

◆ 力

1. 何謂力，凡能改變物體形狀或運動狀態或使之有運動趨勢，是為力的作用。

2. 力存在要素：①作用於物體(作用點) ②有大小之分 ③有方向性。

3. 如何衡量力：以使物體產生運動狀態下來衡量力，即牛頓第二定律。

亦即需施多少力才能使物體本身質量產生若干加速度來定義力之單位

$$F=M \times a(\text{質量} \times \text{加速度})$$

重點一

絕對單位

$$1\text{N}(\text{牛頓})=\text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec}^2$$

$$1\text{dyne}(\text{達因})=\text{g} \cdot \text{cm}/\text{sec}^2$$

$$1\text{poundal}(\text{磅達})=\text{lb} \cdot \text{ft}/\text{sec}^2$$

重力單位

$$1 \text{ 公斤力} : \text{kgf}$$

$$1 \text{ 公克力} : \text{gf}$$

$$1 \text{ 磅力} : \text{lb}$$

$$\ast 1\text{kgf}=1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m}/\text{sec}^2=10\text{N}$$

4. 力的效應：①外效應(運動)：作用於剛體產生運動狀態之改變或產生反作用力。

②內效應(變形)：作用於非剛體產生之變形及內應力。

※力的可傳性：一力之大小及方向不變，施力點可沿力的作用線前後任意改變位置，而不影響力之外效應。適用於剛體或外效應，不適用於變形體(彈性體)或內效應。

◆ 物體

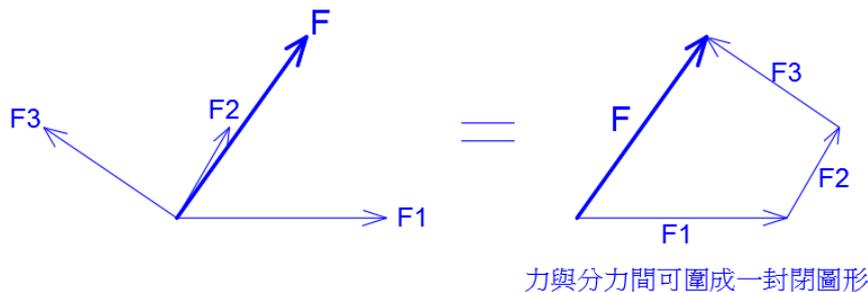
1. 剛體：受力作用後，其形狀大小均不變之物體。

2. 非剛體：包括彈性體、塑性體

◆ 力之分解(分力)與合成(合力)

利用力線圖求解分力之大小,方向

1. 一力 F 可分解成多個分力 F_1, F_2, F_3 ，在力線圖中分力間之頭尾相接等於起訖點相連之合力。



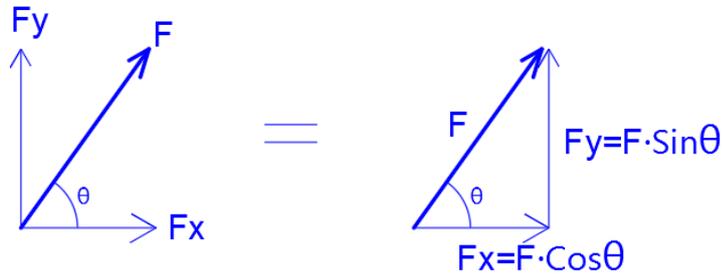
$$F=F_1+F_2+F_3$$

重點二

2. 斜向力之分解為兩分力：

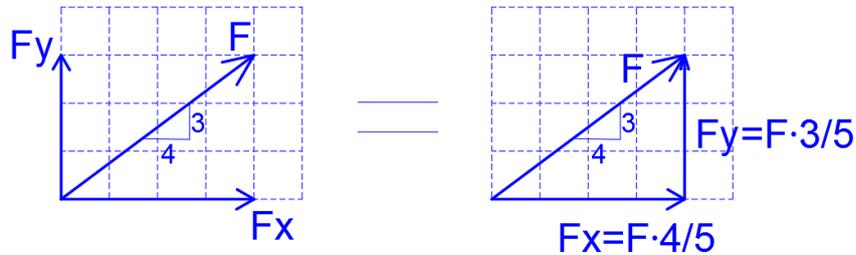
(1) 分解成兩相垂直之分力

◆ 標示角度之斜向力(與 X 或 Y 軸向之夾角)



※ 角度標示通常與+ x 軸向之夾角， F_x 向右為正值； F_y 向上為正值

◆ 標示比值之斜向力(常用)



