

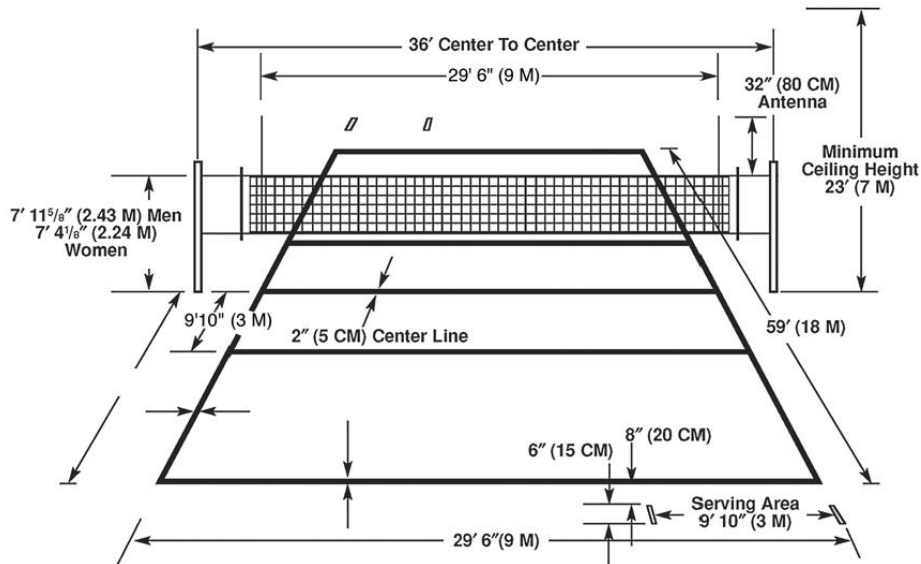
# Equations horaires d'un mouvement parabolique

On étudie le mouvement d'une balle de volley M, envoyée par un joueur dans le camp adverse lors du service. Le mouvement est étudié dans un repère de base  $(O, \vec{i}, \vec{k})$ , dont l'origine est située sur la ligne de fond du terrain.

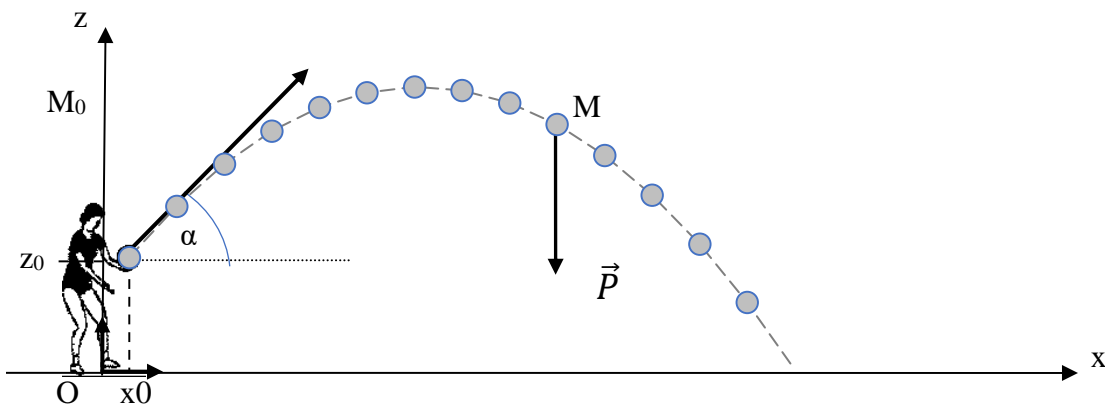
La balle a une masse  $m = 0,25 \text{ kg}$ . Elle est assimilée à un point matériel M et est lancée à  $t=0$  avec un vecteur vitesse  $\vec{V}_0$

On néglige les frottements sur la balle. On donne  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

Document : dimension d'un terrain de volley



A. Le joueur frappe la balle lors d'un premier service en lui communiquant une vitesse  $V_0 = 11 \text{ m.s}^{-1}$  faisant un angle  $\alpha$  de  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale, à partir d'un point  $M_0$  de coordonnées  $M_0(x_0 = 0,50 ; z_0 = 1,2)$



