Composition n°2 – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1: (3 points)

Afin d'identifier un acide carboxylique A, on le dose par une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium NaOH (soude) de concentration molaire volumique C_B = 0,1 mol/L. On prépare 1L de solution de A en introduisant une masse m_A = 4,6 g dans une fiole jaugée. On prélève dans un bécher un volume V_A= 30 mL de la solution A que l'on dose par la solution de soude B.
Les variations du pH en fonction du volume V_B de soude versée sont données dans le tableau ci-dessous.

VB (mL)	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40
pH	2,4	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,7	3,8	4	4,2	4,4	4,7	8,2	11,6	11,9	12	12,2

1) Tracer la courbe pH = f(V_B)

Echelles : 1 cm → 5 mL en abscisse et 1 cm → 1 unité de pH en ordonnée

2) Déterminer graphiquement le point d'équivalence E et donner ses coordonnées.
3) Déterminer la valeur de la concentration C_A de la solution A d'acide.
4) La formule générale brute de l'acide carboxylique A en fonction du nombre n d'atomes de carbone est $C_nH_{2n}O_2$.
   a) Déterminer la masse molaire et la formule brute de l'acide carboxylique A.
   b) Donner la formule semi-développée et le nom de l'acide A.
5) Déterminer graphiquement le pKa du couple acide carboxylique / ion carboxylate considéré.
6) On considère le mélange pour lequel Va = 15 mL et pH= 3,7.
   a) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans le mélange et calculer leurs concentrations.
   b) En déduire le pKa du couple acide carboxylique/ion carboxylate.
   c) Donner
      i) La nature du mélange.
      ii) Les propriétés du mélange.

Exercice n°2: (3 points)

En phase gazeuse, l'éthanal CH_3CHO se décompose à température élevée, suivant la réaction d'équation : CH_3CHO (g) → CH_4 (g) + CO (g)
La cinétique de cette réaction a été étudiée en introduisant dans un récipient de volume *V* constant, préalablement vidé, une quantité *a* d'éthanal, puis en mesurant à température constante la pression totale p_t dans le récipient en fonction du temps. Une étude conduite à 507°C donne les résultats suivants :

t (min)	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
p_t (kPa)	24,00	28,00	30,85	33,00	34,67	37,09	38,77	40,00	40,95	41,69	42,29	42,79	43,20

1) Exprimer la quantité totale de matière gazeuse n_g à un instant *t* en fonction de *a* et de l'avancement $x(t)$.
2)
   a) Exprimer l'avancement volumique $\frac{x(t)}{V}$ en fonction de la température *T* et des pressions p_t et de $p(0)$.
   b) Pourquoi est-il nécessaire de maintenir constante la température pour suivre cette réaction par manométrie ?

   c) Exprimer numériquement $\frac{x(t)}{V}$ en fonction de p_t. En déduire les concentrations des différentes espèces pour t = 50 min.

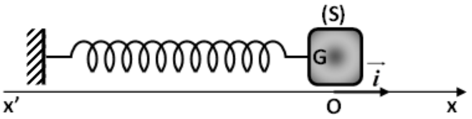
3)
   a) Tracer la courbe $p_t = f(t)$.
   b) Définir la vitesse volumique de réaction. L'exprimer en fonction de la dérivée $\frac{dp_t}{dt}$
   c) Déterminer la vitesse volumique de réaction à $t = 0$.

4)
   a) Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Quelle est la valeur de la pression totale p_t pour $t = t_{1/2}$? Déterminer graphiquement $t_{1/2}$.
   b) Par analogie avec le temps de demi-réaction, définir le temps de trois quarts de réaction $t_{3/4}$. Déterminer graphiquement $t_{3/4}$.

5) Déterminer la vitesse volumique de réaction à $t = t_{1/2}$ et à $t = t_{3/4}$

<u>Exercice n°3: (4 points)</u>

On étudie les oscillations mécaniques d'un pendule élastique horizontal en supposant tout type de frottement négligeable.



