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_o 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).

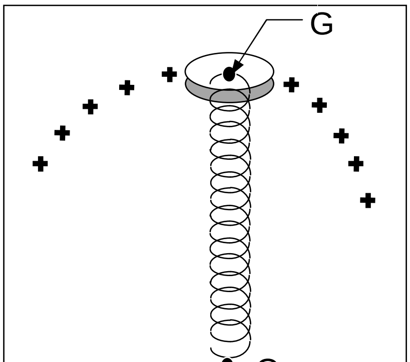


Figure n°1

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

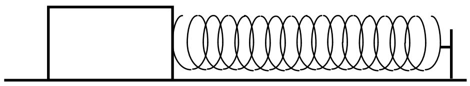
Deuxième loi de Newton: dans un référentiel galiléen,

$$\boxed{\sum \vec{F}^{ext} = m.\vec{a}}$$

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°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 cm ↔ 0,02 $m.s^{-1}$. 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 cm ↔ 0,1 $m.s^{-2}$. Tracer le vecteur $m.\vec{a}_8$ avec l'échelle des forces: 1 cm ↔ 0,04 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 $\Delta\ell$: $F_8 = k.\Delta\ell = k.(\ell_8 - \ell_o)$. 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 $m.\vec{a}_8$. Conclure.


M_o
O

CORRECTION DEUXIEME LOI DE NEWTON

1) Enregistrement de la trajectoire

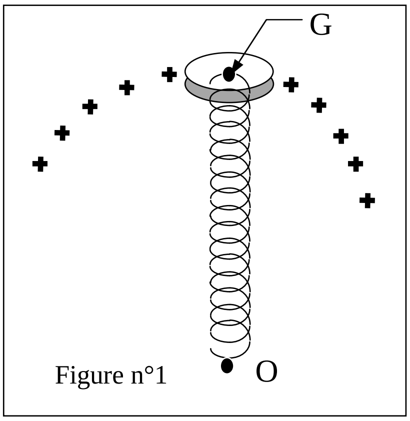


Figure n°1

a) Le système étudié est le mobile autoporteur.
Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces appliquées au système:
- poids $\vec{P}$
- réaction $\vec{R}$ de la table (verticale vers le haut car pas de frottements)
- la force de rappel du ressort: $\vec{F}$

Représentation des forces sur la figure n°2.

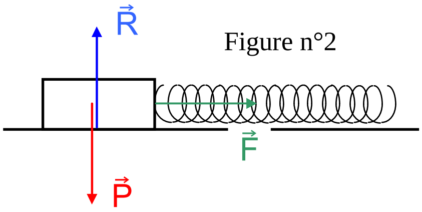


Figure n°2

b) Dans l'hypothèse du modèle sans frottement, on obtient la relation vectorielle:
$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m.\vec{a}$ or $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ donc: $\boxed{\vec{F} = m.\vec{a}}$

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

a) Calcul des valeurs des vitesses v_7 et v_9 en $m.s^{-1}$:

$\mathbf{v_7} = \frac{M_6M_8}{2\tau} = \frac{1,8.10^{-2}}{120.10^{-3}} = \mathbf{0,15\ m.s^{-1}}$ et $\mathbf{v_9} = \frac{M_8M_{10}}{2\tau} = \frac{2,1.10^{-2}}{120.10^{-3}} = \mathbf{0,175\ m.s^{-1}}$

Avec l'échelle des vitesses 1 cm ↔ 0,02 $m.s^{-1}$, les vecteurs $\vec{v}_7$ et $\vec{v}_9$ ont pour longueur respectivement 0,15 / 0,02 = 7,5 cm et 0,175 / 0,02 = 8,8 cm

Tracés des vecteurs et report des vecteurs - $\vec{v}_7$ et $\vec{v}_9$ au point M_8.

b) Construction du vecteur $\Delta\vec{v} = \vec{v}_9 - \vec{v}_7$ au point M_8.
Le vecteur $\Delta\vec{v}$ mesure 3,1 cm donc avec l'échelle des vitesses 1 cm ↔ 0,02 $m.s^{-1}$ on a: $\mathbf{\Delta v} = 3,1 \times 0,02 = \mathbf{6,2.10^{-2}\ m.s^{-1}}$
Le vecteur $\Delta\vec{v}$ est dirigé vers le point O.

c) Calcul de la valeur a_8 de l'accélération au point M_8 : $\mathbf{a_8} = \frac{\Delta v}{2\tau} = \frac{6,2.10^{-2}}{120.10^{-3}} = \mathbf{0,52\ m.s^{-2}}$

Tracé du vecteur $\vec{a}_8$ avec l'échelle des accélérations: 1 cm ↔ 0,1 $m.s^{-2}$. Le vecteur $\vec{a}_8$ mesure 0,52 / 0,1 = 5,2 cm.
Avec m = 580 g = 0,580 kg on a: $\mathbf{m.a_8 = 0,30\ N}$

Tracé du vecteur $m.\vec{a}_8$ avec l'échelle des forces: 1 cm ↔ 0,04 N. $\mathbf{m.\vec{a}_8}$ mesure 0,30 / 0,04 = **7,5 cm**
Les vecteurs $\vec{a}_8$ et $m.\vec{a}_8$ sont colinéaires et dirigés vers le point O.

