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 2023 • Jour 1

Code sujet **23-PYCJ1NC1** 3h30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice I — Un polymère biodégradable, le PLA
13 réponses • sujet p. 2–12

Exercice II — L’observation de Saturne
10 réponses • sujet p. 6–13

Exercice III — Capteur d’arrosage capacitif
12 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 I

9 points

Un polymère biodégradable, le PLA

Partie A – Dosage d'une solution d'acide lactique

Question A.1.

Sujet p. 3

> Représenter la formule topologique de l'acide lactique, puis entourer les groupes caractéristiques. Nommer les familles fonctionnelles de cette molécule.

La chaîne carbonée comporte trois atomes de carbone. La formule topologique peut être représentée par la formule condensée suivante, qui fait apparaître les deux groupes caractéristiques :

```
CH₃—CH—C(=O)—OH
     |
     OH
```

Le groupe **—OH** porté par le carbone central est le groupe hydroxyle de la famille des **alcools**. Le groupe **—C(=O)—OH**, ou **—COOH**, est le groupe carboxyle de la famille des **acides carboxyliques**.

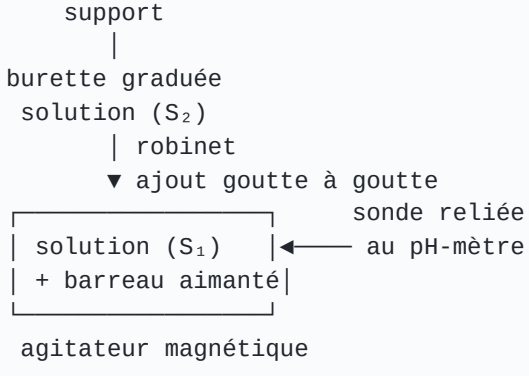
> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'acide lactique a pour formule **CH_3—CH(OH)—COOH** et appartient aux familles des **alcools** et des **acides carboxyliques**.

Question A.2.

Sujet p. 3

> Schématiser et légender le dispositif expérimental utilisé pour réaliser le titrage.

La solution titrante (S_2), l'hydroxyde de sodium, est placée dans la burette graduée. Elle est ajoutée progressivement à la solution (S_1) prélevée dans le bécher. Le bécher est posé sur un agitateur magnétique et la sonde du pH-mètre est immergée dans la solution.



> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le dispositif comprend une burette contenant la solution titrante (S_2) au-dessus du bécher contenant la solution à titrer (S_1), un agitateur magnétique et une sonde de pH reliée au pH-mètre.

Question A.3.

Sujet p. 3

> Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

L'acide lactique noté AH cède un proton à l'ion hydroxyde HO^-. La réaction acido-basique de titrage s'écrit avec des atomes et des charges équilibrés :

RÉPONSE À RETENIR

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

Question A.4.1.

Sujet p. 3, 12

> À partir de la courbe figurant sur l'annexe I, déterminer, en justifiant, le volume Veq de solution titrante (S2) versé à l'équivalence.

Le volume à l'équivalence se lit à l'abscisse du point d'inflexion, au milieu du saut de pH. Sur l'annexe I, ce point est situé vers $14\ \mathrm{mL}$. La précision de lecture graphique ne justifie pas davantage de décimales.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{V_{\mathrm{eq}} \approx 14\ \mathrm{mL}}$

Question A.4.2.

Sujet p. 3, 12

> En déduire la concentration en quantité de matière C0 en acide lactique dans la solution (S0).

La réaction de titrage est de proportion stœchiométrique 1:1. À l'équivalence, la quantité d'acide dans le prélèvement de volume V_1 est donc égale à la quantité d'ions hydroxyde versée : $C_1 V_1 = C_2 V_{\mathrm{eq}}$. La solution ($S_1$) est obtenue par dilution au dixième de (S_0), donc $C_0 = 10 C_1$. En prenant les volumes dans la même unité :

$$C_0 = 10 C_2 \frac{V_{\mathrm{eq}}}{V_1} = 10 \times 0{,}100 \times \frac{14}{20{,}00} = 0{,}700\ \mathrm{mol\,L^{-1}}.$$

La valeur de référence étant donnée en concentration massique, on peut convertir le résultat avec $M = 90{,}1\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$:

$$C_{m,0} = C_0 M = 0{,}700 \times 90{,}1 = 63{,}1\ \mathrm{g\,L^{-1}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{C_0 \approx 0{,}700\ \mathrm{mol\,L^{-1}}}$, soit $\boxed{C_{m,0} \approx 63{,}1\ \mathrm{g\,L^{-1}}}$.