On désigne par x(t) l'élongation du centre d'inertie G du solide dans le repère $(O,\vec{i})$ où O est la position de G à l'équilibre.

1) Établir l'équation différentielle vérifiée par l'élongation x(t).
2) La solution de cette équation différentielle est : $x(t) = X_m.\sin(\omega_0.t + \phi_x)$. En vérifiant cette solution, établir l'expression de la période propre T_0 des oscillations libres du pendule en fonction de la masse m du solide et de la raideur k du ressort.
3) Dans une première expérience et à l'aide d'un système approprié on enregistre pendant une durée Δt = 1,25 s le mouvement du centre d'inertie G d'un solide (S_1) de masse m_1. On obtient le diagramme de la figure -1- ci-contre.

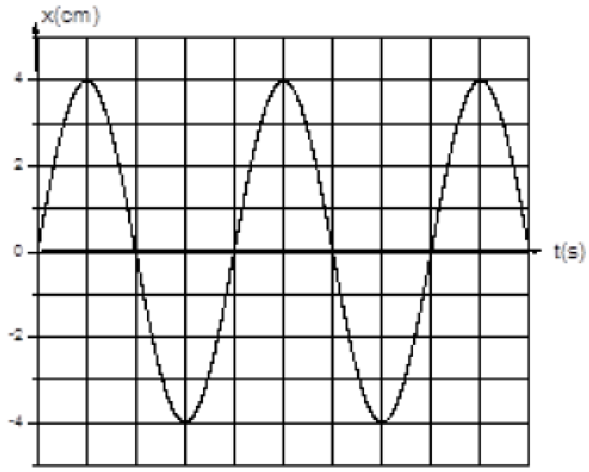
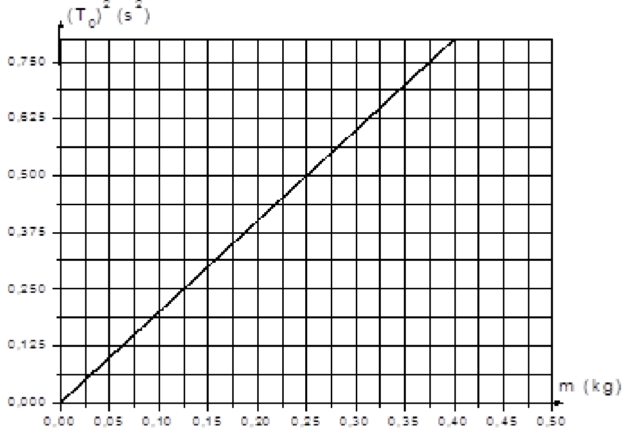


Figure -1-

   a) Déduire la période T_0 des oscillations.
   b) Calculer :
- La phase initiale ϕ_x du mouvement.
- La vitesse initiale V_0 à la date t = 0 s.
- Sous qu'elle forme se présente l'énergie mécanique du système {solide + ressort} à la date t = 0 s ? Justifier la réponse.



4) Dans une deuxième expérience on étudie l'influence de la masse du solide sur la période T_0 des oscillations. Pour différentes valeurs de la masse m on mesure la période T_0. Cette étude a permis de tracer la courbe de la figure -2- représentant $T_0^2 = f(m)$.
   a) Déduire de la courbe de la figure -2- la masse m_1 du solide utilisé lors de la première expérience.
   b) Calculer la raideur k du ressort.

c) Calculer l'énergie mécanique fournie initialement (à t = 0) au système {(S_1} + ressort}.

d) Calculer les abscisses des positions du centre d'inertie G de (S_1) pour lesquelles l'énergie cinétique et l'énergie potentielle sont égales

5) Dans une troisième expérience et à l'aide d'un dispositif d'amortissement approprié on applique sur le solide de masse m_1 une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\,\vec{V}$ où h est un coefficient d'amortissement positif et $\vec{V}$ le vecteur vitesse instantanée du solide.

