SESSION NORMALE 2001

Série D

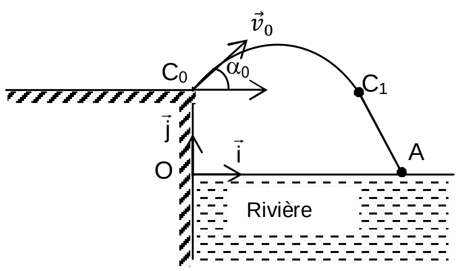
EXERCICE 1

Le plongeur et la balle.

Un enfant s'amuse à plonger dans l'eau d'une rivière à partir d'un rocher. Il veut attraper un ballon flottant sur l'eau au point A.

A la date t = 0, l'enfant s'élance du rocher avec une vitesse $\vec{v}_0$, de valeur v_0, incliné d'un angle α_0 par rapport à l'horizontale.

L'angle α_0 est toujours le même. Sa valeur est $\alpha_0 = \frac{\pi}{4}$ rad.
La vitesse v_0 peut varier.
On étudie le mouvement du centre d'inertie C du plongeur dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
On associe à ce référentiel le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$, voir schéma.
A la date t = 0, le centre d'inertie de l'enfant est en C_0 tel que OC_0 = 2 m. On prendra g = 9,8m.s^{-2}.



1. Donner, à l'instant du départ, les coordonnées :
1.1 du vecteur position $\overrightarrow{OC_0}$;
1.2 du vecteur vitesse $\vec{v}_0$;
1.3 du vecteur accélération de la pesanteur $\vec{g}$.

2. Le théorème du centre d'inertie permet d'obtenir les équations horaires donnant la position du centre d'inertie C à chaque instant compris entre le départ et l'arrivée dans l'eau. Les frottements contre l'air sont négligés.

On admettra les résultats suivants :

$\overrightarrow{OC} = x\,\vec{i} + y.\vec{j}$ avec $x = v_0 \cos \alpha_0 t$; $y = -\frac{1}{2} g\, t^2 + v_0 \sin \alpha_0 t + y_0$.

2.1 Etablir l'équation littérale de la trajectoire y = f (x).

2.2 Utiliser les valeurs numériques de l'énoncé pour vérifier que l'équation peut s'écrire :

$y = -9{,}8 \frac{x^2}{v_0^2} + x + 2$.

2.3 Déterminer littéralement à l'instant t, pour la position C_1 du schéma :

2.3.1 Les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$;

2.3.2 Les coordonnées du vecteur $\vec{v}$.

2.3.3 représenter qualitativement sur un schéma ces vecteurs au point C_1 de la trajectoire.

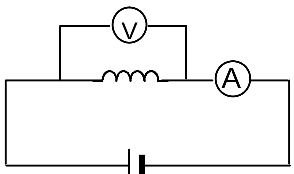
3. L'enfant souhaite tomber exactement sur le ballon flottant au point A tel que OA = 2 m.

Rechercher la valeur de $\vec{v}_0$ permettant cela.

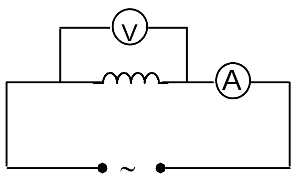
4. A quelle distance maximale doit se trouver le ballon pour que l'enfant puisse l'attraper en plongeant, sachant que sa vitesse initiale maximum vaut $v_{max} = 7\ m.s^{-1}$?

EXERCICE 2

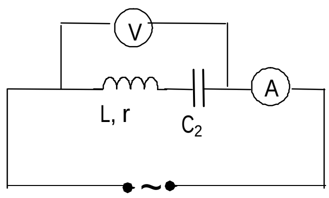
Dans un circuit électronique, on souhaite insérer un circuit
résonant de fréquence propre f_0. Pour le réaliser, on dispose d'une bobine (de résistance r et d'inductance L) et de deux condensateurs ; l'un de capacité $C_1 = 1\ \mu F$, l'autre de capacité inconnue C_2.



Expérience 1



Expérience 2



Expérience3

1. Etude de la bobine

Pour déterminer r et L, on réalise les expériences schématisées ci-contre :

Expérience 1

L'ampèremètre indique I=0,15A. Le voltmètre indique U=6 V

a. Quelle est la nature du courant dans ce circuit ?

b. Reproduire le schéma, représenter la tension U et indiquer le sens du courant d'intensité I.

c. Quelle caractéristique de la bobine cette expérience permet-elle de déterminer ? Calculer sa valeur.

