

E002	UN DANGER POUR LES POISSONS ?
E003	TRACTION OU PRESSION ?
H003	CORROSION EN MILIEU AQUEUX
B001	PROTECTION DE LA NATURE

L'usage de la calculatrice **n'est pas autorisé**

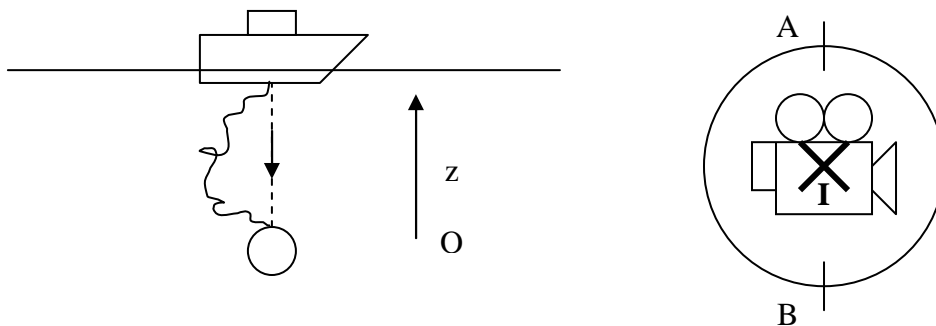
EXERCICE 4 – De l'observation de la faune sous-marine (10 min) 20 points

Afin d'étudier les fonds marins, une équipe de scientifiques dispose d'un bateau muni d'une caméra. Cette caméra, fixée à l'intérieur d'une bulle transparente peut se déplacer selon un axe vertical z orienté vers le haut.

Les quatre parties de l'exercice sont indépendantes.

PARTIE A – UN DANGER POUR LES POISSONS ?

Lors de la descente, on lâche la corde avec un jeu très important de manière à ce que la corde n'exerce pas de force de traction vers le haut sur la bulle et la caméra. La descente est donc considérée comme une chute verticale avec frottements. Le centre d'inertie de la bulle et de la caméra est noté I.



1) Faire le bilan des actions mécaniques extérieures exercées sur le solide dans sa chute.

2) Donner l'allure de la courbe $v_z = f(t)$, en faisant figurer les valeurs caractéristiques de la vitesse et les différents régimes. Répondre sur l'ANNEXE 1

3) a. Etablir l'équation différentielle régie par v_z , en prenant soin de justifier la réponse par des phrases ou des schémas et en indiquant les lois utilisées. On écrira cette équation sous la forme suivante où α et β sont deux constantes :

$$\frac{dv_z}{dt} + \alpha \cdot v_z = g \cdot \beta$$

b. En utilisant le résultat obtenu précédemment, exprimer la vitesse limite v_f du système étudié en fonction de α , β et g . Justifier la réponse.

c. On donne $\alpha = 9,79 \cdot 10^{-1}$ $\beta = 2,00$ $g = 9,79 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ au fond de la mer. Calculer la valeur de la vitesse limite v_f .

4) a. Une solution de l'équation différentielle est $v_z = A \cdot e^{-t} + B$ où A et B sont deux constantes. Justifier que B est la valeur limite de la vitesse.

b. Sur l'ANNEXE 2, donner l'allure de la courbe représentative de la fonction e^{-t} . Par comparaison avec la courbe obtenue dans la question 2), déduire le signe de A.

5) Le coefficient de réaction des poissons dans la zone de la chute de la bulle comportant de la caméra dépend de la vitesse de celle-ci. Si ce coefficient est inférieur à $3,00 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, les poissons concernés n'auront pas le temps de s'écarter de la trajectoire de la bulle. On donne la formule du coefficient de réaction :

$$\Psi = \left(\ln \left(\frac{v_{bulle}}{20} \right) + v_{poisson} \right)^2$$

Calculer Ψ pour $v_{poisson} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Le poisson en question est-il en danger ?

PARTIE B – TRACTION OU PRESSION ?

Lorsque l'équipe veut remonter la caméra, une commande permet d'activer une dépressurisation de la bulle qui fait remonter la celle-ci à la surface. Malgré tout, il est tout de même nécessaire de tracter la bulle par un moteur à courant continu sur le bateau.

1) Faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures exercées sur le solide durant sa remontée (on utilisera les mêmes points que dans la partie A).

2) On rappelle la formule reliant la pression à la force :

$$P = \frac{F}{S} \text{ avec } P \text{ en hPa}$$

Calculer la force F_p correspondant à la pression P.

3) Exprimer vectoriellement la force de traction T en fonction des autres forces appliquées au solide. *Il sera tenu compte de la rédaction.*

4) Calculer la valeur de cette traction.

