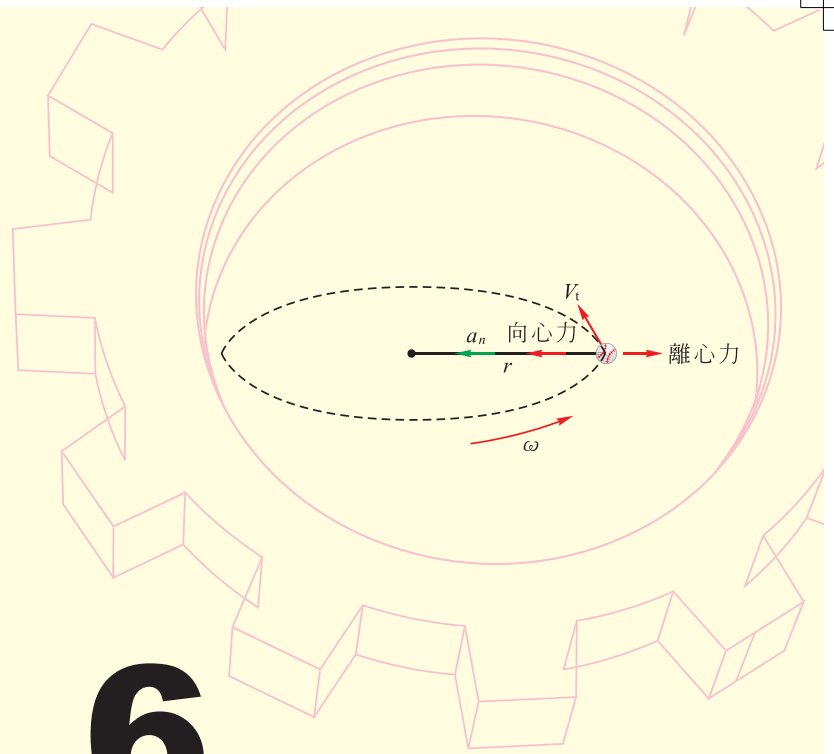


Chapter 6



動力學基本定律及應用

本章綱要

- 6-1 牛頓運動定律
- 6-2 滑輪
- 6-3 向心力與離心力

學習重點

1. 牛頓三大運動定律及其基本觀念。
2. 自由體圖之繪製並利用牛頓第二運動定律解動力學問題。
3. 滑輪之種類及使用目的。
4. 滑輪運動及繩之張力計算。
5. 向心力與離心力之定義。
6. 圓周運動之分析、計算。



6-1

牛頓運動定律

運動學其主要在分析物體之位置、時間、速度及加速度的關係，亦即僅討論物體運動的情形，並不涉及產生運動的原因，如前面章節所介紹之直線運動與曲線運動皆屬於其範圍內。本章開始討論動力學部分，除了涵蓋運動學，並將導致物體運動之作用力，包含於研究範圍內，而動力學係以牛頓三大運動定律為基礎。

一、牛頓第一運動定律

當物體不受外力作用或所受外力之合力為零時，則靜者恆靜，動者恆作等速直線運動，稱為牛頓第一運動定律，又稱為慣性定律。例如：靜止於地面之石頭，若其所受外力之合力為零時，石頭仍靜止不動；火車若等速直線前進，車內之人垂直上拋一球，球仍落回手上等，皆為慣性定律之實例。

二、牛頓第二運動定律

當物體所受外力之合力不為零時，則物體必沿外力之合力方向，產生一加速度，此加速度大小與該合力成正比，而與物體之質量成反比，稱為牛頓第二運動定律。由於此定律專用於討論物體運動狀態的改變，故又稱運動定律。

