

112 學年度第一學期高一升高二物理暑假作業

【前言】

對學習物理而言，數學是一種描述的語言，在學習過程中所必備的工具。在高中物理所需的數學工具並不多，只要把常用的數學整理作冊並加以熟練，在物理的學習上必建立良好基礎。高二上第二章會用到三角函數(常用)及簡單微分概念，第三章會用到向量(很常用)，所以在暑假希望能先將這些數學基礎打好，在接下來的物理學習必能更順暢。(數學工具冊)

【作業】 開學第一堂物理進行提問、解說及評量，請務必完成作業。

1. 閱讀並完成『三角函數』、『微分』與『向量』講義。
2. 寫完選修物理 I 教學講義的 2-1、2-1、3-1
3. 可透過網路「均一教育平台」輔助學習。

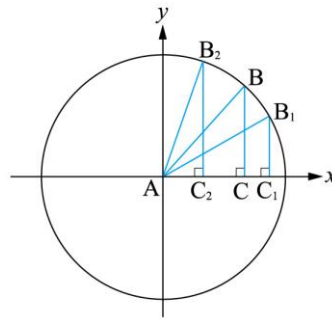
——>>> 課程/數學/高中/十一年級/ 三角函數、向量

三角函數

應用範圍：大部分

一、銳角三角函數：

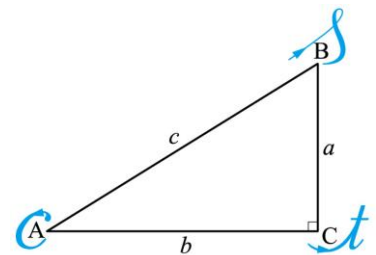
- 三角函數就是用來描述直角三角形邊長的比值與角度的關係。如右圖所示，當 $\angle A$ 的大小由小到大改變時，因為半徑固定，你會發現 $\overline{B_2C_2} > \overline{BC} > \overline{B_1C_1}$ 且 $\overline{AC_1} > \overline{AC} > \overline{AC_2}$ 。於是，角度與比值之間會形成函數的對應關係，我們稱之為「三角函數」。



- 如右圖，直角 $\triangle ABC$ 中 $\angle C$ 是直角、斜邊 $\overline{AB}$ ，且令：

- a 、 b 、 c 分別表 $\angle A$ 、 $\angle B$ 、 $\angle C$ 之對邊長。
- 記為 A ， A 角的鄰邊 $\overline{AC}$ ($=b$)，對邊 $\overline{BC}$ ($=a$)。

定義 A 的三角函數關係為 $\triangle ABC$ 之邊長比值，如下：

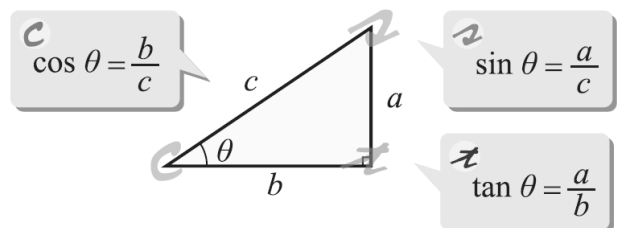


【物理上，只學 $\sin A$ ， $\cos A$ & $\tan A$ 就夠用了！】

$$\text{(正弦值)} \sin A = \frac{a}{c} \left(\frac{\text{對邊}}{\text{斜邊}} \right) \quad \text{(餘弦值)} \cos A = \frac{b}{c} \left(\frac{\text{鄰邊}}{\text{斜邊}} \right)$$

$$\text{(正切值)} \tan A = \frac{a}{b} \left(\frac{\text{對邊}}{\text{鄰邊}} \right) \quad \text{(餘切值)} \cot A = \frac{b}{a} \left(\frac{\text{鄰邊}}{\text{對邊}} \right)$$

