

## § 4 - 4 動摩擦力

物體一旦開始運動，此時阻止物體運動的摩擦力，稱為動摩擦力，以  $f_k$  表示之。

實驗發現，物體所受動摩擦力  $f_k$  的方向和物體在接觸面上相對運動的方向相反，其大小會比最大靜摩擦力  $f_s$  略小，不管施力如何變化或物體速度多大，物體與接觸面間動摩擦力  $f_k$  的數值幾乎保持不變。

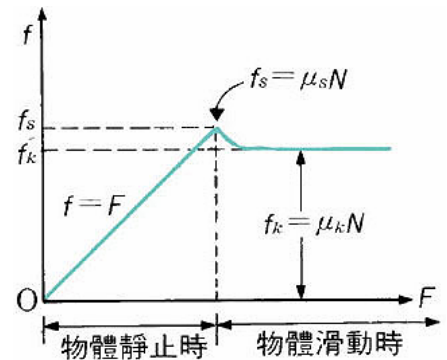
由實驗也發現，和最大靜摩擦力  $f_s$  有類似的現象，動摩擦力  $f_k$  和垂直於接觸面間的正向力  $N$  也成正比。其關係可表示如下：

$$f_k = \mu_k N$$

其中  $\mu_k$  是無單位的常數，稱為動摩擦係數，它和接觸面間的粗糙程度有關，和接觸面的面積無關。

$$\because f_k < f_s \quad \therefore \mu_k < \mu_s$$

(有關摩擦力的性質，在 § 3-7 靜摩擦力，敘述更完整。)



### 範例練習

#### 題型一、 $f_k = \mu_k N$

- 1 有關摩擦力的敘述，下列何者正確？ (A)最大靜摩擦力必大於動摩擦力 (B)靜止狀態的物體不可能受到摩擦力之作用 (C)摩擦力亦可能使物體之速率增加 (D)摩擦力之大小與運動速率無關 (E)摩擦力之大小與運動速率成正比。

ACD

解析：(B) 如在斜坡上物體是下滑力與摩擦力平衡。

(C) 如地面給車之摩擦力使車加速。

(E) 應無關。

- 2 下列有關摩擦力的敘述，何者正確？ (A)摩擦力對物體恆作負功 (B)摩擦力恆與物體的運動方向相反 (C)物體尚未移動前，不受摩擦力作用 (D)兩接觸面間之靜摩擦係不一定小於 1 (E)人行走於地面上之摩擦力為靜摩擦力且方向向前

DE

- 3 甲、乙兩相同廠牌之同型貨車，甲載貨，乙為空車，若它們以相同速率行駛時，皆施以緊急剎車，車輪鎖死不滾動，它們和地面間之摩擦係數相同，則： (A)兩車滑行期間有相同的加速度 (B)甲車較重摩擦力較大，故剎車距離比較短 (C)乙車較輕慣性小，故容易剎車停止 (D)兩車滑停時間相同 (E)兩車之剎車痕跡等長

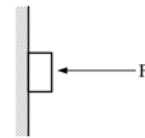
ADE

解析：(B)因摩擦所生之負向加速度均為  $a = -\mu g$ ，它與載重無關。

(E)由  $0 = v_0 - 2as = v_0 - 2\mu g s$  知  $s = \frac{v_0}{2\mu g}$ ，所以二車剎車距離相同，但通常我們都知道載重車比

較難剎車停止，那為什麼呢？那是因為車內貨物容易在剎車時，因慣性關係產生相對滑動而向前衝，如果能把貨物捆緊，使整車為一體，則剎車距離應與車重無關。

- 4 如圖質量  $m$  的物體，靠於直豎的牆上與牆間之靜摩擦係數為  $\mu$ ，今施一水平力  $F$  於物體，使物體不滑下，則： (A)  $F = mg$  (B)  $mg = \mu F$  (C) 牆與物體間之靜摩擦力為  $mg$  (D) 牆施於物體之淨力(合力)為  $F\sqrt{1+\mu^2}$  (E) 若物體與牆無摩擦則  $F$  無論多大均不能平衡。



CE ( $\mu F$  有可能大於  $mg$ )

- 5 用手握住一個瓶子，瓶身保持鉛直，如果增大握力，則瓶子所受的摩擦力\_\_\_\_\_。(填增大、減小或不變)。

不變

- 6 一汽車以速率  $v_0$  沿水平道路前進，若輪胎與路間的摩擦係數為  $\mu$ ，求汽車煞車滑行的距離為？

$$\frac{v_0^2}{2\mu g}$$

解析：汽車煞車後會因摩擦力而減速，終至停止，設汽車質量為  $M$ ，則摩擦力  $f$  為：

$$f = \mu N = \mu Mg$$

$$\text{又因 } f = Ma \quad \therefore \mu Mg = Ma \quad a = \mu g$$

$$\text{由 } 0^2 = v_0^2 - 2as \quad \therefore s = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

