Bac Général Physique-Chimie + SVT (Physique-chimie et Sciences de la vie et de la Terre)

SUJET D'EXAMEN (SESSION OFFICIELLE)

Physique-chimie - Session 2022

Sujet de l'examen national tel que publié pour la session indiquée. Source : sujets nationaux publiés par le ministère chargé de l'examen et les services académiques. Document mis à disposition par FormaV pour la révision.

Toutes les annales et leurs corrigés : https://bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

PHYSIQUE-CHIMIE

Jour 1

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

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 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Les annexes pages 14 à 16 sont à rendre avec la copie.

Le candidat traite 3 exercices : l'exercice 1 puis il choisit 2 exercices parmi les 3 proposés.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (10 points)

SOLUTION DÉSINFECTANTE



Les autorités de santé rappellent qu'il est primordial de se laver régulièrement les mains avec de l'eau et du savon.
Toutefois, en l'absence de point d'eau, il est possible d'opter pour des gels ou solutions désinfectantes à la norme NF EN 14476.

On s'intéresse dans ce sujet à un désinfectant pour les mains ayant pour principe actif l'acide lactique en solution aqueuse.

Données :

- $100\ \text{g}$ de solution désinfectante contient $1{,}75\ \text{g}$ d'acide lactique ;
- masse molaire de l'acide lactique : $M = 90{,}1\ \text{g·mol}^{-1}$;
- masse volumique de la solution désinfectante : $\rho = 1{,}00\ \text{g·mL}^{-1}$;
- pH de la solution désinfectante : $\text{pH} = 2{,}3$.
- On considère que l'acide lactique est la seule espèce acide présente dans la solution désinfectante.
- conductivité ionique molaire à 25 °C :
  - $\lambda(\text{HO}^-) = 19{,}8\ \text{mS·m}^2\text{·mol}^{-1}$;
  - $\lambda(\text{Na}^+) = 5{,}01\ \text{mS·m}^2\text{·mol}^{-1}$;
  - $\lambda(\text{ion lactate}) = 3{,}88\ \text{mS·m}^2\text{·mol}^{-1}$;
- incertitude-type sur la mesure d'une concentration C_A donnée par la relation $C_A = \frac{C_B V_E}{V_A}$:

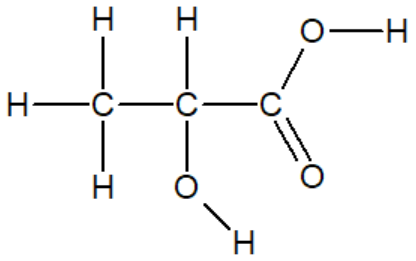
$$\frac{u(C_A)}{C_A} = \sqrt{\left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2}.$$

Extrait d'une table de spectroscopie IR :

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 – 3200	forte à moyenne, large
N-H amine	3100 – 3500	Moyenne
N-H amide	3100 – 3500	forte
N-H amine ou amide	1560 – 1640	forte ou moyenne
C_{tri} – H	3000 – 3100	Moyenne
$C_{tét}$ – H	2800 – 3000	Forte
C = O ester	1700 -1740	forte
C = O amide	1650 – 1740	Forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 – 1730	Forte
C = O acide	1680 – 1740	forte

Partie A. Étude de l'acide lactique

L'autre nom de l'acide lactique est l'acide 2-hydroxypropanoïque. Sa formule développée est la suivante :



1. Établir le schéma de Lewis de la molécule d'acide lactique. Entourer et nommer ses groupes caractéristiques.

2. Le spectre IR de l'acide lactique est reproduit ci-dessous. Identifier deux bandes d'absorptions caractéristiques et repérer les liaisons correspondantes sur le schéma de Lewis de la molécule d'acide lactique.

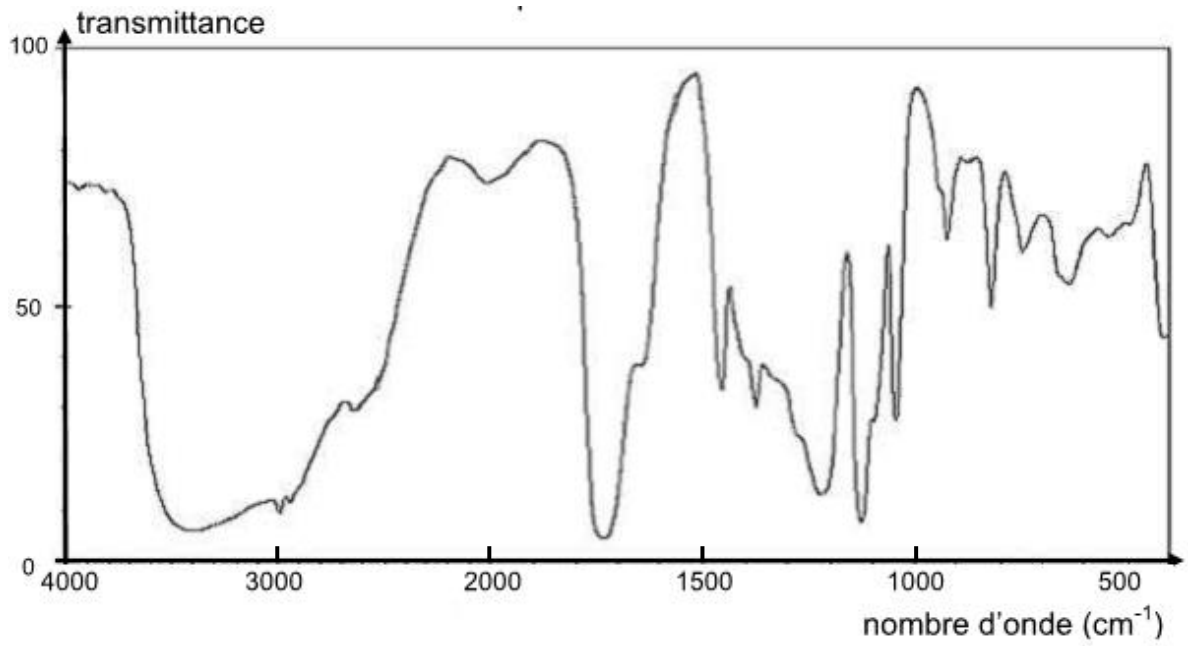


Figure 1. Spectre d'absorption IR de l'acide lactique

3. Vérifier que la valeur de la concentration en acide lactique apporté dans la solution désinfectante est voisine de $C = 0{,}20\ \text{mol·L}^{-1}$.