Question A.4.3.

Sujet p. 2, 3, 12

> Calculer l'incertitude-type u(C0) associée à la mesure de la concentration en acide lactique dans la solution (S0).

Pour la pipette jaugée de $20{,}00\ \mathrm{mL}$, le tableau donne $u(V_1) = 0{,}03\ \mathrm{mL}$. Les autres incertitudes sont $u(C_2) = 0{,}02 \times 10^{-1} = 0{,}002\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$ et $u(V_{\mathrm{eq}}) = 0{,}25\ \mathrm{mL}$. En utilisant la relation fournie :

$$u(C_0) = C_0 \sqrt{\left(\frac{0{,}002}{0{,}100}\right)^2 + \left(\frac{0{,}25}{14}\right)^2 + \left(\frac{0{,}03}{20{,}00}\right)^2}.$$

Le facteur sous la racine vaut environ $0{,}0269$. Ainsi, $u(C_0) = 0{,}700 \times 0{,}0269 \approx 0{,}019\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. L'incertitude correspondante sur la concentration massique est $Mu(C_0) \approx 90{,}1 \times 0{,}019 = 1{,}7\ \text{g}\,\text{L}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{u(C_0) \approx 0{,}019\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}}$, soit environ $\boxed{1{,}7\ \text{g}\,\text{L}^{-1}}$ pour la concentration massique.

Question A.4.4.

Sujet p. 2, 3, 12

> Comparer le résultat de la mesure de la concentration C0 à la valeur de référence en calculant l'écart normalisé z. Conclure.

Pour comparer des grandeurs de même nature, on utilise les concentrations massiques : la valeur expérimentale est $63{,}1\ \text{g}\,\text{L}^{-1}$, son incertitude-type est environ $1{,}7\ \text{g}\,\text{L}^{-1}$, et la référence vaut $65\ \text{g}\,\text{L}^{-1}$. L'écart normalisé est donc :

$$z = \frac{|63{,}1 - 65|}{1{,}7} \approx 1{,}1.$$

Le critère donné est satisfait puisque $z \leq 2$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{z \approx 1{,}1}$. La concentration mesurée est **compatible** avec la valeur de référence de $65\ \text{g}\,\text{L}^{-1}$.

Question A.5.

Sujet p. 2, 3

> Proposer, en justifiant, le nom d'un indicateur coloré permettant de repérer l'équivalence du titrage de l'acide lactique.

Le titrage met en jeu un acide faible et une base forte : à l'équivalence, la solution est basique. La courbe montre un saut de pH dans la zone de l'équivalence. Il faut choisir un indicateur dont la zone de virage se situe dans ce saut. Le rouge de crésol vire entre 7,2 et 8,8, zone adaptée au repérage de l'équivalence sur la courbe.

RÉPONSE À RETENIR

On peut choisir le **rouge de crésol**, dont la zone de virage est $7{,}2$ à $8{,}8$.

Partie B – Dégradation du PLA

Question B.1.

Sujet p. 2, 4

> Attribuer chacun des deux spectres infrarouge A et B (figure 3) à une espèce chimique (acide lactique et PLA). Justifier la réponse.

Le spectre B présente une large bande d'absorption dans la zone 3200–$3550\ \text{cm}^{-1}$, caractéristique d'une liaison O—H engagée dans une liaison hydrogène. Il présente aussi une bande de carbonyle compatible avec un acide carboxylique. Ces caractéristiques correspondent à l'acide lactique, qui porte un groupe hydroxyle et un groupe carboxyle. Le spectre A ne présente pas cette large bande O—H et comporte des bandes compatibles avec les liaisons C=O et C—O d'un ester, caractéristiques du PLA.

