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 STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

SESSION 2023

Physique-Chimie et Mathématiques

ÉPREUVE DU LUNDI 20 MARS 2023

Durée de l'épreuve : **3 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

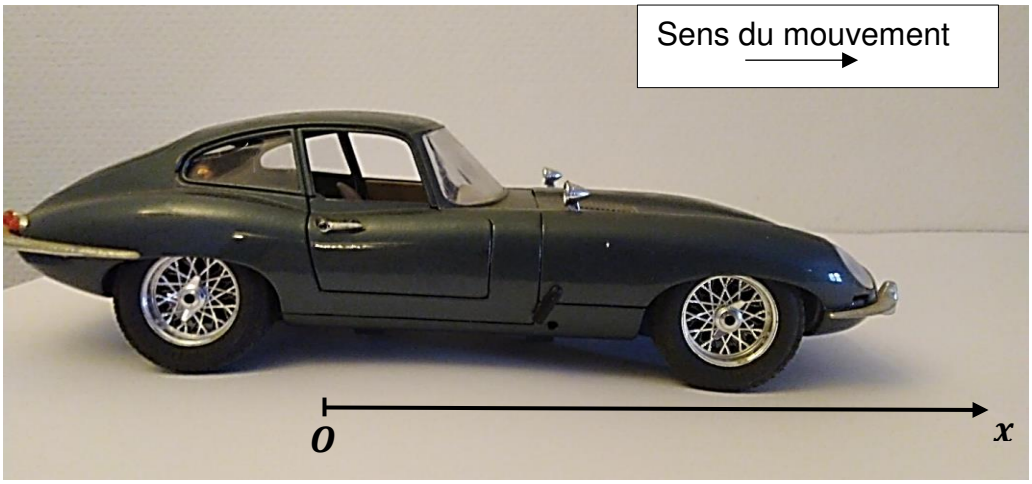
Le document réponse page 9 est à rendre avec la copie.

PHYSIQUE-CHIMIE.....14/20 points
MATHÉMATIQUES.....6/20 points

EXERCICE 1 (5 points)

(physique-chimie et mathématiques)

Lors d'une séance expérimentale, un binôme d'élèves réalise la vidéo du mouvement d'une voiture miniature de masse $m = 0{,}040\ \text{kg}$, en roue libre. L'objectif de l'expérience est de déterminer l'intensité F de l'ensemble des forces de frottement qui s'exercent sur la voiture et la distance d parcourue avant l'arrêt. Les forces de frottement sont supposées constantes. L'étude est menée dans le référentiel du sol supposé galiléen. Le mouvement de la voiture est rectiligne et s'effectue selon un axe horizontal (Ox) fixe.



L'analyse de la vidéo obtenue par le binôme d'élèves, au moyen d'un logiciel de pointage, permet d'obtenir le graphe de l'évolution de la position x du centre de masse G de la voiture au cours du temps.

