Sécurité électrique à bord d'un voilier

Brevet 2025 Asie · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Préciser si les appareils récepteurs du voilier sont branchés en série ou en dérivation. Justifier.

Données utiles texte d'introduction : « Ces appareils fonctionnent indépendamment les uns des autres. »

D'après le texte, les appareils fonctionnent indépendamment les uns des autres : on peut en éteindre un, ou l'un peut tomber en panne, sans que les autres s'arrêtent.

Dans un circuit en série, si un appareil est éteint ou en panne, le circuit est ouvert et tous les autres s'arrêtent. Ce n'est pas le cas ici.

Les appareils récepteurs sont branchés **en dérivation**.

COMPRENDRE
En dérivation, chaque appareil est dans sa propre boucle avec la batterie. Il reçoit donc aussi la tension de 12 V de la batterie.

2 Proposer un moyen de protéger efficacement les connexions électriques de l'oxydation à bord des voiliers.

Données utiles texte : l'atmosphère humide favorise fortement l'oxydation des connexions métalliques en cuivre.

Le cuivre s'oxyde au contact de l'air humide. Il faut donc empêcher ce contact.

On recouvre les connexions d'une couche étanche et isolante : gaine en plastique, vernis, graisse, ou boîtier étanche.

MÉTHODE
Pour « proposer un moyen », nomme la cause donnée par le texte (ici l'air humide), puis une solution qui supprime cette cause. Une seule proposition bien justifiée suffit.

3 Recopier, parmi les quatre équations proposées, celle qui modélise une oxydation du cuivre. Donner deux éléments de justification.

Données utiles équations proposées : $2\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,CuO$; $2\,Cu + 2\,O_2 \longrightarrow CuO$; $Cu + 2\,O_2 \longrightarrow 2\,CuO$; $2\,CuO \longrightarrow 2\,Cu + O_2$

$$2\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,CuO$$

Justification 1 : lors de l'oxydation, le cuivre Cu réagit avec le dioxygène O_2 de l'air. Ce sont les réactifs : ils sont écrits à gauche de la flèche. L'oxyde de cuivre CuO est le produit : il est écrit à droite. Cela écarte la quatrième équation.

Justification 2 : les atomes se conservent. À gauche : 2 atomes de cuivre et 2 atomes d'oxygène. À droite : 2 atomes de cuivre et 2 atomes d'oxygène. L'équation est ajustée. Ce n'est pas le cas de la deuxième et de la troisième équation.

$2\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,CuO$: bons réactifs, bon produit, et conservation des atomes.

PIÈGE
La quatrième équation, $2\,CuO \longrightarrow 2\,Cu + O_2$, est ajustée elle aussi, mais elle est écrite dans le mauvais sens : le cuivre y est un produit, pas un réactif.

MÉTHODE
Pour vérifier une équation, compte les atomes de chaque sorte de chaque côté. Dans $2\,CuO$, le 2 placé devant multiplie toute la formule : 2 Cu et 2 O.

4 Écrire la formule de l'ion cuivre (II).

Données utiles texte : l'atome de cuivre, de symbole Cu, peut perdre deux électrons.

Un électron porte une charge négative. En perdant deux électrons, l'atome de cuivre, qui est neutre, devient un ion qui porte deux charges positives.

La formule de l'ion cuivre (II) est Cu^{2+}.

PIÈGE
Écrire Cu^{2-}. Perdre des électrons, c'est perdre des charges négatives : l'ion formé est positif.

5 Montrer par un calcul que l'intensité du courant dans le fil d'alimentation de la lampe tricolore vaut 0,5 A quand elle fonctionne normalement.

Données utiles lampe : puissance nominale $P = 6$ W ; tension nominale $U = 12$ V.

La puissance électrique est $P = U \times I$, avec P en watt (W), U en volt (V) et I en ampère (A). Donc $I = \dfrac{P}{U}$.

En fonctionnement normal, la lampe est soumise à sa tension nominale $U = 12$ V et sa puissance est $P = 6$ W.

$$I = \frac{6 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0{,}5 \text{ A}$$

$I = \dfrac{P}{U} = 0{,}5$ A : c'est bien la valeur annoncée.

MÉTHODE
Dans un « montrer que », le résultat est donné. Les points sont pour la formule, les valeurs remplacées avec leurs unités, puis la phrase qui retrouve la valeur de l'énoncé.

6 Recopier le schéma du circuit en ajoutant les schémas normalisés des appareils qui mesurent la tension aux bornes de la résistance et l'intensité du courant qui la traverse.

Données utiles schéma du sujet : circuit en série avec la batterie, un interrupteur fermé, une résistance de 47 Ω et une lampe.

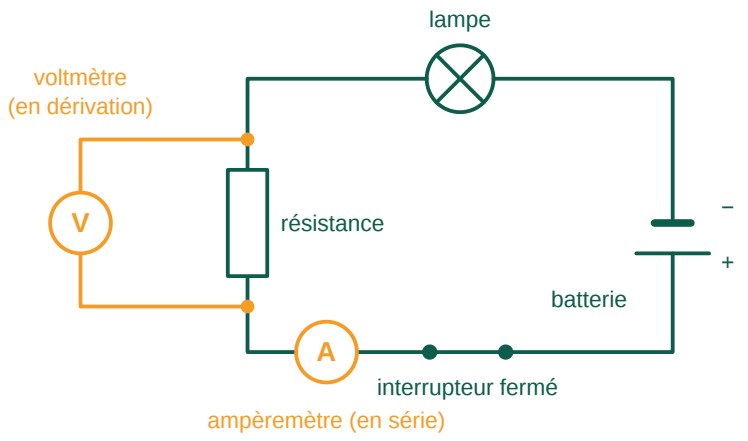
L'intensité se mesure avec un ampèremètre (symbole : un cercle avec la lettre A). Il se branche en série avec la résistance.

