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

Session 2021

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Physique-Chimie et Mathématiques

Lundi 7 juin 2021

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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

Les documents réponse page 13 sont obligatoirement à rendre avec la copie.

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

Le candidat sera attentif aux consignes contenues dans le sujet pour traiter les 4 exercices.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points)
(physique-chimie et mathématiques)

Pouvoir virucide d'une eau de Javel.

L'eau de Javel est une solution aqueuse contenant des ions hypochlorite $ClO^-(aq)$ et des ions chlorure $Cl^-(aq)$ en quantité égale. L'ion hypochlorite lui confère des propriétés désinfectantes et virucides. En avril 2020, en lien avec l'épidémie de coronavirus, l'Institut Pasteur de Lille conseillait de nettoyer et de désinfecter le mobilier sanitaire avec une solution d'eau de Javel contenant une concentration minimale en ions hypochlorite C_{min} égale à **0,076 mol.L^{-1}.**

Données :

- Couples oxydant-réducteur : $ClO^-(aq)$ / $Cl^-(aq)$; $O_2(g)$ / $H_2O(l)$.
- Une eau de Javel à 2,6% de chlore actif est telle que la concentration initiale C_o en ions hypochorite $ClO^-(aq)$ est C_o **= 0,380 mol.L^{-1}**.

On dispose d'informations extraites d'une étiquette d'eau de Javel présentée ci-dessous.

Eau de javel à 2,6 % de chlore actif

Composition
Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium : 2,6% de chlore actif.

Précautions d'emploi
Conserver hors de portée des enfants.
Irritant pour les yeux et la peau.
Attention : ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits, des gaz dangereux (dichlore) peuvent se libérer.
À conserver dans son emballage d'origine au frais et à l'abri de la lumière et du soleil.

Conseils d'utilisation
Rincer le matériel utilisé à l'eau froide.
À utiliser dans les trois ans qui suivent la date de fabrication.



D'après https://www.bernard.fr/sans-eau-de-javel-2-6-nectra-5-l/cbs/158140.html

Dans une solution aqueuse d'eau de Javel, les ions hypochlorite se décomposent. Cette transformation chimique est lente et peut être modélisée par la réaction d'équation :

$$ClO^-(aq) \rightarrow \frac{1}{2} O_2(g) + Cl^-(aq)$$

1. Donner l'expression de la vitesse *v(t)* de la réaction de décomposition des ions hypochlorite dans laquelle *C(t)* est la concentration, à l'instant t, en ions hypochlorite $ClO^-(aq)$ présents dans la solution d'eau de Javel.

2. En faisant l'hypothèse que la réaction admet un ordre 1 par rapport aux ions hypochlorite ClO^- (aq), donner une autre expression de la vitesse de la réaction. On introduira la constante de vitesse *k* en précisant son unité.

3. En déduire que la concentration *C(t)* des ions hypochlorite ClO^- (aq) vérifie :

$$\frac{dC(t)}{dt} + k \times C(t) = 0 \ .$$

4. En déduire que, dans le cadre de ce modèle, l'expression de la concentration *C(t)* est donnée par $C(t) = C_0 \times e^{-k \times t}$. Préciser ce que représente C_0.

On réalise à présent une étude expérimentale de la cinétique de la réaction de décomposition des ions hypochlorite dans l'objectif de tester l'hypothèse de l'ordre 1**.**
À 20 °C, la concentration *C(t)* des ions hypochlorite ClO^-(aq) contenus dans la solution commerciale d'eau de Javel est suivie au cours du temps. Trois courbes expérimentales sont tracées et présentées ci-après (graphes 1,2 et 3).

5. Expliquer en quoi ces résultats expérimentaux confirment l'ordre 1 de la réaction par rapport aux ions hypochlorite ClO^- (aq).