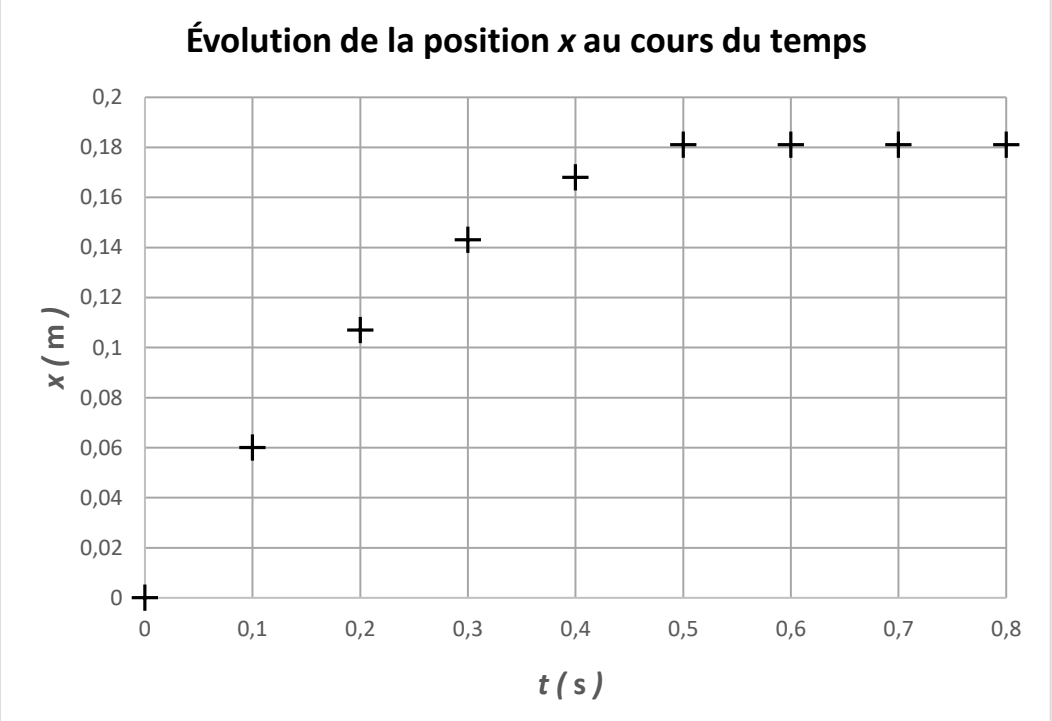


Figure 1

1. En prenant appui sur la **figure 1** et en justifiant, décrire l'évolution (croissante, décroissante…) de la vitesse de la voiture au cours du temps.

2. En utilisant la **figure 1**, calculer la vitesse moyenne de la voiture entre les instants $t_0 = 0$ et $t = 0{,}1$ s.

Le nuage expérimental de points peut être modélisé par une fonction polynomiale sur l'intervalle de temps $[0\,;0{,}50]$, le temps étant exprimé en secondes. On rappelle que la position x est exprimée en mètres.
Cette fonction, notée x, a pour expression :

$$x(t) = -0{,}58 \times t^2 + 0{,}65 \times t$$

La fonction x est dérivable sur l'ensemble des réels. On note x' sa dérivée.

3. Déterminer $x'(t)$ pour tout réel t.

4. Calculer $x'(0)$.

5. Nommer la grandeur physique à laquelle fait référence $x'(0)$.

6. Déduire de la question 3 la valeur de l'accélération définie sur l'intervalle de temps $[0\,;\,0{,}50]$, le temps étant exprimé en secondes. Interpréter le signe dans la situation étudiée.

7. Réaliser le bilan des forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur la voiture au cours de son mouvement. Les représenter sans souci d'échelle sur un schéma où la voiture est réduite à son centre de masse G.

8. En utilisant la seconde loi de Newton, montrer que l'intensité F de l'ensemble des forces de frottement s'exerçant sur le système voiture s'écrit :

$$F = -m \times a$$

9. Montrer que la valeur numérique de l'intensité F de l'ensemble des forces de frottements est égale à $4{,}6 \times 10^{-2}$ N.

On rappelle que la voiture parcourt une distance d avant de s'arrêter et que le travail de la force constante $\vec{F}$ entre le point de départ O et le point d'arrêt A s'écrit $W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{OA}$.

10. Montrer que $W(\vec{F}) = -F \times d$.

La variation de l'énergie cinétique du système voiture entre les instants $t_0 = 0$ et $t_f = 0{,}5$ s (instant à partir duquel on considère la vitesse nulle) est égale au travail de l'ensemble des forces de frottements.

11. En déduire la valeur de la distance d parcourue par la voiture entre les instants t_0 et t_f. Confronter le résultat obtenu à celui que l'on peut déterminer sur la **figure 1**.

