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 2022 – (Métropole 1) - Bac 2022

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité — Proposition de corrigé Sujet 1

Table des matières

EXERCICE 1 : Commun à tous les candidats – Le colorant E127 2
1. Dosage du colorant E127 dans un révélateur de plaque dentaire 2
2. Synthèse de l'érythrosine à partir de la fluorescéine 3
3. Suivi cinétique de la décoloration d'une solution de colorant E127 par l'eau de Javel 3
EXERCICE A - La physique du jonglage : 5
EXERCICE B - Refroidissement d'un fer à cheval : 7
1. Chauffage du fer 7
2. Refroidissement du fer 7
2.1. Refroidissement à l'air libre 7
2.2. Refroidissement dans l'eau avant la pose. 8
EXERCICE C – Défibrillateur cardiaque : 9

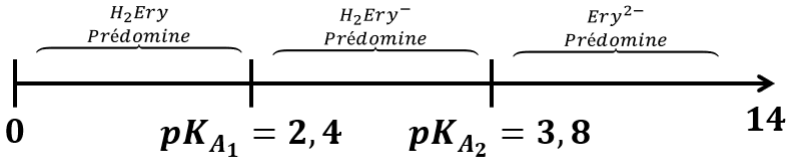
Ce corrigé est composé de 10 pages

EXERCICE 1 : Commun à tous les candidats – Le colorant E127

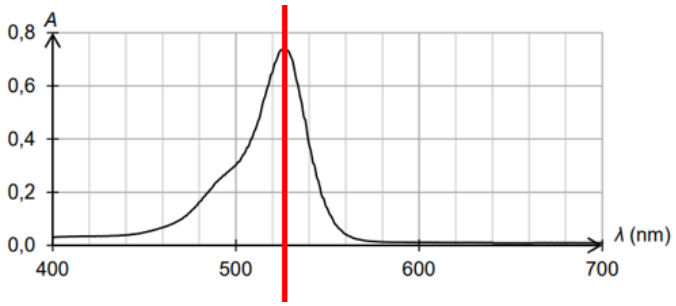
1. Dosage du colorant E127 dans un révélateur de plaque dentaire

1. A : Groupe hydroxyle
   B : Groupe carboxyle
   C : Groupe carbonyle

2. Etablissons le diagramme de prédominance,



Comme dans le révélateur de plaque dentaire étudié le pH vaut 7, d'après le diagramme de prédominance Ery^{2-} est l'espèce qui prédomine dans la solution.

3. 

La longueur d'onde d'absorption maximale est 525 nm. La couleur d'une espèce chimique est la couleur complémentaire à la couleur correspondant à la longueur d'onde maximale. Il s'agit de la couleur opposée au vert donc d'après le cercle chromatique, la solution est rouge.

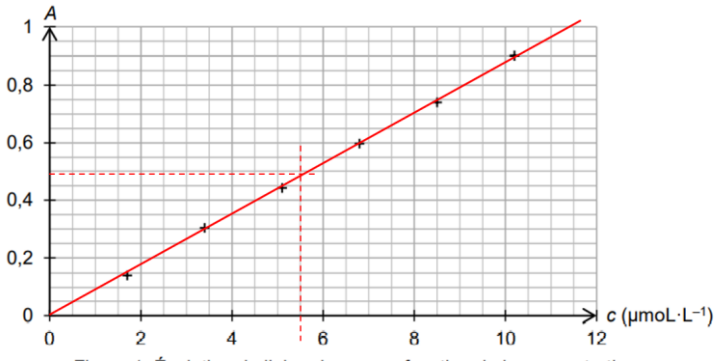
4. 