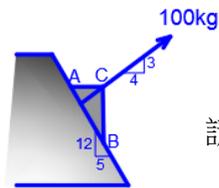
※ 常見比值： $1, \sqrt{3}, 2$ · $1, 1, \sqrt{2}$ · $3, 4, 5$ · $6, 8, 10$ · $5, 12, 13$ · $7, 24, 25$ · $8, 15, 17$ 背起來

類題

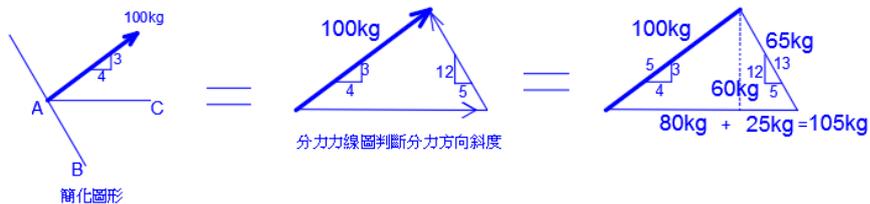
若有一作用力的水平分力大小等於其作用力的 0.8 倍，則垂直分力等於水平分力的幾倍？

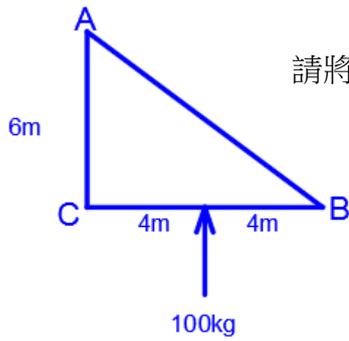
(2) 分解成不相垂直之分力：設法圍構成三角形，找出三邊長比值

例

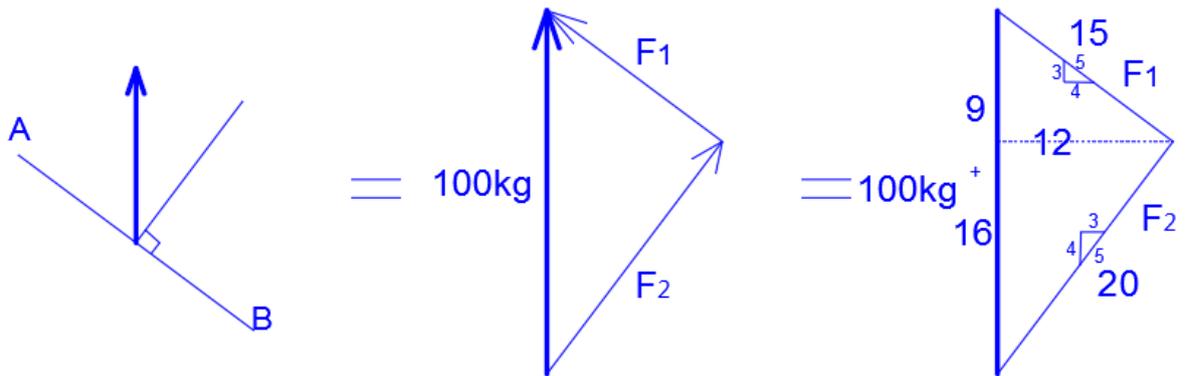


請將 100kg 力分解成 1.沿 AC 方向分力；2.沿 AB 方向分力



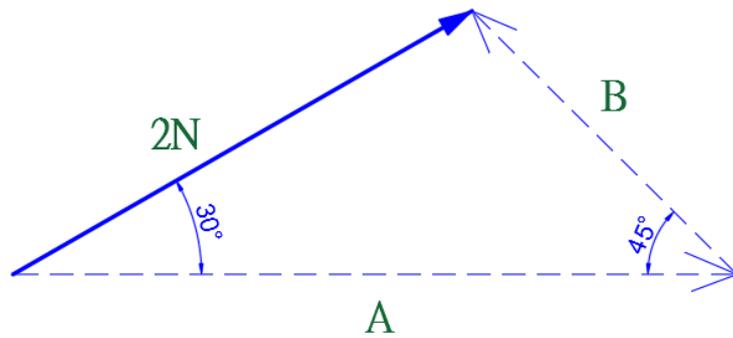


請將 100kg 力分解成 1.沿 AB 方向分力；2.沿垂直 AB 方向分力



類題

某力 2N 分解成 A，B 兩力，如下圖，則 A，B 兩力各為若干？[統測]

