T_{int}}$

$R.(\frac{\pi_A}{g} - m_{ens}) \geq \frac{p_{int}.V.M_{air}}{T_{int}}$

$T_{int} \geq \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.\left(\frac{\pi_A}{g}-m_{ens}\right)}$ On retrouve bien $T_{min} = \frac{p_{int}.V.M_{air}}{R.\left(\frac{\pi_A}{g}-m_{ens}\right)}$

$$T_{min} = \frac{1{,}0\times10^{5}\times2{,}5\times10^{3}\times29\times10^{-3}}{8{,}31\times\left(\frac{2{,}943\times10^{4}}{9{,}81}-500\right)} = 349 \text{ K}$$



T_{min} = 349 – 273 = 76°C

Q6. Déterminer la valeur de l'accélération du système {montgolfière + air intérieur}. Calculer ensuite la valeur de sa vitesse au bout de 10 s puis au bout de 1 minute d'ascension.

D'après la deuxième loi de Newton appliquée au système {montgolfière + air intérieur}.

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m_{tot}.\vec{a}$

$\vec{P} + \overrightarrow{\pi_A} = m_{tot}.\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{\vec{P} + \overrightarrow{\pi_A}}{m_{tot}}$

Par projection suivant l'axe vertical Oz

$$a_z = \frac{P_z + \pi_{Az}}{m_{tot}} = \frac{-P + \pi_A}{m_{tot}} = \frac{-m_{tot}.g + \pi_A}{m_{tot}} = -g + \frac{\pi_A}{m_{tot}}$$

$$a_z = -9{,}81 + \frac{2{,}9\times10^{4}}{2{,}8\times10^{3}} = 0{,}5 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a = \sqrt{a_z^2} = 0{,}5 \text{ m.s}^{-2}$$

Comme $a_z = \frac{dv_z}{dt}$, on primitive a_z pour exprimer v_z.

$v_z(t) = 0{,}5\,t$ + Cte

La vitesse initiale est nulle $v_z(t = 0) = 0{,}5\times0$ + Cte donc Cte = 0.

$v_z(t) = 0{,}5\,t$

Au bout de 10 s, $v_z(t = 10) = 0{,}5\times10 = 5$ m.s^{-1}.

Au bout d'une minute, $v_z(t = 60) = 0{,}5\times60 = 3\times10^{1}$ m.s^{-1}

Q7. Commenter les résultats obtenus à la question précédente et proposer une piste d'amélioration du modèle. On pourra s'appuyer sur les vitesses exprimées en km·h^{-1}.

On convertit les vitesses calculées en km.h^{-1}.

Au bout de 10 s, $v_z(t = 10) = 0{,}5\times10\times3{,}6 = 18$ km.h^{-1} $= 2\times10^{1}$ km.h^{-1}

Au bout d'une minute, $v_z(t = 60) = 0{,}5\times60\times3{,}6 = 108$ km.h^{-1} $= 1\times10^{2}$ km.h^{-1}

Ces vitesses semblent beaucoup trop élevées donc en réalité l'accélération doit être plus faible.

Le modèle choisi donne : $a_z = -g + \frac{\pi_A}{m_{tot}}$.

Étudions les paramètres qui jouent un rôle sur l'accélération.

Si l'altitude augmente alors g diminue alors a_z est plus grande (si la poussée d'Archimède est constante). Cette évolution ne va pas dans le sens attendu. On ne garde pas cette hypothèse.

Concernant la poussée d'Archimède, $\pi_A = \rho_{ext}\cdot V\cdot g$, le modèle considère que sa valeur est constante. Mais la masse volumique de l'air diminue quand l'altitude augmente. Ainsi la poussée d'Archimède est de moins en moins grande et l'accélération diminue au cours de la montée.

Ceci est en accord avec des vitesses plus faibles.

Enfin le modèle n'a considéré que la poussée d'Archimède et le poids, mais les forces de frottement de l'air jouent surement un grand rôle et ainsi l'accélération est moins forte.

2. Une enveloppe de montgolfière plus performante

Q8. Préciser, en justifiant, le sens du flux thermique à travers l'enveloppe simple couche du ballon.

Le flux thermique va du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid, donc de l'intérieur de l'enveloppe vers l'extérieur.

Q9. Calculer la valeur du flux thermique ϕ_1 à travers une enveloppe simple couche.

$$\phi_1 = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th,1}}$$

$$\phi_1 = \frac{106 - 21}{3{,}0 \times 10^{-4}} = 2{,}8 \times 10^5 \text{ W} = 2{,}8 \times 10^2 \times 10^3 \text{ W} = 2{,}8 \times 10^2 \text{ kW}$$

Remarque : inutile de convertir les températures en Kelvins

$$\phi_1 = \frac{106 + 273 - (21 + 273)}{3{,}0 \times 10^{-4}} = \frac{106 + 273 - 21 - 273}{3{,}0 \times 10^{-4}} = \frac{106 - 21}{3{,}0 \times 10^{-4}}$$

Q10. Le flux thermique ϕ_2 à travers l'enveloppe à double paroi est ϕ_2 = 165 kW. Commenter.