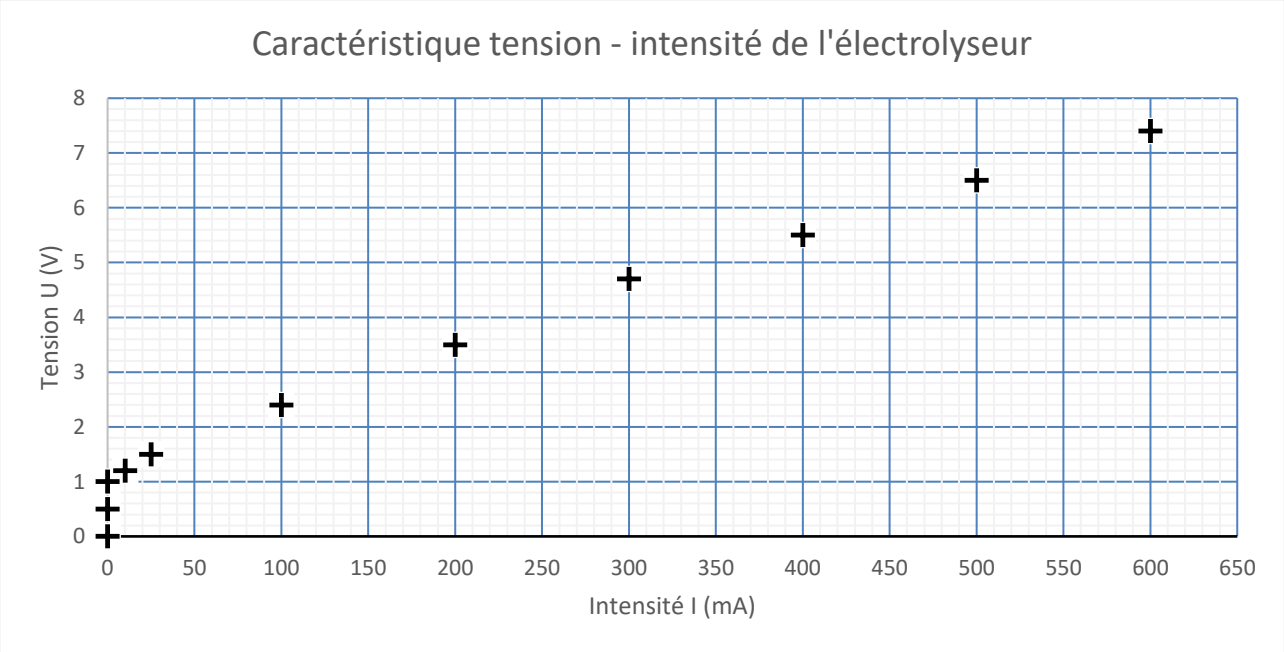
EXERCICE 2 (5 points)

(physique-chimie)

La mobilité décarbonée est un défi à relever afin de limiter la pollution engendrée par les modes de transport classiques. Une solution proposée est celle de véhicules électriques utilisant une pile à hydrogène qui nécessite du dihydrogène pour fonctionner.

On s'intéresse à la production du dihydrogène par l'électrolyse de l'eau acidifiée par la présence d'acide sulfurique $(2\mathrm{H}^+, {\mathrm{SO}_4}^{2-})$ dans un électrolyseur de laboratoire de lycée. Lors de cette transformation chimique, l'eau se décompose et il se forme du dihydrogène et du dioxygène. Dans la littérature, les rendements indiqués dans le cas de l'électrolyse industrielle de l'eau sont compris entre 75 et $90\ \%$.

Un électrolyseur est un dipôle qui convertit une partie de l'énergie électrique reçue en énergie chimique. Au laboratoire, on dispose de l'électrolyseur schématisé sur le **document réponse DR1 page 9** et dont la caractéristique tension-intensité est donnée ci-dessous.



Données :

- Énergie chimique nécessaire à la formation d'un volume égal à $1{,}0\ \mathrm{mL}$ de dihydrogène, à la pression atmosphérique, lors de l'électrolyse de l'eau réalisée au laboratoire : $11\ \mathrm{J}$.
- Couples oxydant/réducteur mis en jeu lors de l'électrolyse : $\mathrm{H}^+(\mathrm{aq})/\mathrm{H}_2(\mathrm{g})$ et $\mathrm{O}_2(\mathrm{g})/\mathrm{H}_2\mathrm{O}(\mathrm{l})$.

1. Indiquer, en expliquant la réponse, si l'électrolyseur est un générateur ou un récepteur électrique. Schématiser la conversion énergétique qui a lieu dans l'électrolyseur en faisant apparaître les différentes formes d'énergie mises en jeu.

2. Compléter le schéma du montage d'électrolyse présenté dans **le document réponse DR1 page 9, à rendre avec la copie**, en indiquant le sens de circulation du courant et celui des électrons dans le circuit.

3. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation se produisant au niveau de l'électrode reliée à la borne négative du générateur (à cette électrode, le dégagement gazeux se produit dans le tube 1).

4. Préciser, en expliquant la réponse, si cette électrode constitue l'anode ou la cathode du dispositif.

5. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation se déroulant lors de l'électrolyse de l'eau.

6. Déterminer la valeur de la tension mesurée aux bornes de l'électrolyseur du laboratoire lorsqu'il est traversé par un courant électrique d'intensité égale à $500\ \mathrm{mA}$.

7. En déduire la valeur de la puissance électrique reçue par l'électrolyseur en fonctionnement dans ces conditions.

On réalise au laboratoire l'électrolyse de l'eau pendant une durée de deux minutes avec une intensité du courant maintenue égale à $500\ \mathrm{mA}$. Il se forme alors un volume de dihydrogène égal à $20\ \mathrm{mL}$.