- 7 一汽車以初速  $24\text{m/s}$  的速率前進，若輪胎與路面的靜摩擦係數  $\mu_s$  為  $0.60$ ，動摩擦係數  $\mu_k$  為  $0.40$ ，求此車能刹停的最短距離為： (A)  $24$  (B)  $32$  (C)  $40$  (D)  $48$  (E)  $56$

提示：輪胎與地面接觸之點，是靜摩擦或動摩擦？

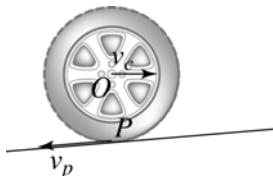
D

解析：(1) 輪緣一點  $P$  對輪心  $O$  之速度等於輪心  $O$  的速度  $\rightarrow v_P = v_C$

$$(2) P \text{ 對地速度 } \vec{v}_{P地} = \vec{v}_{PO} + \vec{v}_O = 0$$

$$(3) \text{ 存靜摩擦 } \therefore a = \frac{\mu_s mg}{m} = \mu_s g = 0.60 \times 10 = 6.0\text{m/s}^2$$

$$(4) S = \frac{v^2}{2a} = \frac{24^2}{2 \times 6.0} = 48\text{m}$$

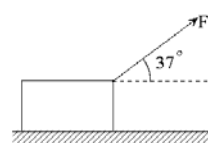


- 8 鐵路平板車載有一木箱，箱與車地板的摩擦係數為  $\mu$ ，若平板車以  $v$  速率行駛，為不使箱滑動，則最短的停車距離為 (A)  $\frac{v^2}{\mu g}$  (B)  $\frac{v^2}{2\mu g}$  (C)  $\frac{\mu v^2}{g}$  (D)  $\frac{\mu v^2}{2g}$  (E)  $\frac{2\mu v^2}{g}$ 。

---- 平板車煞車時，箱子會受一慣性力向前滑去（慣性現象），若摩擦夠大，就不會滑動了。

B

- 9 下圖，物體質量為  $2\text{kg}$ ，物與平地的動摩擦係數為  $0.2$  拉力  $F$  為  $20\text{nt}$ ，設  $g$



= 10nt/kg，則物體運動時的加速度為若干 m/sec<sup>2</sup>？

- (A) 3.6 (B) 4.0 (C) 6.4 (D) 7.2 (E) 8.0。

D

- 10 有一箱重  $W$  克，置於水平地板上，箱與地板間之動摩擦係數為  $\mu$ ，今以一水平成  $45^\circ$  角的力向斜上方拉箱，使箱在地板上做等速滑動，則所需之拉力以克重表示為：

- (A)  $\frac{\sqrt{2}}{2}\mu W$  (B)  $\sqrt{2}\mu W$  (C)  $\frac{\sqrt{2}}{1-\mu}\mu W$  (D)  $\frac{\sqrt{2}}{1+\mu}\mu W$  (E)  $\frac{\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}\mu}\mu W$

D

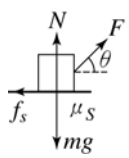
解析：  $\begin{cases} F \sin \theta + N = W \cdots \cdots (1) \\ F \cos \theta = \mu N \cdots \cdots (2) \end{cases}$  由(1)  $N = W - F \sin \theta$

(2)  $F = \frac{\mu W}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{\sqrt{2}\mu W}{1 + \mu}$

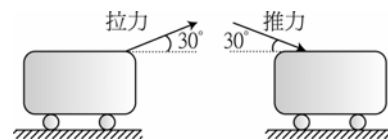


- 11 圖中，地面與物體  $m$  表面之靜摩擦係數為  $\mu_s$ ，需施力\_\_\_\_\_才能推動。

$\frac{\mu_s mg}{(\cos \theta + \mu_s \sin \theta)}$

解析：  $\begin{cases} N + F \sin \theta = mg \\ F \cos \theta - f_s \geq 0 \\ f_s = \mu_s N \end{cases}$    $\rightarrow F \geq \frac{\mu_s mg}{\cos \theta + \mu_s \sin \theta}$

- 12 如附圖所示，在水平地面上，某人以斜向上拉或斜向下推的方式，使行李箱沿地面等速度移動，若拉力或推力與水平面的夾角  $30^\circ$ ，行李箱與地面間的摩擦力分別為  $f_{拉}$  和  $f_{推}$ ，則下列敘述何者正確？ (A)  $f_{拉} < f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推省力 (B)  $f_{拉} < f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (C)  $f_{拉} > f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推費力 (D)  $f_{拉} > f_{推}$ ，斜向上拉會比斜向下推省力。