Expérience 2

L'ampèremètre indique I = 0,015 A Le voltmètre indique U=6V. Le générateur GBF délivre une tension de fréquence f_1 = 1000 Hz.

d. Quelle est la nature du courant dans le circuit ?

e. Quelle caractéristique de la bobine cette expérience permet-elle de déterminer ? Calculer sa valeur.

2. Etude du condensateur de capacité inconnue

Pour déterminer la valeur de la capacité C_2, on réalise le circuit suivant (Voir expérience 3) :

L'ampèremètre indique I = 0,012 A

Le voltmètre indique U = 6 V

La fréquence de la tension vaut f_2 = 100 Hz.

2.1 Ecrire sans démonstration la relation donnant

l'impédance Z en fonction de U et I. Calculer sa valeur.

2.2 Ecrire sans démonstration la relation donnant l'impédance Z en fonction de r, L, C_2 et ω.

2.3 Calculer la valeur de C_2.

3. Etude du circuit résonant

On utilise les composants précédents pour réaliser le circuit résonant.

Sa fréquence propre doit être f_o =317 Hz.

3.1 Quelle relation y a-t-il entre f_o et les caractéristiques des composants ?

3.2 L'inductance de la bobine étant fixée et égale à L=63 mH, calculer la valeur de la capacité nécessaire à la réalisation du circuit.

3.3 Peut-on obtenir cette valeur avec les condensateurs fournis, sachant que C_1 = 1µF et C_2 = 3µF ? Si oui, comment doivent-ils être associés ?

EXERCICE 3

1. On dispose d'une solution d'hydroxyde de sodium notée S_b. Une goutte de cette solution sur un papier pH indique son pH est voisin de 13.

En déduire la concentration molaire C_b de cette solution.

2. Pour affiner la valeur de la concentration C_b, on dose V_b = 10cm^3 de S_b par une solution d'acide chlorhydrique notée Sa de concentration molaire volumique $C_a = 8.10^{-2}mol.L^{-1}$.

2.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui lieu.

2.2 L'équivalence acido-basique est obtenue pour V_{aE} = 12cm^3.

En déduire la valeur de la concentration C_b de la solution S_b.

2.3 Donner l'allure de la courbe pH = f (V_a) en faisant apparaître les points caractéristiques suivants :

pH à V_a = 0cm^3 ; V_{aE} et pH_E à l'équivalence.

3. Cette solution de soude est utilisée pour doser un vinaigre (solution d'acide éthanoïque) de concentration C_d inconnue. Un échantillon de vinaigre est dilué 10 fois (solution e).

On prélève V_e = 10cm^3 de cette solution que l'on dose en présence d'un indicateur coloré. L'équivalence acido-basique est obtenue pour V_b = 10,5cm^3 de soude versée.

3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

3.2 Calculer la concentration C_e du vinaigre ainsi dilué.

3.3 En déduire la concentration C_d du vinaigre.

3.4 Le pK_a du couple acide éthanoïque / ion éthanoate est 4,8.

Tracer l'allure de la courbe pH = f (V_b) en y indiquant le pH à la démi-équivalence.

EXERCICE 4

L'odeur de banane est due à un composé organique C. L'analyse élémentaire de ce composé a permis d'établir sa formule brute qui est $C_6H_{12}O_2$. Afin de déterminer la formule semi-développée de ce composé, on réalise les expériences suivantes :

1. L'hydrolyse de C donne un acide carboxylique A et un alcool B.

L'acide carboxylique A réagit avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X.

Par action de l'ammoniac sur X, on obtient un composé organique D à chaîne carbonée saturée non ramifiée. La masse molaire moléculaire du composé D est égale à 59 $g.mol^{-1}$.

1.1 Préciser les fonctions chimiques de C, X et D.

1.2 On désigne par n le nombre d'atome de carbone contenu dans la molécule du composé organique D.

1.2.1 Exprimer en fonction de n la formule générale du composé D et donner son nom.

1.3 Donner les formules semi-développées et les noms des composés x et A.

2. L'alcool B est un alcool non ramifié. Il est oxydé par une solution acidifiée de permanganate de potassium. Il se forme un composé organique E qui donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH et qui réagit avec la liqueur de Fehling.

2.1 Préciser la fonction chimique de E.

2.2 Donner :

2.21 La formule semi-développée et le nom de B.

2.2. 2 La formule semi-développée et le nom de E.

2.2.3 La formule semi-développée et le nom de C.

3.

3.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse de C

3.2 Donner les caractéristiques de cette réaction.

Données : masses molaires en $g.mol^{-1}$: C : 12 ; N : 14, H : 1 ; O : 16.