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

Session septembre 2025 – Métropole

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet n° 1



Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 8 pages.

Exercice 1 — La physique au service du vigneron

1. Étude du principe du capteur de niveau

Q1. Le fonctionnement de ce condensateur sommaire repose sur le déplacement des porteurs de charge entre les deux armatures du condensateur, séparées l'une de l'autre par le liquide étudié.

Si le liquide est isolant, aucun déplacement d'électrons n'est possible, les deux armatures ne seront pas reliées électriquement.

Q2. À distance constante entre les électrodes, on remarque que la capacité C est proportionnelle à la surface des armatures. En augmentant la hauteur de jus, on augmente cette surface, donc C augmente.

Q3. On a la loi des mailles dans le circuit étudié :

$$E - u_R - u_C = 0 \tag{1}$$

Or, on a la loi d'Ohm :

$$u_R = Ri(t) \tag{2}$$

Et, aux bornes du condensateur :

$$i(t) = C\frac{\mathrm{d}\,u_C(t)}{\mathrm{d}t} \tag{3}$$

Alors en injectant (3) dans (2), avec la loi des nœuds :

$$u_R = RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}t}$$

Et finalement, dans (1) :

$$E - RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$$

D'où, en réarrangeant les termes :

$$RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E \implies \boxed{\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}} \tag{$\mathcal{E}$}$$

Q4. On nous donne la tension : $u_C(t) = Ae^{-t/\tau} + B$.

- En $t = +\infty$, on a $u_C(+\infty) = 0 + B = E \implies \boxed{B = E}$
- En $t = 0$, on a $u_C(0) = 0 = A + B \implies \boxed{A = -B = -E}$
- Et en dérivant dans le temps :

$$\frac{\mathrm{d}\,u_C(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{E}{\tau}e^{-t/\tau}$$

Et comme $u_C(t)$ doit vérifier ($\mathcal{E}$), alors on a :

$$\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} + \frac{E(1 - e^{-t/\tau})}{RC} = \frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC}e^{-t/\tau} = \frac{E}{RC}$$

Et comme cette relation est vérifiée pour tout $t \geq 0$, alors il faut nécessairement :

$$\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} - \frac{E}{RC}e^{-t/\tau} = 0 \implies \boxed{\tau = RC}$$

Et donc finalement, la tension aux bornes du condensateur s'exprime :

$$\boxed{u_C(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)}$$

Q5. On cherche la hauteur de liquide dans le bécher. Pour cela, on se propose alors de déterminer, à partir de la mesure de l'évolution de la tension (figure 5), la valeur de la capacité du condensateur formé.

À partir de cette valeur, il sera possible, grâce à la droite d'étalonnage de la figure 6, de remonter à la hauteur de jus.

Dans un premier temps, par lecture graphique sur la figure 5, on a le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de la tension au point 0 :

$$\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}t}(t=0) = \frac{1,6}{0,02} = 80 = \frac{E}{RC} \implies C = \frac{E}{80R} = \frac{5,0}{80 \times 6,0 \times 10^6} = 10\,\mathrm{nF}$$

Et par lecture sur la figure 6, il vient finalement, pour $C = 10\,\mathrm{nF}$, $\underline{h_{\text{test}} = 6\,\mathrm{cm}}$

2. Contrôle de la température du jus de raisin

Q6. Le transfert thermique s'opère d'un corps chaud vers un corps froid. Comme $\theta_{\text{jus}} < \theta_{\text{ext}}$, alors le transfert de chaleur s'opère de l'air extérieur vers le jus.