A

解析： 拉力時：正向力  $N_1 = W - F_{拉} \times \sin 30^\circ$

推力時：  $N_2 = W + F_{推} \times \sin 30^\circ$

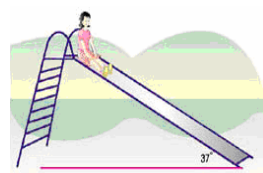
因  $N_1 < N_2$  且  $f = \mu_k \cdot N$

$\Rightarrow f_{拉} < f_{推}$

題型二、斜面

- 13 如圖，一質量為 25kg 的小孩從一傾斜角為  $37^\circ$  的溜滑梯上滑下，若小孩與滑梯斜面間的動摩擦係數為 0.5，則其下滑之加速度為何？

$1.96 m / s^2$



- 14 一木塊沿著一斜面以等加速度下滑，若斜面的傾斜角為  $30^\circ$ ，木塊沿斜面下滑的加速度為  $\frac{g}{3}$ ，

$g$  為重力加速度，則動摩擦係數為\_\_\_\_\_。

$$\frac{\sqrt{3}}{9}$$

解析：正向力 =  $mg\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$        $\therefore f_k = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu mg$

又合力 =  $ma$        $\therefore mg\sin 30^\circ - \frac{\sqrt{3}}{2}\mu mg = m \times \frac{g}{3} \Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}}{9}$

15 已知：質量為 5kg 的物體 A 靜止於一木板上，當該木板提昇至與水平面夾  $53^\circ$  時，A 恰要下滑，當其下滑後，木板與水平夾  $37^\circ$  時，恰可使物體 A 以等速下滑( $g = 10\text{m/sec}^2$ )，試求：

(1) 物體 A 與木板間之靜摩擦係數為\_\_\_\_\_。

(2) 物體 A 與木板間之動摩擦係數為\_\_\_\_\_。

(1)  $\frac{4}{3}$       (2)  $\frac{3}{4}$

16 一物體置於斜角為  $30^\circ$  之斜坡上恰可等速下滑，若將斜坡之角度增為  $60^\circ$ ，則其下滑之加速度為： (A)  $g/2$  (B)  $\sqrt{3}g/2$  (C)  $\sqrt{3}g/3$  (D)  $\sqrt{3}g$  (E)  $2g/\sqrt{3}$ 。

C

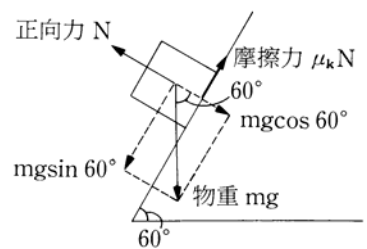
解析： 質量  $m$  之物體與斜坡間之動摩擦係數  $\mu_k = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$

$\theta = 60^\circ$  時受力如圖

$N = mg\cos 60^\circ \dots\dots\dots ①$

$mg\sin 60^\circ - \mu_k N = ma \dots\dots ②$

①代入②得  $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$



17 一木塊置於一木板上，今改變木板的水平夾角至  $37^\circ$  時，木塊恰好下滑，且在 4 秒內滑動 4 公尺，則木塊與木板間之動摩擦係數為\_\_\_\_\_。(  $g = 10\text{m/s}^2$  )

$$\frac{11}{16}$$

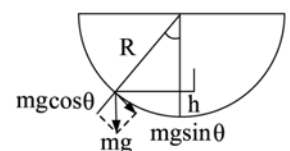
解析：由  $d = \frac{1}{2}at^2$  得  $a = \frac{1}{2}(m/s^2)$  又合力 =  $ma$

$\therefore mg\sin 37^\circ - \mu mg\cos 37^\circ = m \times a \Rightarrow \mu = \frac{11}{16}$

18 質量  $m$  之物體在斜角為  $\theta$  之斜面上等速下滑， $g$  為重力加速度，則知 (A) 物體所受淨力量值為  $mg \sin \theta$  (B) 斜面對物體之作用力量值為  $mg \sin \theta$  (C) 物體所受摩擦力量值為  $mg \sin \theta$  (D) 接觸面之動摩擦係數為  $\tan \theta$  (E) 將斜角  $\theta$  減小時，下滑速度會變快。

CD

19 一螞蟻在半徑  $R$  之碗壁沿壁上爬，若蟻與碗壁間摩擦係數為  $\mu$ ，則此蟻可爬昇距碗底之鉛直高度為何？



$$h = R \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \right]$$

螞蟻爬至最高點時，有下滑之勢，故摩擦力斜向上

(1) 蟻與碗壁間之正壓力為  $N = mg \cos \theta$

故摩擦力  $f = \mu N = \mu mg \cos \theta$

(2) 滑下力  $mg \sin \theta$

則  $f = \mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$        $\mu = \tan \theta$

(3)  $\therefore$  爬升高度  $h = R - R \cos \theta = R \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \right]$

