Lycée El. O. L. BADJI
Classe: TS_1

2012-2013

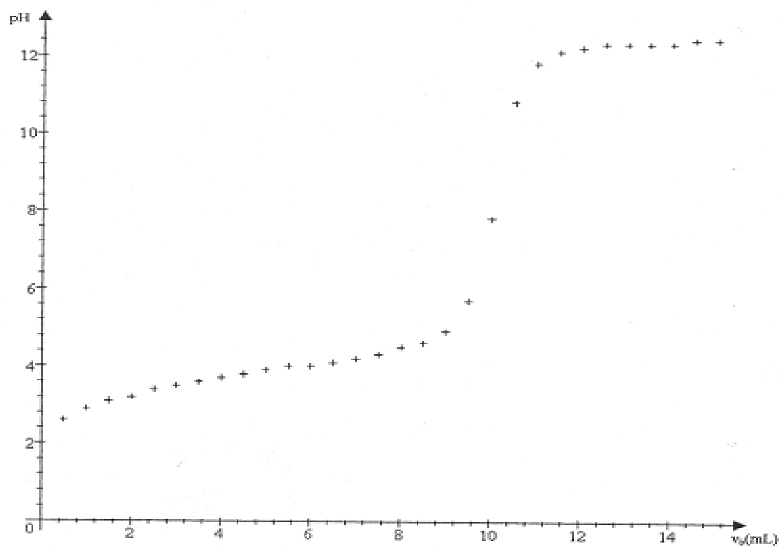
Composition de Sciences Physiques du deuxième semestre : 4h

EXERCICE 1 : (3 points)
On considère l'équation bilan de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle :
$CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + OH^- \rightarrow CH_3\text{-}COO^- + C_2H_5\text{-}OH$
A l'instant de date t = 0, le mélange réactionnel contient 5.10-2 mol.l^{-1} de chacun des réactifs. II est maintenu à 30°C et des prises d'essai de VB = 10ml sont effectués de temps en temps, et les ion OH^- restant de la concentration molaire volumique C_B sont dosés et neutralisés quantitativement par un volume X(en ml) d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique C_A = 10 mol.l^{-1}.
1.1. Montrer que la concentration molaire volumique de l'éthanol peut s'exprimer par la relation.
$[C_2H_5\text{-}OH] = 10^{-3}(10\text{-}X)$ **(0,5 point)**
1.2. Compléter le tableau ci-dessous et tracer la courbe de formation de C_2H_5-OH en fonction du temps. **(0,75point)**
Echelle : 1cm →10 min en abscisse. 1cm→ 2.10^{-3} mol.l^{-1} en ordonnées.

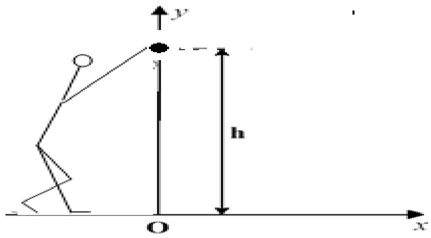
t (min)	4	9	15	24	37	53	83	143
X(ml)	44,1	38,6	33,7	27,9	22,9	18,5	13,6	8,9
$[C_2H_5\text{-}OH]$ 10^{-3}mol.l^{-1}								

1.3. A quel instant de date la vitesse de formation de l'éthanol est-elle la plus grande ? **(0,25 point)**
1.4. Calculer le temps de demi-réaction. **(0,5 point)**
1.5. Calculer la vitesse moyenne de formation de l'éthanol entre les dates 9min et 15min. **(0,5 point)**
1.6. O n reprend la même étude à 50°C. Les valeurs du volume x mesurées pour les mêmes valeurs de date seront-elles plus grandes ou plus faible qu'à 30°C. Justifier ta réponse. **(0,5 point)**