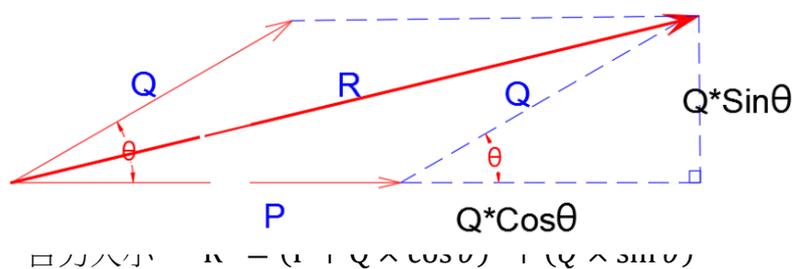


重點三

3. 共點力之合力

(1) 二力之合力

◆ 平行四邊形法(P 與 Q 之夾角 θ)



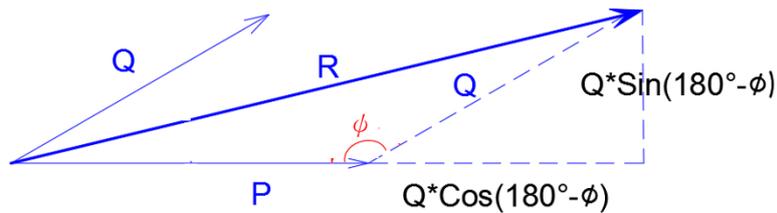
合力大小 $R = \sqrt{(P + Q \cos \theta)^2 + (Q \sin \theta)^2}$

$$= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta}$$

合力方向 $\tan \phi = \frac{Q \sin \theta}{P + Q \cos \theta}$

◆ 三角形法(P與Q頭尾相接之夾角 ϕ)



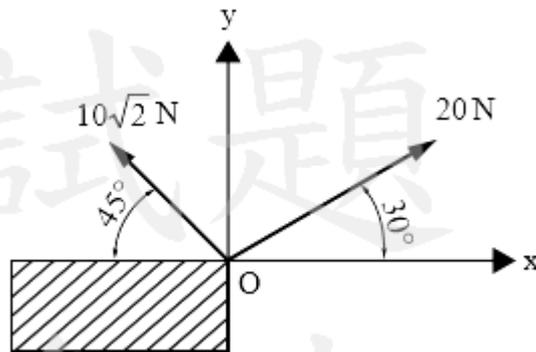
合力大小 $R^2 = (P + Q \times \cos(180^\circ - \phi))^2 + (Q \times \sin(180^\circ - \phi))^2$
 $= P^2 + Q^2 - 2PQ \cos \phi$

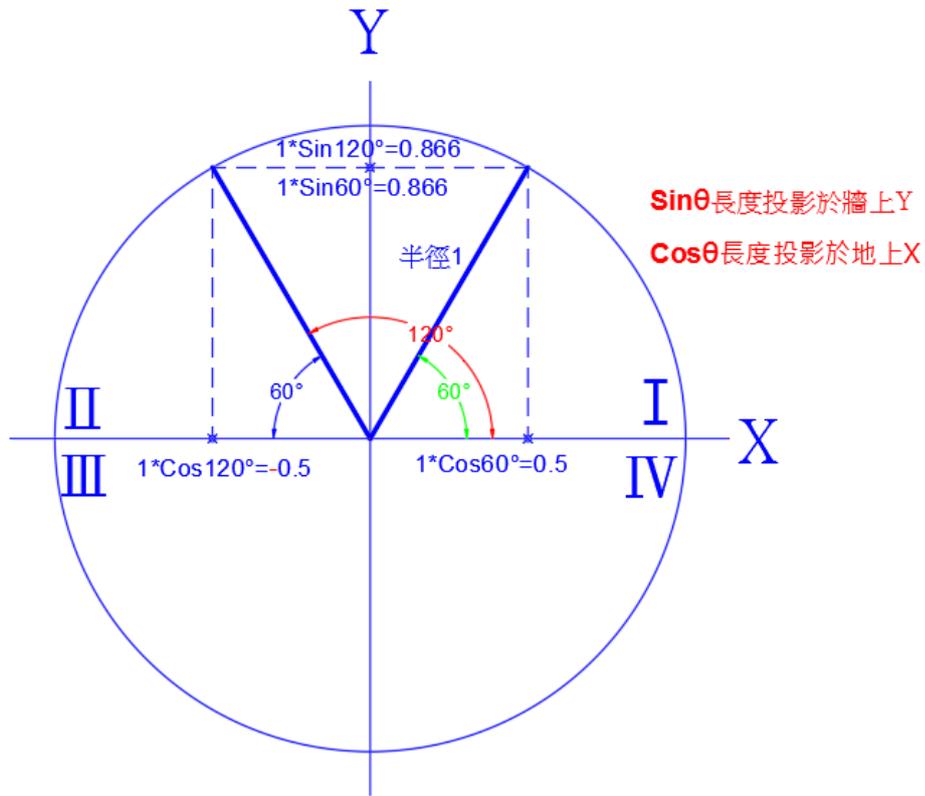
$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ \cos \phi}$$

