Composition n°1 – Epreuve de Sciences Physiques - 4 heures

Exercice n°1:

On considère un composé organique A de formule $C_xH_yO_2$. Les pourcentages massique de carbone, d'hydrogène et d'oxygène de ce composé sont: %C = 73,2 ; %H = 7,3 et %O = 19,5.

1.1. Déterminer la formule brute du composé A.

1.2. On fait l'hydrolyse du composé A et on obtient deux composés organiques B et C.

La déshydratation du composé C donne un alcène à n atomes de carbones et de densité d = 1,448 par rapport à l'air.

1.2.1. Quelles sont les fonctions chimiques des composés A et C ?

1.2.2. En déduire la formule moléculaire brute du composé C.

1.2.3. L'oxydation ménagée du composé C par une solution en excès de dichromate de potassium en milieu acide donne un composé qui ne réagit ni avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) ni avec la liqueur de Fehling.

En déduire les formules semi-développées des composés A, B et C ; sachant que le composé A renferme un noyau aromatique.

1.3. La déshydratation de 60g du composé B en présence du déca-oxyde de tétraphosphore P_4O_{10} donne un composé E.

1.3.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de déshydratation.

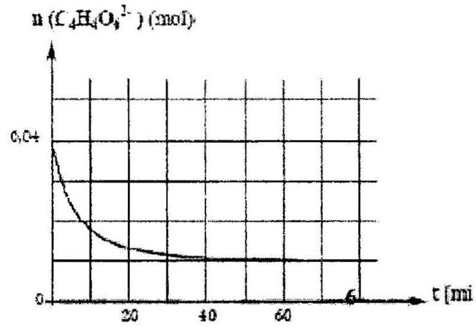
1.3.2. Déterminer la masse du composé E formé, sachant que le rendement de la réaction est de 80%.

Exercice n°2:

On prépare à t=0, un mélange réactionnel comprenant n_0 mol d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) H_2O_2 et n_0' mol d'une solution aqueuse d'ions tartrate $C_4H_4O_6^{2-}$ en milieu acide à chaud et en présence des cristaux de chlorure de cobalt (II). Après quelques instants, un dégagement gazeux prend naissance et le système est le siège d'une réaction chimique considérée totale d'équation :

$$5\,H_2O_2 + C_4H_4O_6^{2-} + 2\,H_3O^+ \rightarrow 10\,H_2O + 4\,CO_2$$

La courbe de la figure ci-contre représente les variations de la quantité de matière des ions tartrate $C_4H_4O_6^{2-}$ au cours du temps tartrate $C_4H_4O_6^{2-}$ au cours du temps



Document-1

1- Cette réaction est-elle rapide ou lente? Justifier

2- A partir du document-1 :

a) Donner les quantités de matière n'_0 et n'_f de $C_4H_4O_6^{2-}$

b) Sans faire de calcul, préciser le réactif limitant.

3- a)- Montrer que l'avancement final de cette réaction vaut: $x_f = 3.\,10^{-2}$ mol.

b)- En Déduire la quantité de matière initiale n_0 de H_2O_2

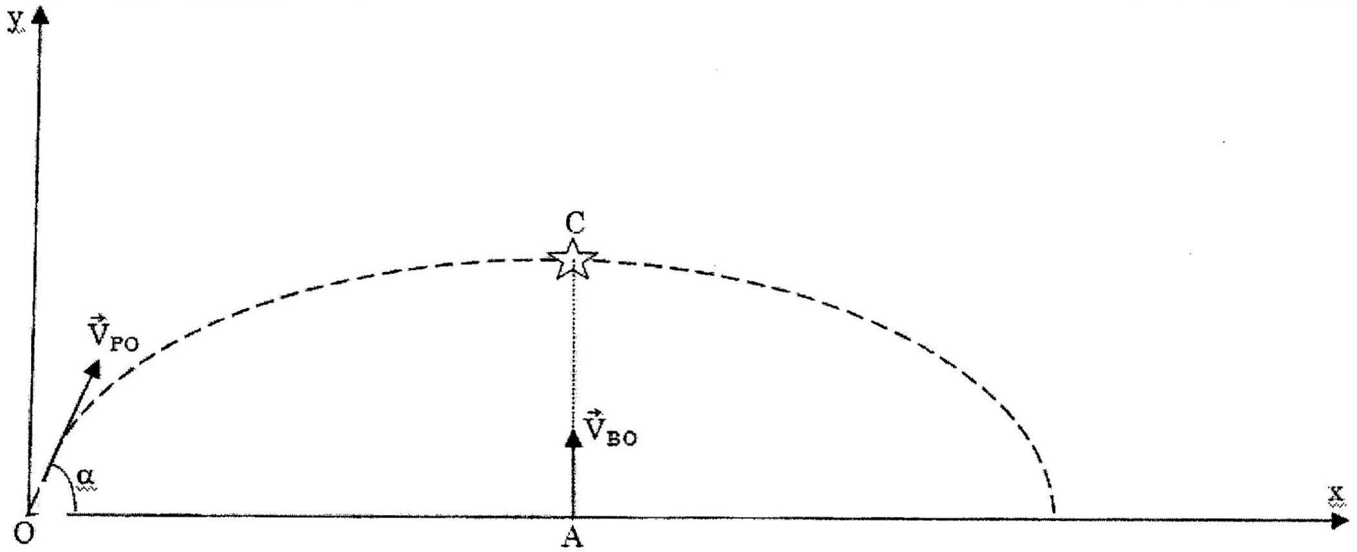
4-Déterminer le temps de demi-réaction et vérifier qu'il est en accord avec la réponse (1).