Figure 1. Évolution de l'absorbance en fonction de la concentration en quantité de matière de colorant E127 apporté

On trace la droite modèle (droite qui passe par l'origine et un maximum de points). On trace la droite d'équation y = 0,48 et on relève l'abscisse du point d'intersection. Ici, $[S] = 5,50\ \mu mol.L^{-1}$

Calculons le facteur de dilution de S, $F = \frac{V_s}{V_0} = \frac{2,0}{0,5\times10^{-3}} = 4,0 \times 10^3$

$$[E127] = F \times [S] = 4,0 \times 10^3 \times 5,50 \times 10^{-6} = 2,2 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

Soit P(E127) le titre massique,

$$P = \frac{m(E127)}{m} = \frac{[E127] \times M \times \cancel{V}}{\underbrace{\rho}_{\textbf{Attention à l'unité}} \times \cancel{V}} = \frac{2{,}2 \times 10^{-2} \times 880}{1{,}0 \times 10^{3}} \approx 1{,}9 \times 10^{-2} \Longrightarrow 1{,}9\%$$

Donc, le titre massique est en accord avec les données du fabriquant, il est fiable.

2. Synthèse de l'érythrosine à partir de la fluorescéine

5. **Etape n°1 :** étape de la **<u>transformation</u>**, les réactifs réagissent pour former les produits
   Etape n°2 : étape du **<u>traitement et de la purification</u>**, on traite le mélange pour extraire l'érythrosine (solide rouge) puis on le purifie grâce au lavage
   Etape n°3 : étape d'**<u>identification</u>**, on teste les caractéristiques du solide obtenue (T° de fusion) pour valider la pureté du produit.

6. Le chauffage du mélange réactionnel permet d'accélérer la vitesse de formation des produits.

7.

8. $\frac{n(H_2Flu)_i}{1} = \frac{m}{M} = \frac{5{,}0}{332} = 1{,}5 \times 10^{-2} mol \quad et \frac{n(i_2)_i}{4} = \frac{m}{4M} = \frac{9{,}5}{4\times254} = 9{,}4 \times 10^{-3} mol$

   $$\frac{n(H_2Flu)_i}{1} > \frac{n(i_2)_i}{4}$$

   Donc la diode est le réactif limitant.

9. $x_f = \frac{n(i_2)_i}{4} = n(H_2Ery)_{max}$

   $$\boxed{\boldsymbol{m(H_2Ery)_f = n(H_2Ery)_{max} \times M \times \eta = \frac{9{,}5}{4 \times 254} \times 836 \times 0{,}59 \approx 4{,}6\ g}}$$

10. On a vu que le titre massique de la solution décrite est de 2% :

    $$m_{flacon} = 0{,}02 \times V \times \rho = 0{,}019 \times 10 \times 1{,}0 = 0{,}2\ g$$

    Chaque échantillon contient donc 0,2 g de colorant E17, soit :
    Calculons la quantité de matière en colorant formée,

    $$n(H_2Ery)_f = \frac{4{,}6}{836} \approx 5{,}5 \times 10^{-2}\ donc\ m(E127) = 5{,}5 \times 10^{-2} \times 880 \approx 4{,}8\ g$$

    $$\boxed{\frac{4{,}8}{0{,}2} = 24}$$

    On peut donc réaliser 24 flacons.

3. Suivi cinétique de la décoloration d'une solution de colorant E127 par l'eau de Javel

10. La concentration en réactif $[Ery^{2-}]$ dans l'expérience A suit une décroissance exponentielle tout comme l'expérience B, mais cette décroissance est moins rapide dans l'expérience A.

D'après le cours, on sait que la vitesse de disparition des réactifs est proportionnelle à la concentration initiale en réactif. On peut donc en conclure que $[ClO^-]_{iA} < [ClO^-]_{iB}$

