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

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique-chimie

Session 2025 • Polynésie • Jour 2

Code sujet **25-PYCJ2PO1** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Exploration du ciel profond par le télescope James Webb
15 réponses • sujet p. 2–5

Exercice 2 — Étude d’un produit ménager « fait maison »
9 réponses • sujet p. 6–8

Exercice 3 — Étude d’un soin capillaire
9 réponses • sujet p. 9–11

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

Exploration du ciel profond par le télescope James Webb

Question Q1.

Sujet p. 2

> Indiquer les raisons pour lesquelles il n'aurait pas été judicieux de placer le télescope JWST au point de Lagrange L1 (voir figure 1).

Sur la figure, L1 se trouve entre le Soleil et la Terre. Un télescope placé en L1 ne serait donc pas dans l'ombre portée de la Terre : il recevrait directement le rayonnement du Soleil, notamment son rayonnement thermique. Cela le protégerait moins bien des perturbations thermiques que le placement en L2 décrit dans le sujet.

RÉPONSE À RETENIR

Placer le JWST en L1 ne le mettrait pas à l'abri du rayonnement solaire et thermique du Soleil, contrairement à son placement en L2 selon le sujet.

Question Q2.

Sujet p. 2, 3

> Représenter, sans souci d'échelle, l'alignement du Soleil, de la Terre et du télescope JWST situé en L2. Ces trois corps seront représentés par des points notés S, T et J. Faire apparaître sur la figure la distance Terre–Soleil notée D_{t-s} et la distance Terre–JWST notée D_{t-j}. Calculer la distance D_{s-j} du Soleil au télescope JWST.

Au point L2, les trois corps sont alignés dans l'ordre Soleil–Terre–JWST. La distance Soleil–JWST est donc la somme des distances Soleil–Terre et Terre–JWST :

$$D_{S-J} = D_{T-S} + D_{T-J}.$$

Application numérique, les deux distances étant données en kilomètres :

$$D_{S-J} = 149{,}6 \times 10^{6} + 1{,}511 \times 10^{6} = 151{,}111 \times 10^{6}\ \text{km}.$$

Avec trois chiffres significatifs, cela donne $D_{S-J} = 151{,}1 \times 10^{6}\ \text{km} = 1{,}511 \times 10^{11}\ \text{m}$.

Alignement du Soleil, de la Terre et du JWST en L2



Schéma sans souci d'échelle ; le JWST en L2 se trouve au-delà de la Terre, dans l'alignement avec le Soleil.

RÉPONSE À RETENIR

Alignement : Soleil S — Terre T — JWST J. La distance Soleil–JWST vaut $D_{S-J} = 151{,}1 \times 10^{6}\ \mathrm{km}$, soit $1{,}511 \times 10^{11}\ \mathrm{m}$.

Question Q3.

Sujet p. 2, 3

Exprimer la force d'attraction gravitationnelle, notée F_{t-j}, qu'exerce la Terre sur le télescope JWST en fonction de G, m_j, M_t et D_{t-j}, puis la calculer. La force d'attraction gravitationnelle, notée $\vec{F}_{s-j}$, qu'exerce le Soleil sur le télescope JWST a pour valeur F_{s-j} = 35,9 N.

La loi de la gravitation universelle donne la valeur de la force exercée par la Terre sur le JWST :

$$F_{T-J} = G\frac{m_J M_T}{D_{T-J}^2}.$$

On convertit la distance en unités SI : $D_{T-J} = 1{,}511 \times 10^{6}\ \mathrm{km} = 1{,}511 \times 10^{9}\ \mathrm{m}$. Avec $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$, $m_J = 6{,}17 \times 10^{3}\ \mathrm{kg}$ et $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$:

$$F_{T-J} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{(6{,}17 \times 10^{3})(5{,}97 \times 10^{24})}{(1{,}511 \times 10^{9})^2} \simeq 1{,}08\ \mathrm{N}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$F_{T-J} = G\dfrac{m_J M_T}{D_{T-J}^2} \simeq 1{,}08\ \mathrm{N}.$

Question Q4.

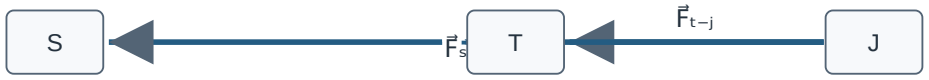
Sujet p. 3

Représenter, sur le schéma réalisé à la question Q2 et sans souci d'échelle, le vecteur $\vec{F}_{t-j}$ représentant la force exercée par la Terre sur le télescope JWST et le vecteur $\vec{F}_{s-j}$ représentant la force exercée par le Soleil sur le

télescope JWST.

