

Nom :

Note : /40

Prénom :

Connaître (C) :/10,5
 Communiquer (Co): /3

Appliquer (A) :/21,5

Raisonner (R) :/5

Le devoir devra être rédigé sur une copie double, et le sujet inséré dans cette copie. Le devoir comporte trois exercices et 4 pages, ainsi que deux annexes qui seront également à rendre avec la copie. Le barème est donné à titre indicatif. L'usage de la calculatrice programmable est autorisé.

C	A	R	Co

Exercice 1 : Chasse au trésor (23 points)

Une équipe de scientifiques tente de remonter du fond de la mer une caisse en bois contenant un trésor ayant coulé lors du naufrage d'un navire il y a plus de 200 ans.

I) Questions préliminaires : (2 points)

- I-1) Donner la définition d'un référentiel.
- I-2) Donner la définition d'un référentiel galiléen.
- I-3) On souhaite étudier le mouvement de la caisse dans l'eau. Préciser quel sera le référentiel d'étude et le système étudié.

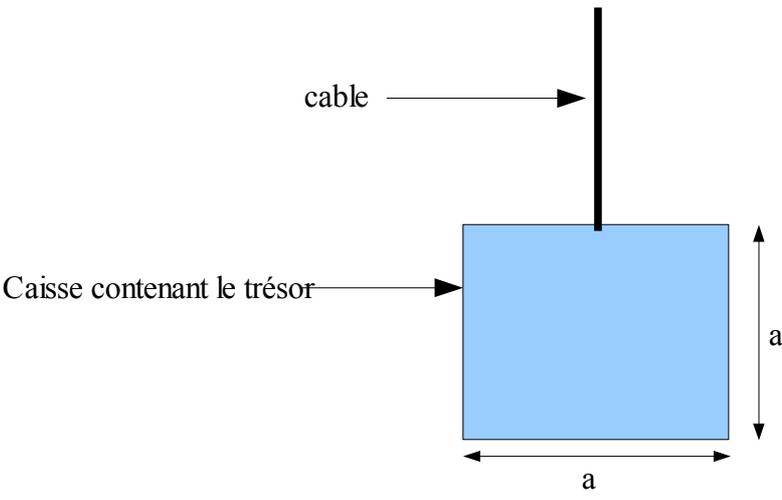
II) Étude de la caisse contenant le trésor : (3 points)

On suppose que la caisse est de forme cubique d'arête $a = 1,00$ m. La caisse contenant le trésor possède une masse m égale à 2,50 tonnes, uniformément répartie sur l'ensemble du volume.

- II-1) Calculer le volume de la caisse.
- II-2) Calculer la valeur du poids de la caisse.
- II-3) On suppose la caisse entièrement immergée dans l'eau. Calculer la valeur de la poussée d'Archimède s'exerçant sur la caisse.

III) Étude de la remontée mécanique de la caisse : (5 points)

Les scientifiques décident de remonter la caisse à la surface à l'aide d'un câble relié à un treuil fixé sur le bateau. Sur le schéma ci dessus, le câble exerce une force de traction sur la caisse que l'on notera \vec{T} .



III-1) Donner la définition d'une force.

III-2) Reproduire le schéma (sans la légende) sur votre copie, et représenter (sans échelle) l'ensemble des forces qui s'exercent sur la caisse. **On supposera que la caisse immobile dans l'eau n'est plus en contact avec le fond de la mer.**

III-3) Montrer que la force exercée par le câble sur la caisse doit être supérieure à une valeur T_{\min} que vous calculerez, pour que la caisse puisse remonter.

IV) Étude de la chute de la caisse dans l'eau : (9 points)

Au cours de la remontée, le câble cède. On assiste alors au mouvement de chute de la caisse à trésor dans l'eau. Un plongeur supervisant l'exercice, filme avec sa caméra le mouvement de la caisse. Le film est ensuite exploité par un logiciel de traitement vidéo (type Regavi) qui permet le pointage des positions occupées par le centre d'inertie de la caisse à différents instants. Cet enregistrement est donné en Annexe du devoir à l'échelle $1/20^e$ (*Annexe 1 à rendre avec la copie*). La durée entre deux positions successives vaut $\tau = 80$ ms.

IV-1) Donner la définition de la trajectoire d'un point mobile.

IV-2) Calculez les vitesses instantanées du centre d'inertie de la caisse aux dates t_2, t_4, t_{12}, t_{14} .

IV-3) Tracer alors sur l'annexe 1 les vecteurs vitesses à ces mêmes dates, **en prenant comme échelle 1cm pour $0,1\text{ m.s}^{-1}$.**

IV-4) En déduire que le mouvement de chute de la caisse comporte deux phases et indiquer la nature du mouvement au cours de ces deux phases.

