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

Physique-chimie

Session 2023 • Polynésie • Jour 1 • Remplacement

Code sujet **23-PYCJ1PO3** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — L’expérience de Millikan revisitée par des chercheurs suédois
16 réponses • sujet p. 2–7

Exercice 2 — L’acide butanoïque
8 réponses • sujet p. 8–13

Exercice 3 — Étude d’un traitement contre les verrues
9 réponses • sujet p. 10–13

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Exercice 1

11 points

L'expérience de Millikan revisitée par des chercheurs suédois

Question Q1.

Sujet p. 2

> Écrire la relation existante entre les tensions uC, uR et UG du circuit de la figure 1.

On applique la loi des mailles au circuit fermé. Avec les orientations des tensions indiquées sur la figure 1, la tension du générateur est la somme des tensions aux bornes de la résistance et du condensateur.

RÉPONSE À RETENIR

$u_G = u_R + u_C$, soit $u_R + u_C = U_G$.

Question Q2.

Sujet p. 2, 3

> À l'aide de la relation précédente, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension uC(t) aux bornes du condensateur lors de la charge est : duC(t)/dt + (1/RC)uC(t) = UG/(RC).

On utilise la relation de la question précédente, la loi d'Ohm $u_R = Ri$ et la relation du condensateur, en convention récepteur, $i = C\,\dfrac{du_C}{dt}$. Donc $u_R = RC\,\dfrac{du_C}{dt}$. En remplaçant dans la loi des mailles, on obtient $RC\,\dfrac{du_C}{dt} + u_C = U_G$. On divise ensuite par RC.

RÉPONSE À RETENIR

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC}u_C(t) = \frac{U_G}{RC}.$$

Question Q3.

Sujet p. 3

> Vérifier que la solution de cette équation différentielle est uC(t) = UG × (1 − e^(−t/τ)), en précisant l'expression de la constante τ.

Pour la fonction proposée, $\dfrac{du_C}{dt} = \dfrac{U_G}{\tau}e^{-t/\tau}$. En substituant dans le membre de gauche de l'équation différentielle, on obtient $\dfrac{U_G}{\tau}e^{-t/\tau} + \dfrac{U_G}{RC}(1 - e^{-t/\tau})$. Cette expression vaut $\dfrac{U_G}{RC}$ si $\tau = RC$. Enfin, $u_C(0) = 0$, ce qui respecte la condition initiale du condensateur déchargé.

RÉPONSE À RETENIR

La solution proposée vérifie l'équation différentielle et la condition initiale pour $\boxed{\tau = RC}$.

Question Q4.

Sujet p. 3

> Déterminer, à l'aide de la figure 2, la valeur du temps caractéristique de charge τ en expliquant la démarche.

À la constante de temps, la tension atteint $1 - e^{-1} \simeq 0{,}63$ de sa valeur finale. La courbe tend vers la tension du générateur, soit $666\ \text{V}$. On repère donc le temps auquel $u_C \simeq 0{,}63 \times 666 \simeq 420\ \text{V}$. La lecture de la figure 2 donne un temps voisin de $9 \times 10^{-5}\ \text{s}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{\tau \simeq 9 \times 10^{-5}\ \mathrm{s}}$, valeur estimée par lecture graphique.

Question Q5.

Sujet p. 3

En déduire la valeur de la capacité C du condensateur utilisé.

Pour le circuit RC, $\tau = RC$, donc $C = \dfrac{\tau}{R}$. On convertit $R = 10\ \mathrm{M\Omega} = 1{,}0 \times 10^{7}\ \Omega$, puis on utilise la valeur estimée à la question Q4.

$$C \simeq \frac{9 \times 10^{-5}\ \mathrm{s}}{1{,}0 \times 10^{7}\ \Omega} = 9 \times 10^{-12}\ \mathrm{F}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{C \simeq 9 \times 10^{-12}\ \mathrm{F}}$, soit environ $9\ \mathrm{pF}$.

Question Q6.