RÉPONSE À RETENIR

Spectre A : PLA. Spectre B : acide lactique.

Question B.2.1.

Sujet p. 5

Identifier, à partir de données expérimentales, un ou plusieurs facteurs cinétiques.

La figure 4 compare les évolutions du rapport $C_{\mathrm{PLA}}/C_{\mathrm{PLA},0}$ à $140\ ^\circ\mathrm{C}$, $160\ ^\circ\mathrm{C}$ et $180\ ^\circ\mathrm{C}$, avec la même proportion initiale de PLA. À durée égale, le rapport diminue plus vite lorsque la température est plus élevée : la dégradation est donc accélérée. Les données mettent en évidence l'influence de la température sur la vitesse de réaction.

RÉPONSE À RETENIR

La **température** est un facteur cinétique : son augmentation accélère la dégradation du PLA dans les conditions étudiées.

Question B.2.2.

Sujet p. 5

La vitesse de cette transformation augmente en milieu acide. En déduire le rôle joué par l'ion oxonium.

La transformation est plus rapide en milieu acide, où la concentration en ions oxonium $\mathrm{H_3O^+}$ est plus importante. Ces ions accélèrent la réaction : ils jouent le rôle de catalyseur.

RÉPONSE À RETENIR

L'ion oxonium $\mathrm{H_3O^+}$ joue le rôle de **catalyseur** de la transformation.

Question B.3.1.

Sujet p. 5

Évaluer le temps de demi-réaction t1/2 de cette transformation pour la température θ = 160 °C.

Le temps de demi-réaction est le temps nécessaire pour que la concentration en PLA atteigne la moitié de sa valeur initiale. On lit donc l'instant où $C_{\mathrm{PLA}}/C_{\mathrm{PLA},0} = 0{,}50$. Sur la courbe à $160\ ^\circ\mathrm{C}$, le rapport vaut environ 0,90 à 50 min et 0,45 à 70 min. Une interpolation graphique entre ces deux points situe le niveau 0,50 vers 68 min ; la lecture reste approximative.

RÉPONSE À RETENIR

Pour $\theta = 160\ ^\circ\mathrm{C}$, $\boxed{t_{1/2} \approx 70\ \mathrm{min}}$ (lecture graphique proche de 68 min).

Question B.3.2.

Sujet p. 5

Indiquer qualitativement comment évolue le temps de demi-réaction pour θ1 = 140 °C et pour θ2 = 180 °C.

La figure 4 montre que la dégradation est plus lente à $140\ ^\circ\mathrm{C}$ qu'à $160\ ^\circ\mathrm{C}$, et plus rapide à $180\ ^\circ\mathrm{C}$. Il faut donc plus de temps à 140 °C et moins de temps à 180 °C pour atteindre la moitié de la concentration initiale.

RÉPONSE À RETENIR

À $140\ ^\circ\mathrm{C}$, $t_{1/2}$ est **plus grand** qu'à $160\ ^\circ\mathrm{C}$. À $180\ ^\circ\mathrm{C}$, il est **plus petit**.

Exercice II

5 points

L'observation de Saturne

Partie A – Limite de résolution d'une lunette astronomique et pouvoir séparateur de l'œil

Question A.1.

Sujet p. 6, 7

> Déterminer s'il est possible ou non de profiter du « spectacle exceptionnel » que peut offrir l'observation de la planète Saturne avec ses anneaux à l'œil nu.

Le pouvoir séparateur de l'œil normal donné dans l'énoncé correspond à un angle minimal de $2{,}9 \times 10^{-4}\ \text{rad}$. L'angle apparent du système d'anneaux vaut $8 \times 10^{-5}\ \text{rad}$. On compare ces angles, exprimés dans la même unité :

$$8 \times 10^{-5} < 2{,}9 \times 10^{-4}\ \text{rad}.$$

L'angle apparent des anneaux est inférieur à la limite de résolution de l'œil : celui-ci ne peut donc pas distinguer les anneaux de Saturne à l'œil nu.