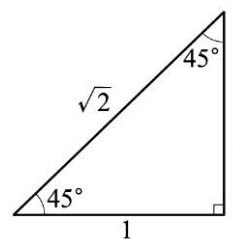
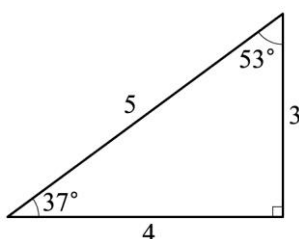
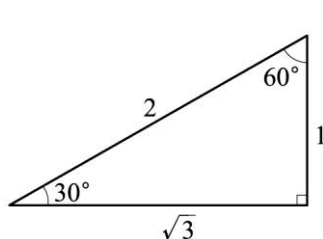
$$\text{(正割值)} \sec A = \frac{c}{b} \left(\frac{\text{斜邊}}{\text{鄰邊}} \right) \quad \text{(餘割值)} \csc A = \frac{c}{a} \left(\frac{\text{斜邊}}{\text{對邊}} \right)$$



註：三角函數值只與角度有關係，與三角形的尺寸大小無關。

當 θ 為銳角的時候，三角函數值的範圍如下： $0 < \sin \theta < 1$ 、 $0 < \cos \theta < 1$

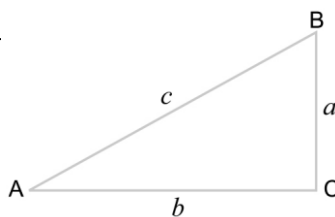
常見的幾個特殊角的三角函數值					
	$\theta = 30^\circ$	$\theta = 37^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\theta = 53^\circ$	$\theta = 60^\circ$
$\sin \theta$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\cos \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$
$\tan \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{4}{3}$	$\sqrt{3}$



3. 三角函數基本關係及常用公式：參考

	餘角關係	$\sin (90^\circ - \theta) = \cos \theta$ 、 $\cos (90^\circ - \theta) = \sin \theta$
		$\tan (90^\circ - \theta) = \cot \theta$ 、 $\cot (90^\circ - \theta) = \tan \theta$
		$\sec (90^\circ - \theta) = \csc \theta$ 、 $\csc (90^\circ - \theta) = \sec \theta$
	倒數關係	$\sin \theta \csc \theta = 1$ 、 $\cos \theta \sec \theta = 1$ 、 $\tan \theta \cot \theta = 1$
	平方關係	$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ 記住！會用到！
		$1 + \tan^2 \theta = \sec^2 \theta$ $1 + \cot^2 \theta = \csc^2 \theta$
	商數關係	$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$ 、 $\cot \theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$
和角公式	$\sin (\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$	
	$\cos (\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$	
差角公式	$\sin (\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$	
	$\cos (\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$	

二倍角	$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ 記住！會用到！
	$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2 \sin^2 \alpha$
正弦定律： $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ 餘弦定理： $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos B$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$	

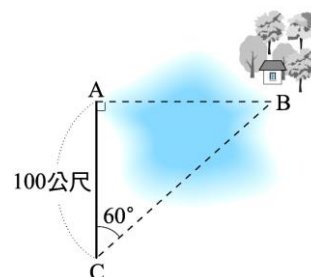


4. 上述的三角函數是將一角度轉換成一數值，反三角函數恰好相反，是將一數值轉換成一個角度。反三角函數的符號一律是在原函數的右上方加一個「 -1 」的指數（請注意，此處不代表倒數）。例如： $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ，則 $\sin^{-1}(\frac{1}{2}) = 30^\circ$ ，以此類推。

【練習題】

1. 在 $\triangle ABC$ 中， $\angle C = 90^\circ$ 、 $\sin A = \frac{3}{5}$ 和 $\overline{AB} = 20$ 。求 $\overline{BC}$ 和 $\overline{CA}$ 之長。（12、16）

2. 為測得一湖泊對岸 A、B 兩個碼頭的距離，如右圖，某人在岸邊找一點 C，使得 $\angle CAB = 90^\circ$ 又測得 $\overline{AC} = 100$ 公尺， $\angle ACB = 60^\circ$ ，試求 $\overline{AB}$ 之長。（ $100\sqrt{3}$ m）



