Corrigé complet — Bac 2025 Asie Jour 2

Physique-chimie, enseignement de spécialité **20 points** **3 h 30**

Ex 1	**Batteries au lithium** Dilution · Diagramme de prédominance · Titrage pH-métrique · Fonctionnement d'une pile · Capacité électrique	9 pts	1 h 35	11 questions	p. 2
Ex 2	**Slam dunk au golf** Effet Doppler · Deuxième loi de Newton · Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme · Équations horaires · Équation de la trajectoire	6 pts	1 h 03	7 questions	p. 6
Ex 3	**Paiement sans contact** Circuit RC série · Charge d'un condensateur · Équation différentielle du premier ordre · Constante de temps · Analyse dimensionnelle · Validation d'un modèle	5 pts	53 min	6 questions	p. 9

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en temps limité, puis corrige-toi exercice par exercice. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

Batteries au lithium

Bac 2025 Asie Jour 2 · Exercice 1 **9 points** **Durée conseillée 1 h 35**

Q1 Donner la liste de la verrerie à utiliser pour préparer la solution S par dilution du filtrat.

Données utiles $V = 200{,}0$ mL de solution S ; dilution au centième

Diluer au centième, c'est prélever un volume de filtrat cent fois plus petit que le volume final : $V_{\text{prélevé}} = \dfrac{V}{100} = \dfrac{200{,}0}{100} = 2{,}0$ mL.

- un bécher, dans lequel on verse un peu de filtrat pour le prélèvement ;
- une pipette jaugée de 2,0 mL (avec son dispositif d'aspiration) ;
- une fiole jaugée de 200,0 mL, complétée à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Bécher, pipette jaugée de 2,0 mL, fiole jaugée de 200,0 mL.

PIÈGE
Citer une éprouvette graduée ou une pipette graduée : une dilution précise exige de la verrerie jaugée, pour le prélèvement comme pour le volume final. On ne pipette jamais directement dans le flacon.

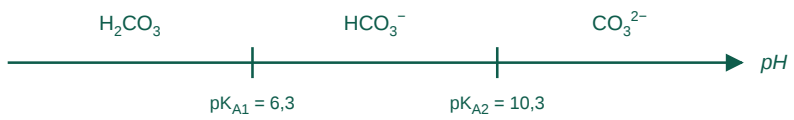
Q2 Tracer le diagramme de prédominance des espèces acido-basiques $H_2CO_3\,(aq)$, $HCO_3^-\,(aq)$ et $CO_3^{2-}\,(aq)$.

Données utiles H_2CO_3 / HCO_3^- : $pK_{A1} = 6{,}3$; HCO_3^- / CO_3^{2-} : $pK_{A2} = 10{,}3$

Sur un axe gradué en pH, l'acide d'un couple prédomine pour $pH < pK_A$ et sa base conjuguée pour $pH > pK_A$.

H_2CO_3 prédomine pour $pH < 6{,}3$; HCO_3^- pour $6{,}3 < pH < 10{,}3$; CO_3^{2-} pour $pH > 10{,}3$.

MÉTHODE
Placer les pK_A par ordre croissant sur l'axe, puis ranger les espèces de la plus acide (à gauche) à la plus basique (à droite). L'espèce commune aux deux couples occupe le domaine central.



Q2 · Diagramme de prédominance des espèces carbonatées

Q3 Indiquer l'espèce prédominante présente initialement dans la solution titrée, de pH initial 11,4.

$pH = 11{,}4 > pK_{A2} = 10{,}3$: la solution se situe dans le domaine le plus à droite du diagramme.

L'espèce prédominante est l'ion carbonate $CO_3^{2-}\,(aq)$.

Q4 Préciser, en justifiant, si cette espèce est un acide, une base ou un ampholyte.