RÉPONSE À RETENIR

Non. À l'œil nu, on ne peut pas distinguer les anneaux : leur angle apparent $8 \times 10^{-5}\ \text{rad}$ est inférieur à la limite de résolution de l'œil normal, $2{,}9 \times 10^{-4}\ \text{rad}$.

Question A.2.

Sujet p. 6, 7

> À partir du critère de Rayleigh, déterminer la limite de résolution angulaire αlim de cette lunette commerciale.

On applique le critère de Rayleigh, $\alpha_{\text{lim}} = 1{,}22\,\lambda/D$. Il faut exprimer la longueur d'onde et le diamètre de l'objectif dans la même unité, ici le mètre :

- $\lambda = 705\ \text{nm} = 705 \times 10^{-9}\ \text{m}$;
- $D = 70\ \text{mm} = 70 \times 10^{-3}\ \text{m}$.

On obtient :

$$\alpha_{\text{lim}} = 1{,}22 \times \frac{705 \times 10^{-9}}{70 \times 10^{-3}} = 1{,}23 \times 10^{-5}\ \text{rad}.$$

Le rapport λ/D est sans dimension ; la limite de résolution est donc exprimée en radians.

RÉPONSE À RETENIR

La limite de résolution angulaire de la lunette est $\boxed{\alpha_{\text{lim}} \simeq 1{,}23 \times 10^{-5}\ \text{rad}}$.

Question A.3.

Sujet p. 6, 7

> Indiquer si le phénomène ondulatoire limitant la résolution empêche ou non l'observation de Saturne avec la lunette proposée.

Selon le critère de Rayleigh, deux points sont séparés si l'angle apparent est supérieur à la limite de résolution de l'instrument. Ici, $\alpha = 8 \times 10^{-5}\ \text{rad}$ et, d'après la question A.2, $\alpha_{\text{lim}} \simeq 1{,}23 \times 10^{-5}\ \text{rad}$. Ainsi :

$$8 \times 10^{-5} > 1{,}23 \times 10^{-5}.$$

La condition de séparation est satisfaite : la limite ondulatoire de résolution ne fait pas obstacle à l'observation des anneaux avec cette lunette.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **Non, le phénomène ondulatoire n'empêche pas l'observation des anneaux avec la lunette proposée** : leur angle apparent est supérieur à la limite de résolution de la lunette.

Partie B – Formation de l'image de Saturne et de ses anneaux

Question B.1.1.

Sujet p. 7, 13

> Identifier sur le schéma de l'annexe II l'objectif L1 et l'oculaire L2.

La lumière provenant de Saturne arrive d'abord sur la lentille située du côté de l'objet, puis traverse la lentille du côté de l'œil. Sur le schéma de la lunette, ces lentilles sont respectivement celle de gauche et celle de droite.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La lentille de gauche, tournée vers Saturne, est l'objectif L_1. La lentille de droite, du côté de l'œil, est l'oculaire L_2.

Question B.1.2.

Sujet p. 7, 13

> Positionner sur le schéma de l'annexe II les centres optiques respectifs O1 et O2, puis le foyer image F'1 de L1 et le foyer objet F2 de L2, sans souci d'échelle mais de façon cohérente.

Placer chaque centre optique à l'intersection de la lentille correspondante avec l'axe optique Δ. Pour que la lunette soit afocale, l'image intermédiaire donnée par l'objectif se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire : le foyer image F_1' de L_1 et le foyer objet F_2 de L_2 sont donc confondus. Entre les lentilles, l'ordre des points sur l'axe est O_1, puis $F_1' = F_2$, puis O_2.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Placer O_1 et O_2 aux intersections de L_1 et L_2 avec Δ, puis placer le point commun $F_1' = F_2$ entre les deux lentilles. Pour la lunette afocale, $O_1F_1' = f_1'$ et $O_2F_2 = f_2'$; le foyer objet F_2 est du côté de l'objectif par rapport à O_2.

Question B.2.

Sujet p. 7, 13

> Représenter sur le schéma de l'annexe II l'image intermédiaire A1B1 de l'objet A∞B∞ donnée par l'objectif L1, puis le faisceau émergent de la lunette issu de B∞ et passant par les bords de l'objectif.