Sujet p. 3

Retrouver la valeur de la capacité C du condensateur utilisé en la calculant à partir des données précédentes.

On utilise la capacité d'un condensateur plan : $C = \dfrac{\varepsilon S}{d}$. Les données donnent $S = 10{,}0 \times 10^{-4} = 1{,}00 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}^2$, $d = 1{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}$ et $\varepsilon = 8{,}85 \times 10^{-12}\ \mathrm{F\,m^{-1}}$. Ainsi, $C = \dfrac{(8{,}85 \times 10^{-12})(1{,}00 \times 10^{-3})}{1{,}0 \times 10^{-3}}\ \mathrm{F}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{C = 8{,}85 \times 10^{-12}\ \mathrm{F}}$, soit $8{,}85\ \mathrm{pF}$. Cette valeur est cohérente avec l'estimation graphique de la question Q5.

Question Q7.

Sujet p. 4

Préciser le domaine de longueurs d'onde auquel appartient la source laser utilisée dans l'expérience suédoise. Sa longueur d'onde λ vaut 532 nm.

On convertit la longueur d'onde : $532\ \mathrm{nm} = 5{,}32 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$. Une longueur d'onde de $532\ \mathrm{nm}$ appartient au domaine du visible et correspond à une lumière verte.

RÉPONSE À RETENIR

La source laser émet dans le domaine du **visible** (lumière verte).

Question Q8.

Sujet p. 4

Préciser le sens de déplacement de la goutte si la source radioactive permet de la charger négativement.

La figure 3 montre la plaque supérieure positive et la plaque inférieure négative : le champ électrique est donc dirigé vers le bas. Pour une goutte chargée négativement, $\vec{F}_{\mathrm{el}} = q\vec{E}$ est opposée au champ électrique. Le piège optique étant à l'origine du déplacement observé, la goutte se déplace alors vers le haut sous l'effet de la force électrique.

RÉPONSE À RETENIR

La goutte se déplace vers le haut, en direction de la plaque chargée positivement.

Question Q9.

Sujet p. 5

Évaluer, à l'aide de la figure 4, la hauteur h en millimètre d'un saut de la goutte correspondant au gain d'un seul électron, comme en (a) ou en (b).

On lit sur la figure 4 la hauteur d'un saut élémentaire repéré par (a) ou (b), en la comparant aux graduations de l'axe des positions. La hauteur d'un saut est voisine d'une petite division, soit environ $0{,}01\ \mathrm{mm}$. Cette lecture graphique est une estimation.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{h \simeq 0{,}01\ \mathrm{mm}}$, soit $1 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}$.

Question Q10.

Sujet p. 5

Déterminer le nombre de charges électriques élémentaires acquises par la goutte au bout d'un temps t de valeur égale à 12 s.

À $t = 12\ \mathrm{s}$, la figure 4 indique une position voisine de $0{,}17\ \mathrm{mm}$ par rapport à la position initiale $0{,}00$. Chaque électron acquis correspond à un saut d'environ $h = 0{,}01\ \mathrm{mm}$. Le nombre de sauts est donc $n \simeq \dfrac{0{,}17}{0{,}01} = 17$.

RÉPONSE À RETENIR

Au bout de $12\ \mathrm{s}$, la goutte a acquis environ $\boxed{17}$ charges élémentaires, c'est-à-dire 17 électrons.

Question Q11.

Sujet p. 5

En déduire, à l'aide de la figure 4, que cette expérience permet bien d'observer la proportionnalité entre la charge totale Q de la goutte d'huile et la charge élémentaire e.

La goutte est initialement neutre. Après n acquisitions d'électrons, sa charge totale est $Q = -ne$. La figure 4 montre que chaque acquisition produit un saut de hauteur constante h : après n sauts, le déplacement vaut $z = nh$. Ainsi, $Q = -\dfrac{e}{h}z$. Pour un déplacement donné, la charge totale est donc proportionnelle à la charge élémentaire, et elle en est un multiple entier négatif.