L'ion CO_3^{2-} peut capter un ion H^+ pour donner HCO_3^- : c'est la base du couple HCO_3^- / CO_3^{2-}. Il ne possède aucun atome d'hydrogène, il ne peut donc pas céder d'ion H^+ : ce n'est ni un acide ni un ampholyte.

CO_3^{2-} est une base.

COMPRENDRE
L'ampholyte de ce système est HCO_3^- : il est la base du premier couple et l'acide du second, ce qui se voit à sa position centrale dans le diagramme.

Q5 Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est l'état du système pour lequel le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage : les deux sont alors entièrement consommés.

COMPRENDRE
Avant l'équivalence, le réactif titrant est limitant ; après, c'est le réactif titré. L'équivalence correspond donc au changement de réactif limitant.

Q6 Donner la relation entre la quantité de matière initiale d'ions carbonate $n_0(CO_3^{2-})$ et la quantité d'ions oxonium $n_E(H_3O^+)$ versée à l'équivalence.

Données utiles $CO_3^{2-}(aq) + 2\,H_3O^+(aq) \longrightarrow H_2CO_3(aq) + 2\,H_2O(l)$

À l'équivalence, les réactifs sont en proportions stœchiométriques : $\dfrac{n_0(CO_3^{2-})}{1} = \dfrac{n_E(H_3O^+)}{2}$.

$$n_0(CO_3^{2-}) = \frac{n_E(H_3O^+)}{2}$$

PIÈGE
Placer le facteur 2 du mauvais côté. Il faut deux ions oxonium par ion carbonate : la quantité d'ions carbonate est la plus petite des deux.

Q7 Déterminer si l'objectif d'extraction du lithium de la saumure est atteint.

Données utiles $V_1 = 5{,}0$ mL ; $c_2 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $V_E = 15{,}2$ mL ; dilution au centième ; $M(CO_3^{2-}) = 60{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $C_{m0} = 60{,}0\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

L'objectif est atteint si la concentration en masse en ions carbonate du filtrat est au moins égale à C_{m0}.

Concentration de la solution S. D'après Q6, avec $n_0 = c_1 V_1$ et $n_E = c_2 V_E$:

$$c_1 = \frac{c_2\,V_E}{2\,V_1} = \frac{1{,}00 \times 10^{-2} \times 15{,}2}{2 \times 5{,}0} = 1{,}52 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Concentration du filtrat. Il a été dilué cent fois : $c_0 = 100\,c_1 = 1{,}52\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Concentration en masse. $C_m = c_0 \times M(CO_3^{2-}) = 1{,}52 \times 60{,}0 = 91\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

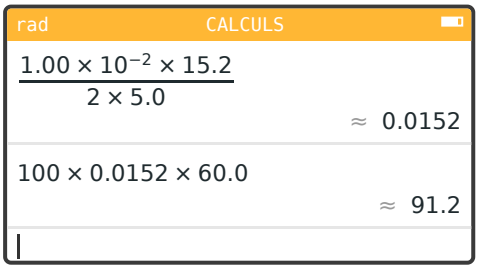
$C_m = 91\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1} > C_{m0} = 60{,}0\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$: l'objectif de récupérer 90 % du lithium est atteint.

PIÈGE
Oublier le facteur de dilution : le titrage donne la concentration de S, pas celle du filtrat. Sans le facteur 100, on trouverait $0{,}91\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et une conclusion fausse.

COMPRENDRE
Le résultat final est donné avec deux chiffres significatifs, comme la donnée la moins précise ($V_1 = 5{,}0$ mL). Les valeurs intermédiaires sont gardées sans arrondi dans la calculatrice.

MÉTHODE
Les volumes V_E et V_1 apparaissent en rapport : ils peuvent rester en mL, à condition d'être tous deux dans la même unité.

À LA CALCULATRICE



Q8 Associer, en justifiant, les réactions 1 et 2 aux électrodes cathode et anode de la figure 1.