4. Rappeler la définition d'un acide de Brönsted.

5. Expliquer pourquoi, dans ces conditions, l'acide lactique est un acide faible. Un argument quantitatif est attendu.

On note AH la molécule d'acide lactique pour la suite de l'exercice.

6. Écrire l'équation de la réaction modélisant la mise en solution aqueuse de cet acide.

7. Compléter, **sur l'annexe 1 à rendre avec la copie,** le tableau d'avancement associé à cette transformation chimique à l'aide des notations de l'énoncé : C, pH, V et c^o, avec $c^o = 1\ \text{mol·L}^{-1}$, concentration standard.

8. En utilisant la question précédente, exprimer la constante d'acidité K_A du couple AH/A^- en fonction des différentes concentrations à l'équilibre. En déduire la valeur de cette constante d'acidité. Commenter, sachant que la valeur de référence du pK_A du couple acide lactique/ion lactate vaut 3,9.

9. Un programme Python permet de tracer le diagramme de distribution du couple acide lactique/ion lactate noté AH/A^-.

9.1. Établir, d'une part, la relation entre la concentration C en acide lactique apporté, $[AH]_{éq}$ et $[A^-]_{éq}$, et d'autre part la relation $pH = pK_A + \log\frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$.

9.2. À partir de ces deux relations, montrer que le pourcentage en acide AH, défini par $100 \times \frac{[AH]_{éq}}{C}$, peut s'écrire $\frac{100}{1+10^{(pH-pK_A)}}$.

9.3. Un programme Python permet de tracer sur la figure 2 le diagramme de distribution du couple acide lactique/ion lactate noté AH/A^-.

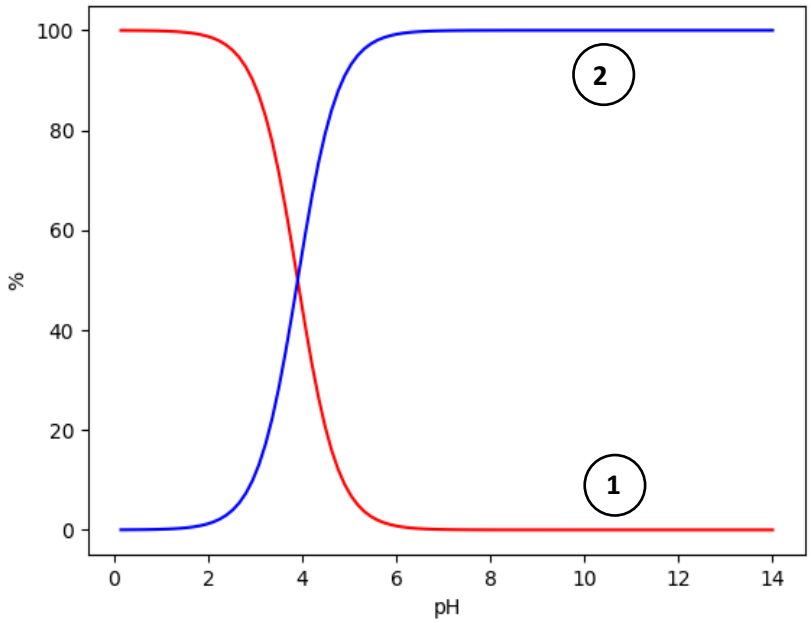


Figure 2. Diagramme de distribution du couple AH/A^-

Indiquer à quelle espèce chimique correspond la courbe 1. Justifier. Expliquer comment il est possible de retrouver la valeur du pK_A à partir d'une lecture graphique.

Partie B. Titrage de l'acide lactique dans la solution désinfectante

Avant la commercialisation du produit, un laboratoire réalise un test de qualité sur sa solution désinfectante. Pour cela, un titrage acido-basique suivi par conductimétrie est réalisé après avoir dilué la solution désinfectante.

1. Proposer un protocole expérimental pour préparer $100{,}0\ \mathrm{mL}$ de solution désinfectante diluée 5 fois.

Dans un bécher de $250\ \mathrm{mL}$, on introduit un volume $V_A = 20{,}0\ \pm 0{,}05\ \mathrm{mL}$ de la solution désinfectante diluée. On ajoute $150\ \mathrm{mL}$ d'eau distillée. Le titrage est réalisé par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en soluté apporté $C_B = (1{,}0 \pm 0{,}1) \times 10^{-1}\ \mathrm{mol{\cdot}L^{-1}}$. La courbe obtenue est donnée sur **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

2. Schématiser et légender le dispositif de titrage sur la copie.

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

4. Interpréter qualitativement le changement de pente au voisinage de l'équivalence observé sur la courbe de titrage.

5. Déterminer graphiquement la valeur du volume à l'équivalence V_E sur **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

On considère par la suite que l'incertitude-type sur V_E est $u(V_E) = 0{,}1\ \mathrm{mL}$.

6. Évaluer la concentration C de la solution en acide lactique avant dilution. Évaluer l'incertitude-type sur la mesure sans prendre en compte la contribution liée à la dilution. Commenter.

