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

SESSION 2023

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Physique-Chimie et Mathématiques

Durée de l'épreuve : **3 heures**

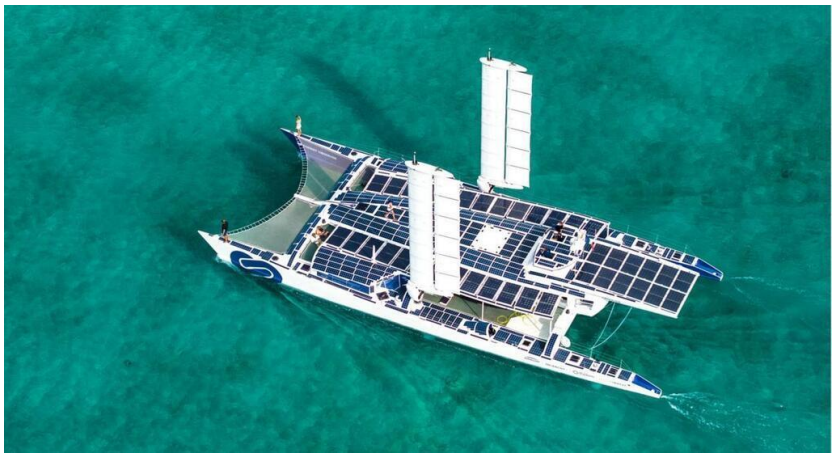
L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

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

Energy Observer est à l'origine le nom du premier bateau navigant grâce aux énergies renouvelables et à l'hydrogène. Parti de France, il a largué les amarres en mars 2020 pour une odyssée de 4 ans autour du monde. Il est le symbole d'une prise de conscience et des actions menées au service de la transition écologique.



https://www.energy-observer.org

Ses technologies embarquées combinent de multiples sources d'énergie telles que les énergies solaire, éolienne, hydrolienne, et différentes solutions de stockage d'énergie telles que des batteries et surtout du dihydrogène. Ces technologies zéro émission sont expérimentées, testées et optimisées pour faire des énergies propres une réalité concrète et accessible à tous.

EXERCICE 1 (4 points)

Physique-Chimie et Mathématiques

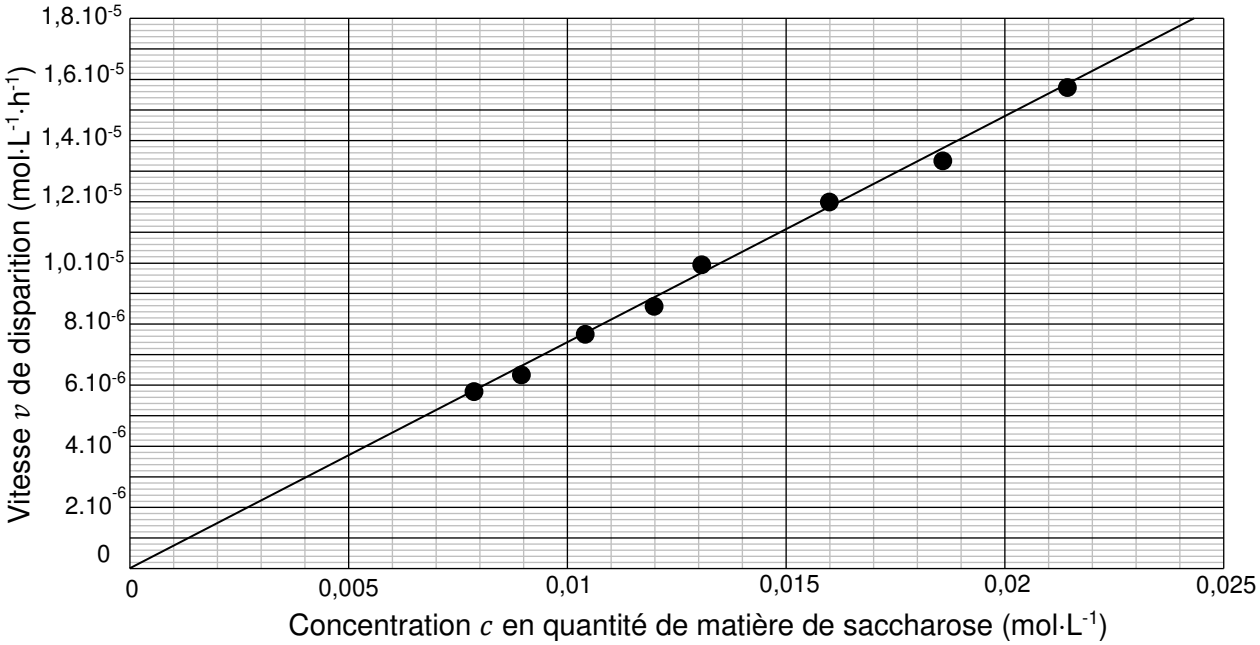
À bord du bateau *Energy Observer,* l'équipage doit évidemment se nourrir. Plutôt que d'utiliser du saccharose pour les apports glucidiques, du sirop de sucre inverti a été embarqué sur le bateau.

