

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 (04 points).**

L'étiquette d'une boîte de médicament utilisé pour traiter l'anémie par carence de fer, indique qu'un comprimé contient 160 mg d'élément fer sous forme d'ions fer (II). Pour vérifier cette indication, on dissout un comprimé de ce médicament dans de l'eau et on y ajoute, en excès, une solution de permanganate de potassium et un peu d'acide sulfurique concentré. On obtient ainsi une solution S de volume $V = 200$ mL. Avec cette solution on remplit une série de tubes qu'on scelle et qu'on maintient à une température constante égale à 37°C .

Dans chaque tube il se produit une réaction d'équation-bilan :



A des dates données, on dose les ions manganèse formés dans ces tubes. On obtient alors le tableau suivant :

t(min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$[\text{M}_n^{2+}]$ (10^{-3} mol.L ⁻¹)	0,00	0,99	1,53	1,98	2,25	2,46	2,61	2,67	2,76	2,82	2,82	2,82

1.1 Préciser le rôle de l'acide sulfurique concentré ajouté au contenu de chaque tube. **(0,25 pt)**

1.2 Tracer la courbe représentant les variations de la concentration des ions manganèse au cours du temps (courbe à rendre avec la copie). Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ min}$ et $1 \text{ cm} \rightarrow 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. **(0,75 pt)**

1.3 Déterminer, graphiquement, les valeurs de la vitesse instantanée de formation des ions manganèse aux dates $t_1 = 9 \text{ min}$ et $t_2 = 19 \text{ min}$. **(0,75 pt)**

1.4 Etablir la relation entre les vitesses instantanées de formation des ions manganèse et de disparition des ions fer (II). En déduire les vitesses de disparition des ions fer (II) aux dates $t_1 = 9 \text{ min}$ et $t_2 = 19 \text{ min}$. **(01,25 pt)**

1.5 Calculer la concentration initiale des ions fer (II) dans la solution S. En déduire la masse de fer dans un comprimé du médicament considéré. **(0,75 pt)**

A votre avis l'indication de l'étiquette de la boîte du médicament est-elle correcte ? **(0,25 pt)**

On donne : masse molaire atomique : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$

EXERCICE 2 : (04 points).

Données : Toutes les solutions sont à la température de 25°C ; $K_a(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}) = 10^{-14}$; $K_a(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = 1$; $K_a(\text{acide méthanoïque/base conjuguée}) = 1,58 \cdot 10^{-4}$

L'acide méthanoïque, de formule HCOOH , est secrété comme poison par les fourmis.

2.1 Rappeler, au sens de Bronsted, la définition d'un acide. Donner la formule et le nom de la base conjuguée de l'acide méthanoïque. **(0,50 pt)**

2.2 Une solution aqueuse A d'acide méthanoïque a une concentration $C_a = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et un $\text{pH} = 3,25$.

2.2.1 Définir le coefficient d'ionisation α de l'acide méthanoïque en solution. **(0,50 pt)**

2.2.2 Calculer le coefficient d'ionisation de l'acide méthanoïque dans la solution considérée. **(0,50 pt)**

2.2.3 Peut-on qualifier l'acide méthanoïque d'acide faible ? (réponse à justifier). **(0,25 pt)**

2.3 On verse dans un bécher un volume $V_a = 20,0 \text{ mL}$ de la solution A. On y ajoute progressivement un volume V_b d'une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les solutions A et B. **(0,25 pt)**

2.4 On note V_{bE} le volume de la solution B qu'il faut verser dans le volume V_a de la solution A pour atteindre l'équivalence acido-basique. On verse un volume $V_b = \frac{1}{2} V_{bE}$ dans le volume V_a de la solution A. Le mélange ainsi obtenu a un $\text{pH} = 3,80$.

2.4.1 Préciser, en justifiant, la nature du mélange ainsi obtenu. Rappeler une propriété caractéristique du mélange. **(0,50 pt)**

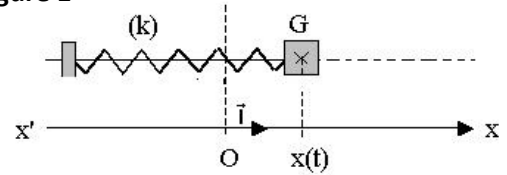
2.4.2 Donner, justification à l'appui, la valeur du pKa du couple acide/base associé à l'acide méthanoïque. **(0,50 pt)**

2.5 On se propose de réaliser un mélange de même nature que celui obtenu en 2.4 à l'aide d'une solution S_1 d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et d'une S_2 de méthanoate de sodium de concentration $C_2 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer les volumes V_1 de S_1 et V_2 de S_2 nécessaires à la réalisation d'un mélange de volume $V = 100 \text{ mL}$ et de $\text{pH} = 3,80$. **(01 pt)**

EXERCICE 3 : (04 points).

