

EXERCICE : RECORD DE SAUT EN LONGUEUR À MOTO

Le 31 mars 2008, l'Australien Robbie Maddison a battu son propre record de saut en longueur à moto à Melbourne. La Honda CR 500, après une phase d'accélération, a abordé le tremplin avec une vitesse de 160 km.h^{-1} et s'est envolée pour un saut d'une portée égale à 107 m .

Dans cet exercice, on étudie la phase d'accélération du motard (de A à B) (voir figure 1),

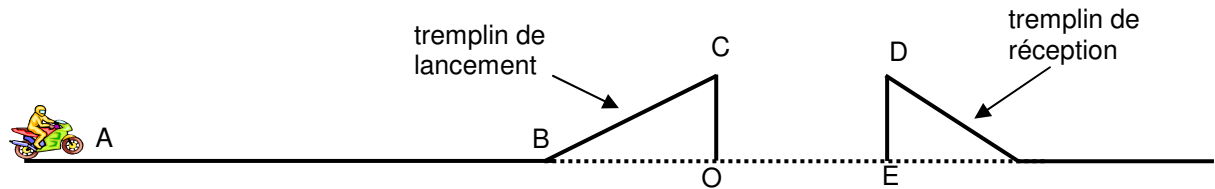


Figure 1.

Dans tout l'exercice, le système {motard + moto} est assimilé à son centre d'inertie G. L'étude est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. On pose $h = OC = ED$

Données :

- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- Masse du système : $m = 180 \text{ kg}$
- $L = BC = 7,86 \text{ m}$

1. La phase d'accélération du motard.

On considère que le motard s'élance, avec une vitesse initiale nulle, sur une 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 à rendre avec la copie**.

La durée $\tau = 0,800 \text{ s}$ 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).

1.1. Exprimer les valeurs des vitesses $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ du centre d'inertie G aux points G_2 et G_4 puis les calculer.

1.2. Représenter les vecteurs vitesses $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ sur l'annexe 1 en respectant l'échelle suivante : $1 \text{ cm pour } 2 \text{ m.s}^{-1}$.

1.3. Représenter **sur l'annexe**, le vecteur $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$. Conclure.

1.4. En déduire le vecteur somme des forces $\sum \vec{F}$ au point G_3 .

1.5. Sont représentées ci-dessous les évolutions au cours du temps de la valeur v de la vitesse du motard (figure 2) et la distance d qu'il parcourt depuis la position G_0 (figure 3).

En utilisant la figure 2 et la figure 3, déterminer la distance parcourue par le motard lorsque celui-ci a atteint une vitesse de 160 km.h^{-1} .

Figure 2 : Valeur v de la vitesse du système en fonction du temps.

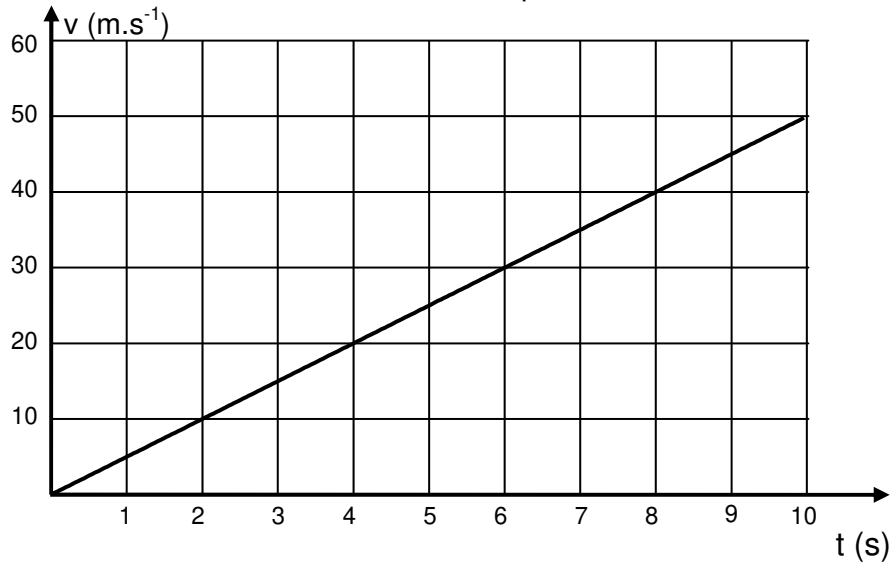
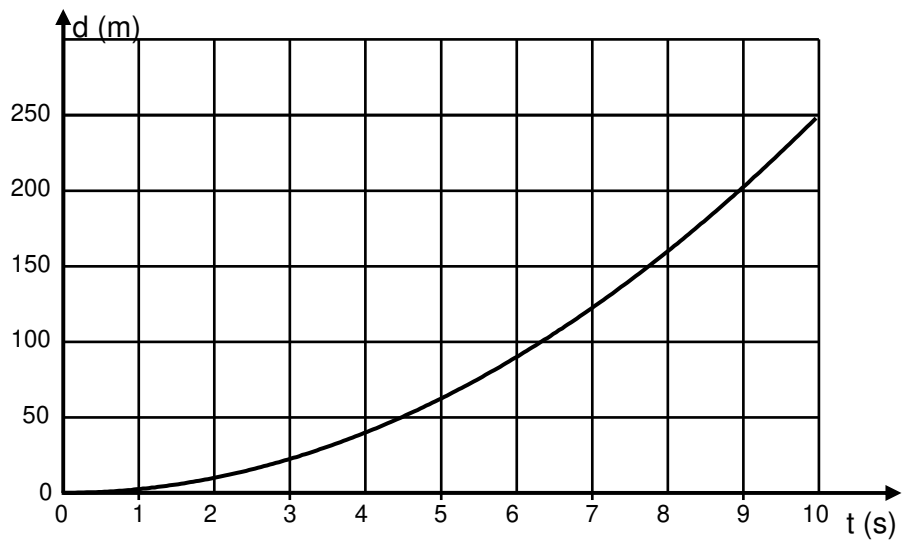