EXERCICE 2 : (3 points)
On dispose d'un flacon contenant une solution d'acide carboxylique $C_nH_{2n+1}COOH$ dont la densité est d =1,195 et titrant en masse 77 % d'acide pur. Avec une pipette on prélève un volume de 5 mL de cette solution que l'on étend à un litre avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 1 litre. On prélève 20 mL de la solution ainsi diluée que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique C_b = 2,0. 10^{-1} mol.L^{-1}.
Dans le document joint sont donnés quelques points de la courbe pH = f(Vb) où Vb le volume de base versé. On considérera que pH = 2 pour V_b = 0
2.1. Compléter le tracé de la courbe et déduire de cette courbe la concentration molaire volumique Ca de la solution diluée ainsi dosée et le pKa du couple CnH2n +1COOH / $C_nH_{2n+1}COO^-$ **(1point)**
2.2. Calculer la masse molaire de l'acide carboxylique. En déduire sa formule semi-développée et son nom.**(0,75 point)**
2.3. On désire préparer un volume V = 315 mL de solution tampon de pH = 4 en mélangeant un volume V_1 de la solution acide de concentration Ca et un volume V_2 de solution saline $C_nH_{2n+1}COONa$ de concentration molaire volumique C_b = 5,0.10-2 mol.L^{-1}.
2.3.1. Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés ? **(0,5 point)**
2.3.2. Déterminer les valeurs de V_1 et V_2. **(0,75 point)**



EXERCICE 3 : **(4 points)**
Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer de poids a réussi un jet à une distance D = 21,69 m.
L'entraineur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer.
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.
Il dispose pour cela d'enregistrements relatifs a la vitesse du boulet (nom donne au ≪ poids ≫).
Pour simplifier, l'étude porte sur le mouvement du centre d'inertie du boulet dans le référentiel terrestre ou on définit le repère d'espace (O,x,y) ou :
· Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l' instant où il quitte la main du lanceur.
· Ox est un axe horizontal au niveau du sol.
L'origine des temps t = 0 est prise au moment du lancer du boulet ou son centre d'inertie est situe a la distance verticale h = 2,62 m du sol.



3.1 Exploitation des enregistrements.
L'entraineur a obtenu les graphes, en fonction du temps, des composantes horizontale Vx et verticale Vy du vecteur-vitesse instantanée (figures 1 et 2 ci-dessous).
Pour chacun des graphes, les dates correspondant a deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.