Une force gravitationnelle est attractive : elle est appliquée au JWST et orientée vers l'astre qui l'exerce. Comme l'alignement est S–T–J, les deux vecteurs partent de J et sont dirigés vers la gauche : $\vec{F}_{T-J}$ vers T et $\vec{F}_{S-J}$ vers S. Ils sont colinéaires et de même sens.

Forces gravitationnelles exercées sur le JWST



Les deux forces sont appliquées au JWST J et orientées vers les astres attracteurs.

RÉPONSE À RETENIR

Sur le schéma de la Q2, tracer depuis J les vecteurs $\vec{F}_{T-J}$ et $\vec{F}_{S-J}$, tous deux dirigés vers la Terre et le Soleil, donc vers la gauche. Les deux forces sont colinéaires et de même sens.

Question Q5.

Sujet p. 3

On note $\vec{F}$ la force correspondant à la résultante des forces $\vec{F}_{t-j}$ et $\vec{F}_{s-j}$ agissant sur le télescope JWST, avec $\vec{F} = \vec{F}_{t-j} + \vec{F}_{s-j}$. Vérifier que la valeur de la force $\vec{F}$ vaut approximativement F = 37,0 N.

Les forces exercées par la Terre et le Soleil sont colinéaires et de même sens, car ces deux astres se trouvent du même côté du JWST. La valeur de leur résultante est donc la somme de leurs valeurs :

$$F = F_{T-J} + F_{S-J}.$$

Avec le résultat de la Q3 et la donnée $F_{S-J} = 35{,}9\ \text{N}$:

$$F \simeq 1{,}08 + 35{,}9 = 36{,}98\ \text{N} \simeq 37{,}0\ \text{N}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$F \simeq 37{,}0\ \text{N}$, ce qui vérifie la valeur demandée.

Question Q6.

Sujet p. 3

La force de gravitation totale exercée sur le télescope JWST est donnée par F = Gmⱼ(Mₛ/Dₛ₋ⱼ² + Mₜ/Dₜ₋ⱼ²), et la distance effective Dₑff est définie par F = Gmⱼ(Mₛ/Dₑff²). Exprimer la distance effective Dₑff en fonction de Mₛ, Mₜ, Dₛ₋ⱼ et Dₜ₋ⱼ, puis vérifier que cette distance effective a pour valeur Dₑff = 1,49 × 10¹¹ m.

On égalise les deux expressions de la force totale et on simplifie par Gm_J :

$$\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2} = \frac{M_S}{D_{\text{eff}}^2}.$$

On isole ensuite la distance effective :

$$D_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{M_S}{\dfrac{M_S}{D_{S-J}^2} + \dfrac{M_T}{D_{T-J}^2}}}.$$

En unités SI, $D_{S-J} = 151{,}111 \times 10^6\ \text{km} = 1{,}51111 \times 10^{11}\ \text{m}$ et $D_{T-J} = 1{,}511 \times 10^9\ \text{m}$. L'application numérique avec $M_S = 1{,}99 \times 10^{30}\ \text{kg}$ et $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}\ \text{kg}$ donne :

$$D_{\text{eff}} \simeq 1{,}49 \times 10^{11}\ \text{m}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$$D_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{M_S}{M_S/D_{S-J}^2 + M_T/D_{T-J}^2}} \simeq 1{,}49 \times 10^{11}\ \text{m}.$$

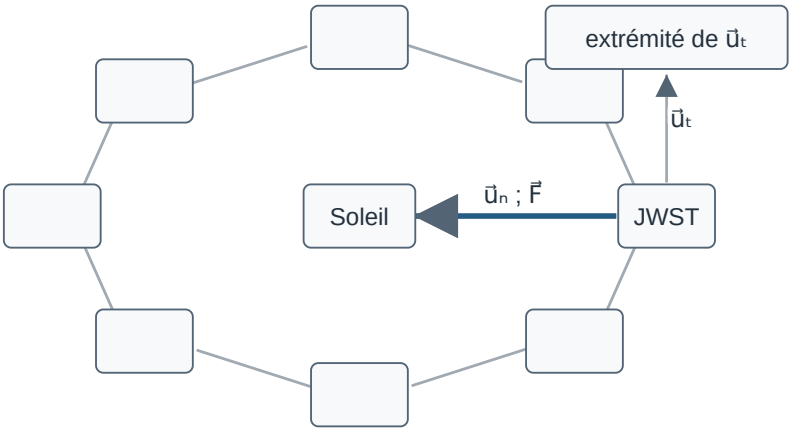
Question Q7.

