

Donner l'expression littérale avant toute application numérique

**Données :**

- $pK_e = 14,0$  à  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Masses molaires en mol/L:  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{Ca}) = 40$  ;  $M(\text{Cl}) = 35,5$  ;  $M(\text{Mg}) = 24$

**Exercice 1 : (4 points)**

On souhaite vérifier l'indication figurant sur une boîte de comprimés de vitamine C vendue en pharmacie : le fabricant annonce que la masse d'acide ascorbique  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  est de 500 mg par comprimé. Un comprimé de vitamine C est écrasé dans un mortier. La poudre est ensuite dissoute dans une fiole jaugée de 200 mL que l'on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en homogénéisant le mélange. On obtient la solution S.

On prélève 10 mL de cette solution que l'on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration molaire  $10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$ . On suit le titrage par pH-métrie. Le graphique (**fig. 1**) représentant l'évolution du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé est représenté en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**. L'acide ascorbique sera noté AH dans la suite de l'exercice.

1. L'ion hydroxyde est une base forte en solution aqueuse, déterminer le pH de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le titrage. **(0,25 pt)**
2. Réaliser un schéma annoté du montage expérimental nécessaire à la mise en œuvre du titrage. **(0,25 pt)**
3. Écrire l'équation de la réaction support du titrage. **(0,5 pt)**
4. Déterminer les coordonnées du point équivalent, en déduire la concentration de la solution d'acide ascorbique. **(1 pt)**
5. Déterminer la masse d'acide ascorbique contenue dans le comprimé. **(0,75 pt)**
6. Calculer l'écart relatif entre la masse théorique et la masse expérimentale. Commenter le résultat. **(0,5 pt)**
7. D'après les résultats obtenus, peut-on savoir si l'acide ascorbique est un acide fort ou un acide faible ? **(0,25 pt)**
8. Le titrage de l'acide ascorbique peut également se faire par l'utilisation d'un indicateur coloré.
- 8.1. Parmi les indicateurs colorés proposés, lequel utiliseriez-vous pour le titrage de l'acide ascorbique par la solution d'hydroxyde de sodium effectuée dans la partie 2 ? Justifier la réponse **(0,25 pt)**
- 8.2. Préciser comment l'équivalence est repérée. **(0,25 pt)**

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge
Phénolphthaléine	Incolore	8,2 – 10,0	Rose

**Exercice 2 : (4 points)**

On peut lire sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique les données suivantes :

- ❖ Masse volumique  $\mu = 500\text{ g/L}$
- ❖ Pourcentage en masse d'acide pure :  $P = 36,5\%$

1. Montrer que la concentration de l'acide chlorhydrique dans la bouteille est  $C_0 = 5 \text{ mol/L}$ . **(0,5 pt)**
2. On extrait de cette bouteille un volume  $V_0 = 2 \text{ cm}^3$  de solution, qu'on complète à 1L avec de l'eau pure.
  - 2.1. Comment procéder pour préparer 1 L de la solution d'acide chlorhydrique sachant que le laboratoire dispose de la verrerie suivante : béchers, pipettes jaugées de 2 mL, 3 mL et 5 mL ; fioles jaugées de 100 mL, 1000 mL et 1500 mL, pissette contenant de l'eau pure. **(0,5 pt)**
  - 2.2. Calculer la concentration  $C_A$  de la solution ainsi préparée. **(0,5 pt)**
3. Dans un bécher contenant  $V_B = 20 \text{ cm}^3$  d'une solution de dibase forte ( $B^{2+} + 2OH^-$ ), on verse, à l'aide d'une burette, la solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A$ . Un pH-mètre permet de suivre l'évolution de pH du mélange en fonction du volume  $V_A$  de la solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A$  versée dans le bécher. On obtient le tableau ci-dessous.

$V_A(\text{mL})$	0	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5	9,9	10	10,1	10,5	11	12	12	14
pH	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11	10,9	10,6	10,2	9,5	7	4,5	3,8	3,5	3,2	3	2,9

- 3.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit au cours de ce dosage. **(0,5 pt)**
- 3.2. Préciser sur le graphe, en justifiant, le point équivalent. En déduire la concentration  $C_B$  de la solution de dibase forte. **(0,75 pt)**
- 3.3. A l'instant où le pH = 3 au cours du dosage, déterminer le nombre de moles des ions  $H_3O^+$  dans le bécher. **(0,5 pt)**
- 3.4. Vers quelle limite tendra le pH de la solution si l'on verse beaucoup de solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A$  ? **(0,25 pt)**
- 3.5. La concentration massique de cette dibase forte contenue initialement dans le bécher est  $C_m = 0,145 \text{ g/L}$ . calculer la masse molaire de cette dibase, puis l'identifier par sa formule brute et son nom. **(0,5 pt)**