Réaction 1 : $CoO_2\,(s) + Li^+\,(aq) + e^- \longrightarrow LiCoO_2\,(s)$. Des électrons sont captés : c'est une réduction, qui a lieu à la cathode.

Réaction 2 : $LiC_6\,(s) \longrightarrow Li^+\,(aq) + C_6\,(s) + e^-$. Des électrons sont cédés : c'est une oxydation, qui a lieu à l'anode.

La figure 1 le confirme : l'oxyde métallique de lithium est du côté de la cathode, le lithium carbonique (graphite) du côté de l'anode.

Réaction 1 (réduction) à la cathode ; réaction 2 (oxydation) à l'anode.

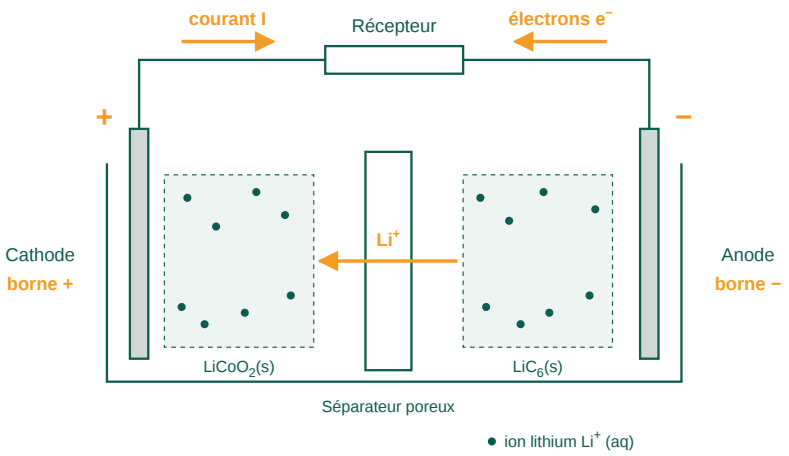
MÉTHODE
Les mots vont par paires de même initiale : Cathode et réduCtion (consonnes), Anode et Oxydation (voyelles). Il suffit ensuite de regarder de quel côté de l'équation se trouvent les électrons.

Q9 Faire apparaître sur le schéma de l'annexe : les polarités de la pile, le sens du courant à l'extérieur de la pile, le nom et le sens de déplacement des porteurs de charge à l'extérieur, le mouvement des ions lithium dans la pile.

- L'anode libère des électrons vers le circuit (réaction 2) : c'est la borne négative. La cathode, qui les reçoit, est la borne positive.
- À l'extérieur de la pile, le courant va de la borne $+$ (cathode) vers la borne $-$ (anode) en traversant le récepteur.
- Les porteurs de charge du circuit extérieur sont les électrons : ils circulent en sens inverse du courant, de l'anode vers la cathode.
- Dans la pile, les ions Li^+ formés à l'anode traversent le séparateur poreux et rejoignent la cathode, où ils sont consommés.

Cathode : borne $+$; anode : borne $-$; courant de la cathode vers l'anode dans le récepteur ; électrons et ions Li^+ de l'anode vers la cathode.

PIÈGE
Faire circuler des électrons dans la pile, ou des ions dans les fils. Les électrons ne se déplacent que dans les conducteurs métalliques ; à l'intérieur, ce sont les ions qui assurent le passage du courant.



Q9 · Annexe complétée : pile en décharge (tracés de l'élève en orange)

Q10 Calculer la quantité de matière d'électrons $n(\mathrm{e}^-)$ échangés lors d'une décharge complète de la batterie.

Données utiles $Q = 214\ \mathrm{A\cdot h}$; $1{,}0\ \mathrm{A\cdot h} = 3{,}6 \times 10^3\ \mathrm{C}$; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$; $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$

Capacité en coulombs : $Q = 214 \times 3{,}6 \times 10^3 = 7{,}70 \times 10^5$ C.