Le sucre inverti est un mélange équimolaire de glucose et de fructose issu de l'hydrolyse du saccharose. Il présente un pouvoir sucrant supérieur d'environ 20 % à celui du saccharose, ce qui limite la masse embarquée sur le bateau. Il permet également de réduire le temps de cuisson, donc l'énergie utilisée à bord pour se nourrir.

La production de sucre inverti est réalisée en laboratoire lors de la transformation chimique du saccharose en milieu acide, en chauffant.
On définit la vitesse v de disparition du saccharose de concentration c en quantité de matière par :

$$v = -\frac{\mathrm{d}c}{\mathrm{d}t}$$

Expérimentalement, nous réalisons un suivi cinétique de cette transformation qui permet d'obtenir le graphe ci-après représentant l'évolution de la vitesse v de disparition du saccharose en fonction de sa concentration c en quantité de matière dans le mélange. On peut modéliser cette situation par une fonction linéaire.



1. À partir du graphique précédent, choisir, en justifiant la réponse, le modèle adapté à la cinétique chimique de cette réaction parmi les propositions suivantes :

$\text{modèle 1 : } v = k$; $\text{modèle 2 : } v = k \cdot c$; $\text{modèle 3 : } v = k \cdot c^2$

où k est la constante de vitesse.

2. Déterminer une valeur approchée de la constante de vitesse k en précisant son unité.

Dans la suite de cet exercice, on prendra $k = 7 \times 10^{-4}$.

3. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$, défini par la relation : $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$.

4. Commenter le résultat précédent en qualifiant de rapide ou lente la transformation chimique réalisée au laboratoire.

À partir du modèle identifié à la question 1, on montre que la cinétique de l'hydrolyse du saccharose peut être modélisée par l'équation différentielle (E) :

$$\frac{dc}{dt} = -k \times c \qquad \text{(soit en mathématiques } y' = -k \times y\text{)}$$

où $k = 7 \times 10^{-4}$.

5. Résoudre sur [0 ; + ∞[cette équation différentielle.

6. Sachant que pour $t = 0$, la concentration initiale du saccharose vaut $0{,}4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, montrer que l'unique solution de l'équation (E) est la fonction c définie sur [0 ; + ∞[par $c(t) = 0{,}4 \times \text{e}^{-7\times10^{-4}\times t}$.

7. Déterminer la limite de $c(t)$ lorsque t tend vers +∞.

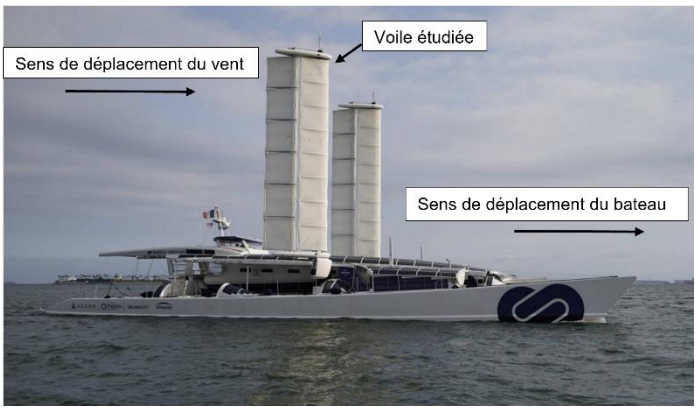
8. Interpréter ce résultat dans le contexte de la production réalisée en laboratoire.

