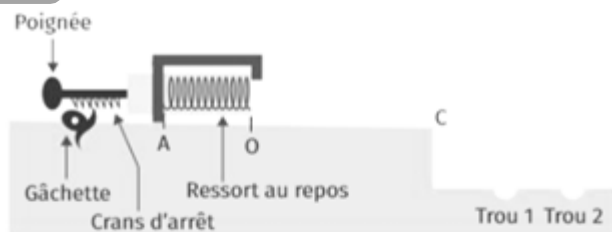


1 Energie potentielle élastique



Un jeu de fête foraine a pour but d'envoyer une bille dans un trou. Afin de la lancer, le joueur comprime un ressort. La bille roule ensuite horizontalement sans frottements. Le ressort emmagasine une énergie potentielle élastique :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta l^2$$

E_{pe} : énergie potentielle élastique (J)
 k : constante de raideur du ressort ($\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$)
 Δl : variation de longueur (m)

1. Calculer l'énergie potentielle élastique E_{pe} .
2. Préciser la forme d'énergie acquise par la bille éjectée.
3. Calculer la valeur de la vitesse au point C.

Données

- Raideur du ressort : $k = 25 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$
- Variation de longueur du ressort : $\Delta l = -10 \text{ cm}$
- Masse de la bille : $m = 10 \text{ g}$

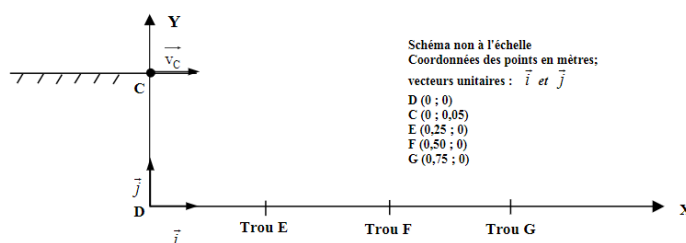
2 Bille d'acier

Une bille d'acier, de masse $m = 120 \text{ g}$, est lancée avec la vitesse $V_A = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ verticalement vers le haut à partir d'un point A. Ce point A est situé à l'altitude $z_A = 1,50 \text{ m}$ au-dessus du sol. Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre.

1. Calculer la valeur de l'énergie mécanique initiale du système { bille } en prenant le sol pour origine de l'axe vertical ascendant.
2. En admettant que l'énergie mécanique se conserve, calculer l'altitude maximale atteinte par la bille.
3. Quelle sera la vitesse de la bille lorsqu'elle touchera le sol ?
4. La vitesse réelle sera-t-elle supérieure ou inférieure à la vitesse calculée précédemment ?

Pour les motivés : suite de l'exercice 1...

La bille quitte à la date $t = 0$ le plan en C avec une vitesse v_C égale à $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et de direction horizontale.



1. Établir l'expression vectorielle de l'accélération de la bille à partir du bilan des forces.
2. Donner les composantes du vecteur accélération dans le repère orthonormé (D,X,Y).
3. Établir les équations horaires littérales $X(t)$ et $Y(t)$ du mouvement.
4. Déterminer les expressions littérale et numérique de l'équation $Y(X)$ de la trajectoire de la bille.
5. En déduire l'abscisse du trou dans lequel tombe la bille.

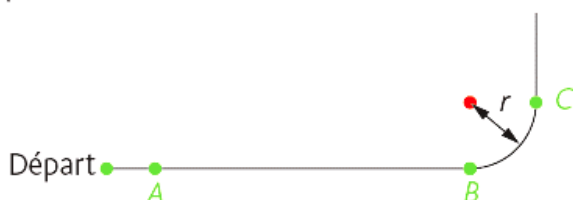
3 Problème : Détermination d'une force de frottement solide

Dans le traditionnel jeu de force « le canon », le joueur doit lancer le plus fort possible un chariot mobile sur des rails horizontaux et essayer de le faire monter le plus haut possible sur la partie ascendante.

Le fabricant du système souhaite déterminer la valeur de la force de frottements solide qui est en œuvre sur les rails de son jeu. Il fait appel à vous.