EXERCICES au choix du candidat (5 points)
Vous indiquerez sur votre copie **les 2 exercices choisis** :
exercice **A** ou exercice **B** ou exercice **C**.

EXERCICE A. OBSERVATION DE LA LUNE DEPUIS LA TERRE

Mots-clés : orbite, période de révolution, lunette astronomique, grossissement.

Lorsqu'on observe la face visible de la Lune, on distingue de grandes étendues sombres, appelées mers lunaires, et des milliers de petites tâches correspondant à des cratères. On peut en voir plusieurs dizaines de milliers depuis la Terre, mais il en existe en réalité plusieurs millions.

1. La face cachée de la Lune

L'objectif de la première partie est de comprendre l'expression « face cachée de la Lune ».

Données :

- on se place dans le référentiel géocentrique. Son origine correspond au centre de la Terre et ses axes pointent en direction d'étoiles lointaines. Il est supposé galiléen ;
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}}$;
- distance moyenne Terre-Lune : $d_{TL} = 3{,}844 \times 10^5\ \mathrm{km}$;
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$;
- expression de la norme du vecteur vitesse du centre de la Lune sur son orbite :

$$v_L = \sqrt{\frac{GM_T}{d_{TL}}}\ ;$$

- période de rotation de la Lune sur elle-même : $P_L = 27{,}3\ \mathrm{jours}$.

1.1. Établir l'expression de la période de révolution T_L de la Lune autour de la Terre, puis calculer sa valeur.

1.2. Comparer la valeur de T_L à la période de rotation de la Lune sur elle-même P_L.

1.3. Sur le schéma donné en **annexe 2 à rendre avec la copie**, ajouter la position de la Lune et du point P aux dates $P_L/4$, $P_L/2$ et $3P_L/4$ en justifiant votre réponse. En déduire, dans le cadre de ce modèle simple, pourquoi on parle de « face cachée de la Lune ».

Le cratère Tycho, situé dans l'hémisphère sud de la face visible de la Lune, est né il y a un peu plus d'une centaine de millions d'années suite à l'impact d'un astéroïde. Son diamètre est de 86 km.

Le centre du cratère est occupé par un ensemble de montagnes dont la base s'étale sur une quinzaine de kilomètres. Le piton central s'élève à plus de 2 000 mètres d'altitude.

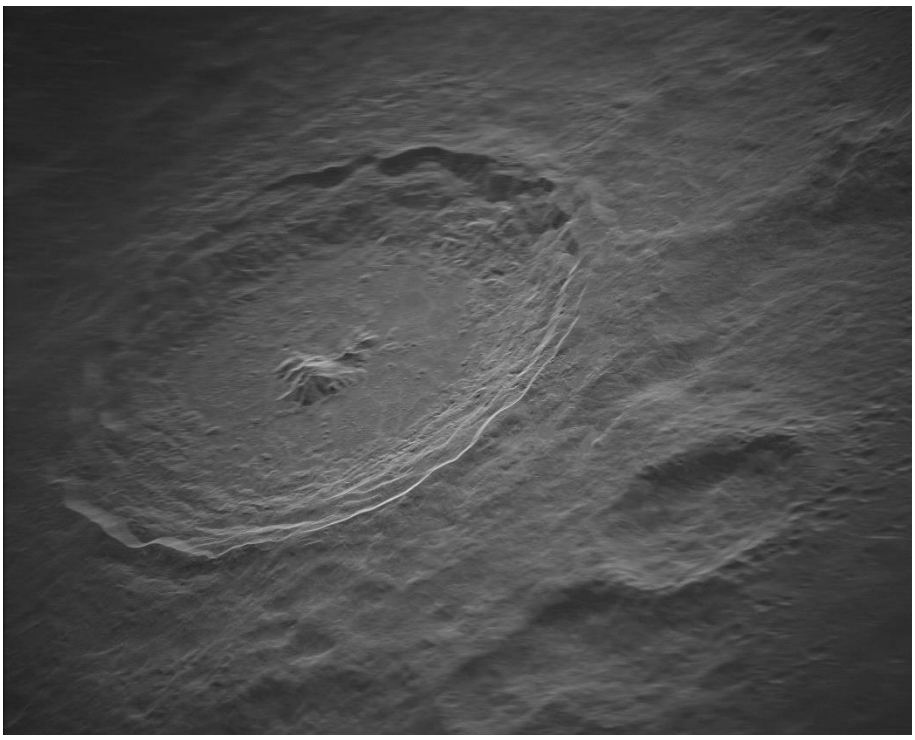


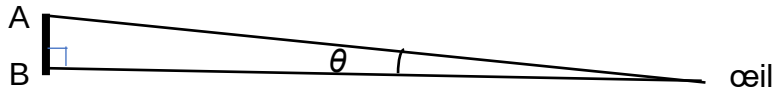
Figure 1. Le cratère Tycho. Crédit : NRAO/GBO/RAYTHEON/NSF/AUI

L'objectif de cette deuxième partie est de concevoir une lunette astronomique permettant de visualiser certains détails de la surface lunaire depuis la Terre.

2. Observation de la Lune depuis la Terre.

Données :

- distance moyenne Terre-Lune : $d_{TL} = 3{,}844 \times 10^5$ km ;
- le pouvoir séparateur de l'œil humain est la valeur minimale de l'angle θ, supposé petit devant 1 rad, sous lequel l'œil peut distinguer deux points lumineux A et B : $\varepsilon = 2{,}9 \times 10^{-4}$ rad. On suppose que tan(θ) ≈ θ avec θ exprimé en rad.



2.1. Calculer l'angle θ sous lequel est vu le cratère Tycho depuis la Terre. En déduire s'il est possible de distinguer les contours du cratère à l'œil nu.

Sur l'**annexe 3 à rendre avec la copie**, une lunette est modélisée par l'association de deux lentilles minces convergentes.