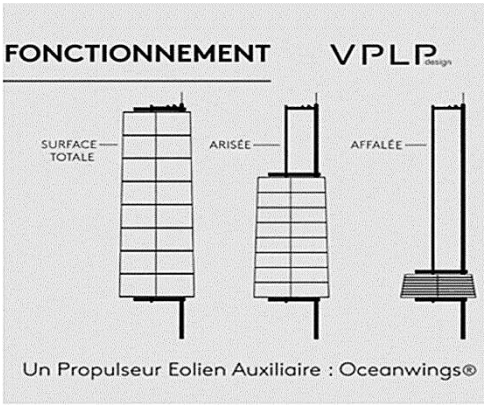
EXERCICE 2 (6 points)

(Physique-Chimie)

Naviguer plus vite

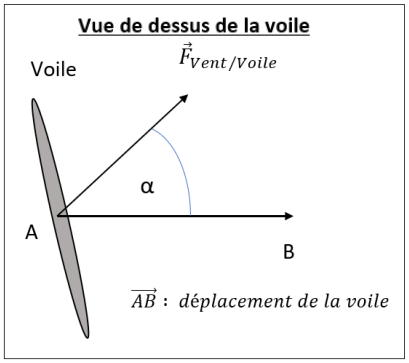
Energy Observer est équipé d'un nouveau type de voiles appelées *Oceanwings®.* Un système automatisé permet de modifier l'orientation des voiles ainsi que leur surface exposée au vent (surface totale, voile arisée ou voile affalée).





Source VPLP Design

Le schéma ci-contre représente la voile vue de dessus ainsi que la force constante exercée par le vent sur la voile, notée $\vec{F}_{Vent/Voile}$. La voile, solidaire du bateau, se déplace de A vers B.



1. Identifier les deux paramètres permettant de faire varier la vitesse du bateau.

2. Déterminer l'expression littérale du travail de la force exercée par le vent sur la voile au cours du déplacement entre les points A et B.

Pour que le bateau navigue à grande vitesse, le travail de la force exercée par le vent sur la voile doit être maximum.

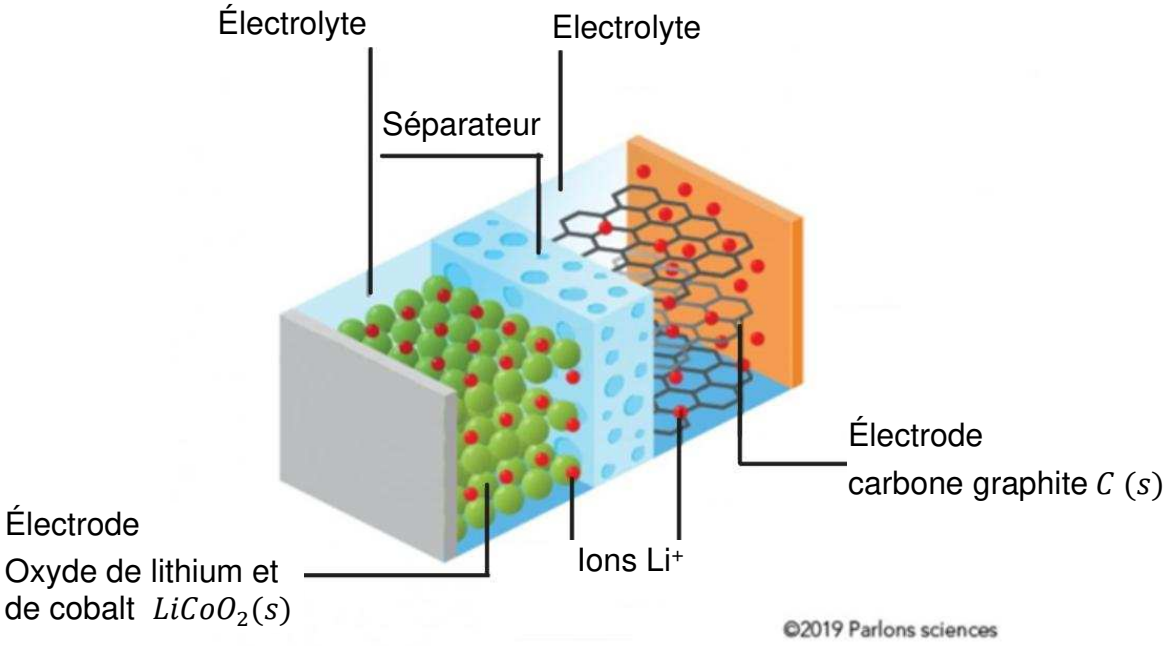
3. Déterminer la valeur du paramètre intervenant dans l'expression littérale du travail afin que celui-ci soit maximum.

