REPUBLIQUE TUNISIENNE Ministère de l'Education et de la Formation	**EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION DE JUIN 2005	**SESSION PRINCIPALE**
Sections :	MATHEMATIQUES + TECHNIQUE	Coefficient : 3
	SCIENCES EXPERIMENTALES	Coefficient : 4
EPREUVE :	SCIENCES PHYSIQUES	Durée : 3 heures

L'épreuve comporte **deux exercices de chimie et trois exercices de physique** répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.

Chimie : - Dosage acide-base.
- Cinétique chimique.

Physique : - Effet Compton.
- Interférences lumineuses.
- Oscillations mécaniques forcées.

CHIMIE (7 points)

Exercice n°1 (3 points)

A 25°C, on dose un volume V_A = 20mL d'une solution aqueuse (S_A) d'acide méthanoïque (monoacide de formule HCOOH) de concentration molaire C_A par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium (monobase forte de formule NaOH) de concentration molaire $C_B = 0,1 mol.L^{-1}$.
La réaction chimique qui a lieu au cours du dosage est une réaction considérée comme étant totale et instantanée et a pour équation bilan :

$$HCOOH + OH^- \longrightarrow HCOO^- + H_2O$$

A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du **pH** du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution basique ajoutée. On obtient la courbe de la **figure - 1 -** sur laquelle sont indiquées les coordonnées du point d'équivalence E.

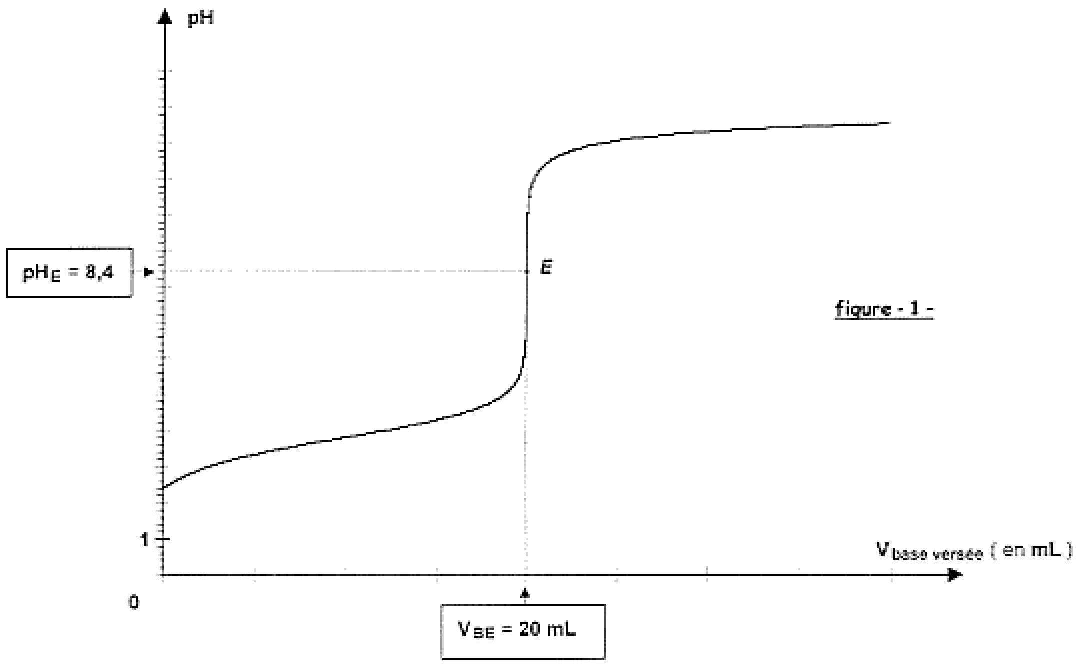

figure - 1 -

1 - a- Préciser en le justifiant si, à l'équivalence, le mélange réactionnel est acide, basique ou neutre.
b- Relever les coordonnées du point de demi équivalence.
En déduire le pKa du couple $HCOOH / HCOO^-$.

2 – a – Donner en fonction de C_B, V_{BE} et V_A l'expression de C_A. Calculer sa valeur.

b – Montrer que l'acide utilisé est faible.

3 – Au lieu du suivi pH – métrique, on réalise un dosage colorimétrique utilisant un indicateur coloré approprié. Parmi les trois indicateurs colorés dont les zones de virage sont mentionnées dans le tableau ci-dessous, lequel vous semble-t-il convenir le mieux à cette expérience?

