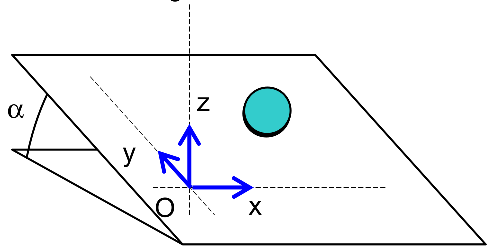
ACTIVITE « CINEMATIQUE ET 2EME LOI DE NEWTON »

On étudie le mouvement d'un mobile autoporteur M (m = 0,277 kg) sur un plan incliné d'un angle α = 15° avec l'horizontale. Les positions du mobile sont numérisées avec un intervalle τ entre chaque acquisition égal à 35 ms.



On a montré en classe de première que les vecteurs $\Delta\overrightarrow{v_G}$ et $\sum\vec{F}$ avaient même direction et même sens. Nous allons maintenant préciser davantage la relation qui existe entre $\Delta\overrightarrow{v_G}$ et $\sum\vec{F}$.

ETUDE CINEMATIQUE

On commence par étudier la **cinématique** du mouvement, c'est-à-dire par évaluer les vecteurs vitesse et accélération, sans s'intéresser particulièrement à la *cause* de leur évolution.

❶ Sur le graphe de la trajectoire (voir deuxième page), évaluez et tracez les vecteurs vitesses (valeurs moyennes) $\overrightarrow{v_{G1}}$, $\overrightarrow{v_{G2}}$, $\overrightarrow{v_{G3}}$ du mobile en trois points consécutifs M_1, M_2 et M_3.

❷ Calculez et tracez le **vecteur accélération** (valeur moyenne) $\overrightarrow{a_{G2}}$ en M_2, tel que $\overrightarrow{a_{G2}} = \dfrac{\overrightarrow{v_{G3}} - \overrightarrow{v_{G1}}}{2\tau}$.

Pour aller plus vite, vous allez maintenant traiter numériquement, **à l'aide d'un tableur**, les enregistrements de la position du mobile (tableau ci-dessous).

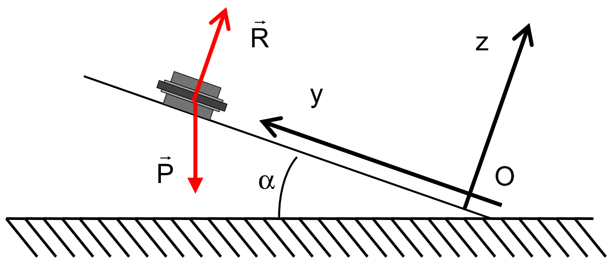
❸ Calculez pour chaque point, sachant que l'on note $\overrightarrow{v_G}\begin{vmatrix} v_{Gx} \\ v_{Gy} \end{vmatrix}$ et $\overrightarrow{a_G}\begin{vmatrix} a_{Gx} \\ a_{Gy} \end{vmatrix}$,

- les valeurs de v_{Gx} et de v_{Gy} (coordonnées du vecteur vitesse moyen),
- les valeurs de a_{Gx} et de a_{Gy} (coordonnées du vecteur accélération moyen).

Montrez (en traçant a_{Gx} en fonction de t et a_{Gy} en fonction de t) que $\overrightarrow{a_G}$ est de même direction que l'axe (Oy), qu'il est dirigé dans le sens des y négatifs, et que sa valeur est sensiblement constante (songez que l'on calcule des valeurs **moyennes** et que cela génère des fluctuations importantes !).

ETUDE DYNAMIQUE

On s'intéresse maintenant à la **dynamique** du phénomène, c'est à dire que l'on étudie l'influence des forces sur le mouvement.

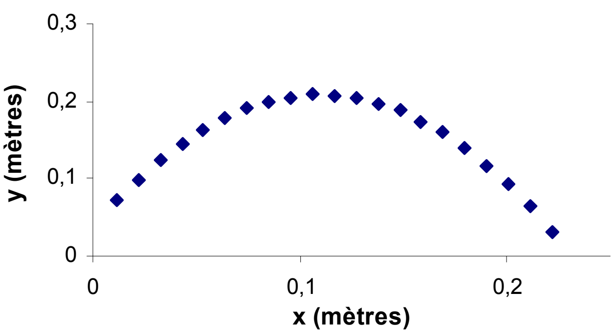


❹ Précisez le système étudié, le référentiel d'étude, et dressez l'inventaire des forces appliquées au système.

❺ Soit $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$ la somme des forces extérieures appliquées au système. Calculez les coordonnées F_x et F_y de ce vecteur dans le repère (O,x,y). Montrez que $\vec{F}$ est, comme $\overrightarrow{a_G}$, constant, de même direction que l'axe (Oy), et dirigé dans le sens des y négatifs.

❻ En déduire que l'on peut donc écrire $\vec{F} = k\,\overrightarrow{a_G}$, où k est une constante que l'on évaluera.

❼ Comparer la valeur de k obtenue à celle de la masse m.
En déduire ce que l'on appellera la **seconde loi de Newton**.



t en secondes	x (t) en mètres	y (t) en mètres
0,105	0,01151	0,07169
0,140	0,02208	0,09921
0,175	0,03259	0,12364
0,210	0,04306	0,14515
0,245	0,05354	0,16334
0,280	0,06404	0,17885
0,315	0,07468	0,19104
0,350	0,08508	0,19971
0,385	0,09554	0,20514
0,420	0,10610	0,20780
0,455	0,11674	0,20853
0,490	0,12727	0,20472
0,525	0,13772	0,19787
0,560	0,14819	0,18777
0,595	0,15877	0,17581
0,630	0,16910	0,15817
0,665	0,17974	0,13882
0,700	0,19021	0,11650
0,735	0,20085	0,09269
0,770	0,21128	0,06398
0,805	0,22165	0,03281

Attention : ce graphe ne représente qu'une partie de la trajectoire. De plus, **il n'est pas à l'échelle**.

Les ordonnées sont comprises entre 0,1 m et 0,2 m (voir axe). Les abscisses sont comprises entre 0 et 0,1 m.

Pour le tracé des **vitesses**, on prendra comme échelle :
1 cm pour 0,1 m.s^{-1}.

Pour le tracé de **l'accélération** en M_2, on prendra comme échelle :
1 cm pour 0,5 m.s^{-2}.