4. Expliquer comment varie la vitesse du bateau en augmentant la surface des voiles et nommer l'énergie du bateau ainsi augmentée.

Produire, stocker et restituer l'énergie

Energy Observer est un bateau autonome en énergie. En l'absence de vent et par temps couvert, les apports extérieurs d'énergie sont insuffisants. Aussi, les moteurs électriques qui propulsent le bateau et les appareils à bord font appel à l'énergie stockée dans des batteries ou sous forme de dihydrogène.

Cette partie se limitera à l'étude de la décharge d'une batterie lithium-ion, qui se comporte alors comme une pile dont voici un schéma simplifié :



L'électrolyte est un sel de lithium dissous dans un solvant organique.

Les ions lithium Li^+ de l'électrolyte peuvent se déplacer d'une électrode à l'autre en passant au travers d'un séparateur perméable à ces ions.

Au cours de sa décharge, une batterie lithium-ion est le siège de transformations chimiques qui se déroulent au niveau de chaque électrode selon les équations de réactions électrochimiques suivantes :

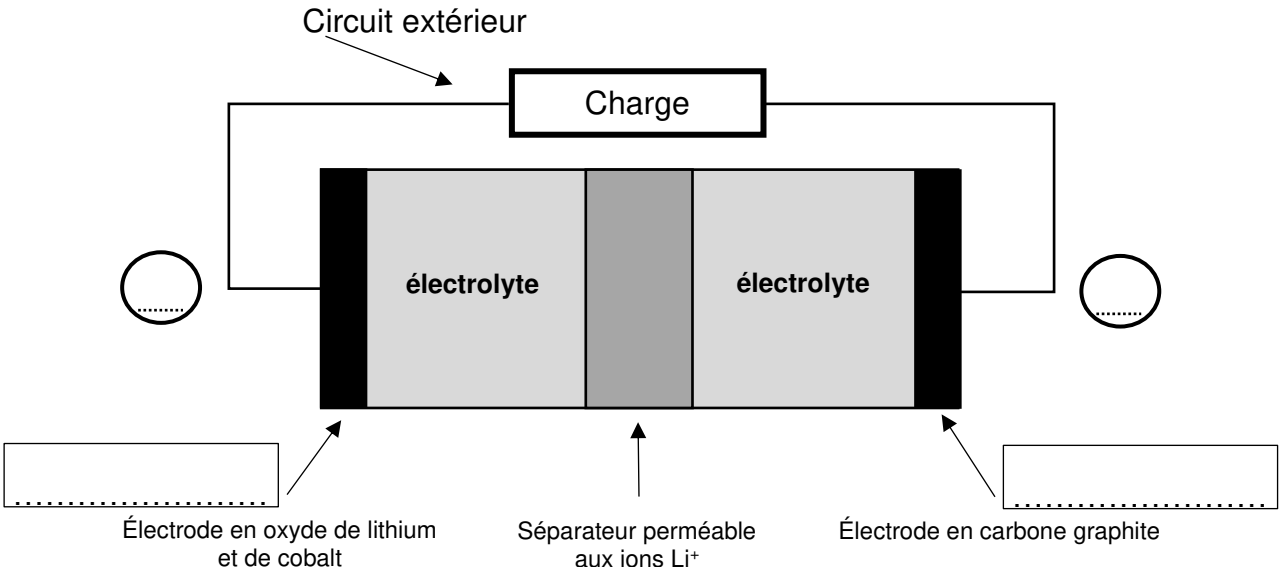
À l'électrode en oxyde métallique : $\mathrm{Li_{(1-x)}CoO_2(s)} + x\,\mathrm{Li^+} + x\,\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{LiCoO_2(s)}$

À l'électrode en carbone-graphite : $\mathrm{Li_xC_6(s)} \rightarrow x\,\mathrm{Li^+} + x\,\mathrm{e^-} + 6\,\mathrm{C(s)}$

Cet exercice sera traité sans prêter attention à la valeur de x.