設一定之外力合力，作用於質量 m 之物體上，產生一加速度 a ，依上述定律以數學式表示如下：

$$a \propto \frac{\Sigma F}{m} \text{ 或 } \Sigma F \propto ma$$

乘上一比例常數 k ，則可以下式表示之：

$$\Sigma F = kma$$

又因使質量 1 公斤之物體產生 1m/sec^2 之加速度所需之力為 1 牛頓。因此，若選用適當單位可使 $k=1$ (如表 6-1 之單位)

$$\Sigma F = ma \dots\dots\dots(6-1)$$

ΣF : 外力之合力 (牛頓、達因)

m : 質量 (公斤、公克)

a : 加速度 (m/sec^2 、 cm/sec^2)

▼ 表 6-1 $\Sigma F = ma$ 所用之單位

	力 (F)	質量 (m)	加速度 (a)	
MKS 制	牛頓 (N)	公斤 (kg)	公尺 / 秒 ² (m/sec ²)	1N = 1 kg·m/sec ²
CGS 制	達因 (dyne)	公克 (g)	公分 / 秒 ² (cm/sec ²)	1dyne = 1 g·cm/sec ²
英制	磅 (lb)	斯勒 (slug)	英尺 / 秒 ² (ft/sec ²)	1 lb = 1 slug·ft/sec ²
英制	磅達 (poundal)	磅 (lbm)	英尺 / 秒 ² (ft/sec ²)	1 poundal = 1 lbm·ft/sec ²

依據萬有引力定律，物體所受地球之引力稱為重力，或稱為該物體之重量，故質量為 m (公斤) 之物體，其重量為 W (牛頓)，則

$$W = mg \quad \therefore m = \frac{W}{g}$$

代入 (6-1) 得

$$F = \frac{W}{g} \times a \dots\dots\dots(6-2)$$

重力單位與絕對單位可作如下之換算：

1. 1 公克重 = 980 達因
2. 1 公斤重 = 9.8 牛頓
3. 1 牛頓 = 10^5 達因
4. 1 磅重 = 32.2 磅達



例題 6-1

以 18 牛頓之力作用於質量為 2 kg 之物體，試求所生之加速度多少？

解

$$F = ma$$

$$18 = 2a \quad \therefore a = 9 \text{ m/sec}^2$$



例題 6-2

以 16 牛頓之力作用於重量 19.6 牛頓之物體，試求所生之加速度多少？

解 $F = ma = \frac{W}{g} \times a$

$$16 = \frac{19.6}{9.8} \times a \quad \therefore a = 8 \text{ m/sec}^2$$



例題 6-3

電梯內，一人體重 80 公斤重，站立於一體重計上，若電梯重量為 1000 公斤重，而拉動電梯之鋼索拉力為 810kgw，則體重計顯示之體重為多少 kgw？

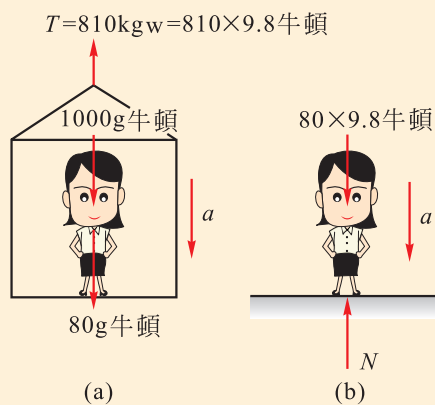
解 $(1000g + 80g) > 810 \times 9.8$ 牛頓，故電梯下降

如下圖 (a) 為自由體圖

$$+\downarrow \Sigma F = ma, (1000 + 80 - 810) \times 9.8 = (1000 + 80) \times a, a = 2.45 \text{ m/sec}^2$$

如下圖 (b) 為自由體圖

$$+\downarrow \Sigma F = ma, 80 \times 9.8 - N = 80 \times 2.45, N = 588 \text{ 牛頓} = 60 \text{ kgw}$$