5- Préciser le rôle de l'ion cobalt Co^{2+}.

Exercice n°3:

On étudie le mouvement d'un pigeon d'argile lancé pour servir de cible à un tireur de ball-trap. Le pigeon d'argile de masse mp = 0,1 kg assimilé à un point matériel M est lancé avec un vecteur vitesse $\vec{V}_{PO}$ de norme V_{PO} =30 m.s-1 faisant un angle α =45° par rapport à l'horizontale. Le participant situé en A tire verticalement une balle de masse m_B= 0,02 kg avec un fusil. La vitesse initiale de la balle est V_{BO} = 500 m/s, la balle, assimilé à un point matériel B, part du point A tel que OA = 45 m.

Attention : les temps correspondants à chaque sont notés différemment : t pour le pigeon d'argile et t' pour la balle de fusil.



1. Etude du mouvement du pigeon d'argile :
   On note t le temps associé au mouvement du pigeon d'argile. A l'origine du mouvement t = 0.
   1.1. On néglige les frottements sur le pigeon d'argile. Etablir l'expression ap de son vecteur accélération. En déduire ses composantes dans le repère (O, x, y).
   1.2. Donner les composantes $V_{px}(t)$ et $V_{py}(t)$ du vecteur $\vec{V}_p$ dans le repère (O, x, y) en fonction du temps.
   1.3. Etablir les composantes $x_p(t)$ et $y_p(t)$ du vecteur position $\overrightarrow{OM}$ dans le repère (O, x, y) en fonction du temps.
2. Tir réussi :
   2.1. Quelle est l'abscisse x_c du point d'impact C du pigeon d'argile et de la balle ?
   2.2. Vérifier, à partir de l'abscisse x_c de l'impact, que le temps de vol du pigeon est $\Delta t = 2{,}1$ s.
   2.3. On néglige toutes les forces s'exerçant sur la balle.
      2.3.1. Que peut-on dire de son accélération a_B? Que peut-on dire de sa vitesse V_B ? Déterminer alors la vitesse V_B.
      2.3.2. Calculer $\Delta t'$ temps de vol de la balle jusqu'à l'impact connaissant l'ordonnée du point d'impact $y_C = 22$m.
   2.4. Comparer Δt et $\Delta t'$ et expliquer pourquoi le tireur peut viser directement le pigeon
3. Discussion de l'effet du poids de la balle :
   Dans cette partie l'effet du poids de la balle n'est plus négligé mais on néglige toujours la force de frottement de l'air.
   3.1. Etablir l'équation horaire de la composante $V_{By}(t')$ de la vitesse de la balle de le repère (O, x, y).
   3.2. Calculer la composante V_{By} au bout d'un temps $\Delta t' = 0{,}044$ s. Justifier pourquoi on a négligé le poids dans la parie 2 ?

Exercice n°4:

Le lanceur d'un satellite depuis une navette spatiale s'effectue en trois étapes successives :

- La navette est d'abord mise sur orbite circulaire, au moyen de fusées auxiliaires ;
- A partir de cette orbite circulaire, la navette éjecte le satellite qui gagne progressivement une altitude plus élevée ;
- Enfin une fois parvenu à son altitude définitive, le satellite s'y stabilise au moyen d'un dispositif de freinage.

Dans la première phase, la navette et son satellite sont solidaires. Avec l'équipage et la charge utile, l'ensemble est assimilé à un point matériel unique de masse M. Le tout est en orbite circulaire d'altitude h et de rayon r = r + h, où R est le rayon de la terre.
On appelle g_0 l'accélération de la pesanteur au niveau du sol. On prendra pour les applications numériques R = 6400 km et $g_0 = 9{,}81$ m^{-2}.