- 20 一物體自靜止滑下  $53^\circ$  的粗糙斜面所經時間，為自靜止滑下  $53^\circ$  的光滑斜面的  $\sqrt{2}$  倍，設下滑的長度相同，則物體與粗糙斜面間的動摩擦係數應為： (A)  $\frac{1}{2}$  (B)  $\frac{2}{3}$  (C)  $\frac{3}{4}$  (D)  $\frac{3}{5}$  (E)  $\frac{4}{5}$ 。

**B**

解析：物在粗糙斜面受力  $mg \sin 53^\circ - \mu mg \cos 53^\circ = ma_1$

$$a_1 = \frac{4}{5}g - \frac{3}{5}\mu g$$

物在光滑斜面受力  $mg \sin 53^\circ = ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{4}{5}g$

$$\text{下滑距離 } l = \frac{1}{2} \left( \frac{4}{5}g - \frac{3}{5}\mu g \right) (\sqrt{2}t)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{5}gt^2$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{2}{3}$$

- 21 一木塊置於斜角為  $30^\circ$  之斜面上，恰可等速滑下。今令木塊以初速  $v$  自斜面底端沿斜面上滑，則滑行至最大高度時所需之時間為 (A)  $\frac{v}{4g}$  (B)  $\frac{v}{2g}$  (C)  $\frac{v}{\sqrt{3}g}$  (D)  $\frac{v}{g}$  (E)  $\frac{2v}{g}$ 。

**D**

- 22 一木塊置於傾斜角為  $\theta$  之斜面上，恰可等速滑下，今以初速  $v_0$  令木塊自斜面底端沿斜面上滑，則木塊沿著斜面所能滑行之最大距離為【      】。

$$\frac{v_0^2}{4g \sin \theta}$$

- 23 質量 6 公斤的物體在斜角  $53^\circ$  的斜面上恰可等速下滑，今調整斜角為  $37^\circ$ ，並以 10 公尺/秒的初速度沿斜面上滑，若  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，則此物體所能到達的最大高度為\_\_\_\_\_公尺。

**1.8**

解析：  $\mu_k = \tan 53^\circ = \frac{4}{3}$

$$\text{動摩擦力} = \mu_k mg \cos 37^\circ = \frac{4}{3} \times 6 \times 10 \times \frac{4}{5} = 64 \text{ (牛頓)}$$

$$\text{下滑力} = mg\sin 37^\circ = 6 \times 10 \times \frac{3}{5} = 36 \text{ (牛頓)}$$

$$\therefore \text{合力} = ma \Rightarrow 64 + 36 = 6 \times a \Rightarrow a = \frac{50}{3} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$d = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \times \frac{50}{3}} = 3 \text{ (公尺)}$$

$$\Rightarrow h = 3\sin 37^\circ = 1.8 \text{ (公尺)}$$

- 24 一質量  $m$  之物體自斜面底沿斜面以初速  $v$  上滑距離  $d$  後滑回原處，其末速為  $\frac{2v}{3}$ ，則物體與斜面間之動摩擦力為【      】。

$$\frac{5mv^2}{36d}$$

- 25 一物沿斜面上滑距離  $d$  後，復又滾回原處，測得上滑之初速為  $v$ ，滑回之末速為  $\frac{v}{2}$ ，若物體質量  $m$ ，則物與斜面間之摩擦力為\_\_\_\_\_。

$$3mv^2 / 16d$$

- 26 一物在仰角  $37^\circ$  動摩擦係數  $0.5$  之斜面上可以等加速度  $a_1$  下滑及等減速  $a_2$  上滑，則  $a_1 : a_2 = ?$

$$1 : 5$$

解析： $a_1 = 0.6g - 0.5 \times 0.8g = 0.2g$ ， $a_2 = 0.6g + 0.4g = g$

- 27 物體以  $20\text{m/s}$  沿斜角  $37^\circ$  的粗糙斜面上滑，上滑時間與下滑時間之比為  $1 : 2$ ，則：(重力加速度為  $g$ )

① 上滑與下滑加速度比 \_\_\_\_\_。

② (A)滑回原處時，速率為  $15\text{m/s}$  (B)動摩擦係數為  $\frac{9}{20}$  (C)上滑時加速度量值為  $0.96g$  (D)

下滑時間為  $2.5$  秒 (E)上滑的最大位移為  $25$  公尺

$$a_{\text{上}} : a_{\text{下}} = 4 : 1 \quad \text{BC}$$

解析：上滑位移量值 = 下滑位移量值

$$\frac{1}{2} \times 1 \times 20 = \frac{1}{2} \times 2 \times v \quad \therefore v = 10 \text{ (m/s)} \cdots \text{(A)} \quad v^2 = 2ad \quad \therefore a \propto v^2 \quad \text{故 } a_{\text{上}} : a_{\text{下}} = 4 : 1$$