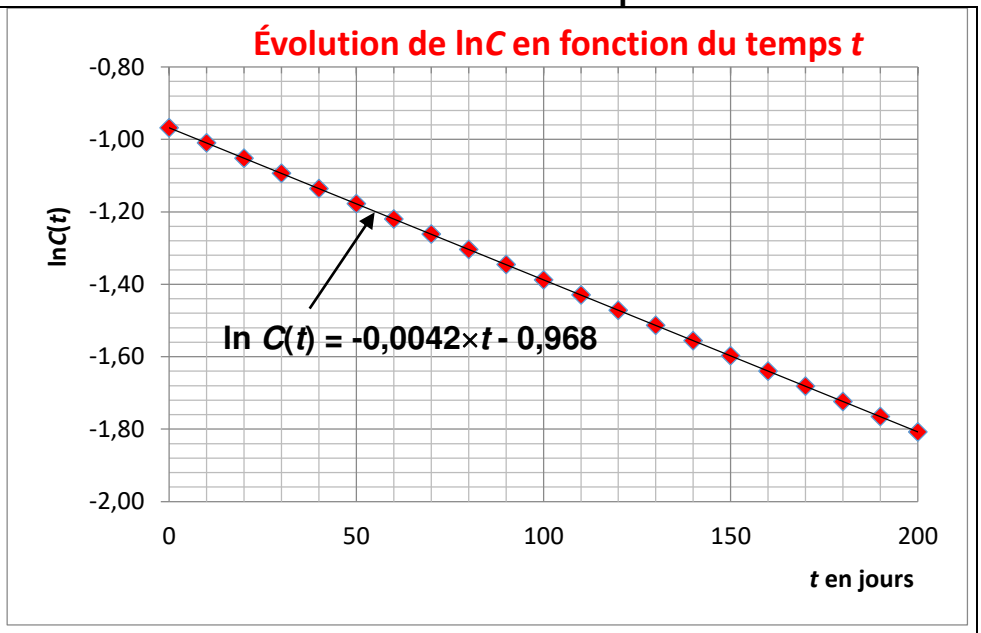
6. Déduire, des résultats expérimentaux, la valeur *k* de la constante de vitesse de la réaction à 20 °C. Préciser son unité.

7. L'évolution de la concentration en ions hypochlorite dans cette solution commerciale est donnée par la fonction *C* définie sur l'intervalle [0 ; 400] par $C(t) = 0{,}380\ e^{-0{,}0042\ t}$
Montrer, par le calcul, que la durée *t* pour laquelle une eau de Javel à 2,6 % de chlore actif, reste virucide, pour le coronavirus (conformément aux conseils prodigués par l'Institut Pasteur de Lille) est d'environ 380 jours.

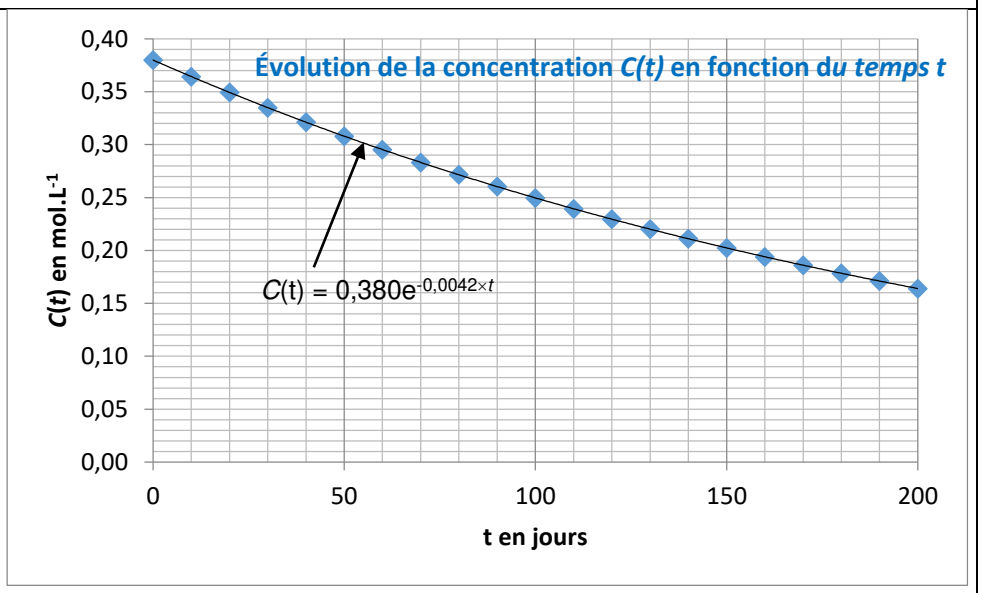
8. Porter un regard critique sur les conseils d'utilisation figurant sur l'étiquette de l'eau de Javel à 2,6 % de chlore actif.