5. Justifier que lors de la décharge l'électrode de carbone graphite $\mathrm{C(s)}$ est le siège d'une oxydation.

Lors de sa décharge, la batterie délivre un courant électrique dans un circuit extérieur, comme l'illustre le schéma suivant :

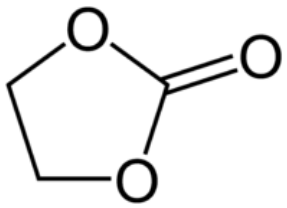


6. Reproduire le schéma de la batterie ci-dessus sur votre copie et y indiquer :

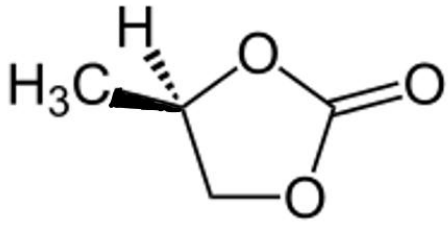
- dans les 2 rectangles les rôles d'anode ou de cathode joués par chaque électrode ;
- la nature et le sens de déplacement des porteurs de charge circulant dans :
  - le circuit extérieur ;
  - le séparateur ;
- dans les 2 cercles la polarité de chaque électrode.

Au sujet de l'électrolyte de cette batterie, le solvant organique peut être du carbonate d'éthylène ou du carbonate de propylène dont les représentations sont données ci-après :

Carbonate d'éthylène



Carbonate de propylène



7. Déterminer la formule brute du carbonate d'éthylène.

8. Recopier la représentation de la molécule de carbonate de propylène et identifier la présence de l'atome de carbone asymétrique par une étoile *.

9. Déterminer la configuration absolue R ou S de cet atome de carbone asymétrique.

10. Représenter l'autre énantiomère de la molécule de carbonate de propylène en perspective de Cram.

EXERCICE 3 (4 points)

(Mathématiques)

Les quatre questions de cet exercice sont indépendantes.

Question 1

Résoudre dans **R** l'inéquation :

$$\mathrm{e}^{2t} > 0{,}12$$

Question 2

On considère la fonction F définie sur **R** par $F(t) = a\mathrm{e}^{2t+6}$.

a. F est une primitive de la fonction f définie sur **R** par $f(t) = 6\,\mathrm{e}^{2t+6}$.
Déterminer la valeur de a.

b. Donner une autre primitive de la fonction f**.**

Question 3

On s'intéresse à l'équipement des habitants d'une grande ville en ordinateurs depuis 2000.

La part (exprimée en %) des habitants de cette ville ayant au moins un ordinateur est modélisée par la fonction f définie sur [0 ; + ∞[par :

$$f(t) = \frac{94{,}6}{1 + \mathrm{e}^{0{,}6-0{,}2t}}$$

où t est la durée écoulée (en année) depuis l'année 2000.

Montrer que le taux d'équipement ne peut jamais être supérieur à 94,6 %.

Question 4

Soit f la fonction définie sur $]0\,;\,+\infty[$ par :

$$f(x) = \frac{\mathrm{e}^{x}}{x^2 + 26x}$$

Déterminer la limite de la fonction f lorsque x tend vers +∞.