合力方向 $\tan \phi = \frac{Q \sin \phi}{P - Q \cos \phi}$

類題

求Y軸向之總合力？[統測]



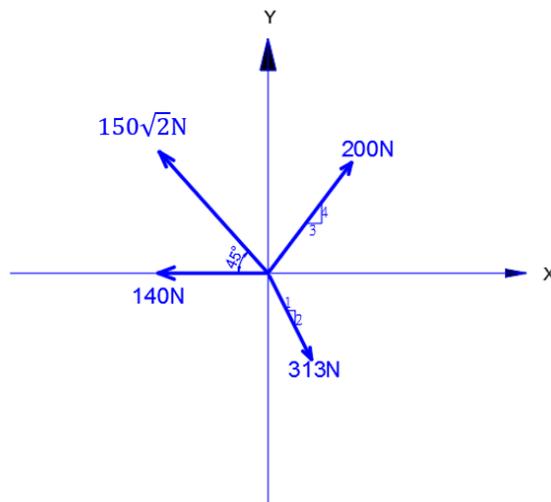


Sin θ , Cos θ 角度變化值

1. $\sin 120^\circ = \sin(180^\circ - 120^\circ) = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
2. $\cos 120^\circ = -\cos(180^\circ - 120^\circ) = -\cos 60^\circ = -\frac{1}{2}$
3. $\sin 120^\circ = \sin(90^\circ + 30^\circ) = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
4. $\cos 120^\circ = \cos(90^\circ + 30^\circ) = -\sin 30^\circ = -\frac{1}{2}$