L'objet est à l'infini : les rayons issus de B_∞ qui traversent l'objectif arrivent parallèles entre eux et convergent après l'objectif en B_1, dans son plan focal image. Sur la figure du sujet, B_∞ est sous l'axe ; l'image intermédiaire étant renversée, B_1 doit être placé au-dessus de l'axe. Le point A_∞, situé sur l'axe, donne A_1 sur l'axe au point $F_1' = F_2$.

Pour construire le faisceau demandé, tracer depuis les deux bords de l'objectif les rayons provenant de B_∞, les faire converger en B_1, puis les poursuivre à travers l'oculaire. Comme B_1 est dans le plan focal objet de l'oculaire, les rayons émergents sont parallèles entre eux.

RÉPONSE À RETENIR

Sur l'annexe, placer A_1 sur l'axe en $F_1' = F_2$ et B_1 au-dessus de l'axe. Tracer les rayons issus de B_∞ passant par les bords de L_1 et convergeant en B_1, puis leur trajet à travers L_2 et leur émergence parallèle.

Partie C – Grossissement de la lunette astronomique

Question C.1.

Sujet p. 8, 13

Repérer α' sur le schéma de l'annexe II.

α' est l'angle sous lequel l'image à l'infini est vue à travers la lunette. Il se repère après l'oculaire, entre l'axe optique et la direction des rayons émergents parallèles issus de B_∞.

RÉPONSE À RETENIR

Sur l'annexe, repérer α' du côté de l'œil, après L_2, entre l'axe optique Δ et le faisceau émergent incliné.

Question C.2.

Sujet p. 8

Établir l'expression du grossissement G en fonction des distances focales f'1 de l'objectif et f'2 de l'oculaire.

Dans la lunette afocale, l'image intermédiaire A_1B_1 est dans le plan focal image de l'objectif et dans le plan focal objet de l'oculaire. Pour les petits angles, les triangles dans ces plans focaux donnent, en valeurs absolues, $\alpha \simeq A_1B_1/f_1'$ et $\alpha' \simeq A_1B_1/f_2'$. En divisant ces relations, la hauteur A_1B_1 s'élimine.

Ces relations portent sur les angles pris comme grandeurs positives, conformément à la définition du grossissement comme rapport des angles apparents. Si l'on utilise des angles orientés, le signe négatif traduit le renversement de l'image intermédiaire.

RÉPONSE À RETENIR

Pour les angles apparents pris en valeur absolue :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1'}{f_2'}.$$

Avec des angles orientés, on écrirait $G_{\text{alg}} = -f_1'/f_2'$; le signe moins indique le renversement de l'image.

Question C.3.

Sujet p. 7, 8

L'observateur utilise l'oculaire de distance focale 20 mm. Valider la valeur du grossissement « 45 X » de la lunette commerciale décrite en figure 3.

La distance focale de l'objectif est $f_1' = 900\ \text{mm}$, et celle de l'oculaire utilisé est $f_2' = 20\ \text{mm}$. Ces longueurs sont dans la même unité. Le grossissement vaut donc :

$$G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{900}{20} = 45.$$

RÉPONSE À RETENIR

Le grossissement calculé est 45. La valeur annoncée par la notice pour l'oculaire de 20 mm, **45 X**, est donc validée.

Question C.4.

Sujet p. 6, 7, 8

> Déterminer si l'œil peut théoriquement discerner les anneaux de Saturne avec l'aide de cette lunette. Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Avec l'oculaire de 20 mm, le grossissement est $G = 45$. L'angle apparent des anneaux à travers la lunette est donc :

$$\alpha' = G\alpha = 45 \times 8 \times 10^{-5} = 3{,}6 \times 10^{-3}\ \text{rad}.$$

On compare cet angle à la limite de distinction de l'œil normal :

$$3{,}6 \times 10^{-3} > 2{,}9 \times 10^{-4}\ \text{rad}.$$

L'œil peut donc distinguer l'image agrandie. Il faut également que la lunette sépare les points considérés : c'est le cas puisque $8 \times 10^{-5}\ \text{rad} > 1{,}23 \times 10^{-5}\ \text{rad}$, résultat de A.3.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **Oui, théoriquement.** À travers la lunette, les anneaux sont vus sous un angle d'environ $3{,}6 \times 10^{-3}\ \text{rad}$, supérieur à la limite de résolution de l'œil normal. La limite de résolution de la lunette est elle aussi respectée.

