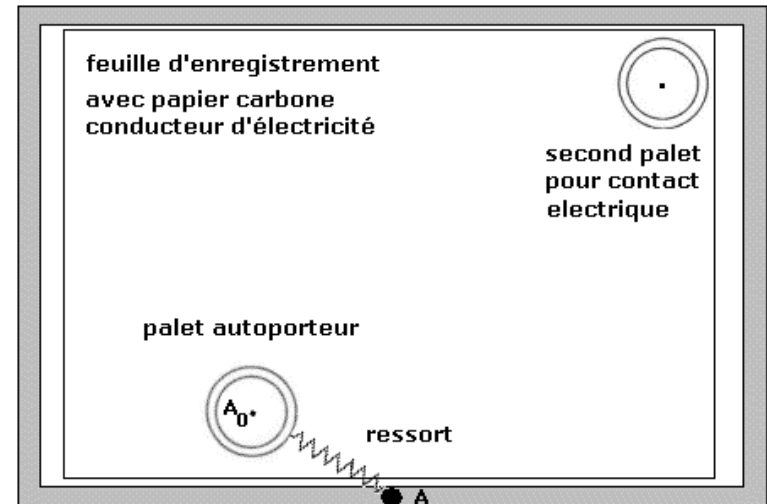


Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

I. Le dispositif expérimental

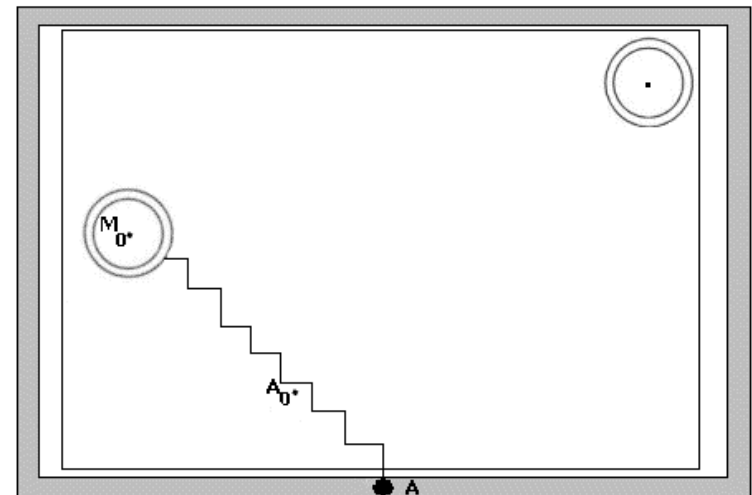
Avant l'expérience :

- le ressort est au repos
- le palet autoporteur est immobile



A la date $t_0 = 0$:

- on écarte le palet de sa position de repos
- on communique au centre d'inertie du mobile une vitesse v_0 horizontale et perpendiculaire au fil.