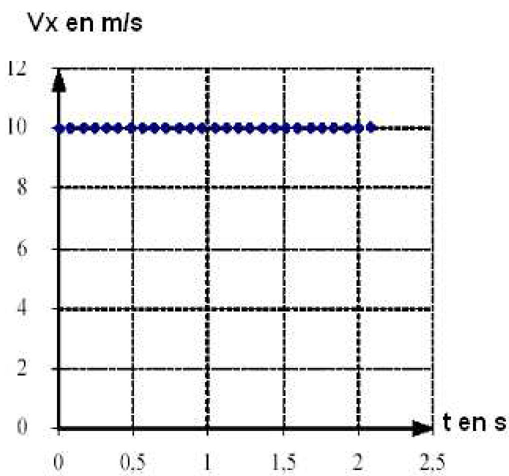


Figure 1

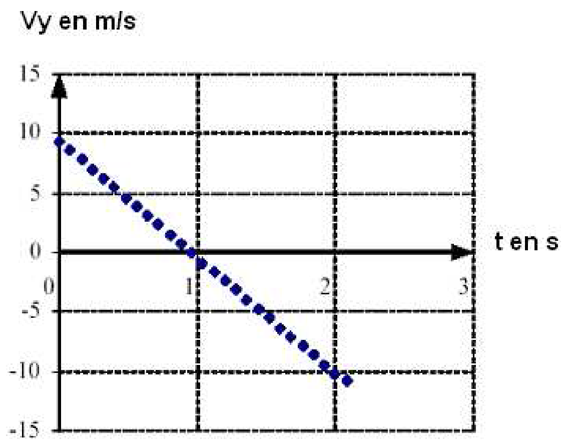


Figure 2

NB : Ces courbes ne sont pas à rendre avec la copie. On expliquera simplement l'exploitation qui en est faite pour répondre aux questions.
3.1.1. En utilisant **la figure 1**, déterminer :
a- la composante v_{0x} du vecteur-vitesse du centre d'inertie du boulet a l'instant de date *t* = 0 s. **(0,25 point)**
b- la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe Ox. **(0,25 point)**
3.1.2. En utilisant **la figure 2**, déterminer :
a- la composante V_{0y} du vecteur-vitesse a l'instant de date *t* = 0 s. **(0,25 point)**
b- la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe OY. **(0,25 point)**
3.1.3 Exprimer les composantes V_{0x} et V_{0y} en fonction de la valeur V_0 du vecteur-vitesse initiale et de l'angle a de ce vecteur avec l'horizontale. **(0,5 point)**
3.1.4. En déduire la valeur de V_0 et celle de l'angle a. **(01 point)**
3.2. Etude théorique du mouvement.
3.2.1. Par application du théorème du centre d'inertie, dans le référentiel terrestre suppose galiléen, déterminer le vecteur-accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement. **(0,25 point)**
3.2.2. En déduire les équations, en fonction du temps, des composantes Vx et Vy du vecteur-vitesse instantanée *V*. Ces équations sont-elles en accord avec les graphes des figures 1 et 2 ? **(0,5 point)**
3.2.3. Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement. En déduire l'équation de la trajectoire. Représenter cette trajectoire et le vecteur-vitesse *V* au point de départ du boulet. **(0,75 point)**
On prendra : $g = 9,8\ m.s^{-2}$

EXERCICE 4 : **(4 points)** Données : ${}_2^3H^+$ $m_1 = 5,0.10^{-27}$ kg. ${}_2^4H^+$ $m_2 = 6,7.10^{-27}$ kg ${}_2^6H^+$: m_3

4.1. Une chambre d'ionisation produit des noyaux d'hélium ${}_2^3H^+$, ${}_2^4H^+$ et ${}_2^6H^+$ de masses respectives m_1, m_2, m_3. Leur poids est négligeable devant les forces électromagnétiques qu'ils subissent. Ils pénètrent en S sans vitesse initiale dans un accélérateur linéaire où ils sont soumis à l'action d'un champ électrique uniforme $\vec{E_o}$ créé par une différence de potentiel $U_0 = V_M - V_N$. On désignera par $\vec{V_1}, \vec{V_2}$ et $\vec{V_3}$ les vitesses en O des ions ${}_2^3H^+, {}_2^4H^+$ et ${}_2^6H^+$.
On notera par **e** la charge électrique élémentaire.

4.1.1. Déterminer le signe de U_O et représenter le champ électrique $\vec{E_o}$ dans l'accélérateur. **(0,75 point)**

4.1.2. Exprimer l'accélération d'un ion ${}_2^4H^+$ en fonction de U_O,d_O, **e** et m_2; préciser la nature de son mouvement.**(0,75point)**

4.2. Montrer qu'en O à la sortie de l'accélérateur, $m_1V_1^2 = m_2V_2^2 = m_3V_3^2$. **(0,75 point)**

4.3. Les ions pénètrent ensuite dans un sélecteur de vitesse limité par les plaques P et Q. Ils sont alors soumis à l'action simultanée de deux champs : un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une différence de potentiel positive $U = V_Q - V_P$ et un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme perpendiculaire à V_1, V_2 et V_3.