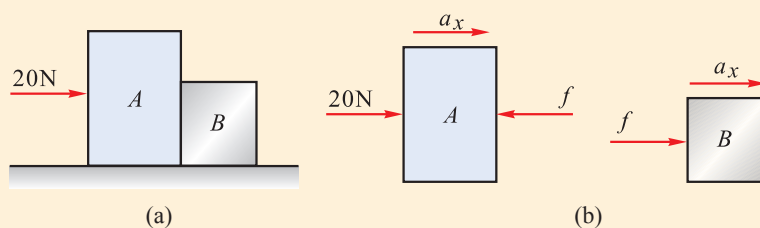
補充說明

一般而言，1 公斤質量之物在地球表面之重量為 1 公斤重，所以 80 公斤重之人，其質量就是 80 公斤。

例題 6-4

A 、 B 二木塊靜置於無摩擦之水平桌面上，如圖 6-1(a) 所示， A 木塊質量為 7 kg， B 木塊質量為 3 kg，若自左側以 20 牛頓之定力沿水平方向推動木塊，試求

(1) 木塊之加速度；(2) A 、 B 木塊間之作用力；(3) 4 秒末，木塊的速率。



▲ 圖 6-1

解

(1) 如圖 6-1(a) 所示

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$20 = (7 + 3) a_x$$

$$\therefore a_x = 2 \text{ m/sec}^2$$

(2) 如圖 6-1(b) 所示

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$20 - f = 7 \times 2$$

$$\therefore f = 6\text{N}$$

(3) $V = V_0 + a_x t = 0 + 2 \times 4 = 8 \text{ m/sec}$

三、牛頓第三運動定律

當一物體受另一物體之外力作用時，必沿外力的作用線上，產生一大小相等，方向相反之反作用力加於施力物體上，稱為牛頓第三運動定律，又稱反作用力定律。作用力與反作用力雖然大小相等，方向相反，且位於同一作用線上，但兩力分別作用在不同物體上，故不能視為兩平衡力，所以不能互相抵消。例如：用球拍擊球使球沿作用力方向飛出，同時球亦以反作用力反擊球拍，兩物皆受力作用而運動，兩力不能互相抵消，此外實彈射擊或發射砲彈之反作用力，皆為反作用力定律之實例。



設 A 物體質量為 M_A ，對質量為 m_B 之 B 物體，施以一作用力 F_B 後， B 物體產生一加速度 a_B ；而 A 物體受一反作用力 F_A 後，生一加速度 a_A ，則依牛頓第二運動定律，得

$$F_B = m_B a_B \quad \text{及} \quad F_A = M_A a_A$$

且依牛頓第三運動定律，得 $F_B = -F_A$

$$\therefore m_B a_B = -M_A a_A$$

再設 A 、 B 兩物體之初速度為零，經過一段時間 t 後， A 、 B 兩物體之速度分別為 V_A 與 V_B ，則

$$m_B \frac{V_B}{t} = -M_A \frac{V_A}{t}$$

$$m_B V_B = -M_A V_A \dots\dots\dots(6-3)$$

上述 $m_B V_B$ 與 $M_A V_A$ 稱為 B 物體與 A 物體之動量，由 (6-3) 得知牛頓第三運動定律亦可敘述如下：『由作用力與反作用力所產生之動量，其大小相等且方向相反』。



例題 6-5

大砲質量 90000kg，以水平方向，600 m/sec 之速度向前發射一質量 300 kg 之砲彈，試求 (1) 砲身後退之速度？(2) 若砲身後退之總阻力為 45000 牛頓，求砲身後退多少距離？

解

(1) 設向前方向為 +

$$m_B V_B = -M_A V_A$$

$$300 \times 600 = -90000 V_A$$

$$V_A = -2 \text{ m/sec 砲身後退速度 } 2 \text{ m/sec}$$

(2) $F_A = M_A a$ (總阻力為一定力，以 $F = ma$ 求 a ，再由等加速方法求位移)