Formules brutes	$Ca(OH)_2$	$Mg(OH)_2$
Noms	Hydroxyde de calcium	Hydroxyde de magnésium

### Exercice 3: (4 points)

L'éthanol est un liquide incolore qui correspond à l'alcool que l'on retrouve dans les boissons alcoolisées. Il est également utilisé dans les thermomètres et en tant que solvant, mais son usage principal actuel et surtout à venir est celui de carburant en tant que bioéthanol. La cheminée éthanol est un moyen original de se chauffer, qui de plus est sain pour l'environnement et reste esthétique. Le bioéthanol est un éthanol d'origine agricole. Bien qu'il puisse convenir à de multiples utilisations, il constitue surtout une alternative écologique aux carburants classiques que sont le diesel et l'essence.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité de l'éthanol  $\eta$ .

Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en plomb de rayon  $r$ , de masse  $m$ , de masse volumique  $\rho_{Pb}$  tombant dans un réservoir de grandes dimensions rempli d'éthanol liquide de masse volumique  $\rho_e$ . La bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (Ox) vertical et orienté vers la bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates  $t = 0$ . Sur la bille en plomb s'exercent trois forces :

- ✓ Son poids  $\vec{P}$  ;
- ✓ La résistance  $\vec{f}$  du fluide est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur-vitesse instantanée de la bille, d'intensité  $f = 6\pi\eta r v$ , expression où  $\eta$  est la viscosité de l'éthanol, la vitesse de la bille et  $r$  son rayon.

- ✓ La poussée d'Archimède de  $\vec{F}$  qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité  $F = \rho_e V g$ , relation où  $\rho_e$  est la masse volumique de l'éthanol,  $V$  le volume de la bille et  $g$  l'intensité de la pesanteur.

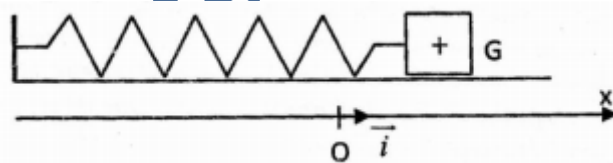
On donne :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $\rho_e = 0,789 \text{ g/cm}^3$  ;  $\rho_{pb} = 11,35 \text{ g/cm}^3$  ;  $r = 0,5 \text{ mm}$  ; volume de la bille :  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ .

1. Représenter sur un schéma les forces appliquées à la bille à un instant où sa vitesse est  $\vec{v}$ . **(0,75 pt)**
2. Montrer, par application de la deuxième loi de Newton, que l'équation différentielle du mouvement de la bille s'écrit :  $\frac{dv}{dt} + \alpha v = \frac{1}{\tau}$  ; où  $\alpha$  et  $\tau$  sont des constantes. **(1 pt)**
3. Exprimer  $\alpha$  en fonction de  $\rho_{pb}$ ,  $r$  et puis exprimer  $\tau$  en fonction de  $g$ ,  $\rho_e$  et  $\rho_{pb}$ . Vérifier que  $\tau = 0,11 \text{ s}^2 \text{ m}^{-1}$ . **(0,75 pt)**
4. Montrer l'existence d'une vitesse limite. Préciser son expression en fonction de  $\alpha$  et  $\tau$ . **(0,75 pt)**
5. On trouve expérimentalement que  $V_{\text{lim}} = 4,77 \text{ m/s}$ . quelle valeur de  $\alpha$  peut-on en déduire ? **(0,25 pt)**
6. Déterminer la valeur de la viscosité  $\eta$  de l'éthanol. **(0,5 pt)**

#### Exercice 4: (4 points)

Un élève de terminale n'est pas très organisé; il doit remettre dans quelques jours un devoir sur les oscillations mécaniques et il ne retrouve pas la totalité de ses documents.

- Le schéma du montage de l'oscillateur élastique horizontal sur banc coussin d'air
- Les conditions initiales :  $x_0 = 4 \text{ cm}$  et  $v_0 = 0 \text{ m/s}$
- L'expression de la période  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  conservée dans sa machine;
- deux graphes (**courbes 1 et 2**) correspondant à des acquisitions faites lors d'une séance de travaux pratiques (**VOIR ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**)