ϕ_2 est très inférieur à ϕ_1 donc grâce à la double paroi, le transfert thermique est fortement réduit. Ce qui est bien en accord avec l'énoncé.

3. Une gourde en aluminium à bord de la montgolfière

La loi de Newton donne l'expression du flux thermique ϕ (en W) reçu par le système {gourde + boisson}, à la température $\theta(t)$, de la part de l'air extérieur, à la température θ_{ext} : $\phi = h.S.(\theta_{ext} - \theta(t))$.

Q11. Montrer que la température du système vérifie la relation :

$$\theta(t + \Delta t) - \theta(t) = \frac{h.S.(\theta_{ext} - \theta(t)).\Delta t}{C}.$$

$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$: le flux représente la quantité de chaleur échangée par unité de temps.

Or $Q = C.(\theta(t + \Delta t) - \theta(t))$, donc $\phi = \frac{C.(\theta(t + \Delta t) - \theta(t))}{\Delta t}$

ainsi $h.S.(\theta_{ext} - \theta(t)) = \frac{C.(\theta(t + \Delta t) - \theta(t))}{\Delta t}$

Et finalement $\theta(t + \Delta t) - \theta(t) = \frac{h.S.(\theta_{ext} - \theta(t)).\Delta t}{C}$

À partir du résultat précédent, on montre que la température $\theta(t)$ du système lors de son refroidissement vérifie l'équation différentielle suivante : $\frac{d\theta(t)}{dt}+\frac{\theta(t)}{\tau}=\frac{\theta_{ext}}{\tau}$ avec $\tau=\frac{C}{h.S}$ le temps caractéristique du système.
L'équation différentielle précédente admet des solutions générales de la forme $\theta(t)=A.e^{-\frac{t}{\tau}}+B$.

Q12. Déterminer les expressions littérales des constantes A et B en fonction de θ_0 et θ_{ext} puis calculer leurs valeurs. Commenter.
À la date t = 0 s, $\theta = \theta_0$.
Et $\theta(t=0)=A.e^{-\frac{0}{\tau}}+B = A + B$ donc $A + B = \theta_0$.
Pour une durée très longue, le système est à la même température que le milieu extérieur donc $\theta = \theta_{ext}$.
$\theta(t\to\infty)=A.e^{-\frac{\infty}{\tau}}+B = B$
Ainsi $B = \theta_{ext}$.
B = 21°C
On avait $A + B = \theta_0$.
$A + \theta_{ext} = \theta_0$
$A = \theta_0 - \theta_{ext}$
A = 48 – 21 = 27 °C

La modélisation numérique présentée sur le document 2 est en accord avec ces valeurs.
$\theta(t) = 27\times e^{(-0{,}000196\times t)} + 21$

Q13. Déterminer la valeur du temps caractéristique à partir de la modélisation numérique de la figure 2.
Par analogie entre $\theta(t)=A.e^{-\frac{t}{\tau}}+B$ et la modélisation, on en déduit que $-0{,}000196 = -\frac{1}{\tau}$
Donc $\tau = \frac{1}{0{,}000196}$ = 5,10×10^3 s

Q14. En déduire la valeur du coefficient *h* d'échange thermique surfacique, puis commenter le résultat obtenu avec les valeurs données dans le tableau ci-dessous.

Conditions environnementales	Coefficient d'échange thermique surfacique entre l'air et une paroi solide en W·K^{-1}·m^{-2}.
Sans courant d'air	de 5 à 10
Avec courant d'air	de 10 à 500

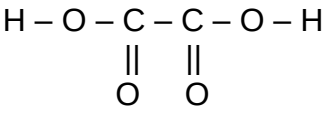
$\tau=\frac{C}{h.S}$
$h=\frac{C}{\tau.S}$
$h=\frac{2{,}1\times10^3}{5{,}10\times10^3\times0{,}042}$ = 9,8 W.K^{-1}.m^{-2}
Cette valeur comprise entre 5 et 10 est donc en accord avec les données du tableau pour des conditions environnementales sans courant d'air.
Si vous avez repéré une erreur, merci de nous la signaler à labolycee@labolycee.org

Bac 2024 Septembre Métropole Jour 2 **Correction © https://labolycee.org**

Exercice 2 – Traitement contre le varroa (4 points)

Q1. Proposer une formule développée de la molécule d'acide oxalique sachant qu'elle comporte deux fonctions acide carboxylique.