RÉPONSE À RETENIR

Les sauts de hauteur constante observés mettent en évidence la relation $\boxed{Q = -ne}$, avec n entier naturel : la charge totale est proportionnelle à la charge élémentaire.

Question Q12.

Sujet p. 5, 6

Écrire la relation vectorielle, en utilisant la deuxième loi de Newton, existant entre ces forces et l'accélération $\vec{a}$ de la goutte d'huile considérée comme ponctuelle de masse m au cours de sa chute, en précisant le référentiel choisi.

On choisit le référentiel terrestre, supposé galiléen. On modélise la goutte par un point matériel. Au cours de sa chute dans le condensateur déchargé, la poussée d'Archimède est négligée ; les forces considérées sont le poids $\vec{P}$ et la force de frottement de l'air $\vec{f}$. La deuxième loi de Newton énonce que la somme des forces

extérieures vaut $m\vec{a}$.

RÉPONSE À RETENIR

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\boxed{\vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}}$.

Question Q13.

Sujet p. 4, 5, 6

Indiquer une des différences entre l'expérience historique réalisée par Millikan et l'expérience proposée par l'équipe suédoise concernant les gouttes d'huile.

Dans l'expérience historique de Millikan, la goutte chargée tombe entre les plaques et son mouvement est étudié. Dans l'expérience suédoise, une goutte initialement neutre est maintenue dans un piège optique, puis sa charge varie par acquisitions successives d'électrons.

RÉPONSE À RETENIR

Une différence est que la goutte tombe dans l'expérience historique de Millikan, tandis que la goutte de l'expérience suédoise est initialement neutre et piégée optiquement ; elle gagne des électrons par étapes.

Question Q14.

Sujet p. 6

À la date t = 0,6 s, on considère que le vecteur vitesse $\vec{v}$ de la goutte ne varie plus. Décrire la nature du mouvement de la goutte entre les plaques du condensateur à partir de cette date t. En déduire la relation vectorielle reliant les forces s'appliquant sur le système dans le référentiel choisi précédemment.

À partir de $t = 0{,}6\ \text{s}$, le vecteur vitesse ne varie plus : la vitesse est constante et la goutte poursuit une trajectoire rectiligne verticale. Son accélération est donc nulle. D'après la deuxième loi de Newton, la somme des forces appliquées est nulle dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

RÉPONSE À RETENIR

La goutte est en chute rectiligne uniforme et $\boxed{\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}}$.

Question Q15.

Sujet p. 7

Reproduire la figure 6 ci-dessous sur la copie et représenter sans souci d'échelle le vecteur force électrique $\vec{F}$el correspondant à la force électrique supplémentaire à laquelle la goutte d'huile, chargée négativement, est soumise.

Le champ électrique $\vec{E}$ indiqué sur la figure est dirigé vers le bas. Comme la goutte est chargée négativement, $\vec{F}_{\text{el}} = q\vec{E}$ est opposée à $\vec{E}$. Il faut donc tracer, à partir de la goutte, une flèche verticale dirigée vers le haut, en direction de la plaque positive, et la noter $\vec{F}_{\text{el}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{\vec{F}_{\text{el}} \text{ est dirigée vers le haut, vers la plaque positive.}}$

Question Q16.

Sujet p. 7

En déduire la nature du mouvement de la goutte quand un champ électrique suffisamment élevé règne entre les

plaques du condensateur dans le référentiel choisi.

Avant l'établissement du champ, la goutte tombe à vitesse constante : le poids vers le bas est compensé par le frottement vers le haut. Avec un champ suffisamment intense, la force électrique sur la goutte négative est dirigée vers le haut et s'ajoute au frottement. La résultante est donc vers le haut : la goutte qui descend est d'abord ralentie, puis peut s'arrêter et remonter. Pendant la remontée, le frottement s'oppose au mouvement ; un régime de remontée à vitesse constante peut être atteint lorsque les forces se compensent de nouveau.