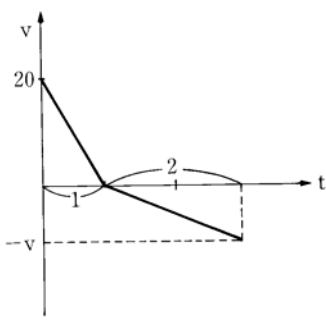
$$\therefore \frac{g}{5}(3+u) : \frac{g}{5}(3-4u) = 4 : 1 \quad \text{得 } u = \frac{9}{20} \cdots \text{(B)}$$

$$a_{\text{上}} = \frac{g}{5} \left( 3 + 4 \times \frac{9}{20} \right) = \frac{24}{25} g \cdots \text{(C)}$$

$$a_{\text{下}} = \frac{g}{5} \left( 3 - 4 \times \frac{9}{20} \right) = \frac{6}{25} g \text{ 由末速公式}$$

$$\text{得 } 10 = \frac{6}{25} g \times t \therefore t = \frac{125}{3g} \cdots \text{(D)}$$

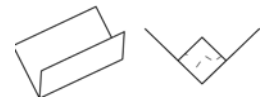
由線下面積 =  $\frac{1}{2} \times \frac{125}{3g} \times 10 = \frac{625}{3g} \dots(E)$



- 28 質量 0.1 公斤之木塊放於與水平面成  $37^\circ$  角之斜面上，木塊與斜面之靜摩擦係數為 0.25(設  $g=10$  米/秒<sup>2</sup>)，則以一與斜面平行之力作用於木塊上，而使木塊保持不動之力的最小值為\_\_\_\_\_牛頓；此力最大值為\_\_\_\_\_牛頓。

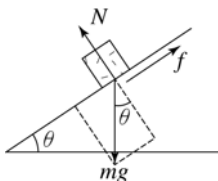
0.4 ; 0.8

- 29 質量為  $M$  的木塊放在斜角為  $\theta$  的直角槽內滑行。設兩者之摩擦係數為  $\mu_k$ ，求木塊的加速度為\_\_\_\_\_。



$g(\sin \theta - \sqrt{2}\mu_k \cos \theta)$

解析：(1)Fig(1)中， $N = mg \cos \theta$

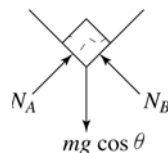


(2)Fig(2)中，此正向力由二個直角槽共同提供

$$N = mg \cos \theta = \sqrt{2}N_A = \sqrt{2}N_B$$

$$\therefore N_A = N_B = \frac{1}{\sqrt{2}} mg \cos \theta$$

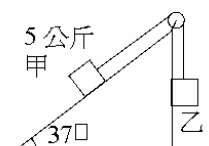
摩擦力： $f_A = f_B = \frac{\mu_k}{\sqrt{2}} mg \cdot \cos \theta$



(3)故  $m$  受合力  $F = mg \sin \theta - 2 \times (\frac{1}{\sqrt{2}} mg \cos \theta) = ma$

$$\therefore a = g(\sin \theta - \sqrt{2} \cos \theta)$$

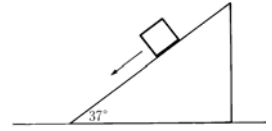
- 30 質量為 5 公斤的木塊甲放在斜角  $37^\circ$  的斜面上，一端以輕繩繞過定滑輪與未知質量的木塊乙相連(如圖)，若  $g=10$  公尺/秒<sup>2</sup>，試回答下列四小題：





- (1)若斜面無摩擦，則乙的質量為\_\_\_\_\_公斤時恰可平衡。  
 (2)若斜面與木塊乙之靜摩擦係數  $\mu_s = 0.2$  動摩擦係數  $\mu_k = 0.1$ ，則乙的質量至少要\_\_\_\_\_公斤方可保持平衡。  
 (3)承上題，此時繩上張力大小為\_\_\_\_\_牛頓。  
 (4)若將細繩燒斷，木塊甲沿斜面下滑的加速度大小為\_\_\_\_\_公尺/秒<sup>2</sup>。  
 (1) 3 (2) 2.2 (3) 22 (4) 5.2

31 有一質量 4 公斤，斜角 37° 的光滑斜面三角形木塊，其上放置質量 5 公斤的物體，如圖，若物體沿光滑斜面下滑，欲使木塊保持靜止，則三角形木塊底面與地面間的靜摩擦係數至少應為若干？

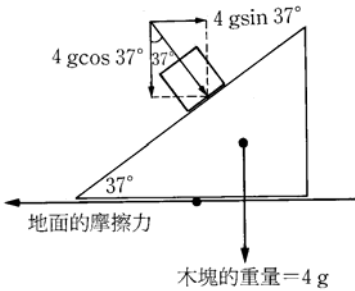


- (A)  $\frac{4}{3}$  (B)  $\frac{1}{4}$  (C)  $\frac{1}{3}$  (D)  $\frac{3}{4}$  (E)  $\frac{3}{5}$