Formule brute $C_2H_2O_4$



Q2. Rédiger un protocole expérimental permettant de préparer un volume de 100,0 mL de solution S_1 à partir de la solution S en justifiant la verrerie choisie.

On procède à une dilution.

Solution mère S	Solution fille S_1
V à prélever ?	V_1 = 100,0 mL à préparer
C	$C_1 = \frac{C}{10}$ car on dilue 10 fois.

Au cours d'une dilution, la quantité de matière de soluté ne change pas : $C.V = C_1.V_1$

$$C.V = \frac{C}{10}.V_1$$

$$V = \frac{V_1}{10}$$

V = 100,0/10 = 10,0 mL

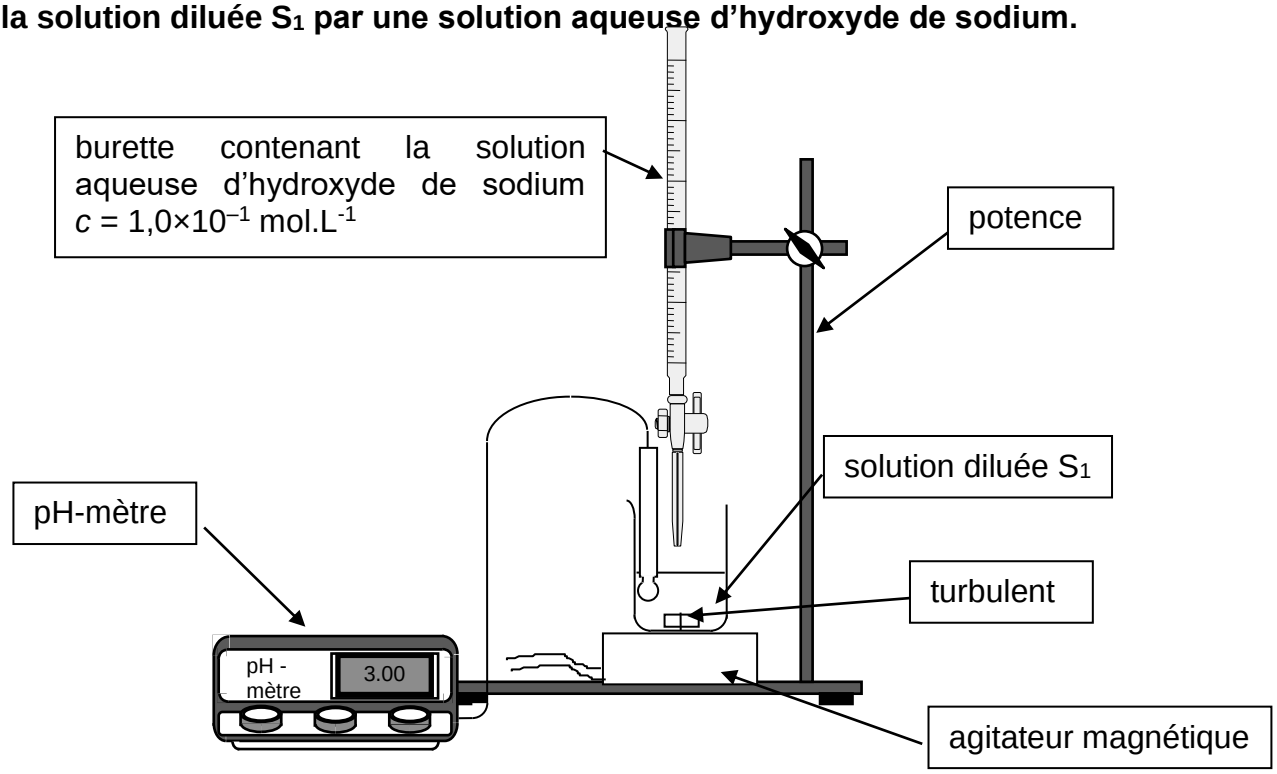
Protocole expérimental :

Dans un becher, on place de la solution mère.

À l'aide d'une pipette jaugée, on prélève 10,0 mL de solution mère que l'on verse dans une fiole jaugée de 100,0 mL.

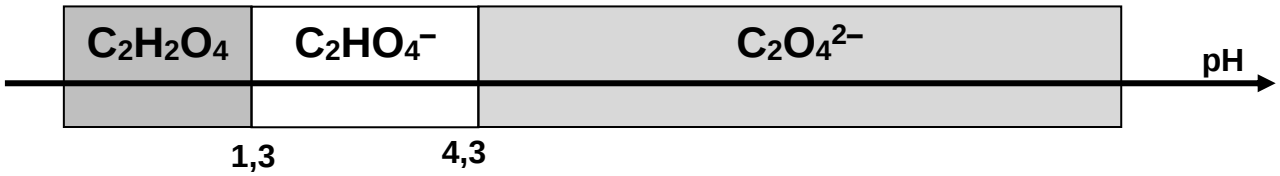
On ajoute de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole. On agite. On poursuit l'ajout d'eau jusqu'au trait de jauge. On agite.