RÉPONSE À RETENIR

La goutte n'a plus un mouvement uniforme : elle est d'abord ralentie dans sa chute, puis remonte si le champ est suffisamment élevé. Elle peut ensuite atteindre une vitesse constante lors de sa remontée.

Exercice 2

5 points

L'acide butanoïque

Question Q1.

Sujet p. 8

> Identifier les couples acide/base mis en jeu dans cette transformation chimique.

L'acide butanoïque cède un proton à l'eau selon la réaction donnée. Sa base conjuguée est l'ion butanoate ; l'acide conjugué de l'eau est l'ion oxonium.

RÉPONSE À RETENIR

Les couples acide/base mis en jeu sont $\mathrm{C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-}$ et $\mathrm{H_3O^+/H_2O}$.

Question Q2.

Sujet p. 8, 13

> Compléter à l'aide d'expressions littérales le tableau d'avancement sur le document réponse à rendre obligatoirement avec la copie.

Dans l'équation $\mathrm{C_3H_7COOH + H_2O \rightleftharpoons C_3H_7COO^- + H_3O^+}$, les coefficients stœchiométriques sont tous égaux à 1. Pour un avancement x, la quantité d'acide diminue de x et la quantité de chacun des ions produits augmente de x. L'eau est en excès. Si la réaction était totale, l'acide serait entièrement consommé : $x_{\max} = n_i$.

RÉPONSE À RETENIR

État	Avancement	$\mathrm{C_3H_7COOH}$	$\mathrm{H_2O}$	$\mathrm{C_3H_7COO^-}$	$\mathrm{H_3O^+}$
Initial	$x = 0$	n_i	excès	0	0
Intermédiaire	x	$n_i - x$	excès	x	x
Final si réaction totale	$x = x_{\max} = n_i$	0	excès	n_i	n_i
Final observé	$x = x_f$	$n_i - x_f$	excès	x_f	x_f

Les quantités initiales des ions sont prises nulles dans ce tableau d'avancement, conformément au modèle de réaction étudié.

Question Q3.

Sujet p. 8

> En déduire la relation à l'état final entre [H3O+]f et [C3H7COO−]f.

Le tableau d'avancement montre que les deux ions sont produits avec le même coefficient stœchiométrique et que leur quantité de matière finale vaut dans chaque cas x_f. Dans le même volume de solution, leurs concentrations finales sont donc égales.

RÉPONSE À RETENIR

$[\mathrm{H_3O^+}]_f = [\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f$.

Question Q4.

Sujet p. 8, 9

> En utilisant la loi de Kohlrausch, exprimer la conductivité σf à l'état final du mélange 1 en fonction des concentrations en quantité de matière des ions [H3O+]f et [C3H7COO−]f.

La loi de Kohlrausch donne la somme des contributions des ions présents. Pour le mélange 1, les ions considérés sont $\mathrm{H_3O^+}$ et $\mathrm{C_3H_7COO^-}$. Les conductivités molaires ioniques sont fournies en $\mathrm{mS\,m^2\,mol^{-1}}$: les concentrations doivent donc être exprimées en $\mathrm{mol\,m^{-3}}$ pour obtenir σ_f en $\mathrm{mS\,m^{-1}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\sigma_f = \lambda_{\mathrm{H_3O^+}}[\mathrm{H_3O^+}]_f + \lambda_{\mathrm{C_3H_7COO^-}}[\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f = 35{,}0[\mathrm{H_3O^+}]_f + 3{,}58[\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f$, avec les concentrations en $\mathrm{mol\,m^{-3}}$ et σ_f en $\mathrm{mS\,m^{-1}}$.

Question Q5.

Sujet p. 9

> Pour le mélange 1, vérifier que la valeur de la concentration en quantité de matière des ions [H3O+]f et [C3H7COO−]f présents à l'état final est égale à 0,381 mmol·L−1.