Sujet p. 3

Sur un schéma représentant la trajectoire circulaire du télescope JWST, représenter, sans souci d'échelle, les vecteurs $\vec{u}_n$ et $\vec{u}_t$ du repère de Frenet, respectivement normal et tangent à la trajectoire, au niveau du télescope JWST. Représenter également la force $\vec{F}$.

Pour une trajectoire circulaire centrée sur le Soleil, le vecteur normal unitaire $\vec{u}_n$ est radial et dirigé vers le centre du cercle. Le vecteur tangent unitaire $\vec{u}_t$ est tangent à la trajectoire et perpendiculaire à $\vec{u}_n$. La force gravitationnelle $\vec{F}$, dirigée vers le Soleil, est portée par $\vec{u}_n$ et de même sens.

Trajectoire circulaire, repère de Frenet et force sur le JWST



Le cercle représente la trajectoire ; au point J, la normale et la force sont dirigées vers le centre, tandis que la tangente lui est perpendiculaire.

RÉPONSE À RETENIR

Au point J, tracer $\vec{u}_n$ et $\vec{F}$ vers le Soleil, centre du cercle, puis $\vec{u}_t$ tangent à la trajectoire et perpendiculaire à $\vec{u}_n$. Le sens de $\vec{u}_t$ dépend du sens de parcours choisi.

Question Q8.

Sujet p. 3

L'accélération du télescope JWST s'écrit $\vec{a} = a_n\vec{u}_n + a_t\vec{u}_t$. Donner l'expression de l'accélération normale a_n du télescope JWST en fonction de la vitesse v et du rayon de la trajectoire D_{s-j}.

Pour un mouvement circulaire de rayon D_{S-J}, l'accélération normale est l'accélération centripète. Elle vaut le carré de la vitesse divisé par le rayon de la trajectoire :

$$a_n = \frac{v^2}{D_{S-J}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$$a_n = \frac{v^2}{D_{S-J}}.$$

Question Q9.

Sujet p. 4

Dans la situation étudiée, la force gravitationnelle exercée par le Soleil et la Terre sur le télescope JWST peut s'écrire $\vec{F} = G(m_j M_s/D_{eff}^2)\vec{u}_n$. En appliquant la deuxième loi de Newton dans le référentiel d'étude, supposé galiléen, déterminer l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre de masse du télescope JWST en fonction de G, M_s, D_{eff} et $\vec{u}_n$.

Dans le référentiel supposé galiléen, la deuxième loi de Newton s'écrit $\vec{F} = m_J\vec{a}$. En utilisant l'expression de la force donnée dans le sujet et en divisant par m_J :

$$m_J\vec{a} = G\frac{m_J M_S}{D_{\text{eff}}^2}\vec{u}_n \quad \Longrightarrow \quad \vec{a} = G\frac{M_S}{D_{\text{eff}}^2}\vec{u}_n.$$

RÉPONSE À RETENIR

$\vec{a} = G\dfrac{M_S}{D_{\text{eff}}^2}\vec{u}_n.$

Question Q10.

Sujet p. 4

> Montrer que la vitesse v du télescope JWST s'écrit v = √(G·Ms·Ds−j/Deff²).

La force est dirigée selon la normale à la trajectoire : la composante tangentielle de l'accélération est nulle et $a_n = GM_S/D_{\text{eff}}^2$. D'après la relation de la Q8, $a_n = v^2/D_{S-J}$. On égalise les deux expressions et on isole la vitesse positive :

$$\frac{v^2}{D_{S-J}} = \frac{GM_S}{D_{\text{eff}}^2} \quad \Longrightarrow \quad v = \sqrt{\frac{GM_S D_{S-J}}{D_{\text{eff}}^2}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$v = \sqrt{\dfrac{G\,M_S\,D_{S-J}}{D_{\text{eff}}^2}}.$

Question Q11.