向量

秘訣：互相垂直的兩個向量（如：速度、加速度、力…），互不干涉，各自獨立。

平拋或斜拋，則水平等速，鉛直方向鉛直上拋、自由落體。當物體靜力平衡時，將所受的力分解成互相垂直的兩個方向上的力，接著每個方向的合力為零即可。

一、向量的基本性質

1. 純量與向量：

(1)純量：僅需用數字及單位就可以表示其大小的物理量，

如：質量、密度、能量、溫度等。

(2)向量：除數字及單位外還具有一定的方向的物理量，

如：位移、速度、加速度、動量、力等。

2. 向量表示法：

(1)箭矢表示法：

手寫時用字母上加箭頭（如 $\vec{A}$ ）來表示，作圖時用一個加箭頭的線段來表示，線段的長度正比於 向量的大小，箭頭的方向表示 向量的方向。

(2)座標表示法：

a. 以 0 點為原點，A 點的座標為 (x, y) ，

則 $\vec{OA} = (x, y)$ ，其中 x 為 $\vec{OA}$ 的 x 分量， y 為 $\vec{OA}$ 的 y 分量。

b. 若 $A(x_1, y_1)$ 、 $B(x_2, y_2)$ ，

則 $\vec{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1)$ 。

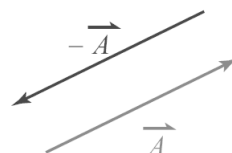
c. 向量的相等：設 $\vec{A} = (a_1, a_2)$ ， $\vec{B} = (b_1, b_2)$ ，

則 $\vec{A} = \vec{B} \Leftrightarrow a_1 = b_1, a_2 = b_2$ 。

d. 向量的長度：設 $\vec{A} = (a_1, a_2)$ ，則取向量的絕對值 $|\vec{A}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$ 。

3. 向量的大小又叫做向量的量值，向量 $\vec{A}$ 的量值常用符號 $|\vec{A}|$ 表示；大小相等、方向

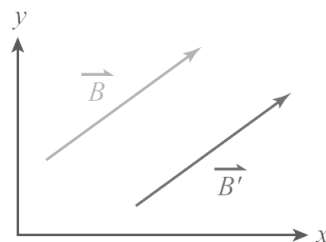
相反的向量可用 $-\vec{A}$ 來表示，如圖所示。



4. 向量平移的不變性：

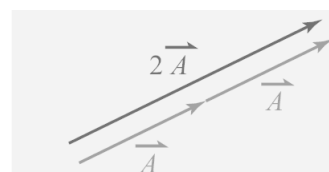
將向量平行移動，則向量的大小和方向都不會改變。向量的這個性質稱為平移的不變性，

如右圖中的 $\vec{B} = \vec{B'}$ 。



5. 向量與純量的乘法：

(1) 如右圖所示，兩相等的向量 $\vec{A}$ 相加的結果，顯然是原來向量的 2 倍，即為 $2\vec{A}$ 。



(2) 同理可推，如果有 n 個向量 $\vec{A}$ 相加，則其結果必為 $n\vec{A}$ 。

(3) 一向量乘以一純量之後的結果，其方向仍然平行於原向量，只是適當調整其長度。

(4) 如果 n 是正數，則 $n\vec{A}$ 的方向與 $\vec{A}$ 相同，如果 n 是負數，則 $n\vec{A}$ 的方向與 $\vec{A}$ 相反。

二、 位置向量

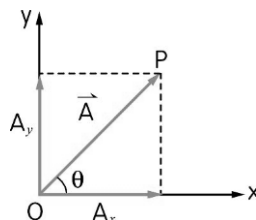
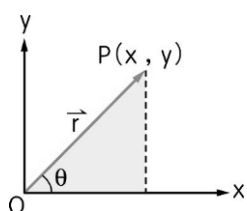
描述物體與原點之相對位置的指向線段（與原點有關）。如圖，P 點坐標為 (x, y) ，

則其位置向量可記為： $\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} = (x, y)$ ，

$\vec{r}$ 之量值 $r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2}$ ， $\vec{r}$ 與 $+x$ 方向的夾角為 θ ，則 $\tan \theta = \frac{y}{x}$ 。