Comme $Q = n(\mathrm{e}^-) \times N_A \times e$:

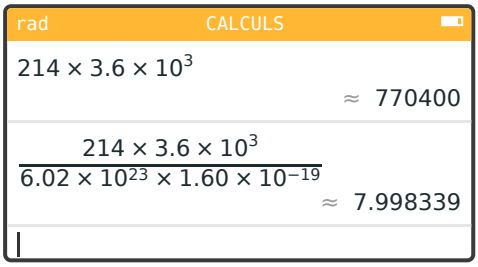
$$n(\mathrm{e}^-) = \frac{Q}{N_A \times e} = \frac{214 \times 3{,}6 \times 10^3}{6{,}02 \times 10^{23} \times 1{,}60 \times 10^{-19}}$$

$n(\mathrm{e}^-) = 8{,}00$ mol

PIÈGE
Laisser Q en ampères-heures : la relation n'est valable qu'avec Q en coulombs. Mettre le dénominateur entre parenthèses à la calculatrice.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme Q, N_A et e : la conversion $1\ \mathrm{A\cdot h} = 3\,600$ C est exacte et ne limite pas la précision.

À LA CALCULATRICE



Q11 En déduire la masse $m(\mathrm{LiC_6})$ de $\mathrm{LiC_6\,(s)}$ nécessaire.

Données utiles $n(\mathrm{e}^-) = 8{,}00$ mol (Q10) ; $M(\mathrm{LiC_6}) = 79{,}0\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$

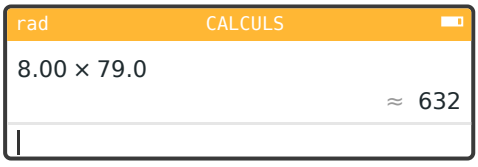
D'après la réaction 2, chaque mole de $\mathrm{LiC_6}$ consommée libère une mole d'électrons : $n(\mathrm{LiC_6}) = n(\mathrm{e}^-)$.

$$m(\mathrm{LiC_6}) = n(\mathrm{e}^-) \times M(\mathrm{LiC_6}) = 8{,}00 \times 79{,}0$$

$m(\mathrm{LiC_6}) = 632$ g

COMPRENDRE
C'est une masse minimale : elle suppose que tout le $\mathrm{LiC_6}$ réagit. Avec la valeur non arrondie de Q10 (7,998 mol), on retrouve 632 g.

À LA CALCULATRICE



Slam dunk au golf

Bac 2025 Asie Jour 2 · Exercice 2 **6 points** **Durée conseillée 1 h 03**

Q1 Nommer le phénomène physique lié au décalage de fréquence.

La balle, qui réfléchit l'onde, est en mouvement par rapport au radar : la fréquence de l'onde reçue diffère de celle de l'onde émise.

Ce phénomène est l'**effet Doppler**.

COMPRENDRE
La balle s'éloigne du radar placé derrière le joueur : l'onde reçue a une fréquence plus faible que l'onde émise. Le sujet donne donc la valeur absolue du décalage.

Q2 Calculer la valeur de la vitesse initiale v_0 de la balle frappée par la joueuse.

Données utiles $|\Delta f| = 4\,225$ Hz ; $f_E = 21{,}125$ GHz ; $c = 3{,}00 \times 10^8$ m · s^{-1}

D'après le document, $|\Delta f| = \dfrac{2\,v}{c}\,f_E$. On isole la vitesse :

$$v_0 = \frac{|\Delta f| \times c}{2\,f_E}$$

Avec $f_E = 21{,}125 \times 10^9$ Hz :

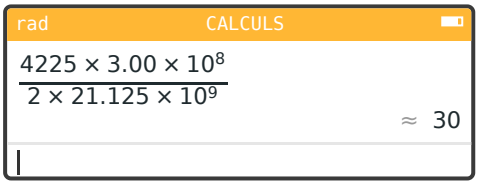
$$v_0 = \frac{4\,225 \times 3{,}00 \times 10^8}{2 \times 21{,}125 \times 10^9}$$

$v_0 = 30{,}0$ m · s^{-1}

PIÈGE
Laisser f_E en gigahertz alors que $|\Delta f|$ est en hertz : le résultat serait 10^9 fois trop grand. Oublier le facteur 2 double la vitesse.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme c, la donnée la moins précise. La calculatrice affiche 30 : on écrit $30{,}0$. Cela représente 108 km · h^{-1}, valeur plausible pour une joueuse amateure.