Exercice III

6 points

Capteur d'arrosage capacitif

Partie A – Étude de la capacité du capteur en fonction de l'humidité

Question A.1.

Sujet p. 9

> La permittivité de l'air est εr,air = 1,0 alors que celle de l'eau est εr,eau = 80. En déduire, parmi l'air et l'eau, le milieu pour lequel la capacité du condensateur sera la plus grande.

La capacité vaut $C = \dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{\ell}$. Pour un condensateur donné, ε_0, S et ℓ sont constants : la capacité est donc proportionnelle à la permittivité relative ε_r. Or $\varepsilon_{r,\text{eau}} = 80 > \varepsilon_{r,\text{air}} = 1{,}0$.

RÉPONSE À RETENIR

La capacité est plus grande lorsque le condensateur est plongé dans l'eau.

Question A.2.

Sujet p. 9

> Justifier alors que, pour une même charge électrique q portée par une armature du condensateur, la tension électrique aux bornes de celui-ci est plus faible quand il est plongé dans l'eau que quand il est laissé à l'air libre.

Pour un condensateur, $q = Cu$, donc $u = \dfrac{q}{C}$. À charge q identique, la tension est inversement proportionnelle à la capacité. Or, d'après A.1, $C_{\text{eau}} > C_{\text{air}}$.

RÉPONSE À RETENIR

Ainsi, $u_{\text{eau}} = \dfrac{q}{C_{\text{eau}}} < \dfrac{q}{C_{\text{air}}} = u_{\text{air}}$: la tension est plus faible dans l'eau.

Partie B – Étude de la charge d'un condensateur

Question B.1.

Sujet p. 10

> Établir, pour le circuit de la figure 3, la relation entre E, uR(t) et uC(t).

On applique la loi des mailles au circuit série de la figure 3. Avec les sens des tensions indiqués sur le schéma, la tension du générateur est égale à la somme des tensions aux bornes de la résistance et du condensateur.

RÉPONSE À RETENIR

$E = u_R(t) + u_C(t)$.

Question B.2.

Sujet p. 10

> Donner la relation mathématique entre l'intensité du courant i(t) et la charge électrique q(t) qui traverse une portion de circuit. Préciser les unités de chacune des grandeurs.

L'intensité du courant est le débit de charge électrique qui traverse une section du circuit. Elle est égale à la variation de la charge par unité de temps.

RÉPONSE À RETENIR

$i(t) = \dfrac{\mathrm{d}q(t)}{\mathrm{d}t}$. L'intensité i s'exprime en ampères (A), la charge q en coulombs (C) et le temps t en secondes (s). Ainsi, $1\,\mathrm{A} = 1\,\mathrm{C\,s^{-1}}$.

Question B.3.

Sujet p. 10

Montrer alors que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension uC aux bornes du condensateur est : duC(t)/dt + [1/(R × Cair)]uC(t) = E/(R × Cair).

La loi des mailles donne $E = u_R + u_C$. La loi d'Ohm donne $u_R = Ri$. Pour le condensateur, $q = C_{\text{air}} u_C$, donc, puisque sa capacité est constante, $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = C_{\text{air}} \dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$. En substituant ces deux expressions dans la loi des mailles, on obtient $E = RC_{\text{air}} \dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C$. En divisant par RC_{air}, on retrouve l'équation demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$$\frac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{RC_{\text{air}}} u_C(t) = \frac{E}{RC_{\text{air}}}.$$

Question B.4.1.

Sujet p. 10

Montrer que uC(t) = E × (1 − e^(−t/τ)) est solution de l'équation différentielle à condition que τ = R × Cair.