Valeurs expérimentales et modélisations mathématiques associées

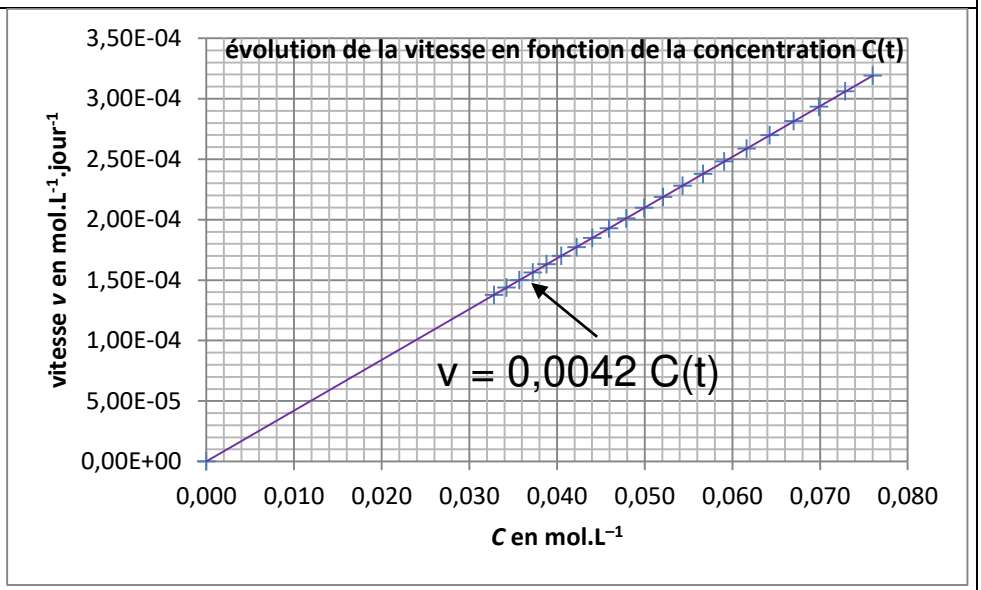
Graphe 1 :



Graphe 2 :



Graphe 3 :



EXERCICE 2 commun à tous les candidats (6 points)
(physique-chimie)

Un avion solaire pour la stratosphère.

SolarStratos est un avion solaire bi-place avec lequel l'explorateur Raphaël Domjan et son équipe envisagent de réaliser un record absolu d'altitude. La mission *To the edge of space* a pour but de lui permettre d'atteindre une altitude supérieure à 25 000 mètres. Le premier vol en tandem à basse altitude a été réalisé le 20 août 2020.



D'après CreatortzDeit

L'explorateur Raphaël Domjan déclare :
« Au-delà des innovations technologiques, SolarStratos a pour objectif de promouvoir les énergies renouvelables afin de protéger le Climat de notre planète des gaz à effet de serre.
SolarStratos vise aussi à démontrer qu'avec les technologies actuelles, il est possible de réaliser des prouesses qui dépassent le potentiel des énergies fossiles. Notre avion, qui pourra voler dans la stratosphère, ouvre une porte sur cette aviation électrique et solaire et sur la mobilité de demain. L'appareil fonctionne grâce au soleil et aux batteries lithium-ion embarquées, constituant une première mondiale également.
Afin de limiter le poids de l'avion et de rendre cet exploit possible**,** SolarStratos ne sera pas pressurisé, obligeant son pilote, Raphaël Domjan, à porter une combinaison pressurisée d'astronaute.
Le défi est à la fois technique et humain. La mission durera environ six heures. L'ascension de l'avion vers la stratosphère et son maintien à une vitesse constante dans l'espace durera 2 heures 45 minutes. L'avion et son pilote seront soumis à des températures extrêmes, de l'ordre de - 70°C. »

D'après https://www.solarstratos.com

Données :

- Quelques caractéristiques de l'avion SolarStratos :

Longueur	8,5 m
Envergure	24,8 m
Habitacle	Deux places en tandem
Masse	450 kg
Propulsion	Hélice 2,2 m ; 4 pales
Rendement du moteur électrique	90 %
Surface des panneaux photovoltaïques	22 m²
Rendement des panneaux photovoltaïques	24%
Batteries	Lithium-ion

- Éclairement solaire moyen 1200 $W.m^{-2}$

1. L'avion SolarStratos

1.1. Donner deux contraintes au projet de vol de SolarStratos.

1.2. Compléter le **document réponse DR 1 page 13** à rendre avec la copie en indiquant les différents transferts d'énergie mis en jeu dans la chaîne énergétique de propulsion de l'avion.

1.3. Nommer la dissipation d'énergie correspondant aux pertes se produisant au niveau du moteur. Préciser à quel phénomène physique sont dues ces pertes.