Pour améliorer le confort des automobilistes on utilise des ressorts comme éléments de suspension. Un de ces ressorts, de masse négligeable, est fixé sur une tige horizontale et peut se déplacer sans frottement. Il est solidaire à un solide S de masse $m = 100 \text{ kg}$ (figure 1).

Figure 1



A la date $t_0 = 0$, on déplace de sa position d'équilibre, le centre d'inertie G du solide S, jusqu'à la position $+x_{\text{max}}$ puis on le lâche sans vitesse initiale.

Par un dispositif approprié, on enregistre les courbes représentant les variations de l'énergie potentielle, E_p , et de l'énergie cinétique, E_c , du système (ressort-solide S) d'une part et de l'accélération du solide S d'autre part (figures 2 et 3). Sur la figure 2, chacune des courbes C_1 et C_2 est une sinusoïde de période T (Il n'est pas demandé de rendre ces courbes avec la copie).

3.1 Rappeler l'expression de l'énergie potentielle élastique du système "ressort-solide S" en fonction de la constante de raideur k du ressort et de la position x du centre d'inertie G du solide S. (0,25 pt).

3.2 Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E_m du système "ressort-solide S" (on ne tient pas compte de l'énergie potentielle de pesanteur). Cette énergie mécanique E_m est elle constante ? (réponse à justifier). (0,75 pt).

3.3 A partir de l'expression de l'énergie mécanique E_m , établir l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S. (0,5 pt).

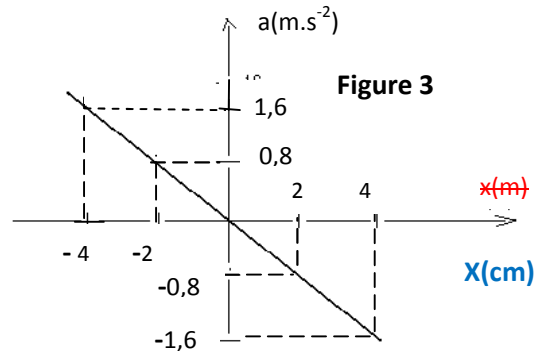
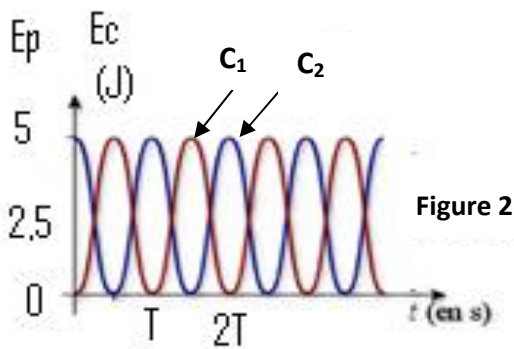
3.4 Retrouver l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S à partir d'une étude dynamique de ce mouvement. (0,5 pt).

3.5 L'équation horaire du mouvement du centre d'inertie G du solide S est : $x = 5 \cdot 10^{-2} \cos(\omega t)$ (x en m).

3.5.1 Sur la figure 2, identifier la courbe représentant les variations de l'énergie potentielle E_p et celle représentant les variations de l'énergie cinétique E_c . (0,5 pt).

3.5.2 En utilisant l'équation horaire et l'une des courbes de la figure 2, déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé. (0,75 pt).

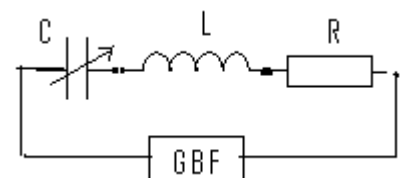
3.5.3 Retrouver la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé par exploitation de la courbe de la figure 3. (0,75 pt).



EXERCICE 4 : (04 points).

Un groupe d'élèves de terminale S étudie un dipôle (R, L, C) série. Ce dipôle est constitué d'une bobine d'inductance $L = 0,4 \text{ H}$ et de résistance négligeable, d'un conducteur ohmique de résistance $R = 60 \Omega$ et d'un condensateur de capacité C réglable. Il est alimenté par un GBF (schéma ci-contre).

