Séquence 4	**La chute libre**

A. Etude de la chute libre

A.1. Accélération d'un système en chute libre

♦ **On appelle chute libre le mouvement d'un système soumis à une seule force : son poids.**

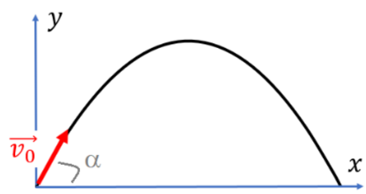
• Une chute libre n'est pas forcément verticale, si le système en chute possède une vitesse initiale non verticale.

Situation étudiée :

On étudie le mouvement d'un système en chute libre, représenté par son centre d'inertie :

- possédant, à la date $t = 0$, une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale ;

- dont la position initiale est le centre O du repère



Les positions du centre d'inertie M sont étudiées dans un repère (O, x, y) défini ci-contre.

Conditions initiales :	
Coordonnées initiales du vecteur-position :	**Coordonnées initiales du vecteur-vitesse :**
$\overrightarrow{OM_0}\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$	$\overrightarrow{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0\cos\alpha \\ v_{0y} = v_0\sin\alpha \end{cases}$

• L'application de la 2ème loi de Newton au système en chute libre donne :

$\sum \vec{F} = m \times \vec{a}$	*Énoncé de la deuxième loi de Newton*
$\vec{P} = m \times \vec{a}$	*car le système est en chute libre, donc la seule force qui s'exerce sur l'objet est son poids*
$m \times \vec{g} = m \times \vec{a}$	*en tenant compte de l'expression du poids*
$\vec{g} = \vec{a}$	*en simplifiant par « m »*

♦ **Lorsqu'un objet est en chute libre, le vecteur accélération est constant : il est vertical, dirigé vers le bas et de valeur égale au champ de pesanteur terrestre g = 9,81 m.s^{-2} :** $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

A.2. Les lois horaires du mouvement

Lois horaires de la vitesse

Vecteur accélération	Vecteur vitesse	Conditions initiales	Vecteur vitesse
$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$	$\vec{v}\begin{cases} v_x = \text{cte} \\ v_y = -gt + \text{cte} \end{cases}$	$\vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0\cos\alpha \\ v_{0y} = v_0\sin\alpha \end{cases}$	$\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0\cos\alpha \\ v_y = -gt + v_0\sin\alpha \end{cases}$

Les constantes sont déterminées grace aux conditions initiales

Les coordonnées du vecteur-vitesse sont des fonctions primitives des coordonnés du vecteur accélération

Lois horaires de la position

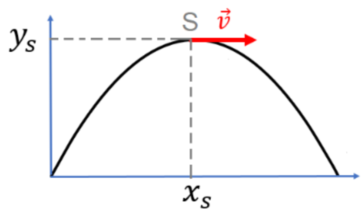
Les constantes sont déterminées grace aux conditions initiales

Vecteur vitesse	Vecteur position	Conditions initiales
$\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0\cos\alpha \\ v_y = -gt + v_0\sin\alpha \end{cases}$	$\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = v_0\cos\alpha \times t + \text{cte} \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha \times t + \text{cte} \end{cases}$	$\overrightarrow{OM_0}\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$

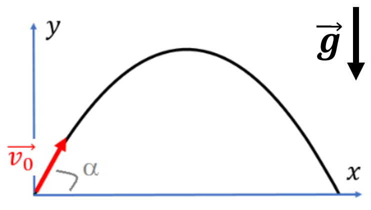
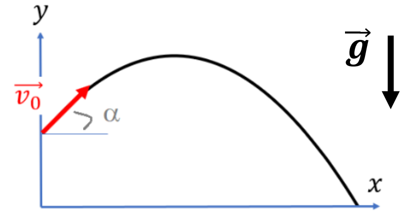
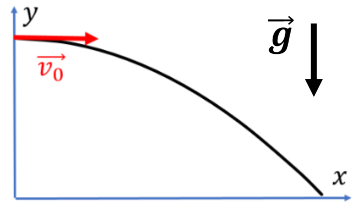
Les coordonnées du vecteur-position sont des fonctions primitives des coordonnés du vecteur vitesse

Vecteur position
$\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = v_0\cos\alpha \times t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha \times t \end{cases}$