D'après Q3, les concentrations finales des deux ions ont la même valeur, notée c_f. Ainsi, la relation de Q4 devient $\sigma_f = (35{,}0 + 3{,}58)c_f$. Pour le mélange 1, $\sigma_f = 14{,}70\ \mathrm{mS\,m^{-1}}$, donc $c_f = 14{,}70/38{,}58 = 0{,}3810\ \mathrm{mol\,m^{-3}}$. La conversion fournie donne $1\ \mathrm{mol\,m^{-3}} = 1\ \mathrm{mmol\,L^{-1}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$[\mathrm{H_3O^+}]_f = [\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f = 0{,}381\ \mathrm{mmol\,L^{-1}}$, comme annoncé.

Question Q6.

Sujet p. 9

> Donner l'expression littérale du quotient de réaction Qr,f à l'état final en fonction des concentrations en quantité de matière [C3H7COOH]f, [H3O+]f, [C3H7COO−]f et C0 pour le mélange 1, puis calculer sa valeur. Commenter.

L'eau liquide, solvant pur, n'apparaît pas dans le quotient de réaction. En rapportant les concentrations à la concentration standard C^0, on obtient $Q_{r,f} = \dfrac{([\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f/C^0)([\mathrm{H_3O^+}]_f/C^0)}{[\mathrm{C_3H_7COOH}]_f/C^0} = \dfrac{[\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f[\mathrm{H_3O^+}]_f}{[\mathrm{C_3H_7COOH}]_f C^0}$. Pour le mélange 1, les concentrations données en $\mathrm{mmol\,L^{-1}}$ sont converties en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$: les concentrations ioniques valent $0{,}381 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$, et la concentration en acide vaut $9{,}619 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. On prend $C^0 = 1\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$, ce qui rend le quotient sans dimension. Le tableau donne aussi, pour les mélanges 2 et 3, une valeur de $Q_{r,f}$ égale à $1{,}51 \times 10^{-5}$: les résultats sont cohérents avec une même constante d'équilibre à la température considérée, aux arrondis près.

RÉPONSE À RETENIR

$Q_{r,f} = \dfrac{(0{,}381 \times 10^{-3})^2}{(9{,}619 \times 10^{-3}) \times 1} = 1{,}51 \times 10^{-5}$. Cette valeur est égale, à l'arrondi près, à celles indiquées pour les mélanges 2 et 3.

Question Q7.

Sujet p. 9, 13

> Établir que la constante d'équilibre Ka de la réaction mettant en jeu la transformation de l'acide butanoïque avec l'eau a pour expression : Ka = (xf/V)² / ((C − xf/V) × C0). On pourra s'aider du tableau d'avancement complété à la question Q2.

La quantité initiale d'acide vaut $n_i = CV$. À l'avancement final x_f, le tableau d'avancement donne $n(\mathrm{C_3H_7COOH})_f = CV - x_f$ et $n(\mathrm{C_3H_7COO^-})_f = n(\mathrm{H_3O^+})_f = x_f$. En divisant par le volume V, on a $[\mathrm{C_3H_7COOH}]_f = C - x_f/V$ et $[\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f = [\mathrm{H_3O^+}]_f = x_f/V$. À l'équilibre, le quotient de réaction est égal à K_a. L'eau liquide étant le solvant pur, elle n'apparaît pas dans ce quotient.

RÉPONSE À RETENIR

$K_a = \dfrac{([\mathrm{C_3H_7COO^-}]_f/C^0)([\mathrm{H_3O^+}]_f/C^0)}{[\mathrm{C_3H_7COOH}]_f/C^0} = \dfrac{(x_f/V)^2}{(C - x_f/V)\,C^0}$, ce qui établit l'expression demandée.

Question Q8.

Sujet p. 9

> En déduire que, dans ce cas, le taux d'avancement de la réaction de l'acide butanoïque avec l'eau est proche de 12 %.

