Exercice 10 p 125 :

a) Calcul de la variation d'énergie cinétique :

$\Delta E_C = E_c^f - E_c^i$

Avec $E_C^i = \frac{1}{2} \times m \times v_i^2 = \frac{1}{2} \times 1380 \times (\frac{64}{3,6})^2 = 2,2 \times 10^5$ J

et $E_C^f = \frac{1}{2} \times m \times v_f^2 = 0$ J car la vitesse finale est nulle

On en déduit donc que : $\mathbf{\Delta E_C = E_c^i = 2,2 \times 10^5}$ **J**

b) Hauteur de chute pour obtenir les mêmes dégâts :

En supposant que la voiture ait un mouvement de chute libre (dans ce cas l'intégralité de l'énergie potentielle de pesanteur se convertit en énergie cinétique) il faut lâcher la voiture d'une hauteur telles que son énergie potentielle de pesanteur soit égale à la variation d'énergie cinétique calculée précédemment.

Soit $E_p = \Delta E_C$

Or on sait que $Ep = m \times g \times z$

ou z est l'altitude de la voiture par rapport à la référence des énergies potentielles (ici le sol).

Soit $m \times g \times z = \Delta E_C$

D'où $z = \frac{\Delta E_C}{m \times g} = \frac{2,2 \times 10^5}{1380 \times 9,81} = 16\, m$

Il faudrait donc laisser tomber cette voiture d'une hauteur de 16 m pour obtenir les mêmes dommages.

c) Origine de l'énergie :

L'énergie qui déforme la voiture est l'énergie cinétique du véhicule, qui a pour origine la masse et la vitesse du véhicule.

Exercice 11 p 125 :

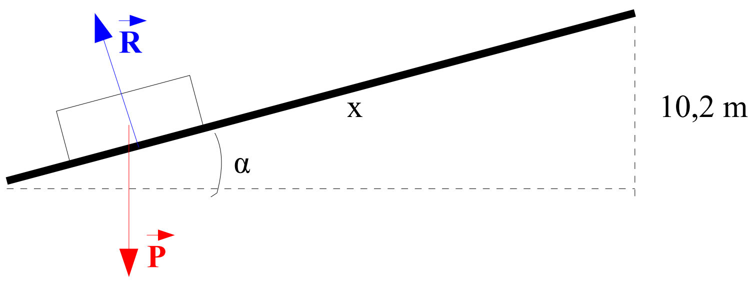
a) La voiture peut-elle atteindre la station service ?

Pour répondre à cette question nous allons calculer la distance x que va parcourir la voiture.

Référentiel : terrestre (galiléen)

Système : voiture

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$, la réaction de la route $\vec{R}$ (les forces de frottements sont négligées).



On constate donc que la force $\vec{R}$ ne travaille pas car sa direction est perpendiculaire à celle du mouvement.

On en déduit donc, que la voiture montera la côte et atteindra la station service si son énergie cinétique initiale est supérieure ou égale à l'opposé du travail du poids au cours de ce mouvement.

Calculons l'énergie cinétique de la voiture en bas de la pente :

$$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{P}{2 \times g} \times v^2 = \frac{12500}{2 \times 9{,}81} \times (\frac{54}{3{,}6})^2 = 1{,}4 \times 10^5 \text{ J}$$

Calculons maintenant le travail du poids au cours de cette montée :

$$W(\vec{P}) = m \times g \times \Delta z = \frac{P}{g} \times g \times \Delta z = P \times \Delta z = 12500 \times (-10{,}2) = -1{,}3 \times 10^5 \text{ J}$$

Nous constatons donc que la valeur de l'énergie potentielle est supérieure à la valeur absolue du travail du poids au cours de ce trajet.

Nous pouvons donc en conclure que la voiture atteindra et dépassera même la station service.