La tension se mesure avec un voltmètre (symbole : un cercle avec la lettre V). Il se branche en dérivation aux bornes de la résistance.

Ampèremètre en série dans la boucle, voltmètre en dérivation aux bornes de la résistance (voir le schéma).

PIÈGE
Placer le voltmètre dans la boucle, ou l'ampèremètre aux bornes de la résistance. Il faut aussi recopier tous les dipôles du sujet : batterie, lampe, résistance, interrupteur fermé.

COMPRENDRE
Le circuit est une seule boucle : l'intensité y est la même partout. L'ampèremètre peut donc être placé n'importe où dans la boucle.



6 · Schéma du circuit avec l'ampèremètre (en série) et le voltmètre (en dérivation aux bornes de la résistance)

7 Rappeler l'effet de l'ajout d'une résistance électrique sur la valeur de l'intensité du courant dans un circuit en série.

Quand on ajoute une résistance dans un circuit en série, l'intensité du courant **diminue**. Plus la valeur de la résistance est grande, plus l'intensité est faible.

COMPRENDRE
Le sujet le confirme : la lampe est prévue pour 0,5 A (question 5), mais avec la connexion oxydée de 47 Ω en série, l'intensité mesurée n'est plus que de 0,19 A.

8 À l'aide du graphique, déterminer la tension aux bornes de la résistance quand elle est traversée par un courant d'intensité 0,19 A.

Données utiles graphique : tension U (en V) aux bornes de la résistance de 47 Ω en fonction de l'intensité I (en A).

Sur l'axe horizontal, je repère $I = 0{,}19$ A, au milieu entre 0,18 et 0,2. Je monte verticalement jusqu'à la droite, puis je rejoins horizontalement l'axe vertical.

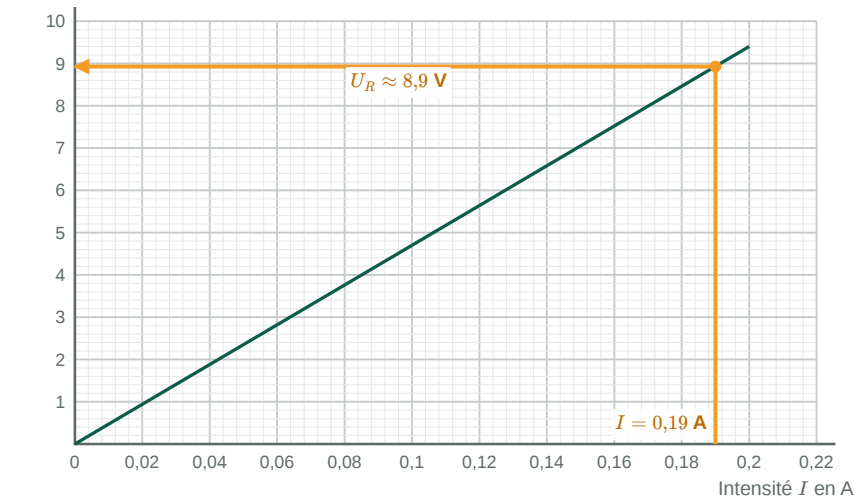
Je lis une valeur un peu inférieure à 9 V.

$U_R \approx 8{,}9$ V

MÉTHODE
Trace les pointillés de lecture et écris la valeur lue avec son unité. Une lecture voisine (8,8 V ou 9 V) est acceptée ; la loi d'Ohm $U = R \times I$ donne 8,93 V.

À LA CALCULATRICE





8 · Graphique du sujet, avec la lecture pour $I = 0{,}19$ A

9 Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la lampe du circuit en s'appuyant sur un calcul. Commenter ensuite le résultat.

Données utiles batterie : $U_{\text{batterie}} = 12$ V ; $U_R \approx 8{,}9$ V (question 8) ; interrupteur fermé : $U_{\text{interrupteur}} = 0$ V ; tension nominale de la lampe : 12 V.

Le circuit est en série. D'après la loi d'additivité des tensions, la tension aux bornes de la batterie est égale à la somme des tensions aux bornes des autres dipôles :

$$U_{\text{batterie}} = U_R + U_{\text{lampe}} + U_{\text{interrupteur}}$$

Donc $U_{\text{lampe}} = U_{\text{batterie}} - U_R - U_{\text{interrupteur}}$

$$U_{\text{lampe}} = 12 \text{ V} - 8{,}9 \text{ V} - 0 \text{ V} = 3{,}1 \text{ V}$$

Commentaire : la tension aux bornes de la lampe (3,1 V) est très inférieure à sa tension nominale (12 V). La lampe ne fonctionne pas normalement : elle brille très faiblement, comme on l'observe sur le voilier.

$U_{\text{lampe}} \approx 3{,}1$ V, bien moins que les 12 V nécessaires : la connexion oxydée empêche la lampe de briller normalement.

PIÈGE
S'arrêter au calcul. « Commenter » rapporte des points : il faut comparer 3,1 V à la tension nominale de 12 V et conclure sur l'éclat de la lampe.

COMPRENDRE
La connexion oxydée « prend » la plus grande partie de la tension de la batterie. D'où l'importance de protéger les connexions de l'oxydation (question 2).