

Devoir n2 – Sciences Physiques – 3 heures

Exercice n°1

Les toboggans dans les piscines permettent aux nageurs de glisser et de plonger dans l'eau.

On modélise un toboggan par une piste ABC constituée d'une partie AB inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal et d'une partie circulaire BC, et on modélise le nageur par un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m (Figure1).

Données :

$AB = 2,4 \text{ m}$, $\alpha = 20^\circ$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $m = 70 \text{ Kg}$.

1- Etude du mouvement sur la partie AB :

Le solide (S) part de la position A supposée confondue avec G, à l'instant $t = 0$, sans vitesse initiale, et glisse sans frottement sur la piste AB (Figure 1). On étudie le mouvement de G dans le repère terrestre $R_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$ supposé galiléen.

Par application de la deuxième loi de Newton déterminer :

1-1- Les composantes du vecteur accélération \vec{a}_G dans le repère $R_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$.

1-2- V_B la vitesse de G au point B.

1-3- L'intensité R de la force associée à l'action du plan AB sur le solide (S).

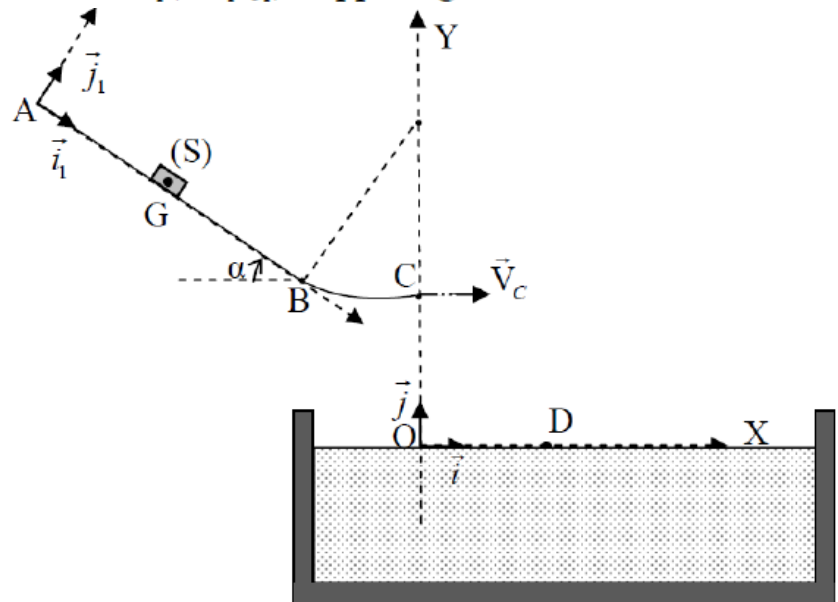


Figure 1

Dans la suite de l'exercice, on étudiera le mouvement de G dans le repère terrestre $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ supposé galiléen (Figure 1).

2- Etude du mouvement de G dans l'air :

Le solide (S) arrive au point C avec une vitesse de vecteur horizontal, et de valeur $V_C = 4,67 \text{ m.s}^{-1}$, pour le quitter à un instant supposé comme nouvelle origine des temps. Le solide est soumis, en plus de son poids, à l'action d'une air artificielle, modélisée par la force d'expression : $\vec{f}_1 = -f_1 \vec{i}$.

2-1- Trouver, à un instant t, l'expression v_x de la composante horizontale du vecteur vitesse en fonction de : m, V_C , f_1 , et t.

2-2- A l'instant $t_D = 0,86 \text{ s}$, G arrive au point D se trouvant à la surface de l'eau, où s'annule la composante horizontale de sa vitesse.

a- Calculer f_1 .

b- Calculer l'altitude h de C par rapport à la surface de l'eau.

3- Etude du mouvement vertical de G dans l'eau :

Le solide (S) poursuit son mouvement dans l'eau, avec une vitesse verticale \vec{V} . Il subit en plus de son poids à :

- Une force de frottement fluide modélisée dans le système international d'unité par : $\vec{f} = 140 \cdot V^2 \cdot \vec{j}$.
- La poussée d'Archimède \vec{F}_A d'intensité $F_A = 637$ N.

On considère l'instant d'entrée de (S) dans l'eau comme nouvelle origine des temps.

3-1- Montrer que la vitesse $V(t)$ de G vérifie l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dV(t)}{dt} - 2 \cdot V^2 + 0,7 = 0$$

3-2- Trouver la valeur de la vitesse limite V_ℓ .

Exercice n°2

Deux solides (C_1) et (C_2), de masses respectives m_1 et m_2 sont reliés par un fil inextensible et de masse négligeable qui passe sur la gorge d'une poulie de rayon r et de moment d'inertie J par rapport à son axe de rotation horizontal (Δ) et pouvant tourner sans frottement autour de cet axe. Le solide (C_2), portant une surcharge (C) de masse m , est libéré sans vitesse initiale à partir du point O origine du repère d'espace (O, \vec{k}).

Le mouvement du système (S_2) = $\{(C_2), (C)\}$ a lieu dans le sens positif du repère d'espace

1) a - Reproduire le schéma et représenter toutes les forces extérieures qui s'exercent sur chacun des systèmes suivants:

- (S_1) : { solide (C_1) }
- (S_2) : { solide (C_2) + (C) }
- (S_3) : { poulie }

b - En appliquant le théorème du centre d'inertie pour chacun des deux systèmes (S_1) et (S_2), et la relation fondamentale de la dynamique de rotation pour le système (S_3), établir l'expression de l'accélération du centre d'inertie du système (S_2) en fonction de m_1, m_2, J, R et $\|\vec{g}\|$. Calculer sa valeur.