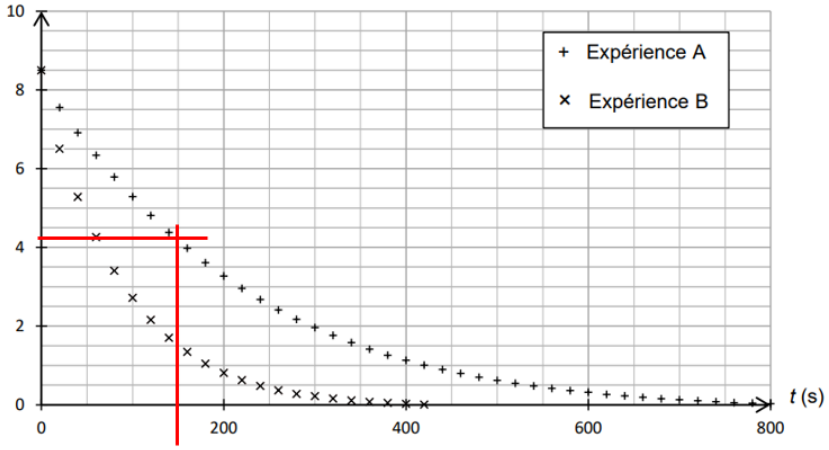


Figure 2. Évolution de la concentration en quantité de matière de la forme Ery^{2-} de l'érythrosine pour l'expérience A et B

11. Graphiquement on voit que le temps de demi-réactions est de 150 s, soit 2,5 minutes. La réaction est **lente.**

12. On peut optimiser la synthèse en augmentant la concentration en ion hypochlorite (en utilisant une eau de Javel plus concentrée), par l'introduction d'un catalyseur ou par l'augmentation de la température du milieu réactionnel.

EXERCICE A - La physique du jonglage :

1. Le mouvement de la balle sur l'axe y lors de la première phase est parabolique. Sa vitesse sur l'axe y décroit de manière uniforme.

2. Grâce au graphique 2, on peut dire qu'à la fin de la phase 1, en prenant comme origine la paume du jongleur, on peut dire que la balle est passée de la main droite du joueur et se dirige vers sa main gauche. La main gauche rattrape la balle à 0,8 s accompagne le mouvement puis renvoie la balle vers la main droite à t = 0,9 s et à l'altitude de -0,36 m.

3. Dans le cadre de la chute libre, le système {C de la balle, de masse m} dans le référentiel terrestre, n'est soumis qu'à son poids, donc d'après la deuxième loi de Newton,

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\ \vec{a}$$
$$\vec{P} = m.\ \vec{a}$$
$$\vec{g} = \ \vec{a}$$
$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

   En cherchant une primitive du vecteur $\vec{a}$,
   On voit que $v_x(t) = C_1$ et d'après la condition initiale celle-ci vaut v_{0x}, il s'agit bien d'une constante.

4. $E_{m_0} = E_{c_0} + E_{pp_0} = \frac{1}{2}mv_0^2 + m \times g \times y \quad , Or\ y = 0\ et\ v_0 = \sqrt{{v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2}$
   $D'o\grave{u}\ \ E_{m_0} = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m\left(\sqrt{{v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2}^2\right) = \frac{1}{2}m({v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2)$

5. A l'altitude maximale H, à la flèche du mouvement, la vitesse sur l'axe y est nulle.
   En négligeant les forces de frottements, l'énergie mécanique se conserve tel que :

$$E_{m_0} = E_{c_H} + E_{pp_H} \Leftrightarrow \frac{1}{2}m\left({v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2\right) = \frac{1}{2}mv_x^2 + m \times g \times H$$
$$\Leftrightarrow H = \frac{\frac{1}{2}m\left({v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2 - v_x^2\right)}{mg} = \frac{{v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2 - v_x^2}{2g}\ \ Or\ v_x\ est\ constate\ donc\ v_{0x}^2 = v_x^2$$
$$\Leftrightarrow \boxed{\boldsymbol{H = \frac{{v_{0y}}^2}{2g}}}$$

6. Par lecture graphique de la figure 2.b, on voit que $v_{0y} = 4{,}00\ m.s^{-1}$
$$H = \frac{4{,}00^2}{2 \times 9{,}81} = 0{,}815\ m$$
   Le graphique 2.a montre que la hauteur atteinte est légèrement supérieure à 0,81 m, la relation de H est cohérente.

