

Objectifs: Tracer les vecteurs vitesse et accélération d'un mobile sur des enregistrements. Vérifier expérimentalement la validité de la deuxième loi de Newton.

I. ETUDE EXPERIMENTALE D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE ET UNIFORME

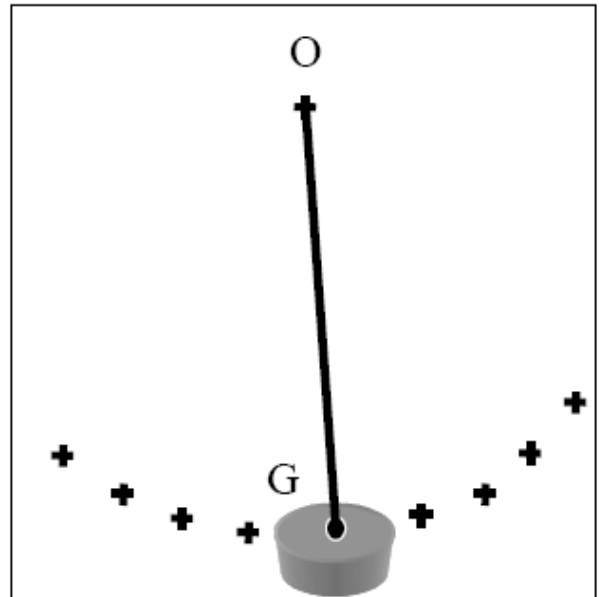
1) Expérience

• On lance un mobile retenu par un fil tendu sur une table à coussin d'air horizontale et on enregistre le mouvement de son centre d'inertie **G**. On obtient l'enregistrement n°2 (fin de texte).

• La durée séparant deux marques consécutives est constante: $\tau = 40 \text{ ms}$. On note **O** le centre de la trajectoire, **R** son rayon, M_0, M_1, \dots les positions successives du mobile.

a) Quelle est la nature du mouvement du point mobile **M**? Justifier votre réponse.

b) Mesurer le rayon **R** de la trajectoire en cm puis l'exprimer en m.



2) Vecteur vitesse

Utilisez l'animation suivante pour tracer les vecteurs vitesses:

[Tracé d'un vecteur vitesse](#)

a) Calculer les valeurs des vitesses v_1 et v_3 en m.s^{-1} . Comparer v_1 et v_3 .

b) Dessiner les vecteurs vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_3 avec l'échelle: $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,1 \text{ m.s}^{-1}$. Comment sont orientés ces vecteurs?

3) Vecteur accélération \vec{a}_2 au point M_2

Utiliser les animations suivantes pour tracer le vecteur variation de vitesse puis le vecteur accélération:

[tracé d'un vecteur variation de vitesse](#)

[Un vecteur accélération](#)

a) Reporter au point M_2 les vecteurs $(-\vec{v}_1)$ et \vec{v}_3 .

b) Construire **très soigneusement** au point M_2 , le vecteur $\vec{\Delta v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$, en utilisant un compas. Laisser les traits de construction.

c) En utilisant l'échelle des vitesses, déterminer la valeur Δv en m.s^{-1} . Calculer

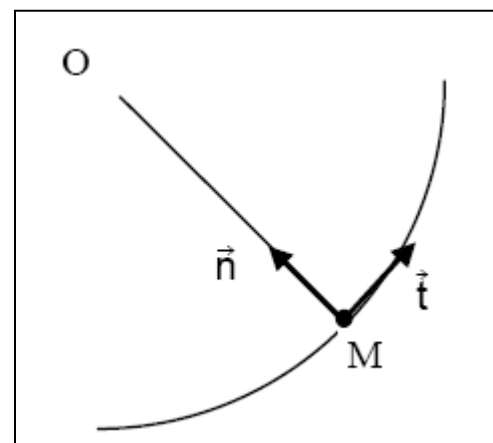
$$a_2 = \frac{\Delta v}{2\tau}$$

d) Représenter le vecteur $\vec{a}_2 = \frac{\vec{\Delta v}}{2\tau}$ avec l'échelle des accélérations: $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ m.s}^{-2}$.

Dans quelle direction particulière est orienté le vecteur \vec{a}_2 ?

e) Comparer a_2 et $\frac{v_2^2}{R}$. Conclusion?

f) Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme, exprimer l'accélération \vec{a} en fonction de R, v dans le repère de Frénet $(M, \vec{n}, \vec{\tau})$.



