1ere S	Corrigé du DS n°2 de Sciences Physiques	02/12/08

C A R Co

Exercice n°1 : *Chasse au trésor*

I) Questions préliminaires :

I-1) Définition d'une référentiel :

Un référentiel est un corps solide que l'on choisit comme référence pour étudier le mouvement d'un autre corps. 1

I-2) Définition d'un référentiel galiléen :

Tout référentiel dans lequel on peut appliquer l'une des lois de Newton est appelé référentiel galiléen. 0,5

I-3) Référentiel d'étude :

Pour étudier le mouvement de la caisse dans l'eau, on choisira le référentiel terrestre que l'on supposera galiléen. Le système étudié sera la caisse contenant le trésor. 0,5

II) Étude de la caisse contenant le trésor :

II-1) Volume de la caisse :

Soit V le volume de la caisse d'arête a, alors on a : $V = a^3 = 1{,}00^3 = 1{,}00\ m^3$. 0,5

Le volume de la caisse contenant le trésor vaut $\underline{1{,}00\ m^3}$.

II-2) Calcul de la valeur du poids de la caisse :

On sait que $P = m \times g$. Ou m est la masse de la caisse, et g la constante gravitationnelle terrestre. 1

On nous donne $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$ et $m = 2{,}50\ t = 2{,}50\ 10^3\ kg$.

D'où $P = 2{,}50\ 10^3 \times 9{,}81$

Soit $\underline{\mathbf{P = 2{,}45\ 10^4\ N}}$

II-3) Calcul de la valeur de la poussée d'Archimède :

D'après le théorème d'Archimède, la valeur de la poussée d'Archimède est égale à la valeur du poids du fluide déplacé.

Soit $P_A = m_{fluide} \times g = \rho_{fluide} \times V_{déplacé} \times g$ 1,5

Le volume d'eau déplacé étant le volume occupé par la caisse dans l'eau, donc le volume de cette caisse, soit $1{,}00\ m^3$.

Sachant que la masse volumique de l'eau vaut : $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$

On obtient : $P_A = 1000 \times 1{,}00 \times 9{,}81$

Soit : $\underline{\mathbf{P_A = 9{,}81\ 10^3\ N}}$

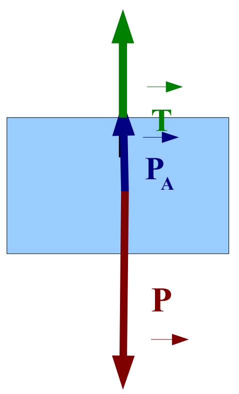
III) Étude de la remontée mécanique de la caisse :

III-1) Définition d'une force :

Une force est toute action capable de modifier la nature du mouvement d'un système (trajectoire et/ou vitesse) ou de le déformer. 1

III-2) Bilan des forces s'exerçant sur le système :

La système (la caisse) subit l'action de trois forces (le poids $\vec{P}$, la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$ et la tension du câble $\vec{T}$) que nous modélisons sur le schéma suivant par des vecteurs forces : 2



Remarques : *La caisse n'étant pas en contact avec le fond de la mer, il n'y a pas de réaction du support. De plus la caisse étant immobile, il n'y a pas non plus de force de frottement fluide.*

III-3) Calcul de T_{min} :

Pour que la caisse puisse remonter il faut que la valeur de la tension exercée par le câble soit supérieure à la valeur de la tension du câble lorsque la caisse est en position d'équilibre (immobile). On note T_{min} cette valeur.

On obtient alors la relation vectorielle issue de la condition d'équilibre : 2

$$\vec{P}+\vec{P}_A+\vec{T}_{min}=\vec{0}$$

On en déduit alors la relation : $P - P_A - T_{min} = 0$

Soit encore $T_{min} = P - P_A$

Ce qui nous donne : $T_{min} = 2{,}45\ 10^4 - 9{,}81\ 10^3$

$$\underline{\mathbf{T_{min} = 1{,}47\ 10^4\ N}}$$

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

IV-1) Définition de la trajectoire :

La trajectoire d'un point mobile est la courbe qui décrit l'ensemble des positions qu'il a occupé au cours du temps. 1

IV-2) Calcul des vitesses instantanées :

La vitesse instantanée au point A_i à l'instant t_i est donnée par le relation :

$$v_i=\frac{A_{i-1}A_{i+1}}{2\tau}$$

ou τ est la durée séparant deux positions successives de centre d'inertie de la caisse.