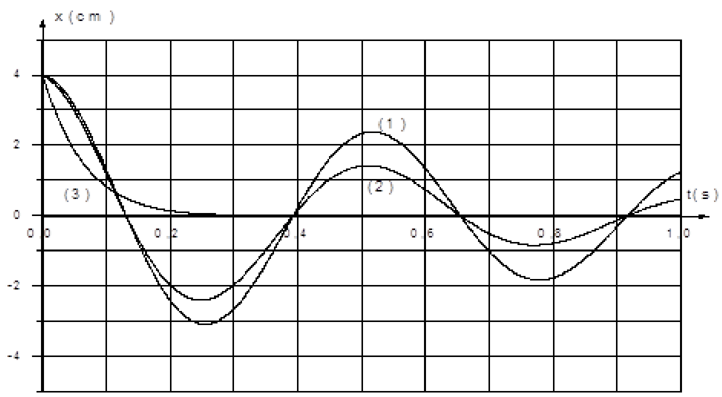
Dans ces conditions l'équation différentielle reliant l'élongation x(t) à ses dérivées première et seconde par rapport au temps s'écrit :

$$\frac{d^2\,x(t)}{dt^2} + 12\,\frac{d\,x(t)}{dt} + 160\,x(t) = 0.$$

a) Déduire de cette équation la valeur du coefficient de frottement h.

b) Montrer que le système {(S_1) + ressort} n'est pas conservatif.

c) Les diagrammes ci-dessous sont des enregistrements de l'évolution temporelle de l'élongation x(t) du centre d'inertie du solide pour différentes valeurs du coefficient d'amortissement h (h_a = 1,5 kg.s^{-1} ; h_b = 1,8 kg.s^{-1} et h_c = 3 kg.s^{-1}).

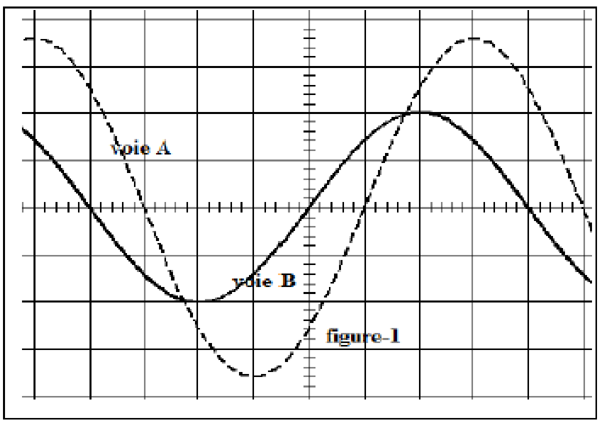


Attribuer à chacun des enregistrements (1), (2) et (3) le coefficient d'amortissement correspondant parmi les valeurs h_a, h_b et h_c, et préciser pour chacun le nom du régime correspondant

<u>Exercice n°4: (4 points)</u>

On monte en série, un résistor de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un condensateur de capacité C et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de la portion du circuit ainsi réalisée, on branche un générateur GBF délivrant une tension sinusoïdale u(t) de fréquence N variable, d'amplitude U_m maintenue constante et d'expression $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt)$.

Pour une valeur N_1 de la fréquence du générateur, l'ampèremètre indique I=0,1A, un voltmètre branché aux bornes du résistor indique U_R=2,5V et on obtient les oscillogrammes de la figure 1.