Calcul de la vitesse à laquelle elle passera devant la station service :

On applique la théorème de l'énergie cinétique : $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F})$

Soit $E_c^f - E_c^i = W(\vec{P})$

ce qui nous donne $\frac{1}{2} \times m \times v_f^2 - E_C^i = W(\vec{P})$

d'où $v_f^2 = \frac{2 \times (W(\vec{P}) + E_C^i)}{m}$ avec $m = \frac{P}{g}$

Soit $v_f^2 = \frac{2 \times g \times (W(\vec{P}) + E_C^i)}{P}$

Soit encore $v_f = \sqrt{\frac{2 \times g \times (W(\vec{P}) + E_C^i)}{P}}$

AN : $v_f = \sqrt{\frac{2 \times 9{,}81 \times (-1{,}3 \times 10^5 + 1{,}4 \times 10^5)}{12500}} = 4{,}77 \text{ m.s}^{-1}$

On peut également calculer la distance x que va parcourir la voiture avant de s'arrêter :

La voiture s'arrêtera lorsque le travail du poids aura dissipé la totalité de l'énergie cinétique de la voiture. Soit :

$E_c^i - W(\vec{P})' = 0$

D'où $W(\vec{P})' = E_c^i$

Soit $m \times g \times \Delta z' = \frac{1}{2} \times m \times v_i^2$

Avec $\Delta z' = x \times \sin\alpha = x \times \frac{10{,}2}{600}$

On a donc $g \times x \times \frac{10{,}2}{600} = \frac{1}{2} \times v_i^2$

D'où $$x = \frac{v_i^2}{2 \times g \times (\frac{10{,}2}{600})}$$

Soit $$x = \frac{(\frac{54}{3{,}6})^2}{2 \times 9{,}81 \times (\frac{10{,}2}{600})}$$

$x = 674$ m

La voiture dépasse donc la station service de 74 m.

b) Mêmes questions si on ne néglige plus les frottements :

D'après l'énoncé, le travail des forces de frottement est égal au quart de celui du poids. On applique le théorème de l'énergie cinétique.

$\Delta E_C = W(\vec{P}) + W(\vec{f}) = W(P) + \dfrac{W(\vec{P})}{4} = \dfrac{5W(\vec{P})}{4}$

Soit $0 - E_c^i = \dfrac{5W(\vec{P})}{4}$

On en déduit donc que la voiture atteint la station service si et seulement si E_c^i est supérieure ou égale à la valeur absolue de $\dfrac{5W(\vec{P})}{4}$.

E_c^i a été calculé lors de la question précédente et vaut $E_c^i = 1{,}4\times10^5$ J

Et $\dfrac{5W(\vec{P})}{4} = \dfrac{5\times-1{,}3\times10^5}{4} = -1{,}6\times10\times^5$ J

On constate donc que $E_c^i < \dfrac{5W(\vec{P})}{4}$.

La voiture ne peut donc pas atteindre la station service.

Calcul de la distance à laquelle s'arrête la voiture :

La voiture s'arrêtera lorsque le travail du poids et de la force de frottement auront dissipé la totalité de l'énergie cinétique de la voiture. Soit :

$E_c^i - W(\vec{P}) - W(\vec{f}) = 0$ or sachant que $\dfrac{W(\vec{P})}{4}$ on en déduit que :

$E_c^i - \dfrac{5W(\vec{P})}{4} = 0$

$$W(\vec{P}) = \frac{4\times E_C^i}{5}$$

$$m\times g\times\Delta z' = \frac{\frac{4}{2}\times m\times v_i^2}{5}$$

Or $\Delta z' = x\times\sin\alpha = x \times \dfrac{10{,}2}{600}$

Donc $\dfrac{g\times x\times10{,}2}{600} = \dfrac{2\times v_i^2}{5}$

Soit au final $x = \dfrac{2\times600\times v_i^2}{5\times10{,}2\times g} = 540$ m

La voiture stoppe 60 m avant la station services.

Exercice 13 p 125 :

1- Calcul des variations d'énergies potentielles :

a) de A à B : $\Delta E_P = m\times g\times(h_B - h_A) = 65 \times 9{,}81 \times (10 - 20) = -6{,}4$ kJ

b) de B à C : $\Delta E_P = m\times g\times(h_C - h_B) = 65 \times 9{,}81 \times (15 - 10) = -3{,}2$ kJ

c) de A à D : $\Delta E_P = m\times g\times(h_D - h_A) = 65 \times 9{,}81 \times (5 - 20) = -9{,}6$ kJ

d) de A à E : $\Delta E_P = m\times g\times(h_E - h_A) = 65 \times 9{,}81 \times (18 - 20) = -1{,}3$ kJ

2) Calcul de E_P au point D :

Si on prend l'origine de l'énergie potentielle au niveau du sol on a :

$E_P(D) = m\times g\times h_D = 65\times9{,}81\times5 = 3{,}2$ kJ