Q3. Schématiser et légender le montage du dosage par titrage avec suivi pH-métrique de la solution diluée S_1 par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.



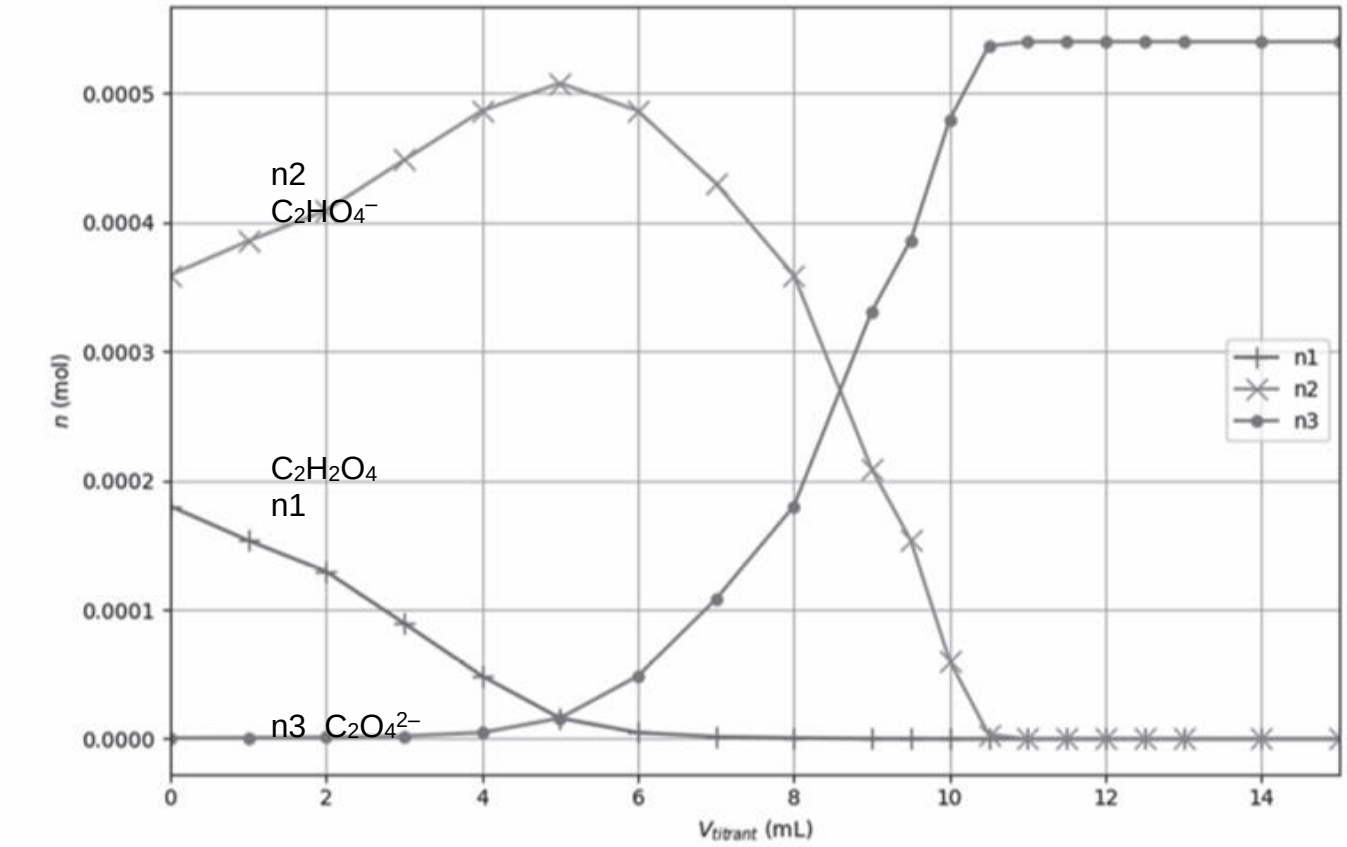
- pK_A des couples acide-base associés à l'acide oxalique, à 25 °C :
  - $C_2H_2O_4(aq)/C_2HO_4^-(aq)$: pK_{A1} = 1,3 ;
  - $C_2HO_4^-(aq)/C_2O_4^{2-}(aq)$: pK_{A2} = 4,3.