EXERCICE 4 (6 points)

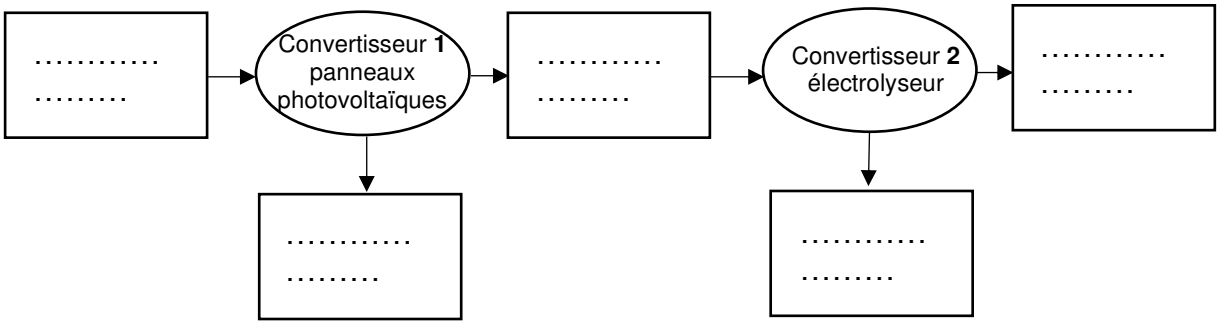
(Physique-Chimie)

Le bateau Energy-Observer est recouvert sur le maximum de sa surface par des panneaux photovoltaïques lui permettant de profiter de l'énergie solaire. Une partie importante de l'énergie électrique produite alimente un électrolyseur qui fabrique du dihydrogène gazeux à partir de l'eau de mer dessalinisée. Ce dihydrogène est alors stocké sous une pression de 350 bars dans des bonbonnes pour alimenter la pile à combustible qui assure les besoins en énergie électrique pour la propulsion du bateau et la vie à bord. Ce stockage du dihydrogène constitue une réserve d'énergie à long terme.

Produire de l'énergie avec les panneaux photovoltaïques

1. Recopier la chaîne énergétique ci-dessous et la compléter en précisant les formes d'énergie mises en jeu pour fabriquer le dihydrogène à bord du bateau à partir de l'énergie rayonnée par le Soleil.

Chaîne énergétique



La surface globale des panneaux photovoltaïques du bateau est de 168 m^2.

Les panneaux utilisés sont de nouvelle génération et offrent un rendement de 22 %.

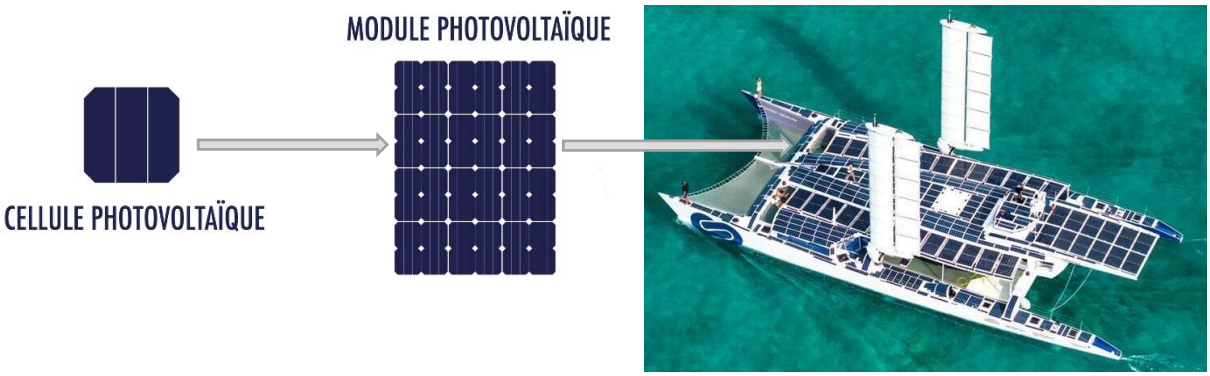
On considère que les panneaux solaires du bateau sont soumis à une irradiation moyenne de $800\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

2. Exploiter la valeur du rendement pour estimer la puissance électrique maximale fournie par l'ensemble des panneaux du bateau.

Le constructeur des panneaux annonce que l'installation photovoltaïque sur ce bateau est capable de produire une puissance électrique maximale de 28 kW.

