

Devoir n°2 – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1

Newton a supposé que tous les corps ont même mouvement de chute quelque soit leur masses . Pour vérifier cette hypothèse Newton a réalisé l'expérience de chute dans un tube vide en utilisant des corps de masse et de forme différentes et en déduit que ce sont les forces de frottement fluides qui sont responsables de la différence des vitesses de chute des corps vers la Terre.

Ahmed et Myriam ont décidé de vérifier expérimentalement la déduction de Newton, pour cela ils ont utilisé deux billes en verre (a) et (b) ayant le même volume V et la même masse m .

Ils abandonnent les deux billes au même instant $t = 0$ et sans vitesse initiale d'une même hauteur h du sol (fig 1) .

- Ahmed a lâché la bille (a) dans l'air ;
- Myriam a lâché la bille (b) dans un tube transparent contenant de l'eau de hauteur h (fig 1).

A l'aide d'un dispositif convenable Ahmed et Myriam ont obtenu les résultats suivants :

- La bille (a) atteint le sol à l'instant $t_a = 0,41s$;
- La bille (b) atteint le sol à l'instant $t_b = 1,1s$.

Données : accélération de la pesanteur $g = 9,80m.s^{-2}$;

$$m = 6,0.10^{-3}kg \quad ; \quad V = 2,57.10^{-6}m^3 ;$$

la masse volumique de l'eau $\rho = 1000kg.m^{-3}$.

On suppose que la bille (a) n'est soumise au cours de sa chute dans l'air qu'à son poids.

La bille (b) est soumise au cours de sa chute dans l'eau à :

- Son poids d'intensité $P = mg$;
- La poussée d'Archimède d'intensité $F_A = \rho.g.V$;
- La force de frottement fluide d'intensité $f = K.v^2$ avec K une constante positive et v vitesse du centre d'inertie de la bille .

1- Étude du mouvement de la bille (a) dans l'air

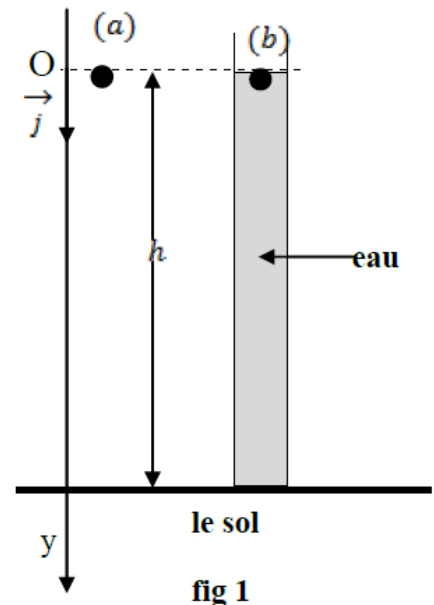
1.1- Établir l'équation différentielle que vitrifie la vitesse du centre d'inertie de la bille (a) au cours de la chute.

1.2- Calculer la valeur de la hauteur h .

2- Étude du mouvement de la bille (b) dans l'eau

Myriam a enregistré à l'aide d'un dispositif convenable L'évolution de la vitesse de la bille (b) au cours du temps ; Elle a obtenu le graphe représenté dans la figure 2.

2.1-Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse du centre d'inertie de la bille (b) au cours de sa chute dans l'eau en fonction des données du texte.

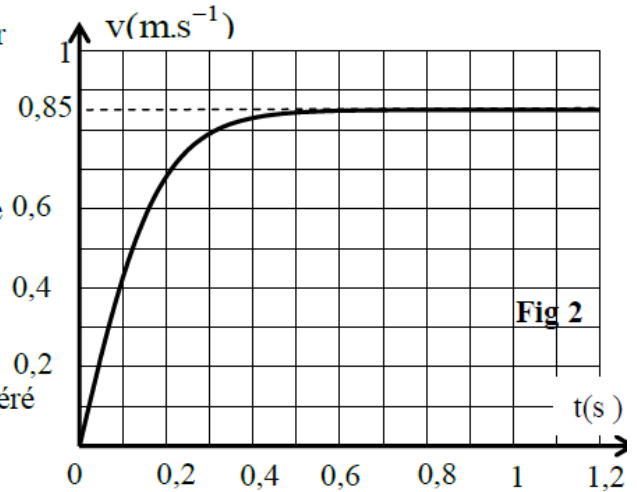


2.2- A l'aide du graphe de la figure 2, déterminer la valeur de la constant K.