Indicateur coloré	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 - 4,4	6 - 7,4	8,2 - 10

Exercice n°2 (4 points)

L'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est une réaction **totale** et **lente** d'équation bilan :

$$S_2O_8^{2-} \quad + \quad 2I^- \longrightarrow \quad 2\,SO_4^{2-} \quad + \quad I_2 \qquad (1)$$

le diiode I_2 est de couleur jaune - brunâtre.

Expérience n ° 1 : On dispose de deux béchers (A) et (B) correspondant à la description de la **figure** - 2 - :

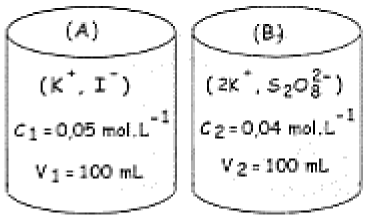

figure - 2 -

A une date t = 0 on mélange les contenus des deux béchers.

1 – Le mélange réactionnel prend une coloration jaune brunâtre qui devient de plus en plus foncée au cours du temps.
Préciser, en le justifiant, lequel des deux caractères de la réaction (1), lente ou totale, est confirmée par cette observation ?

2 – *Détermination de la quantité de diiode formée à différentes dates t* :
On effectue régulièrement, à partir du mélange réactionnel, un prélèvement de **10 mL** auquel on ajoute de l'eau glacée puis on y détermine la quantité de diiode formée à l'aide d'un dosage approprié. Ceci permet de tracer la courbe $[I^-] = f(t)$ représentée sur la **figure - 3** - de la **page - 5/5** - à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.

a – Préciser si t correspond à :
- la date à laquelle est effectuée la dilution du prélèvement avec de l'eau glacée
- la date à laquelle l'équivalence est atteinte au cours du dosage.

b – L'un des deux réactifs est en défaut. Déduire, à partir du graphe, s'il s'agit de I^- ou de $S_2O_8^{2-}$.

c – Déterminer, en mol.L^{-1}.s^{-1}, la vitesse volumique de disparition de I^- à la date t = 0.
La méthode utilisée sera indiquée sur la courbe de la **figure** - 3 -.

Expérience n ° 2

On refait l'expérience précédente en procédant de la manière suivante :
au contenu du bécher (A), on commence par ajouter 1,652g de cristaux d'iodure de potassium **KI** que l'on dissout jusqu'à obtenir une solution limpide et homogène ; et à une date t = 0, on mélange les contenus des deux béchers. On suppose que la dissolution des cristaux n'a pas entrainé un changement du volume dans le bécher (A) qui reste égal à **100 mL**.

3 – Dans le cadre de *l'expérience n° 2*, il est question de tracer **la courbe** $[I^-] = f(t)$ sur la **figure** - 3 - de la **page** - 5/5 - à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.
Pour cela il est demandé au candidat :
- d'effectuer les calculs nécessaires
- de comparer, en le justifiant, les vitesses initiales de disparition des ions iodures dans les deux expériences et d'en déduire un tracé approximatif de la tangente (T_2) à la courbe $[I^-] = f(t)$ à la date t = 0
- de tracer la courbe.

On donne les masses molaires atomiques suivantes : M(K) = 39,1 g.mol^{-1} ; M(I) = 126,1 g.mol^{-1}

PHYSIQUE (13 points)

Exercice n°1 (3 points)

Un faisceau de rayon **X** parallèle, monochromatique, dont l'énergie du photon associé est $\dfrac{h.c}{\lambda}$, est dirigé suivant un axe x'x sur une lame très mince de graphite.
L'analyse du rayonnement diffusé dans une direction faisant un angle θ' avec l'axe x'x montre la présence de rayons X de longueur d'onde $\lambda' > \lambda$.
Le rayonnement diffusé est accompagné de l'éjection d'un électron dans une direction faisant l'angle φ avec l'axe x'x comme l'indique la **figure** - 4 -.