註： $\hat{i}$ 、 $\hat{j}$ 分別為沿正 x 軸與正 y 軸之單位向量（長度為 1）。 $\hat{i} = (1, 0)$ $\hat{j} = (0, 1)$

單位向量的目的在於呈現向量的方向性。



三、 向量的相加

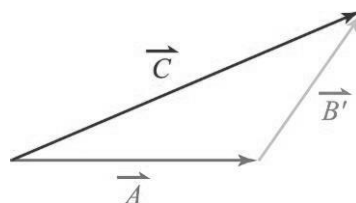
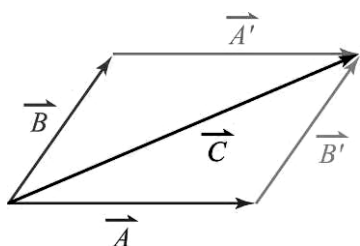
1. 作圖法：

(1) 平行四邊形法：

(a) 兩向量 $\vec{A}$ 和 $\vec{B}$ 相加的合向量是以這兩向量為鄰邊的 平行四邊形 的對角線向量

$$\vec{C} \text{。 } \vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

(b) 在畫此平行四邊形時，向量 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 和 $\vec{C}$ 的始端應共處於一點。如左下圖所示。



(2) 三角形法：

(a) 利用向量平移不變性，可把左上圖中向量 $\vec{B}$ 的始端平移到 $\vec{A}$ 的末端，如右上圖中的 $\vec{B}'$ 向量。

(b) 再自向量 $\vec{A}$ 的始端連到向量 $\vec{B}'$ 的末端畫出向量 $\vec{C}$ ， $\vec{C}$ 就是 $\vec{A}$ 和 $\vec{B}'$ 的合向量。

(c) 在三角形法中，我們常利用餘弦定理來求兩向量和的大小。

餘弦定理：

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} \text{， 由餘弦定理：}$$

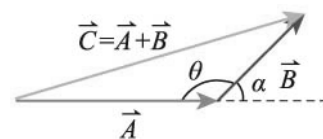
(甲) 利用三角形的內角 θ

$$\Rightarrow C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta \Rightarrow |\vec{C}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta} \text{。}$$

(乙) 利用兩向量的夾角 α (起點共同形成)

$$\Rightarrow C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos(\pi - \alpha) = A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha$$

$$\Rightarrow |\vec{C}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha} \text{。}$$



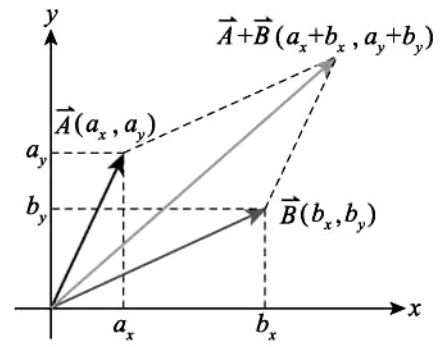
2. 坐標解析法：

(1) 向量可以分解成沿 x 軸及 y 軸之分量，如圖：

$$\vec{A} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} ; \vec{B} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j}$$

(2) 求 $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ ，即求 x 軸及 y 軸兩方向之分向量之和

$$\Rightarrow \begin{cases} c_x = a_x + b_x \\ c_y = a_y + b_y \end{cases}$$



例： $\vec{A} = (3, 4)$ ； $\vec{B} = (5, 6)$

$$\Rightarrow \begin{cases} \vec{A} + \vec{B} = (3+5, 4+6) = (8, 10) = 8\vec{i} + 10\vec{j}, \text{ 其大小 } |\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{8^2 + 10^2} = \sqrt{164}。 \\ \vec{A} - \vec{B} = (3-5, 4-6) = (-2, -2) = -2\vec{i} - 2\vec{j}, \\ \text{其大小 } |\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{(-2)^2 + (-2)^2} = \sqrt{8}。 \end{cases}$$

