Performance d'une voiture électrique au démarrage
(Bac Spécialité SI – Métropole - juin 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© *http://b.louchart.free.fr*

1. L'étude est réalisée dans un référentiel terrestre, considéré galiléen.

2. La voiture, dont le centre de masse G est en mouvement rectiligne accéléré, passe de $v_i = 0$ km.h^{-1} à $v_f = 100$ km.h^{-1} en $\Delta t = 8{,}3$ s.
Son vecteur accélération moyenne vaut donc :

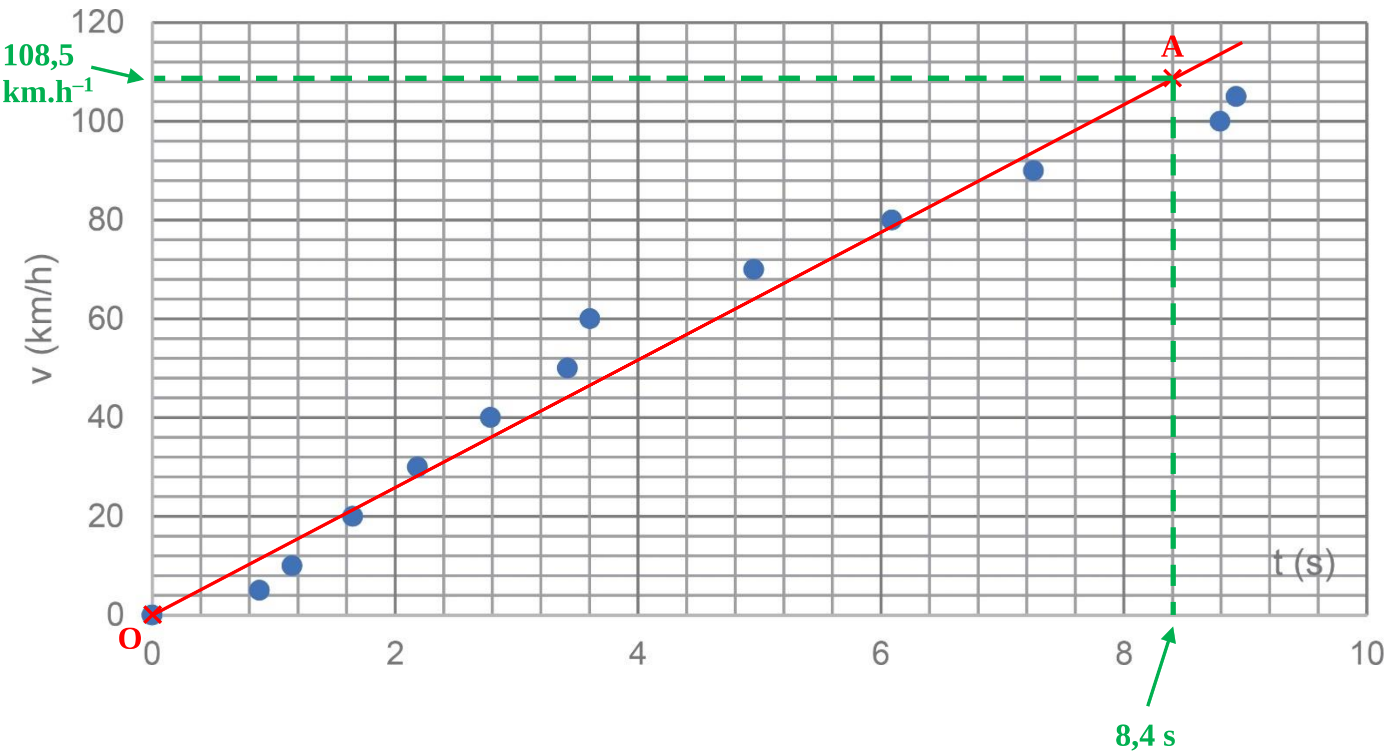
$$\vec{a}_{moy} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f}{\Delta t} \quad \text{car} \quad \vec{v}_i = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad a_{moy} = \left\| \vec{a}_{moy} \right\| = \left\| \frac{\vec{v}_f}{\Delta t} \right\| = \frac{\left\|\vec{v}_f\right\|}{\Delta t} = \frac{v_f}{\Delta t}$$

Or $v_f = 100 \text{ km.h}^{-1} = \dfrac{100}{3{,}6} \text{ m.s}^{-1} = 27{,}8 \text{ m.s}^{-1}$

On en déduit que $a_{moy} = \dfrac{27{,}8}{8{,}3} = 3{,}3 \text{ m.s}^{-2}$

3.