重點四

→ (2)多力之合力：整理成 ΣF_x , ΣF_y , 平方和開根號求合力 R



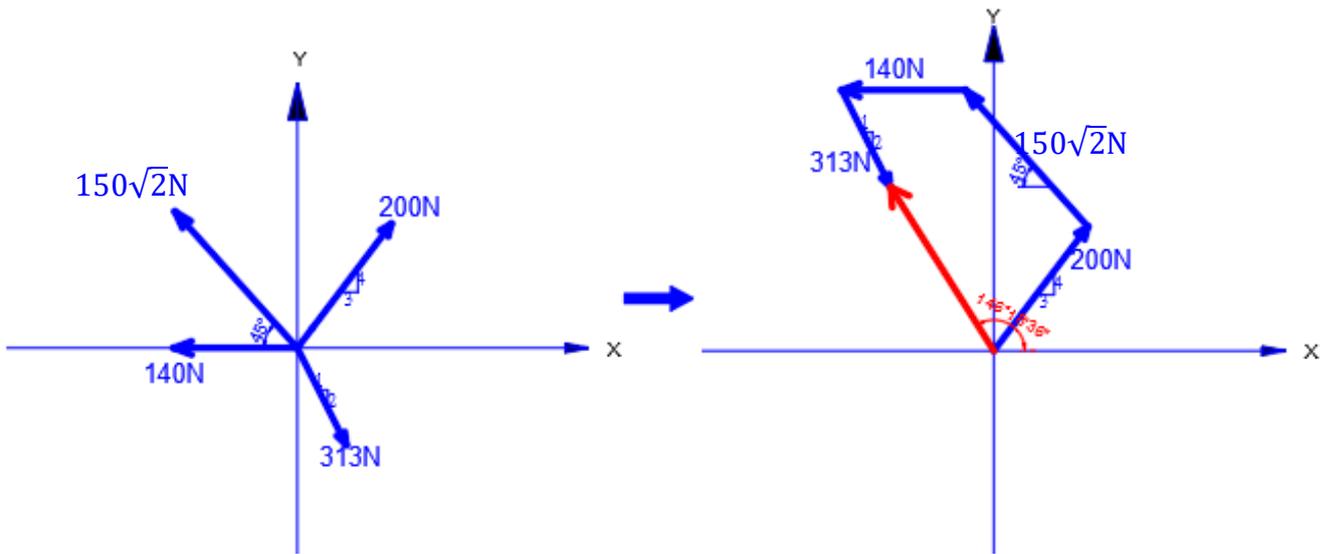
分析：

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 200 \times \frac{3}{5} \rightarrow + 150\sqrt{2} \times \cos 45^\circ \leftarrow + 140 \leftarrow + 313 \times \frac{1}{\sqrt{5}} \rightarrow \\ &= 120 - 150 - 140 + 140 = -30\text{N} \leftarrow \\ \sum F_y &= 200 \times \frac{4}{5} \uparrow + 150\sqrt{2} \times \sin 45^\circ \uparrow + 313 \times \frac{2}{\sqrt{5}} \downarrow \\ &= 160 + 150 - 280 = 20\text{N} \uparrow\end{aligned}$$

$$R = \sqrt{30^2 + 20^2} = \sqrt{1300} = 36.06\text{N}$$

$$\left(\sum F_x, \sum F_y\right) = (-, +) \in \text{II}$$

方向角 $\tan^{-1} \frac{-20}{30} = 180^\circ - 33^\circ 41' 24'' = 146^\circ 18' 36''$ 與 x 軸夾角



◆ 平面共點力系之平衡

1. 自由體圖：將欲分析之 **元素** 從 **整體力系** 中 **分開獨立** 出來，以簡化分析 **受力情形**。
2. 平衡：平衡狀態下，物體所受之 **合力等於零**，**合力矩亦為零**。

平面共點力系 之平衡條件：

$$\sum F_x = 0 \text{ 及 } \sum F_y = 0$$

重點五

※二力平衡條件：(1)大小相等；(2)方向相反；(3)作用線在同一條直線上。

※三力平衡條件：(1)三力必作用在同一平面；(2)三力作用線若不平行必交於一點；
(3)三力必成一閉合三角形。

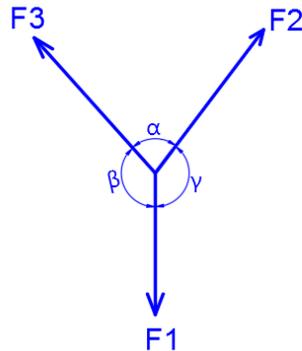
[107 年統測]

1. 下列何者為三力平衡之必要條件？

- (A) 三力必共面
- (C) 三力必平行

- (B) 三力必共線
- (D) 三力必成一閉合正三角形

※三力平衡：除了可利用共點力系平衡方程式求解外，尚可由拉密定理或正弦定理



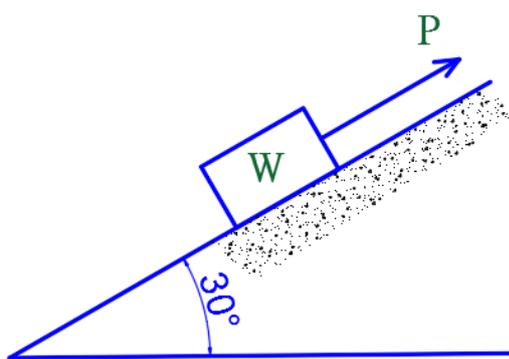
$$\frac{F1}{\sin \alpha} = \frac{F2}{\sin \beta} = \frac{F3}{\sin \gamma} \quad (\text{適合角度})$$

$$\frac{F1}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{F2}{\sin(90^\circ + \beta)} = \frac{F3}{\sin(90^\circ + \gamma)}$$

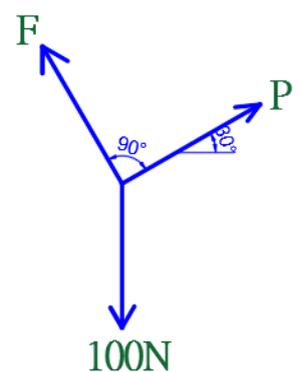
亦即 $\frac{F1}{\cos \alpha} = \frac{F2}{\cos \beta} = \frac{F3}{\cos \gamma}$ (適合比值條件)