2.2. Parmi les deux lentilles utilisées, identifier celle qui joue le rôle de l'oculaire et celle qui joue le rôle de l'objectif.

2.3. Sur le schéma donné en **annexe 3 à rendre avec la copie** :

- construire la marche du faisceau lumineux issu du point B_∞ considéré à l'infini au travers de la lunette ;
- faire apparaître l'image intermédiaire A_1B_1 et l'angle θ' sous lequel est vu l'image finale A'B' de $A_\infty B_\infty$ à travers la lunette.

2.4. Expliquer pourquoi cette lunette est qualifiée d'afocale et justifier l'intérêt de ce réglage.

2.5. Exprimer le grossissement de la lunette en fonction de θ et θ'.

On admet que le grossissement de la lunette est : $\mathrm{G} = \frac{f'_{obj}}{f'_{\mathrm{oc}}}$, où f'_{obj} et f'_{oc} représentent respectivement les distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

2.6. Déterminer la valeur limite de la distance focale de l'oculaire qu'il faut associer à un objectif de distance focale 300 mm pour pouvoir distinguer l'ensemble de montagnes qui occupe le centre du cratère Tycho.

Le candidat est invité à présenter sa démarche même si elle n'est pas complètement aboutie.

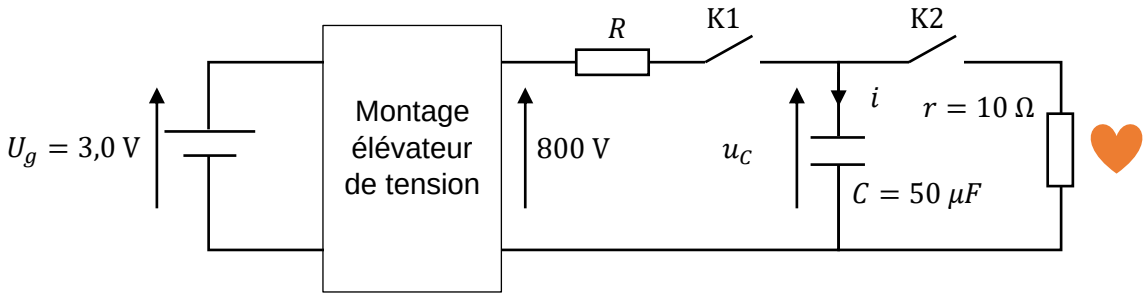
EXERCICE B. DÉFIBRILLATEUR CARDIAQUE IMPLANTABLE

Mots-clés : charge et décharge d'un condensateur, temps caractéristique, équation différentielle.

La défibrillation est une méthode utilisée afin de régulariser le rythme cardiaque. Elle consiste à appliquer un « choc électrique » très bref au cœur du patient. Un défibrillateur interne est un petit boitier qui est implanté dans le thorax du patient. Ce boitier comporte trois éléments fondamentaux :

- une pile au lithium permettant l'apport d'énergie nécessaire au fonctionnement du dispositif. Cette pile délivre une tension à vide $U_g = 3{,}0$ V ;
- des circuits électroniques permettant, entre autres choses, d'analyser le rythme cardiaque du patient, de reconnaître des troubles et de déclencher un choc en cas de nécessité ;
- des condensateurs qui permettent de stocker l'énergie qui sera délivrée lors d'un choc ;
- des électrodes qui relient le dispositif au cœur du patient.

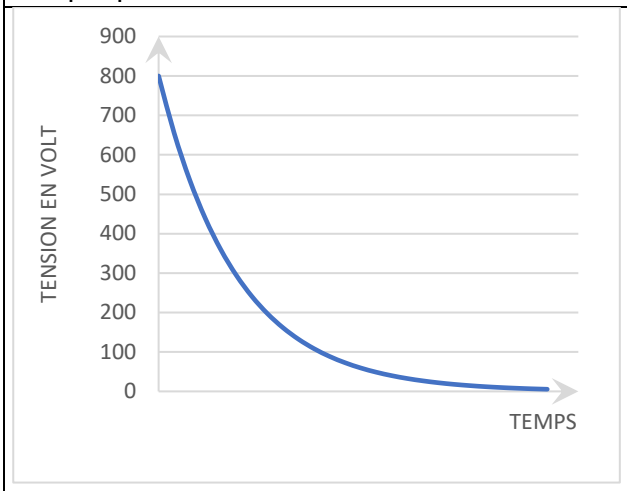
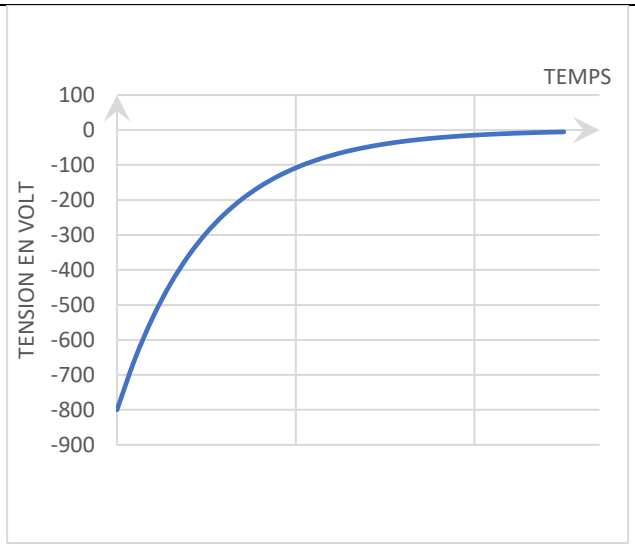
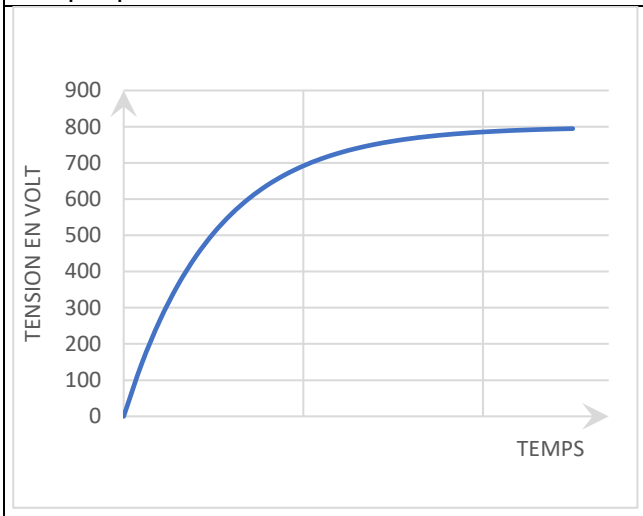
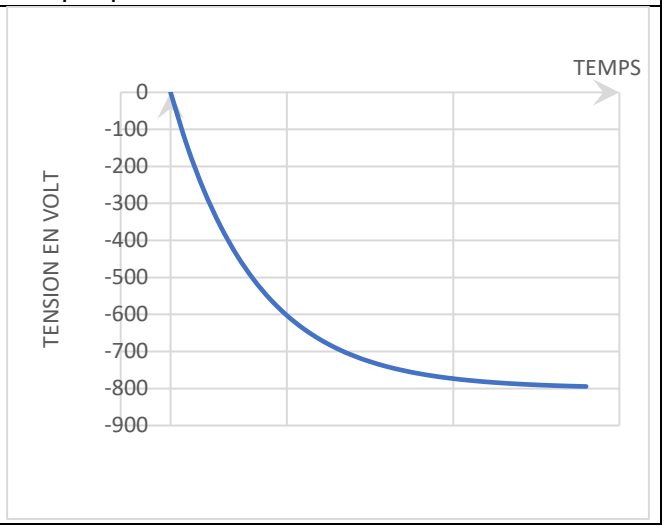
Le défibrillateur peut être modélisé par le circuit ci-dessous.