Q7. On a le flux thermique à travers les parois de la cuve :

$$\boxed{\Phi_P = AS(\theta_{\text{ext}} - \theta_{\text{jus}})} = 12 \times 9 \times (22 - 18) = \underline{432\,\mathrm{W}}$$

Q8. Lors de la fermentation, le jus de raisin dégage une puissance :

$$\boxed{P_F = 0,127 m_{\text{jus}} = 0,127 \rho_{\text{jus}} V} = 0,127 \times 1090 \times 2 = \underline{276,9\,\mathrm{W}}$$

Q9. D'après l'application du premier principe qui nous est donnée, le maintien en température ($\Delta\theta$) est assuré si et seulement si :

$$(\Phi_P + P + P_F)\Delta t = 0$$

Et finalement, cette relation étant vraie pour toute variation $\Delta t > 0$:

$$\Phi_P + P + P_F = 0 \implies \boxed{P = -\Phi_P - P_F} = -432 - 276,9 = \underline{-709\,\mathrm{W} < 0}$$

On remarque que la puissance est <u>reçue par l'échangeur thermique</u> : en effet, le jus tend à se réchauffer au cours de la fermentation (sous l'action physico-chimique et par échange avec l'extérieur), il faut donc le refroidir.

3. Contrôle du taux de sucre dans le jus de raisin et principe du mustimètre

Q10. Comme le sujet nous invite à négliger l'action de l'air, les seules forces agissant sur le système en équilibre sont son poids, et la poussée d'Archimède due au jus de raisin.

Q11. Le principe fondamental de la statique permet d'écrire, pour le système à l'équilibre dans le référentiel terrestre supposé galiléen :

$$m_0\vec{g} + \vec{\Pi}_A = \vec{0} \implies -m_0 g + \rho V g = 0$$

Et comme $V = V_0 + S_T h_T$, il vient :

$$-m_0 + \rho_{\text{jus}}(V_0 + S_T h_T) = 0 \implies \rho_{\text{jus}} S_T h_T = m_0 - \rho_{\text{jus}} V_0$$

Alors finalement :

$$\boxed{h_T = \frac{m_0}{\rho_{\text{jus}} S_T} - \frac{V_0}{S_T}}$$

Q12. Qualitativement, on remarque que h_T dépend de $1/\rho$. Alors très logiquement, lorsque la masse volumique diminue, la quantité $\frac{m_0}{\rho S_T}$ augmente, donc la hauteur h_T augmente.
Diminuer la masse volumique du liquide provoque bien un enfoncement plus important du mustimètre.

Q13. On cherche la masse volumique minimale mesurable par le mustimètre étudié, *i.e.* la masse volumique ρ_{min} telle qu'il soit immergé d'une hauteur $h = 14\,\text{cm}$.
On a :

$$h = \frac{m_0}{\rho_{\text{jus,min}} S_T} - \frac{V_0}{S_T} \implies \frac{m_0}{\rho_{\text{jus,min}} S_T} = h + \frac{V_0}{S_T} \implies \boxed{\rho_{\text{jus,min}} = \frac{m_0}{hS_T + V_0}}$$

D'où, avec les volumes en m^3,

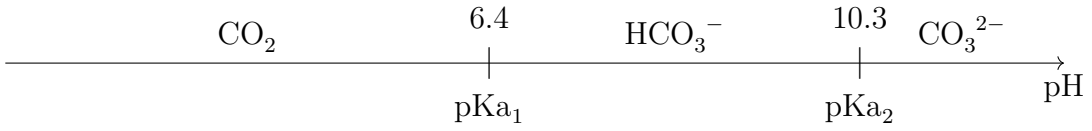
$$\rho_{\text{jus,min}} = \frac{55 \times 10^{-3}}{14 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-5} + 49 \times 10^{-6}} = \underline{982\,\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}$$

Q14. On sait que le jus de raisin a une masse volumique de l'ordre de $1000\,\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Au cours de la fermentation, si sa masse volumique diminue, on risque de finir, au bout d'un certain temps, par avoir un mustimètre entièrement immergé (la masse volumique minimale mesurable n'est globalement pas si éloignée).
Un jus trop fermenté risque donc fort de rendre le mustimètre choisi non adapté.