À LA CALCULATRICE



Q3 Déterminer les expressions littérales des coordonnées a_x et a_y du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre de masse G de la balle.

Système : {balle}, de masse m constante. Référentiel : terrestre, supposé galiléen.

Bilan des forces : uniquement le poids $\vec{P} = m\,\vec{g}$ (frottements de l'air négligés).

Deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\,\vec{a}$, soit $m\,\vec{g} = m\,\vec{a}$, donc $\vec{a} = \vec{g}$.

Le vecteur $\vec{g}$ est vertical et dirigé vers le bas, donc opposé à $\vec{j}$:

$a_x = 0$ et $a_y = -g$

PIÈGE
Écrire $a_y = g$: l'axe Oy est orienté vers le haut, la coordonnée est négative. La masse m se simplifie, elle ne doit pas apparaître dans le résultat.

MÉTHODE
Toujours les quatre mêmes étapes : système, référentiel galiléen, bilan des forces, deuxième loi de Newton. On projette ensuite sur les axes en regardant le sens de $\vec{g}$ sur la figure.

Q4 Montrer que les équations horaires du mouvement sont $x(t) = (v_0 \cos\alpha)\, t$ et $y(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + (v_0 \sin\alpha)\, t + h$.

Comme $\vec{a} = \frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$, on cherche les primitives de $a_x = 0$ et $a_y = -g$:

$$v_x(t) = C_1 \qquad v_y(t) = -g\, t + C_2$$

À $t = 0$, $\vec{v} = \vec{v}_0$ de coordonnées $(v_0 \cos\alpha\ ;\ v_0 \sin\alpha)$, donc $C_1 = v_0 \cos\alpha$ et $C_2 = v_0 \sin\alpha$:

$$v_x(t) = v_0 \cos\alpha \qquad v_y(t) = -g\, t + v_0 \sin\alpha$$

Comme $\vec{v} = \frac{\mathrm{d}\overrightarrow{OG}}{\mathrm{d}t}$, on prend de nouveau les primitives :

$$x(t) = (v_0 \cos\alpha)\, t + C_3 \qquad y(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + (v_0 \sin\alpha)\, t + C_4$$

À $t = 0$, G a pour coordonnées $(0\ ;\ h)$, donc $C_3 = 0$ et $C_4 = h$.

$x(t) = (v_0 \cos\alpha)\, t$ et $y(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + (v_0 \sin\alpha)\, t + h$: ce sont les équations attendues.

PIÈGE
Oublier les constantes, ou poser $y(0) = 0$: G part d'une hauteur h au-dessus du sol. Inverser $\cos\alpha$ et $\sin\alpha$: l'angle α est mesuré à partir de l'axe Ox.

MÉTHODE
Deux intégrations successives : accélération, puis vitesse, puis position. Après chacune, une constante par coordonnée, fixée par la condition initiale correspondante (vitesse initiale, puis position initiale).

Q5 En déduire que l'équation de la trajectoire s'écrit $y(x) = -\frac{1}{2}\, g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + x \tan\alpha + h$.

On exprime le temps à partir de $x(t)$: $\quad t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$

On remplace t dans $y(t)$:

$$y(x) = -\frac{1}{2}\, g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha \times \frac{x}{v_0 \cos\alpha} + h$$

Dans le deuxième terme, v_0 se simplifie et $\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \tan\alpha$:

$y(x) = -\frac{1}{2}\, g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + x \tan\alpha + h$: c'est l'équation attendue.