Le fonctionnement du défibrillateur se décompose en deux phases :

- dans la première phase, l'interrupteur K1 est fermé pendant que K2 est ouvert ; au début de cette phase, pris comme origine des temps, le condensateur est déchargé ;
- dans la seconde phase, l'interrupteur K2 est fermé pendant que K1 est ouvert ; c'est dans cette phase que le choc a lieu. La résistance r modélise le comportement électrique du cœur.

1. Les quatre graphiques à la page suivante représentent des évolutions possibles de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. Déterminer celui qui correspond à la première phase de fonctionnement en justifiant la réponse.

Graphique n°1	Graphique n°2
	
Graphique n°3	**Graphique n°4**
	

À l'issue de la première phase, la charge du condensateur étant terminée, on passe à la deuxième phase de fonctionnement.

2. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ lors de cette seconde phase.

3. À la date t_1 l'interrupteur K2 est fermé. Vérifier que la solution de cette équation différentielle peut s'écrire sous la forme :

$$u_C(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{(t - t_1)}{\tau}\right).$$

Exprimer le temps caractéristique τ en fonction de r et C et calculer sa valeur.

4. Déterminer la valeur du paramètre A sachant qu'à l'instant $t = t_1$, la tension aux bornes du condensateur $u_C(t_1)$ vaut 800 V.

5. Estimer la durée approximative du « choc électrique ». Commenter.

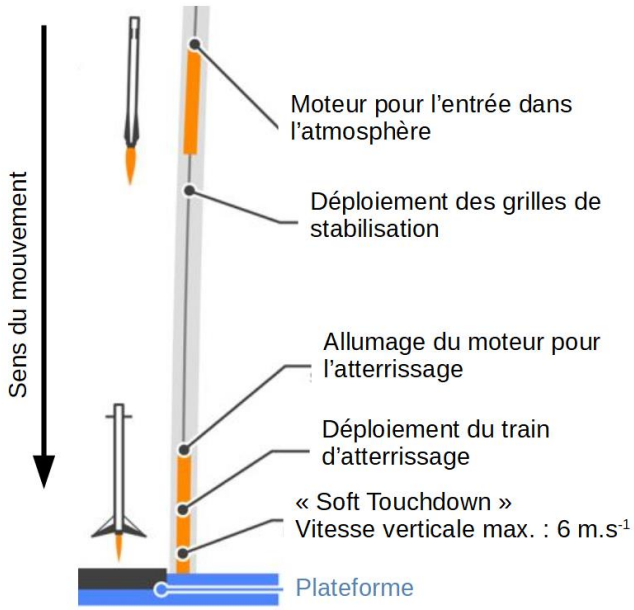
6. Donner l'allure de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps lors d'un cycle complet charge – décharge du condensateur.

EXERCICE C. ATTERRISSAGE DU PREMIER ÉTAGE D'UNE FUSÉE

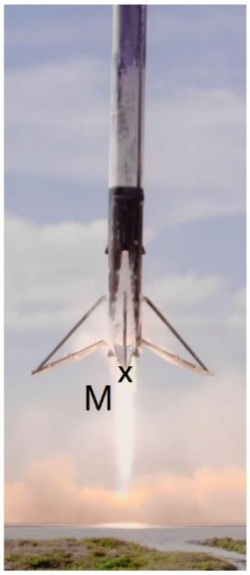
Mots-clés : description d'un mouvement, vecteur vitesse, équation horaire, seconde loi de Newton.

Une technologie spatiale développée par une société commerciale permet de récupérer le premier étage d'une fusée après son décollage. Le schéma ci-contre montre qu'après la séparation entre le premier et le second étage, le premier revient sur Terre pour atterrir délicatement sur une plateforme. Cet atterrissage doit s'effectuer « en douceur », c'est-à-dire avec une valeur de la composante verticale de la vitesse inférieure à 6 m·s^{-1}.

