TRACE DE VECTEURS VITESSE ET ACCELERATION

CONTEXTE DU SUJET

Données : g = 10 N.kg^{-1} ,
masse de l'ensemble {Tonton Robert+ moto} : m = 300 kg

Au cours des 24h du Mans, une partie du circuit effectué par Tonton Robert a été analysée. Trois mouvements bien distincts ont pu être étudiés.
Dans tout le problème, on assimilera l'ensemble {Tonton Robert + moto} à un solide indéformable.

❶ MOUVEMENT RECTILIGNE À VITESSE CONSTANTE

La moto se déplace avec une vitesse V constante égale à 55,0 m.s^{-1} sur un sol horizontal et rectiligne. L'objectif de cette première partie est de déterminer si les frottements de l'air peuvent être négligés à une telle vitesse.

1. Convertir cette vitesse en km.h^{-1}

2. Que peut-on dire de la résultante des forces qui s'appliquent sur l'ensemble {Tonton Robert + moto} ? Justifier la réponse.

3. Faire un bilan des forces qui s'appliquent sur l'ensemble {Tonton Robert + moto}. On considèrera dans un premier temps que les frottements de l'air sont négligeables.

4. Sur le schéma (1) du ***document 1*** sont représentées toutes les forces d'interaction entre le sol et les roues de la moto à l'échelle 1cm pour 500N.

- Identifier ces forces, en indiquant, sur le schéma 1, leurs noms sous la forme $\vec{F}_{A/B}$.
- Préciser, en justifiant à l'aide du schéma, quelle est la roue motrice de la moto (frottements dans le sens du mouvement).

5. Donner les caractéristiques de la force exercée par la Terre sur le système et la représenter sur le schéma, en respectant l'échelle donnée.

6. Tracer la somme des trois vecteurs au point G sur le schéma 2. Quelle conclusion pouvez-vous tirer de votre construction vectorielle ?

7. Déterminer la valeur de la force exercée par l'air permettant un mouvement rectiligne uniforme.

❷ MOUVEMENT RECTILIGNE ACCÉLÉRÉ

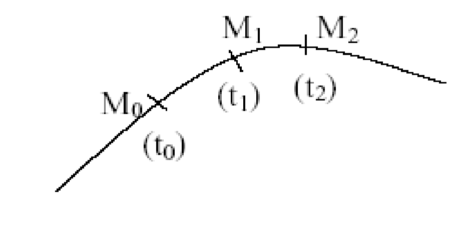
Après un ravitaillement, Tonton Robert s'élance avec une vitesse nulle sur la piste rectiligne en maintenant une accélération constante.

Une chronophotographie (en vue de dessus) représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système est donnée **en annexe 2**.

La durée τ = 800 ms sépare deux positions successives du centre d'inertie G. À t = 0, le centre d'inertie du système est au point A (G_0 sur la chronophotographie).

Un peu de cours de première : Comment tracer un vecteur vitesse instantanée ?

La vitesse (instantanée) $V_1(t)$ d'un point mobile M, à une date t_1, peut être assimilée à la vitesse moyenne de ce point calculée entre deux instants très proches encadrant l'instant t_1.



$$\overrightarrow{v_1(t)} = \overrightarrow{v_1} = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2 - t_1} = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{\Delta t}$$

On note M_1M_2, la distance entre le point M_1 (position occupée par le point M à l'instant t_1) et le point M_2 (position occupée par le point M à l'instant t_2).

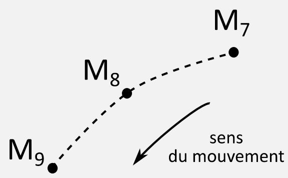
1. Exprimer les valeurs des vitesses $\overrightarrow{v_2}$, $\overrightarrow{v_3}$ et $\overrightarrow{v_4}$ du centre d'inertie G aux points G_2, G_3 et G_4 puis les calculer en vous appuyant sur la partie de cours précédente.

2. Représenter les vecteurs vitesses $\overrightarrow{v_3}$ et $\overrightarrow{v_4}$ sur l'annexe 2 en respectant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 $m.s^{-1}$.

Remarque : Le vecteur vitesse par le modèle centré

Une autre approche du tracé du vecteur vitesse, dite « **centrée** », consiste à tenir compte de la position avant le point et celle après le point.

$$\overrightarrow{V_8} \simeq \frac{\overrightarrow{M_7M_9}}{t_9 - t_7}$$



3. Représenter **sur l'annexe**, le vecteur variation de vitesse entre les points 3 et 4 $\overrightarrow{\Delta v_{3\to4}} = \overrightarrow{v_4} - \overrightarrow{v_3}$. **(Visualiser la vidéo sur le tracé du vecteur variation de vitesse).**

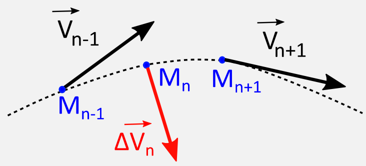
Capsule

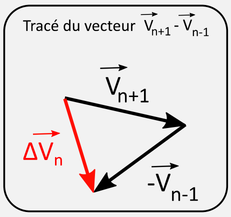
Remarque :

Vecteur « variation de vitesse » $\Delta\vec{V}$

En conservant la méthode « centrée », le vecteur variation de vitesse à la position M_n s'approche par : $\vec{\Delta V_n} \simeq \vec{V}_{n+1} - \vec{V}_{n-1}$

Il se construit graphiquement de la manière suivante :





4. Donner les caractéristiques (direction, sens et valeur) de la résultante des forces s'exerçant sur Tonton Robert et sa moto.

