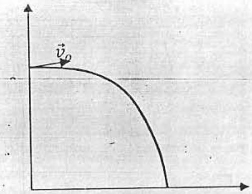
EPREUVE PHYSIQUES 2011

EXERCICE 1 :

Monsieur Belinga, debout sur le plongeoir de sa piscine, plonge dans l'eau (voir figure).



Partie 1

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie de Monsieur Belinga au cours du saut. On néglige le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie, ainsi que les frottements avec l'air. Le repère (Oxy) est défini à partir de la figure ci-dessus :

Après s'être lancé, Monsieur Belinga quitte le tremplin à l'instant t=o avec un vecteur vitesse $\vec{v}_o$ incliné d'un angle $\alpha = 40°$ par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie est alors au point G_o de coordonnées $x_o = 0$ et $y_0 = \overline{OG_o} = h = 6.0m$. On prendra $g = 9{,}8m/s^2$.

1) Appliquer la $2^{ème}$ loi de Newton au plongeur et exprimer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$, du vecteur vitesse $\vec{v}$ et du vecteur position $\overrightarrow{OG}$ à chaque instant de date t.
2) Etablir l'équation littérale de la trajectoire y(x) du centre d'inertie du plongeur en fonction des données.
3) Le sommet de la trajectoire étant atteint au point d'abscisse $x_s = 1.0\ m$, déduire la valeur v_0 de la vitesse initiale du centre d'inertie du plongeur.

Partie 2

A l'instant $t = 0s$, Monsieur Belinga au fond de la piscine, souffle, produisant une petite bulle d'air sphérique qui remonte verticalement vers la surface. On étudie le mouvement d'une bulle, de vitesse initiale nulle, de rayon r et de masse volumique $\rho_{air} = 1{,}3kg/m^3$. On suppose qu'elle conserve le même volume V durant toute la remontée. Cette bulle est soumise, entre autres, à une force de frottement fluide de la forme $\vec{f} = -k\vec{v}$ avec $k = 6\pi\eta r$. la viscosité de l'eau est $\eta = 1.0.10^{-3}Pa.s$. la masse volumique de l'eau est $\rho_{eau} = 1.0.10^3kg/m^3$.

1) Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur la bulle lors de sa remontée.
2) Représenter les forces sur un schéma.
3) Donner l'expression de chaque force en fonction des données.

4) En appliquant la 2nd loi de Newton à la bulle, établir l'équation différentielle traduisant l'évolution de la vitesse de la bulle. On choisira un axe vertical (oz) dirigé vers le haut.

5) Montrer que l'équation différentielle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = g\left(\frac{\rho_{eau}}{\rho_{air}} - 1\right) - \frac{9\eta}{2\rho_{air}r^2}v$$

6) Donner l'expression de la vitesse limite v_{lim} atteinte par la bulle.

7) Sachant que la vitesse limite $v_{lim} = 0{,}25\ m.s^{-1}$, montré que la valeur du rayon de la bulle d'air est $r = 3{,}4.10^{-4}\ m$.

EXERCICE 2

On réalise le circuit de figure 1. Un dispositif d'acquisition des données relié à un ordinateur permet de suivre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On débranche les acquisitions à la fermeture de l'interrupteur K1, le condensateur étant préalablement déchargé. L'ordinateur nous donne alors $u_C = f(t)$, courbe 1.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur pendant sa charge en appliquant la 2ème loi de Kirchhoff.
2. La solution analytique de cette équation est de la forme : $u_C = A(1 - e^{-\alpha t})$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur de capacité C. En supposant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E, R et C.
3. A partir de la courbe 1, déterminer la valeur de E.
4. Donner l'expression de la constante de temps du circuit. Déterminer sa valeur, toujours à partir de la courbe 1 par une méthode que l'on explicitera. Quelle est sa signification physique ? On prendra $R = 100\ \Omega$.
5. En déduire la valeur de C.
6.
   a. Déterminer l'expression de l'intensité du courant i(t) en fonction du temps et des paramètres E, R et C.
   b. Donner l'allure de la courbe représentative de cette fonction.
   c. Calculer la valeur numérique de l'intensité du courant à l'instant t=0. Que vaut cette valeur lorsque t est grand ?

On remplace la résistance R par une résistance $R' = 50\ \Omega$. Tracer sur sa courbe 1. L'allure de la courbe $u_C(t)$ obtenue dans ces conditions.

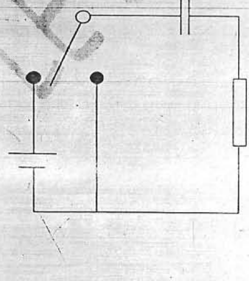
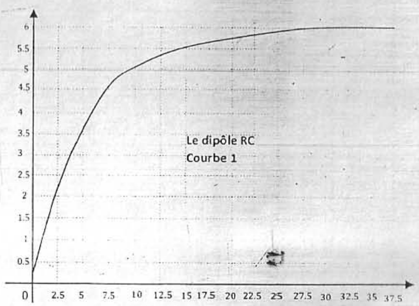


FIGURE 1



EXERCICE 3 :

« La terre est bombardée en permanence par des particules très énergétiques venant du cosmos. Ce rayonnement cosmique est composé notamment de protons très rapides. Les noyaux des atomes présents dans la haute atmosphère « explosent » littéralement sous le choc de ces protons très énergétiques et, parmi les fragments, on trouve des neutrons rapides. Ces neutrons rapides peuvent à leur tour réagir avec des noyaux d'azote de la haute atmosphère. Lors du choc, tout se passe comme si un neutron rapide éjectait un des protons d'un des noyaux d'azote et prenait sa place pour former un noyau Y1. Ce noyau Y1 est un isotope particulier du carbone, le carbone 14, qui est radioactif : en émettant un électron et une particule non observable, l'antineutrino, il se décompose en un noyau Y2. La période ou demi-vie du carbone 14 est 5570 ans. Comme le rayonnement cosmique bombarde la terre depuis longtemps, un équilibre s'établit entre la création et la décomposition du carbone 14 : il ya autant de production que de décomposition si bien que la teneur en carbone 14 de tous les organismes vivants reste identique au cours du temps. Ce carbone s'oxyde en dioxyde de carbone. Qui se mélange à celui de l'atmosphère, à celui dissout dans l'eau, etc. et sera métabolisé par des plantes et à travers elles par tous les organismes vivants, les atomes de carbone sont en très grande majorité des atomes de carbone 12, mais il ya environ $6{,}8 \times 10^{10}$ atomes de carbone 14 ». D'après I. BERKES « La physique du quotidien ».

1. Donner la relation entre la constante radioactive λ et le temps de demi-vie (ou période) T. A l'aide du texte, calculer sa valeur pour la désintégration du carbone 14.
2. Déterminer le nombre de désintégration par seconde et par gramme d'un organisme vivant au moment de sa mort.
3. Comment expliquer que la teneur moyenne en carbone 14 des organismes vivant reste constante ? Comment évolue-t-elle quand un organisme meurt ?
4. On date par la méthode du carbone 14 un morceau de sarcophage en bois trouvé dans une tombe de l'Egypte ancienne. Dans cet échantillon, on mesure en moyenne 10 désintégrations par minute et par gramme de carbone.

   Déterminer le nombre de carbone 14 subsistant dans cet échantillon et proposer un âge pour le bois de cet échantillon.