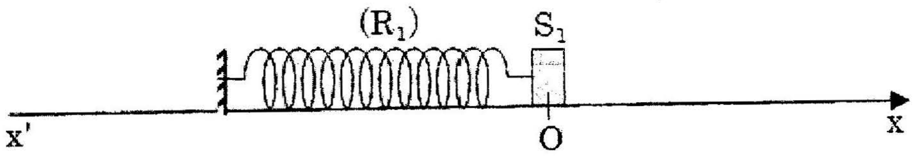
1. Déterminer dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, en fonction des constantes M, R et g_0, la vitesse v(r), la vitesse angulaire w(r) et l'énergie mécanique E(r) de l'ensemble.
2. Avant le lancement, la fusée était placée sur un pas de tir situé à la latitude λ. Déterminer la variation d'énergie mécanique entre le lancement (avant la mise en route des fusées) et l'arrivée sur orbite circulaire, en fonction de r, R, M, g_0, λ et T (période de rotation de la terre autour de l'axe des pôles).
3. Commenter le choix de λ permettant, avec des moteurs donnés, la mise en orbite la plus favorable.
4. L'orbite à atteindre est située de 300 km. Calculer l'économie d'énergie réalisée par unité de masse du système lancé, lors du passage du pas de tir d'Edwards (Californie, λ_1 = 34°50'N) à celui du Cap Carnaval (Floride, λ_2 =28°30'N) (à titre documentaire, un gramme d'essence fournit typiquement 40 kJ dans un moteur à explosion).
5. Déterminer l'altitude H qu'il faut atteindre pour obtenir la période de rotation de 12 heures qui est celle des satellites du système GPS.

Exercice n°5:

Partie 1 : on néglige les frottements

Un ressort (R_1), de masse négligeable, à spires non jointives, de raideur k = 10 N.m^{-1}, peut se déplacer le long de l'axe horizontal Ox ; on fixe l'une de ses extrémités en A et on accroche à l'autre extrémité un objet solide (S_1) de masse m_1 = 0,1 kg.

Lorsque (S_1) est en équilibre, la position x'x de son centre d'inertie G_1 coïncide avec l'origine O des abscisses.
Le solide (S_1) étant en position d'équilibre stable, on lui communique une vitesse V_0 dirigée suivant l'axe du ressort et de valeur V_0 = 0,4 m.s^{-1} à la date t =0.

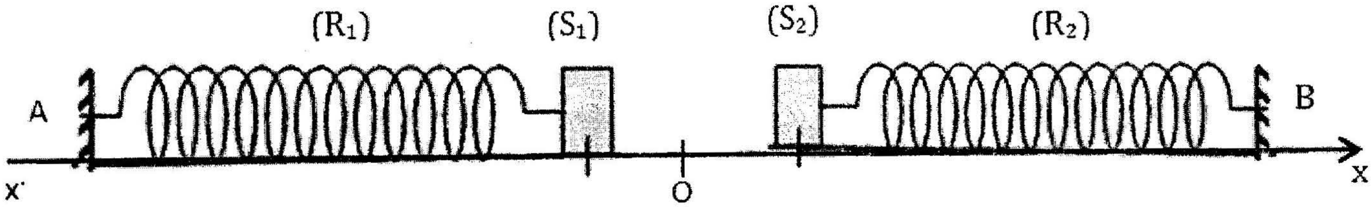


1. Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G_1 du solide S_1.
2. En déduire l'équation horaire du mouvement de G_1, en précisant les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase initiale.
3. a) Exprimer, à la date t, l'énergie mécanique totale E du système {Ressort ; solide ; Terre} en fonction de k et de l'élongation maximale Xm.
   L'énergie potentielle de pesanteur de ce système est choisie nulle dans le plan horizontal passant par G_1.
   b) Retrouver l'équation différentielle établie en 1., à partir de l'expression de l'énergie mécanique E.

Partie 2 : on néglige les frottements

Un deuxième ressort identique (R_2) identique à (R_1) est disposé suivant le même axe x'x. A l'une de ses extrémités est accroché un corps solide (S_2) identique à (S_1) ; l'autre extrémité est fixée en B. Les deux ressorts étant initialement non déformés, (S_1) et (S_2) sont en contact au point O. on comprime alors (R_1) et (R_2) respectivement de X_1 = 4 cm et X_2 = 6 cm puis on les abandonne à eux-mêmes au même instant t = 0.

1. a) Etablir les équations horaires du mouvement de (S_1) et de (S_2).
   b) A quel instant et en quelle position se produira le choc, supposé élastique, entre (S_1) et (S_2).