4.3.1. Représenter le champ magnétique $\vec{B}$ pour que la force électrique et la force magnétique aient même direction, mais des sens contraires. **(0,5 point)**

4.3.2. On règle la valeur de U de façon que le mouvement des ions ${}_2^4H^+$ soit rectiligne uniforme de trajectoire OO'.
Exprimer U en fonction de B, V_2 et d. **(0,75 point)**

4.4. Comment seront déviés les ions, ${}_2^3H^+$ ${}_2^6H^+$?
On se contentera de donner l'allure des trajectoires sans préciser leur nature et sans faire de calcul. **(0,5 point)**

EXERCICE 5: (6 points)

Une barre MN supportant un petit aimant ns est attachée à un ressort de masse négligeable et de raideur $k = 100N.m^{-1}$ dont l'autre extrémité est fixée. La masse de la barre et de l'aimant est m = 50g. Sur deux rails parallèles et horizontaux la barre peut effectuer une translation rectiligne suivant la direction x'x.
au repos la barre est à l'origine O des abscisses sur l'axe x'x. On désigne par x(t) la position de son centre d'inertie au cours du mouvement.

5.1. On néglige les frottements exercés par les rails sur la barre.
La barre écartée de sa position d'équilibre suivant x'x est abandonnée sans vitesse.

5.1.1. Appliquer le théorème du centre d'inertie à la barre et en déduire que le systéme ressort-barre constitue un oscillateur harmonique. **(0,75 point)**

5.1.2. Déterminer la pulsation propre Wo de cet oscillateur mécanique. **(0,5 point)**

5.2. En réalité lorsque la barre est en mouvement, les rails exercent sur elle des forces de frottement f =- λv
(v vitesse instantanée de la barre et λ est une constante positive de valeur 1,3 $N.m^{-1}$)

5.2.1. Montrer que l'équation différentielle qui régit le mouvement de la barre est de la forme $\ddot{x} + \alpha\dot{x} + \beta x = 0$ et préciser les expressions des constantes α et β. **(0,75 point)**

5.2.2. Quelle est la nature des oscillations ? Représenter l'allure de la courbe x(t) = f(t) **(0,75 point)**

5.2.3. Pour imposer un mouvement sinusoïdal permanent à la barre, on approche un électroaimant parcouru par un courant alternatif et comportant un noyau de fer (fig 3a). La barre vibre avec une pulsation W imposée par une force excitatrice F = Fmcos(wt +ϕ) relation où Fm est une constante de valeur 0,8N.

a- Etablir l'équation différentielle du mouvement entretenu de l'oscillateur en utilisant comme variable x(t). **(0,75 point)**

b- On pose x(t)=Xmcoswt la position de la barre à un instant t ; Xm étant l'amplitude des oscillations.
A partir de l'équation différentielle , réaliser une construction de Fresnel et déduire l'expression de Xm en fonction de Fm, K,m, W et λ. **(1 point)**

c- Calculer Xm pour W=40 $rad.S^{-1}$. **(0,5 point)**

5.3. On détermine maintenant, par un dispositif approprié, la vitesse maximale de la barre en fonction de la pulsation imposée par l'électroaimant. On obtient la courbe ci-dessous.

5.3.1. Déduire de la courbe la pulsation de résonance W_R. La comparer avec Wo. **(0,5 point)**

5.3.2. Après l'avoir défini, déterminer la bande passante de l'oscilloscope. **(0,5 point)**

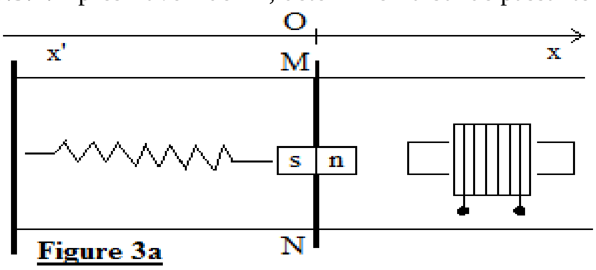
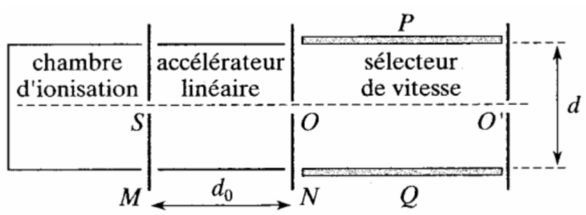


Figure 3a



Exo4