

Calculatrice autorisée

Durée : 2h

(Tiers-temps : 2h40min)

Les portables seront éteints et placés dans le sac (ou cartable).

Le sac sera déposé aux extrémités de la salle

Tout échange de matériel est interdit

Rendre l'énoncé avec la copie

CONTENU :

| | <u>Titre de l'exercice</u> | Points | Enoncé pages | Annexe à rendre page |
|-----|--|--------|--------------|----------------------|
| I | Dosage par étalonnage d'une solution de Lugol® | 4 | 2 | 5 |
| II | Un solide ionique : le thiosulfate de sodium | 6 | 2-3 | 5 |
| III | Retour sur Terre du vaisseau Soyouz | 5 | 3 | |
| IV | Respirer dans la station spatiale internationale (ISS) | 5 | 4 | 5 |

I. Dosage par étalonnage d'une solution de Lugol® (4 points)

Document 1 : La solution de Lugol®

- Le Lugol® doit son nom au médecin français Jean Lugol (1788-1851). Il a suggéré que sa solution iodée de Lugol® pourrait être utilisée dans le traitement de la tuberculose ce qui s'est révélé inexact.
- Le Lugol® est utilisé pour des traitements de la thyroïde, comme marqueur d'endoscopies ou comme antiseptique.

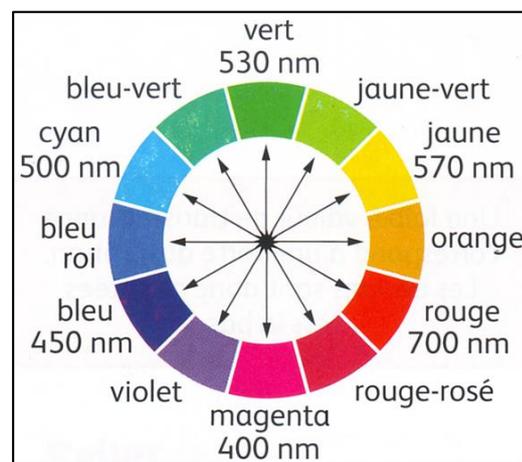
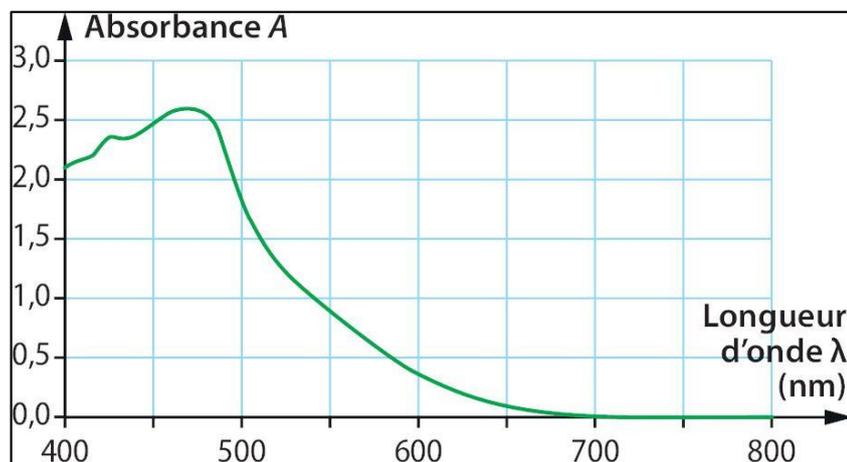
Document 2 : Mode opératoire pour doser la solution de Lugol®

- L'étiquette d'un flacon de volume $V = 100 \text{ mL}$ de Lugol® précise que cette solution contient une masse $m_1 = 1,0 \text{ g}$ de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ et une masse $m_2 = 2,0 \text{ g}$ d'iodure de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$).
- A partir d'une solution S_0 de concentration en quantité de matière $C_0 = 5,00 \text{ mmol.L}^{-1}$, sept solutions étalons de concentration en quantité C_i de diiode sont préparées.
- L'absorbance A de chaque solution étalon est mesurée avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde λ_{max} qui sera demandée dans l'exercice. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous

| Solution S_i | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 | S_6 | S_7 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| $C_i (\text{mmol.L}^{-1})$ | 0,250 | 0,500 | 1,00 | 1,25 | 2,00 | 2,50 | 4,00 |
| A_i | 0,1217 | 0,2413 | 0,4807 | 0,6036 | 0,9587 | 1,203 | 1,921 |