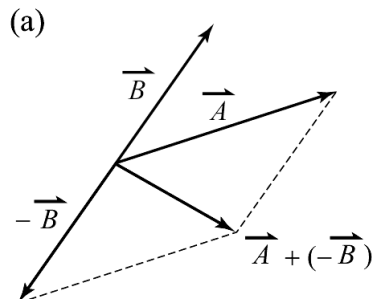
四、 向量的相減

1. 向量 $\vec{A}$ 與 $\vec{B}$ 之差可寫成向量 $\vec{A}$ 與向量 $-\vec{B}$ 之和，即： $\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$ 。

2. 作圖法：兩向量相減也可以採用平行四邊形法或三角形法

(1) 平行四邊形法：

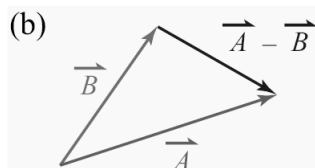
如圖(a)所示，先將向量 $\vec{A}$ 與 $\vec{B}$ 的始端靠在一起，然後畫出向量 $-\vec{B}$ ，再以 $\vec{A}$ 與 $-\vec{B}$ 展開一平行四邊形，則其對角線即為兩向量的差。



(2)三角形法：

從右上圖(a)中可以看出，向量 $\vec{A} + (-\vec{B})$ 可以平移到右上方的缺口處，與向量 $\vec{A}$ 與 $\vec{B}$ 形成一個封閉三角形，故利用三角形法求兩向量的差的作法是：

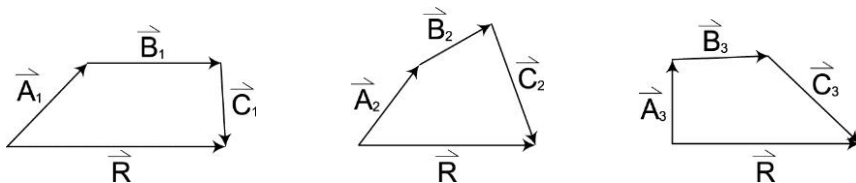
當兩向量之始端重合時，由 $\vec{B}$ 的箭頭作一向量指向 $\vec{A}$ 之箭頭，所作之向量即為 $\vec{A} - \vec{B}$ ，如圖(b)所示。



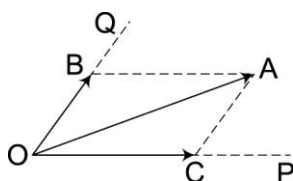
3. 坐標解析法：

五、向量的分解

1. 一個向量可分解成兩個以上之分量，此種分法有無限多種 $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \dots$ ，
如下圖所示。



2. 若把一向量分解成兩個指定方向之分量，則分解只有一種。如圖所示，向量 $\vec{OA}$ 分解為 $\vec{OP}$ 、 $\vec{OQ}$ 兩個方向之分量，得 $\vec{OB}$ 、 $\vec{OC}$ ，其結果只有一解。

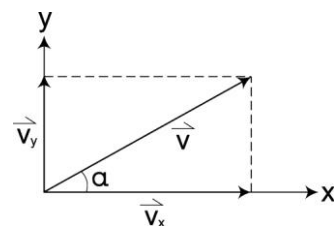


3. 平面上向量之分解

處理力學問題時，常將一向量分解為水平方向和鉛直方向兩個分向量，即

$$\underline{\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y = V_x \vec{i} + V_y \vec{j}}。$$

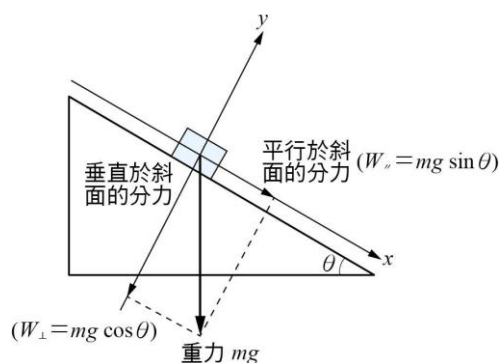
$$\text{分向量} \left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ 量值: } \begin{cases} V_x = V \cos \alpha \\ V_y = V \sin \alpha \\ V^2 = V_x^2 + V_y^2 \end{cases} \\ (2) \text{ 方向: } \alpha = \tan^{-1} \frac{V_y}{V_x} \end{array} \right.$$