Sujet p. 4

> En déduire que la période de révolution T du télescope JWST est donnée par la relation T = 2π√(Ds−j·Deff²/(G·Ms)). Calculer sa valeur en jours et vérifier la cohérence avec la valeur attendue.

Pour un mouvement circulaire uniforme, la période est la longueur de l'orbite divisée par la vitesse : $T = 2\pi D_{S-J}/v$. En substituant l'expression de la vitesse obtenue à la Q10 :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{D_{S-J}D_{\text{eff}}^2}{GM_S}}.$$

Application numérique en unités SI avec $D_{S-J} = 1{,}511 \times 10^{11}\ \text{m}$, $D_{\text{eff}} = 1{,}49 \times 10^{11}\ \text{m}$, $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ et $M_S = 1{,}99 \times 10^{30}\ \text{kg}$:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(1{,}511\times10^{11})(1{,}49\times10^{11})^2}{(6{,}67\times10^{-11})(1{,}99\times10^{30})}} \simeq 3{,}16\times10^{7}\ \text{s}.$$

Avec $1\ \text{jour} = 86\,400\ \text{s}$, on obtient $T \simeq 365{,}5\ \text{jours}$.

RÉPONSE À RETENIR

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{D_{S-J}D_{\text{eff}}^2}{GM_S}} \simeq 365{,}5\ \text{jours}$. Cette valeur est cohérente avec une période d'environ un an.

Question Q12.

Sujet p. 4, 5

> Le télescope JWST est sensible aux longueurs d'onde comprises entre 0,6 µm et 28 µm. Indiquer, en justifiant, la raison pour laquelle seule la raie Hα de l'atome d'hydrogène émise par la galaxie TGS153Z170 peut être observée par le télescope JWST.

La sensibilité du JWST s'étend de $0{,}6\ \mu\mathrm{m} = 600\ \mathrm{nm}$ à $28\ \mu\mathrm{m} = 28\,000\ \mathrm{nm}$. Sur le spectre de la galaxie, les raies Hγ, Hβ et Hα sont respectivement à environ $451\ \mathrm{nm}$, $507\ \mathrm{nm}$ et $683\ \mathrm{nm}$. Hγ et Hβ sont en dessous de la limite de sensibilité de $600\ \mathrm{nm}$, tandis que Hα est dans la bande de sensibilité.

RÉPONSE À RETENIR

Seule la raie Hα, de longueur d'onde apparente voisine de $683\ \mathrm{nm}$, peut être observée par le JWST : elle appartient à l'intervalle $[600\ \mathrm{nm}; 28\,000\ \mathrm{nm}]$, contrairement aux raies Hβ et Hγ.

Question Q13.

Sujet p. 4, 5

> Préciser si la valeur de f'H est plus grande ou plus petite que la valeur de fH et indiquer si la galaxie TGS153Z170 s'éloigne ou se rapproche de la Terre. fH est la fréquence associée à la raie Hα d'une source immobile présente au laboratoire et f'H celle associée à la raie apparente de la galaxie.

Le spectre indique que la raie Hα de la galaxie est décalée vers une longueur d'onde plus grande que celle mesurée au laboratoire : $\lambda'_H \simeq 683\ \mathrm{nm}$, contre $\lambda_H \simeq 656\ \mathrm{nm}$. Or $f = c/\lambda$: à célérité constante, une longueur d'onde plus grande correspond à une fréquence plus petite. Ce décalage vers le rouge indique que la galaxie s'éloigne de la Terre.

RÉPONSE À RETENIR

$f'_H < f_H$ et la galaxie TGS153Z170 s'éloigne de la Terre.

Question Q14.

Sujet p. 4, 5

> À l'aide de la formule λ'H = λH·(1 + vGal/c), exprimer puis calculer la vitesse de déplacement vGal de la galaxie TGS153Z170 par rapport à la Terre. Utiliser les longueurs d'onde des raies Hα présentées sur les spectres et la célérité de la lumière dans le vide c = 3,00 × 10⁸ m·s⁻¹.