- L'absorbance d'une solution de Lugol® diluée d'un facteur 20 est également mesurée dans les mêmes conditions expérimentales : $A_{\text{Lugol}^\circledast \text{ diluée}} = 0,918$

Spectre d'absorption du diiode et cercle chromatique ci-dessous



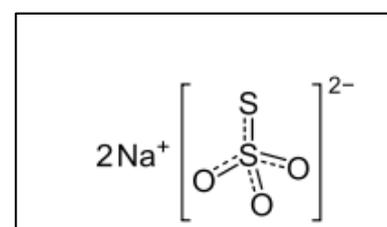
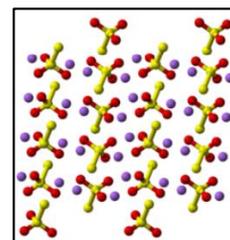
Questions

- A l'aide d'un tracé sur le graphe ci-dessus, déterminer la longueur d'onde λ_{max} utilisée (à 10 nm près).
- En déduire la couleur d'une solution aqueuse de diiode. Justifier votre réponse.
- La courbe de l'absorbance en fonction de la concentration est donnée **en annexe page 5**. La courbe obéit-elle à la loi de Beer-Lambert ? Justifier votre réponse en rappelant cette loi et en utilisant cette représentation graphique.
- Problème** : La valeur de la masse de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ sur l'étiquette est-elle acceptable ? La tolérance sur la masse est de 5%. **Donnée** : Masse molaire : $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g.mol}^{-1}$
Tout début de raisonnement sera valorisé.

II. Un solide ionique : le thiosulfate de sodium (6 points)

- Le thiosulfate de sodium sert d'antidote contre les gaz dichlore ou cyanure d'hydrogène (mortels) mais aussi comme fixateur photographique ou comme titrant en iodométrie.
- Le thiosulfate de sodium anhydre $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ se trouve sous forme de cristaux ioniques mais aussi sous une forme pentahydratée $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$.

- L'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ se présente sous une géométrie bien spécifique. Laquelle ? Expliquer pourquoi ? On ne cherchera pas à justifier les liaisons car la structure est complexe.
- Comment peut-on expliquer la cohésion de ce composé solide ?
- Définir l'étape de la solvatation lors de la dissolution du composé ionique dans l'eau. Un schéma peut aider à la définition.



- On cherche à préparer un volume $V = 500 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de thiosulfate de sodium à la concentration en ions thiosulfate $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = 0,10 \text{ mol/L}$ par dissolution du thiosulfate de sodium pentahydraté $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$.
- Dans le tableau d'avancement **en annexe page 5**, écrire l'équation de la dissolution du composé dans l'eau puis compléter le tableau d'avancement associé à la réaction totale. La quantité de matière du thiosulfate de sodium solide sera notée n_0 .
 - Déterminer la quantité de matière n_0 nécessaire. Détailler votre raisonnement.
 - En déduire la masse m_0 de solide à prélever. Détailler votre raisonnement. **Données** : masses molaires atomiques : $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$
 - Quelle est la concentration $[\text{Na}^+_{(\text{aq})}]$ des ions sodium dans la solution ? Justifier votre réponse.

III. Retour sur Terre du vaisseau Soyouz (5 points)

- En juin 2017, le vaisseau Soyouz a ramené à son bord, Thomas Pesquet qui avait passé 6 mois à bord de L'ISS. Seul le module de descente dans lequel il est installé, est équipé d'un bouclier thermique qui résiste aux températures très élevées dues aux frottements de l'air après son entrée dans l'atmosphère.
- A 8,5km du sol, le vaisseau est encore à une vitesse de 800 km.h^{-1} lorsque les parachutes se déploient.
- A 5,5km d'altitude, le bouclier thermique, les hublots extérieurs et les réservoirs sont largués. Le module de descente a alors une masse $m = 2500\text{kg}$.
- A 70 cm du sol, c'est au tour des rétrofusées de s'allumer pour réduire au maximum la vitesse du module de descente qui passe alors de $v_A = 6,1 \text{ m.s}^{-1}$ à $v_B = 1,4 \text{ m.s}^{-1}$ (vitesse lors de l'impact au sol).

