

VECTEURS VITESSE ET ACCELERATION – DEUXIEME LOI DE NEWTON

- 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

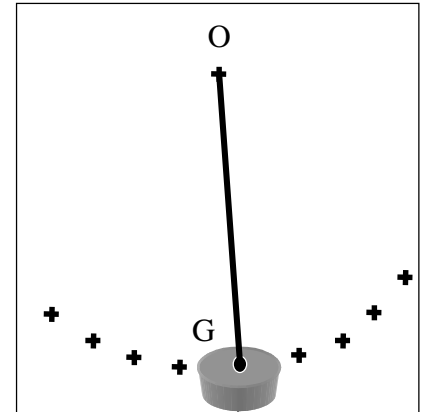
1) Expérience

• 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°1 ci-joint.

• 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

a) Calculer les valeurs des vitesses \mathbf{v}_1 et \mathbf{v}_3 en m.s^{-1} . Comparer \mathbf{v}_1 et \mathbf{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) Vitesse v et vitesse angulaire ω

a) Mesurer l'angle $\Delta\theta = \left(\overset{\dots}{\underset{2}{\curvearrowright}} \overset{\dots}{\underset{4}{\curvearrowright}} \right)$ en degré au rapporteur et en déduire la valeur de la vitesse angulaire ω_3 :

$$\omega_3 = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\Delta\theta}{2\tau} \text{ en rad.s}^{-1}.$$

b) Calculer $\omega_3 \times R$ et comparer ce résultat avec celui de v_3 . Etablir une relation générale entre v , ω et R .

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

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 $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$, en utilisant un compas ou un rapporteur. Laisser les traits de construction.

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

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

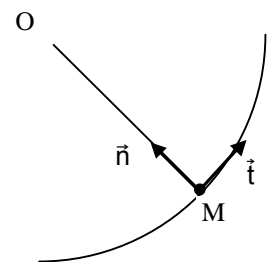
d) Représenter le vecteur $\vec{a}_2 = \frac{\Delta\vec{v}}{2\tau}$ avec l'échelle des accélérations:

$$1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ m.s}^{-2}.$$

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

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

f) Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme, exprimer l'accélération \vec{a} en fonction de R , v et du vecteur unitaire normal \vec{n} (voir schéma).



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 $\ell_0 = 12,6 \text{ cm}$.

Deuxième loi de Newton: dans un référentiel galiléen,

$$\sum \vec{F}^{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}$$

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 ?

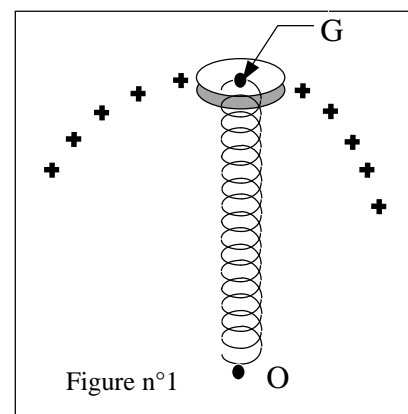
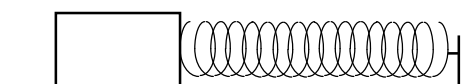


Figure n°1

Figure n°2



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 $\Delta\vec{v} = \vec{v}_9 - \vec{v}_7$ au point M_8 . Déterminer la valeur de Δv .

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 ?

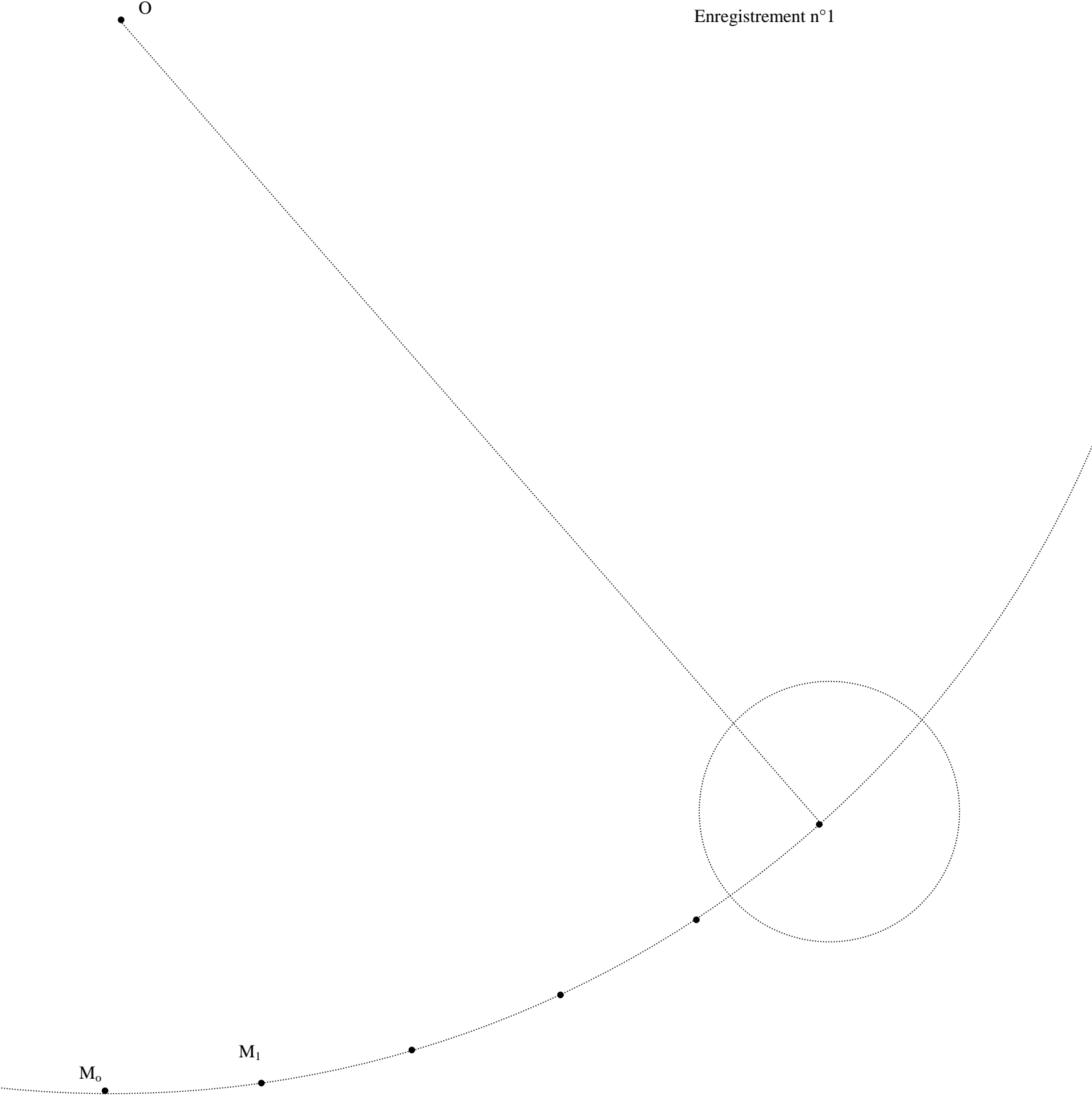
3) Construction de la force de rappel \vec{F}_8 du ressort au point M_8