Données :

Surface pressurisée de la bulle : $S = 9,00 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Pression de remontée : $P = 10^3 \text{ hPa}$

Accélération de montée : $a = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Frottements de l'eau sur la bille : $f = 10 \text{ N}$

Champ de pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse de l'ensemble bulle+caméra = 10 kg

5) Si un solide est soumis à deux forces de même sens et même direction et qu'une de ses forces est 10 fois supérieure à la seconde, alors la seconde est inutile.

Le choix d'avoir mis un dispositif de pressurisation dans la bulle est-il ici justifié ?

PARTIE C – CORROSION EN MILIEU AQUEUX

La bulle est accrochée à la corde de montée par un anneau constitué d'un alliage ferreux. On considérera que celui-ci est uniquement composé de l'élément Fer. Le Fer réagissant rapidement avec l'eau pour former de la rouille, il est nécessaire chaque semaine de procéder à un dépôt de Fer sur l'anneau par électro-affinage. On effectue donc une électrolyse du Fer par lui-même.

1) Expliquer succinctement le principe de cet électro-affinage.

2) On dispose d'une solution contenant des ions dérivés de l'élément Fer. En laboratoire, on ajoute de la soude NaOH à un prélèvement de cette solution. On observe un précipité verdâtre. Déterminer si l'on est en présence d'ions Fe^{3+} ou Fe^{2+} .

3) Compléter le schéma de l'électrolyse de l'ANNEXE 3 :

- en légendant le schéma
- en indiquant la polarité des électrodes ainsi que leur nom
- en ajoutant un l'élément manquant du circuit
- en précisant le sens du courant, des électrons et des porteurs de charges

4) a. Donner les demi-équations des réactions qui se produisent à chaque électrodes.

b. Donner l'équation de la réaction électrolytique.

5) On veut recouvrir toute la surface de l'anneau d'une nouvelle couche de 1cm d'épaisseur de Fer. Cela représente une masse m de 150 g. Sachant que l'électrode source ne peut se dissoudre à plus de 50%, quelle doit être la masse m' minimum de cette électrode.

6) Un voltmètre est placé aux bornes de la résistance. On sait que $R = 20 \Omega$ et on mesure $U_R = 240 \text{ V}$.

- a. Calculer dans un premier temps l'intensité du courant i qui circule dans le circuit.
- b. Calculer d'autre part la puissance P produite par le circuit.
- c. En déduire la quantité d'électricité produite en A.s pendant une durée Δt de 200 s.
- d. Donner l'équivalent du système international de l'Ampère.Seconde.

7) On donne une valeur approchée de la quantité d'électrons déplacés durant cette période.
 $n(e^-) = 0,04$ mol.

- a. Donner une valeur approchée du *Faraday*.
- b. A l'aide de la question 4a), calculer l'avancement de la réaction.

PARTIE D – PROTECTION DE LA NATURE

Pour cette partie, le candidat pourra utiliser la classification périodique des éléments.

1) Pour supporter de fortes pressions au fond des océans, la bulle de la caméra est composée d'un matériau résistant, le titane ^{48}Ti . Le titane, par électrolyse, peut former des ions Ti^+

- a. Ecrire la demi-équation du couple Ti^+/Ti
- b. Indiquer toutes les équations chimiques possibles tel que le l'ion titanium réagisse en gardant le coefficient stoechiométrique 1.

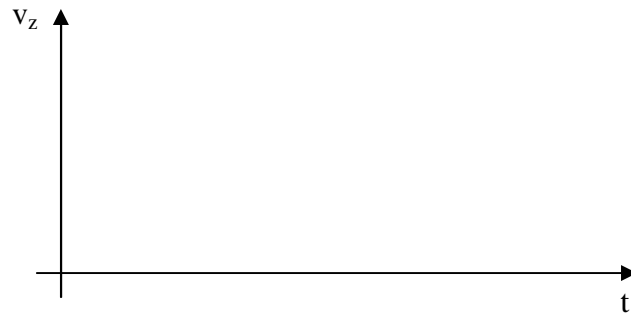
2) Pour pouvoir voir dans les profondeurs obscures, on utilise une substance émettant de la lumière, le phosphore ^{30}P . Le phosphore 30 est radioactif β^+ .

- a. Quelles sont les particules responsables de la luminosité (phosphorescence).
- b. Ecrire l'équation de désintégration du phosphore 30.

3) Une réaction entre les ions Ti^+ et n'importe quel élément chimique de dérivé du Phosphate serait extrêmement nocive pour la faune environnante. Heureusement, aucune réaction n'est possible. Expliquer clairement pourquoi.

Question de valorisation : Après l'étude de ces quatre parties, lister les différents problèmes que l'observation sous-marine grâce à cette caméra peut créer. Reste-t-il des dangers pour la faune océanique ?

ANNEXE 1 – Partie A – Question 2



ANNEXE 2 – Partie A – Question 4b



ANNEXE 3 – Partie C – Question 3

