



## FICHE EXERCICES COURS n°5

## « Deuxième loi de Newton - Mouvement dans un champ »

## 19 Le curling

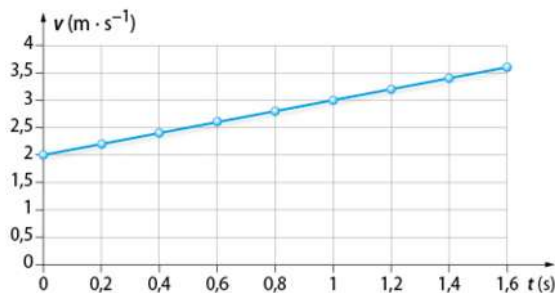
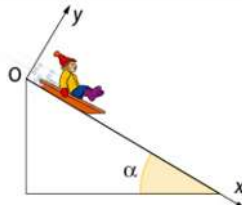
On étudie une pierre de curling dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

- La pierre est à l'arrêt.
  - Que vaut la résultante des forces  $\Sigma \vec{F}$  qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur la pierre ?
  - La pierre est-elle à l'équilibre ?
- La pierre est en mouvement rectiligne uniforme.
  - Que vaut la résultante des forces  $\Sigma \vec{F}$  qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur la pierre ?
  - La pierre est-elle à l'équilibre ?

## 35 La luge

Le système {enfant + luge}, de masse  $m$ , dévale une piste faisant un angle  $\alpha$  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.



- Dans quel référentiel ce mouvement est-il étudié ?
- Quelle est la vitesse initiale du système ?
- À l'aide de la courbe  $v = f(t)$ , déterminer la valeur de l'accélération du centre d'inertie du système.
  - Quels sont le sens et la direction du vecteur  $\vec{a}$  ?
- Quelles sont les actions mécaniques qui s'exercent sur le système ?
  - Représenter les forces modélisant ces actions.
- Établir la relation vectorielle liant ces forces et l'accélération.
  - Écrire cette relation dans le repère  $(O; x, y)$ .
  - En déduire la valeur de l'angle  $\alpha$ .

## 16 Boule et conservation de l'énergie mécanique



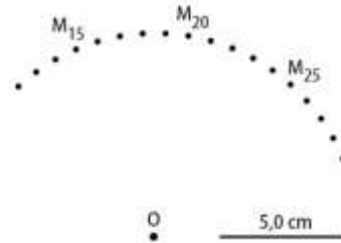
Une boule de pétanque est lancée depuis une hauteur  $h = 135$  cm avec une vitesse  $v_0 = 6,0$  m.s<sup>-1</sup>. On assimilera la boule à un point matériel.

Données : masse  $m = 710$  g, intensité de la pesanteur  $g_0 = 9,81$  m.s<sup>-2</sup>.

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

## 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.

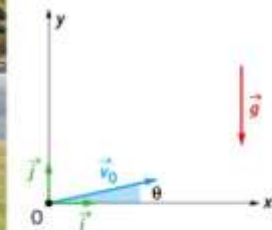


Donnée :  $m = 400$  g.

- Déterminer les caractéristiques du vecteur accélération au point  $M_{20}$ .
- 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.
- 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  $\theta$  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  $\theta = 11,0^\circ$ ,  $v_0 = 75,0$  m.s<sup>-1</sup>.

- Établir les équations horaires du mouvement.
- Montrer que le mouvement est plan.
- Montrer que la portée de la balle s'écrit :

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

- Calculer puis comparer cette valeur à la valeur annoncée.

- Sous quelle hypothèse s'applique la conservation de l'énergie mécanique ? Est-ce une hypothèse raisonnable ici ?
  - Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour exprimer puis calculer la vitesse  $v_f$  d'impact au sol de la boule.
- Représenter graphiquement l'allure de l'évolution des différentes énergies au cours du mouvement.

### 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  $t = 0$ .

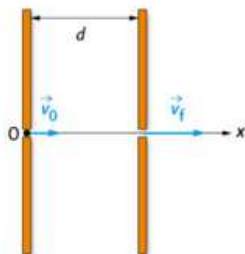


- Établir la relation entre le vecteur accélération du centre de masse de la bille et le vecteur champ de pesanteur.
- En déduire les équations horaires du mouvement  $v_z(t)$  et  $z(t)$ .
- Montrer que le mouvement de la bille dans le champ de pesanteur est plan.
- Quelle est la durée de chute ?
- 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 :  $E = 2,0 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ .

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



- Montrer que l'action mécanique de la Terre sur le proton est négligeable devant l'action modélisée par la force électrique.
  - Établir la relation entre le vecteur accélération de la particule et le vecteur champ électrique.
- Projeter cette relation sur l'axe ( $Ox$ ) et établir une relation entre la composante de l'accélération  $a_x$ ,  $E$ ,  $m$  et  $e$ .
  - En déduire les équations horaires de la vitesse  $v_x(t)$  et de la position  $x(t)$ .
  - Montrer que cet accélérateur est linéaire.
- En exploitant une équation horaire, déterminer à quel instant le proton sort du condensateur.
  - En déduire la vitesse finale du proton. Conclure sur le rôle du condensateur plan dans ce dispositif.