1.4. Déterminer la puissance solaire moyenne P_{Sol} reçue par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.

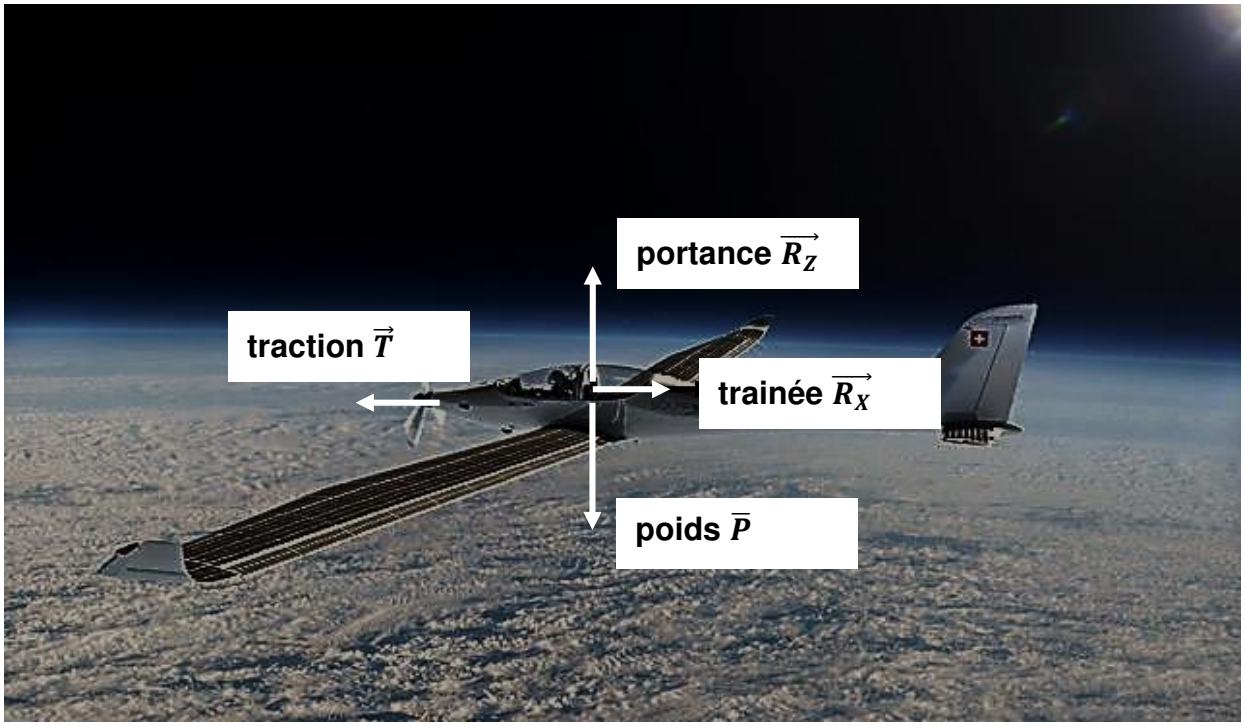
1.5. Donner l'expression du rendement η d'un panneau solaire. Déterminer la valeur de la puissance électrique P_{PV} fournie par l'ensemble des panneaux photovoltaïques au moteur.

1.6. Vérifier que la valeur de l'énergie E_{PV} fournie par les panneaux photovoltaïques lors de la phase d'ascension et de maintien dans la stratosphère est égale à 17 kWh.

1.7. Pour effectuer la mission, une énergie totale E_{moteur} dont la valeur est égale à 77 kWh doit être fournie au moteur. En déduire la valeur de l'énergie $E_{batterie}$ fournie par les batteries lithium-ion.

2. L'avion en vitesse de croisière dans la stratosphère

Dans cette partie, l'avion se déplace dans la stratosphère en ligne droite, à vitesse constante. La portance et la trainée sont des actions mécaniques exercées par l'air sur les ailes de l'avion. La traction, action générée par l'air du fait de la rotation des pales de l'hélice, permet à l'avion de se déplacer. Les forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur l'avion sont représentées ci-dessous :



Données :

- Intensité de la pesanteur à 25 000 m d'altitude : $g = 9{,}7$ N.kg^{-1}
- Masse volumique de l'air à 25 000 m d'altitude : $\rho = 7{,}0\times10^{-2}$ kg.m^{-3}
- Vitesse de croisière de l'avion : $v = 250$ km.h^{-1} = 69,4 m.s^{-1}
- Surface totale des ailes de l'avion : S.
- Expression de la force modélisant la portance : $R_Z = \frac{1}{2} \times \rho \times C_Z \times v^2 \times S$
- Expression de la force modélisant la trainée : $R_X = \frac{1}{2} \times \rho \times C_X \times v^2 \times S$
- Coefficient de portance de l'aile : $C_z = 1{,}1$
- Coefficient de trainée de l'aile : $C_x = 2{,}0\times10^{-2}$

2.1. Qualifier, en le justifiant, le mouvement de l'avion lorsque celui-ci se maintient dans la stratosphère, à sa vitesse de croisière.