On a donc :

- ➔ pour t_2 : $A_1A_3 = 1{,}2 \times 0{,}05 = 6{,}0\ 10^{-2}$ m

  soit $v_2=\dfrac{6{,}0\times10^{-2}}{2\times80^{-3}}$ **= 3,8 10^{-1} m.s^{-1}** 2
- ➔ pour t_4 : **v_4 = 6,6 10^{-1} m.s^{-1}**
- ➔ pour t_{14} : **v_{12} = 9,4 10^{-1} m.s^{-1}**
- ➔ pour t_{16} : **v_{14} = 9,4 10^{-1} m.s^{-1}**

IV-3) Tracés des vecteurs vitesses : *voir Annexe 1*

Calculons la longueur des vecteurs a tracer :

$$\|\vec{v}_2\|=\frac{3{,}8\,10^{-1}}{0{,}1}=3{,}8\,cm$$

$$\|\vec{v}_4\|=6{,}6\,cm$$

$$\|\vec{v}_{12}\|=9{,}4\,cm$$

$$\|\vec{v}_{14}\|=9{,}4\,cm$$

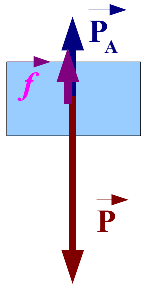
IV-4) Nature du mouvement de chute :

D'après les résultats précédents on en conclu que le mouvement de chute peut se décomposer en deux phases. Lors de la première phase on observe un mouvement rectiligne accélère. Puis au bout d'un certain temps le mouvement devient rectiligne uniforme. 1

IV-5) Bilan des forces :

Lors de sa chute, la caisse subit trois forces extérieures : son poids $\vec{P}$, la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$, et la force de frottement fluide que l'on note $\vec{f}$.

On modélise ces forces par des vecteurs forces sur le schéma suivant : 1



<u>IV-6) Première loi de Newton :</u>

La première loi de Newton dit que « ***tout corps isolé ou pseudo isolé persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme.*** » 1

<u>IV-7) Explication de la nature du mouvement :</u>

Au cours de sa chute dans l'eau, le système subit trois forces. Le poids et la poussée d'Archimède sont des forces de valeurs constantes que nous avons calculé dans le II de ce problème, et nous pouvons constater que la valeur du poids était supérieure à la valeur de la poussée d'Archimède, ce qui explique le mouvement accéléré du système. Cependant la force de frottement fluide varie au cours du mouvement, car 1 1 sa valeur est proportionnelle à la vitesse. Plus la vitesse est grande et plus sa valeur est importante. Le mouvement étant dans un premier temps accéléré, la force de frottement subie par le système augmente donc au cours du temps, si bien qu'au bout d'un certain temps la somme des forces s'appliquant au système devient nulle et en vertu de la première loi de Newton, le mouvement devient alors uniforme.

<u>V) Étude du treuil :</u>

<u>V-1) Nature du mouvement de ce point du câble :</u>

La trajectoire du point du câble est un cercle et l'espacement entre les différentes positions occupées par le point sont identiques. 1

On en déduit que ce point à un mouvement circulaire uniforme.

<u>V-2) Vitesse angulaire de la poulie :</u>

La vitesse angulaire est le rapport de l'angle parcouru par la poulie, par la durée de parcours de cet angle soit : $\omega=\dfrac{\alpha}{t}$ 1

Sachant que la poulie fait un tour complet en 5 secondes on en déduit que :

$\omega=\dfrac{2\pi}{5{,}00}=1{,}26$ rad.s^{-1}

<u>V-3) Vitesse instantanée du point de la corde :</u>

La vitesse d'un point situé à une distance R de l'axe de rotation de la poulie a pour vitesse instantanée : v = ω × R 1

Où ω est la vitesse angulaire de rotation de la poulie.

On obtient donc : v = 1,26 × 0,50

Soit : **<u>v = 6,30 10^{-1} m.s^{-1}</u>**

<u>V-4) En déduire la vitesse de remontée de la caisse à trésor :</u>

Le câble étant inextensible, la vitesse de remontée de la caisse à trésor est égale à la vitesse instantanée du point du câble que nous venons de calculer, c'est à dire : 1

<u>v = 6,30 10^{-1} m.s^{-1}</u>

<u>Exercice 2 :</u> *Dissolution de l'acide sulfurique*

<u>1- Signification du pictogramme de sécurité :</u>

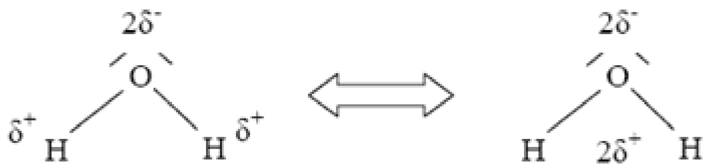
Ce pictogramme signifie que l'acide sulfurique est un produit corrosif. Il peut donc provoquer de graves brûlures en cas de contact avec la peau ou les yeux. 1

<u>2- Précautions à prendre :</u>

Le port des gants et de lunettes de protection est indispensable pour manipuler de l'acide sulfurique. En cas de contact avec la peau ou les yeux rincer immédiatement et abondamment à l'eau, en attendant les secours. 1

3- Polarité de la molécules d'eau :

On dit que l'eau est une molécule polaire car le barycentre de ses charges positives ne coïncide pas avec le barycentre de ses charges négatives. Ceci est dû à la géométrie particulière de la molécule d'eau (forme coudée) et à la différence d'électronégativité 1 des atomes d'oxygène et d'hydrogène. L'oxygène étant plus électronégatif, il attire vers lui les électrons des liaisons covalentes.