2.3- Trouver l'expression de l'accélération a_0 du centre d'inertie de la bille (b) à l'instant $t = 0$ en fonction de g , V , ρ et m . Déterminer le temps caractéristique du mouvement de la bille (b).

3- la différence entre les durées de chute

Ahmed et Myriam ont répété leur expérience dans les Conditions précédentes mais cette fois la hauteur D'eau dans le tube est $H = 2h$. Ahmed et Myriam ont libéré des deux billes (a) et (b) sans vitesse initiale au même instant $t = 0$ du même hauteur $H = 2h$.



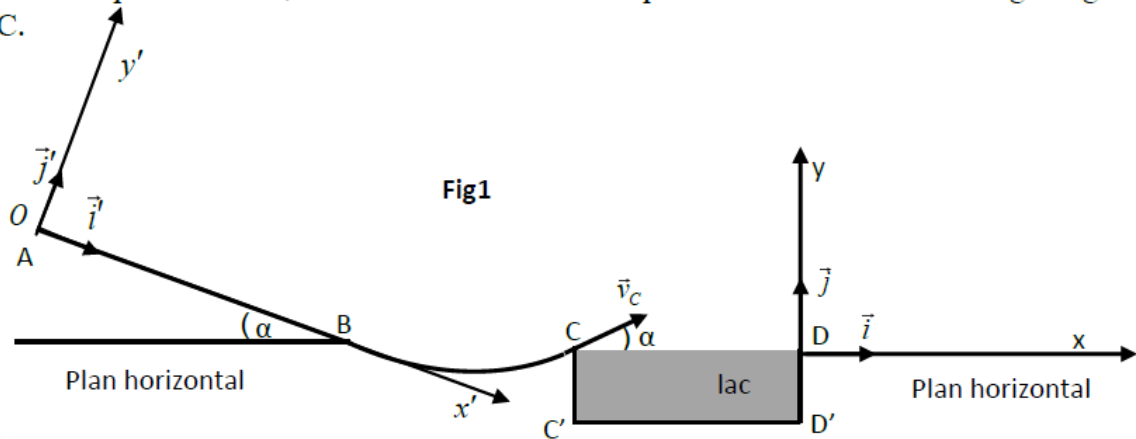
a- Exprimer Δt qui sépare l'arrivé des deux billes (a) et (b) au sol en fonction de t_a , t_b , g , h et v_ℓ .

b- Calculer la valeur de Δt

Exercice n°2

Un skieur veut s'exercer sur une piste modélisée par la figure 1.

Avant de faire un premier essai, le skieur étudie les forces qui s'exercent sur lui lors du glissement sur la piste ABC.



Données

- Intensité de pesanteur $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.
- AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport au plan horizontal passant par le point B.
- La largeur du lac $C'D' = L = 15\text{m}$.

On modélise le skieur et ses accessoires par un solide (S) de masse $m=80\text{kg}$ et de centre d'inertie G.

On considère sur la partie AB que les frottements ne sont pas négligeables et on les modélise par une force constante.

1. Etude des forces appliquées sur le skieur entre A et B

Le skieur part du point A d'abscisse $x'_A = 0$ dans le repère (O, \vec{i}', \vec{j}') sans vitesse initiale à un instant que l'on considère comme origine des temps $t=0\text{s}$ (Fig1). Le skieur glisse sur le plan incliné AB suivant la ligne de la plus grande pente avec une accélération constante a et passe par le point B avec une vitesse $V_B = 20 \text{ m/s}$.

1-1 En appliquant la deuxième loi de Newton, trouver en fonction de α , a et g l'expression du coefficient de frottement $\tan \varphi$. Avec φ l'angle de frottement, défini par la normale à la trajectoire et la direction de la force appliquée par le plan incliné sur le skieur.

1-2 A l'instant $t_B = 10\text{s}$ le skieur passe par le point B ; Calculer la valeur de l'accélération a . En déduire la valeur du coefficient de frottement $\tan \varphi$.