Q4. À l'aide d'un diagramme de prédominance, déterminer, en justifiant, la forme acide-base associée à l'acide oxalique qui est présente en plus grande quantité dans la solution diluée S_1 avant l'ajout de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.



Par lecture graphique sur la figure 1, pour $V_{titrant}$ = 0 mL on a pH = 1,6.
Donc pK_{A1} < pH < pK_{A2}, ainsi l'espèce $C_2HO_4^-$ prédomine sur les autres formes de l'acide oxalique.

Q5. Attribuer, en justifiant, chaque courbe n1, n2 et n3 à la forme acido-basique correspondante de l'acide oxalique.



Comme dit précédemment $C_2HO_4^-$ prédomine initialement.
Pour $V_{titrant}$ = 0 mL, on voit que $n_2 > n_1 > n_3$.
On en déduit que n2 est la quantité de matière de $C_2HO_4^-$.

Lorsque $V_{titrant}$ augmente alors le pH augmente aussi. Donc la quantité de $C_2H_2O_4$ diminue. Elle correspond à n_1.

Lorsque le pH est largement supérieur à pK_{A1} et pK_{A2}, alors il ne reste que $C_2O_4^{2-}$ en solution.
Sa quantité correspond à n_3.

Q6. En utilisant les figures 1 et 2, expliquer comment on peut retrouver la valeur du pK_{A2}.
Pour pH = pK_{A2}, on a [$C_2HO_4^-$] = [$C_2O_4^{2-}$] ou encore n2 = n3 sur la figure 2.
Ceci est vérifié pour $V_{titrant}$ = 8,5 mL.
Sur la figure 1, pour ce volume titrant on lit pH = 4,3 = pK_{A2}.

La transformation chimique mise en jeu lors du titrage est modélisée par la réaction d'équation : $C_2H_2O_4$ (aq) + 2 OH^-(aq) → $C_2O_4^{2-}$(aq) + 2 H_2O(ℓ)

Q7. Exploiter les résultats du titrage pour déterminer la valeur de la concentration en masse en acide oxalique dihydraté de la solution commerciale S. Commenter en vous appuyant sur les recommandations d'utilisation de l'acide oxalique pour un traitement des ruches par goutte à goutte.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.
À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques, ils sont totalement consommés. On a $n_{C_2H_2O_4}initiale = \frac{n_{HO^-}versée}{2}$.

$$n_{C_2H_2O_4}initiale = \frac{c.V_{équivalence}}{2}$$

$$\frac{m_{C_2H_2O_4}}{M_{C_2H_2O_4}}initiale = \frac{c.V_{équivalence}}{2}$$

$m_{C_2H_2O_4} = \frac{c.V_{équivalence}}{2}.M_{C_2H_2O_4}$ dans 20,0 mL de solution S_1 titrée.
Dans 1 L, on aura proportionnellement 50 fois plus de $C_2H_2O_4$.

$$C_{1,m_{C_2H_2O_4}} = 50 \times \frac{c.V_{équivalence}}{2}.M_{C_2H_2O_4}$$

À l'aide de la méthode des tangentes, on détermine que le volume équivalent est égal à 10,6 mL.

$$C_{1,m_{C_2H_2O_4}} = 50 \times \frac{1,0 \times 10^{-1} \times 10,6 \times 10^{-3}}{2} \times 126 = 3,3 \text{ g.L}^{-1}$$

La solution a été diluée 10 fois, donc pour retrouver la concentration de la solution mère, on multiplie ce résultat par 10.

$$C_{m_{C_2H_2O_4}} = 33 \text{ g.L}^{-1}$$

Ce résultat est conforme aux recommandations car proche de 35 g.L^{-1}. Le traitement sera efficace contre le varroa et correctement toléré par les abeilles.

Si vous avez repéré une erreur, merci de nous la signaler à labolycee@labolycee.org

Bac 2024 Septembre Métropole Jour 2 **Correction © https://labolycee.org**

Exercice 3 – Suivi cinétique d'une décoloration (5 points)

1. Étude des conditions initiales

Q1. Préciser la signification du pictogramme de sécurité associé à la phénolphtaléine. Justifier l'un des critères de choix des conditions expérimentales.



Ce pictogramme indique que la phénolphtaléine est dangereuse pour la santé.
Il signifie C.M.R. (Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique).
(pour les professeurs voir la remarque en fin de correction)
La solution de phénolphtaléine possède une concentration de $1{,}6\times10^{-3}$ mol.L^{-1} inférieure à 3×10^{-2} mol.L^{-1} afin de réduire le risque chimique.