▲ 向量的分解

4. 在物理學上的用途：

(1) 斜面上的下滑力與正向力：



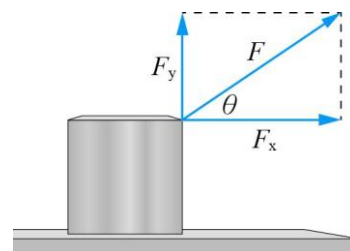
【說明】若物體重量為 mg ，則重量分解在平行斜面方向的力稱為下滑力

($W_{//} = mg \sin \theta$)，重量分解在垂直斜面方向的力稱為正向力

($W_{\perp} = mg \cos \theta$)。

(2) 力的分解：例如向量的分解，在處理受力問題時，若將力分解成兩個互相垂直的分力，常可簡化問題。

【說明】以力 F 斜拉木箱，力 F 有兩部分的作用，一部分是向前拉 (F_x) 的作用，另一部分則是向上提 (F_y) 的作用，也就是力 F 可分解為水平及垂直向上的兩個分力。若 F 與水平方向的夾角為 θ ，則水平方向的分力 F_x 及垂直方向的分力 F_y 可分別表示成 $F_x = F \cos \theta$ ； $F_y = F \sin \theta$ 。



【練習題】

1. 平面座標上有 A、B、C 三點，以 O 點為原點，A 點的座標為 (1 , 1)，B 點的座標為 (-1 , 2)，C 點的座標為 (2 , -3)，則：

(1) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = ?$ (2) $\overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB} = ?$

【答案】(1) (1 , -4) ; (2) (3 , -5)

【解析】(1) $\overrightarrow{AB} = (-1-1, 2-1) = (-2, 1)$

$$\overrightarrow{BC} = (2-(-1), -3-2) = (3, -5)$$

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = (-2+3, 1+(-5)) = (1, -4)$$

(2) $\overrightarrow{AC} = (2-1, -3-1) = (1, -4)$

$$\overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB} = (1-(-2), -4-1) = (3, -5)$$

2. 如右圖，小睿以 $\overrightarrow{F}$ 的拉力與水平方向夾 37° 角，在水平地面拉著行李箱，已知水平分力 ($\overrightarrow{F_x}$) 量值為 20 牛頓，則小睿施力 ($\overrightarrow{F}$) 量值為若干牛頓？此拉力對行李箱產生多大的向上作用力 ($\overrightarrow{F_y}$)？

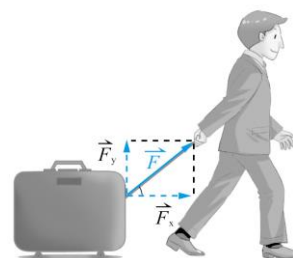
【答案】 $F=25\text{ N}$ ， $F_y=15\text{ N}$

【解析】由力的分解知， $F_x = F \cos 37^\circ \Rightarrow 20 = F \times \frac{4}{5} \therefore F = 25\text{ N}$ ；

$$\text{而 } F_y = F \sin 37^\circ \Rightarrow \tan 37^\circ = \frac{F_y}{F_x} = \frac{3}{4} \Rightarrow F_y = \frac{3}{4} F_x = \frac{3}{4} \times$$

$$20 = 15$$

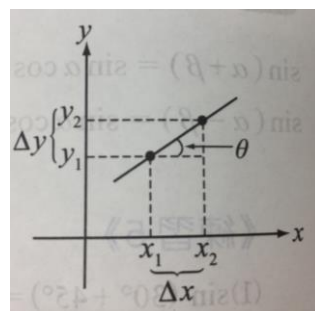
$$\therefore F_y = 15\text{ N}。$$



微分

一、斜率的意義

1. 右圖中，直線的斜率 m 定義為 $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \tan \theta$
2. 斜率是用來表示一直線的傾斜程度，即橫坐標向正方向每前進一格，縱坐標上升或下降多少格。