1-3 Montrer que l'intensité de la force \vec{R} exercée par le plan AB sur le skieur s'écrit sous la forme :

$$R = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{1 + (\tan \varphi)^2} \quad ; \text{ Calculer } R.$$

2. L'étape du saut

A l'instant $t=0$ que l'on considère comme une nouvelle origine des temps, le skieur quitte la partie BC au point C avec une vitesse v_C dont le vecteur \vec{v}_C forme l'angle $\alpha = 20^\circ$ avec le plan horizontal.

Lors du saut, les équations horaires du mouvement de (S) dans le repère (D, \vec{i}, \vec{j}) sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_C \cdot \cos \alpha \cdot t - 15 \\ y(t) = -\frac{g}{2} \cdot t^2 + v_C \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

2-1 Déterminer dans le cas où $v_C = 16,27 \text{ m.s}^{-1}$ les coordonnées du sommet de la trajectoire de (S).

2-2 Déterminer en fonction de g et α la condition que doit vérifier la vitesse v_C pour que le skieur ne tombe pas dans le lac.

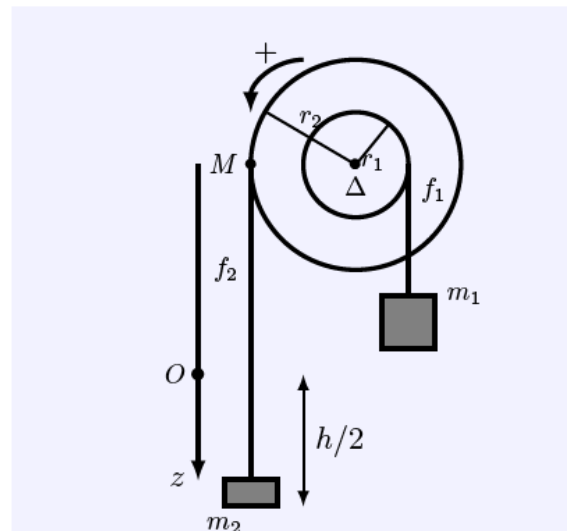
En déduire la valeur minimale de cette vitesse .

Exercice n°3

Un système (S) est constitué de deux cylindres homogènes (D) et (D') de même substance, de même épaisseur, coaxiaux, solidaires l'un de l'autre. Le moment d'inertie de (S) par rapport à son axe de révolution est $J_\Delta = 1,7 \times 10^{-1} \text{ kg.m}^2$.

On enroule sur chaque cylindre un fil inextensible de masse négligeable. Soit f_1 le fil enroulé sur D_1 de rayon r_1 à son extrémité on suspend un corps de masse $m_1 = 3 \text{ kg}$ et soit f_2 le fil enroulé sur le cylindre D_2 de rayon $r_2 = 2r_1 = 40 \text{ cm}$, à son extrémité on suspend un corps de masse $m_2 = 2 \text{ kg}$.

On libère le système sans vitesse initiale .



1. Montrer que le système est en mouvement dans le sens indiqué sur la figure ci-contre

2. En réalisant une étude dynamique montrer que l'équation différentielle vérifiée par

$$\ddot{\theta} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \text{ peut s'écrire sous la forme suivante :}$$

$$\ddot{\theta} = \frac{r_1 \cdot g (2m_2 - m_1)}{J_\Delta + r_1^2 (4m_2 + m_1)}$$

3. En déduire les valeurs de l'accélération linéaire a_1 de corps de masse m_1 et a_2 de corps de masse m_2

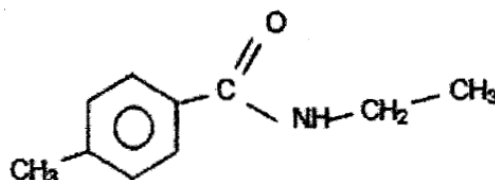
4. Calculer les deux tensions T_1 de f_1 et T_2 de f_2 .

5. À l'instant $t = 0$ les deux corps se trouvent de la même hauteur du plan horizontal ($h=0.5 \text{ m}$) et que le centre d'inertie du corps m_2 soit confondu avec l'origine de l'axe Oz qui est orienté vers le bas .

On considère le point M contact entre le fil f_2 et D_2 voir figure. Trouver les caractéristiques du vecteur accélération \vec{a}_M en ce point M à un instant t où le corps m_2 descend de $\frac{h}{2}$.