Figure 3 : Distance d parcourue par le système en fonction du temps



ANNEXE à rendre avec la copie

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

Échelle : 2 m



CORRECTION DE L'EXERCICE : RECORD DE SAUT EN LONGUEUR À MOTO

1. La phase d'accélération du motard.

1.1.
$$v_2 = \frac{G_1 G_3}{t_3 - t_1} = \frac{G_1 G_3}{2\tau}$$
 le facteur d'échelle donne : 1 cm (document) $\Leftrightarrow$ 2 m (réel)

avec $G_1 G_3 = 6,4$ cm sur le document donc réellement : $G_1 G_3 = 6,4 \times 2 / 1 = 12,8$ m

$$v_2 = \frac{12,8}{2 \times 0,800} = \mathbf{8,0 \text{ m.s}^{-1}}$$

$$v_4 = \frac{G_3 G_5}{t_5 - t_3} = \frac{G_3 G_5}{2\tau}$$

avec $G_3 G_5 = 12,8$ cm sur le document donc réellement : $G_3 G_5 = 12,8 \times 2 / 1 = 25,6$ m

$$v_4 = \frac{25,6}{2 \times 0,800} = \mathbf{16,0 \text{ m.s}^{-1}}$$

1.2. Voir ci-contre. Échelle des vitesses : 1 cm $\Leftrightarrow$ 2 m.s⁻¹ donc

$\vec{v}_2$ représenté par une flèche de $8,0 \times 1/2 = 4,0$ cm

$\vec{v}_4$ représenté par une flèche de $16,0 \times 1/2 = 8,0$ cm

Les vecteurs vitesses sont tangents à la trajectoire et orientés dans le sens du mouvement.

1.3. Voir ci-contre. Construction du vecteur $\Delta \vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$ en G_3 .

1.4. Expression du vecteur somme des forces $\sum \vec{F}$ au point G_3 :

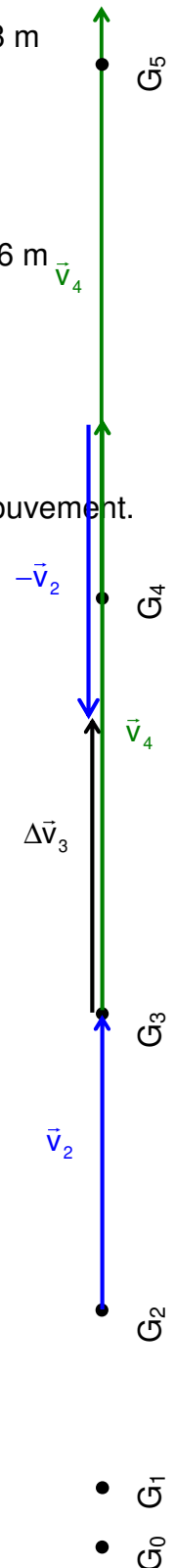
$$\sum \vec{F} = m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

En projetant sur l'axe x, $\sum F = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Or le vecteur $\Delta \vec{v}_3$ mesure 4,0 cm donc avec l'échelle des vitesses

1 cm $\Leftrightarrow$ 2 m.s⁻¹ ; $\Delta v_3 = 4,0 \times 2 / 1 = 8,0$ m.s⁻¹

Finalement : $\sum F = 180 \times \frac{8,0}{2 \times 0,800} = 900 \text{ N}$

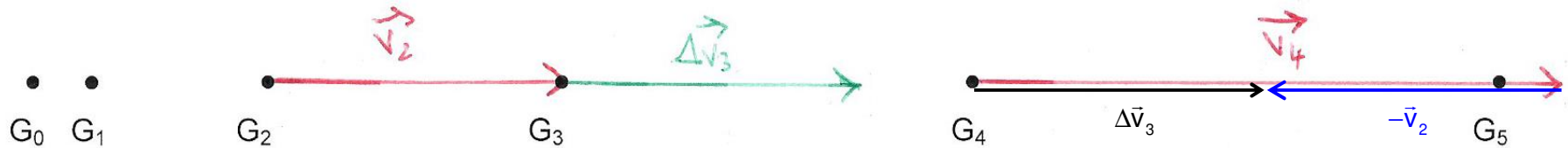


ANNEXE à rendre avec la copie

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

Échelle : 2 m

1 cm $\leftrightarrow$ 2 m
 6,4 cm $\leftrightarrow$?
 12,8 cm $\leftrightarrow$?