COMPRENDRE
L'équation est de la forme $y = A\, x^2 + B\, x + C$ avec $A < 0$: la trajectoire est une portion de parabole tournée vers le bas. Le temps n'y apparaît plus.

Q6 Indiquer les paramètres initiaux de lancement sur lesquels la joueuse peut intervenir pour réussir le slam dunk.

L'équation de la trajectoire dépend de g, h, v_0 et α. La pesanteur g ne se choisit pas et la hauteur h de la balle posée est fixée.

La joueuse peut agir sur la **valeur v_0 de la vitesse initiale** et sur l'**angle α** de tir.

COMPRENDRE
La masse m ne figure pas dans l'équation de la trajectoire : sans frottements, changer de balle ne modifie rien. En pratique, α dépend du club choisi et v_0 de la force de la frappe.

Q7 Indiquer si, avec $\alpha = 39^\circ$ et $v_0 = 30\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, la joueuse réussit un slam dunk.

Données utiles $d = 1{,}5 \times 10^2$ m ; $h = 3{,}0$ cm $= 3{,}0 \times 10^{-2}$ m ; $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$; équation de la trajectoire (Q5)

Le slam dunk est réussi si la balle retombe au sol exactement dans le trou, c'est-à-dire si $y(d) = 0$.

On calcule l'ordonnée de la trajectoire à l'abscisse $x = d$:

$$y(d) = -\frac{1}{2} g \left(\frac{d}{v_0 \cos \alpha} \right)^2 + d \tan \alpha + h$$

$$y(d) = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times \left(\frac{1{,}5 \times 10^2}{30 \times \cos 39^\circ} \right)^2 + 1{,}5 \times 10^2 \times \tan 39^\circ + 3{,}0 \times 10^{-2}$$

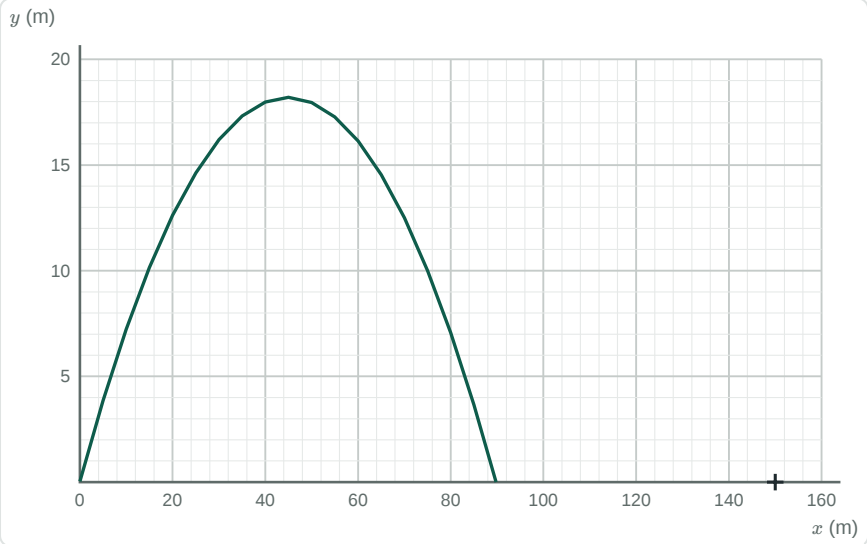
$$y(d) = -203 + 121 + 0{,}03 = -82\ \text{m}$$

Une ordonnée négative est impossible (la balle ne traverse pas le sol) : elle a touché le sol avant d'arriver au trou.

$y(d) = -82\ \text{m} \neq 0$: le slam dunk **n'est pas réussi**, la balle retombe trop tôt.

PIÈGE
Calculatrice en radians : $\cos 39$ et $\tan 39$ sont alors faux, sans message d'erreur. Vérifier le mode degré. Convertir aussi h en mètres.