7. On a établi à la question 3. que $\vec{g} = \ \vec{a}$
$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

Cherchons une primitive du vecteur $\vec{a}$,

$$F(t) = \vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -gt + C_2 \end{cases}$$

$$CI\ \ \overrightarrow{v_0}\begin{cases} v_{0x} \\ v_{0y} \end{cases}$$

D'où $\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} \\ v_y(t) = -gt + v_{0y} \end{cases}$

8. $\frac{dv_y}{dt} = a_y = -g = \frac{-1{,}2-4}{0{,}5-0} \approx -10{,}4$
On trouve une valeur proche de 9,81 m.s^{-2}, c'est cohérent. L'écart est dû au manque de précision dans la lecture graphique.

9. Cherchons une primitive du vecteur $\vec{v}$,

$$F(t) = \overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_{0x}.t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}.t + C_4 \end{cases}$$

$$CI\ \ \overrightarrow{OM}(O)\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$$

D'où $\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_{0x}.t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}.t \end{cases}$

$$\boxed{\boldsymbol{y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}.t}}$$

10. La balle est en l'air tant que $y(t) > 0$
Résolvons $y(t_{air}) = 0$:

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}.t_{air} = 0$$

$$\Leftrightarrow t_{air}(-\frac{1}{2}gt + v_{0y}) = 0$$

$$-\frac{1}{2}gt_{air} + v_{0y} = 0$$

$$\underbrace{t_{air} = 0}_{\substack{la\ balle\ vient \\ de\ quitter\ la\ main}} \quad ou \quad t_{air} = \frac{2v_{0y}}{g}$$

$$t_{air} = 2\frac{v_{0y}}{g} = \sqrt{4\frac{v_{0y}^2}{g^2}}\ or\ H = \frac{{v_{0y}}^2}{2g}$$

$$t_{air} = \sqrt{4\frac{2H}{g}} = \boxed{\sqrt{\frac{\boldsymbol{8H}}{\boldsymbol{g}}}}$$

11.

$$\boxed{t_{air} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{8 \times 0{,}81}}{\boldsymbol{9{,}81}}} \approx \boldsymbol{0{,}81\ s}}$$

On trouve une valeur en accord avec la valeur lue sur le graphique 2a.

EXERCICE B - Refroidissement d'un fer à cheval :

1. Chauffage du fer

1. $m_{Fer} = V_{Fer} \times \rho_{Fer} = 104 \times 7{,}87 = 818\ g$

2. {fer à cheval}

$$\Delta U = C \times \Delta T = c_{Fer} \times m_{Fer} \times (\theta_0 - \theta_{ext})$$
$$= 440 \times 818 \times 10^{-3} \times (900 - 15) \boxed{\approx \mathbf{3{,}2 \times 10^5 J}}$$

3. Au cours du transfert énergétique le système reçoit de l'énergie sous forme thermique, pour passer de 15 à 900°C il doit donc recevoir $\mathbf{3{,}2 \times 10^5 J}$. Au niveau microscopique l'agitation thermique augmente et les interactions microscopiques aussi (ex : énergie de liaison chimique).

2. Refroidissement du fer

Refroidissement à l'air libre

4. D'après la première loi de la thermodynamique : $\Delta U = Q + W$, comme le transfert énergétique n'a lieu que par transfert thermique $W = 0$

$$\Delta U = Q = \phi \times \Delta t$$

D'après la loi de Newton

$$\Delta U = h \times S \times (\theta_{ext} - \theta) \times \Delta t$$

Et

$$\Delta U = c_{Fer} \times m_{Fer} \times \Delta\theta$$

Il vient :

$$c_{Fer} \times m_{Fer} \times \Delta\theta = h \times S \times (\theta_{ext} - \theta) \times \Delta t$$
$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h \times S \times (\theta_{ext} - \theta)}{c_{Fer} \times m_{Fer}}$$
$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = -\frac{h \times S}{c_{Fer} \times m_{Fer}}\theta + \frac{h \times S}{c_{Fer} \times m_{Fer}}\theta_{ext}$$

On pose : $\tau = \frac{1}{\frac{h \times S}{c_{Fer} \times m_{Fer}}} = \frac{c_{Fer} \times m_{Fer}}{h \times S}$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = -\frac{\theta}{\tau} + \frac{\theta_{ext}}{\tau} \Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{ext}}{\tau}$$