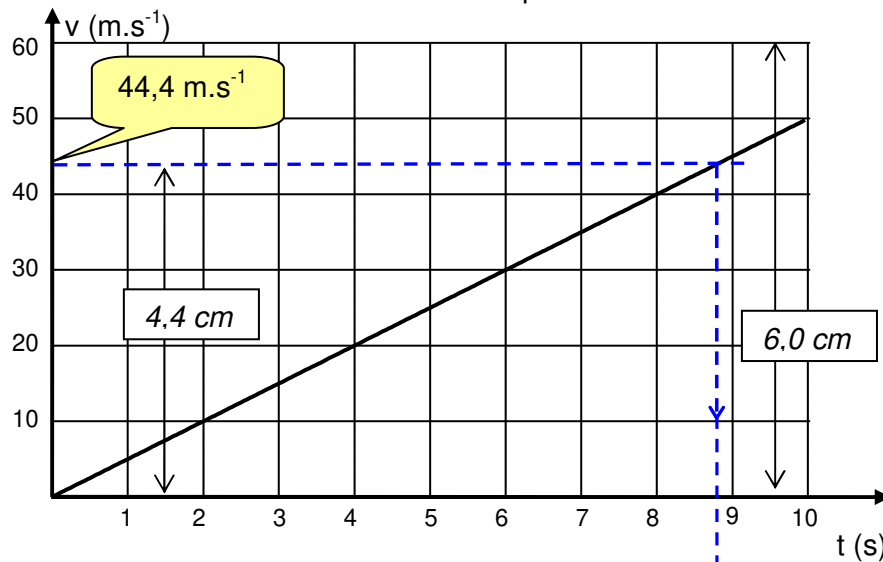


$$v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{6,4 \times 2}{2 \times 0,800} = 8,0 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{M_3 M_5}{2\tau} = \frac{12,8 \times 2}{2 \times 0,800} = 16,0 \text{ m.s}^{-1}$$

1.5. distance parcourue par le motard lorsque celui-ci a atteint une vitesse de 160 km.h^{-1} :
On a $160 \text{ km.h}^{-1} = (160/3,6) = 44,4 \text{ m.s}^{-1}$. On trace la droite horizontale d'équation $v = 44,4$ sur la figure 2. Le point d'intersection avec le graphe $v(t)$ donne en abscisse, le temps de parcours. On reporte ce temps de parcours sur la figure 3 : le point d'intersection avec le graphe $d(t)$ nous donne la distance parcourue.
On mesure ici : $d = 195 \text{ m}$, cette détermination graphique étant approximative, on ne conserve que deux chiffres significatifs, **$d = 2,0 \times 10^2 \text{ m}$** .

Figure 2 : Valeur v de la vitesse du système en fonction du temps.

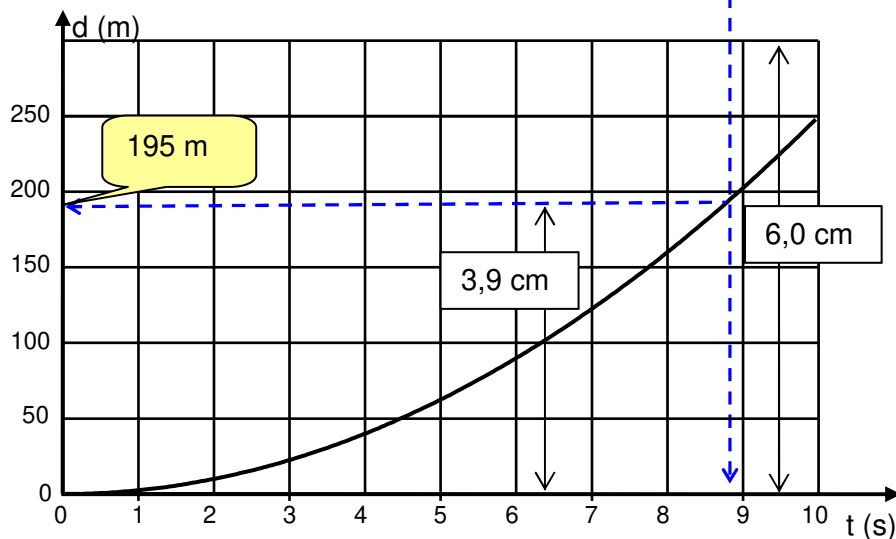


$60 \text{ m.s}^{-1} \rightarrow 6,0 \text{ cm}$
 $44,4 \text{ m.s}^{-1} \rightarrow x \text{ cm}$

$$x = (44,4 \times 6,0) / 60$$

$$x = 4,4 \text{ cm}$$

Figure 3 : Distance d parcourue par le système en fonction du temps



$300 \text{ m} \rightarrow 6,0 \text{ cm}$
 $d \text{ m} \rightarrow 3,9 \text{ cm}$

$$d = (3,9 \times 300) / 6,0$$

$$d = 195 \text{ m}$$