8. Montrer que la valeur de l'énergie électrique reçue par l'électrolyseur pendant les deux minutes de fonctionnement est environ égale à $400\ \mathrm{J}$.

9. Déterminer le rendement de l'électrolyseur en fonctionnement. Commenter ce résultat par rapport à une électrolyse industrielle.

EXERCICE 3 (4 points)

(mathématiques)

Dans cet exercice, les quatre questions sont indépendantes.
Il faut traiter les quatre questions.

Question 1 :

Soit la fonction f définie sur $[0;+\infty[$ par $f(x) = (3x+5)e^x$.

Vérifier que $f(0)$ est un nombre entier que l'on précisera.

Question 2 :

Soit la fonction f définie et dérivable sur $[0;+\infty[$ par $f(x) = (x-5)e^{3x}$.

On note f' sa fonction dérivée.

Démontrer que pour tout x appartenant à l'intervalle $[0;+\infty[$, $f'(x) = (3x-14)e^{3x}$.

Question 3 :

On donne :

$$A = \ln\left(\frac{25}{8}\right)$$

En détaillant les calculs, écrire A sous la forme $a\ln(2) + b\ln(5)$, a et b étant deux nombres entiers relatifs.

Question 4 :

On considère l'équation différentielle

$$(E): y' = 3y - 12,$$

Où y est une fonction de variable x, définie et dérivable sur $\mathbb{R}$.

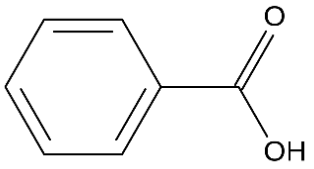
Déterminer la fonction f définie et dérivable sur $\mathbb{R}$, solution de (E), qui vérifie $f(0) = 8$.

EXERCICE 4 (6 points)

(physique-chimie)

L'acide benzoïque, de formule C_6H_5COOH, et le benzoate de sodium sont des conservateurs antimicrobiens respectivement identifiés par les codes E210 et E211. Ils sont présents dans de nombreux produits alimentaires et notamment dans certaines boissons gazeuses sucrées.

À température ambiante, l'acide benzoïque est un solide blanc.



Formule topologique de l'acide benzoïque

Données :

- Masse molaire de l'acide benzoïque : $M = 122\ g{\cdot}mol^{-1}$.
- Température de fusion de l'acide benzoïque : $\theta f = 122{,}4\ °C$.
- *pKa* du couple acide benzoïque/ion benzoate : $pKa = 4{,}2$.
- Le benzoate de sodium est soluble dans l'eau.

	Densité	Eau	Éthanol	Éther éthylique
Acide benzoïque	-	Peu soluble	Très soluble	Très soluble
Eau	1,0		Miscible	Non miscible
Éthanol	0,76	Miscible		
Éther éthylique	0,71	Non miscible		

L'objectif de cet exercice est de vérifier l'indication d'une étiquette de boisson gazeuse concernant la présence d'un conservateur.

1. Sur la formule topologique représentée dans le **document réponse DR2 page 9, à rendre avec la copie**, entourer et nommer le groupe caractéristique présent.

2. Écrire la formule topologique de l'ion benzoate, base conjuguée de l'acide benzoïque.

3. Représenter le diagramme de prédominance du couple acide benzoïque/ion benzoate.

Dans un premier temps, on réalise deux expériences permettant de mettre en évidence les propriétés de l'acide benzoïque et de l'ion benzoate :

- Expérience (1) : Dans un tube à essais contenant une solution de benzoate de sodium, on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré. On observe qu'un solide blanc apparaît.
- Expérience (2) : Dans un tube à essais contenant une solution de soude concentrée, on ajoute de l'acide benzoïque solide. On observe que le solide introduit disparaît.

4. On donne l'équation chimique suivante :

$$C_6H_5COO^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow C_6H_5COOH(aq) + H_2O(l)$$

La réaction qui correspond à l'équation ci-dessus modélise une transformation chimique ayant lieu lors de l'une des expériences précédentes. Indiquer, en justifiant la réponse, s'il s'agit de l'expérience (1) ou de l'expérience (2).