Les élèves veulent observer l'évolution de l'intensité du courant traversant le circuit, sur la voie A, et la tension délivrée par le GBF, sur la voie B, d'un oscillographe bicourbe.



4.1 Recopier le schéma du circuit en y indiquant les branchements que le groupe doit effectuer pour faire ces observations. (0,50 pt).

4.2 Pour une valeur C_1 de la capacité du condensateur et pour les réglages : (2 ms/division), (1 V/ division sur la voie A), (2 V/ division sur la voie B), les élèves observent sur l'écran de l'oscilloscope les courbes suivantes :

4.2.1 Déterminer les valeurs efficaces de la tension aux bornes du GBF et de l'intensité du courant. **(0,75 pt)**

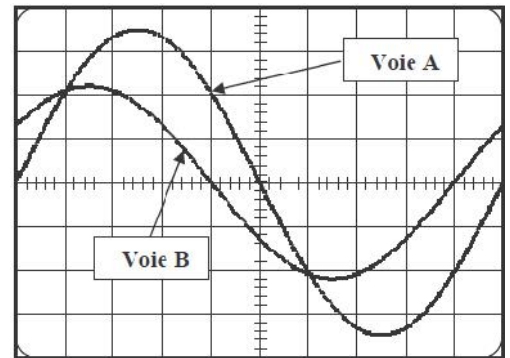
4.2.2 Déterminer la fréquence N de la tension délivrée par le GBF puis l'impédance du dipôle étudié. **(0,25 pt)**

4.2.3 Préciser le comportement capacitif ou inductif du dipôle étudié, puis déterminer la différence de phase, ϕ , entre la tension délivrée par le GBF et le courant traversant le circuit. **(0,50 pt)**

4.2.4 Ecrire les expressions de l'intensité et de la tension délivrée par le GBF sous les formes :

$i(t) = I_{\max} \cos(\omega t)$ et $u(t) = U_{\max} \cos(\omega t + \phi)$. On donnera les valeurs numériques des constantes qui figurent dans les deux expressions. **(0,75 pt)**

4.2.5 Calculer la valeur C_1 de la capacité du condensateur. **(0,50 pt)**



4.3 On fait varier la capacité du condensateur. Pour une valeur C_2 de cette capacité l'intensité efficace du courant est maximale.

4.3.1 Préciser, pour cette valeur C_2 de la capacité du condensateur, le phénomène physique qui se produit dans le circuit. **(0,25 pt).**

4.3.2 Calculer alors la valeur C_2 de la capacité du condensateur pour $N = 50$ Hz. **(0,50 pt)**

NB : les oscillogrammes ne sont pas à rendre avec la copie.

EXERCICE 5 : (04 points).

L'ion hélium He^+ ne possède qu'un électron. Ses niveaux d'énergie sont donnés par la relation, $E_n = -\frac{k}{n^2}$

où n est un nombre entier positif et k une constante positive.

5.1 On considère la transition électronique du niveau d'énergie n au niveau d'énergie p ($p < n$).

Exprimer la variation de l'énergie de l'ion correspondant à cette transition et interpréter le signe de cette variation. **(01 pt)**

5.2 Montrer que la longueur d'onde λ de la radiation correspondante peut se mettre sous la forme :

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\text{He}^+} \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right), \text{ relation où } R_{\text{He}^+} \text{ est une constante que l'on explicitera. } \quad \textbf{(0,75 pt)}$$

5.3 La longueur d'onde du photon correspondant à la transition du niveau 4 au niveau 3 est égale à 469 nm.

Calculer la valeur de la constante R_{He^+} **(0,5 pt)**

5.4 Montrer que E_n exprimée en eV peut se mettre alors, sous la forme : $E_n = -\frac{54,4}{n^2}$.

En déduire l'énergie d'ionisation de l'ion He^+ . **(01 pt)**

5.5 Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés en eV par la relation : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$.

Sur deux diagrammes bien distincts, placer les 8 premiers niveaux de l'ion He^+ et les 4 premiers niveaux de l'atome d'hydrogène.

En déduire que le spectre de l'atome d'hydrogène est un sous-ensemble de celui de l'ion He^+ . **(0,75 pt)**

Données :

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s;

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹

1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J