

TD actions sur le mouvement

Exercice 1 : Chute d'une balle verticale.

- Une balle de masse $m=56g=0,056$ kg et de rayon $R=0,05$ m est lâchée d'une hauteur de 100 m.
- $g=9,81$ N.kg⁻¹
- masse volumique de l'air : $1,204$ kg.m⁻³
- volume d'une sphère $V = \frac{4}{3} \pi R^3$
- La poussée d'Archimède est verticale vers le haut et d'intensité $P_A = \rho_{fluide} \cdot g \cdot V$, avec V le volume de l'objet et ρ_{fluide} masse volumique du fluide.
- Force de frottements de l'air : $F=6\pi \cdot \eta \cdot R \cdot v$ où v est la vitesse de l'objet et R rayon de la balle et η viscosité de l'air qui vaut $18,5 \times 10^{-6}$ kg.m⁻¹.s⁻¹.

Partie 1 : On suppose qu'il n'y a aucune action de l'air sur le mouvement de la balle.

Après avoir déterminé les équations horaires de la position et de la vitesse, déterminer le temps de chute et la vitesse de la balle juste avant l'impact.

Éléments de correction : La chute est rectiligne uniformément accéléré $z(t) = -\frac{9,81}{2} t^2 + 100$ et $v_z(t) = -9,81 \cdot t$ donc quand $z=0$ $t = \sqrt{\frac{200}{9,81}} = 4,5s$ et $v = 44m/s$

Partie 2 : On suppose que l'action de l'air sur le mouvement de la balle est uniquement la poussée d'Archimède.

Après avoir déterminé les équations horaires de la position et de la vitesse, déterminer le temps de chute et la vitesse de la balle juste avant l'impact.

Que dire ?

Éléments de correction : La chute est rectiligne uniformément accéléré dont l'accélération est d'après la deuxième loi de Newton $a_z = \frac{\rho_{fluide} g V}{m} - g = -9,70m/s^2$
 $z(t) = -\frac{9,70}{2} t^2 + 100$ et $v_z(t) = -9,70 \cdot t$ donc quand $z=0$ $t = \sqrt{\frac{200}{9,70}} = 4,54s$ et $v = 44m/s$
La poussée d'Archimède est négligeable comme ça très peu d'impact sur le temps de chute

Partie 3 : On suppose que l'action de l'air sur le mouvement de la balle est la poussée d'Archimède et les forces de frottements de l'air.

On suppose l'existence des forces de frottements de l'air. Calculer la vitesse limite que la balle pourrait atteindre pour avoir un mouvement rectiligne uniforme.

- 1) Calculer la vitesse limite.
- 2) Est-ce que sur une partie de la chute sur 100 m, la balle a un mouvement rectiligne uniforme ?

Éléments de correction :

- 1) La chute est rectiligne uniforme dont la vitesse limite est d'après la première loi de Newton $v_z = \frac{m \cdot g}{6 \cdot \pi \cdot R \cdot \eta} = 31\,507m/s$

- 2) La vitesse atteinte par la balle dans les deux parties précédentes est de 44m/s. Cette valeur est loin de 31507m/s. Les forces de viscosité de l'air n'ont quasiment aucune action sur le mouvement d'une balle lâchée.

Exercice 2 : Mouvement horizontal d'un coureur.

Un coureur de masse $m=75$ kg court sur une ligne droite. L'intensité du champ de pesanteur est de $g=9,81N.kg^{-1}$. La force du vent de face au coureur est de 100 Newton

- 1) Son premier 200m se fait à vitesse constante.
- Déterminer sa vitesse en km/h s'il met 1min32s pour faire 200m.
 - Déterminer la force exercée sur le sol par le coureur.

Éléments de correction

- 1) La vitesse est $v = \frac{\text{distance}}{\text{durée de parcours}} = 2,17m.s^{-1} = 7,8 km/h$
- 2) La force est de 100N horizontalement et de $75 \times 9,81 = 736N$ verticalement.
-

- 2) Son deuxième 200m se fait à accélération constante $a=0,1m.s^{-2}$ et sa vitesse initiale est de 0m/s.
- 1) Déterminer la vitesse en km/h en fin de course sur le 200m.
 - 2) Déterminer le temps nécessaire pour faire le parcours.
 - 3) Déterminer la force exercée sur le sol par le coureur.

Éléments de correction

1) La vitesse est $v = 0,1.t$ et $x(t)=0,05.t^2$ donc $v = 0,1. \sqrt{\frac{x}{0,05}} = 6,3m.s^{-1} = 23km/h$

2) Le temps est de $t = \sqrt{\frac{x}{0,05}} = 63 s.$

3) D'après la deuxième loi de Newton $a_x.m = (-100N + F_{sol \rightarrow coureur})$

Donc $F_{sol \rightarrow coureur} = 0,1 * 75 + 100 = 107.5 N = F_{coureur \rightarrow sol}$