Exercice 2 — Étude d'une lessive « multi-usages »

1. Étude des propriétés acido-basiques de l'ion carbonate

Q1. On donne le diagramme de prédominance des couples associés au dioxyde de carbone aqueux :



Q2. Par lecture du diagramme de prédominance, on comprend que à pH faible, seul $CO_2(aq)$ est présent dans le milieu (courbe 1). En augmentant progressivement le pH, on forme des ions HCO_3^- (courbe 2), puis finalement des ions CO_3^{2-} (courbe 3).

Q3. Par définition, à pH = pKa, on a en proportions autant d'acide que de base. Pour retrouver la valeur du pKa du couple HCO_3^-/CO_3^{2-}, il suffit donc de lire le pH au point d'intersection entre leurs courbes respectives.

Graphiquement, on retrouve bien $pKa_2 = 10,3$.

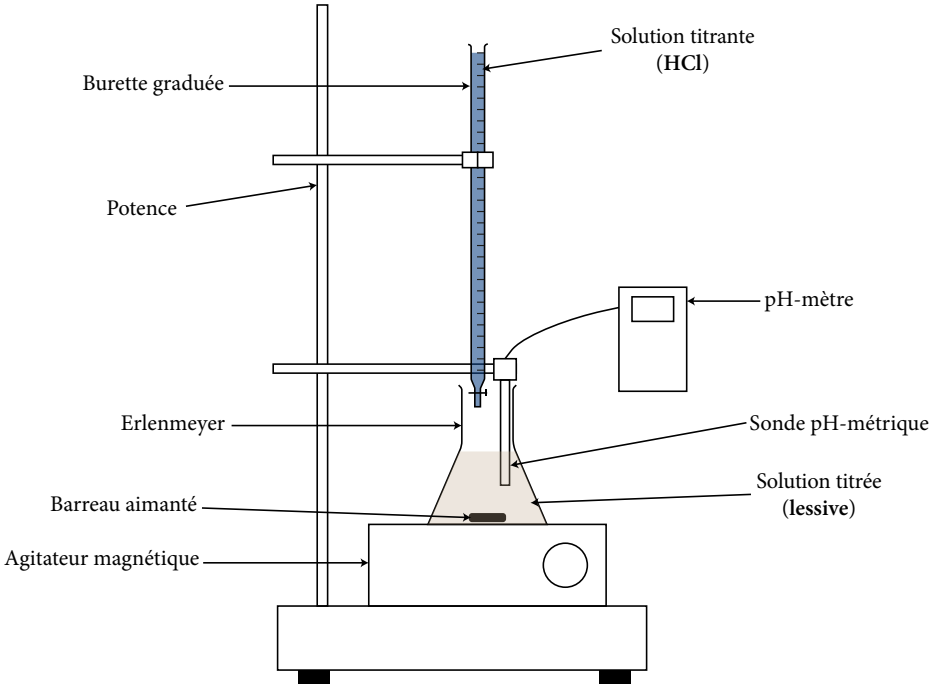
Q4. Dans l'eau, on a la réaction avec les ions carbonate :

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$$

On remarque alors que les ions carbonate sont susceptibles de capter un proton, il s'agit donc bien d'une espèce basique (selon Brönsted).

2. Détermination du pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive

Q5. On représente un montage de titrage pH-métrique :



Q6. Pour préparer $V = 100,0\,\text{mL}$ de solution de lessive diluée 10 fois, il faut :

- une fiole jaugée de $V = 100,0\,\text{mL}$ et son bouchon pour la préparation de la solution ;
- un bécher pour éviter de pipeter la lessive dans le contenant commercial ;

— une pipette jaugée de $V = 10,0\,\text{mL}$ afin de prélever le volume nécessaire de lessive ;
— de l'eau distillée pour compléter la fiole jaugée.

