

EXERCICE SUR LE FREINAGE

ENERGIE CINETIQUE

Un véhicule de masse 1 100 kg se déplace sur une route considérée horizontale

a) Quel est l'énergie cinétique mise en jeu pour stopper le véhicule ?

- 1°) à 50 km/h
- 2°) à 80 km/h
- 3°) à 120 km/h

b) Quelle est l'évolution de l'énergie cinétique quand la vitesse passe de 50 à 100 km/h ?

c) Comparez l'énergie cinétique à dissiper pour ralentir le véhicule de 120 km/h à 80 km/h et l'énergie à dissiper pour arrêter le véhicule à 50 km/h. Quel est votre conclusion ?

FORCE DE FREINAGE - DISTANCE DE FREINAGE

Le véhicule est obligé de s'arrêter sur une route mouillée, le coefficient d'adhérence est de 0.6 sur chaque roue

a) Quelle est la force de freinage permise dans ces conditions ? ($P = m \cdot g$ avec $g = 9,81$).

b) Si nous prenons comme force de freinage $F_r = 5\,500$ N. Quelle est la distance de freinage dans les 3 cas ?

c) Tracer la courbe de freinage sur un graphe, en abscisse v en m/s et en ordonnée la distance de freinage en m.

DYNAMIQUE

En reprenant la force de freinage $F_r = 5\,500$ N. Quelle sera la décélération du véhicule au moment du freinage ?

MOMENT DE FREINAGE

Quel est le moment de freinage pour une roue de ϕ 580 mm. ($M_r = F_r \cdot r$)

EXPRESSION DE LA DISTANCE D'ARRÊT

- a) Quelle est la distance parcourue pendant le temps de réaction de 0.6 s pour chaque cas ?
- b) Quelle est la distance d'arrêt pour chaque cas ?
- c) Reporter ces résultats sur un graphe avec en abscisse v en m/s et la distance d'arrêt en m en ordonnée .

EQUILIBRE DYNAMIQUE DU VEHICULE

- a) La vitesse du véhicule est constante donc $a = 0$
Quelle sera la charge par essieu ? Avec $L = 2,8 \text{ m}$, $b = 1,25 \text{ m}$, $h = 1,55 \text{ m}$.
- b) Au freinage, la décélération est constante $a = 5 \text{ m s}^{-2}$. La hauteur du centre de gravité est de $0,45 \text{ m}$.
 - 1°) Quelle est la charge sur chaque essieu ?
 - 2°) Quelle est la variation ?
 - 3°) Quelles sont vos conclusions ?

1°) Energie cinétique

1°)

a) 1°) 50 km/h \Rightarrow 13,88 m/s.

2°) 80 km/h \Rightarrow 22,22 m/s.

3°) 120 km/h \Rightarrow 33,33 m/s.

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \times 1100 \times 13,88^2 = 105960 \text{ J}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \times 1100 \times 22,22^2 = 271550 \text{ J}$$

$$E_3 = \frac{1}{2} \times 1100 \times 33,33^2 = 610989 \text{ J}$$

b) Evolution de l'energie cinétique quand v augmente de 50%

$$E, v = 100 \text{ km/h} \Rightarrow 27,77 \text{ m/s.}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1100 \times 27,77^2 = 424145 \text{ J}$$

L'energie cinétique est multipliée par 4 car v^2 intervient au carré.

c) Pour ralentir le véhicule de 120 à 80 km/h l'energie cinétique a diminué car : $610989 - 271550 = 339439 \text{ J}$ et elle est 3,2 fois supérieure à celle nécessaire pour arrêter le véhicule à 50 km/h.

Adhérence - Force de freinage - - - -

a) Force de freinage.

$$F_f = \mu_f \cdot m \cdot g$$

$$F_f = 0,6 \times 1100 \times 9,81$$

$$F_f = 6474,6 \text{ N}$$

b) Distance de freinage.