2) A son passage par le point A, la surcharge (C) est retenue par un anneau.

Le solide (C_2) continue son mouvement avec une nouvelle accélération a_1 .

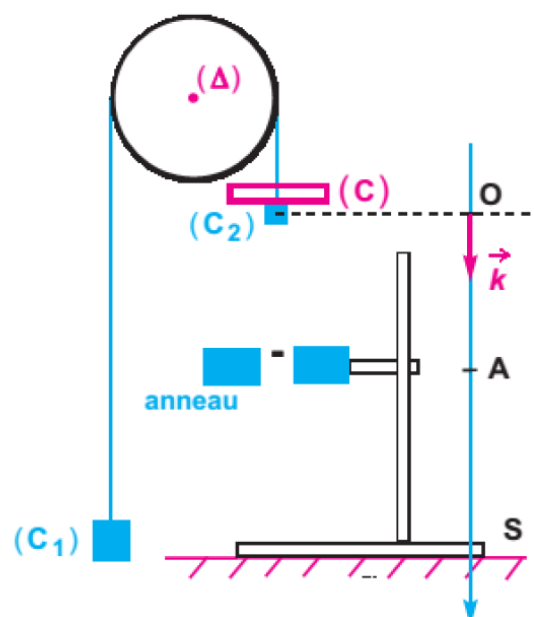
a - Donner l'expression de a_1 et calculer sa valeur.

b - Déterminer l'abscisse du point A sachant que le solide (S_2) arrive au point d'abscisse

$z_S = 80$ cm avec une vitesse nulle.

Données :

$m_1 = 360$ g ; $m_2 = 340$ g ; $J = 5 \cdot 10^{-4}$ kg . ms⁻² ;
 $m = 100$ g ; $R = 5$ cm et $\|\vec{g}\| = 9,8$ N . kg⁻¹



Exercice n°3

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ et $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n(\text{eV}) = -\frac{13,6}{n^2}$

- 1) Expliquer brièvement le terme « niveaux d'énergie quantifiés »
- 2) Quelle est l'énergie minimale de l'atome d'hydrogène ? A quel état correspond-elle ?
- 3) Définir l'énergie d'ionisation de l'hydrogène. Quelle est sa valeur ?
- 4) L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueur d'ondes : $H\alpha = 656 \text{ nm}$; $H\beta = 486 \text{ nm}$ et $H\gamma = 434 \text{ nm}$. Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe de l'état excité $p > n$ à l'état n ,
 - a) Quelle est la valeur de n ? Justifier
 - b) Déterminer les valeurs correspondantes de p
- 5) On considère les raies de la série de **Balmer** dans le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène. Déterminer les deux valeurs maximale λ_M et minimale λ_m de la série de Balmer.
- 6)
 - a) On envoie un photon d'énergie $E = 15 \text{ eV}$ sur un atome d'hydrogène à son état fondamental. Calculer la vitesse de sortie de l'électron.
 - b) Un atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental peut-il absorber un photon d'énergie $3,39 \text{ eV}$? Justifier.
 - c) Expliquer ce qui se passe lorsqu'un atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, reçoit un photon ayant une longueur d'onde $\lambda = 0,103 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.
 - d) Si l'électron de l'hydrogène est excité au niveau $n=4$, combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors du retour à l'état fondamental ? Représenter les transitions correspondantes.

Exercice n°4

Données : masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ C : 12 ; H : 1 ; O : 16

Les esters ont souvent une odeur agréable généralement à l'origine des arômes naturels et sont très utilisés en parfumerie. On s'intéresse à un ester A qui, par hydrolyse, donne des composés organiques B et C.

1.1. Etude du composé organique B de formule brute $\text{C}_x \text{H}_y \text{O}_z$

1.1.1. La combustion complète d'une mole de B a nécessité 6 moles de dioxygène et a produit uniquement 90 g d'eau et 176 g de dioxyde de carbone.

- a) Ecrire l'équation bilan de la combustion du composé B dans le dioxygène. (0,25 point)
- b) Trouver la formule brute exacte de B. Ecrire les formules semi-développées possibles du composé B puis les nommer. (0,75 point)

1.1.2. L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B' qui donne un précipité jaune avec la 2, 4 D.N.P.H mais est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

- a) Quelle est la fonction chimique de B'. En déduire celle de B. (0,5 point)
- b) Identifier le composé B. (0,25 point)

1.2. Etude du composé organique C

Pour identifier C on le fait réagir avec le pentachlorure de phosphore PCl_5 Ce qui conduit à un composé organique C'. Ce composé C' donne le N- méthylmethanamide par réaction avec la méthanimine.

- 1.2.1.** Ecrire la formule semi-développée du N- méthylmethanamide puis celle de C'. (0,5 point)
- 1.2.2.** En déduire la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée de C. (0,5 point)

1.3. Etude du composé organique A

- 1.3.1** A partir des études précédentes trouver La formule semi-développée et le nom de l'ester A. (0,25 point)
- 1.3.2** Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de A conduisant à la formation de B et C. (0,25 point)
- 1.3.3.** Quel autre dérivé D de C autre que C' peut-on utiliser pour préparer A ? (0,25 point)