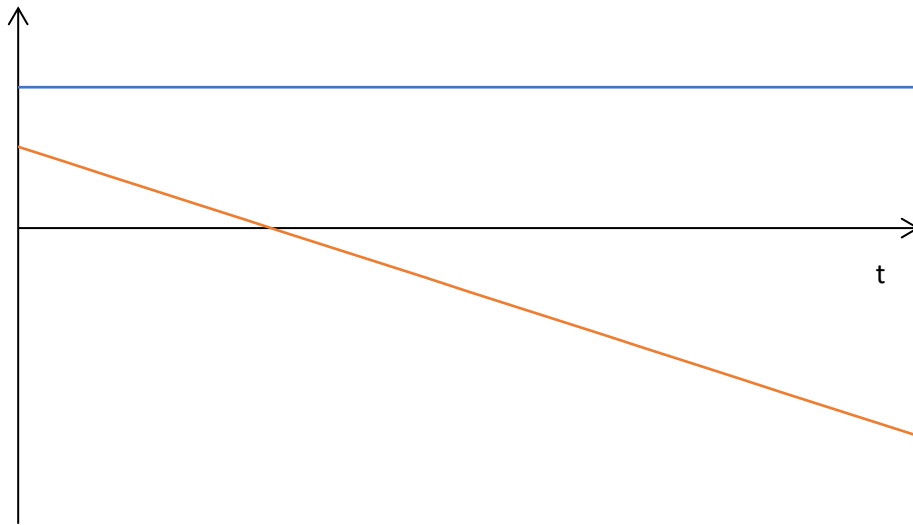
On se demande si la balle passe au-dessus du filet. Pour cela, on va déterminer les équations horaires du mouvement ainsi que celle de la trajectoire.

1. Donner les coordonnées du vecteur vitesse initiale  $\vec{V}_0$  en fonction de  $V_0$  et  $\alpha$ .
2. Faire le bilan des forces sur la balle. Exprimer les coordonnées de la force dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$ .
3. En utilisant la 2<sup>ème</sup> loi de Newton, établir l'expression des coordonnées du vecteur accélération  $\vec{a}$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$
4. Établir l'expression des coordonnées  $V_x(t)$  et  $V_z(t)$  du vecteur vitesse  $\vec{V}$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$
5. Établir l'expression des coordonnées  $x(t)$  et  $z(t)$  du vecteur position dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$

6. Sur les courbes suivantes, identifier  $V_x$  et  $V_z$ .

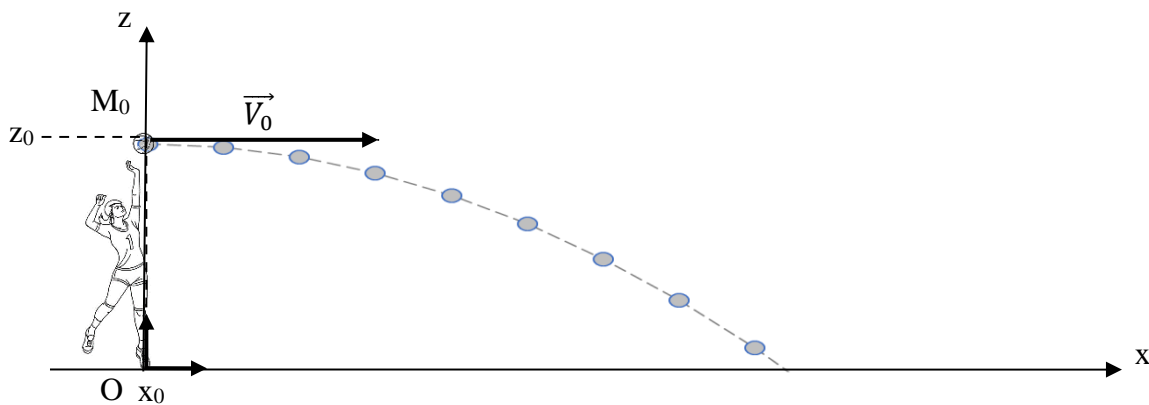
Il apparait une date particulière sur ce graphe qu'on appellera  $t_S$ . Situer cette date sur le graphe et expliquer où se trouve la balle à cette date. Justifier.

En déduire une méthode pour calculer la hauteur  $h_S$  du sommet de la trajectoire.



7. Déterminer l'instant  $t_{Filet}$  où la balle atteint le milieu du terrain. Vérifier que la balle se situe alors au-dessus du filet.

B. Un second service est effectué depuis le point  $M_0(0 ; h = 3,5 \text{ m})$  à la vitesse horizontale  $v_0 = 21,0 \text{ m.s}^{-1}$ .



1. Adapter les équations horaires de la vitesse et de la position établies précédemment, à cette nouvelle situation.
2. En supposant que la balle passe bien au-dessus du filet et qu'aucun adversaire ne réussit à l'atteindre, déterminer l'instant  $t_{Sol}$  où la balle touche le sol. Vérifier que le point est bien marqué.
3. Au moment où le joueur frappe le ballon ( $t = 0 \text{ s}$ ), un joueur de l'équipe adverse est placé au niveau de la ligne de fond de son terrain. Il débute sa course vers l'avant pour réceptionner le ballon en réalisant une « manchette » comme le montre la figure 4.  
Le contact entre le ballon et le joueur se fait à une hauteur de 80 cm au-dessus du sol. Évaluer la vitesse moyenne minimale du déplacement de ce joueur pour qu'il réalise la réception dans la position photographiée ci-dessus. Ce résultat semble-t-il réaliste ?