FICHE 1 EXERCICES COURS n°5

« Deuxième loi de Newton - Mouvement dans un champ »

19 Le curling

On étudie une pierre de curling dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

1. La pierre est à l'arrêt.

a. Que vaut la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur la pierre ?

b. La pierre est-elle à l'équilibre ?

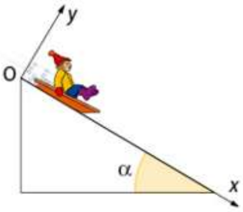
2. La pierre est en mouvement rectiligne uniforme.

a. Que vaut la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur la pierre ?

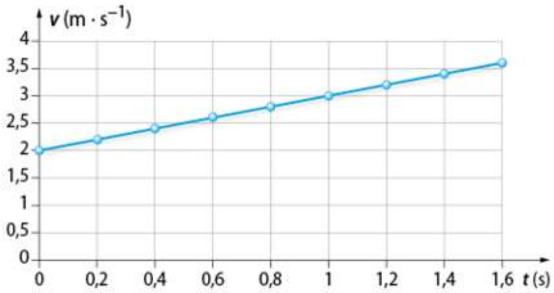
b. La pierre est-elle à l'équilibre ?

35 La luge

Le système {enfant + luge}, de masse m, dévale une piste faisant un angle α avec l'horizontale. On néglige les frottements de l'air et de la piste.



Le mouvement du centre d'inertie du système est enregistré et on obtient, à l'aide d'un logiciel, la représentation graphique $v = f(t)$ suivante.



1. Dans quel référentiel ce mouvement est-il étudié ?

2. Quelle est la vitesse initiale du système ?

3. a. À l'aide de la courbe $v = f(t)$, déterminer la valeur de l'accélération du centre d'inertie du système.

b. Quels sont le sens et la direction du vecteur $\vec{a}$?

4. a. Quelles sont les actions mécaniques qui s'exercent sur le système ?

b. Représenter les forces modélisant ces actions.

5. a. Établir la relation vectorielle liant ces forces et l'accélération.

b. Écrire cette relation dans le repère (O ; x, y).

c. En déduire la valeur de l'angle α.

16 Boule et conservation de l'énergie mécanique

Une boule de pétanque est lancée depuis une hauteur $h = 135$ cm avec une vitesse $v_0 = 6{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. On assimilera la boule à un point matériel.

Données : *masse $m = 710$ g, intensité de la pesanteur $g_0 = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.*

1. Exprimer son énergie mécanique à l'instant du lancer.

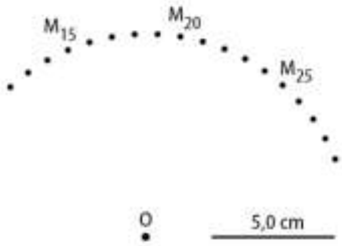
2. a. Sous quelle hypothèse s'applique la conservation de l'énergie mécanique ? Est-ce une hypothèse raisonnable ici ?

b. Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour exprimer puis calculer la vitesse v_f d'impact au sol de la boule.

3. Représenter graphiquement l'allure de l'évolution des différentes énergies au cours du mouvement.

27 Ça tourne

Sur une table horizontale, un mobile autoporteur a été lancé attaché à un fil inextensible dont l'autre extrémité est fixé à un axe de rotation au point O. Les positions du centre de masse du mobile sont enregistrées toutes les 20 ms dans le référentiel terrestre supposé galiléen.



Donnée : *$m = 400$ g.*

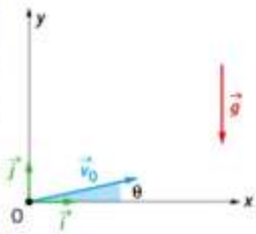
1. Déterminer les caractéristiques du vecteur accélération au point M_{20}.

2. Établir le bilan des forces qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur le mobile autoporteur et les représenter au centre de masse sans soucis d'échelle.

3. En déduire la valeur de la force modélisant la tension du fil.

10 Cas d'un lancer oblique

Lors d'un swing, un joueur de golf professionnel peut envoyer la balle parfois jusqu'à 250 mètres. Cette distance, appelée « portée », est la distance parcourue mesurée horizontalement par rapport à l'impact initial entre le club et la balle de golf.



Une balle de golf de centre de masse G et d'une masse de 46 g est lancée au niveau du sol avec une vitesse initiale v_0 faisant un angle θ par rapport à l'horizontale.

Sa trajectoire est étudiée dans un repère (O ; x, y, z) dont l'origine correspond au point de départ de la balle.

Données : *angle $\theta = 11{,}0°$, $v_0 = 75{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.*

1. Établir les équations horaires du mouvement.

2. Montrer que le mouvement est plan.

3. Montrer que la portée de la balle s'écrit :

$$x_{max} = \frac{2\,v_0^2 \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta)}{g}.$$

4. Calculer puis comparer cette valeur à la valeur annoncée.

9 Cas d'une chute libre verticale

Une bille de masse m est lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur $h = 1{,}00$ m. La bille de centre de masse G n'est soumise qu'à l'action mécanique de la Terre modélisée par la force de pesanteur. On choisit pour repère un axe vertical (Oz) orienté vers le bas, dont l'origine O correspond à la position initiale de la bille à $t = 0$.