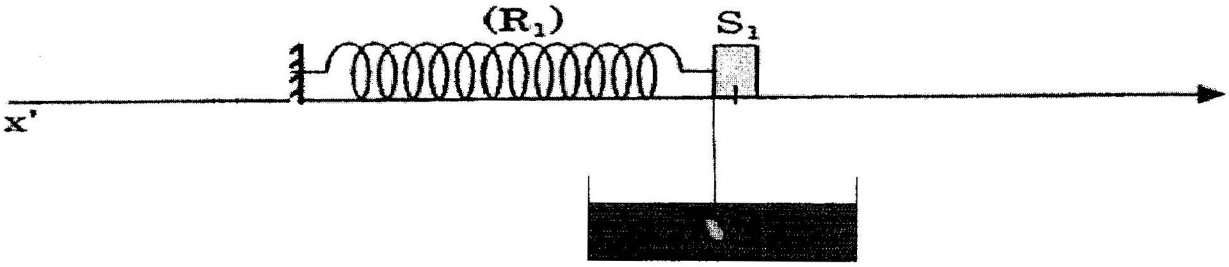
2. a) En supposant que le choc, se produit en O, déterminer les vitesses V_1 et V_2 respectivement de S_1 et de S_2 juste avant le choc.
   b) Exprimer puis calculer les vitesses V'_1 et V'_2 respectivement de S_1 et de S_2 juste après le choc.
3. Trouver les amplitudes X_{1m} et X_{2m} de S_1 et de S_2 après le choc.
4. Représenter, dans le même repère, les graphiques des élongations de S_1 et de S_2 en fonction du temps.

Partie 3 :

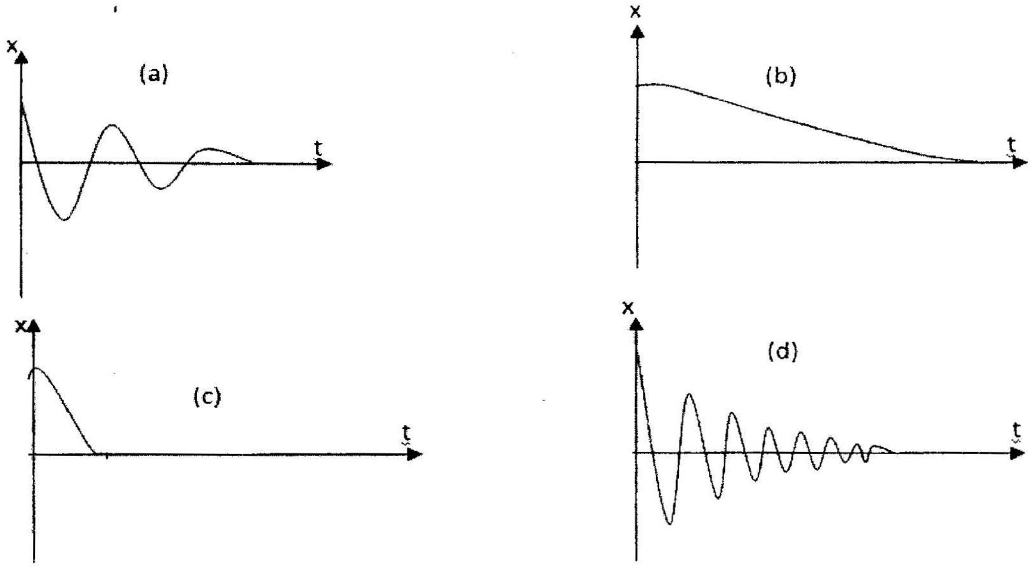
On fixe maintenant au solide (S_1) une tige munie d'une palette qui plonge dans un liquide contenu dans une cuve de forme parallélépipédique (voir figure).

Lorsque le solide (S1) oscille, il subit alors de la part du liquide une force de frottement visqueux $f = -hv$ avec h un coefficient positif appelé coefficient de frottement que l'on peut modifier.

On écarte alors le solide (S1) de sa position d'équilibre jusqu'à l'élongation maximale Xm puis on le lâche à la date t = 0. On refait l'expérience quatre fois de suite pour 4 valeurs de h telles que :
$h_1 < h_2 < h_3 < h_4$.



1. a) Proposer une méthode permettant de faire varier h.
   b) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie de S_1.
   c) Justifier la non conservation de l'énergie mécanique du système du système {pendule, liquide, Terre}.
2. On a représenté sur la figure ci-dessous dans un ordre quelconque et à la même échelle, les variations de x(t) obtenues :
   a) A quelle valeur hi (i=1, 2, 3, 4) correspond chaque diagramme ?
   b) Comment peut-on nommer les différents types de mouvement observés sachant que l'un de ces diagrammes que l'on précisera, correspond au retour le plus rapide du solide (S) vers son état d'équilibre.



Fin du sujet :