COMPRENDRE
Autre démarche possible : résoudre $y(x) = 0$. La racine positive donne un point de chute vers $x \approx 90$ m, soit environ 60 m avant le trou. Il faudrait une vitesse initiale nettement plus grande.



Q7 · Trajectoire calculée pour $\alpha = 39^\circ$ et $v_0 = 30\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; la croix marque le trou

Paiement sans contact

Bac 2025 Asie Jour 2 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Exprimer l'intensité $i(t)$ du courant en fonction de la tension u_C aux bornes du condensateur et de sa capacité C.

L'intensité est le débit de charge sur l'armature du condensateur : $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$.

Or la charge portée par l'armature est $q = C\,u_C$, avec C constante, donc :

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

PIÈGE

Écrire $i = C\,u_C$ ou $i = \dfrac{u_C}{C}$. L'intensité dépend de la variation de u_C, pas de sa valeur : quand le condensateur est chargé, $u_C = E$ et pourtant $i = 0$.

Q2 Montrer que la tension u_C vérifie $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \dfrac{u_C}{\tau} = \dfrac{E}{\tau}$ et exprimer τ en fonction de R et de C.

Données utiles $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ (Q1)

Interrupteur fermé, la loi des mailles donne : $E = u_R + u_C$.

Loi d'Ohm pour le conducteur ohmique : $u_R = R\,i = R\,C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ (Q1).

On a donc $R\,C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$, puis, en divisant chaque terme par $R\,C$:

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{R\,C} = \frac{E}{R\,C}$$

C'est l'équation attendue, avec $\tau = R\,C$.

MÉTHODE

Toujours le même enchaînement pour un circuit RC : loi des mailles, loi d'Ohm, relation $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, puis division pour que le coefficient de la dérivée soit égal à 1.

Q3 Vérifier que l'unité de τ est la seconde.

Loi d'Ohm : $R = \dfrac{u_R}{i}$, donc R s'exprime en $\mathrm{V \cdot A^{-1}}$.

Relation de Q1 : $C = \dfrac{i}{\mathrm{d}u_C/\mathrm{d}t}$, donc C s'exprime en $\dfrac{\mathrm{A}}{\mathrm{V \cdot s^{-1}}} = \mathrm{A \cdot s \cdot V^{-1}}$.

Unité du produit $R\,C$: $\mathrm{V \cdot A^{-1} \times A \cdot s \cdot V^{-1}} = \mathrm{s}$.

$\tau = R\,C$ s'exprime bien en seconde.

COMPRENDRE

Autre voie, plus rapide : dans l'équation différentielle, les termes $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ et $\dfrac{u_C}{\tau}$ s'additionnent, donc ont la même unité, $\mathrm{V \cdot s^{-1}}$. Comme u_C est en volt, τ est en seconde.

Q4 Vérifier que $u_C = E\left(1 - \exp\left(-\dfrac{t}{\tau}\right)\right)$ est solution de l'équation différentielle.

On écrit $u_C = E - E\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$ et on dérive :

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = -E \times \left(-\frac{1}{\tau}\right)\mathrm{e}^{-t/\tau} = \frac{E}{\tau}\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$$

On reporte dans le membre de gauche de l'équation :

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

On retrouve le second membre $\dfrac{E}{\tau}$ à tout instant : la fonction proposée est bien solution.

PIÈGE

Oublier le facteur $-\dfrac{1}{\tau}$ en dérivant l'exponentielle, ou le signe : la dérivée de $\mathrm{e}^{-t/\tau}$ est $-\dfrac{1}{\tau}\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$.

COMPRENDRE

Cette solution respecte aussi la condition initiale : à $t = 0$, $u_C = E\,(1 - 1) = 0$, le condensateur est déchargé, comme sur la courbe de l'annexe.

Q5 Déterminer, en explicitant la démarche, la valeur de la constante de temps τ à partir de la courbe de l'annexe.