Q7. On a la réaction support du titrage :

$$CO_3^{2-} + H_3O^+ \longrightarrow HCO_3^- + H_2O$$

Q8. On cherche à déterminer, en exploitant le résultat du titrage pH-métrique, la quantité de carbonate de sodium dans la lessive commerciale.
Par définition, à la première équivalence du titrage (sur l'échantillon de $50,0\,\text{mL}$ de solution diluée issu d'une dilution au 1/10) :

$$n_{CO_3^{2-}} = n_{H_3O^+} = c_A V_{E,1}$$

Ou, en valeur numériques (avec lecture $V_E = 7,5\,\text{mL}$) :

$$n_{CO_3^{2-}} = 1,0 \times 10^{-1} \times 7,5 \times 10^{-3} = 7,5 \times 10^{-4}\,\text{mol}$$

Cette quantité ne concerne que $50,0\,\text{mL}$ de la solution diluée. Dans la fiole de $100,0\,\text{mL}$ de solution diluée, on a donc :

$$n_{CO_3^{2-}} = 2 \times 7,5 \times 10^{-4} = 1,50 \times 10^{-3}\,\text{mol}$$

Or cette fiole diluée ($100,0\,\text{mL}$) provient de $10,0\,\text{mL}$ de la solution S_0 préparée en dissolvant $4,0\,\text{g}$ de lessive dans $100,0\,\text{mL}$ (dilution au 1/10). Par proportionnalité, la quantité présente dans $100,0\,\text{mL}$ de S_0 vaut donc :

$$n_{CO_3^{2-}} = 10 \times 1,50 \times 10^{-3} = 1,50 \times 10^{-2}\,\text{mol}$$

Ou, en masse de carbonate de sodium :

$$m_{Na_2CO_3} = n \times M(Na_2CO_3) = 1,50 \times 10^{-2} \times 106,0 = 1,59\,\text{g}$$

Ce qui correspond à un titre massique dans la lessive :

$$\%_m = \frac{1,59}{4,0} = \underline{39,8\,\%}$$

Ce qui est conforme à ce qui est annoncé par le fabriquant (entre 30% et 60%).

Q9. On remarque, sur la figure 2, que le volume versé à la seconde équivalence ($V_{E,2} = 17\,\text{mL}$) est supérieur au double du volume de première équivalence ($V_{E,1} = 7,5\,\text{mL}$).
Il est donc probable que la lessive contienne d'autres espèces susceptibles d'être à l'origine de réactions acide-base.
Le résultat alors obtenu précédemment est à prendre avec toutes les précautions de rigueur, les ions carbonate n'étant peut-être pas la seule espèce titrée ici.

Exercice 3 — Traitement de surface d'une pièce de jeu d'échecs

1. Préparation du bain d'anodisant sulfurique

Q1. L'acide sulfurique, d'après son étiquette, est un produit corrosif. Lors de sa manipulation, il faut donc porter des gants adaptés, ainsi qu'une blouse à manches longues et des lunettes de protection.

Q2. Pour préparer la solution d'acide sulfurique, sachant que le produit commercial présente un titre massique $t_m = 98\,\%$, il faut en prélever une masse :

$$\boxed{m = \frac{C_m V}{t_m}} = \frac{180 \times 0,5}{0,98} = \underline{92\,\text{g}}$$

2. Anodisation de la pièce de jeu d'échecs

Q3. Lors d'une électrolyse, on impose une différence de potentiel entre les électrodes. On force donc la réaction d'oxydoréduction.

Q4. On écrit la demi-équation de formation de l'alumine en milieu acide :

$$2\,\text{Al} + 3\,\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\,\text{H}^+ + 6\,\text{e}^- \qquad (4)$$

Il s'agit bien d'une oxydation de l'aluminium, ce qui est compatible avec une réaction à l'anode.