À partir de $\lambda'_H = \lambda_H(1 + v_{Gal}/c)$, on divise par λ_H, puis on isole la vitesse :

$$v_{Gal} = c\left(\frac{\lambda'_H}{\lambda_H} - 1\right) = c\frac{\lambda'_H - \lambda_H}{\lambda_H}.$$

Le spectre du laboratoire donne $\lambda_H = 656\ \mathrm{nm}$ et celui de la galaxie $\lambda'_H = 683\ \mathrm{nm}$. Les longueurs d'onde peuvent être utilisées dans la même unité, car leur rapport est sans dimension :

$$v_{Gal} = 3{,}00 \times 10^8 \times \frac{683 - 656}{656} \simeq 1{,}23 \times 10^7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$v_{Gal} = c\dfrac{\lambda'_H - \lambda_H}{\lambda_H} \simeq 1{,}23 \times 10^7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. La valeur positive est cohérente avec l'éloignement de la galaxie.

Question Q15.

> À l'aide de la loi de Hubble-Lemaître vGal = $H_0 \cdot D$, avec $H_0 = 70 \times 10^3$ m·s^{-1}·Mpc^{-1} et 1 Mpc = 3,1 × 10^{22} m, calculer, en Mégaparsec puis en mètres, la distance D à laquelle la galaxie TGS153Z170 se trouve de la Terre.

La loi de Hubble-Lemaître donne $v_{Gal} = H_0 D$, donc $D = v_{Gal}/H_0$. Avec $H_0 = 70 \times 10^3 \ \mathrm{m \cdot s^{-1} \cdot Mpc^{-1}}$ et la vitesse déterminée à la Q14 :

$$D = \frac{1{,}23 \times 10^7}{70 \times 10^3} \simeq 176 \ \mathrm{Mpc}.$$

La conversion en mètres, avec $1 \ \mathrm{Mpc} = 3{,}1 \times 10^{22} \ \mathrm{m}$, donne :

$$D \simeq 176 \times 3{,}1 \times 10^{22} \simeq 5{,}5 \times 10^{24} \ \mathrm{m}.$$

RÉPONSE À RETENIR

La galaxie se trouve à environ $176 \ \mathrm{Mpc}$, soit $5{,}5 \times 10^{24} \ \mathrm{m}$ de la Terre.

Exercice 2

5 points

Étude d'un produit ménager « fait maison »

Question Q1.

Sujet p. 6

> À partir de la formule topologique donnée sur la figure 1, représenter la formule semi-développée de l'acide éthanoïque.

Dans la formule topologique, l'extrémité du segment représente un atome de carbone portant trois hydrogènes : c'est le groupe CH_3. Il est relié au carbone du groupe carboxyle, lequel est lié par une double liaison à un atome d'oxygène et par une liaison simple à un groupe OH.

RÉPONSE À RETENIR

La formule semi-développée de l'acide éthanoïque est **$CH_3–C(=O)–OH$**, soit **$CH_3–COOH$**.

Question Q2.

Sujet p. 6

> À l'aide des données présentes dans le texte descriptif du vinaigre blanc, montrer que la quantité de matière en acide éthanoïque n contenue dans un volume V égal à 1,0 L de vinaigre blanc à 8,0 % en masse est voisine de 1,3 mol.

On convertit d'abord le volume en millilitres pour utiliser la masse volumique donnée : 1,0 L = 1000 mL. La masse de vinaigre est donc **$m = \rho V = 1{,}01 \times 1000 = 1010$ g**. La masse d'acide éthanoïque représente 8,0 % de cette masse, soit **$m(acide) = 0{,}080 \times 1010 = 80{,}8$ g**. Enfin, on utilise **$n = m(acide)/M$**, avec M = 60 $g \cdot mol^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

$n = 80{,}8/60 = 1{,}35$ mol, soit une quantité de matière voisine de **1,3 mol**.

Question Q3.

Sujet p. 6

> Dans la suite, l'acide éthanoïque est noté AH(aq) et l'ion éthanoate A^-(aq). Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide éthanoïque contenu dans le vinaigre et l'eau.

L'acide AH cède un proton à une molécule d'eau. Il se forme sa base conjuguée A^- et l'ion oxonium H_3O^+. L'équation conserve les atomes et la charge électrique. Comme l'acide éthanoïque est un acide faible, on représente cette transformation par une double flèche d'équilibre.

RÉPONSE À RETENIR

$AH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)$

Question Q4.

Sujet p. 7

> Donner l'expression littérale de la constante d'acidité K_a du couple acide éthanoïque/ion éthanoate, noté AH(aq)/A^-(aq), en fonction de la concentration standard c° et des concentrations en quantité de matière des espèces H_3O^+, AH et A^- observées à l'équilibre.

