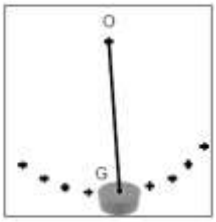
Lycée Joliot Curie à 7	***PHYSIQUE- Chapitre 4***	Classe de Ter Spé φχ
Activité documentaire Cours n°4 « Décrire un mouvement»		Nom : …………………… Prénom : ………………..

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 expérimentale d'un mouvement circulaire et uniforme

1- Expérience :



On lance un mobile sur coussin d'air (pas de frottements) de masse m = 450 g retenu par un fil tendu sur une et on enregistre le mouvement de son centre d'inertie **G**. On obtient l'enregistrement page 4.
La durée séparant deux marques consécutives est constante: τ = **40 ms**. On note **O** le centre de la trajectoire, **R** son rayon, G_0, G_1, …... les positions successives du centre de gravité *G* du mobile.

Tout objet ponctuel ou/et son centre gravité G dans l'espace, est repéré par trois coordonnées x(t), y(t), z(t), fonction du temps t, dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$,) associé au référentiel. On définit alors le vecteur position $\overrightarrow{OG}$ tel que

$$\overrightarrow{OG} = x(t).\vec{i} + y(t).\vec{j} + z(t).\vec{k}$$

x(t), y(t), z(t) sont appelées <u>équations horaires</u>

a- Tracez, à main levée, la trajectoire du mouvement. Quelle est la trajectoire du mouvement ? Que peut-on supposer sur la vitesse de l'objet ? En déduire la nature du mouvement du centre de gravité *G* du mobile ? …………………………

……

……

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

La trajectoire d'un point matériel est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du temps.

2- Construction des vecteurs vitesses $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_3$

La vitesse traduit le déplacement dans le temps du centre de gravité dans le temps, c'est-à-dire une variation du vecteur position $\overrightarrow{OG}$. **On peut donc exprimer le vecteur vitesse de plusieurs façon**

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \frac{\Delta\overrightarrow{OG}}{\Delta t} \quad \text{soit } \vec{v} = v_x(t).\vec{i} + v_y(t).\vec{j} + v_z(t).\vec{k}$$

$$\text{avec } v_x(t)=\frac{dx}{dt} \;;\; v_y(t)=\frac{dy}{dt} \text{ et } v_z(t)=\frac{dz}{dt}$$

Remarque: le vecteur vitesse en un point est toujours tangent à la trajectoire et dans le même sens que celui du mouvement.

En physique, la dérivée est notée $\frac{d\ldots}{dt}$ et non (…)' comme en math.

Dans notre cas, nous utiliserons $\vec{v} = \frac{\Delta\overrightarrow{OG}}{\Delta t}$

Au point G_1, $\vec{v}_1 = \frac{\Delta\overrightarrow{OG}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{OG_2}-\overrightarrow{OG_0}}{t_2-t_1} = \frac{\overrightarrow{OG_2}+\overrightarrow{G_0O}}{t_2-t_1} = \frac{\overrightarrow{G_0O}+\overrightarrow{OG_2}}{t_2-t_1} = \frac{\overrightarrow{G_0G_2}}{2\tau}$

Soit la valeur (la norme) du vecteur vitesse en G_1 est : $v_1 = \frac{G_0G_2}{2\tau}$

En physique, la valeur d'un vecteur $\vec{v}$ se note simplement v et non $\|\vec{v}\|$ comme en math.

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

v_1 =

v_3=

Conclusion : ……… ……………………………………………
…………………………………………………………………………………………

b- Dessiner les vecteurs vitesses $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_3$ avec l'échelle: 1 cm ↔ 0,1 m.s^{-1}. Pour cela vous calculerez les longueurs des vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_3$ à l'échelle notées $L_{\vec{v}_1}$ et $L_{\vec{v}_3}$. Comment sont orientés ces vecteurs ?