例題

例題 2-10，畫出自由體圖並求解 P 及 F 力？



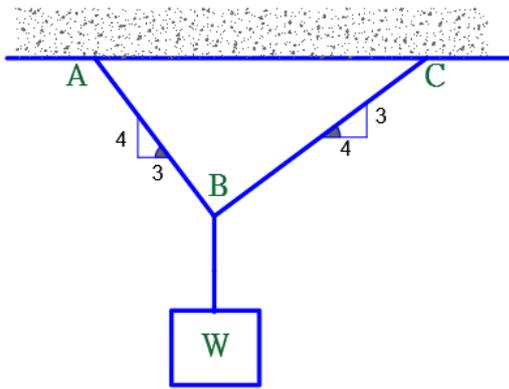
自由體圖



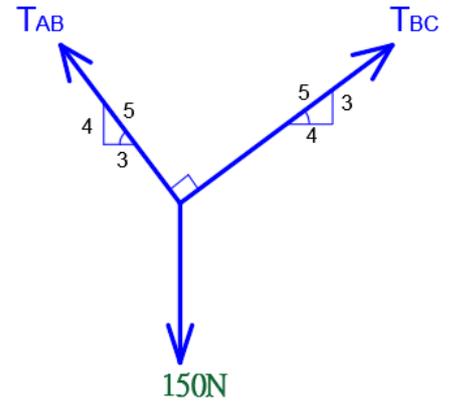
$$\frac{100N}{\sin 90^\circ} = \frac{F}{\sin 120^\circ} = \frac{P}{\sin 150^\circ}$$

例題

例題 2-9，畫出自由體圖並求出 AB 繩及 BC 繩之張力？



自由體圖



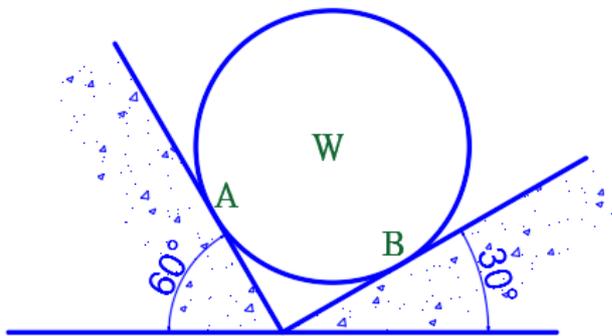
$$\frac{150}{\sin 90^\circ} = \frac{T_{AB}}{\cos \beta_1} = \frac{T_{BC}}{\cos \gamma_1}$$

$$\rightarrow \frac{150}{1} = \frac{T_{AB}}{4/5} = \frac{T_{BC}}{3/5}$$

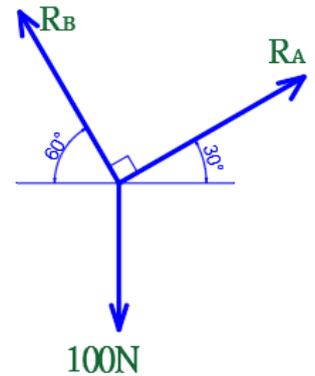
$$T_{AB} = 120\text{N} \quad , \quad T_{BC} = 90\text{N}$$

例題

例題 2-9，畫出自由體圖並求出 A 點及 B 點之接觸力為若干？



自由體圖



$$\frac{100\text{N}}{\sin 90^\circ} = \frac{R_A}{\sin 150^\circ} = \frac{R_B}{\sin 120^\circ}$$

$$R_A = 50\text{N} \quad , \quad R_B = 86.6\text{N}$$

96-108 年歷屆考題

96 統測>1

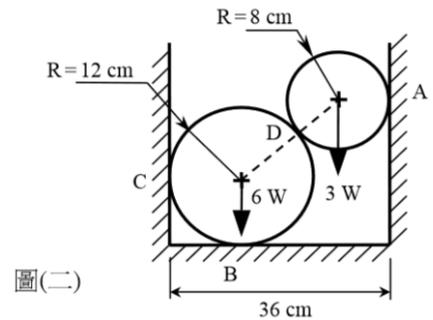
21. 橋梁承受車輛重量之作用，下列何者為車輛重量造成之「外效應」？
 (A) 橋梁發生變形 (B) 橋梁支承產生反力
 (C) 橋梁構件產生彎矩 (D) 橋梁構件發生軸力

97 統測>2

21. 力於作用線上任意移動，不改變其大小與方向，不會改變力對物體所產生的外效應，此稱為力的可傳性。下列何者不屬於物體受力後的外效應？
 (A) 運動 (B) 轉動 (C) 移動 (D) 變形

97 統測>3

22. 置於凹槽中的大小兩圓柱體，重量分別為 $6W$ 與 $3W$ ，半徑為 12 cm 與 8 cm ，如圖(二)所示，圓柱接觸點為 D 。若所有接觸面是無磨擦力的光滑面，則下列對於 A 、 B 、 C 三點反力大小的描述，何者正確？
 (A) A 接觸點無反作用力
 (B) B 點的反力為 $6W$
 (C) A 點的反力為 $4W$
 (D) B 點的反力等於 A 、 C 兩點反力的和