II. DEUXIEME LOI DE NEWTON

1) Enregistrement de la trajectoire

• Un mobile autoporteur, de masse m et de centre d'inertie G , est relié par un ressort à un point fixe O d'une table à coussin d'air horizontale. Le ressort, de masse négligeable devant m et de constante de raideur k , est tendu et lancé sur la table: on note L la longueur du ressort au cours du mouvement et L_0 sa longueur à vide lorsque le ressort n'est pas tendu.

On enregistre le mouvement du centre d'inertie G du mobile autoporteur (voir enregistrement n°2).

• On donne: $m = 580 \text{ g}$; $k = 2,50 \text{ N.m}^{-1}$; $\tau = 60 \text{ ms}$ et $L_0 = 12,6 \text{ cm}$.

Deuxième loi de Newton

a) Définir le système étudié et le référentiel d'étude. Faire le bilan des forces appliquées au système et les représenter sur la figure n°2 à reproduire.

b) Dans l'hypothèse du modèle sans frottement, quelle relation vectorielle obtient-on ?

2) Construction du vecteur accélération \vec{a}_8 au point M_8

a) Calculer puis tracer les vecteurs \vec{v}_7 et

\vec{v}_9 respectivement aux points M_7 et M_9 . Echelle des vitesses: $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,02 \text{ m.s}^{-1}$. Reporter les vecteurs $(-\vec{v}_7)$ et \vec{v}_9 au point M_8 .

b) Construire le vecteur $\vec{\Delta v} = \vec{v}_9 - \vec{v}_7$ au point M_8 . Déterminer la valeur de $\vec{\Delta v}$.

c) Calculer la valeur a_8 de l'accélération au point M_8 . Tracer le vecteur \vec{a}_8 : échelle des accélérations:

$1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,1 \text{ m.s}^{-2}$. Tracer le vecteur $(m \cdot \vec{a}_8)$ avec l'échelle des forces: $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,04 \text{ N}$. Comment sont orientés ces deux vecteurs ?

3) Construction de la force de rappel \vec{F}_8 du ressort au point M_8

a) Tracer la droite M_8O . Quelle est la direction et le sens de la force de rappel \vec{F}_8 du ressort ?

b) La valeur de \vec{F}_8 est proportionnelle à son allongement ΔL : $F_8 = k \cdot \Delta L = k \cdot (L_8 - L_0)$. Calculer ΔL puis en déduire la valeur de \vec{F}_8 .

c) Tracer le vecteur \vec{F}_8 en utilisant l'échelle des forces.

d) Dans le cas où la masse est constante, démontrer que la dérivée de la quantité de mouvement du système est égale au produit de la masse par le vecteur accélération:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

e) Comparer les normes et les directions des vecteurs \vec{F}_8 et $(m \cdot \vec{a}_8)$.

f) Enoncer la seconde loi de Newton.

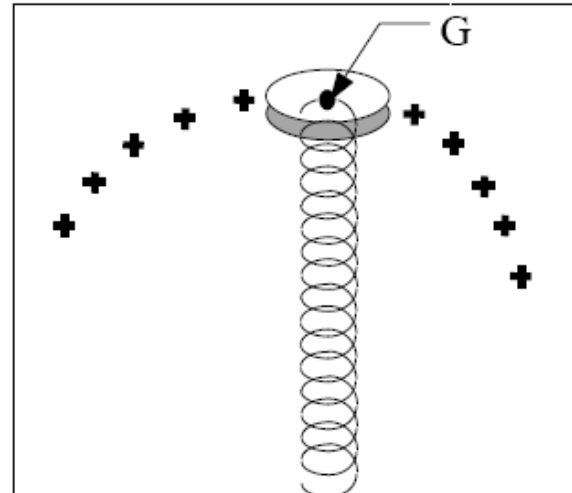
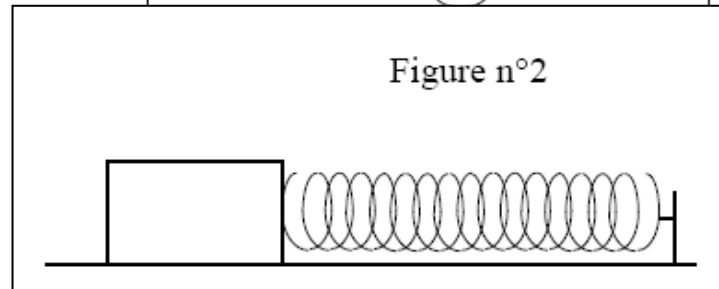


Figure n°2





M₀

Enregistrement 1

•
O

Enregistrement n°2