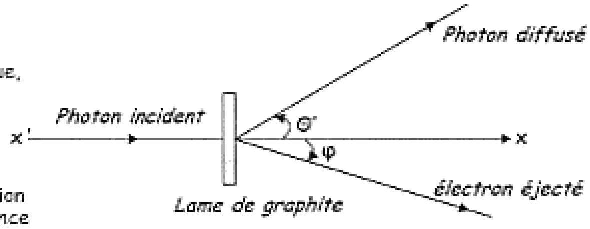

figure - 4 -

1 - Préciser lequel des deux aspects, corpusculaire ou ondulatoire du rayonnement X, est mis en évidence ?

2 - a - Calculer, en **joule**, l'énergie de chacun des photons associés aux longueurs d'onde $\lambda = 71 \cdot 10^{-12}$ m et $\lambda' = 71,71 \cdot 10^{-12}$ m .

On donne : constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s ; célérité de la lumière dans le vide $c = 3.10^{8}$ m.s^{-1}

b - Le phénomène décrit précédemment résulte d'un choc élastique entre le photon incident et un électron faiblement lié à un atome de la cible et supposé au repos. Suite à cette collision il y a, entre autres, conservation de l'énergie cinétique du système (*photon, électron*) .
Déterminer alors l'énergie cinétique de l'électron éjecté .

Exercice n°2 (4 points)

On réalise des interférences lumineuses à l'aide des fentes d'Young correspondant au schéma de la **figure - 5 -** .

- Deux fentes (F_1) et (F_2) distantes de **a** et pratiquées dans un plan opaque (P) sont éclairées par une source (S) de lumière blanche située sur la perpendiculaire au plan (P) à égales distances des fentes (F_1) et (F_2).
- Un filtre interposé entre (S) et (P) permet d'obtenir une radiation monochromatique de longueur d'onde λ .
- Un écran (E) est placé parallèlement au plan (P) ; la distance qui les sépare étant **D** .

La figure d'interférences observée sur l'écran (E) est une alternance de franges brillantes et de franges obscures équidistantes , parallèles et ayant la couleur de la lumière monochromatique utilisée.

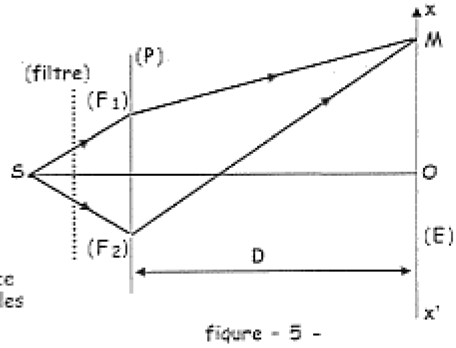

figure - 5 -

1 - Le phénomène d'interférences lumineuses a été possible en créant les deux sources secondaires (F_1) et (F_2) à partir d'une même source (S) . Cette démarche expérimentale a-t-elle été nécessaire pour que (F_1) et (F_2) soient deux sources lumineuses **cohérentes** ou tout simplement **en phase** ?

2 - En un point **M** du champ d'interférences repéré par son abscisse **x** par rapport au repère (xx'), la différence de marche $\delta = MF_2 - MF_1$ entre les rayons issus de (F_1) et (F_2) s'exprime par la relation $\delta = \dfrac{a.x}{D}$.

a - Sachant que **k** est un entier, établir que **x** s'écrit :

- $k.\dfrac{\lambda D}{a}$ lorsque **M** correspond au milieu d'une frange brillante
- $(2k+1).\dfrac{\lambda D}{2a}$ lorsque **M** correspond au milieu d'une frange obscure .

b - Que représente l'expression $\dfrac{\lambda D}{a}$?

3 - Un point M_1 de l'écran se situe :

- au milieu de la **troisième frange brillante** lorsque le dispositif est éclairé par une radiation de longueur d'onde λ_1 = **0,665** µm (la frange centrale d'abscisse **x = 0** est numérotée **zéro**)
- au milieu de la **quatrième frange sombre** lorsque le dispositif est éclairé par une radiation de longueur d'onde λ_2. Déterminer la valeur de λ_2.

Exercice n°3 (6 points)

Le dispositif de la **figure - 6 -** comporte :

- un ressort (R) de constante de raideur **K** et de masse négligeable, est disposé verticalement tel que son extrémité supérieure est attachée au fil (f) permettant de le mettre en liaison avec l'excitateur .
- un récipient transparent contenant un liquide visqueux .
- un solide (S) de masse **m** est accroché à l'extrémité libre du ressort . Au cours de son mouvement, il baigne totalement dans le liquide et est soumis à des frottements de type visqueux dont la résultante est $\vec{f} = -h.\vec{v}$ où **h** est une constante positive dont la valeur dépend de la nature du liquide visqueux utilisé et de la forme du solide et $\vec{v}$ est la vitesse instantanée du centre d'inertie G de (S).
L'action de l'excitateur est équivalente à une force excitatrice $\vec{F} = F_{max} \sin(2\pi N_e t) . \vec{i}$ qui s'exerce sur le solide (S).
- une réglette (r) sur laquelle on peut repérer la position de l'**index** .