La vidéo qui suit illustre le document ci-dessus mais va plus loin en introduisant la deuxième loi de Newton.

5. Quelle relation peut-on établir entre le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$, la durée Δt et le vecteur accélération $\vec{a}(t)$?

Capsule vidéo

6. Déterminer la valeur de $\vec{a}(t)$ au point 2 en appliquant le modèle centré pour exprimer le vecteur variation de vitesse.

❸ MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME

En maintenant une vitesse de 25,0 m.s^{-1}, Tonton Robert aborde un virage circulaire, de centre O et pour se maintenir en équilibre, il se penche vers l'intérieur du virage. Dans cette partie, les frottements dus à l'air sont négligés.

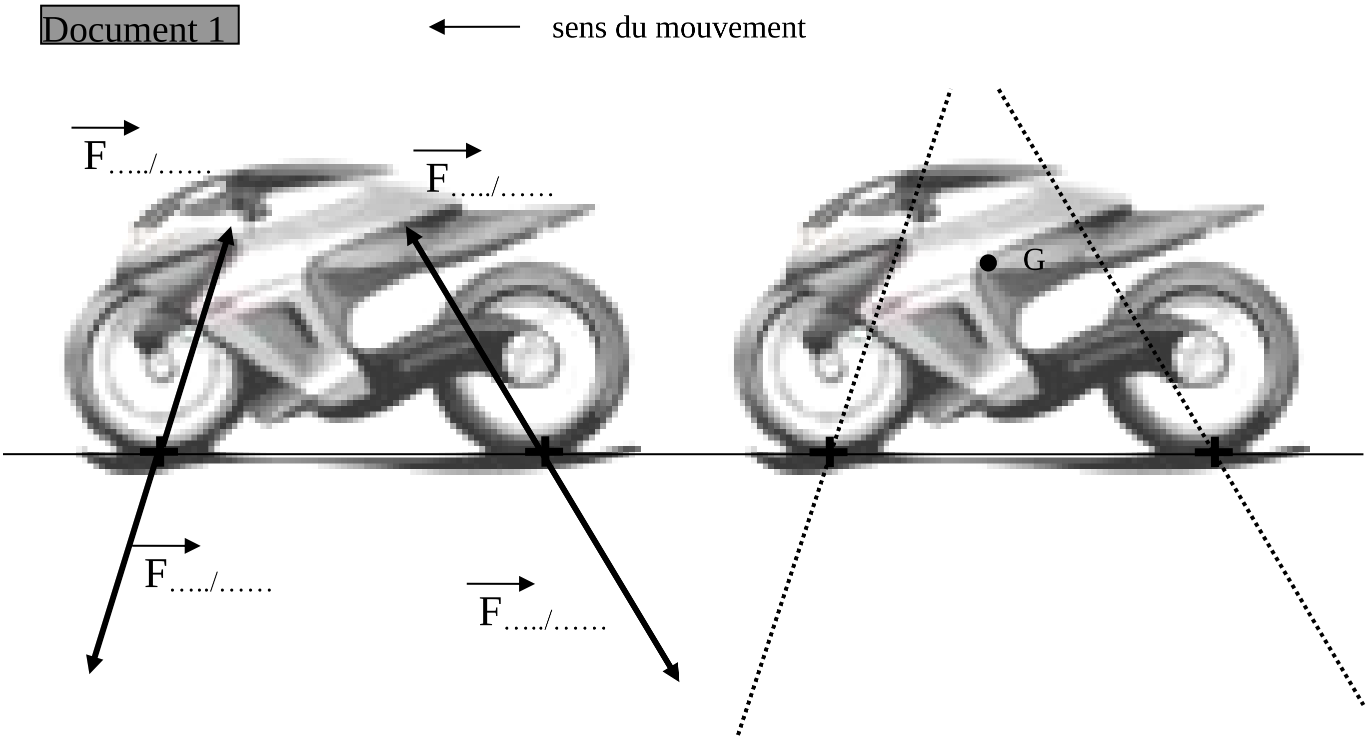
1. En considérant les positions 1, 2 et 3 sur la trajectoire (***document 3)***, définir le vecteur variation de vecteur vitesse $\overrightarrow{\Delta v_2}$ au point 2 en appliquant la méthode centrée.

2. Tracer $\overrightarrow{\Delta v_2}$
3. En déduire le sens et la direction de $\overrightarrow{a_2(t)}$. Commenter.

ANNEXES

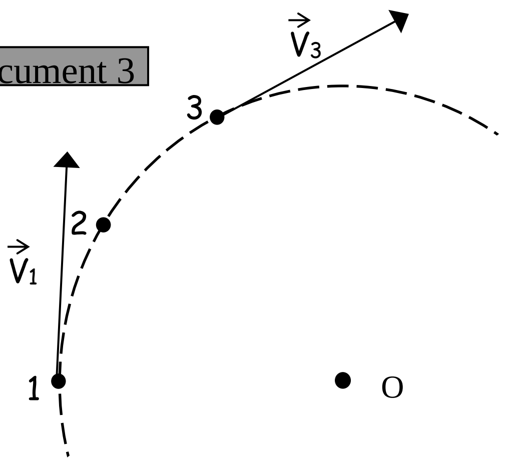
ANNEXE 1 (PARTIE 1) :

Document 1



ANNEXE 3 (PARTIE 3) :

Document 3



Vue de dessus

ANNEXE 2 (PARTIE 2) :

Document 2

1. Chronophotographie représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système :

Échelle : 2 m