Cet exercice se propose d'étudier le retour sur Terre du premier étage de la fusée



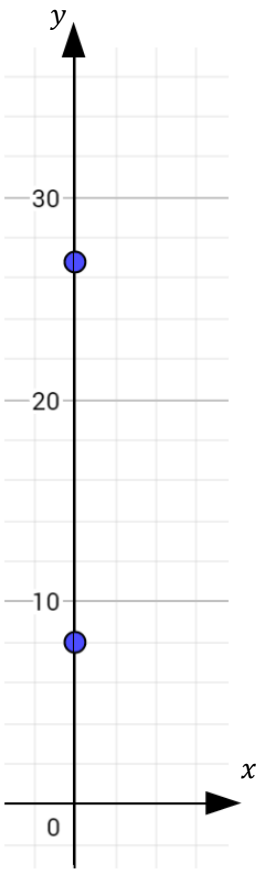
D'après : https://i.pinimg.com/originals/af/de/c9/afdec9a53447101073019892ab27041f.jpg



Le premier étage de la fusée chute dans l'atmosphère terrestre depuis une altitude de plusieurs dizaines de kilomètres. Pour ralentir sa chute, il utilise son moteur. On étudie le mouvement de cet étage à proximité du sol après le déploiement du train d'atterrissage. Lors de cette dernière phase, sa masse est considérée comme constante.

Disposant d'une vidéo de l'atterrissage du premier étage d'une fusée, un pointage des positions du point M a été réalisé et a permis d'obtenir les graphiques 1 et 2 ci-après.

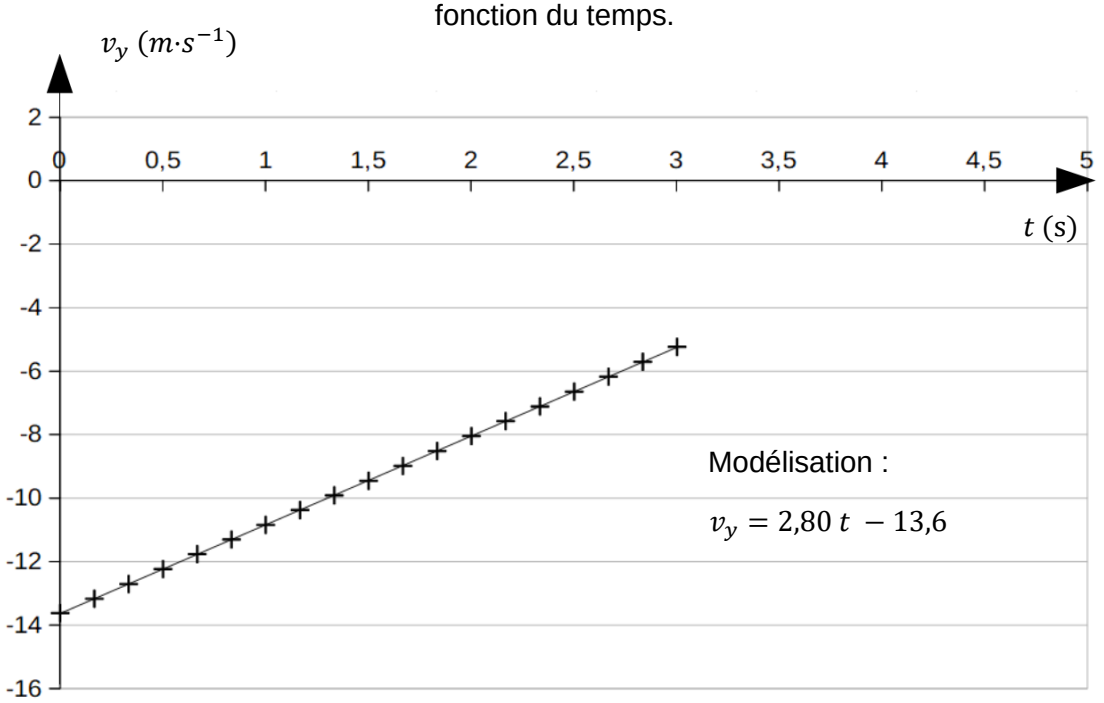
On a représenté ci-contre deux positions successives du point M aux dates $t_1 = 0{,}50$ s et $t_2 = 2{,}50$ s lors de la phase de l'atterrissage du premier étage. Celui-ci se trouve alors respectivement aux altitudes y_1 et y_2.