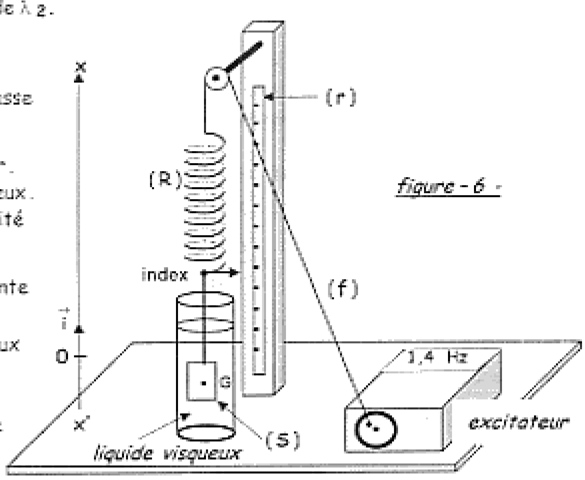

figure - 6 -

La position de G est définie par son abscisse x par rapport au repère $(O, \vec{i})$ d'axe $x'x$. L'origine O correspond à la position d'équilibre de G lorsque (S) est au repos.

1 - L'expression de la fréquence propre de l'oscillateur formé par (S) et (R) est $N_0 = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{K}{m}}$.

a - Etablir une relation entre m, K, l'allongement $\Delta\ell$ du ressort lorsque (S) est au repos et l'intensité de la pesanteur $\|\vec{g}\|$.

b - En déduire l'expression de N_0 en fonction de $\Delta\ell$ et $\|\vec{g}\|$.

Calculer sa valeur sachant que $\Delta\ell$ = 118 mm et $\|\vec{g}\| = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

2 - Au cours d'une séance de travaux pratiques on mesure, pour différentes valeurs de la fréquence N_e, la durée Δt correspondante à 10 oscillations du solide (S). Ce qui permet d'obtenir le tableau de mesures suivant :

N_e (en Hz)	1,45	1,2	1
Δt (en s)	6,896	8,333	10
fréquence des oscillations $N = \dfrac{10}{\Delta t}$ (en Hz)			

a - Compléter le tableau en inscrivant, pour chaque mesure, la valeur de N.

b - En comparant les valeurs de N à celles de N_e, préciser la nature, libres ou forcées, des oscillations de (S).

3 - On fait varier la fréquence N_e de la force excitatrice, on mesure à chaque fois l'amplitude X_{max} des oscillations puis on en déduit l'amplitude V_{max} de la vitesse instantanée.
Ce qui a permis de tracer les courbes (C_1) et (C_2) de la **figure - 7 -** traduisant les variations de $X_{max} = f(N)$ et $V_{max} = g(N)$.

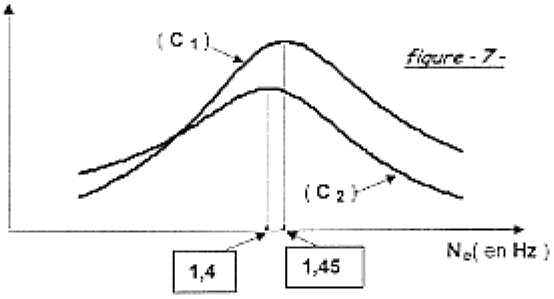

figure - 7 -

a - *Détermination expérimentale de* X_{max} :
Lorsque N_e = **1,2 Hz** l'index oscille entre les deux graduations **43 mm** et **93 mm** de la réglette.
En déduire la valeur de X_{max} correspondant à cette fréquence.

b - La fréquence N_r de la force excitatrice correspondante à la résonance d'amplitude (ou résonance d'élongation) vérifie la relation $N_r^2 = N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}$.
Préciser, en le justifiant, laquelle des deux courbes (C_1) ou (C_2) correspond à $X_{max} = f(N)$.

c - Relever à partir de la **figure - 7 -** :

- la valeur de N_0 et la comparer à celle trouvée à la question **1 - b** ; déterminer alors la valeur de K sachant que **m = 0,22 Kg**.
- la valeur de N_r ; calculer celle de h.

