

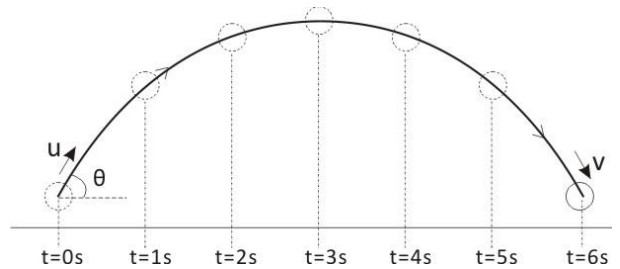
### 3. 拋體運動 (Projectile Motion)

#### 3.1. 描述以某一角度投擲的拋體運動路徑的形狀 (Describing the Shape of the Path taken by a Projectile launched at an Angle of Projection)

I 基本上，當我哋以某一個角度投擲一個物體出去，而之後物體只係重力作用下運動，咁佢嘅運動路徑嘅形狀就係“拋物線”形狀。

I 右邊幅圖就顯示咗一個拋體嘅運動路徑（即“拋物線”）。留意：

n 物體係以初速率  $u$ 、仰角  $\theta$  被投擲出去。



I 一個拋體嘅運動路徑有以下性點：

n 拋體嘅水平移動速率不變。

u 留意每一秒中拋體嘅水平移動距離都係一樣。

u 拋體嘅水平速率不變係因為喺水平方拋體並冇受到淨力作用。

n 垂直運動方面，因為拋體只係重力作用下運動，所以拋體會有一個垂直向下嘅加速率。

u 因此拋體嘅垂直向上速率會一路減細。

Ø 留意由  $t=0$  開始，拋物線圖中拋體喺每一秒嘅上升距離會越嚟越細。

u 直到喺某一刻拋體嘅垂直速率會變成零。

Ø 喺圖中  $t=3$  嘅時候，拋體嘅垂直速率就係等於零。

Ø 而喺依個時候拋體係喺整個運動路徑嘅最高點。

u 之後物體就會開始向下跌。

Ø 因為有一個向下嘅加速率，所以拋體嘅向下速率會一路增加，而越跌越快。

#### 3.2. 明白水平運動和垂直運動的各自獨立性 (Understanding the Independence of horizontal and vertical motions)

2 唔知你有冇留意到上面除咗用一個“拋物線”嚟形容拋體運動路徑之外，其餘對拋體運動嘅描述都係分開“水平方向”同“垂直方向”呢？

I 其實咁做係因為拋體嘅“水平運動”同“垂直運動”係各自獨立嘅。

n 當中嘅原因就係因為兩個互相垂直嘅力喺互不相干嘅。

u 依點喺學力嘅分解當中已經提過。

u 因此對喺一個平面上運動嘅物體嚟講，我哋亦可以將佢嘅運動分成互不相干嘅水平運動同垂直運動。

Ø 而對於依兩個運動，因為佢哋都係直線運動，所以我哋之前學同直線運動嘅公式、理論都可以用返晒。

Ø 咁做對分析物體嘅運動有好大嘅幫助。

### 3.3. 解決有關拋體運動的問題 (Solving Problems Involving the Projectile Motion)

2 喺解決“有關拋體運動的問題”之前我哋要先學識點將拋體嘅運動分成水平運動同垂直運動。

l 假設拋體嘅初速率係  $u$ 、仰角係  $\theta$ 。

l 因為我哋要將物體嘅運動分成水平運動同垂直運動，所以我哋要將所有嘢都分成水平同垂直部份：

n 水平初速率  $u_x = u \cos\theta$

n 垂直初速率  $u_y = u \sin\theta$

l 而對於之後某一刻，拋體嘅

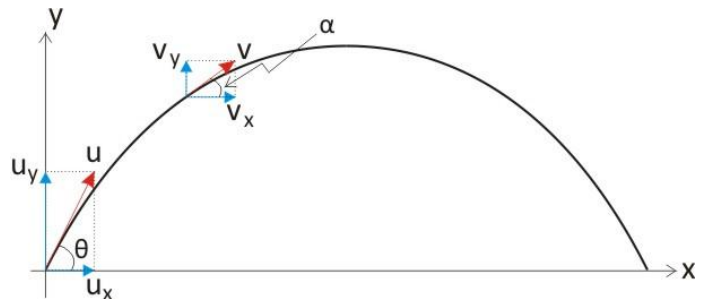
n 水平速率  $v_x = u_x = u \cos\theta$

n 垂直速率  $v_y = u_y - gt = u \sin\theta - gt$

n 有咗同之後，我哋就可以計到拋體嘅速率同當時嘅移運方向：

$$u \text{ 速率 } v = \sqrt{(v_x)^2 + (v_y)^2}$$

$$u \text{ 拋體嘅運動方向 } \alpha \text{ 可以咁計， } \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$$



2 明白咗以上概念之後，我哋就可以解決有關拋體運動嘅問題。

n 當中最基本嘅就係計拋體嘅最高點同射程 (range)。

l 拋體嘅最高點計法如下：

n 當拋體到達最高點嘅時候垂直速率等於零。

n 利用直線運動方程： $v^2 - u^2 = 2as$

$$0 - (u_y)^2 = 2(-g)H$$

$$H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

Ø 留意直線運動方程喺有變嘅，但係我哋要分開水平同垂直嘅代數值。例如我哋垂直方向嘅運動嘅時候：

2  $v$  就係垂直速率、 $s$  就係垂直位移、 $a$  就係垂直加速度

l 拋體嘅射程計法如下：

n 當拋體跌返到地面嘅時候，垂直位移等於零。

n 利用直線運動方程： $s = ut + (1/2)at^2$

$$0 = u \sin\theta t - (1/2)gt^2$$

$$t(u \sin\theta - (1/2)gt) = 0$$

$$t = 2u \sin\theta / g \quad \text{或} \quad t = 0 \quad (\text{捨去，因為 } t=0 \text{ 代表拋體開始移動})$$

n 有嘅依個時間，利用水平速率就可以計到射程：

$$R = u_x t = (u \cos \theta) \left( \frac{2u \sin \theta}{g} \right) = \frac{2u^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \quad (\text{因為 } 2\sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta)$$

Ø 根據以上公式，假設拋體嘅射程範圍除咗同初速率有關之外，亦同拋體最初嘅角運動角度有關。

² 而假設拋體嘅初速率係固定嘅，咁最大嘅射程發生喺  $\sin 2\theta$  等於 1，

$$\sin 2\theta = 1$$

$$2\theta = 90^\circ$$

$$\theta = 45^\circ$$