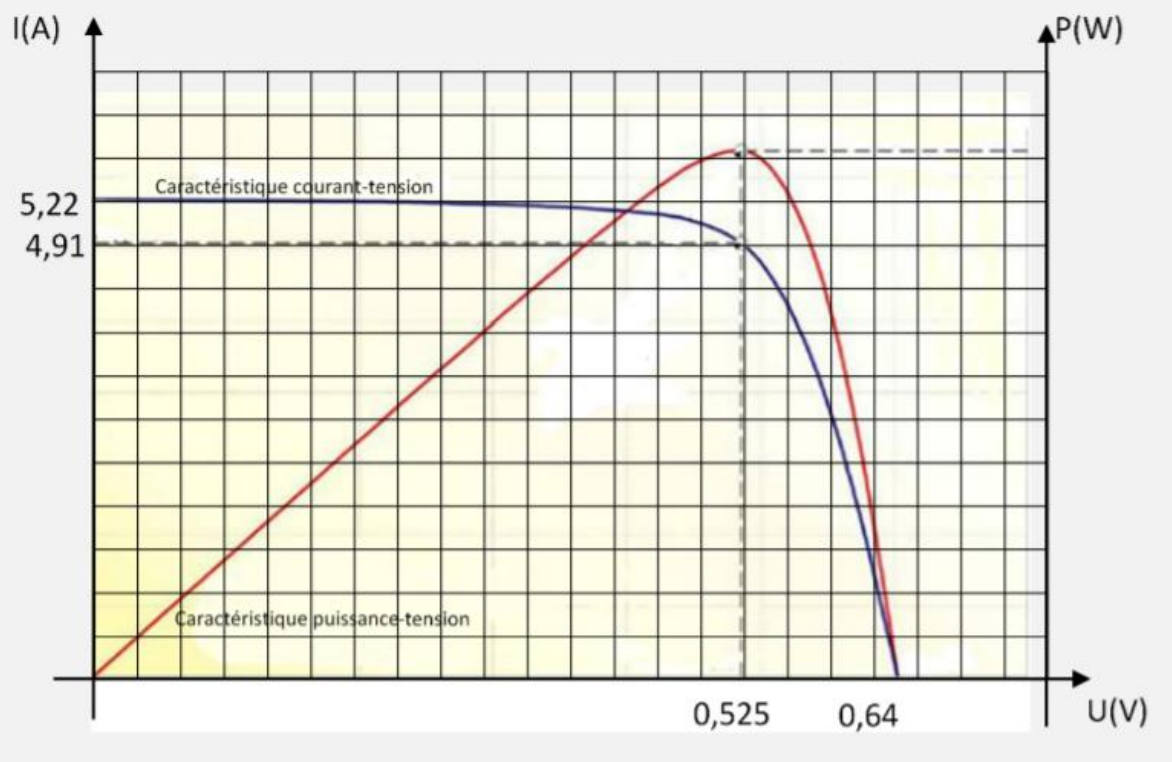
3. Comparer le résultat précédent avec la valeur de la puissance électrique maximale annoncée par le constructeur, puis commenter.

Les panneaux photovoltaïques sont constitués de cellules identiques montées en série, comme illustré ci-dessous :



Considérons une cellule photovoltaïque soumise à une irradiation solaire de $800\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$ et à une température de 20 °C.

Dans ces conditions, les caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque sont données par le graphique suivant :



Caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque (conditions du test : irradiation 800 W.m^{-2}, T = 20°C)

D'après spcl.ac-montpellier.fr

Ce graphique indique notamment les valeurs de la tension U et de l'intensité I lorsque la puissance fournie par la cellule est maximale.

4. Montrer que, dans ces conditions, la valeur de la puissance électrique maximale délivrée par une cellule est voisine de 2,6 W.
5. Déterminer le nombre de cellules nécessaires pour atteindre la valeur de la puissance maximale annoncée par le constructeur.
6. Montrer que l'énergie électrique maximale produite par l'installation photovoltaïque au cours d'une semaine est de l'ordre de 1600 kWh si les conditions sont satisfaites pendant huit heures par jour (unités d'énergie : 1 Wh = 3600 J).

L'énergie ainsi produite sert à l'alimentation électrique des électrolyseurs qui réclament une énergie d'environ 2400 kWh pour faire le plein des réservoirs de dihydrogène.