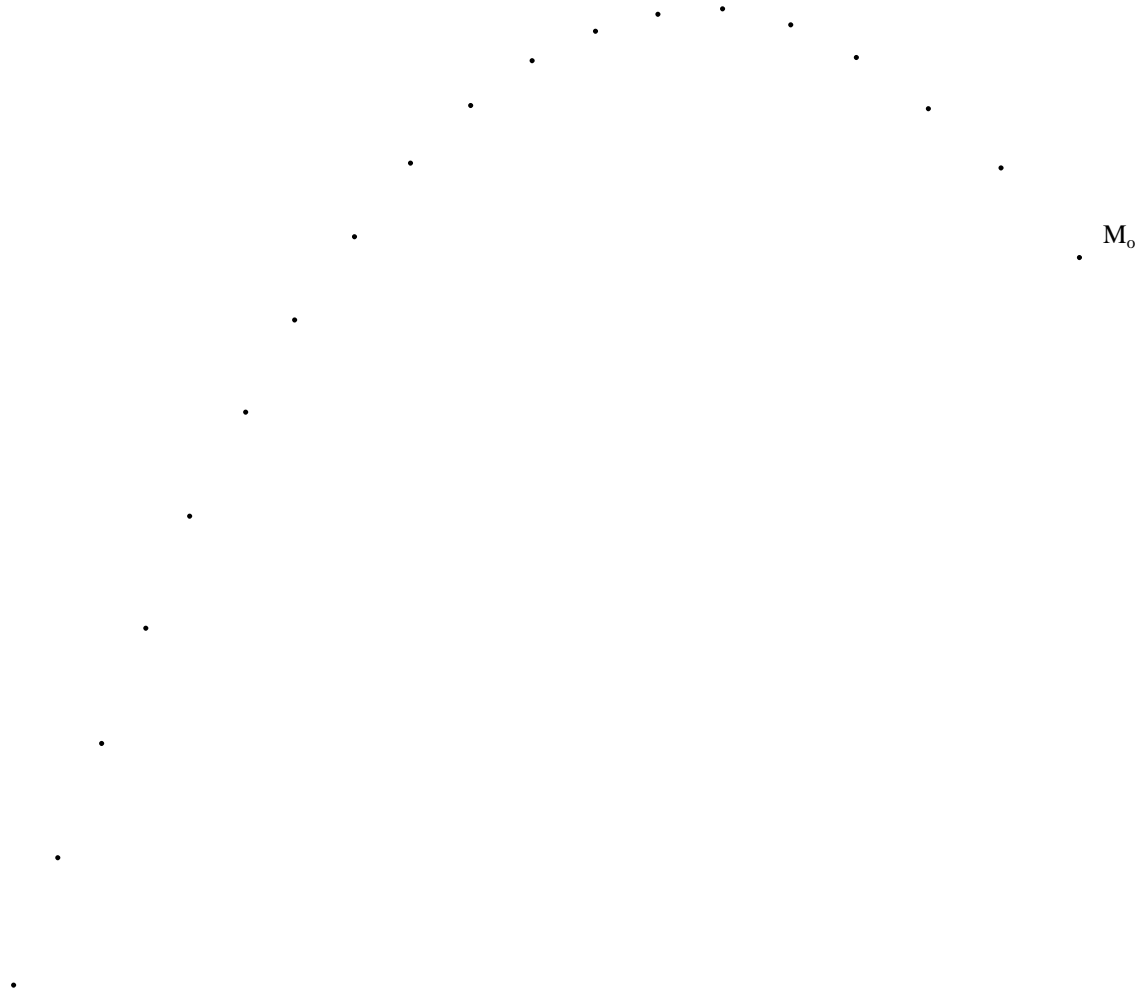
a) Tracer la droite M_8O . Quelle est la direction et le sens de la force de rappel \vec{F}_8 du ressort ?

b) La valeur de F_8 est proportionnelle à son allongement $\Delta\ell$: $F_8 = k \cdot \Delta\ell = k \cdot (\ell_8 - \ell_0)$. Calculer $\Delta\ell$ puis en déduire la valeur de F .

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

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





Enregistrement n°2

•
O