Devoir n°3 de Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1 : (8 points)

Les questions 1), 2), 3) et 4) sont indépendantes

1) On mélange 200mL d'une solution A d'acide chlorhydrique de pH = 2,5 et 300mL d'une solution B d'acide nitrique de pH inconnu. Le pH du mélange est 2,8.
   a) Ecrire les équations de dissolution de $HC\ell$ et HNO_3 dans l'eau.
   b) Calculer la concentration de la solution d'acide nitrique et en déduire son pH.
2) On mélange 300mL d'une solution C d'hydroxyde de sodium de pH=12 et 700mL d'une solution D d'hydroxyde de potassium de pH=11.
   a) Ecrire les équations de dissolution de ces composés dans l'eau.
   b) Calculer le pH du mélange.
3) On mélange 20mL d'une solution S_1 d'acide nitrique de concentration $C_1=10^{-2}$ mol/L et 15mL d'une solution S_2 d'hydroxyde de sodium de pH=12.
   a) Quelle est la nature du mélange ?
   b) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans le mélange.
   c) Calculer le pH du mélange
4) On se propose de doser un détartrant ménager à base d'acide sulfamique NH_2SO_3H. Pour cela on dissout un sachet de masse m = 25,0 g de ce détartrant dans assez d'eau pour obtenir 1 L d'une solution (S). On prélève de cette solution une prise d'essai de volume V_A = 20,0 mL qu'on verse dans un bécher et on y ajoute de l'eau pour obtenir 100 mL de solution. On dose cette prise d'essais par une solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration molaire C_B égale à 0,5 mol.L^{-1}.
   a) Ecrire l'équation chimique de la réaction de dosage sachant que l'acide sulfamique est un monoacide fort.
   b) Déterminer la quantité d'ions hydronium H_3O^+ contenue dans la prise d'essais sachant que l'équivalence est obtenue pour un volume V_{BE} = 4,6 mL.
   c) Déterminer la masse d'acide sulfamique pur par sachet.

Masses molaires en g/mol : N=14 ; S=32, O=16, H=1, Ca=40, Cl=35,5 et Na=23

Exercice n°2 : (6 points)

On considère que Jupiter et ses 16 satellites sont des corps à symétrie sphérique.

Première partie – Étude générale

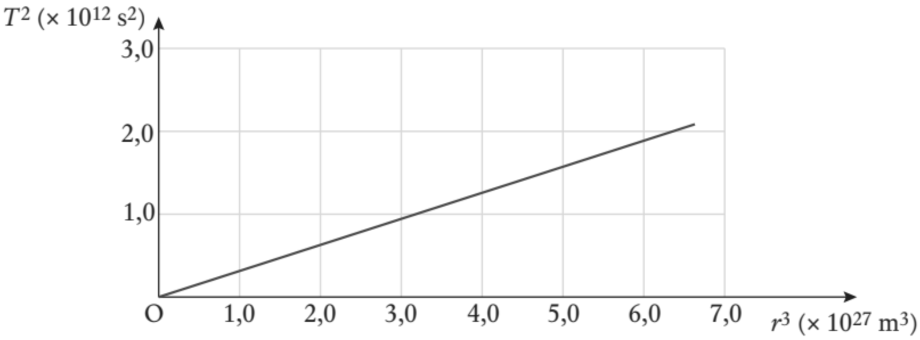
On s'intéresse au mouvement du centre d'inertie d'un satellite de Jupiter en orbite circulaire autour de Jupiter. L'étude est réalisée dans un référentiel « jupiterocentrique » d'origine le centre de Jupiter et d'axes dirigés vers des étoiles fixes.

Données : masse de Jupiter M ; masse d'un satellite m, rayon de la trajectoire r et période T ;
constante de gravitation G = 6,67.10^{-11} SI.

1) Déterminer l'expression du vecteur accélération du centre d'inertie S du satellite. Les interactions entre le satellite et les autres corps sont négligées.
2) En modélisant le mouvement du centre d'inertie satellite par un mouvement circulaire uniforme, établir l'expression de la vitesse v du satellite en fonction de G, M et r.
3) En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite en fonction de G, M et r.

Deuxième partie – Les satellites de Jupiter

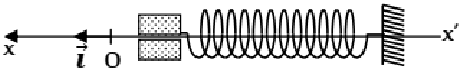
On a représenté ci-dessous, pour les huit plus gros satellites de Jupiter, les variations de la grandeur T^2 en fonction de la grandeur r^3.



4) Quelle loi retrouve-t-on à partir de ce graphique ? Justifier.
5) Déduire du graphique la valeur approchée de la masse de Jupiter.
6) L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation est $E_p = -\frac{GMm}{r}$
   a) Où a-t-on choisi la position de référence ?
   b) Exprimer l'énergie cinétique puis l'énergie mécanique totale du satellite dans le champ de gravitation en fonction de G, m, M et r
   c) A partir de l'énergie mécanique totale, établir l'expression de la deuxième vitesse cosmique ou vitesse de libération V_L du satellite depuis la surface de Jupiter en fonction de G, M et R où R est le rayon de Jupiter.