2.2. Énoncer la seconde loi de Newton.

2.3. Appliquer la seconde loi de Newton à l'avion en vitesse de croisière et déterminer les relations entre les forces de direction verticale, ainsi que les relations entre celles de direction horizontale. En déduire quelle doit être la valeur de la surface S des ailes de l'avion pour que ce mouvement dans la stratosphère puisse avoir lieu.

2.4. Indiquer, en expliquant la réponse, si la surface S des ailes de l'avion SolarStratos est suffisante pour accueillir les panneaux photovoltaïques nécessaires au fonctionnement de l'avion.

EXERCICE 3 commun à tous les candidats (4 points)

(mathématiques)

Vous traiterez 4 questions au choix parmi les 6 questions proposées

Pour les questions 1 et 2, on considère la fonction suivante :

Soit g la fonction définie sur l'intervalle [0 ; +∞[par :

$$g(x) = (2x - 1)e^{-x}.$$

Question 1 :

Calculer $g(0)$.

Question 2 :

On admet que la fonction g est dérivable sur l'intervalle [0 ; +∞[et on note g' sa fonction dérivée.

2. a. Montrer que, pour tout réel x appartenant à [0 ; +∞[, $g'(x) = (-2x + 3)e^{-x}$.

2. b. Justifier que $g(x) < 2e^{-\frac{3}{2}}$ pour $x > \frac{3}{2}$.

Question 3 :

Sachant que $\cos\left(\frac{9\pi}{5}\right) = \frac{\sqrt{5}+1}{4}$, exprimer $\cos\left(\frac{\pi}{5}\right)$ en fonction de $\sqrt{5}$.

Question 4 :

On considère l'intégrale I suivante : $I = \int_0^2 (2x - 1)\, dx$

Montrer que $I = 2$.

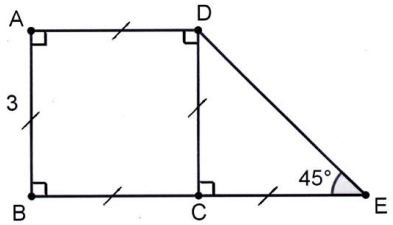
Question 5 :

Simplifier le nombre suivant en détaillant les calculs :

$$A = 5\ln(e^3) - 4\ln(\frac{1}{e^2})$$

Question 6 :

ABCD est un carré de côté 3 cm et DCE est un triangle rectangle et isocèle en C.



Donner la valeur du produit scalaire $\overrightarrow{EB} \cdot \overrightarrow{ED}$.

EXERCICE 4 au choix du candidat (6 points)

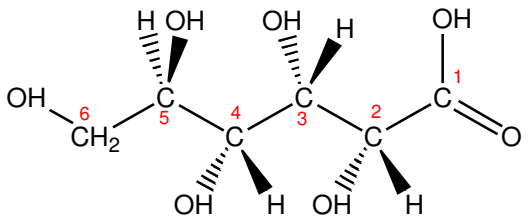
(physique-chimie)

Vous indiquerez sur votre copie l'exercice 4 choisi : exercice 4 – A ou exercice 4 – B

EXERCICE 4 – A

À propos de l'acide D-gluconique
Mots clés : structure spatiale, piles

L'acide D-gluconique, de formule brute $C_6H_{12}O_7$ est un acide carboxylique présent naturellement dans certaines espèces animales ou végétales. Il est utilisé en Europe comme additif alimentaire (E574). Sa représentation de Cram est donnée ci-dessous :



Données **:**

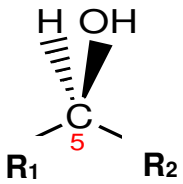
- Quelques numéros atomiques **:** Z(H) = 1 ; Z(C) = 6 ; Z(O) = 8.
- pK_A (acide gluconique $C_6H_{12}O_7$ / ion gluconate $C_6H_{11}O_7^-$) = 3,9 à 25 °C.
- L'acide D-gluconique est une molécule chirale.
- Masse molaire moléculaire du glucose M = 180 g.mol^{-1}.
- Constante de Faraday : 1F = 96500 C·mol^{-1}.
- 1 µ = 10^{-6}.

1. Expliquer ce qu'est une molécule chirale.

2. Sur le **document réponse DR 2 page 13** à rendre avec la copie, repérer par un astérisque, le(s) carbone(s) asymétrique(s) de la molécule d'acide D-gluconique.

3. Déterminer la configuration absolue de l'atome de carbone portant le numéro 5. La démarche suivie devra être expliquée.