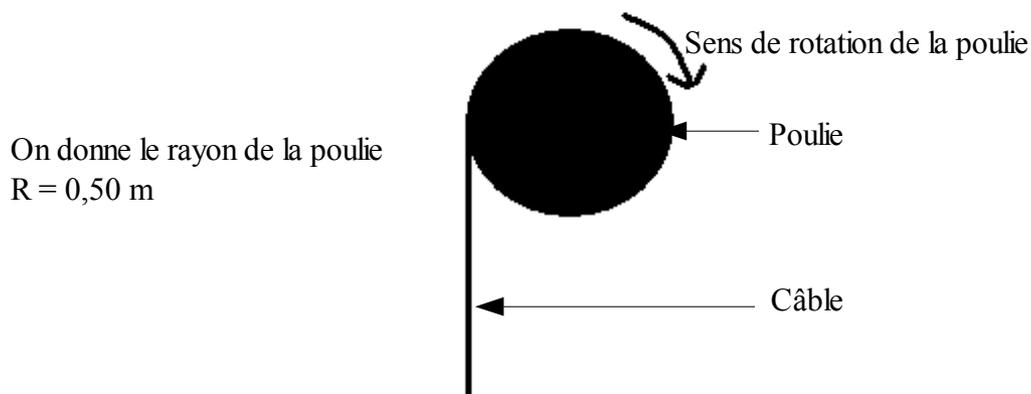
IV-5) Faire le bilan des forces s'appliquant sur le système et les représenter sur un schéma (sans tenir compte d'une quelconque échelle).

IV-6) Énoncer la première loi de Newton (ou principe d'inertie).

IV-7) Expliquer alors pourquoi au bout d'un certain temps le mouvement de la caisse devient uniforme.

V) Étude du treuil : (4 points)

On étudie maintenant le mouvement d'un point du câble qui s'enroule autour de la poulie du treuil. Le treuil est schématisé ci-dessous :



La trajectoire du point du câble étudié est donnée en annexe 2.

V-1) Quelle est la nature du mouvement de ce point du câble ? Justifier votre réponse.

V-2) La poulie fait un tour complet en 5,00 s. Calculer la vitesse angulaire de rotation de la poulie.

V-3) En supposant que le point de la corde que l'on étudie est situé à une distance R de l'axe de rotation, déterminer la vitesse instantanée de ce point.

V-4) En déduire alors la vitesse à laquelle la caisse remontait lorsqu'elle était tirée par le câble sachant qu'il est inextensible.

Exercice 2 : Dissolution de l'acide sulfurique (8 points)

On dissout dans l'eau de l'acide sulfurique liquide de formule chimique H_2SO_4 .

1- Sur le flacon contenant l'acide sulfurique on peut y lire le pictogramme suivant :

Quelle est sa signification ?

2- Indiquer quelles sont les précautions à prendre pour manipuler cette substance chimique.



3- Expliquer pourquoi l'eau est une molécule polaire.

4- On dissout une quantité $n = 2,00 \cdot 10^{-3}$ mol d'acide sulfurique dans 1,00L d'eau. Déterminer la concentration molaire de la solution obtenue.

5- Écrire l'équation bilan de la réaction associée à la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.

6- Déduire d'un tableau d'avancement les concentrations effectives des ions présents dans cette solution.

7- On plonge une cellule conductimétrique dans la solution, et à laquelle on applique une tension $U = 1,00$ V. On constate alors que l'intensité du courant dans le circuit vaut $I = 343$ mA.

7-a) En déduire la valeur de la conductance de la portion de solution.

7-b) Sachant que la cellule conductimétrique a les caractéristiques géométriques suivantes : surface des électrodes $S=1,00$ cm² ; distance entre les électrodes $l=0,50$ cm. Calculer la conductivité de la solution en S.cm⁻¹ puis en S.m⁻¹.

Exercice 3 : Détermination d'une concentration inconnue par conductimétrie (7 points)

Pour déterminer la concentration d'une solution de phosphate de fer (II), $3 Fe^{2+}_{(aq)} + 2 PO_4^{3-}_{(aq)}$ on mesure sa conductivité et on trouve à 25°C, $\sigma = 439$ mS.m⁻¹.

1) Donner l'expression de la conductivité σ de la solution en fonction des conductivités molaires ioniques ($\lambda_{Fe^{2+}}$ et $\lambda_{PO_4^{3-}}$) et des concentrations effectives de ces ions.

2) Écrire l'équation bilan de la réaction associée à la dissolution du phosphate de fer (II) solide dans l'eau.

3) En déduire les expressions des concentrations effectives des ions Fe^{2+} et PO_4^{3-} en fonction de la concentration molaire C de la solution.

4) En déduire l'expression de la conductivité σ de la solution en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration molaire de la solution.

5) En déduire l'expression de la concentration C en fonction de la conductivité de la solution et des conductivités molaires ioniques des ions en solution.

6) Calculer la valeur de la concentration C en mol.L⁻¹.

--	--	--	--

Données :

- ✓ Le volume d'un cube d'arête a se calcule par la formule : $V = a^3$
- ✓ Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- ✓ constante de gravitation terrestre : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
- ✓ Conductivités molaires ioniques de quelques ions :
 - ion Fe^{2+} : $\lambda_{\text{Fe}^{2+}} = 10,8 \times 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$
 - ion PO_4^{3-} : $\lambda_{\text{PO}_4^{3-}} = 20,7 \times 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$

Les annexes