Il va falloir l'aider

#### 1. Analyse des graphes :

- 1.1. La courbe 1 ci-dessus représente l'évolution de l'abscisse  $x$  du centre d'inertie  $G$  du mobile au cours du temps. Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période  $T$  de l'oscillateur idéal. **(0,5 pt)**  
Cette valeur sera par la suite confondue avec celle de la période  $T_0$  d'un oscillateur idéal.
- 1.2. La courbe 2 représente l'évolution d'une grandeur énergétique au cours du temps. Montrer sans calcul que cette grandeur ne peut être que l'énergie potentielle élastique  $E_{pe}$  du système du système "ressort-mobile". **(0,5 pt)**

#### 2. Constante de raideur du ressort et masse du mobile :

- 2.1. En utilisant les courbes 1 et 2 précédentes, montrer que la constante de raideur  $k = 3 \text{ N/m}$ . **(0,5 pt)**
- 2.2. Donner l'expression de la masse  $m$  du mobile en fonction de  $k$  et de  $T_0$ . Calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

#### 3. Evolution des oscillations :

- 3.1. Les forces de frottements sont-elles négligeables? Justifier. **(0,25 pt)**
- 3.2. Donner sur un même graphe, dans le cas théorique d'un oscillateur élastique sans frottement, les allures des énergies potentielle élastique, cinétique et mécanique du système en fonction du temps, en respectant les conditions initiales de l'oscillateur étudié précédemment et ses caractéristiques. **(0,75 pt)**

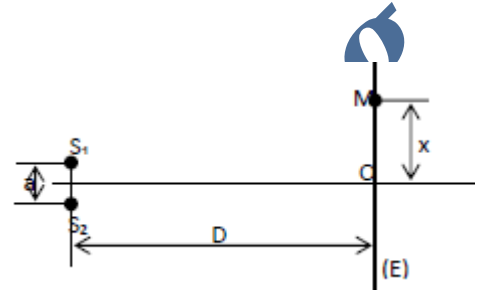
#### 4. Equation différentielle du mouvement :

4.1. Etablir l'équation différentielle que vérifie l'abscisse  $x(t)$  dans le cas d'un oscillateur élastique horizontal sans frottement. On précisera le référentiel d'étude, les forces agissant sur le mobile et la loi mécanique utilisée. (0,5 pt)

4.2. Vérifier que  $x(t) = x_0 \cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$  est solution de cette équation différentielle. (0,5 pt)

#### Exercice 5 : (4 points)

1. La figure schématise le dispositif des fentes d'Young, réalisé pour étudier le phénomène d'interférences lumineuses.  $S_1$  et  $S_2$  sont deux sources lumineuses cohérentes, rigoureusement identiques, distantes de  $a$ . les franges sont observées sur un écran (E), perpendiculaire en un point O au plan médiateur de  $S_1S_2$  à la distance  $D$  des sources  $S_1$  et  $S_2$ .



1.1. Après avoir défini la différence de marche, montrer qu'elle s'exprime par  $\delta = \frac{ax}{D}$ . (0,5 pt)

1.2.  $\lambda$  étant la longueur d'onde de la lumière émise, en déduire l'expression de l'interfrange, après l'avoir défini, et calculer numériquement le rapport  $\frac{D}{a}$  sachant que pour  $\lambda_1 = 0,546 \mu\text{m}$ , 14 interfranges couvrent une distance de 10,12 mm. (0,5 pt)

1.3. Déterminer l'interfrange pour une radiation de longueur d'onde  $\lambda_2 = 0,546 \mu\text{m}$ . (0,25 pt)

1.4. Le dispositif est éclairé simultanément par les deux radiations précédentes. Sur l'écran, on observe la superposition des deux systèmes de franges. Déterminer le nombre de fois qu'on observe l'aspect de l'écran (E) au point O sur une largeur 18 mm. (0,5 pt)

1.5. Le dispositif est éclairé en lumière blanche : les radiations ont des longueurs d'onde comprises entre  $0,4 \mu\text{m}$  et  $0,75 \mu\text{m}$ .

1.5.1. On place à la distance  $x_1 = 10 \text{ mm}$  la fente d'un spectroscope à prisme. Décrire le spectre observé. (0,5 pt)

1.5.2. Quelle est l'origine des raies (cannelures) sombres qu'on y observe et combien en observe-t-on ? (0,5 pt)

2. La cathode d'une cellule photoélectrique à vide est recouverte de potassium, métal pour lequel le travail d'extraction d'un électron est  $W_0 = 2,2 \text{ eV}$ . Cette cathode est éclairée par une radiation de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