Exercice n°3 : (6 points)

Un pendule élastique disposé horizontal comme l'indique la figure ci-contre est formé par un ressort (R) à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K, dont l'autre extrémité est fixe, et un solide (S) supposé ponctuel de masse m =160g attaché à l'autre extrémité.

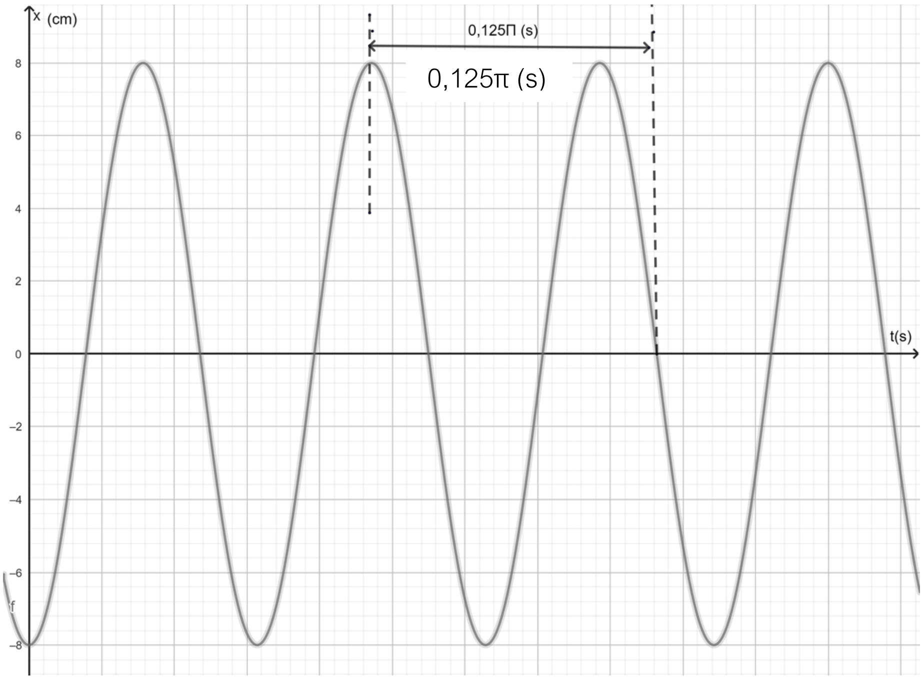


Au cours de son mouvement, le solide (S) se déplace le long d'un axe (x'x) horizontal muni du repère (O, $\vec{\imath}$). Au repos, le centre d'inertie G de (S) occupe la position O et son élongation est, à chaque instant, donnée par x(t)= $\overline{OG}$

Partie A :

On écarte (S) de sa position de repos. Quand la valeur algébrique de la position du solide prend est x_0=-8cm, on le lâche à lui-même à un instant pris comme origine des temps.

1) Etablir l'équation différentielle, régissant les variations de x du mouvement. En déduire que le centre d'inertie G effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal par rapport au repère (O, $\vec{\imath}$), de période propre T_0 qu'en exprimera en fonction de K et m.
2) Un dispositif d'enregistrement des oscillations de (S) permet d'obtenir le diagramme de la figure ci-dessous qui correspond aux variations de l'élongation x(t) en accord avec l'équation : $x(t) = x_m \sin(2\pi N_0.t + \varphi)$.
   a) En se servant de la courbe de variation de l'élongation x(cm) en fonction du temps, déterminer x_m, N_0 et φ.
   b) Montrer que K = 64 N.m⁻¹. En déduire la valeur de l'énergie potentielle élastique Ep emmagasinée par le ressort à l'origine des temps.



3)
   a) Etablir que, à une date quelconque, l'énergie mécanique E de ce pendule peut s'écrire sous la forme : $E = \frac{m}{2}\left[\omega_0^2 x^2 + \left(\frac{dx}{dt}\right)^2\right]$ où ω_0 est la pulsation propre des oscillations mécaniques
   b) Montrer que l'énergie mécanique de ce pendule se conserve. En déduire sa valeur

Partie B :

En réalité, le solide (S) est, au cours de son mouvement, soumis à des forces de frottements de type visqueux équivalent à une force de valeur algébrique $f = -hv$, avec la vitesse de (S) et h le coefficient de frottement.

1) Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de x aux cours du temps.
2) A l'aide d'un système d'acquisition de données et un logiciel approprié, un ordinateur affiche sur son écran le graphe de la figure ci-contre représentant les variations de x au cours du temps.
   a) Quel régime d'oscillation mécanique montre le graphe de la figure ci-contre ? Justifier la réponse.
   b) Expliquer la diminution graduelle de l'énergie mécanique de ce pendule. Sous quelle forme cette énergie est dissipée ?
   c) Déterminer la valeur moyenne de la pseudo période T' sachant que Δt=0,942s.
3) Calculer la perte d'énergie mécanique entre les dates 0,5T' et 4T'.