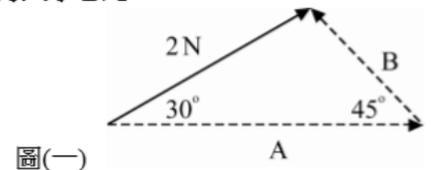


97 統測>4

23. 若有一作用力的水平分力大小等於其作用力的 0.8 倍，則：
 (A) 垂直分力等於水平分力的 0.6 倍 (B) 垂直分力等於水平分力的 0.75 倍
 (C) 垂直分力等於水平分力的 0.8 倍 (D) 垂直分力等於水平分力

99 統測>5

1. 某力 2 N 如圖(一)，分解成 A 、 B 兩力， A 、 B 兩力大小各是：
 (A) $A = \sqrt{3}\text{ N}$ 、 $B = \sqrt{2}\text{ N}$
 (B) $A = 2.512\text{ N}$ 、 $B = 1.589\text{ N}$
 (C) $A = (\sqrt{3} + 1)\text{ N}$ 、 $B = \sqrt{2}\text{ N}$
 (D) $A = 2.589\text{ N}$ 、 $B = 1.512\text{ N}$



99 統測>6

4. 下列何者是力的單位？
 (A) kg/sec (公斤/秒) (B) ton-m/sec (噸-公尺/秒)
 (C) kg-m (公斤-公尺) (D) kg-m/sec^2 (公斤-公尺/秒平方)

01 統測>7

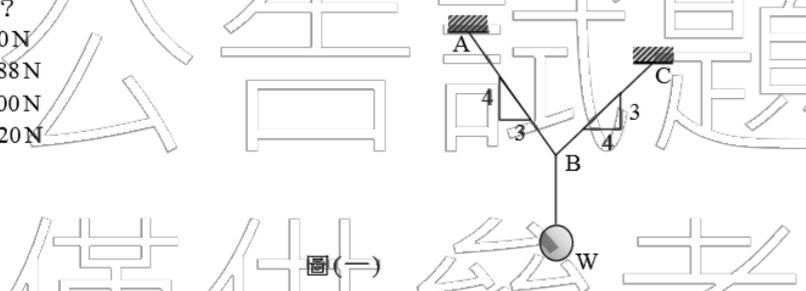
1. 下列哪一個物理量不是純量？
 (A) 時間 (B) 長度 (C) 質量 (D) 重量

01 統測>8

3. 下列有關各種力系性質的敘述，何者正確？
 (A) 共點力系必為共平面力系 (B) 共線力系各力之方向均相同
 (C) 共平面力系各力的合力為零 (D) 共線力系必為共平面力系

01 統測>9

5. 如圖(一)之平衡系統，若 AB 纜繩張力為 240 N ， BC 纜繩張力為 180 N ，則垂球重 W 為多少？
 (A) 60 N
 (B) 288 N
 (C) 300 N
 (D) 420 N

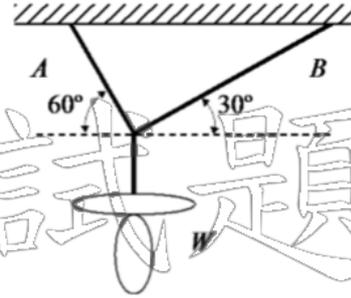


02 統測>10

1. 在工程力學中，下列何組中之兩個物理量具有相同的單位？
- (A) [力(Force)]、[力矩(Moment)] (B) [力矩(Moment)]、[功(Work)]
 (C) [力(Force)]、[長度(Length)] (D) [力(Force)]、[功(Work)]

02 統測>11

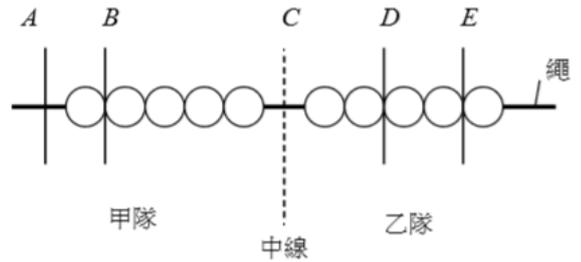
3. 小明家中廚房掛了一盞燈具，如圖(一)所示。燈具之重量為 W ，兩懸掛繩為 A 、 B 與水平面之夾角分別為 60° 與 30° 。若兩繩之張力分別為 T_a 、 T_b ，則兩繩張力之比 $T_a : T_b$ 為何？
- (A) 1 : 1
 (B) $1 : \cos 60^\circ$
 (C) $\cos 60^\circ : \cos 30^\circ$
 (D) $\cos 30^\circ : \cos 60^\circ$



