Université Paul Sabatier
L1-STS-S1 Portail PC

Septembre 2009

Physique – DS n°1

Les réponses apportées aux questions devront être justifiées
La calculatrice est autorisée (mais elle n'est pas indispensable)

Exercice 1 :

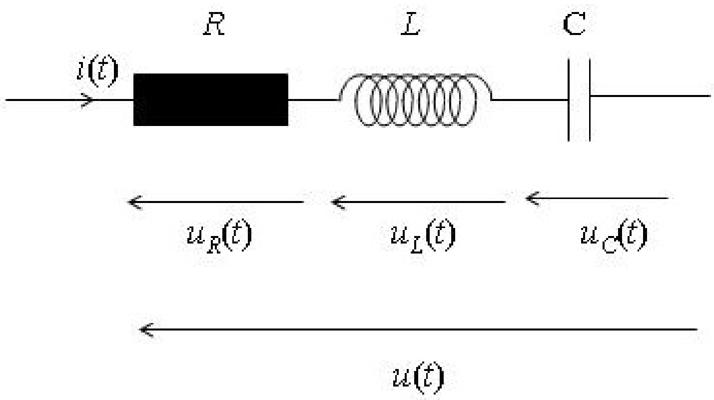
On considère un projectile ponctuel de masse m, en mouvement le long de l'axe (Oz) du référentiel Galiléen $R = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$. Le vecteur $\vec{e}_z$ est orienté dans le sens de la verticale ascendante ; sa norme vaut 1 (vecteur unitaire). La position du projectile au cours du temps t est repérée par sa coordonnée $z(t)$. Sa vitesse et son accélération par rapport au référentiel R sont notées $\vec{v} = v_z(t)\vec{e}_z$ et $\vec{a} = a_z(t)\vec{e}_z$. Le champ de pesanteur est noté $\vec{g} = -g\vec{e}_z$, avec $g > 0$. On néglige les forces de frottement.

A l'instant $t = 0$, une catapulte propulse le projectile vers le haut, depuis la coordonnée $z(0) = h > 0$ et avec la vitesse initiale $v_z(0) = v_0 > 0$.

1 – A quelle(s) force(s) le projectile est-il soumis à $t > 0$?
2 – Ecrivez la deuxième loi de Newton et appliquez-la au projectile M.
3 – Donnez la valeur de $a_z(t)$.
4 – La coordonnée $z(t)$ du projectile est en fait donnée par : $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t + h$.
Exprimez $v_z(t)$ en fonction de g, v_0 et t.
5 – Le projectile s'élève, atteint sa hauteur maximale à l'instant t_0, puis retombe vers le sol. Que vaut la vitesse du projectile à l'instant t_0 ? Exprimez t_0 en fonction de g et v_0.
6 – Exprimez $z_{max} = z(t_0)$ en fonction de g, v_0 et h.
7 – Le projectile tombe sur le sol ($z = 0$) à l'instant t_1. Ecrivez l'équation que l'on doit résoudre pour obtenir t_1. Exprimez t_1 en fonction de g, v_0 et h.
8 – Calculez numériquement t_0, t_1 et z_{max}.
On prendra : $v_0 = 20$ ms^{-1}, $h = 25$ m et $g \approx 10$ m.s^{-2}.

Exercice 2 :

On considère le circuit électrique représenté sur la figure suivante. Ce circuit est constitué d'une résistance R, d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C associés en série. Le circuit est parcouru par un courant électrique dont l'intensité $i(t)$ dépend du temps t. Les tensions aux bornes de la résistance, de la bobine et du condensateur sont respectivement notées $u_R(t)$, $u_L(t)$ et $u_C(t)$. On note $q(t)$ la charge électrique portée par une des deux armatures du condensateur.



On suppose que la charge $q(t)$ est connue et vaut $q(t) = q_0 \sin(\omega t)$ où la constante ω est une pulsation.