Le taux d'avancement final vaut $\tau = x_f/x_{\max}$. L'eau étant en excès, $x_{\max} = CV$. Posons $\alpha = \tau$; alors $x_f/V = \alpha C$. L'expression de Q7 devient $K_a = (C/C^0)\alpha^2/(1-\alpha)$. Or $K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-4{,}82} = 1{,}51 \times 10^{-5}$, et $C/C^0 = (1{,}0 \times 10^{-3})/1 = 1{,}0 \times 10^{-3}$. On obtient donc $\alpha^2/(1-\alpha) = 1{,}51 \times 10^{-2}$. La solution positive de $\alpha^2 + 1{,}51 \times 10^{-2}\alpha - 1{,}51 \times 10^{-2} = 0$ est $\alpha \simeq 0{,}116$.

RÉPONSE À RETENIR

$\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}} \simeq 0{,}116$, soit environ $11{,}6\ \%$, donc un taux proche de $12\ \%$.

Exercice 3

4 points

Étude d'un traitement contre les verrues

Question Q1.

Sujet p. 10

> Calculer la valeur de la masse m d'acide trichloroacétique à peser pour préparer cette solution S0 de volume V = 100,0 mL à 40,0 % en masse.

La masse de la solution préparée est donnée par **masse volumique × volume**. Avec $V = 100{,}0\ \text{mL} = 0{,}1000\ \text{L}$, on obtient :

$m_{\text{solution}} = \rho V = 1{,}50 \times 10^3 \times 0{,}1000 = 150\ \text{g}$.

L'acide représente 40,0 % de cette masse, donc $m = 0{,}400\, m_{\text{solution}} = 0{,}400 \times 150 = 60{,}0\ \text{g}$.

RÉPONSE À RETENIR

Il faut peser $\boxed{60{,}0\ \text{g}}$ d'acide trichloroacétique.

Question Q2.

Sujet p. 10

> Vérifier que la valeur de la concentration en quantité de matière c0 de la solution S0 d'acide trichloroacétique ainsi préparée est égale à 3,67 mol·L−1.

La quantité de matière d'acide vaut $n = m/M$, et la concentration est $c_0 = n/V$. Ainsi :

$$c_0 = \frac{m}{MV} = \frac{60{,}0\ \text{g}}{(163{,}5\ \text{g mol}^{-1})(0{,}1000\ \text{L})} = 3{,}67\ \text{mol L}^{-1}.$$

Le résultat est donné à trois chiffres significatifs.

RÉPONSE À RETENIR

La concentration de la solution S_0 est bien $\boxed{c_0 = 3{,}67\ \text{mol L}^{-1}}$.

Question Q3.

Sujet p. 10, 13

> Sur le document réponse à rendre obligatoirement avec la copie, annoter le schéma du dispositif utilisé pour le dosage pH-métrique réalisé.

Pour annoter le dispositif de titrage pH-métrique, on identifie le récipient qui délivre la solution titrante, celui qui contient la solution titrée, le système de mesure du pH et le dispositif d'agitation. L'électrode doit plonger dans le mélange à titrer.

RÉPONSE À RETENIR

- **Burette graduée** : solution titrante d'hydroxyde de sodium $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$, de concentration c_2.
- **Bécher** : solution titrée S_1, dont on prélève $V_1 = 20{,}0\ \text{mL}$; l'électrode de pH y plonge.
- **pH-mètre et électrode** : l'électrode est reliée au pH-mètre.
- **Agitateur magnétique** : placé sous le bécher ; le barreau aimanté assure l'homogénéisation.

Question Q4.

Sujet p. 11

> À l'aide de la courbe de la figure 1, déterminer le volume V2E de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Nommer la méthode utilisée.

À l'équivalence, la pente de la courbe de titrage $\mathrm{pH} = f(V_2)$ est maximale : elle correspond au point d'inflexion, au milieu du saut de pH. La lecture graphique de ce point donne environ $14{,}5\ \mathrm{mL}$. On utilise donc la méthode du point d'inflexion, ou de la dérivée maximale.

RÉPONSE À RETENIR

Le volume à l'équivalence est $\boxed{V_{2E} \simeq 14{,}5\ \mathrm{mL}}$, déterminé par la méthode du point d'inflexion (pente maximale) de la courbe.