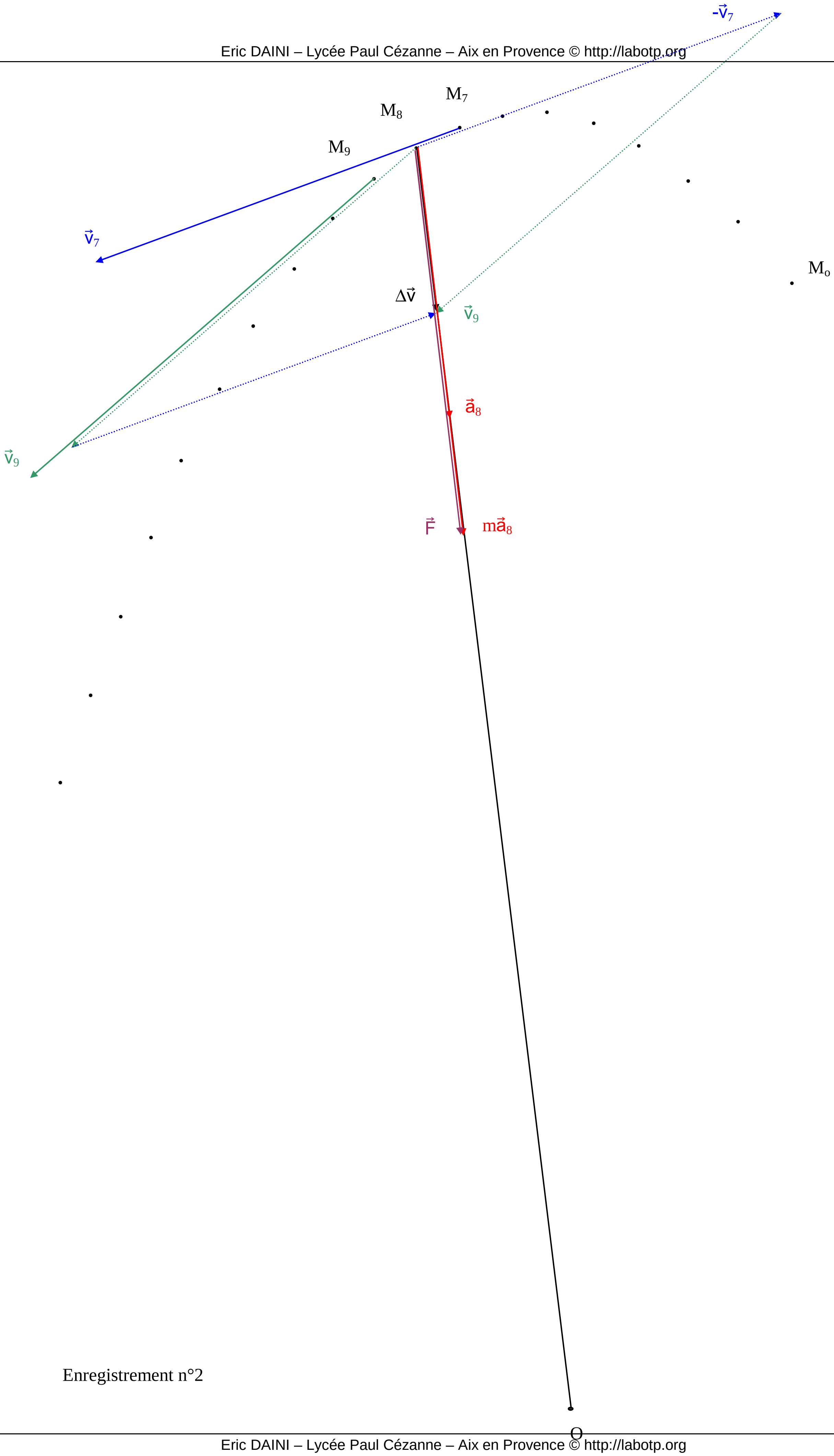
2) Construction de la force de rappel $\vec{F}_8$ du ressort au point M_8

a) Tracé de la droite M_8O.
La direction et le sens de la force de rappel $\vec{F}_8$ du ressort sont selon la droite M_8O, car le ressort tend à ramener le solide vers le point O.

b) La valeur de F_8 est proportionnelle à son allongement Δl: $F_8 = k.\Delta l = k.(l_8 - l_o)$.
On mesure l_8 sur le document: $l = OM_8 = 24,5$ cm
$\mathbf{\Delta l} = (l - l_o) = 24,5 - 12,6 = 11,9$ cm = $\mathbf{1,19.10^{-1}\ m}$ et $\mathbf{F_8} = k.\Delta l = 2,5 \times 1,19.10^{-1} = \mathbf{0,30\ N}$

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

d) Les normes et les directions des vecteurs $\vec{F}_8$ et $m.\vec{a}_8$ sont identiques: on a donc la relation $\boxed{\vec{F}_8 = m.\vec{a}_8}$



Enregistrement n°2