Q2. Estimer la valeur du pH de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium utilisée dans l'expérience. Commenter.

$$pH = -\log\frac{\left[H_3O^+\right]}{c^0} = -\log\left[H_3O^+\right]$$

$$K_e = [H_3O^+].[HO^-] \text{ donc } \left[H_3O^+\right] = \frac{K_e}{\left[HO^-\right]}$$

$$pH = -\log\left(\frac{K_e}{\left[HO^-\right]}\right) = -\log\left(\frac{K_e}{C}\right)$$

$$pH = -\log\left(\frac{1{,}0\times10^{-14}}{0{,}50}\right) = 13{,}7$$



Remarque : en toute rigueur, on ne devrait garder que deux chiffres significatifs pH = 14.

Cette solution est très basique, ce qui permettra bien d'étudier la cinétique de la réaction de décoloration.

Q3. Montrer que, une fois que la solution de phénolphtaléine a été introduite dans la solution d'hydroxyde de sodium à la date t = 0, la concentration des ions P^{2-} est $[P^{2-}]_0 = 2{,}6\times10^{-5}$ mol·L^{-1}.

$$[P^{2-}]_0 = \frac{n_{P^{2-}}}{V+V_0} = \frac{C_{P^{2-}}\times V_0}{V+V_0}$$

$$[P^{2-}]_0 = \frac{1{,}6\times10^{-3}\text{mol.L}^{-1}\times0{,}50\text{mL}}{30+0{,}5\text{ mL}} = 2{,}6\times10^{-5}\text{ mol.L}^{-1}$$

2. Étude cinétique de la décoloration

On fait l'hypothèse que l'évolution de la concentration suit une loi de vitesse d'ordre 1.

Q4. Expliquer en quoi les résultats expérimentaux donnés en figure 1 sont compatibles avec cette hypothèse.

Pour une loi de vitesse d'ordre 1, la vitesse de disparition est proportionnelle à la concentration.
Or la courbe représentative de la vitesse de disparition en fonction de la concentration ressemble à une droite passant par l'origine. Ce qui est modélisable par une fonction linéaire et qui traduit bien la proportionnalité attendue.

Dans ce cadre, la concentration en ions P^{2-} à l'instant *t*, notée $[P^{2-}](t)$, est régie par l'équation différentielle : $\frac{d[P^{2-}](t)}{dt} = -k.[P^{2-}](t)$

Q5. Déterminer le coefficient *k* à l'aide du graphique de la figure 1.

Par définition la vitesse de disparition est égale à $v_{disp} = -\frac{d[P^{2-}](t)}{dt}$.

L'équation différentielle est $\frac{d[P^{2-}](t)}{dt} = -k.[P^{2-}](t)$,

que l'on peut aussi écrire $-\frac{d[P^{2-}](t)}{dt} = k.[P^{2-}](t)$ ou encore $v_{disp} = k.[P^{2-}](t)$.

Ainsi *k* est le coefficient de proportionnalité entre v_{disp} et $[P^{2-}]$. Il est égal au coefficient directeur de la droite modélisant la courbe v_{disp}.

On trace la droite moyenne.