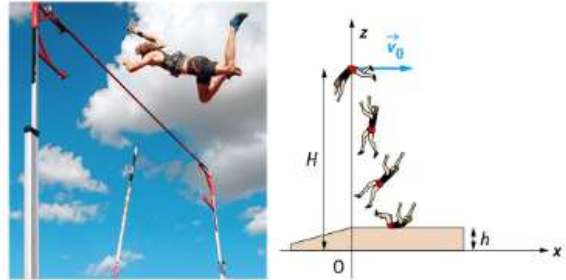
**Données :** masse du proton  $m = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ,  
 $v_0 = 2,0 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , intensité de la pesanteur  $g_0 = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $d = 18,0 \text{ cm}$ .

### 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.

- Montrer que les composantes du vecteur accélération du système sont :

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

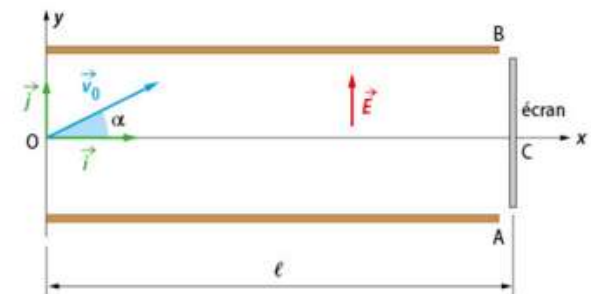
- Montrer que les équations horaires du mouvement du perchiste s'écrivent :

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

- Montrer que le mouvement est plan.
- 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 ( $O ; x, y$ ).



- Établir l'expression du vecteur accélération de l'électron assimilé à un point matériel.
  - Montrer que les équations horaires de la vitesse s'écrivent :

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

- En déduire les équations  $x(t)$  et  $y(t)$  donnant la position de l'électron.
  - Montrer que le mouvement de l'électron est plan.
- Établir l'expression de la trajectoire  $y = f(x)$  de cet électron.
  - Quelle est la nature de cette trajectoire ?
- Exprimer littéralement la condition que doit vérifier l'angle  $\alpha$  pour que l'électron arrive au centre C de l'écran.
  - Calculer  $\alpha$  pour  $\ell = 20 \text{ cm}$

**Données :** masse  $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $v_0 = 1,0 \times 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$E = 850 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $\frac{\sin 2\alpha}{2} = \cos \alpha \cdot \sin \alpha$

### Un dernier exercice :

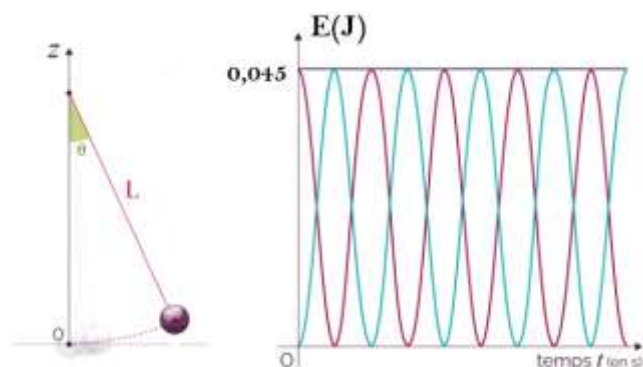
Un pendule simple est constitué d'une masse  $m=256\text{ g}$  suspendue à un support par un fil tendu de longueur  $L = 41,0\text{ cm}$ . Ce pendule est lâché sans vitesse initiale du point A tel que  $z_A = 18,0\text{ cm}$

Ce pendule oscille autour du point O et son mouvement (des oscillations) est enregistré puis traité de façon à tracer les énergies  $E_m$ ,  $E_c$ ,  $E_{pp}$  en fonction du temps.

Dans les cas 1 et 2, peut-on négliger les forces de frottements ? Justifier

Ecrire le théorème de la variation d'énergie mécanique dans les 2 cas.

#### Cas 1 : Enregistrement



1-1 : Sur la courbe identifier les énergies  $E_c$ ,  $E_{pp}$  et  $E_m$ . Justifier

1-2 ; Placer sur la courbe les points correspondant aux points O et A

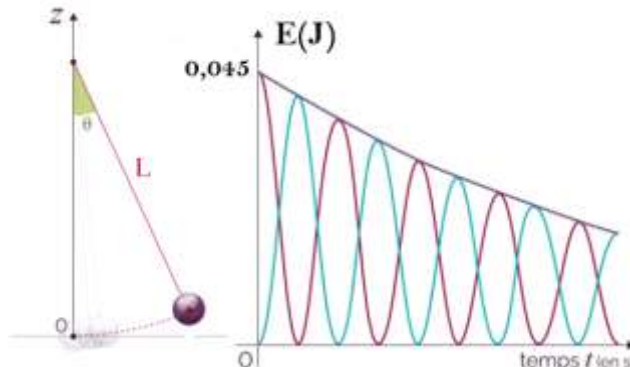
1-3 : Donner les expressions ainsi que les valeurs des 3 énergies aux points A et O

1-4 : Après avoir écrit le théorème de la variation d'énergie mécanique entre les points A et O, calculer la vitesse maximale  $V_{\max}$  atteinte par le pendule.

1-5 : Après un premier passage par le point O, le pendule atteint le point B avant de repartir.

Déterminer l'altitude  $z_B$

#### Cas 2 : Enregistrement



2-1 : Quel est le signe de  $\Delta E_m$  ? Justifier par un calcul.

2-2 : Comment expliquer ce signe ?

2-3 : Après plusieurs oscillations, l'énergie mécanique est divisée par 2. Placer le point C correspondant sur la courbe.

2-4 : Visualiser, sur la courbe le travail des forces de frottement  $W_{AC}(\vec{f})$ .

2-5 : Quelle est sa valeur ?