1. Établir la relation entre le vecteur accélération du centre de masse de la bille et le vecteur champ de pesanteur.

2. En déduire les équations horaires du mouvement $v_z(t)$ et $z(t)$.

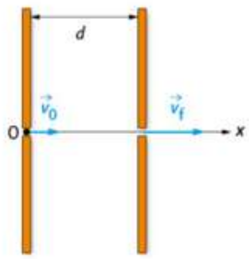
3. Montrer que le mouvement de la bille dans le champ de pesanteur est plan.

4. Quelle est la durée de chute ?

5. Quelle est la vitesse maximale atteinte par la bille ?

14 Équations horaires du mouvement d'un proton

Un proton pénètre dans un condensateur plan avec un vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ perpendiculaire aux armatures. Dans le condensateur plan règne un champ électrique uniforme de valeur : $E = 2{,}0\ \text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$.



1. Reproduire cette figure et représenter sans souci d'échelle le vecteur $\vec{E}$.

2. a. Montrer que l'action mécanique de la Terre sur le proton est négligeable devant l'action modélisée par la force électrique.

b. Établir la relation entre le vecteur accélération de la particule et le vecteur champ électrique.

3. a. Projeter cette relation sur l'axe (Ox) et établir une relation entre la composante de l'accélération a_x, E, m et e.

b. En déduire les équations horaires de la vitesse $v_x(t)$ et de la position $x(t)$.

c. Montrer que cet accélérateur est linéaire.

4. a. En exploitant une équation horaire, déterminer à quel instant le proton sort du condensateur.

b. En déduire la vitesse finale du proton. Conclure sur le rôle du condensateur plan dans ce dispositif.

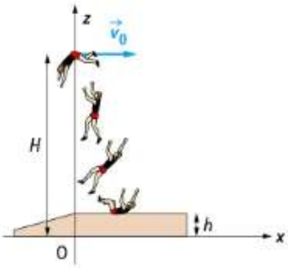
Données : *masse du proton* $m = 1{,}7 \times 10^{-27}$ *kg,*
$v_0 = 2{,}0 \times 10^3\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, *intensité de la pesanteur* $g_0 = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$,
$e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ *C,* $d = 18{,}0$ *cm.*

11 Atterrissage d'une perchiste

On souhaite étudier la phase descendante d'une athlète lors de l'épreuve du saut à la perche.

On considère le système perchiste que l'on assimile à un point matériel.

On négligera dans cette phase toute action de l'air. La barre est franchie avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ horizontal.



On se place dans le repère (O ; x, y, z) en prenant le début de la phase descendante comme origine des temps ($t = 0$ s).

Données : *hauteur du tapis de réception* $h = 0{,}70$ *m ;*
hauteur du saut $H = 4{,}5$ *m.*

1. Montrer que les composantes du vecteur accélération du système sont :

$$a_x(t) = a_y(t) = 0 \text{ et } a_z(t) = -g_0.$$

2. Montrer que les équations horaires du mouvement du perchiste s'écrivent :

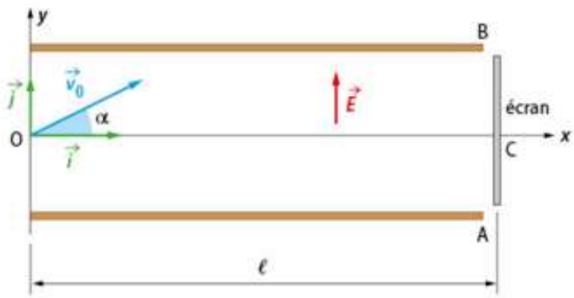
$$x(t) = v_0 \cdot t,\ y(t) = 0 \text{ et } z(t) = -\frac{1}{2}g_0 \cdot t^2 + H.$$

3. Montrer que le mouvement est plan.

4. Quelle est la durée de la phase descendante ?

15 Équation de la trajectoire d'un électron

Un électron pénètre dans un condensateur plan, comme indiqué sur la figure ci-dessous. On se place dans le repère (O ; x, y).



1. a. Établir l'expression du vecteur accélération de l'électron assimilé à un point matériel.

b. Montrer que les équations horaires de la vitesse s'écrivent :

$$\overrightarrow{v(t)} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_y(t) = \dfrac{-eE}{m} \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

c. En déduire les équations $x(t)$ et $y(t)$ donnant la position de l'électron.

d. Montrer que le mouvement de l'électron est plan.

2. a. Établir l'expression de la trajectoire $y = f(x)$ de cet électron.

b. Quelle est la nature de cette trajectoire ?

3. a. Exprimer littéralement la condition que doit vérifier l'angle α pour que l'électron arrive au centre C de l'écran.

b. Calculer α pour $\ell = 20$ cm

Données : *masse* $m = 9{,}1 \times 10^{-31}$ *kg,* $v_0 = 1{,}0 \times 10^7\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,
$E = 850\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$; $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C ; $\dfrac{\sin 2\alpha}{2} = \cos\alpha \cdot \sin\alpha$