$L_{\vec{v}_1}$ =

$L_{\vec{v}_3}$ =

3- Vecteur accélération $\vec{a}_2$ au point G_2 :

Le vecteur accélération $\vec{a}$, dans un mouvement, traduit une variation du vecteur vitesse $\vec{v}$
C'est pourquoi **le vecteur accélération $\vec{a}$ est défini comme étant la dérivée du vecteur vitesse $\vec{v}$ par rapport au temps dt**.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Sur un mouvement au point M_2, on peut aussi définir l'accélération $\vec{a}_2$ comme étant une variation de vecteur vitesse $\Delta\vec{v}_2 = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$ entre les points M_1 et M_3 sur une durée $\Delta t = t_3 - t_1 = 2\tau$:

$$\vec{a}_2 = \frac{d\vec{v_2}}{dt} = \frac{\Delta\vec{v_2}}{\Delta t} = \frac{\vec{v_3} - \vec{v_1}}{2\tau}$$

a- Reporter ***très soigneusement*** au point G_2 les vecteurs $\vec{v}_3$ *et* $-\vec{v}_1$
b- Construire ***très soigneusement*** au point G_2, le vecteur $\Delta\vec{v}_2 = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$.
Laisser les traits de construction au crayon à papier.
c- En utilisant l'échelle des vitesses, déterminer la valeur du vecteur $\Delta\vec{v_2}$ en m.s^{-1} et calculer l'intensité du vecteur $\vec{a}_2$ sachant que $a_2 = \dfrac{\Delta v_2}{2 \times \tau}$

$L_{\Delta\vec{v}_2}$ = ……………… cm donc a_2= = m.s^{-2}

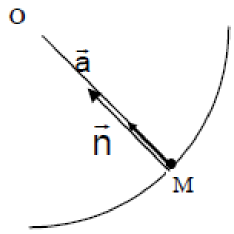
d- Représenter le vecteur $\vec{a}_2$ avec l'échelle des accélérations: 1 cm ↔ 0,5 m.s^{-2}. Pour cela vous calculerez la longueur du vecteur $\vec{a}_2$ à l'échelle notée $L\vec{a}_2$:

$L_{\vec{a}_2}$ =

e- Dans quelle direction particulière est orienté le vecteur $\vec{a}_2$?
………

f- Comparer a_2 et $\dfrac{v_2^2}{R}$. Conclusion ?

$\dfrac{v_2^2}{R}$ = ……………………… = …………… et a_2 = …………………… On en conclut que

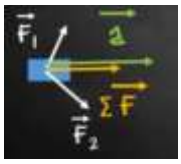


Dans le cas d'un **mouvement circulaire uniforme**, l'accélération $\vec{a}$ s'écrit

$\vec{a} = \frac{v^2}{R}\vec{n}$ avec $\vec{n}$ vecteur unitaire normal (voir schéma).

ou $a = \dfrac{v^2}{R}$

4- Seconde loi de Newton : La plus utilisée en terminale des 3 lois

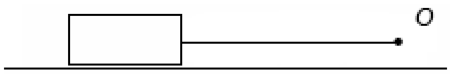


La seconde loi de la dynamique ou principe fondamental de la dynamique, nous dit que, dans un référentiel galiléen, que la somme vectorielle des forces extérieures $\sum\vec{F}_{ext}$ qui s'exercent sur un objet est égale la masse du système étudiée fois le vecteur accélération :

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

$\sum\vec{F}_{ext}$ est souvent appelée résultantes des forces

a- Définir le système étudié et le référentiel d'étude. Faire le bilan des forces appliquées au système et les représenter sur la figure ci-contre.



Système étudié : {autoporteur}

Référentiel d'étude : référentiel lié à la salle

Bilan des forces appliquées au système :

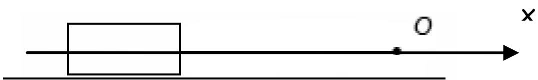
Son poids $\vec{P}$	La réaction du sol : $\vec{R}$	La tension du fil : $\vec{T}$
Direction : …………………………… Sens : ……………………………… Point d'application : ……………………………………………………	Direction : …………………………… Sens : ……………………………… Point d'application : ……………………………………………………	Direction : …………………………… Sens : ……………………………… Point d'application : ……………………………………………………

Représentez ces 3 forces sur le schéma ci-dessus

b- Dans l'hypothèse du modèle sans frottement, que devient la relation vectorielle $\sum\vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$

Sans frottements, le poids et la réaction du sol se compensent…

Dessinez les vecteurs $\vec{T}$ et $\vec{a}$ sur l'axe (Ox)



Projetons cette égalité sur l'axe (Ox)

En déduire la valeur de la tension T :

Vous pouvez visualiser la vidéo n°4 du chapitre 5 sur la projection d'un vecteur sur un axe

Enregistrement