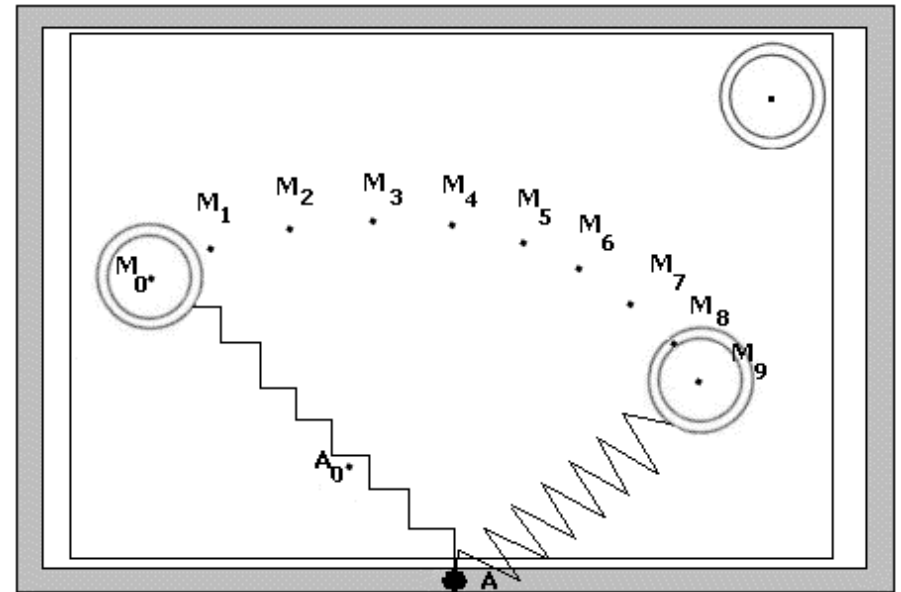


Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

I. Le dispositif expérimental (suite)

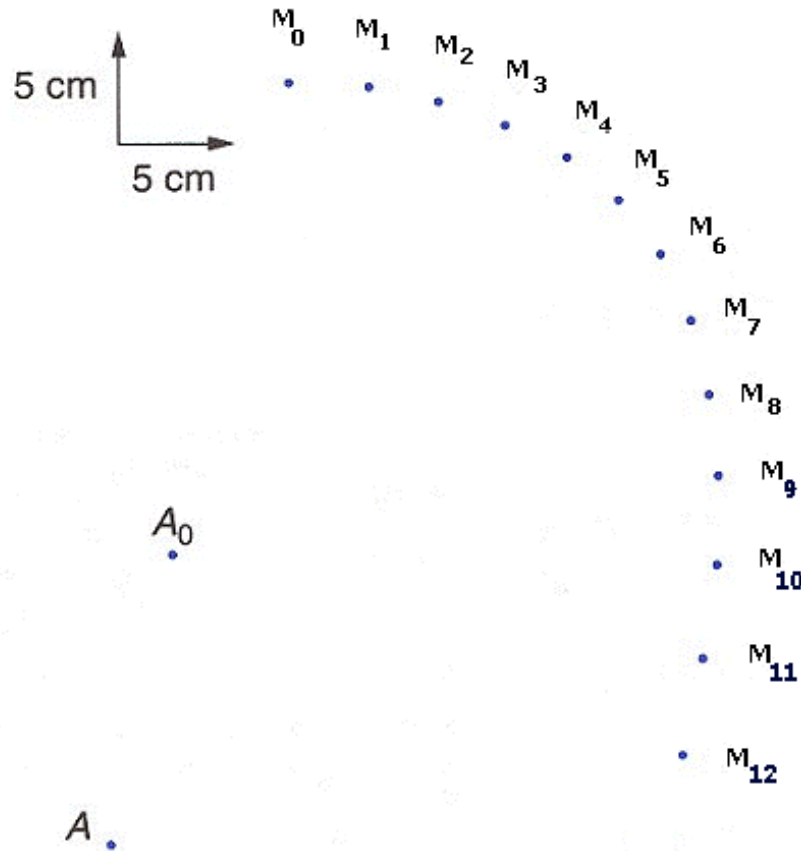
Pendant l'expérience :

- on enregistre les positions de G sur la feuille à intervalles de temps égaux



Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

II. Enregistrement obtenu



intervalle de temps $\tau = 60$ ms

masse du palet $m = 0,99$ kg

raideur du ressort $k = 20$ Nm

Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

III. Référentiel, système, bilan des forces

1. Référentiel : L'étude s'effectue dans le référentiel terrestre supposé galiléen

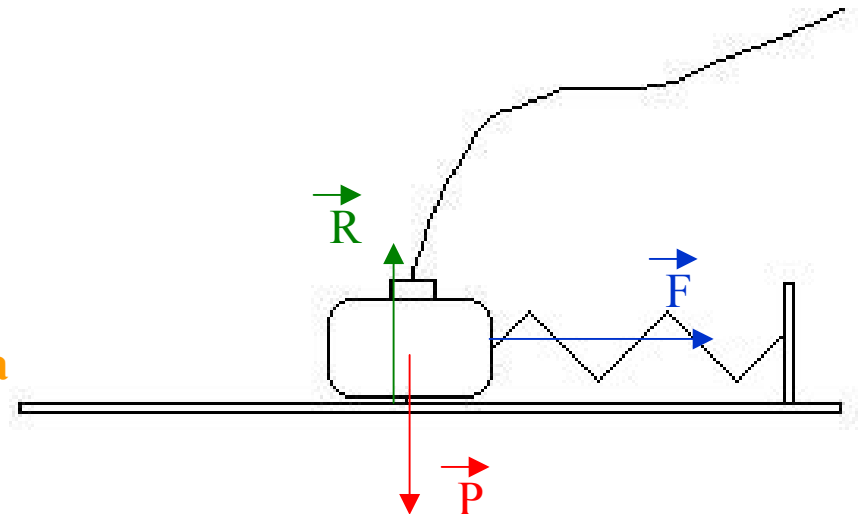
Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié

2. Système : Le système étudié est le palet autoporteur

3. Bilan des forces :

- Le poids
- La réaction du support
- La tension du ressort

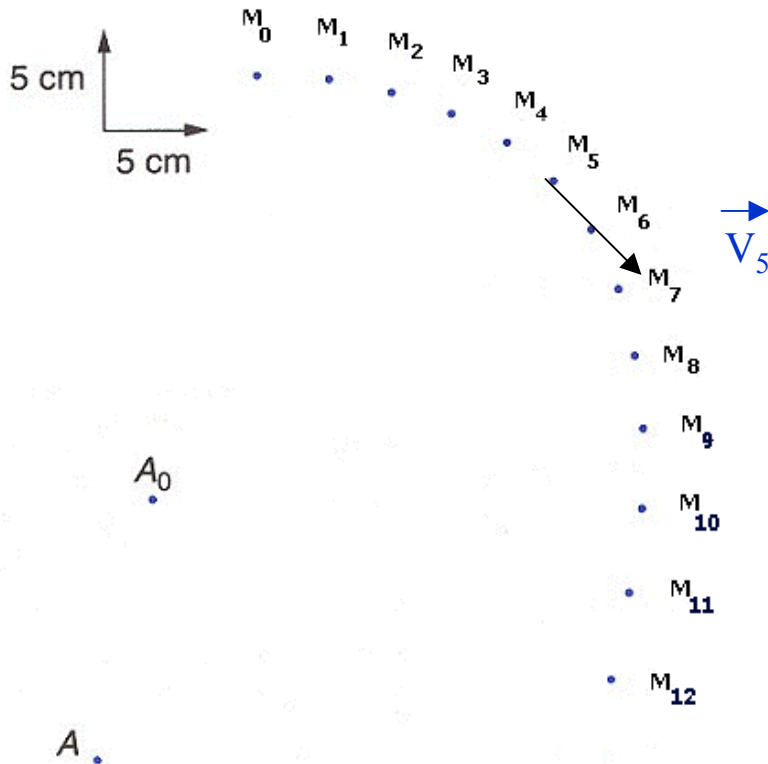
La somme des forces se réduit à la seule force exercée par le ressort



Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

IV. Détermination graphique des vecteurs vitesse

1. Détermination graphique du vecteur vitesse \vec{V}_5



a- On mesure les distances M_4M_5 et M_5M_6 et on détermine M_4M_6

$$M_4M_6 = 6,0 \text{ cm} = 0,060 \text{ m}$$

b- On détermine la durée du trajet entre M_4 et M_6

$$2\tau = 120 \text{ ms} = 0,12 \text{ s}$$

c- On calcule la norme du vecteur vitesse \vec{V}_5

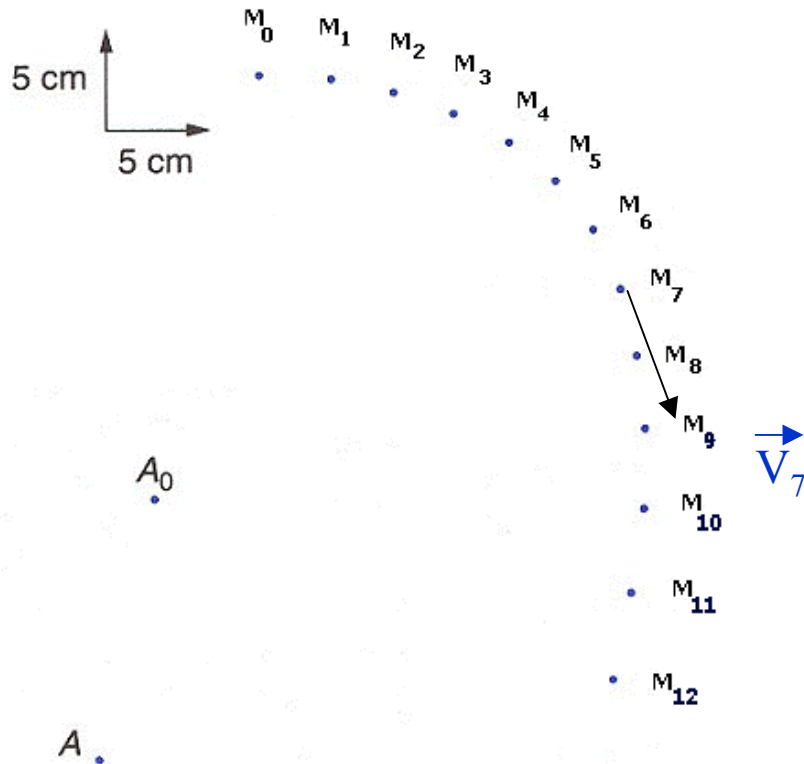
$$V_5 = \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{0,060}{0,12} = 0,50 \text{ m/s}$$

d- On représente le vecteur vitesse \vec{V}_5 en prenant une échelle tel que : 1 cm : 0,1 m/s

Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

IV. Détermination graphique des vecteurs vitesse (suite)

2. Détermination graphique du vecteur vitesse \vec{V}_7



a- On mesure les distances M_6M_7 et M_7M_8 et on détermine M_6M_8

$$M_6M_8 = 6,6 \text{ cm} = 0,066 \text{ m}$$

b- On détermine la durée du trajet entre M_6 et M_8

$$2\tau = 120 \text{ ms} = 0,12 \text{ s}$$

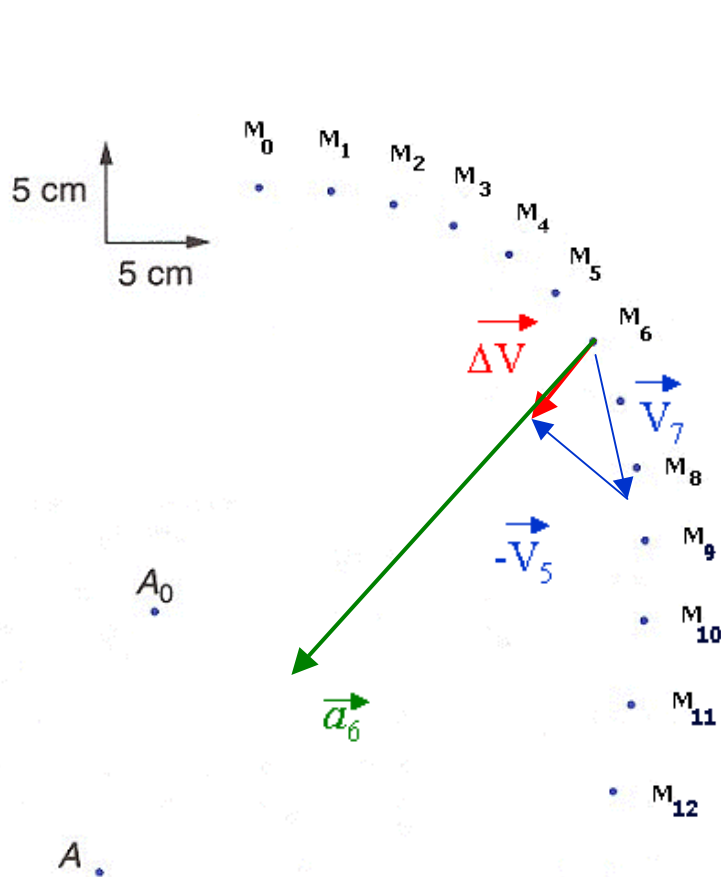
c- On calcule la norme du vecteur vitesse \vec{V}_7

$$V_7 = \frac{M_6M_8}{2\tau} = \frac{0,066}{0,12} = 0,55 \text{ m/s}$$

d- On représente le vecteur vitesse \vec{V}_7 en prenant une échelle tel que : 1 cm : 0,1 m/s

Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

V. Détermination graphique du vecteur accélération \vec{a}_6



Par définition, le vecteur accélération \vec{a}_6 est égal à

$$\vec{a}_6 = \frac{\vec{V}_7 - \vec{V}_5}{2\tau}$$

a- On détermine le vecteur accélération graphiquement en mesurant dans un premier temps $\Delta \vec{V}$.
(on reporte les vecteurs en M_6)

b- On calcule la norme du vecteur accélération a_6

Le vecteur $\Delta \vec{V}$ mesure 2,3 cm, alors $\Delta V = 0,23 \text{ m/s}$
on en déduit la norme de $\vec{a}_6 = \frac{0,23}{0,12} = 1,92 \text{ m.s}^{-2}$

c- On trace le vecteur accélération en utilisant une nouvelle échelle 1cm : 0,1 m.s⁻² soit un vecteur de 19,2 cm !

Approche expérimentale de la deuxième loi de Newton

VI. Comparaison du produit de la masse m et de l'accélération a avec la norme de la force \vec{F}

1. Calcul du produit ma

$$ma = 0,99 \times 1,92 = 1,90 \text{ kg.m.s}^{-2}$$

2. L'intensité de la force peut être déterminée par la relation liée au ressort $F = k(l - l_0)$
On trouve $F = 1,90 \text{ N}$

3. Le vecteur accélération est colinéaire au vecteur force

La deuxième loi de Newton, dans un référentiel galiléen, s'écrit :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$$