L'étiquette d'une boisson gazeuse indique qu'elle contient du benzoate de sodium comme conservateur alimentaire, entre autres, et on souhaite vérifier cette indication. On réalise pour cela une extraction liquide-liquide. On suit le protocole expérimental suivant :

1. Verser $500\ \mathrm{mL}$ de boisson dans un grand bécher.
2. Ajouter de l'acide chlorhydrique jusqu'à amener le pH à environ 2.
3. Ajouter alors $40\ \mathrm{mL}$ d'éther éthylique, agiter et laisser reposer.
4. Transvaser l'ensemble dans une ampoule à décanter.
5. Agiter vigoureusement pendant deux minutes en prenant soin de dégazer régulièrement pour éviter toute surpression.
6. Laisser décanter.
7. Récupérer la phase aqueuse S dans un bécher et la phase organique dans un erlenmeyer.

5. Préciser ce qu'il se passe lors de l'étape 2 du protocole.

6. À l'aide des données, expliquer pourquoi l'éther éthylique constitue un solvant extracteur plus adapté que l'éthanol lors de la réalisation de l'étape 3 du protocole.

7. Compléter le schéma du **document réponse DR3 page 9, à rendre avec la copie**, en justifiant, à l'aide des données, la nature et la position des différentes phases dans l'ampoule à décanter à l'issue de l'étape 6 du protocole.

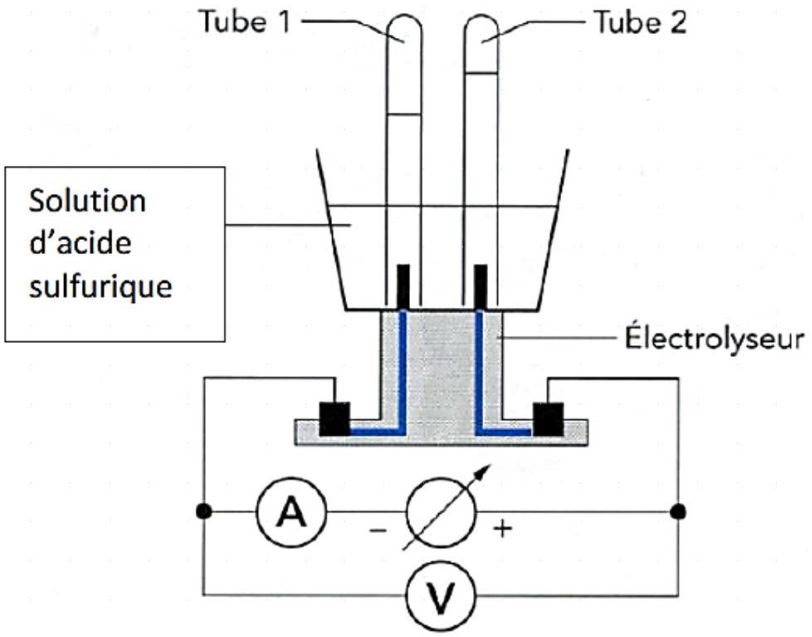
8. Après évaporation du solvant extracteur, il reste une masse $m = 10{,}0\ \mathrm{mg}$ de solide blanc. Proposer une méthode expérimentale permettant de vérifier que ce solide blanc est bien de l'acide benzoïque.

9. Sachant que la concentration *C* en quantité de matière totale théorique d'ions benzoate dans cette boisson est égale à $4{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol{\cdot}L^{-1}}$**,** montrer que la masse théorique d'acide benzoïque que l'on devrait obtenir à l'issue de l'extraction est égale à $24\ \mathrm{mg}$.

10. Le rendement d'une extraction étant défini comme le rapport de la masse de substance réellement extraite sur la masse théorique de substance que l'on aurait pu extraire, calculer le rendement de cette extraction et l'exprimer en pourcentage. Commenter ce résultat.

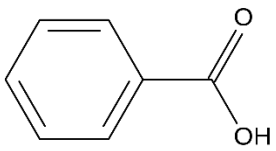
Annexe : documents réponse
à rendre obligatoirement avec la copie

<u>Document réponse DR1</u> : Schéma du montage de l'électrolyseur

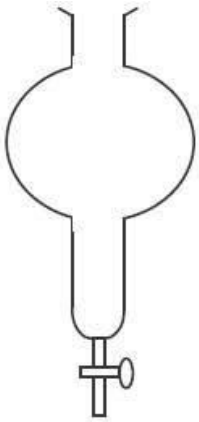


Dans cette expérience, le gaz produit à chaque électrode est récupéré dans un tube à essais.

<u>Document réponse DR2</u> : Formule topologique de l'acide benzoïque



<u>Document réponse DR3</u> : Ampoule à décanter



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.