Pour la réaction AH(aq) + H_2O(l) ⇌ A^-(aq) + H_3O^+(aq), l'eau, solvant liquide, n'apparaît pas dans l'expression de la constante. Les activités des espèces dissoutes sont exprimées par leur concentration divisée par la concentration standard c°. On obtient ainsi l'expression de K_a à l'équilibre.

RÉPONSE À RETENIR

$K_a = ([H_3O^+]/c°)([A^-]/c°)/([AH]/c°) = [H_3O^+][A^-]/(c°[AH])$, les concentrations étant celles observées à l'équilibre.

Question Q5.

Sujet p. 7

> À l'aide du diagramme de la figure 2, déterminer la valeur du pK_a du couple acide éthanoïque/ion éthanoate. Justifier votre réponse.

Au croisement des deux courbes, les proportions de AH et de A^- sont égales. Les deux espèces sont alors présentes chacune à 50 %. D'après la relation de Henderson–Hasselbalch, lorsque [A^-] = [AH], on a pH = pK_a. La lecture du pH au croisement du diagramme donne une valeur voisine de 4,8.

RÉPONSE À RETENIR

Le diagramme conduit à **$pK_a \approx 4{,}8$**.

Question Q6.

Sujet p. 7

> Attribuer chaque courbe du diagramme de la figure 2 à l'espèce AH(aq) ou A^-(aq). Justifier votre réponse.

À pH faible, la forme acide AH prédomine ; à pH élevé, la forme basique A^- prédomine. Sur le diagramme, la courbe 2, en pointillés, est proche de 100 % aux pH faibles puis décroît : elle correspond à AH. La courbe 1, continue, croît avec le pH et devient prédominante aux pH élevés : elle correspond à A^-.

RÉPONSE À RETENIR

Courbe 1 : A^-(aq).
Courbe 2 : AH(aq).

Question Q7.

Sujet p. 7

> Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide éthanoïque AH(aq) et les ions hydrogénocarbonate HCO_3^-(aq). On suppose que cette réaction est totale.

L'acide AH cède un proton à l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^-. Selon le couple donné dans le sujet, HCO_3^- devient CO_2(aq) et forme également une molécule d'eau. La base conjuguée de AH est A^-. L'équation ci-dessous est équilibrée en atomes et en charges ; la réaction étant supposée totale, on utilise une flèche simple.

RÉPONSE À RETENIR

$AH(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + CO_2(aq) + H_2O(l)$

Question Q8.

Sujet p. 8

> Le texte introductif fait état de la formation de mousse lors de la réaction entre l'acide éthanoïque et le bicarbonate de soude. Expliquer ce phénomène.

La réaction de la question Q7 forme du dioxyde de carbone. Ce gaz s'échappe de la solution sous forme de bulles ; leur dégagement produit l'effervescence et contribue à la formation de la mousse.

RÉPONSE À RETENIR

La mousse est due au **dioxyde de carbone CO_2 gazeux** formé par la réaction et libéré sous forme de bulles.

Question Q9.

Sujet p. 6, 7, 8

> Dans un erlenmeyer, on introduit un volume Vvinaigre = 100 mL de vinaigre à 8,0 % en masse et on ajoute une quantité de matière n′ = 0,20 mol d'ions hydrogénocarbonate en solution. La transformation produit un gaz recueilli par déplacement d'eau et considéré comme un gaz parfait. Dans les conditions de l'expérience, la pression dans le tube est P = 1020 hPa et la température θ = 25 °C. À l'aide de l'équation d'état du gaz parfait, déterminer le volume Vg de gaz libéré par la réaction chimique décrite précédemment. Présenter la démarche suivie.

La réaction consomme AH et HCO_3^- dans les proportions 1:1 et forme une mole de CO_2 par mole d'acide consommée. Il faut donc déterminer le réactif limitant. Pour 100 mL de vinaigre, la masse de vinaigre vaut **m = 1,01 × 100 = 101 g**. La masse d'acide est **0,080 × 101 = 8,08 g**, d'où **n(AH) = 8,08/60 = 0,1347 mol**. Comme $n(HCO_3^-)$ = 0,20 mol, l'acide est limitant et la quantité de CO_2 formée vaut 0,1347 mol.