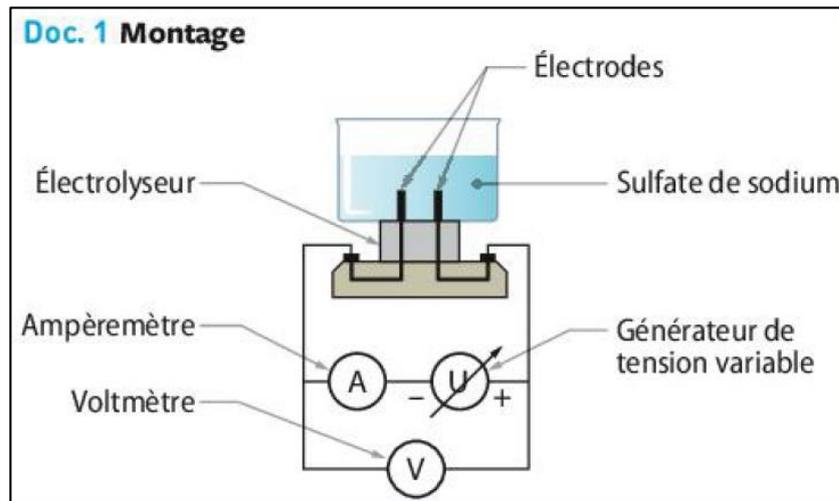


➤ **Donnée** : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

- Après avoir donné l'expression littérale de l'énergie cinétique E_C puis en vous appuyant sur les documents ci-dessus, montrer que l'énergie cinétique E_C du module de descente varie de -44 kJ entre les points A et B.
- Exprimer puis calculer le travail du poids de A à B noté $W_{AB}(\vec{P})$. Ce travail est-il moteur ou résistant ? Justifier.
- Peut-on dire que le module est en chute libre entre A et B ? Expliquer.
- A partir du théorème de l'énergie cinétique ou du théorème de l'énergie mécanique, déterminer le travail de la force de freinage $W_{AB}(\vec{f})$ entre les points A et B.
- En supposant la force de freinage \vec{f} constante entre A et B, déduire l'intensité f de cette force de freinage.

IV. Respirer dans la station spatiale internationale (ISS) (5 points)

- Une personne adulte consomme approximativement 170 L de dioxygène O_2 chaque jour, les spationautes utilisent des réserves d' O_2 en bouteille, mais pour des raisons de transport et de logistique, une partie de celui-ci est fourni par électrolyse.
- Un électrolyseur permet de transformer de l'énergie électrique en énergie chimique et en énergie thermique (par effet Joule). En laboratoire, 2 élèves ont réalisé le montage ci-dessous :

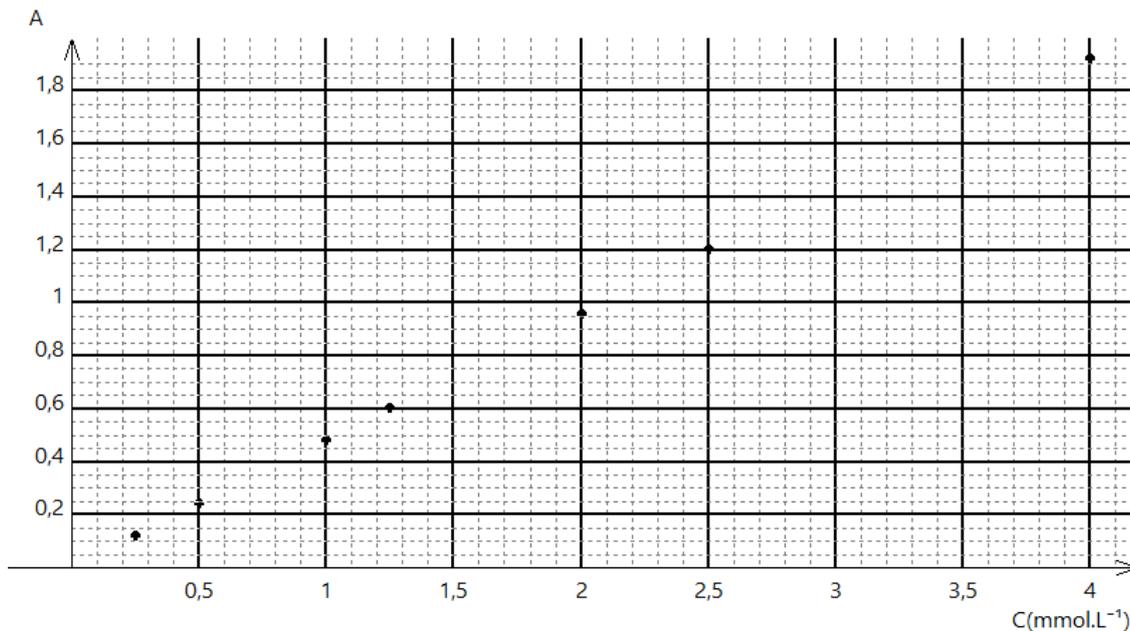


- Voici un tableau récapitulant les mesures lors du fonctionnement de l'électrolyseur pour différentes tensions fournies par le générateur :

| | | | | | | | | | |
|------|---|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I(A) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,020 | 0,047 | 0,061 | 0,073 | 0,100 |
| U(V) | 0 | 1,00 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,24 | 3,39 | 3,49 | 3,73 |