Quand Δt tend vers 0 la limite de $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ vaut $\frac{d\theta}{dt}$, d'où

$$\boxed{\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{ext}}{\tau}}$$

5. Les solutions de cette équation sont de la forme :

$$\theta(t) = ke^{-\frac{1}{\tau}t} - \frac{\frac{\theta_{ext}}{\tau}}{-\frac{1}{\tau}} = ke^{-\frac{1}{\tau}t} + \theta_{ext}$$

Or à t = 0 $\theta(0) = \theta_0$ *donc*

$$ke^{-\frac{1}{\tau}\times 0} + \theta_{ext} = \theta_0 \Leftrightarrow k + \theta_{ext} = 15 \Leftrightarrow k = 15 - \theta_{ext}$$

$$D'où\ \boxed{\theta(t) = (\theta_0 - \theta_{ext})e^{-\frac{1}{\tau}t} + \theta_{ext}}$$

6. Après 2 minutes, $\theta(120) = (900 - 15)e^{-\frac{1}{880}120} + 15 = 787\ °C$, **le fer est bien très chaud après 2 minutes.**

Refroidissement dans l'eau avant la pose.

7. $\tau_{eau} = \frac{m_{fer}.c_{fer}}{h_{eau}.S} = \frac{880 \times 10^{-3} \times 440}{360 \times 293 \times 10^{-4}} \approx 33{,}37s$

Résolvons $\theta(t) = 40°C$,

$$\theta(t) = (\theta_0 - \theta_{ext})e^{-\frac{1}{\tau}t} + \theta_{ext} \Leftrightarrow \frac{\theta(t) - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}} = e^{-\frac{1}{\tau}t} \Leftrightarrow -\frac{1}{\tau}tln(e)$$

$$= \ln\left(\frac{\theta(t) - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right) \Leftrightarrow t = -\tau \ln\left(\frac{\theta(t) - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right)$$

$$t = -33{,}37 \ln\left(\frac{40 - 15}{600 - 15}\right)$$

$$t = -33{,}37 \ln\left(\frac{40 - 15}{600 - 15}\right) \approx \boxed{105\ s}$$

8. En réalité, le transfert énergétique n'a pas lieu uniquement par convection, le système émet aussi de l'énergie par rayonnement (d'où la couleur rougeâtre du fer chaud) ce qui explique que la température diminue plus rapidement. Par ailleurs, la température de l'eau varie, et une partie de l'eau se vaporise.

EXERCICE C – Défibrillateur cardiaque :

1. L'interrupteur doit être basculé en position 1.

2. D'après la loi des mailles :

$$E - u_r(t) - u_C(t) = 0 \Leftrightarrow u_r(t) + u_C(t) = E$$

D'après la loi d'ohm :

$$r = \frac{u_r(t)}{i} \Leftrightarrow u_r(t) = r \times i$$

Or, $i = \frac{dq}{dt} = \frac{du_C(t) \times C}{dt} = C \times \frac{du_C(t)}{dt}$

$$u_r(t) = r \times C \times \frac{du_C(t)}{dt}$$

Il vient : $\boxed{r \times C \times \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = E}$

3. $\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{1}{rC}u_C(t) + \frac{E}{rC}$

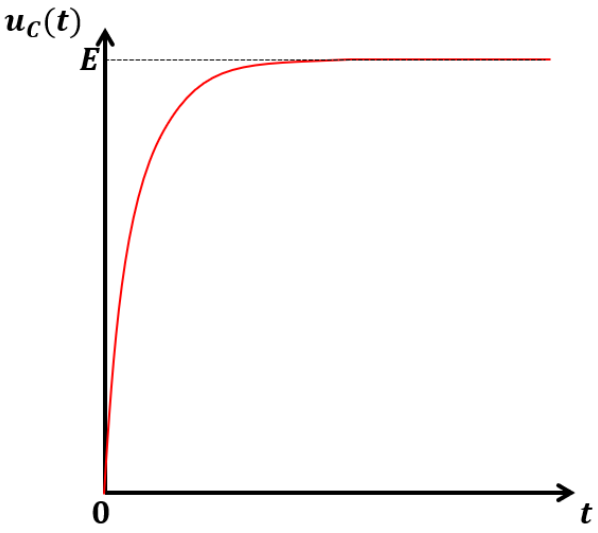
Une solution de cette équation est de la forme :

$$u_C(t) = ke^{-\frac{1}{RC}t} - \frac{\frac{E}{\cancel{RC}}}{-\frac{1}{\cancel{RC}}} = ke^{-\frac{1}{RC}t} + E$$