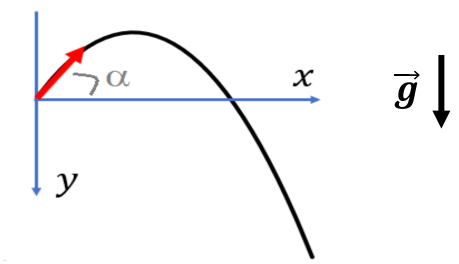
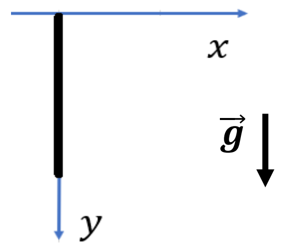
A.3. Quelques valeurs particulières

Position du sommet	Portée de tir
	
Soit S le sommet de la trajectoire. Comment déterminer les coordonnées de ce point S ?	La portée de tir d'un projectile correspond à la distance au sol entre la position initiale du projectile et sa position finale lorsqu'il arrive au sol
▪ **Lorsque le projectile atteint le sommet de sa trajectoire , le vecteur vitesse $\vec{v}$ est horizontal : on a alors $v_y = 0$**	▪ **Pour déterminer la portée de tir d'un projectile, il faut déterminer l'abscisse du point P lorsque $y = 0$**
Pour déterminer les coordonnées du point S : *(1) On prend l'expression de $v_y(t)$: on écrit $v_y(t) = 0$ puis on calcule la durée t_S au bout de laquelle le projectile se trouve au point S* *(2) On prend l'expression de $x(t)$: on remplace t par t_S : on détermine ainsi l'abscisse x_S du point S* *(3) On prend l'expression de $y(t)$: on remplace t par t_S : on détermine ainsi l'ordonnée y_S du point S*	***Pour déterminer l'abscisse du point P :*** *(1) On prend l'expression de $y(t)$: on écrit $y(t) = 0$ puis on calcule la durée t_P au bout de laquelle le projectile se trouve au sol au point P* *(2) On prend l'expression de $x(t)$: on remplace t par t_P : on détermine ainsi l'abscisse x_P du point P*

B. Les différents cas étudiés

Conditions initiales		
$\overrightarrow{OG_0}\begin{cases}x_0=0\\y_0=0\end{cases}$ $\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{x0}=v_0\cos\alpha\\v_{y0}=v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{OG_0}\begin{cases}x_0=0\\y_0=h\end{cases}$ $\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{x0}=v_0\cos\alpha\\v_{y0}=v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{OG_0}\begin{cases}x_0=0\\y_0=h\end{cases}$ $\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{x0}=v_0\\v_{y0}=0\end{cases}$
		
Equations horaires du mouvement		
$\overrightarrow{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=-g\end{cases}$	$\overrightarrow{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=-g\end{cases}$	$\overrightarrow{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=-g\end{cases}$
$\overrightarrow{v}\begin{cases}v_x=v_0\cos\alpha\\v_y=-gt+v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{v}\begin{cases}v_x=v_0\cos\alpha\\v_y=-gt+v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{v}\begin{cases}v_x=v_0\\v_y=-gt\end{cases}$
$\overrightarrow{OG}\begin{cases}x=v_0\cos\alpha\times t\\y=-\frac{1}{2}gt^2+v_0\sin\alpha\times t\end{cases}$	$\overrightarrow{OG}\begin{cases}x=v_0\cos\alpha\times t\\y=-\frac{1}{2}gt^2+v_0\sin\alpha\times t+h\end{cases}$	$\overrightarrow{OG}\begin{cases}x=v_0\times t\\y=-\frac{1}{2}gt^2+h\end{cases}$

Et attention quand l'axe oy change de sens !!

Conditions initiales			
$\overrightarrow{OG_0}\begin{cases}x_0=0\\y_0=0\end{cases}$	$\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{x0}=v_0\cos\alpha\\v_{y0}=-v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{OG_0}\begin{cases}x_0=0\\y_0=0\end{cases}$	$\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{x0}=0\\v_{y0}=0\end{cases}$
			
Equations horaires du mouvement			
$\overrightarrow{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=g\end{cases}$	$\overrightarrow{v}\begin{cases}v_x=v_0\cos\alpha\\v_y=gt-v_0\sin\alpha\end{cases}$	$\overrightarrow{a}\begin{cases}a_x=0\\a_y=g\end{cases}$	$\overrightarrow{v}\begin{cases}v_x=0\\v_y=gt\end{cases}$
$\overrightarrow{OG}\begin{cases}x=v_0\cos\alpha\times t\\y=\frac{1}{2}gt^2-v_0\sin\alpha\times t\end{cases}$		$\overrightarrow{OG}\begin{cases}x=0\\y=\frac{1}{2}gt^2\end{cases}$	