- La courbe $U = f(I)$ caractéristique de cet électrolyseur est donnée **en annexe page 5**.
- 1) A partir de quelle tension appliquée par le générateur, l'électrolyseur laisse-t-il passer le courant pour produire du dioxygène ? Justifier votre réponse.
 - 2) Lorsque l'électrolyseur conduit le courant, la tension et l'intensité sont liés par la relation $U = E' + r' \times I$. Tracer la droite qui obéit à la relation précédente puis déterminer les valeurs de E' et de r' en précisant les unités de ces grandeurs.
 - 3) **En annexe page 5**, compléter le diagramme de puissances de ce convertisseur.
 - 4) Définir le rendement η de cet électrolyseur et démontrer que $\eta = \frac{E'}{U}$.
 - 5) Calculer le rendement η , en %, de cet électrolyseur pour une intensité de 50 mA.
 - 6) Un électrolyseur de ce type produit approximativement 23 mL de dioxygène par heure. Dans la réalité, l'ISS est ravitaillé par des bouteilles de O_2 . Justifier que l'alimentation par des électrolyseurs du type étudié par les élèves n'est pas envisageable.

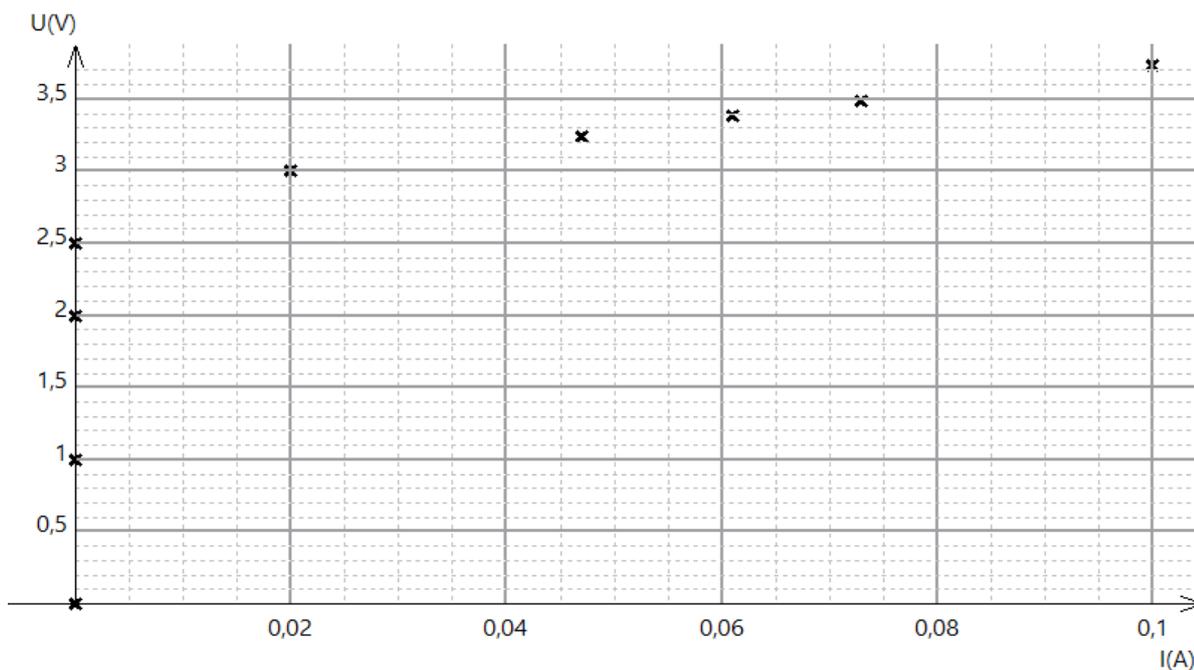
I. Dosage par étalonnage d'une solution de Lugol®



II. Un solide ionique : le thiosulfate de sodium

| | | | | |
|---------------------------|----------------|--|--|--|
| équation de dissolution → | | | | |
| Etat initial | $x = 0$ | | | |
| en cours | x | | | |
| Etat final | $x = x_{\max}$ | | | |

IV. Respirer dans la station spatiale internationale (ISS)



3) Bilan de puissances