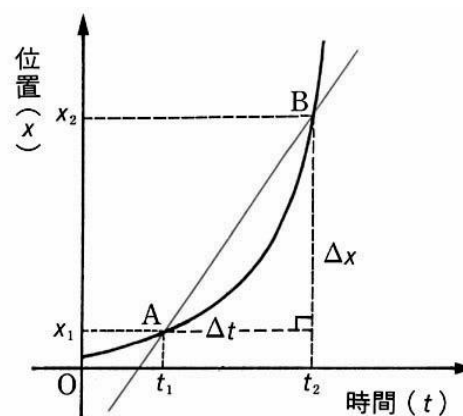
二、微分的意義

1. 圖中的曲線是位置 $x = x(t)$ 的函數圖形，圖中物體在時刻 t_1 和 t_2 的位置坐標分別為 x_1 和 x_2 ，分別標記為 $A(t_1, x_1)$ 和 $B(t_2, x_2)$ 二點，

圖中，

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \text{曲線上連接 A、B 二點的割線斜率}$$

(在物理上，割線斜率為平均速度)

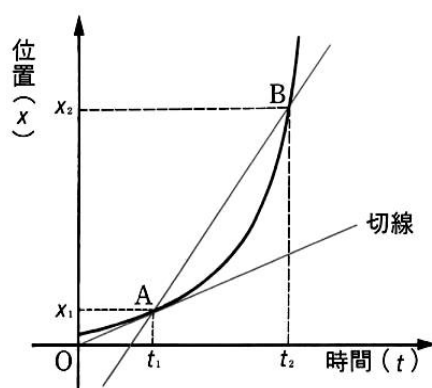


2. 右圖中，

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

= 曲線在 (t_1, x_1) 坐標點上的切線斜率

(在物理上，切線斜率為瞬時速度)



其中，

$\lim$ 為英文 limit (極限) 之縮寫。代表先求位移與時間差的比值後，再讓 $\Delta t \rightarrow 0$ 或 $t_2 \rightarrow t_1$ ，所得之結果便是瞬時速度。

◎ 求函數曲線的切線斜率 = 求導函數的過程 = 微分

例如：一物體之位置若與時間的關係為

$$x(t) = 5 + 3t + t^2$$

則在任意時間 t 至 $t + \Delta t$ 之時間差 Δt 內，所對應之位置差或位移為

$$\begin{aligned}\Delta x &= x(t + \Delta t) - x(t) = [5 + 3(t + \Delta t) + (t + \Delta t)^2] - (5 + 3t + t^2) \\ &= (5 + 3t + 3\Delta t + t^2 + 2t\Delta t + \Delta t^2) - (5 + 3t + t^2) \\ &= (3 + 2t + \Delta t) \Delta t\end{aligned}$$

位移與時間差之比值則為

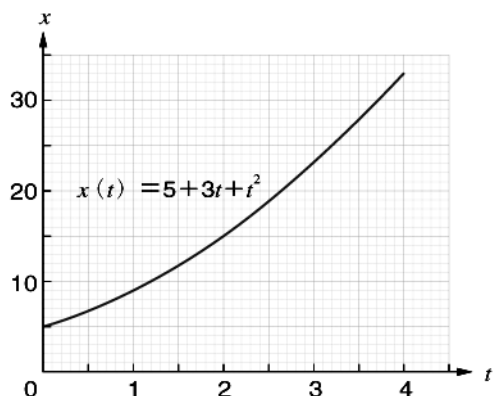
$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(3 + 2t + \Delta t) \Delta t}{\Delta t} = 3 + 2t + \Delta t$$