Q5. On a la réduction de l'eau à la cathode (en réalité, des ions H^+ de l'eau) :

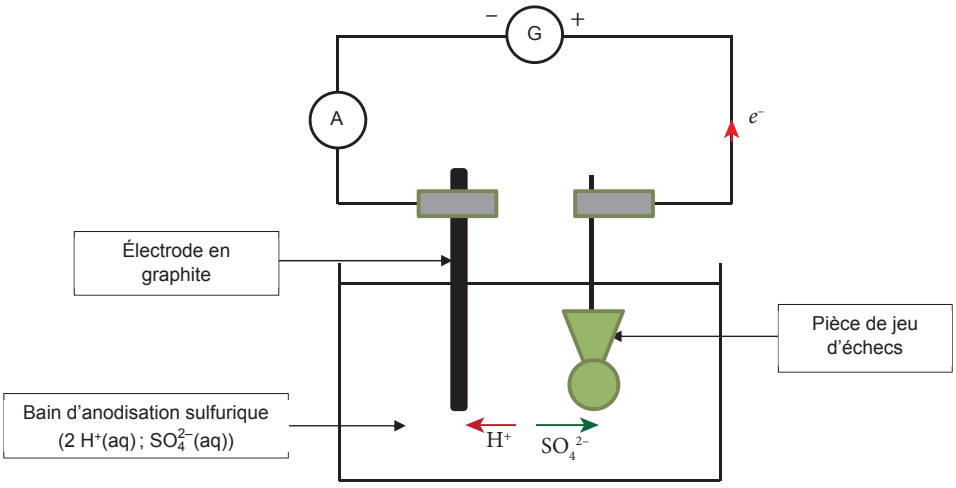
$$2\,\text{H}^+ + 2\,\text{e}^- = \text{H}_2(\text{g}) \qquad (5)$$

On observe bien dégagement de dihydrogène gazeux.

Q6. En sommant (4) et $3 \times$ (5) (puis en simplifiant), il vient la réaction d'oxydoréduction modélisant l'électrolyse :

$$2\,\text{Al} + 3\,\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\,\text{H}_2$$

Q7. On indique, sur le schéma du montage, le sens des électrons, les bornes du générateur, et le sens de déplacement des ions dans la solution :



Q8. En débitant une intensité i pendant une durée Δt, on a une quantité d'électricité :

$$Q = i\Delta t$$

Or, cette quantité est liée à la libération d'électrons à l'anode, et alors :

$$Q = i\Delta t = n_e\mathcal{F} \implies n_e = \frac{i\Delta t}{\mathcal{F}}$$

Or, d'après la demi-équation électronique (4) :

$$n_{Al_2O_3} = \frac{n_e}{6}$$

Ce qui permet de calculer la quantité d'alumine théoriquement produite sur la pièce d'échecs :

$$n_{Al_2O_3} = \frac{i\Delta t}{6\mathcal{F}}$$

Et finalement, en masse :

$$\boxed{m_{Al_2O_3} = \frac{i\Delta t}{6\mathcal{F}} M(Al_2O_3)}$$

D'où,

$$m_{Al_2O_3} = \frac{0,55 \times 40 \times 60}{6 \times 96500} \times 102 = \underline{0,23\,\text{g}}$$

3. Coloration de la pièce de jeu d'échecs

Q9. Le volume total d'alumine formée par l'électrolyse est donné par :

$$V = \frac{m_{\text{alumine}}}{\rho}$$

Ce qui correspond, sur la surface de la pièce, à une épaisseur :

$$\boxed{e = \frac{V}{S} = \frac{m_{\text{alumine}}}{\rho S}}$$

D'où,

$$e = \frac{0,23}{3,97 \times 25} = \underline{23\,\mu\text{m} > 15\,\mu\text{m}}$$

Q10. Connaissant l'épaisseur réelle, on remonte à la masse obtenue expérimentalement :

$$V = e_{\text{exp}}S \implies m_{\text{exp}} = e_{\text{exp}}S\rho = 19 \times 10^{-4} \times 25 \times 3,97 = 0,19\,\text{g}$$

Ce qui correspond à un rendement :

$$\boxed{\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{alumine}}}} = \frac{0,19}{0,23} = \underline{83\,\%}$$

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 13 octobre 2025.

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.