4. Dans cette question, on ne s'intéressera qu'à la configuration de l'atome de carbone portant le numéro 5. La représentation simplifiée de Cram de l'acide D-gluconique est donnée ci-dessous, R_1 et R_2 correspondant à des groupes d'atomes différents :

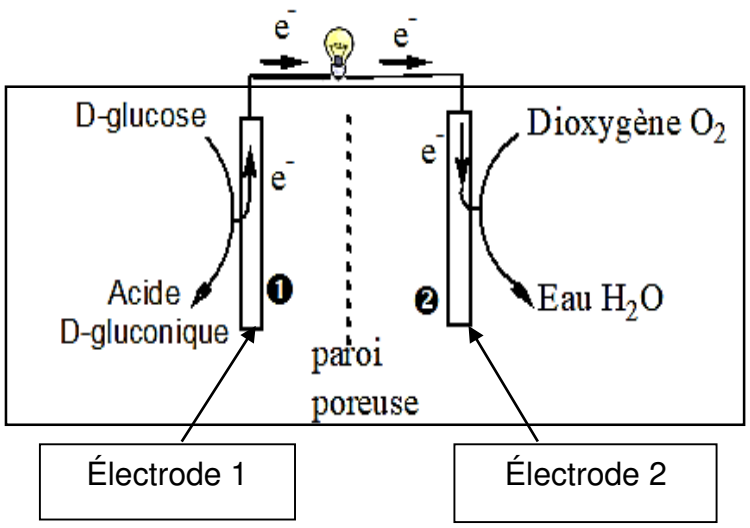


Représenter la configuration de l'atome de carbone portant le numéro 5 dans l'énantiomère de l'acide D-gluconique. On utilisera la représentation de Cram simplifiée.
L'acide D-gluconique est également produit dans des biopiles où le D-glucose et le dioxygène sont consommés. Le principe d'une biopile est expliqué dans l'article ci-dessous :

« Et si l'électricité prenait désormais sa source dans la nature grâce aux biopiles… Depuis dix ans, glucose, bactéries ou plantes inspirent les chercheurs à la quête d'une source d'énergie alternative et propre. Les biopiles fonctionnent comme des piles classiques à combustibles : elles convertissent l'énergie chimique en énergie électrique. Seulement, à l'inverse de la pile chimique, qui n'est pas biodégradable, les composants de la biopile sont 100 % naturels. Au revoir donc manganèse et platine… des métaux lourds, rares et polluants. […] *Les avancées dans ce domaine se multiplient, et notamment pour des applications biomédicales. Des chercheurs de Grenoble et de Bordeaux ont réussi à mettre au point, en 2010, une pile uniquement alimentée par le glucose de l'organisme. Ce dispositif de quelques millimètres fait réagir l'oxygène et le sucre, présents dans le liquide physiologique du corps. C'est cette réaction qui génère des électrons, utilisés par la pile pour produire du courant. »*

Source : https://lejournal.cnrs.fr/articles/le-bel-avenir-des-biopiles

Le schéma suivant décrit le principe de fonctionnement d'une biopile au D-glucose :



5. Citer deux avantages d'une biopile par rapport à une pile classique.

6. Préciser la polarité des électrodes 1 et 2 de la biopile.

7. Nommer l'espèce chimique qui cède des électrons au niveau de l'électrode 1.

Lors d'une étude menée dans les années 2010, une biopile au D-glucose a été introduite dans l'abdomen d'un rat, dans une zone dans laquelle la valeur du pH est proche de 7.

8. Déterminer, de l'acide gluconique ou de l'ion gluconate, l'espèce qui est prédominante dans cette zone de l'abdomen.

9. En déduire, en choisissant parmi les deux propositions suivantes, la réaction électrochimique qui a lieu à l'électrode 1 :

- ✓ $C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_6H_{11}O_7^- + 3H^+ + 2e^-$
- ✓ $C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_7 + 2H^+ + 2e^-$

10. Préciser la nature de la réaction se produisant à l'électrode 2 et écrire l'équation de la réaction électrochimique correspondante. Justifier les réponses.

11. Écrire l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile.

La biopile a été utilisée pour alimenter un dispositif électrique pendant une durée quotidienne égale à 10 minutes et durant 11 jours, l'intensité du courant délivré étant égale à 5,0 µA.

12. Déterminer la quantité de matière d'électrons ayant circulé dans le dispositif au cours des 11 jours de l'étude. En déduire la masse de glucose consommée au cours de cette durée.