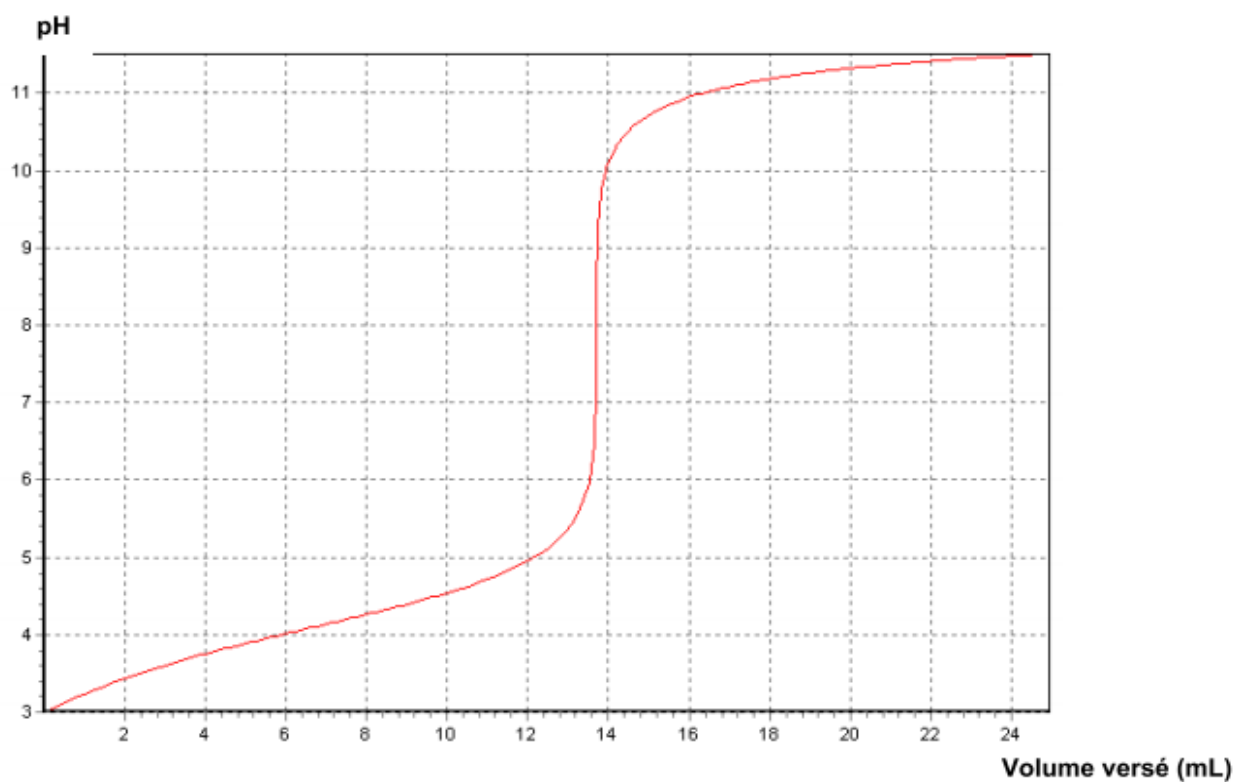
2.1. Quelle condition doit satisfaire  $\lambda$  pour qu'il y ait émission d'électrons ? (0,25 pt)

2.2. Quels sont les effets de la radiation verte ( $\lambda_1 = 0,546 \mu\text{m}$ ) et de la radiation jaune ( $\lambda_2 = 0,578 \mu\text{m}$ ) émises par une lampe à vapeur de mercure ? (0,5 pt)

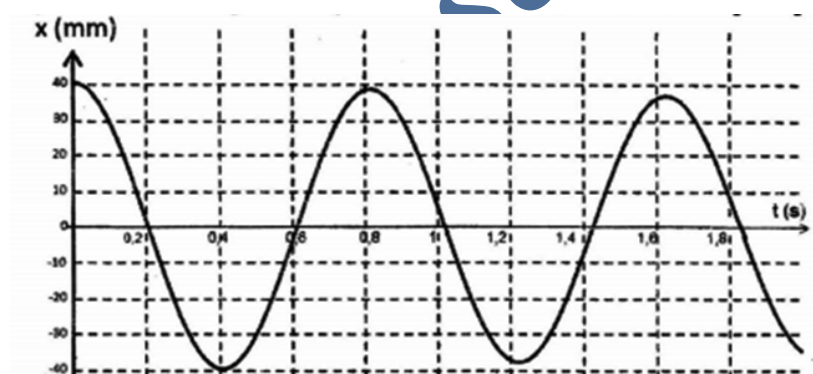
2.3. Quelle est la vitesse maximale d'émission des électrons quand on éclaire la cellule avec la radiation verte ( $\lambda_1 = 0,546 \mu\text{m}$ ). (0,5 pt)

Données :  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$  ;  $h = 6,63.10^{-19} \text{ C}$  ;  $m_e = 0,91.10^{-30} \text{ kg}$

# ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE



Courbe 1



Courbe 2