木塊靜止於地面的條件：物體作用於木塊之力的水平分力  $\leq$  木塊與地面之間的最大靜摩擦力  
 C

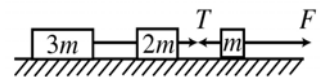
$$\text{物體作用於斜面之力} = mg \cos 37^\circ = 5g \times \frac{4}{5} = 4g$$

$$\therefore 4g \sin 37^\circ \leq u(4g + 4g \cos 37^\circ) \quad u \geq \frac{1}{3}$$



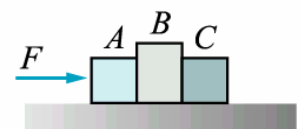
### 題型三、組合體的摩擦問題

32 設有三個質量分別為  $m$ ,  $2m$  及  $3m$  之木塊以質量可以忽略之細線相連接，此三木塊被置於一水平之桌面上，設桌面與木塊間之動摩擦係數為  $\mu$ 。今以一水平力  $F$  拉動此三木塊以等加速度前進（如圖所示），則



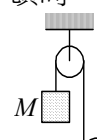
第一根細線上之張力  $T$  與拉力  $F$  之比值  $\frac{T}{F} = \frac{5}{6}$ 。

33 水平桌面上有  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三個木塊，其質量分別為 2 公斤、4 公斤與 6 公斤。已知木塊與桌面的靜摩擦係數皆為 0.5，動摩擦係數皆為 0.1，令重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，今施水平推力  $F$  於木塊  $A$  上，則 (A) 當  $F = 30$  牛頓時，木塊組的加速度為 2.5 公尺/秒<sup>2</sup> (B) 當  $F = 40$  牛頓時，桌面施於木塊  $C$  的摩擦力為 10 牛頓 (C) 當  $F = 40$  牛頓時，木塊  $A$ 、 $B$  間的作用力為 30 牛頓 (D) 當  $F = 70$  牛頓時，桌面施於木塊  $C$  的摩擦力為 30 牛頓 (E) 當  $F = 70$  牛頓時，木塊  $C$  所受的合力為 29 牛頓。



BCE

**解析** 木塊組的最大靜摩擦力為  $f_m = \frac{1}{2} \times 120 = 60$  牛頓，故當推力小於 60 牛頓時，木塊組不





會運動。

(A)  $F=30$  牛頓時，木塊組靜止不動，其加速度為零。

(B)  $F=40$  牛頓時，由於  $AB$  的最大靜摩擦力為  $30$  牛頓，因此  $C$  對  $B$  的作用力為  $10$  牛頓，且  $B$  對  $C$  的推力也為  $10$  牛頓。由  $C$  的平衡，得地面作用於  $C$  的摩擦力為  $10$  牛頓。

(C)  $F=40$  牛頓時，分析  $A$  的平衡時： $40=10+F_{AB}$ ，得  $F_{AB}=30$  牛頓。

(D)  $F=70$  牛頓時，木塊組加速運動，木塊  $C$  受動摩擦力作用，其值為  $60 \times 0.1 = 6$  牛頓。

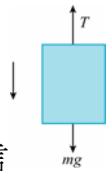
(E)  $F=70$  牛頓時，木塊組的動摩擦力為  $0.1 \times 120 = 12$  牛頓。木塊組的加速度為  $a = \frac{70-12}{12} = 4.83$

公尺/秒<sup>2</sup>，故木塊  $C$  受的合力為  $6 \times 4.83 = 29$  牛頓。正確選項為(B)(C)(E)。

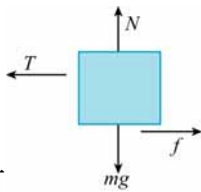
- 34 兩木塊以跨過滑輪的輕繩連接，已知木塊  $M$  下降的速率每秒增加  $b$ ，則繩的張力為\_\_\_\_\_；地面與木塊  $m$  的動摩擦係數為\_\_\_\_\_。

$$M(g-b), \frac{Mg-(M+m)b}{mg}$$

**解析** 由題意知  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = b$



以  $M$  而言  $\Sigma F_M = Mg - T = Mb \quad \therefore T = M(g-b)$



以  $m$  而言

$$\begin{cases} \Sigma F_{m\parallel} = T - f = mb \Rightarrow M(g-b) - f = mb \cdots \cdots (1) \\ \Sigma F_{m\perp} = N - mg = 0 \cdots \cdots (2) \end{cases} \text{由 } f = Mg - (M+m)b, N = mg$$

$$\text{又 } f = \mu_k \cdot N \Rightarrow Mg - (M+m)b = \mu_k \cdot mg$$

$$\therefore \mu_k = \frac{Mg - (M+m)b}{mg}$$

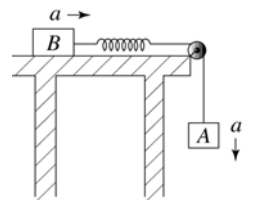
- 35  $A$  物質量  $3.0\text{kg}$ 、 $B$  物質量  $2.0\text{kg}$ ， $B$  物與水平桌面間的動摩擦係數為  $0.50$ ，重力加速度值為  $10\text{m/s}^2$ 。若不計繩與滑輪之摩擦及空氣作用力，則