取 $\Delta t \rightarrow 0$ 時之極限值

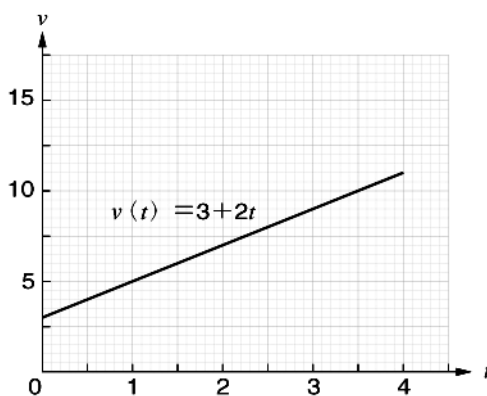
$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{t \rightarrow t_0} (3 + 2t + \Delta t) = 3 + 2t$$

即物體在任意時刻 t 之速度

$$v(t) = 3 + 2t$$



位置—時間關係圖



速度—時間關係圖

公式	$\frac{d}{dt} t^n = n t^{n-1} \text{ (指數跳下來當係數，指數減 1)}$
----	---

三、知道的更多

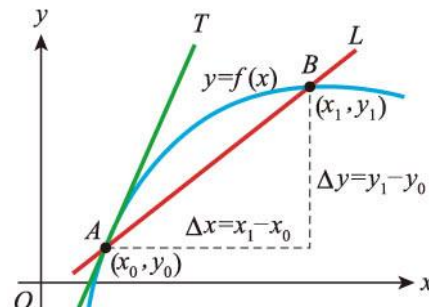
簡易微積分在「高三選修數學」中會有詳細的介紹，若現在同學覺得太難，只要先學會怎麼使用即可。微積分包括「微分」和「積分」兩部分，在高中物理較需要的是「微分」的部分。因此以下僅就微分作說明，若能學會，同學解題時必能達到「事半功倍」的效果。

1. 導函數與微分

(1) 函數 $f(x)$ 的導函數(derivative)定義為：

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}。$$

(2) $f(x)$ 的導函數之幾何意義，即是 $f(x)$ 之切線斜率函數，即右圖中直線 T 的斜率。



(3) 求導函數的過程稱為微分(differentiate)，而其方法則稱為微分法。通常以 $\frac{d}{dx}$ 來代表微

分運算子(differential operator)，因此 $f'(x) = \frac{d}{dx} f(x)$ 。

2. 微分規則

(1) 多項式的微分規則

規則	實例
常數微分為零： $\frac{d}{dx}[c]=0$ ，其中 c 為一實數	$\frac{d}{dx}[5]=0$
乘冪律(power rule)： $\frac{d}{dx}[x^n]=nx^{n-1}$ ，其中 n 是有理數 ※即指數跳下來當係數，新的指數減 1	$\frac{d}{dx}[x^3]=3x^2$
倍數規則： $\frac{d}{dx}[cf(x)]=cf'(x)$	$\frac{d}{dx}[3x^3]=3 \times \frac{d}{dx}[x^3]=3 \times 3x^2$

例題：

$$y = -3x^2 + 2x + 5 \Rightarrow \begin{cases} (1) y \text{ 對 } x \text{ 的導函數 } y' = -6x + 2 \\ (2) \text{ 在 } x = 2 \text{ 處之切線斜率 } = -6 \times 2 + 2 = -10 \\ (3) y \text{ 對 } x \text{ 的二階導函數 } y'' = -6 \end{cases}$$

【練習題】

一物在一直線上運動，其位置與時間之函數式為 $x = 2t^2 - 12t + 3$ (x ：公尺， t ：秒)，求計時後 4 秒時之(1)瞬時速度與(2)瞬時加速度分別為何？

【答案】(1) 4 m/s；(2) 4 m/s²

【解析】(1) 瞬時速度 $\Rightarrow x \xrightarrow{\text{微分}} v = 4t - 12$ ，所以 $t = 4$ 秒時， $v_4 = 4 \times 4 - 12 = 4$ m/s。

(2) 瞬時加速度 $\Rightarrow v \xrightarrow{\text{微分}} a = 4$ m/s²，表示為等加速度，

所以 $t = 4$ 秒時， $a_4 = 4$ m/s²。