1 – Ecrivez l'équation reliant $i(t)$ à $q(t)$. En déduire l'expression de $i(t)$ en fonction de q_0, ω et t.
2 – Ecrivez l'équation reliant $u_C(t)$ à $q(t)$. En déduire l'expression de $u_C(t)$ en fonction de q_0, ω, t et des constantes caractérisant le circuit électrique.
3 – Ecrivez l'équation reliant $u_L(t)$ à $i(t)$. En déduire l'expression de $u_L(t)$ en fonction de q_0, ω, t et des constantes caractérisant le circuit électrique.
4 – Ecrivez l'équation reliant $u_R(t)$ à $i(t)$. En déduire l'expression de $u_R(t)$ en fonction de q_0, ω, t et des constantes caractérisant le circuit électrique.
5 – Exprimez la tension $u(t)$ aux bornes du dipole (R, L, C) en fonction de $u_R(t)$, $u_L(t)$ et $u_C(t)$. En déduire l'expression de $u(t)$ en fonction de q_0, ω, t et des constantes caractérisant le circuit électrique.

UNIVERSITE PAUL SABATIER	LICENCE STS

Année universitaire 2009-2010

LICENCE 1 Parcours PC - PHYSIQUE

Devoir surveillé 2 (45 min.)

Conformément aux normes internationales de typographie, les vecteurs sont notés en caractères gras.

1 Equations aux dimensions (6 pts)

1. Établir les équations aux dimensions des deux grandeurs suivantes :
   - a) la permittivité du vide ε_0 qui apparaît dans l'expression de la norme de la force d'interaction F_C entre deux charges électriques q_1 et q_2 distantes de r (loi de Coulomb) :

$$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

   - b) la perméabilité magnétique du vide μ_0 qui apparaît dans la loi de Laplace qui donne l'expression de la norme de la force d'interaction F_L entre deux fils conducteurs parallèles de longueur L, placés dans le vide, séparés par une distance d et parcourus par des courants I_1 et I_2 :

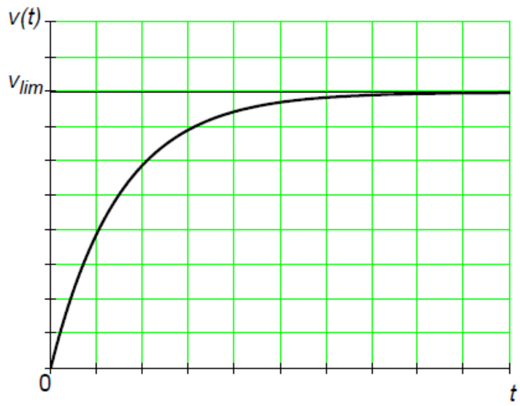
$$F_L = \frac{\mu_0}{4\pi} I_1 I_2 \frac{L}{d}$$

2. Vérifier l'homogénéité de la relation $\varepsilon_0\mu_0 c^2 = 1$ où c représente la célérité de la lumière dans le vide.

2 Chute d'une bille (11 pts)

On étudie dans un référentiel terrestre supposé galiléen, le mouvement d'une sphère tombant verticalement dans l'air dans le champ de pesanteur terrestre. La sphère est abandonnée, sans vitesse initiale, d'un point O situé à l'altitude h dans le champ de pesanteur dont la norme sera considérée comme constante et égale à $g = 9,80$ m.s^{-2}. La poussée d'Archimède est négligeable et la sphère n'est soumise qu'à l'action de son poids $\mathbf{P}$ et à une force de frottement visqueux $\mathbf{F} = -\alpha\mathbf{v}$. On choisira l'axe vertical Oz dirigé vers le bas.

1. Le graphique ci-dessous donne l'allure des variations de la vitesse en fonction du temps, v_{lim} étant la vitesse limite atteinte par la sphère.



a) En observant la courbe $v = f(t)$, indiquer comment varie l'accélération de la sphère en fonction du temps.
b) Donner les composantes des forces qui s'appliquent sur la sphère. Sans résoudre l'équation différentielle en v, en déduire l'expression de l'accélération de la sphère et justifier la réponse donnée à la question précédente.