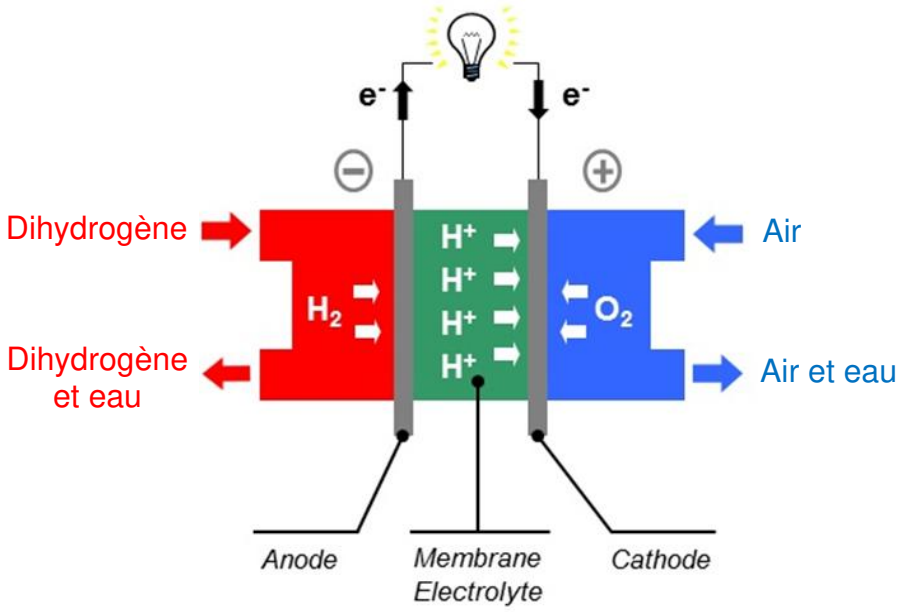
7. Estimer la durée nécessaire pour remplir pleinement les réservoirs en dihydrogène seulement par l'apport d'énergie des panneaux photovoltaïques. Commenter cette durée.

Le dihydrogène pour la pile à combustible

Le stockage du dihydrogène est réalisé dans huit réservoirs de 332 L, soit l'équivalent en énergie de 230 L d'essence. Ce volume représente une énergie globale nette stockée de 1000 kWh.

Source https://www.energy-observer.org

Cette pile à combustible est constituée de 400 cellules élémentaires dont le fonctionnement est décrit par le schéma ci-dessous :



Extrait du site internet d'EAS-HyMob_Région Normandie

Au cours de son fonctionnement, chaque cellule élémentaire consomme du dihydrogène $H_2(g)$ issu des huit réservoirs de stockage et du dioxygène $O_2(g)$ provenant de l'air ambiant. L'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile est la suivante :

$$O_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

Données :

- Couples d'oxydo-réduction : $O_2(g)$ / $H_2O(l)$ et $H^+(aq)$ / $H_2(g)$;
- masse molaire atomique : $M(H) = 1{,}0\ g \cdot mol^{-1}$;
- quantité d'électricité par mole d'électrons : $F = 9{,}65 \times 10^4\ C \cdot mol^{-1}$;

8. Écrire les équations des réactions électrochimiques modélisant les transformations chimiques se produisant à l'anode et à la cathode.

Le courant électrique circulant dans chaque cellule élémentaire a pour intensité :

$$I = 170\ A$$

Les réservoirs permettent de stocker un total de 62 kg de dihydrogène.

9. À l'aide des informations recueillies, montrer que la quantité de matière de $H_2(g)$ disponible pour chaque cellule élémentaire vaut 78 mol.

10. En déduire la quantité de matière $n(e^-)$ d'électrons échangés par une cellule.

La durée d'autonomie de la pile correspond à la durée de fonctionnement Δt d'une cellule qui s'exprime en secondes par la relation :

$$\Delta t = \frac{n(e^-) \times F}{I}$$

11. Déterminer la durée d'autonomie de la pile à combustible en secondes, puis en heures. Conclure sur l'intérêt de constituer une réserve de dihydrogène à bord.

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.