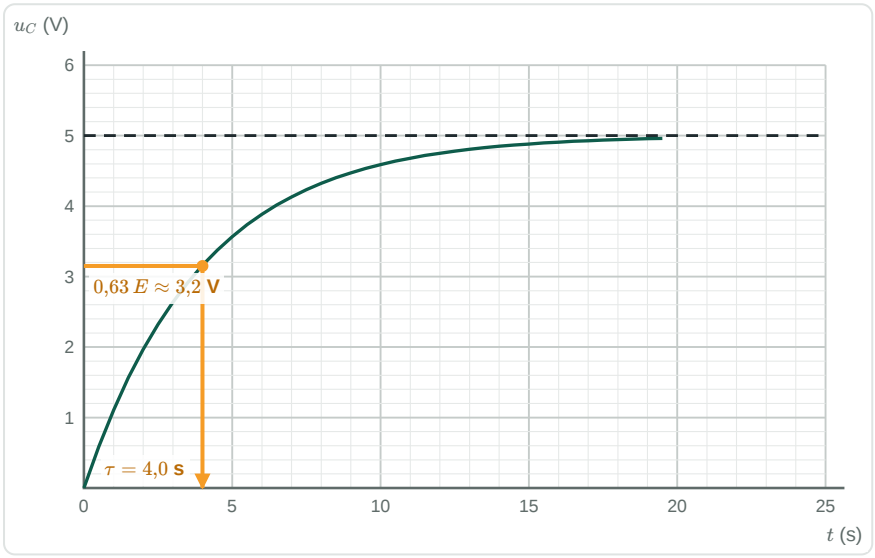
Données utiles $E = 5{,}0$ V ; courbe $u_C(t)$ de l'annexe

À l'instant $t = \tau$, la solution de Q4 donne $u_C(\tau) = E\,(1 - \mathrm{e}^{-1}) = 0{,}63\,E$.

$u_C(\tau) = 0{,}63 \times 5{,}0 = 3{,}2$ V

Sur l'annexe, on trace l'horizontale d'ordonnée 3,2 V jusqu'à la courbe, puis on lit l'abscisse du point d'intersection.

$\tau = 4{,}0$ s

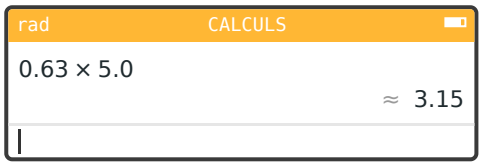


Q5 · Annexe complétée : lecture de τ à 63 % de la tension finale

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme E, et la lecture graphique ne permet pas mieux. Le calcul confirme la lecture : $\tau = RC = 100 \times 10^3 \times 40 \times 10^{-6} = 4{,}0$ s.

MÉTHODE
Autre démarche acceptée : tracer la tangente à la courbe à l'origine ; elle coupe l'asymptote $u_C = E$ à l'instant $t = \tau$. Elle est moins précise, car la tangente est délicate à tracer.

À LA CALCULATRICE



Q6 Indiquer, en justifiant, si le circuit réalisé modélise correctement le circuit de la puce d'une carte bancaire lors d'un paiement sans contact.

Données utiles $\tau = 4{,}0$ s (Q5) ; temps de réponse $t_r = \tau$; temps de réponse attendu : de 1 à 2 s

Le temps de réponse du circuit réalisé est $t_r = \tau = 4{,}0$ s.

Or le temps de réponse d'une puce doit être compris entre 1 s et 2 s : ici il est au moins deux fois trop long.

$t_r = 4{,}0$ s > 2 s : le circuit réalisé ne modélise pas correctement la puce d'une carte bancaire.

COMPRENDRE
Comme $\tau = RC$, il suffirait de diviser R ou C par un nombre compris entre 2 et 4 pour ramener le temps de réponse entre 1 s et 2 s.