Espèce	AH	HCO_3^-	CO_2 formé
Quantité initiale (mol)	0,1347	0,20	0
Évolution (mol)	−x	−x	+x
Quantité finale (mol)	0	0,0653	0,1347

On applique l'équation des gaz parfaits **PV = nRT**. Les conversions donnent **P = 1020 hPa = 1,020 × 10^5 Pa** et **T = 25 + 273,15 = 298,15 K**. On utilise la pression donnée comme pression du gaz dans l'application de cette équation.

RÉPONSE À RETENIR

V_g = nRT/P = (0,1347 × 8,314 × 298,15)/(1,020 × 10^5) = 3,27 × 10^{-3} m^3. Comme 1 m^3 = 1000 L, le volume de gaz libéré est d'environ **3,3 L**.

Exercice 3

4 points

Étude d'un soin capillaire

Question Q1.

Sujet p. 9

> À l'aide des données, indiquer le nom du formaldéhyde en nomenclature systématique.

Le formaldéhyde comporte un seul atome de carbone : le préfixe correspondant est « méth- ». Comme il s'agit d'un aldéhyde, on ajoute le suffixe « -al ».

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le nom systématique du formaldéhyde est **méthanal**.

Question Q2.

Sujet p. 9

> Recopier sur la copie la formule semi-développée de la molécule d'acide glycolique, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans la molécule en précisant les familles fonctionnelles associées.

La représentation de la page 9 montre une molécule à deux atomes de carbone, de formule semi-développée $\mathrm{HO-CH_2-COOH}$. On distingue un groupe hydroxyle porté par le carbone $\mathrm{CH_2}$ et un groupe carboxyle $\mathrm{-COOH}$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Formule semi-développée : $\mathrm{HO-CH_2-COOH}$. Le groupe hydroxyle $\mathrm{-OH}$ porté par le groupe $\mathrm{CH_2}$ caractérise la famille des **alcools**. Le groupe carboxyle $\mathrm{-COOH}$ caractérise la famille des **acides carboxyliques**.

Question Q3.

Sujet p. 9, 10

> À l'aide des données, identifier parmi les spectres A et B de la figure 1 celui qui correspond à la molécule d'acide glycolique. Justifier la réponse.

L'acide glycolique possède un groupe carboxyle. Son spectre doit donc présenter une bande forte de liaison $\mathrm{C=O}$ d'acide carboxylique entre 1680 et $1710\ \mathrm{cm^{-1}}$, ainsi qu'une large bande $\mathrm{O-H}$ d'acide carboxylique entre 2500 et $3200\ \mathrm{cm^{-1}}$. Dans le spectre B, on observe une forte absorption vers $1700\ \mathrm{cm^{-1}}$ et une absorption large dans la région des nombres d'onde correspondant aux liaisons $\mathrm{O-H}$ acides. Le spectre A ne présente pas cette large bande caractéristique.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le spectre correspondant à l'acide glycolique est le **spectre B** : il présente les absorptions caractéristiques du groupe carboxyle, notamment la bande $\mathrm{C=O}$ et la large bande $\mathrm{O-H}$ acide.

Question Q4.

Sujet p. 11

> Rédiger le protocole expérimental permettant de préparer un volume V = 50,0 mL de solution de sérum capillaire dilué 10 fois.

Une dilution au dixième signifie que le volume de sérum commercial prélevé est le dixième du volume final. Il faut donc prélever $V_p = 50{,}0/10 = 5{,}00\ \mathrm{mL}$ de sérum.

1. Rincer une pipette jaugée de $5{,}00\ \mathrm{mL}$ avec un peu de sérum commercial, puis y prélever le sérum jusqu'au trait de jauge.
2. Transvaser ce prélèvement dans une fiole jaugée de $50{,}0\ \mathrm{mL}$.
3. Ajouter de l'eau distillée, puis compléter jusqu'au trait de jauge.
4. Boucher la fiole et homogénéiser en la retournant plusieurs fois.

RÉPONSE À RETENIR

Prélever $5{,}00\ \mathrm{mL}$ de sérum commercial à l'aide d'une pipette jaugée, les verser dans une fiole jaugée de $50{,}0\ \mathrm{mL}$, compléter à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis homogénéiser.

Question Q5.

Sujet p. 11

Indiquer, en justifiant à l'aide des données, l'indicateur coloré que l'on peut utiliser lors de ce titrage. Le pH à l'équivalence est voisin de 8,5.