Pour 50 km/h

$$d_f = \frac{1}{2} \frac{m v^2}{F_f} = \frac{E}{F_f}$$
$$\rightarrow \frac{105960}{6474,6} = 19,26 \text{ m}$$

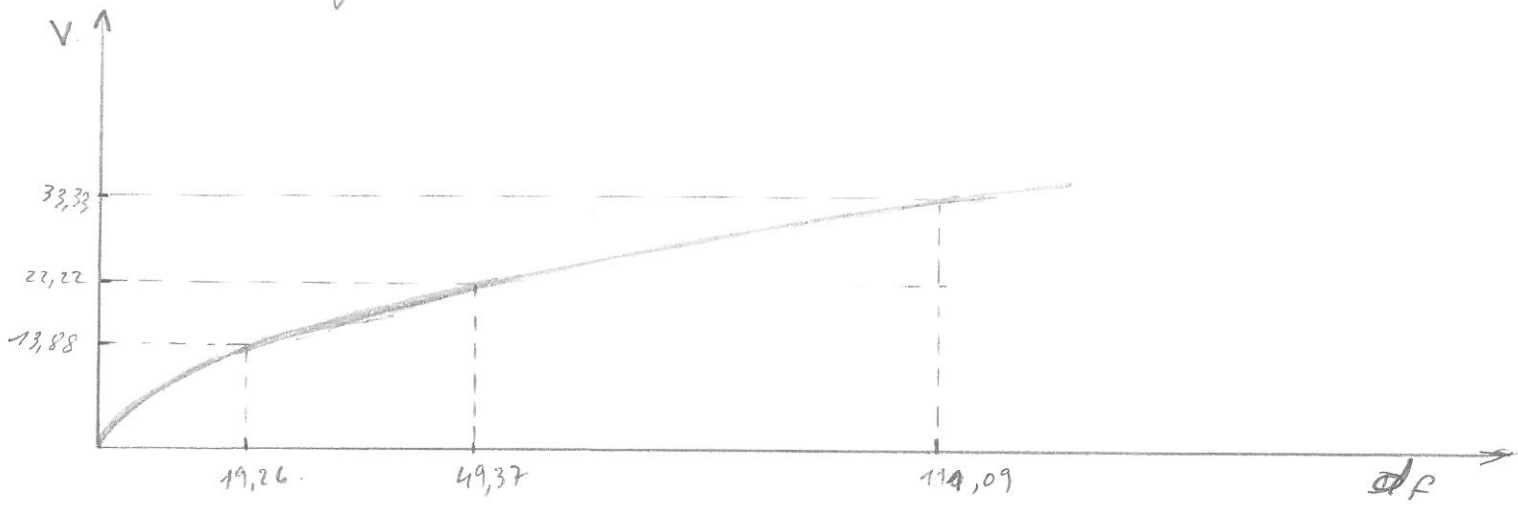
80 km/h

$$\frac{271550}{6474,6} = 49,37 \text{ m}$$

120 km/h

$$\frac{610989}{6474,6} = 111,09 \text{ m}$$

c) Courbe de freinage



3°) Dynamique

$$a = \frac{FF}{m} = \frac{5500}{1100} = 5 \text{ m/s}^2$$

4°) Statique Moment de freinage

$$M_f = FF \times r = 5500 \times 0,29 = 1595 \text{ N.m}$$

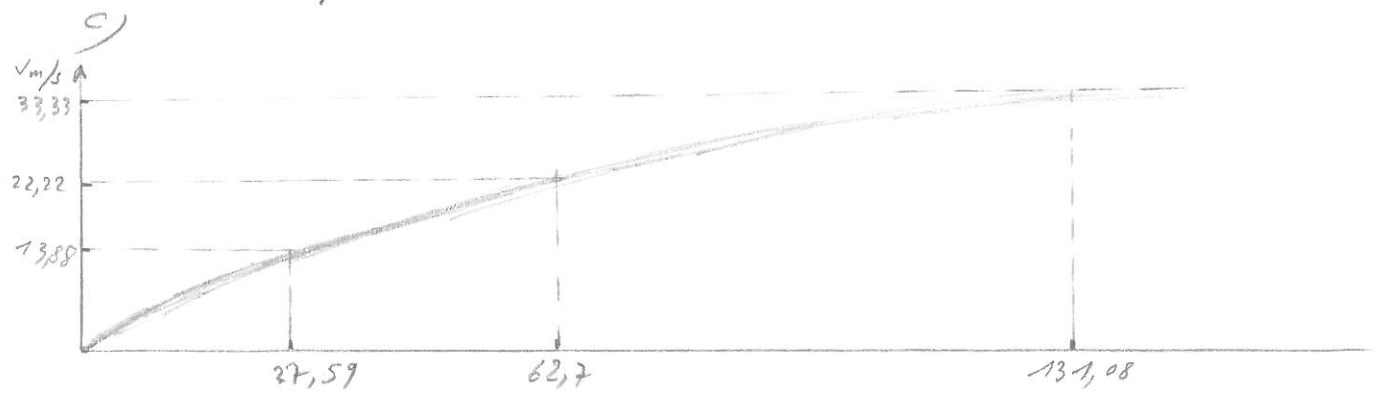
5°) Distance d'arrêt

a) Distance parcourue pendant le temps de reaction
 $dr = v_n \cdot tr$

- 120 km/h $\rightarrow 33,33 \times 0,6 = 19,998 \text{ m}$
- 80 km/h $\rightarrow 22,22 \times 0,6 = 13,332 \text{ m}$
- 50 km/h $\rightarrow 13,88 \times 0,6 = 8,328 \text{ m}$