(1)  $A$  的加速度大小為？(A)2.0 (B)4.0 (C)6.0 (D)8.0 (E)10  $\text{m/s}^2$ 。

(2) 若細彈簧的彈力常數為  $2\text{N/cm}$ ，則彈簧伸長量為？

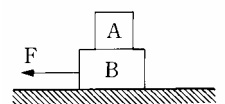
(A)1.5 (B)3.0 (C)6.0 (D)9.0 (E)18  $\text{cm}$ 。

(1)B (2)D



- 36 如附圖所示， $A$ 、 $B$  兩個物體在力  $F$  的作用下一起等速前進，已知  $A$  與  $B$  之間， $B$  與地面之間的摩擦係數都是  $\mu$ ， $A$ 、 $B$  的質量分別是  $m$  和  $2m$ ，則作用力  $F$  的大小為\_\_\_\_\_。

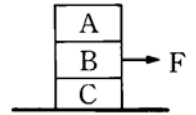
$3\mu mg$



解析：對 A 而言，等速前進  $\therefore$  不受外力

對 B 而言：等速前進  $\therefore$  所受外力之合力=0  $\Rightarrow F=f_k=\mu(3mg)$

- 37 在水平桌面上有三個物體 A、B、C 疊放在一起，在 B 物體上施以水平拉力 F，則 A、B、C 三者共同以速度 V 在桌面上等速滑動。則在等速滑動的過程中：



(1) 物體 B 作用於物體 A 的摩擦力大小為\_\_\_\_\_。

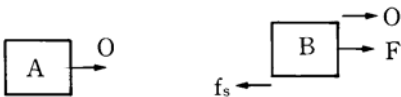
(2) 物體 B 作用於物體 C 的摩擦力大小為\_\_\_\_\_。

(1)0；(2)F

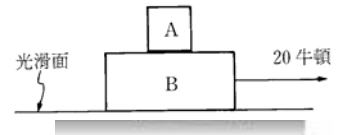
解析： $\Sigma F = 0$  可知。

(1) A 為等速，故不受外力。

(2)  $\therefore$  B 等速  $\therefore \Sigma F = F - f_s = 0 \Rightarrow f_s = F$ 。



- 38 一質量 2 公斤之 A 物體置放在 3 公斤之 B 物體上，B 放置在光滑桌面上，A 與 B 接觸面間之動摩擦係數為 0.3，今施一水平力 20 牛頓拉動 B 物體，如圖，若  $g=10\text{m/s}^2$ ，則 A、B 之加速度各為何？

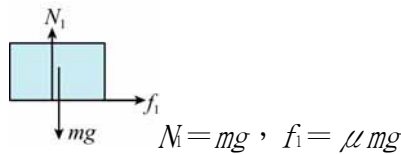


A：2.94  $\text{m/s}^2$     B：4.7  $\text{m/s}^2$

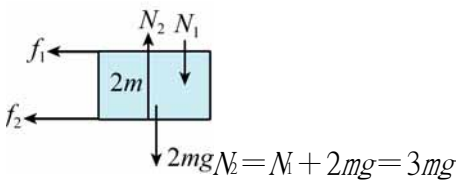
- 39 有二長方體木塊，質量分別為  $m$  及  $2m$ ，設木塊與水平桌面間之摩擦係數為  $\mu$ ，二木塊間之摩擦係數亦為  $\mu$ 。若  $2m$  木塊在水平桌面上向右運動， $m$  木塊對於  $2m$  木塊則有向左的滑動，如圖所示。設木塊在水平桌面上除摩擦力外不受其他作用力，則此時  $2m$  木塊加速度之量值為何？

$2\mu g$

解析



$$N = mg, f_1 = \mu mg$$

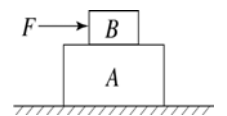


$$N_2 = N + 2mg = 3mg$$

$$\text{合力} = f_1 + f_2 = \mu mg + 3\mu mg = (2m)a$$

$$a = 2\mu g$$

- 40 A 與 B 接觸面間的靜摩擦係數為 0.60，A 與水平地面之接觸面的動摩擦係數為 0.20，又 A 物質量 5.0kg、B 物質量 4.0kg，且重力加速度值為  $10\text{m/s}^2$ 。今在 B 上施一水平力 F，若欲使 B 與 A 一起加速，且 B 在 A 上沒有滑動，則

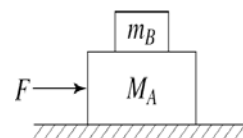


(1) A 物可能的最大加速度之量值為？(A)6.0 (B)4.8 (C)3.0 (D)1.5 (E)1.2  $\text{m/s}^2$ 。

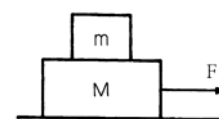
(2) 所需施的力 F 為？(A)5.0 (B)4.8 (C)24 (D)28 (E)30 牛頓。