圖(一)

02 統測>12

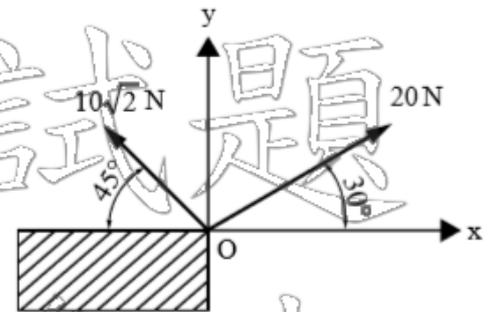
4. 10 人拔河，分成甲乙兩隊，每隊 5 人，每個人以一圓圈表示，如圖(二)所示。假設每個人之施力均相等且均為 F ，則下列敘述何者不正確？
- (A) A 處繩子之張力(拉力)為零
 (B) B 處繩子之張力(拉力)與 E 處相等
 (C) C 處繩子之張力(拉力)因兩邊力平衡因此為零
 (D) D 處繩子之張力(拉力)為 $3F$



圖(二)

03 統測>13

3. 如圖(二)所示，一物體於 O 點受到二力作用，在 y 方向之總合力為多少 N ？
- (A) 15
 (B) 20
 (C) 22
 (D) 25



圖(二)

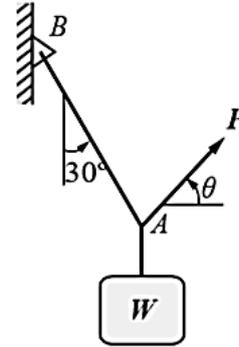
03 統測>14

4. 下列敘述何者正確？
- (A) 剛體乃假設受外力作用後會變形之物體
 (B) 力為一種作用，為重量與加速度之乘積
 (C) 速度與加速度為具有大小、方向之物理量，故為向量
 (D) 牛頓第三運動定律中，作用力與反作用力作用於同一物體

04 統測>15

1. 一物體重 W 以一繩索 AB 懸掛，並在 A 點施加拉力 P ，使其如圖(一)所示在該位置維持平衡。若要使所施加拉力 P 之大小為最小，則 P 力之方向角 θ 應為何？

- (A) 0°
 (B) 30°
 (C) 60°
 (D) 90°

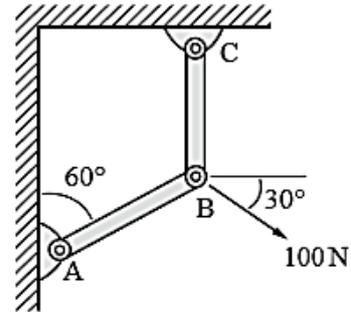


圖(一)

06 統測>17

1. 有一桿件受力結構，如圖(一)所示，若在 B 點施加與水平夾角 30° 的力量 100 N 時，求 AB 桿之受力為何？

- (A) 50 N (壓力) (B) 50 N (拉力) (C) 100 N (壓力) (D) 100 N (拉力)



圖(一)

07 統測>18

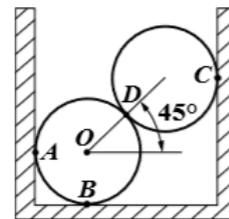
1. 下列何者為純量？

- (A) 摩擦力 (B) 角速度 (C) 力矩 (D) 質量

07 統測>19

2. 重量同為 90 kgf 的兩個相同鐵柱放置於鐵箱內，相關位置如圖(一)所示。若忽略鐵柱、鐵箱間的摩擦力，則下列敘述何者正確？

- (A) A 點反力為 127 kgf
 (B) B 點反力為 180 kgf
 (C) C 點反力為 45 kgf
 (D) D 點接觸力為 135 kgf



圖(一)

08 統測>20

1. 下列何者為三力平衡之必要條件？

- (A) 三力必共面 (B) 三力必共線
 (C) 三力必平行 (D) 三力必成一閉合正三角形

08 統測>21

4. 在 $x-y$ 直角座標系之 x 軸及 y 軸分別作用一力大小為 F ，方向皆在 x 軸及 y 軸之正方向，其合力大小為：

- (A) $\sqrt{2}F$ (B) $\frac{\sqrt{2}}{2}F$ (C) F (D) $2F$