4- Calcul de la concentration de la solution :

Par définition la concentration de la solution vaut $C = \frac{n}{V}$

On obtient donc : $C = \frac{2{,}00\ 10^{-3}}{1{,}00}$ = **$2{,}00\ 10^{-3}$ mol.L^{-1}** 0,5

5- Équation de la réaction associée à la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau :

$$H_2SO_{4(l)} \longrightarrow 2\ H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$ 0,5

6- Calcul des concentrations effectives des ions présents en solution :

	$H_2SO_{4(l)}$	$\longrightarrow$	$2\ H^+_{(aq)}$ +	$SO_4^{2-}{}_{(aq)}$
État initial	$2{,}00\ 10^{-2}$		0	0
État intermédiaire	$2{,}00\ 10^{-2}$ - x		2x	x
État final	$2{,}00\ 10^{-2} - x_{max}$		$2x_{max}$	x_{max}

2

A l'état final la totalité du réactif est consommé. On a donc $2{,}00\ 10^{-3} - x_{max} = 0$.
Soit $x_{max} = 2{,}00\ 10^{-3}$ mol.
Par définition les concentrations effectives des ions valent :

$[H^+]$ = $\frac{n_H}{V} = \frac{2 \times x_{max}}{V} = \frac{2 \times 2{,}00\,10^{-3}}{1{,}00}$ = **$4{,}00\ 10^{-3}$ mol.L^{-1}**

$[SO_4^{2-}]$ = $\frac{n_{SO4}}{V} = \frac{x_{max}}{V} = \frac{2{,}00\,10^{-3}}{1{,}00}$ = **$2{,}00\ 10^{-3}$ mol.L^{-1}**

7-a) Valeur de la conductance de la portion de solution :

Par définition : $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$

Soit : $G = \frac{3{,}43\ 10^{-1}}{1{,}00} = 3{,}43\,10^{-1}\ S$ 1

7-b) Calcul de la conductivité de la solution :

Par définition : σ = k × G

ou k est la constante de cellule et vaut : $k = \frac{l}{S}$

Soit : $\sigma = \frac{l}{S} \times G = \frac{0{,}50}{1{,}00} \times 3{,}43\ 10^{-1}$ = **$1{,}72\ 10^{-1}$ S.cm^{-1}** 1

Ce qui nous donne également **σ = $1{,}72\ 10^{1}$ S.m^{-1}**

Exercice 3 : *Détermination d'une concentration inconnue par conductimétrie*

1) Expression de la conductivité :

$$\sigma = \lambda_{Fe2+} \times [Fe^{2+}] + \lambda_{PO43-}\ [PO_4^{3-}]$$ 1

2) Équation de la réaction associée à la dissolution du phophate de fer (II) :

$$Fe_3(PO_4)_{2\,(s)} \longrightarrow 3Fe^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$ 1

3) Expression des concentrations effectives en fonction de la concentration de la solution :

On fait un tableau d'avancement :

	$Fe_3(PO_4)_{2\,(s)}$	$\longrightarrow$	$3Fe^{2+}_{(aq)}$ +	$2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$
État initial	n		0	0
État intermédiaire	n - x		x	x
État final	n - x_{max}		$3x_{max}$	$2x_{max}$

A l'état final n – x_{max} = 0 2

On en déduit donc que :

$[Fe^{2+}]$ = $\frac{n_{Fe}}{V} = \frac{3n}{V} = 3C$

$[PO_4^{3-}]$ = $\frac{n_{PO4}}{V} = \frac{2n}{V} = 2C$

4) En déduire la conductivité de la solution en fonction de la concentration de la solution :

Sachant que $\sigma = \lambda_{Fe2+} \times [Fe^{2+}] + \lambda_{PO43-} [PO_4^{3-}]$

et que $[Fe^{2+}] = 3C$; $[PO_4^{3-}] = 2C$ 1

On en déduit que : $\sigma = \lambda_{Fe2+} \times 3C + \lambda_{PO43-} \times 2C$

Soit encore : **$\sigma = C \times (3\lambda_{Fe2+} + 2\lambda_{PO43-})$**

5) En déduire la concentration molaire de la solution :

De la relation précédente on obtient que : $C = \frac{\sigma}{3\lambda_{Fe} + 2\lambda_{PO4}}$

Soit : $C = \frac{439\,10^{-3}}{3 \times 10{,}8\,10^{-3} + 2 \times 20{,}7\,10^{-3}}$ = 5,95 mol.m^{-3} 2

Ce qui nous donne : **C = 5,95 10^{-3} mol.L^{-1}**

Présentation, orthographe et soin de la copie : 2