Pour bien démarrer

Exercice n°1 - Brique sur un plan incliné (★)

⇝ *Avant cet exercice : Entraînement 11.5.*

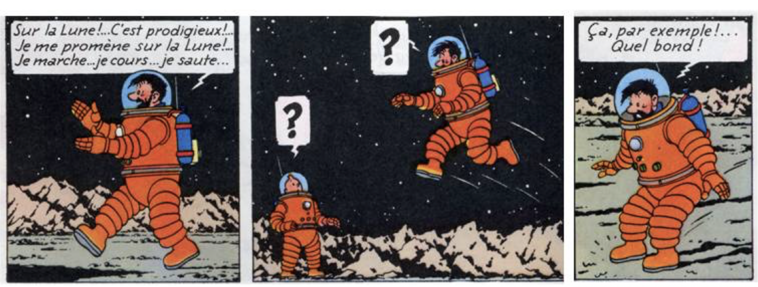
On considère un plan incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale. Une brique de masse $m = 600$ g est lancée depuis le bas du plan vers le haut, avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ de norme 2,4 m.s^{-1}. On utilise, pour étudier le mouvement, un axe (Ox) parallèle au plan incliné et dirigé vers le haut et tel que O coïncide avec le départ de la brique.

1. On suppose que le contact entre la brique et le plan incliné se fait sans frottements.
   (a) Établir l'équation horaire du mouvement $x(t)$ de la brique lors de la montée.
   (b) Exprimer puis calculer la date à laquelle la brique s'arrête ainsi que la distance qu'elle aura parcourue.
2. On suppose maintenant qu'il existe des frottements solides. La force de contact a alors la forme suivante : $\overrightarrow{R} = \overrightarrow{R_n} + \overrightarrow{R_t}$ avec $\overrightarrow{R_t}$ colinéaire et de sens contraire à la vitesse, et $R_t = fR_n$ où $f = 0{,}20$ est un coefficient de frottement. Répondre aux mêmes questions dans ce cas.

Exercices essentiels (traités en TD)

Exercice n°2 - Quel bond ! (★)

Dans l'album de Tintin *On a marché sur la Lune*, le capitaine Haddock s'étonne de pouvoir faire un bond beaucoup plus grand que sur la Terre. Le but de cet exercice est de déterminer la longueur de ce bond.

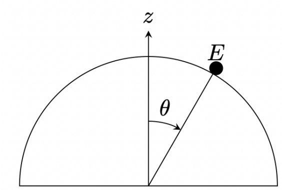


On assimile le mouvement du capitaine Haddock à celui de son centre d'inertie. Il saute depuis le sol lunaire avec une vitesse initiale v_0 faisant un angle $\alpha = 30°$ avec le sol. On note g_L l'accélération de la pesanteur à la surface de la Lune, environ six fois plus faible que sur Terre. On notera y l'axe vertical ascendant.

1. Établir la loi horaire du mouvement $y(t)$.
2. En déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie du capitaine Haddock, notée $y(x)$.
3. Exprimer la distance L qu'il a parcourue en sautant en fonction de v_0, α et g_L.
4. En supposant que le capitaine Haddock est capable de sauter 1,5 m sur Terre et en admettant qu'il n'est pas gêné par son scaphandre, déterminer numériquement la distance L.

Exercice n°3 - Glissade sur un igloo (★★)

Cet exercice s'intéresse à la glissade d'un enfant esquimau E de masse m sur le toit d'un igloo d'où il s'élance sans vitesse initiale. L'enfant glisse sans aucun frottement à la surface de l'igloo. Sa position est repérée par l'angle θ. Pour simplifier, l'igloo est supposé sphérique de rayon R.



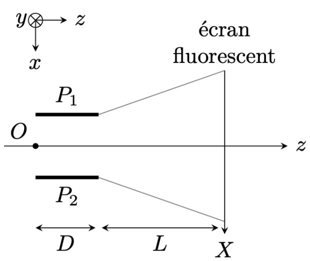
1. Appliquer la deuxième loi de Newton à l'enfant pour en déduire deux équations différentielles portant sur l'angle θ. Identifier l'équation du mouvement, qui permet de déterminer $\theta(t)$. Quelle information l'autre équation contient-elle ?
2. En multipliant l'équation du mouvement par $\dot{\theta}$, montrer que
$$\dot{\theta}^2 = \frac{2g}{R}(1 - \cos\theta)$$
3. En déduire l'expression de la force de réaction de l'igloo.
4. L'enfant décolle-t-il du toit de l'igloo avant d'atteindre le sol ? Si oui, pour quel angle ?

Pour aller plus loin

Exercice n°4 - Oscilloscope analogique (★★★)

Les oscilloscopes analogiques exploitaient la déviation d'un faisceau d'électron sous l'effet d'une tension à imager sur un écran. Cet exercice propose de comprendre le principe de fonctionnement de ces anciens oscilloscopes. Dans tout l'exercice, on se place dans le référentiel terrestre, auquel est associé un repère $(O, \vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$.

Une zone de champ électrique uniforme est établie entre deux plaques P_1 et P_2, le champ est supposé nul en dehors de cette zone et les effets de bord sont négligés. La distance entre les plaques est notée d, la longueur des plaques D et on note U la tension (supposée constante et positive) entre les plaques, égale à la tension d'entrée de l'oscilloscope.



On admet que le champ électrique entre les plaques s'écrit

$$\vec{E} = -\frac{U}{d}\vec{u}_x$$

Des électrons accélérés au préalable pénètrent en O la zone où existe le champ avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0\vec{u}_z$ selon l'axe Oz. On suppose leur poids négligeable devant la force électrique. qui s'écrit $\overrightarrow{F} = -e\overrightarrow{E}$, où e désigne la charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

1. Établir l'équation de la trajectoire $x = f(z)$ de l'électron dans la zone du champ en fonction notamment de d, U et v_0.
2. Déterminer les coordonnées du point de sortie K de la zone de champ et les composantes de la vitesse en ce point.
3. Montrer que dans la zone entre les plaques chargées et l'écran fluorescent le mouvement est rectiligne uniforme.
4. On note L la distance entre la sortie de la zone de champ et l'écran fluorescent. Déterminer l'abscisse x_I du point d'impact I de l'électron sur l'écran en fonction de U, v_0, D, d et L.
5. À la lumière des questions précédentes, expliquer le principe de fonctionnement d'un oscilloscope analogique. Proposer une solution permettant d'obtenir un chronogramme sur l'écran et pas seulement un point.

Résolution de problème

Épilogue - Peser la Terre avec un chronomètre ?

Vous disposez d'un fil, d'une règle graduée, d'une masse m ainsi que d'un chronomètre.

▷ Proposer un protocole permettant de mesurer la masse de la Terre. Le protocole sera mis en oeuvre lors de la séance de TD !

Éléments de réponse

Exercice n°1 :

1.(b) $t = \frac{v_0}{g\sin\alpha}$ et $d = \frac{v_0^2}{2g\sin\alpha}$ 2. $t' = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + f\cos\alpha)}$ et $d' = \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + f\cos\alpha)}$

Exercice n°2 :

3. $L = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{g_L}$

Exercice n°3 :

3. $N = mg(3\cos\theta - 2)$ 4. $\theta = 48°$

Exercice n°4 :

▷ $x = \frac{eU}{2mdv_0^2}z^2$ $x_I = \frac{eUd}{mdv_0^2}(L + D/2)$

Résolution de problème :

On trouve $v \approx 42$ km/h ! Record battu ?