EXERCICE 4 – B
Contrôle du pH sanguin.
Mots clés : réactions acido-basiques

Le sang humain est un liquide biologique dont le *pH* doit être maintenu dans un intervalle de valeurs très étroit car la survie des cellules de l'organisme en dépend. Pour une personne en bonne santé, le *pH* sanguin peut varier entre 7,36 et 7,44 ; cette régulation est assurée par des systèmes tampon. L'un d'entre eux fait intervenir le couple acide base acide carbonique/ion hydrogénocarbonate $H_2O,CO_2(aq)$ / $HCO_3^-(aq)$. Lors d'un effort physique intense, de l'acide lactique de formule brute $C_3H_6O_3$ peut se former dans les muscles et être transféré dans le sang. Le *pH* sanguin diminue mais le système de régulation permet de rétablir le *pH* du sang à une valeur proche de sa valeur initiale.

Données :

- La relation à l'équilibre entre le *pH* de la solution et le pK_A du couple $H_2O, CO_2(aq)/\ HCO_3^-(aq)$ est :

$$pH = pK_A + \log\frac{[HCO_3^-](eq)}{[H_2O,CO_2(aq)](eq)} \qquad \text{Relation (1)}$$

- Le pK_A du couple acide base $H_2O, CO_2(aq)/HCO_3^-(aq)$ vaut 6,1 à la température de 37 °C.
- Rappel : si $y = \log x$ alors, $x = 10^y$.

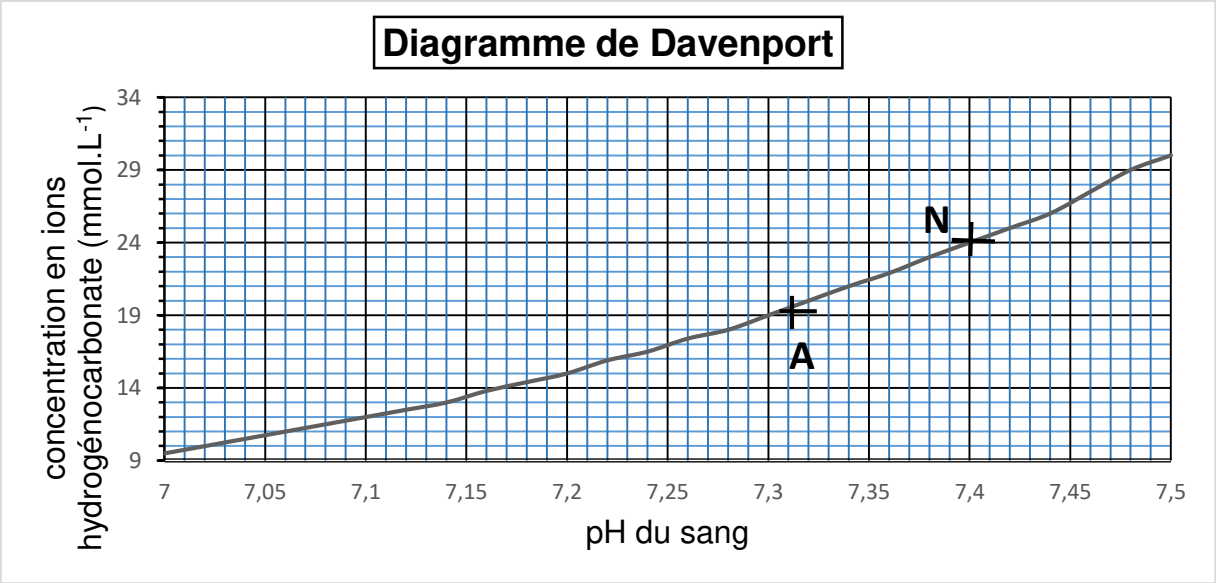
1. Recopier et compléter la demi-équation acide-base associée au couple $H_2O, CO_2(aq)/HCO_3^-(aq)$:

$$H_2O, CO_2(aq) + H_20(l) \rightleftharpoons \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

2. Représenter le diagramme de prédominance du couple $H_2O, CO_2(aq)/HCO_3^-(aq)$. En déduire quelle est l'espèce prédominante dans le sang d'un patient en bonne santé.

3. Citer les propriétés d'une solution tampon. Expliquer, dans le cas du sang humain, le rôle des systèmes tampon.

En cas de perturbation des mécanismes régulateurs, une variation trop importante du *pH* sanguin peut induire de graves conséquences sur l'état de santé d'une personne. Afin d'établir le diagnostic d'une acidose (diminution du *pH*) ou d'une alcalose (augmentation du *pH*) et proposer un traitement adapté, les médecins utilisent le diagramme de Davenport présenté ci-après. Deux patients ont réalisé des examens ; le point N correspond à un patient hospitalisé pour lequel les examens sont normaux et le point A correspond aux résultats obtenus pour un second patient hospitalisé.