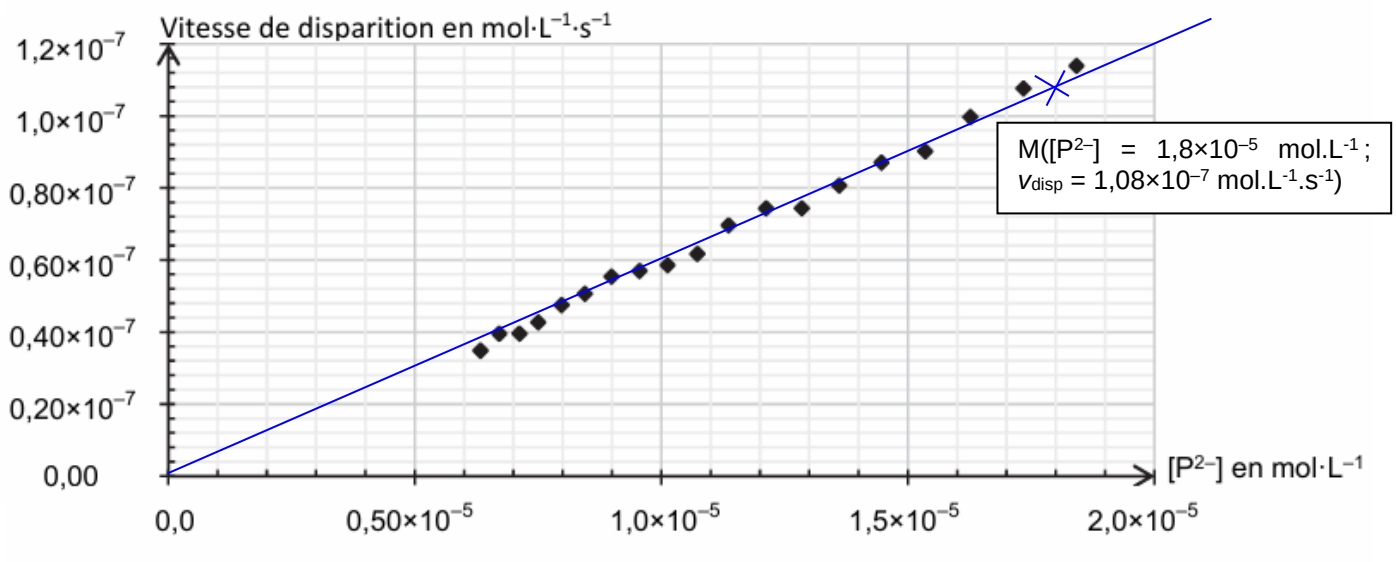


Figure 1. Évolution de la vitesse de disparition de la forme P^{2-} en fonction de la concentration en P^{2-}

À l'aide d'un point sur la droite M($[P^{2-}]$ = 1,8×10⁻⁵ mol.L⁻¹ ; v_{disp} = 1,08×10⁻⁷ mol.L⁻¹.s⁻¹), on calcule *k*.

$v_{disp} = k.[P^{2-}](t)$

$k = \frac{v_{disp}}{[P^{2-}]}$

$k = \frac{1{,}08\times10^{-7}\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{1{,}8\times10^{-5}\text{mol.L}^{-1}} = 6{,}0\times10^{-3}\ \text{s}^{-1}$

La figure 2 de L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE présente l'évolution temporelle de la concentration de la forme P^{2-} de la phénolphtaléine.

Q6. Déterminer, à l'aide de la figure 2 de L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, la valeur de la vitesse volumique de disparition v_d de la forme P^{2-} de la phénolphtaléine à la date t = 200 s. On fera apparaître la construction effectuée sur le graphique.

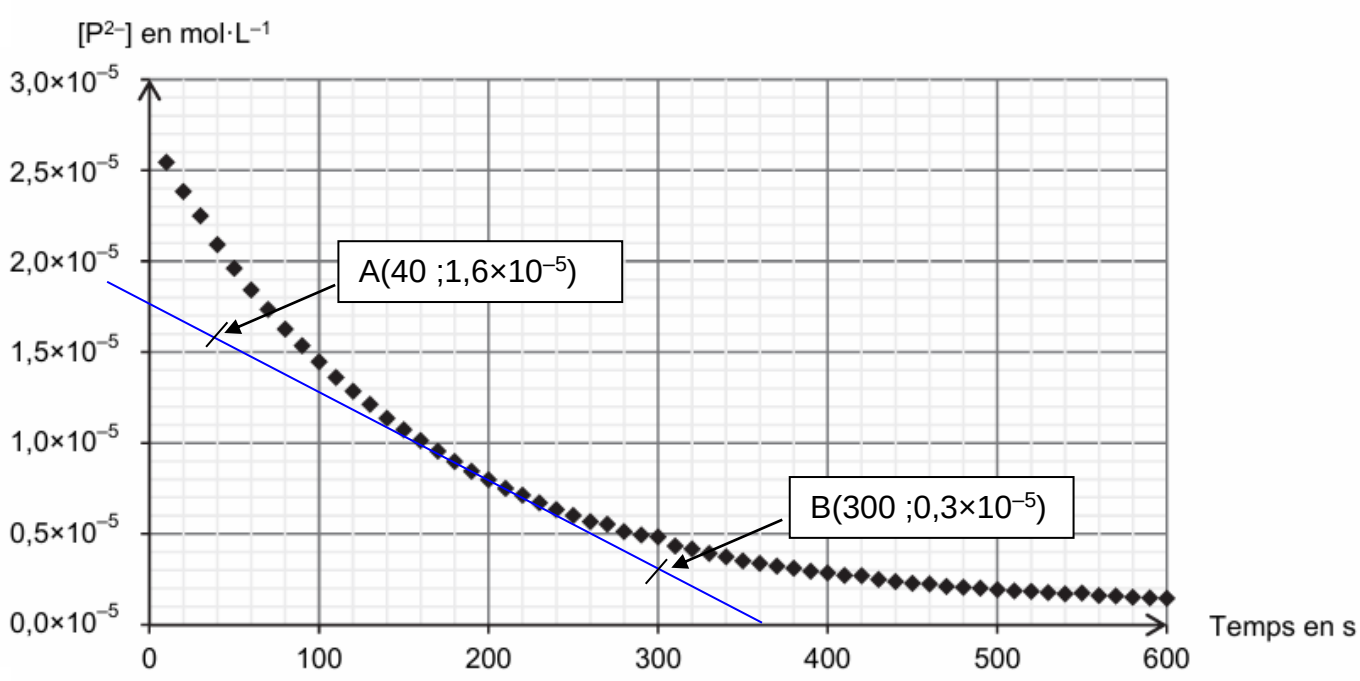


Figure 2. Évolution temporelle de la concentration de la forme P^{2-} de la phénolphtaléine

$$v_{disp} = v_d = -\frac{d\left[P^{2-}\right](t)}{dt}$$

On trace la tangente à la date t = 200 s. On détermine son coefficient directeur proche de $\frac{d\left[P^{2-}\right](t)}{dt}$.