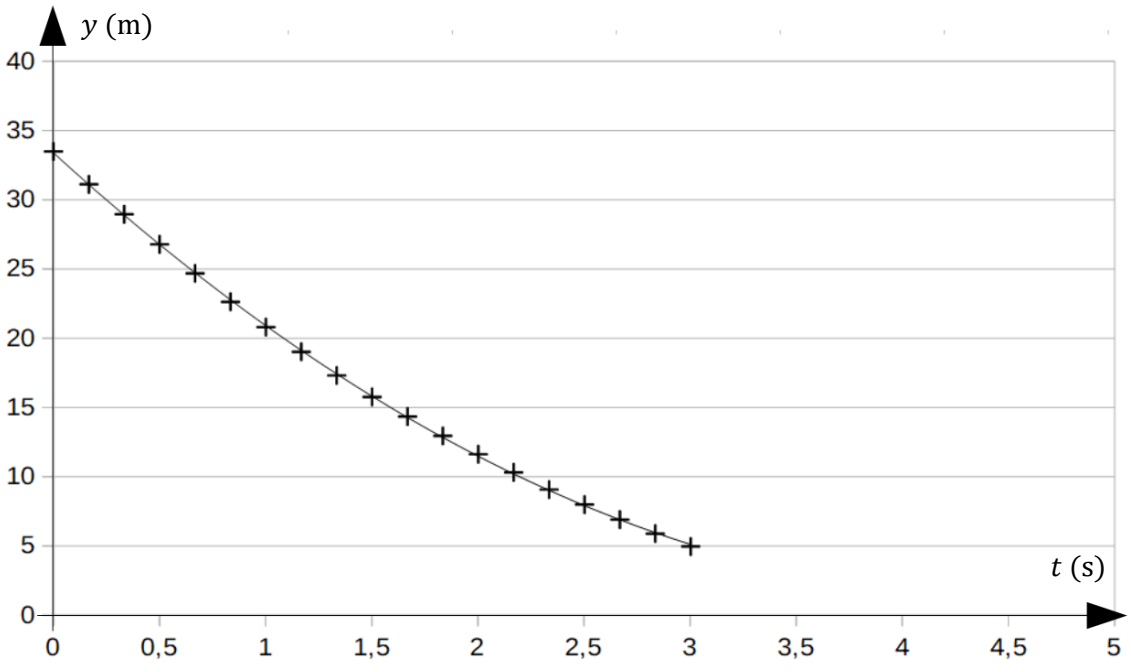
Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Lors de la dernière phase de l'atterrissage, le mouvement du système est vertical et s'effectue selon l'axe Oy orienté suivant la verticale ascendante.

Donnée : $g = 9{,}8$ m·s^{-2}.

Graphique 1. Évolution de la coordonnée verticale v_y du vecteur vitesse du point M en fonction du temps.



Graphique 2. Évolution de l'altitude y du point M en fonction du temps.



1. Représenter sur un schéma le vecteur vitesse du point M aux instants t_1 et t_2 en utilisant l'échelle de représentation suivante : 1 cm sur votre feuille correspond à $6{,}0\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$.

2. Déterminer la valeur de l'accélération et commenter le signe de la projection de l'accélération suivant Oy. Qualifier le mouvement.

3. Représenter, sur un schéma, les forces qui modélisent les principales actions qui s'exercent sur le premier étage de la fusée étudiée de manière à rendre compte du signe de la projection de l'accélération suivant Oy. Justifier.

4. En exploitant les graphiques 1 et 2, montrer que l'équation horaire $y = f(t)$ du mouvement du point M peut s'écrire :

$$y = 1{,}40\ t^2 - 13{,}6\ t + 33 \text{ avec } y \text{ en m et } t \text{ en s.}$$

5. Déterminer la valeur de la vitesse du système lorsqu'il touche le sol en admettant que l'accélération ne varie pas sur les derniers mètres.

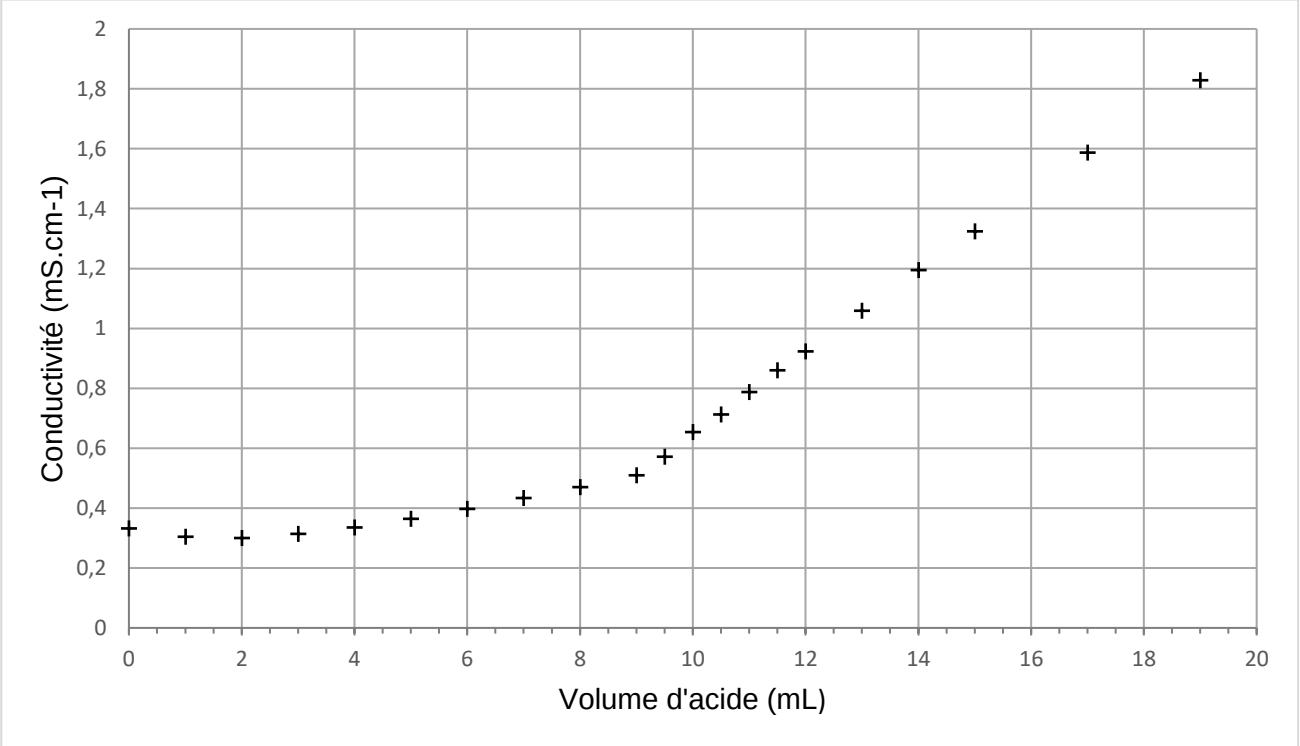
6. Préciser si l'atterrissage s'effectue « en douceur ».

ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice 1, partie A, question 7. Tableau d'avancement

Équation chimique		$+ \quad H_2O\,(\ell) \quad \rightarrow$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$				
État final	x_f				

Exercice 1, partie B, question 5. Titrage par suivi conductimétrique d'une solution diluée d'acide lactique



Modèle CMEN-DOC v3 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

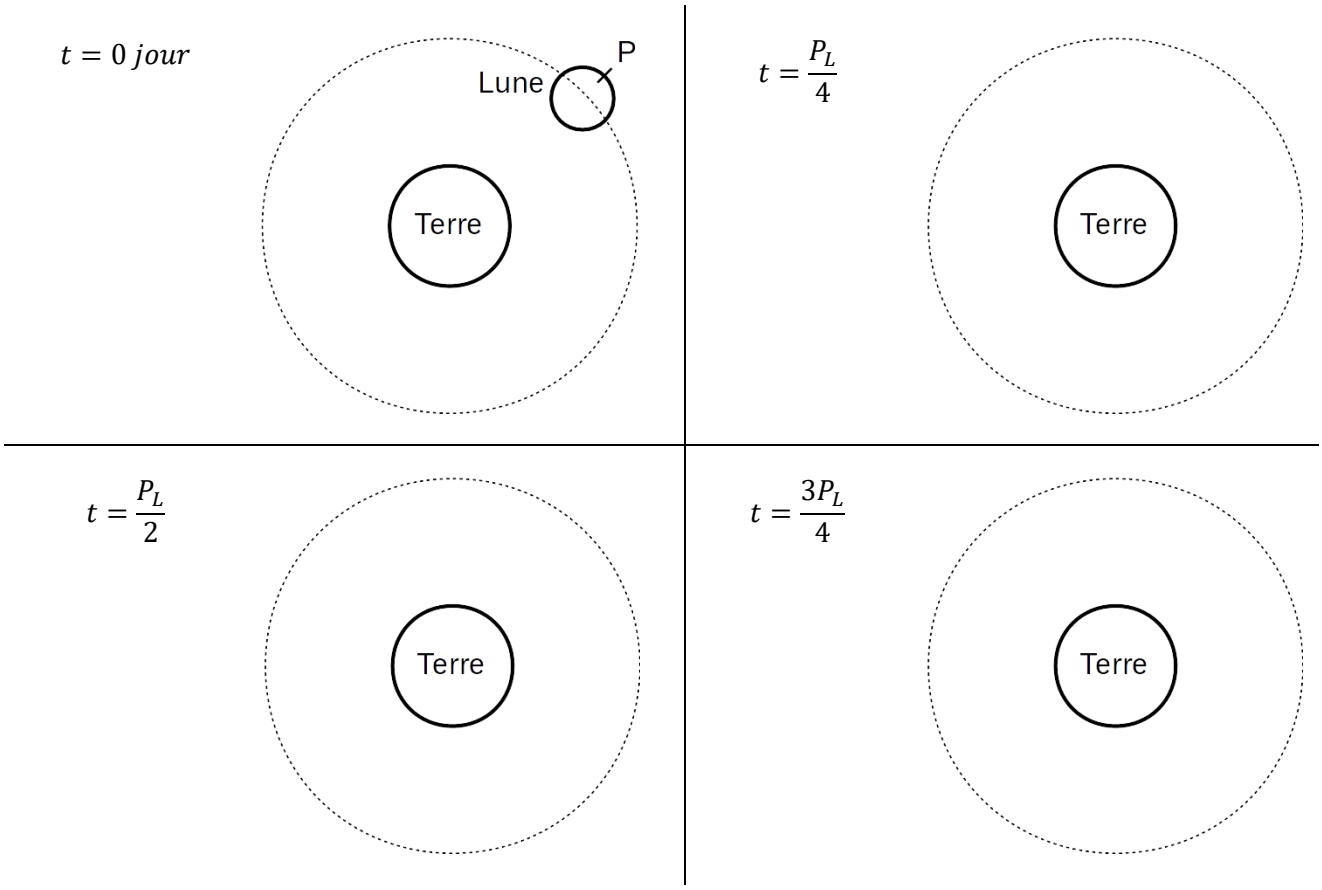
Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice A, question 1.3. Positions de la Lune et du point P



Modèle CMEN-DOC v3 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

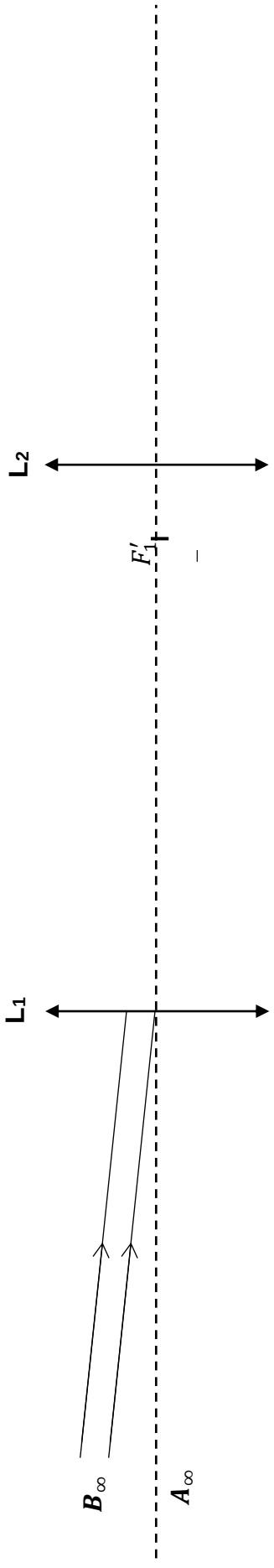
Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice A, question 2.3. Schéma d'une lunette afocale



Modèle CMEN-DOC v3 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)