$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_A - \vec{v}_O}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_A}{\Delta t} \quad \text{car} \quad \vec{v}_O = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{v_A}{\Delta t}$$

Or $v_A = 108{,}5 \text{ km.h}^{-1} = \dfrac{100}{3{,}6} \text{ m.s}^{-1} = 27{,}8 \text{ m.s}^{-1}$

On en déduit que $a = \dfrac{27{,}8}{8{,}4} = 3{,}3 \text{ m.s}^{-2}$

On obtient le même résultat qu'à la question 2.

4. Considérons un axe (Ox) confondu avec la droite trajectoire, dirigé dans le sens du mouvement et tel que le centre de masse de masse de la voiture est initialement situé en $x = 0$.
On suppose que le vecteur accélération est constant : $\vec{a} = a_0 \, \vec{u}_x$ (avec $a_0 > 0$)

- $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt} \quad \Rightarrow \quad a_x = \dfrac{dv_x}{dt}$

  $\Rightarrow \quad v_x = a_0 \, t + C_1$, où C_1 est une constante

  Or $v_x (t = 0) = C_1$ et $v_x (t = 0) = 0 \quad \Rightarrow \quad C_1 = 0$
  Ainsi, $v_x = a_0 \, t$

- $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \quad \Rightarrow \quad v_x = \dfrac{dx}{dt}$

  $\Rightarrow \quad x = \dfrac{1}{2} a_0 \, t^2 + C_2$, où C_2 est une constante

  Or $x (t = 0) = C_2$ et $x (t = 0) = 0 \quad \Rightarrow \quad C_2 = 0$

  Ainsi, $x = \dfrac{1}{2} a_0 \, t^2$

- La distance parcourue par la voiture en ligne droite avec une valeur de l'accélération constante égale à $a = 3{,}3 \text{ m.s}^{-2}$ pendant une durée $\Delta t = 8{,}3$ s est donc :
  $d = \dfrac{1}{2} a_0 \, t^2 = \dfrac{1}{2} \times 3{,}3 \times 8{,}3^2 = 114 \text{ m}$

  Cette distance n'est pas très grande. L'accélération de ce véhicule est donc tout à fait satisfaisante.
  Il faudra même faire attention à ne pas dépasser les limites autorisées, notamment en ville (50 km.h^{-1}, voire 30 km.h^{-1}) car celles-ci sont vite atteintes.

5.

- $d = \frac{1}{2} a_0 t^2$

  La distance d' atteinte en une durée 2 fois plus faible (t' = t/2) vaut :

  $d' = \frac{1}{2} a_0 \left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} a_0 \frac{t^2}{4} = \frac{d}{4}$

  La distance parcourue est donc divisée par 4 quand la durée est divisée par 2.

- $v = \sqrt{v_x^2} = | v_x | = a_0 t$

  La vitesse v' atteinte en une durée 2 fois plus faible (t' = t/2) vaut :

  $v' = a_0 t' = a_0 \frac{t}{2} = \frac{v}{2}$

  La vitesse atteinte est donc divisée par 2 quand la durée est divisée par 2.

6. D'après la 2ème loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$

car le référentiel d'étude est considéré galiléen et la masse du système est constante.

On en déduit que $\Sigma \vec{F}_{ext} = m a_0 \vec{u}_x$

La valeur de la résultante des forces extérieures vaut donc :
$m a_0 = 1{,}6\times10^3 \times 3{,}3 = 5{,}3\times10^3$ N

7.

- Calculons d'abord l'instant t' auquel la voiture parcouru d' = 100 m.

  $d' = \frac{1}{2} a_0 t'^2 \Rightarrow t'^2 = \frac{2d'}{a_0}$

  $\Rightarrow t' = \sqrt{\frac{2d'}{a_0}} = \sqrt{\frac{2\times100}{3{,}3}} = 7{,}8$ s

- On en déduit la vitesse v ' à cet instant :
  $v' = a_0 t' = 3{,}3\times7{,}8 = 26$ m.s^{-1}

- Finalement, la variation d'énergie cinétique vaut :

$$\begin{aligned}
\Delta E_c &= E_{c,final} - E_{c,\,initial} \\
&= E_{c,final} \quad \text{car } E_{c,\,initial} = 0 \text{ J} \\
&= \frac{1}{2} m v'^2 \\
&= \frac{1}{2} \times 1{,}6\times10^3 \times 26^2 \\
&= 5{,}3\times10^5 \text{ J}
\end{aligned}$$

- Diagramme représentant les conversions d'énergie lors du fonctionnement de la voiture :