Document 1. Modélisation de la situation

On modélise le chariot mobile par un point matériel M de masse $m = 5,0 \text{ kg}$. La partie horizontale du rail AB mesure $5,0 \text{ m}$, le rayon de courbure du rail est de $r = 1,0 \text{ m}$. Aux points A et B sont disposés des capteurs de vitesse.



→ On suppose que les frottements solides sont de même nature tout au long du rail. Les frottements de l'air seront négligés.

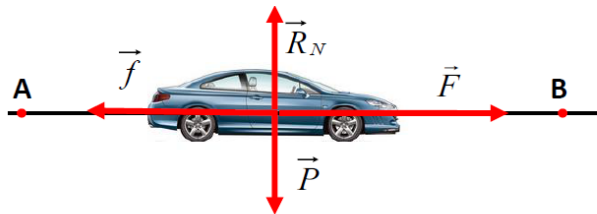
→ Le chariot est propulsé à la main du point de départ jusqu'au point A où il est abandonné avec une vitesse $v_A = 25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Document 2. Rappels sur le travail d'une force

Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante $\vec{F}$ exercée sur un chariot lors du déplacement de A à B de son point d'application est défini par : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$ où α est l'angle entre les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{AB}$.

$W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime en joule (J), F en Newton (N) et AB en mètres (m).

Exemple sur une voiture qui roule :



Travail d'une force $\vec{F}$ de même sens que le mouvement :

$$W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = + F \cdot AB$$

Travail d'une force $\vec{f}$ de sens opposé au mouvement :

$$W(\vec{f})_{A \rightarrow B} = - f \cdot AB$$

Travail d'une force $\vec{R}_N$ orthogonale au mouvement :

$$W(\vec{R}_N)_{A \rightarrow B} = 0$$

Le travail du poids $W_{AB}(\vec{P})$, dans le cas d'un objet qui monte ou qui descend, se détermine ainsi :

Pour un objet qui descend :

$$W(\vec{P})_{A \rightarrow B} = + m g h$$

Travail du poids (J)

Masse (kg)

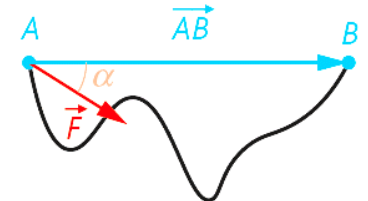
Intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)

hauteur parcourue (m)

$$h = z_A - z_B$$

Pour un objet qui monte :

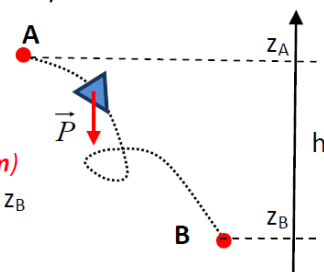
$$W(\vec{P})_{B \rightarrow A} = - m g h$$



Travail de la force (J)

Intensité de la force (N)

Distance Parcourue (m)



1. Comment évolue la vitesse entre les points A et B ? Justifier qualitativement d'un point de vue énergétique.
2. Quelles sont les 3 forces qui s'exercent sur le chariot lorsqu'il est sur la partie horizontale AB ? Les représenter sans soucis d'échelle sur un schéma.
3. A l'aide du doc.2, exprimer le travail de chacune des forces sur le déplacement AB. Y a-t-il des travaux qui peuvent être déterminés sans calcul ? Si oui, lesquels ?

Document 3. Rappels du théorème de l'énergie cinétique

La variation de l'énergie cinétique d'un solide pour un déplacement de A à B est égale au travail de la somme des forces extérieures qui lui sont appliquées :

$$\Delta_{AB} E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

4. Le capteur de vitesse placé au point B affiche $v_B = 20 \text{ km/h}$. A l'aide du doc.3, exprimer et calculer la variation d'énergie cinétique ΔE_c entre A et B.
5. Utiliser le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer la valeur de la force de frottements solide $\vec{f}$ qui s'exerce sur le chariot entre A et B.
6. Cette force de frottement s'applique aussi sur le reste du trajet. Montrer que la vitesse du chariot au point C vaut alors $8,6 \text{ km/h}$.

Donnée : le travail des frottements sur l'arc BC (de rayon r) s'écrit : $W_{BC}(\vec{f}) = - f \times BC = - f \cdot r \cdot \pi/2$