Sensibilités verticales : Voie Y_1 : 3V.div^{-1}
Voie Y_2 : 4V.div^{-1}
Sensibilité horizontale : 1ms.div^{-1}

1) Schématiser le circuit et indiquer les connexions à réaliser avec un oscilloscope pour visualiser les tensions $u_c(t)$, tension aux bornes du condensateur, sur la voie A et u(t) sur la voie B.
2) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i(t) du courant dans le circuit.
3) Déduire de ces oscillogrammes :
   a) la valeur de la fréquence N.
   b) le déphasage $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc}$.
   c) l'état du circuit (résistif, inductif où capacitif).
   d) les expressions numériques des tensions u(t) et $u_c(t)$.
4) Déterminer les valeurs de R et de C.
5)

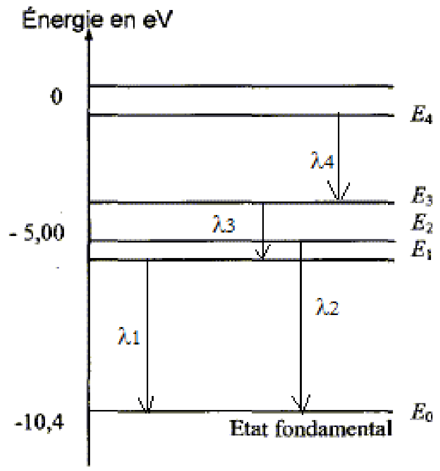
a) Faire la construction de Fresnel (échelle :1cm→1V) correspondante à l'équation différentielle précédente.
b) En déduire les valeurs de r et L

Exercice n°5: (4 points)

On donne h = $6,62.10^{-34}$ J.s, C = 3.10^{8} $m.s^{-1}$, 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J et 1nm = 10^{-9}m

Partie A :

Le spectre d'un atome peut être considéré comme sa carte d'identité ; il permet de connaître des informations telles que les différents niveaux d'énergie atomiques. La figure ci-contre représente le diagramme très simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure Hg et quatre transitions entre ces niveaux.



Les longueurs d'onde associées à ces transitions sont :
λ_1 = 253,31 nm ; λ_2 ; λ_3 = 689,58 nm et λ_4 = 443,30 nm.

1) A quels domaines de radiations correspondent les longueurs d'ondes λ_1 ; λ_3 et λ_4.
2)
   a) Ces quatre radiations correspondent-elles à l'absorption ou à l'émission de photons ? Justifier.
   b) Calculer λ_2 et préciser sa nature
3)
   a) Calculer en eV les énergies W_1, W_2, W_3, W_4 des photons correspondants.
   b) En déduire les énergies E_1, E_3 et E_4.
   c) Pourquoi dans l'expérience de Franck et Hertz, le seuil d'énergie cinétique des électrons pour qu'il y-ait choc élastique avec les atomes de mercure était de 4,9 eV
4) Un photon d'énergie W = 5,20 eV peut-il être absorbé par l'atome de mercure pris dans son état fondamental ?
5)
   a) Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome de mercure pris dans son état fondamental.
   b) Un photon d'énergie 12,00 eV peut-il ioniser l'atome de mercure pris dans son état fondamental ? Si oui, quelle est en Km/s la vitesse de l'électron éjecté ?

On donne m (e-) = $9,1.10^{-31}$ kg

Partie B :

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la formule de Bohr :

$E_n(eV) = -\frac{E_o}{n^2}$; avec n∊ $\mathbb{N}^*$.

On classe les raies du spectre de l'atome d'hydrogène en séries, les premières étant appelées respectivement séries de Lyman, de Balmer et de Paschen. Pour chacune de ces séries, la fréquence reste inférieure à une fréquence donnée par les valeurs suivantes :
Lyman : ν_L=$32,903.10^{14}$ Hz ; Balmer : ν_B=$8,226.10^{14}$ Hz ; Paschen : ν_P=$3,556.10^{14}$ Hz.
On désigne par :
- E_n et E_m respectivement les énergies des niveaux n et m tel que n > m.
- $\nu_{n,m}$ la fréquence du photon émis lors de la transition de n vers m.

1) Etablir l'expression suivante : $\nu_{nm} = \frac{E_0}{h}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$
2) Déterminer pour la fréquence limite ν_L, la valeur du nombre quantique m. En déduire les valeurs des nombres quantiques pour les deux autres fréquences ν_B et ν_P.
3) Déterminer pour la série de Lyman, la plus petite fréquence émise en fonction de ν_L. La calculer.