Or comme à t = 0, le condensateur n'est pas chargé : $u_C(t) = 0$

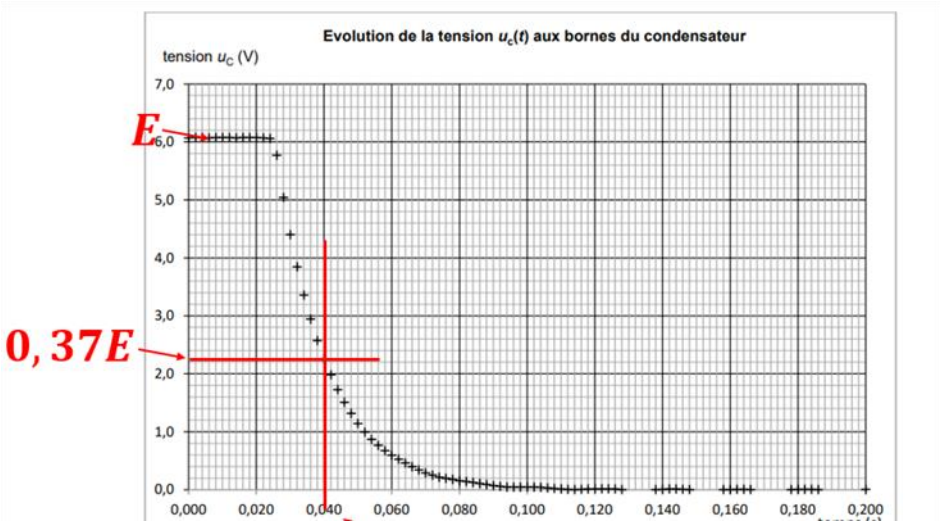
$$\Leftrightarrow ke^{-\frac{1}{RC}0} + E = 0$$
$$\Leftrightarrow k + E = 0$$
$$\Leftrightarrow k = -E$$
$$u_C(t) = -Ee^{-\frac{1}{RC}t} + E \Leftrightarrow u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$$
$$D'où : u_C(t) = E\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau_{charge}}t}\right) ; avec\ \tau_{charge}(en\ s) = RC$$

4.



5. $u_C(5\tau_{charge}) = E\left(1 - e^{-\frac{5\tau_{charge}}{\tau_{charge}}}\right) = E(1 - e^{-5}) \approx \boxed{\mathbf{0,99E}} \Rightarrow u_C(5\tau_{charge}) = 99\%\ de\ E$

6. Graphiquement, on voit que le condensateur commence à se décharger à t=0,024, c'est à cet instant que l'on a basculer la position de l'interrupteur

7. 

Graphiquement on voit que $\tau_{graph} = 0{,}040 - 0{,}024 = 0{,}016\ s$. Or $\tau_{décharge} = C \times R = 1{,}5 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{3} = 0{,}015\ s$, le temps caractéristique du graphique est donc cohérent avec les données.

8. Par analogie, on peut considérer qu'au bout de $5\tau_{décharge}$ le condensateur est totalement déchargé :

$$5\tau_{décharge} = 5 \times R_{moyen}C = 5\frac{50+150}{2} \times 170 \times 10^{-6} = \boxed{8{,}5\ \times 10^{-2}s}$$

Comme d'après l'énoncé il faut moins de 4 s pour décharger complètement le défibrillateur notre résultat est cohérent.

➢ Corrigé proposé par **GRANDIDIER Laëtitia**
Pour https://www.sujetdebac.fr

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.