Question Q5.

Sujet p. 11

> Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation observée durant le dosage. L'acide trichloroacétique sera noté AH, tandis que l'ion trichloroacétate sera noté A−.

L'ion hydroxyde $\mathrm{HO^-}$ capte le proton de l'acide AH. La réaction acido-basique est équilibrée avec un rapport stœchiométrique de 1 à 1 :

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{\mathrm{AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}}}$$

Question Q6.

Sujet p. 10, 11

> Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière c1 de la solution diluée d'acide trichloroacétique S1.

La réaction de titrage étant de proportion stœchiométrique 1:1, à l'équivalence la quantité d'acide initiale est égale à la quantité d'ions hydroxyde versée : $c_1 V_1 = c_2 V_{2E}$. Les volumes peuvent être utilisés dans la même unité, ici en mL :

$$c_1 = \frac{c_2 V_{2E}}{V_1} = \frac{(5{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}})(14{,}5\ \mathrm{mL})}{20{,}0\ \mathrm{mL}} = 3{,}625 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}.$$

À trois chiffres significatifs, cela donne $3{,}63 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

RÉPONSE À RETENIR

La concentration de la solution diluée S_1 vaut $\boxed{c_1 \simeq 3{,}63 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}}$.

Question Q7.

Sujet p. 10, 11

> En déduire la valeur de la concentration en quantité de matière c0exp de la solution aqueuse d'acide trichloroacétique S0.

La dilution est au centième : la concentration de S_1 est donc cent fois plus petite que celle de S_0. Ainsi, $c_{0\mathrm{exp}} = 100 c_1$. En conservant la valeur non arrondie issue du calcul précédent :

$$c_{0\mathrm{exp}} = 100 \times 3{,}625 \times 10^{-2} = 3{,}625\ \mathrm{mol\,L^{-1}} \simeq 3{,}63\ \mathrm{mol\,L^{-1}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

La concentration expérimentale de S_0 est $\boxed{c_{0\text{exp}} \simeq 3{,}63\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}}$.

Question Q8.

Sujet p. 10, 11, 12

Vérifier la compatibilité de la valeur de c0exp trouvée à l'issue du dosage avec celle de la valeur de référence c0 de la question Q2. Un résultat de mesure est en accord avec une valeur de référence si le quotient |x − xref|/u(x) est inférieur ou égal à 2 ; u(c0exp) = 4 × 10−2 mol·L−1.

On applique le critère de compatibilité indiqué dans le sujet, en utilisant la valeur non arrondie obtenue au dosage :

$$\frac{|c_{0\text{exp}} - c_0|}{u(c_{0\text{exp}})} = \frac{|3{,}625 - 3{,}67|}{4 \times 10^{-2}} = 1{,}125 \simeq 1{,}1.$$

Ce quotient est inférieur à 2 : le critère est satisfait.

RÉPONSE À RETENIR

La valeur expérimentale est compatible avec la valeur de référence $c_0 = 3{,}67\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$, car le quotient vaut environ $\boxed{1{,}1 \leq 2}$.

Question Q9.

Sujet p. 12

À partir de la figure 2, choisir l'indicateur coloré le plus pertinent pour le dosage de l'acide trichloroacétique parmi le choix proposé. Justifier la réponse.

Il faut choisir un indicateur dont la zone de virage se trouve dans le saut de pH autour de l'équivalence. D'après la courbe de titrage, ce saut passe par des pH proches de la neutralité. Parmi les indicateurs proposés, la zone de virage du rouge de phénol, de 6,0 à 8,0, est la mieux adaptée.

RÉPONSE À RETENIR

L'indicateur le plus pertinent est le **rouge de phénol**, dont la zone de virage $6{,}0$ à $8{,}0$ se situe dans le saut de pH à l'équivalence.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2023/spe-physique-chimie-2023-polynesie-1-remplacement-sujet-officiel.pdf

© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

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.