2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v.
3. Résoudre cette équation différentielle et donner l'expression de sa solution générale.
4. En utilisant les conditions initiales, déterminer l'expression de $v(t)$.
5. Lorsque la sphère a atteint sa vitesse limite v_{lim}, la norme de la force de frottement F est-elle supérieure, inférieure ou égale à la norme du poids P ? Justifier la réponse.

3 Accroissement d'une population (3 pts)

L'accroissement au cours du temps $\frac{dP(t)}{dt}$ de la population P d'un pays est proportionnel à cette population. La population double tous les 50 ans.
Etablir la loi d'évolution $P(t)$ de cette population. On notera P_0 la population à l'instant initial et on travaillera dans le système international d'unités.

Licence 1 – Semestre 1
Parcours PC

PHYSIQUE 2009-2010
DS2 – 45 min

Un pendule circulaire est un système oscillant simple qui peut être représenté par une masselotte A de masse $m = 50g$ accrochée à l'extrémité d'un fil tendu de longueur $\ell = 20cm$ (figure 1). Le système est placé dans un milieu visqueux exerçant sur le point A une force de frottement proportionnelle à la vitesse $\vec{v}$ du mobile : $\vec{f} = -\alpha.\vec{v}$ où $\alpha = 0.5\ kg.s^{-1}$. On étudiera le mouvement du point A dans un repère cartésien fixe (O,x,y,z) et on se placera dans le référentiel $\Re$ du laboratoire supposé galiléen.

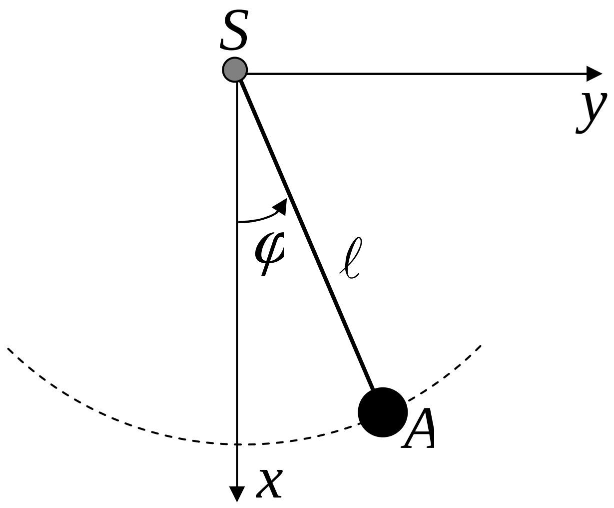


Figure 1

1- Représenter sur la figure 1 les vecteurs de la base polaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$ associée au point A.

2- Etablir le bilan des forces s'appliquant sur le point matériel A. Représenter ces forces sur la figure 1. Les exprimer dans la base polaire.

3- Donner l'expression du vecteur $\overrightarrow{SA}$.

4- Déduire de la question précédente les expressions des vecteurs vitesse $\vec{v}(A/\Re)$ et accélération $\vec{a}(A/\Re)$.

5- Par application du principe fondamentale de la dynamique et après projection de l'équation dans la base polaire, donner l'équation différentielle du second ordre ne faisant intervenir que φ.

6- Dans le cas des petites oscillations, simplifier l'expression obtenue à la question précédente et la mettre sous la forme :

$$\ddot{\varphi}+\frac{1}{\tau}\dot{\varphi}+\omega_0^2\varphi=0 \qquad (1)$$

On donnera l'expression de ω_0 et τ. Calculer les valeurs numériques correspondantes.

7- Donner l'équation caractéristique correspondante à l'équation (1).

8- Calculer le discriminant Δ. Conclure.

9- Donner les deux solutions r_1 et r_2. En déduire la solution à l'équation (1).

10- A l'instant initial, $\varphi=\varphi_0$ et $\dot{\varphi}=0$. Donner l'expression de $\varphi(t)$.