4 - L'élongation instantanée $x(t) = X_{max}\sin(2\pi N_e t + \varphi_x)$ de G est une solution de l'équation différentielle :

$$m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + h\frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = F(t) \qquad (1)$$

Sur la **figure - 8 -** de la **page - 5/5 -** à remplir par le candidat et à remettre avec la copie est représenté le vecteur de Fresnel $\overrightarrow{OA}$ associé à la fonction $h.\dfrac{dx(t)}{dt}$ lorsque N_e = 1,2 Hz.

a - Compléter la construction de Fresnel relative à l'équation (1) en traçant sur la **figure - 8 -** et dans l'ordre suivant les vecteurs $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{BC}$ correspondant respectivement aux fonctions $K.x(t)$ et $m.\dfrac{d^2x(t)}{dt^2}$.

b - En déduire la valeur de F_{max} et celle de la phase à l'origine φ_x exprimée en degré.

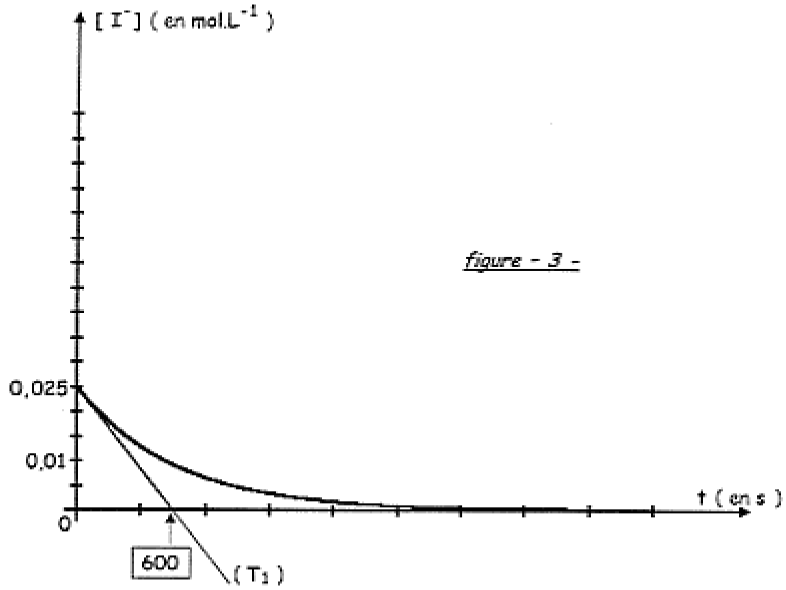

figure - 3 -

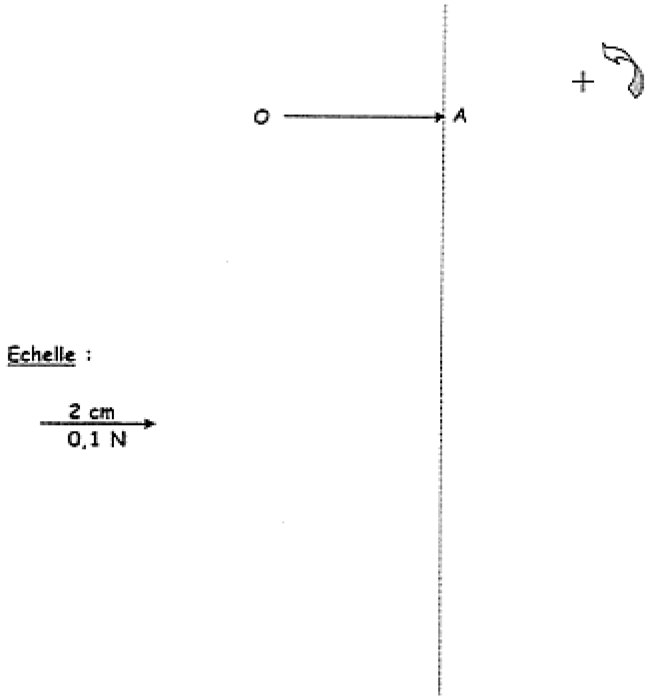

figure - 8 -