b) distance d'arrêt $da = dr + dF$

- 120 km/h - $8,328 + 19,26 = 27,588 \text{ m}$
- 80 km/h - $13,332 + 49,37 = 62,702 \text{ m}$
- 50 km/h - $19,998 + 111,09 = 131,088 \text{ m}$



60) Équilibre dynamique

3853,93.

1°) Vitesse constante $\vec{\gamma} = 0$

$$\text{avant } N_B = \frac{P \times 1,55}{2,8} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} = 5973,6 \text{ N}$$

$$\text{après } N_A = \frac{P \times 1,25}{2,8} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} = 4877,4 \text{ N.}$$

2°) au freinage $\gamma = 5 \text{ m s}^{-2}$ $h = 0,45$.

$$\text{avant } N_B = \frac{P \times l_a + h m \gamma}{L} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} + \frac{0,45 \cdot 1100 \times 5}{2,8}$$

$$N_B = \cancel{6857,6} \text{ N} \quad 5701 \text{ N}$$

$$\text{après } N_A = \frac{P \times l_b + h m \gamma}{L} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} + \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8}$$

$$N_A = \cancel{3933,4} \text{ N} \quad 5089 \text{ N.}$$

Valeur de la variation.

$$\pm \frac{h m \gamma}{L} = 884 \text{ N.}$$

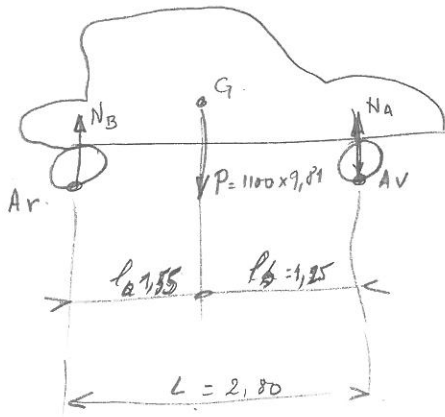
Conclusion:

La charge sur chaque essieu change de répartition au cours du freinage mais la masse reste constante

$$P = N_A + N_B$$

$$1100 \times 9,81 = 3933,4 + 6857,6 = 10791 \text{ N.}$$

1^{er} Cas.



a) charge par essieu :

$$\text{Avant} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} = 5973,6 \text{ N}$$

$$\text{Arrière} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} = 4817,4 \text{ N}$$

b) charge par essieu :

$$\text{Avant} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} + \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 6857,6 \text{ N}$$

$$\text{Arrière} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} - \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 3933,4 \text{ N}$$

Value de la variation

$$\pm \frac{h m a}{L} = \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 884 \text{ N}$$

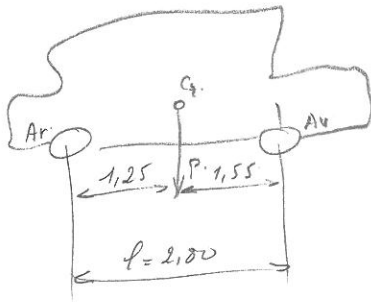
3) Conclusion :

La charge sur chaque essieu change de répartition au cours du freinage, mais la masse reste constante.

$$P = N_A + N_B$$

$$1100 \times 9,81 = 6857,6 + 3933,4 = 10791 \text{ N}$$

2^e Cas.



a) charge par essieu :

$$\text{Avant} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} = 4817,4 \text{ N}$$

$$\text{Arrière} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} = 5973,6 \text{ N}$$

b) charge par essieu :

$$\text{Avant} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,25}{2,8} + \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 5701,4 \text{ N}$$

$$\text{Arrière} = \frac{1100 \times 9,81 \times 1,55}{2,8} - \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 5089,6 \text{ N}$$

2) - Value de la variation $\pm \frac{h m a}{L} = \frac{0,45 \times 1100 \times 5}{2,8} = 884 \text{ N}$

3)

$$1100 \times 9,81 = 5701,4 + 5089,6 = 10791 \text{ N}$$