Exercice n°4

Un laborantin souhaite préparer un composé organique noté A utilisé dans l'industrie. La formule semi-développée de A est représentée ci-contre.



1.1 A quelle famille appartient le composé organique A ?
Nommer A. **(0,75 point)**

1.2 Le laborantin utilise l'acide 4-méthylbenzoïque noté B comme produit de départ pour la réaction de synthèse de A.

1.2.1 Ecrire la formule semi-développée de l'autre réactif D utilisé pour la synthèse de A. Donner le nom du composé organique D. **(0,5 point)**

1.2.2 Lorsqu'il fait réagir B et D, un composé intermédiaire E est obtenu.

Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation du composé E. De quel type de réaction s'agit-il ?

Indiquer le nom du composé E. **(0,75 point)**

1.2.3 La déshydratation de D conduit à la formation du composé A.

1.2.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de déshydratation de D. **(0,25 point)**

1.2.3.2 Le laborantin obtient 6,4 g du composé A.

Sachant que le rendement de la déshydratation est de 86%, déterminer la masse du corps E. **(0,75 point)**

1.3 Le laborantin peut utiliser, à la place du composé B, un dérivé F de ce dernier. Le composé F est obtenu par réaction entre B et le chlorure de thionyle (SOCl₂). En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction de synthèse de F et donner le nom de F. **(0,5 point)**

1.4 Laquelle des deux synthèses est la plus rapide ? Justifier. **(0,5 point)**

Exercice n°5

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par : $E_n = \frac{-E_0(\text{eV})}{n^2}$ où n est un entier tel que $n \geq 1$ et $E_0 = 13,6$.

Le diagramme de la figure 1 (page suivante) représente sans souci d'échelle quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

4-1 Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve l'atome d'hydrogène lorsque $n = 1$?
lorsque $n > 1$? **(0,5 point)**

4-2 On considère l'atome d'hydrogène dans l'état $n = 2$.

On l'expose à une lumière dichromatique de longueurs d'onde $\lambda_R = 657 \text{ nm}$ et $\lambda_V = 520 \text{ nm}$.

Seule l'une des radiations est absorbée; identifier la en justifiant. **(0,5 point)**

4-3 L'électron dans l'atome d'hydrogène passe du niveau n au niveau inférieur p ($p < n$).

4-3-1 Montrez que pour une transition de l'électron du niveau n au niveau p, la longueur d'onde du photon émis

est donnée par la relation : $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ où R_H

est la constante de Rydberg qu'on exprimera. **(0,5 point)**

4-3-2 Calculer la valeur de cette constante R_H ainsi que

la longueur d'onde $\lambda_{n,p}$ en anomètres pour $n = 4$

et $p = 3$.

(0,5 point)

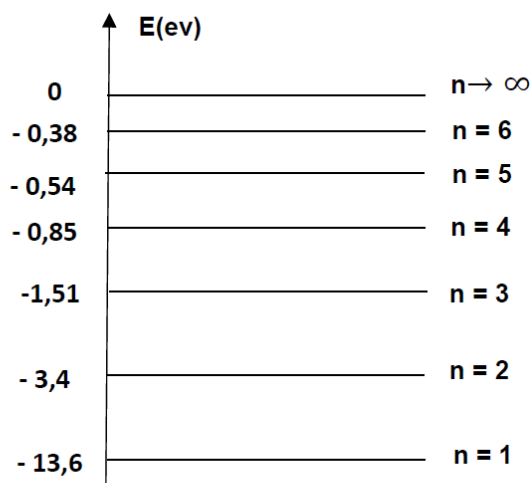


Figure 1

4-4 Une cellule photoélectrique reçoit le même rayonnement lumineux issu d'une source S de

longueur d'onde $\lambda_{4,3}$. L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cellule est $W_0 = 0,5 \text{ eV}$.

4-4-1 Définir l'effet photoélectrique. Montrer que cet effet est observé pour la cellule ainsi éclairée

(0,5 point)

4-4-2 Quel est le caractère de la lumière mis en évidence dans cette expérience ?

(0,5 point)

4-4-3 Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cellule.

(01 point)

Données : constante de Planck : $h = 6,626.10^{-34} \text{ J.s}$; masse de l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$;

Célérité de la lumière dans le vide $C = 3.10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$