(1)E (2)D

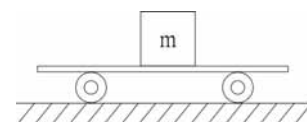
- 41  $m_B$  與  $M_A$  接觸面間靜摩擦係數為 0.60， $A$  與水平地面之接觸面的動摩擦係數為 0.20，又  $M_A = 5\text{kg}$ 、 $m_B = 4\text{kg}$ ，且重力加速度值為  $10\text{m/s}^2$ 。今在  $M_A$  上施一水平力  $F$ ，若欲使  $m_B$  與  $M_A$  一起加速，且  $m_B$  在  $M_A$  上沒有滑動，則
- (1)  $m_B$  可能獲得的最大加速度之量值為？(A)2.0 (B)4.0 (C)6.0 (D)8.0 (E)10  $\text{m/s}^2$ 。
- (2) 所需施的力  $F$  為？(A)18 (B)36 (C)54 (D)72 (E)90 牛頓。
- (1)C (2)D



- 42 如圖， $m = 3\text{kg}$ ， $M = 5\text{kg}$ ，靜置於光滑水平面上，若  $m$  和  $M$  之靜摩擦係數  $\mu = 0.4$ ，今在  $M$  施水平拉力  $F$  使物體加速，欲保持  $m$  和  $M$  之間無相對滑動，則  $F$  可為 (A)25 (B)30 (C)35 (D)40 (E)45 牛頓。
- (A)(B)



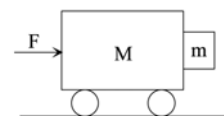
- 43 質量  $M$  的台車上放置一口質量  $m$  的木箱，兩者之間的靜摩擦係數為  $\mu$ ，在木箱與台車沒有相對運動的情況下，台車起動的加速度不得超過何值？(A)  $\frac{m}{M}\mu g$  (B)  $\mu g$  (C)  $\frac{M}{m}\mu g$  (D)  $\frac{m}{M+m}\mu g$ 。



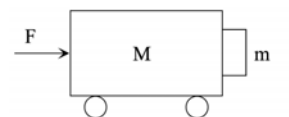
**B**  
 解析： 假設力  $\leq f_{s(\max)}$      $ma \leq \mu mg$      $\therefore a \leq \mu g$

#### 題型四、慣性力與摩擦力

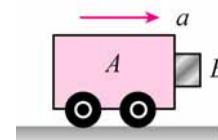
- 44 如圖  $M = 4.5\text{kg}$ ， $m = 0.5\text{kg}$ ，兩者間  $\mu_s = 0.4$ ，地面為光滑，今施力  $F = 160\text{nt}$  於  $M$ ，且行進間  $m$  恆靜止於  $M$  上，則  $m$  的摩擦力為多少？
- 4.9nt



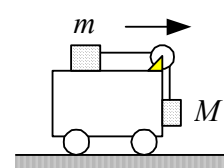
- 45 臺車質量  $M$ ，前端放一質量為  $m$  的木塊。車與木塊接觸面之間靜摩擦係數為  $\mu_s$ ，為了不使  $m$  掉下來，最少需用多大的水平外力  $F$  推動  $M$ ？
- $\frac{(M+m)g}{\mu_s}$



- 46 如圖，一質量為  $m$  公斤的物體  $B$  與小車  $A$  鉛直面的靜摩擦係數為  $\mu$ ，欲使  $B$  不掉落，試問此時  $A$  的加速度  $a$  至少為若干公尺/秒<sup>2</sup>？（重力加速度為  $g$  公尺/秒<sup>2</sup>）
- $\frac{g}{\mu}$



- 47 右圖中，一台車以等加速度運動。假定木塊  $m$  與台車間無摩擦，但  $M$  與台車間的靜摩擦係數為  $\mu$ ，已知  $\mu < \frac{m}{M}$ ，則當  $M$  的高度保持不變時，台車的加速度範圍為何？



$$\frac{Mg}{m + \mu M} \leq a \leq \frac{Mg}{m - \mu M}$$

**解析** 令繩子張力為  $T$ ，台車對  $M$  的正向力為  $N$ ，則當  $M$  不下滑時：

$$Mg = T + f \leq T + \mu N = ma + \mu Ma$$

$$\Rightarrow a \geq \frac{Mg}{m + \mu M}$$

若  $M$  不上滑時：

$$Mg + f = T$$

$$\Rightarrow a \leq \frac{Mg}{m - \mu M}$$

故使  $M$  的高度維持不變時，台車加速度的範圍為  $\frac{Mg}{m + \mu M} \leq a \leq \frac{Mg}{m - \mu M}$ 。