Le pH à l'équivalence est voisin de $8{,}5$. Pour repérer l'équivalence par un changement de teinte, la zone de virage de l'indicateur doit contenir ce pH. Parmi les indicateurs proposés, seule la phénolphtaléine possède une zone de virage, de $8{,}2$ à $10{,}0$, qui contient $8{,}5$.

RÉPONSE À RETENIR

L'indicateur à utiliser est la **phénolphtaléine**.

Question Q6.

Sujet p. 11

On note AH l'acide glycolique et A^- l'ion glycolate. Écrire l'équation de la réaction support du titrage réalisé.

L'acide glycolique AH cède un proton à l'ion hydroxyde $\mathrm{HO^-}$. Il se forme l'ion glycolate $\mathrm{A^-}$ et de l'eau. L'équation est équilibrée en atomes et en charge.

RÉPONSE À RETENIR

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

Question Q7.

Sujet p. 11

Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est le moment du titrage où les réactifs titré et titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support. Ici, l'équation montre que l'acide AH et l'ion hydroxyde $\mathrm{HO^-}$ réagissent dans un rapport $1 : 1$.

RÉPONSE À RETENIR

L'équivalence d'un titrage est atteinte lorsque les quantités de matière de titrant ajouté et d'espèce titrée sont dans les proportions stœchiométriques de la réaction support.

Question Q8.

Sujet p. 11

En déduire l'expression puis calculer la valeur de la concentration en quantité de matière en acide glycolique C_1 du

sérum dilué, puis la concentration en quantité de matière en acide glycolique du sérum commercial notée C.

La réaction support du titrage met en jeu AH et $\mathrm{HO^-}$ dans un rapport stœchiométrique $1:1$. À l'équivalence, la quantité d'acide du prélèvement est donc égale à la quantité d'ions hydroxyde versée :

$$C_1 V_1 = C_2 V_E, \qquad C_1 = \frac{C_2 V_E}{V_1}.$$

Les volumes sont dans la même unité et peuvent donc être employés directement dans le rapport :

$$C_1 = \frac{(2{,}0 \times 10^{-1}\ \mathrm{mol\,L^{-1}})(9{,}4\ \mathrm{mL})}{20{,}0\ \mathrm{mL}} = 9{,}4 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}.$$

La solution a été diluée 10 fois. La concentration du sérum commercial est donc dix fois celle de la solution diluée : $C = 10 C_1$.

RÉPONSE À RETENIR

Pour le sérum dilué, $\boxed{C_1 = 9{,}4 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}}$. Pour le sérum commercial, $\boxed{C = 0{,}94\ \mathrm{mol\,L^{-1}}}$.

Question Q9.

Sujet p. 11

À l'aide des données, indiquer si le pourcentage en masse ou titre massique indiqué par le fabricant est correct.

Si le sérum contient $7{,}0\ \%$ en masse d'acide glycolique, $1{,}0\ \mathrm{L}$ de sérum, de masse $m = \rho V = (1{,}0\ \mathrm{g\,mL^{-1}})(1000\ \mathrm{mL}) = 1000\ \mathrm{g}$, contient $70\ \mathrm{g}$ d'acide. La concentration de référence correspondante est donc :

$$C_{\text{réf}} = \frac{70\ \mathrm{g\,L^{-1}}}{76{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}} = 0{,}921\ \mathrm{mol\,L^{-1}}.$$

Avec la concentration mesurée $C = 0{,}94\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$ et l'incertitude-type $u(C) = 0{,}05\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$, le quotient de comparaison vaut :

$$\frac{|C - C_{\text{réf}}|}{u(C)} = \frac{|0{,}94 - 0{,}921|}{0{,}05} \simeq 0{,}38.$$

Ce quotient est inférieur à 1 : l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de référence est inférieur à l'incertitude-type. À titre de vérification, la concentration mesurée correspond à une masse d'acide par litre de $(0{,}94\ \mathrm{mol\,L^{-1}})(76{,}0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}) = 71{,}4\ \mathrm{g\,L^{-1}}$, soit environ $7{,}1\ \%$ en masse pour un litre de sérum de masse $1000\ \mathrm{g}$.

RÉPONSE À RETENIR

La valeur mesurée, environ $7{,}1\ \%$, est compatible avec les $7{,}0\ \%$ annoncés au regard de l'incertitude fournie. Le pourcentage massique indiqué par le fabricant est donc **correct dans les limites de cette mesure**.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2025/spe-physique-chimie-2025-polynesie-2-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.