$$v_d = -\frac{0{,}3\times10^{-5} - 1{,}6\times10^{-5}}{300-40} = 5\times10^{-8}\ \text{mol.L}^{-1}\text{.s}^{-1}$$

Q7. Indiquer, en justifiant la réponse, l'évolution de cette vitesse au cours du temps.

Au cours du temps, la tangente à la courbe devient de plus en plus horizontale. Son coefficient directeur se rapproche progressivement de zéro.

La vitesse diminue au cours du temps.

Cela est en accord avec la diminution de la concentration $[P^{2-}]$ qui est un facteur cinétique et aussi avec la proportionnalité entre vitesse et concentration en P^{2-}.

Q8. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et estimer sa valeur dans le cas de cette transformation chimique, considérée totale.

Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale. Ici la transformation est considérée totale, donc c'est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur maximale $x(t_{1/2}) = x_{max}/2$.

Sur la figure 2, on lit l'abscisse du point d'ordonnée $\frac{\left[P^{2-}\right]_0}{2} = \frac{2{,}6\times10^{-5}}{2} = 1{,}3\times10^{-5}$ mol.L^{-1}.

On lit $t_{1/2}$ = 120 s.

La concentration en ions P^{2-} de la phénolphtaléine suit la loi d'équation :
$[P^{2-}](t) = [P^{2-}]_0 \cdot e^{-k \cdot t}$, où k correspond à la constante déterminée à la question Q5.
Q9. Déterminer la relation entre k et $t_{1/2}$.

$$[P^{2-}](t) = [P^{2-}]_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

$$[P^{2-}](t_{1/2}) = \frac{\left[P^{2-}\right]_0}{2} = [P^{2-}]_0 \cdot e^{-k \cdot t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-k \cdot t_{1/2}}$$

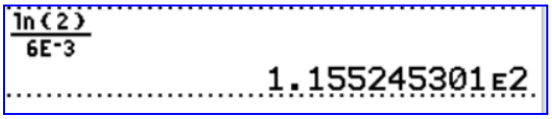
$$\ln\left(\frac{1}{2}\right) = -k \cdot t_{1/2}$$

$$\ln(1) - \ln(2) = -k \cdot t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

Q10. Comparer la valeur de $t_{1/2}$ obtenue avec cette relation avec la valeur trouvée à la question Q8. Commenter.

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{6{,}0 \times 10^{-3}} = 1{,}2 \times 10^{2} \text{ s}$$



Cette valeur est très proche de celle trouvée à la question Q8. Ce qui confirme la validité de cette relation.

Q11. Commenter la valeur de $t_{1/2}$ obtenue au regard de l'utilisation de la phénolphtaléine comme indicateur coloré de certains titrages de solutions acides.

Lors du titrage d'une solution acide, on utilise comme solution titrante une solution basique.
Au cours du titrage le pH augmente. Au-delà de l'équivalence, le milieu réactionnel est rose et le pH devient très basique.
P^{2-} risque alors être décolorée suivant la réaction étudiée $P^{2-}(aq) + OH^{-}(aq) \rightarrow POH^{3-}(aq)$.
Cette décoloration pourrait perturber le repérage de l'équivalence.
Mais la valeur élevée de $t_{1/2}$ montre que cette décoloration est très lente. On aura bien le temps de voir la coloration rose pour l'équivalence, même s'il est possible qu'après deux minutes le milieu réactionnel redevienne incolore.

Si vous avez repéré une erreur, merci de nous la signaler à labolycee@labolycee.org

Remarque sur le pictogramme CMR (Q1.)

Sur la première question, le pictogramme présenté ne désigne pas un CMR mais nocif pour la santé.
Les CMR portent bien ce pictogramme, mais d'autres non CMR le portent aussi, par exemple le cyclohexane.
Les CMR sont reconnaissables par les phrases de danger, mais pas de pictogramme spécial.
Cancérigène : H350 ou H350i pour la catégorie 1, H351 pour la catégorie 2.
Mutagène : H340 pour la catégorie 1, H341 pour la catégorie 2.
Reprotoxique : H360 pour la catégorie 1, H361 pour la catégorie 2.
Les phases de danger n'étant pas indiquées dans le sujet, on peut accepter la réponse CMR.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.