Pour $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$, on a $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \dfrac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$. Le membre de gauche de l'équation différentielle de B.3 devient alors $\dfrac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + \dfrac{E}{RC_{\text{air}}}(1 - e^{-t/\tau})$. Lorsque $\tau = RC_{\text{air}}$, les termes exponentiels s'annulent et il reste $\dfrac{E}{RC_{\text{air}}}$, qui est bien le membre de droite. De plus, $u_C(0) = 0$, conformément à la condition initiale d'un condensateur déchargé.

RÉPONSE À RETENIR

La fonction proposée est bien solution pour $\boxed{\tau = RC_{\text{air}}}$.

Question B.4.2.

Sujet p. 10

Nommer le produit des grandeurs R et Cair.

Le produit d'une résistance par une capacité s'exprime en secondes, car $\Omega \cdot \mathrm{F} = \mathrm{s}$. Dans un circuit RC, il caractérise la durée caractéristique de la charge ou de la décharge.

RÉPONSE À RETENIR

RC_{air} est la constante de temps du circuit, notée τ.

Question B.5.

Sujet p. 10

Montrer qu'une fois avoir attendu un temps suffisamment long, la charge du condensateur vaut Qchargé = Cair × E.

Après un temps suffisamment long devant τ, $e^{-t/\tau}$ tend vers zéro. D'après l'expression de la tension obtenue en B.4.1, u_C tend alors vers E. Avec la relation $q = C_{\text{air}} u_C$, la charge finale vaut donc $C_{\text{air}} E$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{Q_{\text{chargé}} = C_{\text{air}} E}$.

Partie C – Utilisation en situation du capteur

Question C.1.

Sujet p. 10, 11

> Recopier puis compléter la ligne 6 afin d'y faire figurer la valeur mesurée par le capteur dans le cas où il est uniquement dans l'eau.

L'énoncé indique que la mesure effectuée lorsque le capteur est plongé uniquement dans l'eau vaut 217. On inscrit donc cette valeur dans la déclaration de la constante `eau`.

RÉPONSE À RETENIR

```
const int eau = 217;
```

Question C.2.

Sujet p. 10, 11

> Expliquer pourquoi la valeur mesurée par le capteur une fois mis dans le pot de la plante sera forcément comprise entre 217 et 595.

Les deux valeurs de référence sont 595 dans l'air et 217 dans l'eau. L'énoncé précise que, dans la terre du pot, la mesure est comprise entre les valeurs minimale et maximale déterminées avec ces deux milieux. Cette plage est cohérente avec le fonctionnement du capteur : la présence d'eau augmente la capacité, et, à charge donnée, une capacité plus grande correspond à une tension plus faible (A.1 et A.2). La mesure évolue donc entre les valeurs de référence de l'air et de l'eau.

RÉPONSE À RETENIR

Dans le pot, la valeur mesurée est comprise entre 217 et 595, bornes incluses.

Question C.3.

Sujet p. 11

> Proposer une expression littérale permettant de déterminer le pourcentage d'humidité relative quand le capteur est en cours d'utilisation dans un pot en fonction des variables « valeur_exp », « sec » et « eau ».

On associe $0\,\%$ à la référence « air », lorsque $\text{valeur_exp} = \text{sec}$, et $100\,\%$ à la référence « eau », lorsque $\text{valeur_exp} = \text{eau}$. La mesure diminue de $\text{sec} - \text{eau}$ entre ces deux références. Une interpolation linéaire donnant ces deux pourcentages aux bornes est donc $100\dfrac{\text{sec} - \text{valeur_exp}}{\text{sec} - \text{eau}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$$\text{pourcentage_humidite} = 100\,\frac{\text{sec} - \text{valeur_exp}}{\text{sec} - \text{eau}}.$$

Question C.4.

Sujet p. 11

> Donner alors le code à écrire à la ligne 17 qui réalise le calcul de la valeur pour la variable « pourcentage_humidite

».

On traduit l’expression de C.3 en langage C/C++. La multiplication par 100 est effectuée avant la division entière, ce qui permet de conserver la précision du calcul entier jusqu’au résultat final.

RÉPONSE À RETENIR

```
int pourcentage_humidite = 100 * (sec - valeur_exp) / (sec - eau);
```

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2023/spe-physique-chimie-2023-nouv-caledonie-1-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.