4. Déterminer la valeur du *pH* du sang et la concentration en ions hydrogénocarbonate dans le sang du patient pour lequel les examens sont normaux.

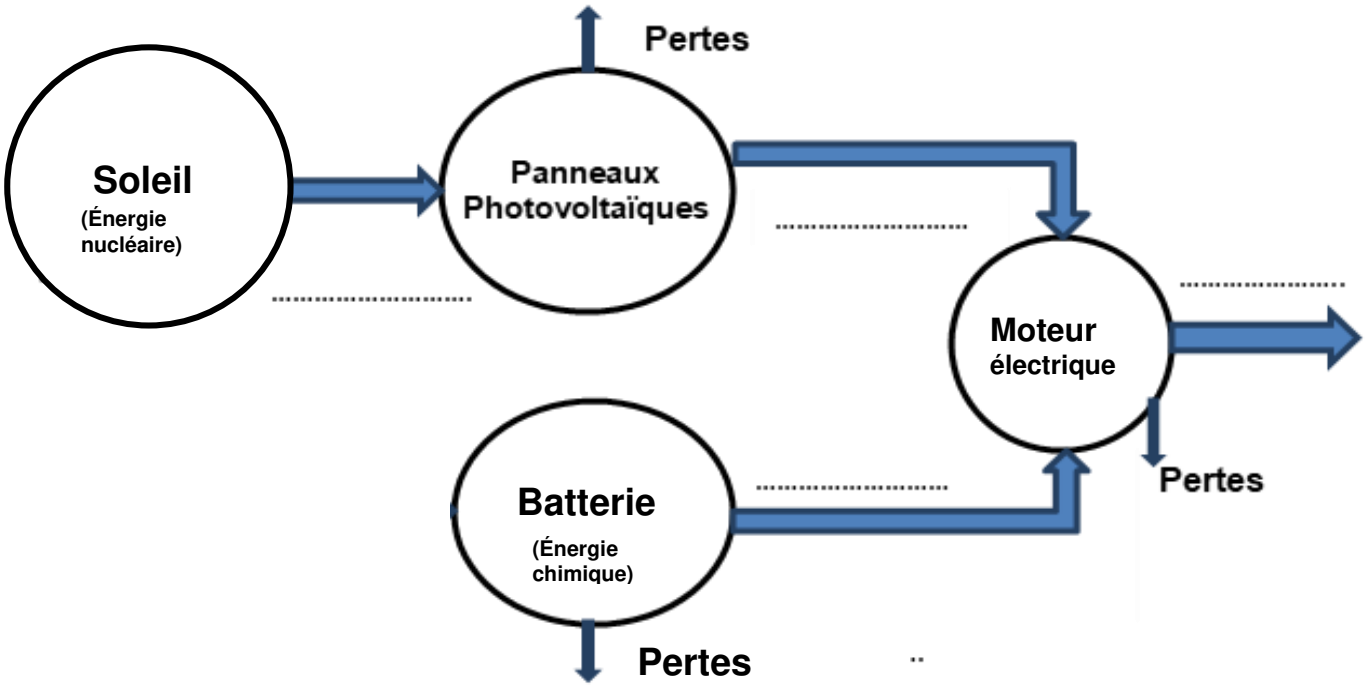
5. À l'aide de la relation (1), déterminer la concentration en acide carbonique $H_2O, CO_2(aq)$ dans le sang du patient pour lequel les examens sont normaux.

6. Préciser, en expliquant la réponse, si le médecin diagnostiquera une acidose ou une alcalose dans le cas du patient pour lequel les résultats correspondent au point A. Préciser si un traitement s'avère nécessaire pour revenir à un état normal.

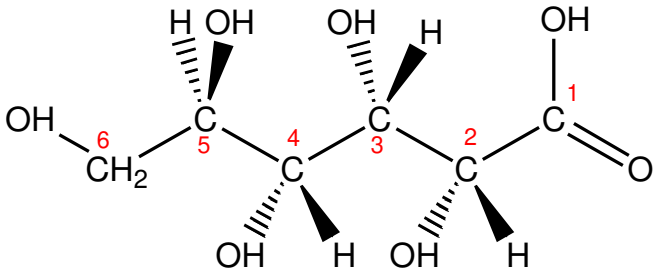
7. À l'aide de la relation (1), expliquer si une hyperventilation (succession rapide de grandes inspirations et expirations) peut être recommandée comme traitement de ce patient pour un retour à l'état normal.

Document réponse à rendre obligatoirement avec la copie

DR 1 - exercice 2 : Chaîne énergétique de l'avion solaire



DR 2 - exercice 4A : À propos de l'acide D-gluconique



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.