$$45000 = 90000 a$$

$$\therefore a = 0.5 \text{ m/sec}^2$$

$$V^2 = V_A^2 + 2aS$$

$$0 = (-2)^2 + 2 \times (0.5) \times S$$

$$S = -4 \text{ m 砲身後退 } 4 \text{ m}$$



隨堂練習 ▶▶

- () 1. 車子起動加速時，車上之人有往後仰之趨勢，此即為 (A) 動量不減定律 (B) 反作用定律 (C) 慣性定律 (D) 虎克定律。
- () 2. 下列何者較正確描述牛頓第二運動定律？ (A) 物體不受外力作用或所受外力之合力為零時，則靜者恆靜，動者恆作等速直線運動 (B) 物體受外力作用時，必沿力之方向產生一加速度，其大小與作用力成正比，與物體之質量成反比 (C) 物體受外力作用時，必產生與作用力大小相等，方向相反之作用力 (D) 又稱為反作用定律。
- () 3. 如右圖所示，有一重量 50N 的木塊，放在無摩擦的水平面上，有一水平拉力 $F = 100\text{N}$ 作用於其上，試求木塊的加速度約為多少？
 (A) 2m/sec^2 (B) 19.6m/sec^2 (C) 64.4m/sec^2 (D) 509.7m/sec^2 。
- () 4. 一力 F 施加於物體 A ，使其產生一加速度 5 m/sec^2 ，同一力 F 施加於另一物體 B ，則產生一加速度 10 m/sec^2 。若將物體 A 、 B 連接在一起，施以 $3F$ 的力，則產生之加速度為多少 m/sec^2 ？ (A) $\frac{10}{3}$ (B) 5 (C) 10 (D) 15。
- () 5. 質量 50 kg 的人站在以 5.0 m/s 等速上升的電梯中，則此人施於電梯地板的作用力為 (A) 0 牛頓 (B) 45 牛頓 (C) 490 牛頓 (D) 2450 牛頓。



6

6-2

滑輪

滑輪乃具有凹槽周之圓輪，可繞一定軸旋轉，而使繩索配套於凹槽中，以達改變運動方向或省力之目的者稱為滑輪 (Pulley)。依使用之滑輪數區分為單滑輪與複滑輪，僅使用一個滑輪者稱為單滑輪，而有兩輪以上配合使用者稱為複滑輪。另外，又可依固定方式區分為定滑輪與動滑輪。定滑輪其輪軸固定不動，用來改變運動方向；而動滑輪其輪軸隨負荷運動，使用目的在省力。

如圖 6-2，滑輪分懸不同質量 m 、 $M\text{ kg}$ 之物體，設忽略滑輪及繩子自重且不計摩擦力，由圖 6-2(b) 之分離體圖知



$$T_1 = T_2 = T \dots\dots\dots(1)$$

由圖 6-2(c), $M > m$, m 物體向上滑, M 物體向下滑, 依牛頓第二定律:

$$\Sigma F = ma \quad T - mg = ma \dots\dots\dots(2)$$

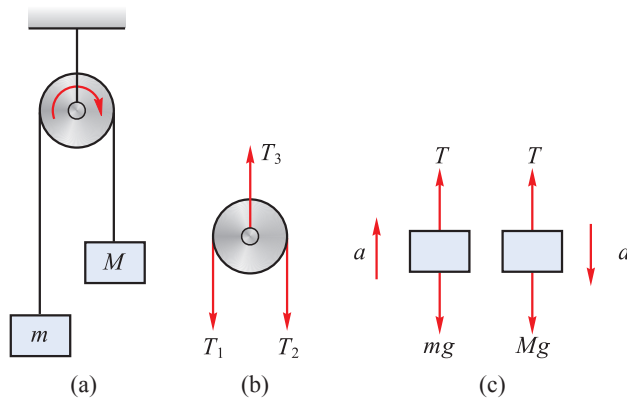
$$Mg - T = Ma \dots\dots\dots(3)$$

解 (2)(3) 式得

$$T = \frac{2Mm}{M+m}g \quad \text{單位: 牛頓} \dots\dots\dots(a)$$

$$a = \frac{M-m}{M+m}g \quad \text{單位: 公尺 / 秒}^2 \dots\dots\dots(b)$$

上列 (a)(b) 雖可當作公式使用, 但不如解題時運用幾何關係式、靜平衡方程式、運動方程式配合求解來得實用。

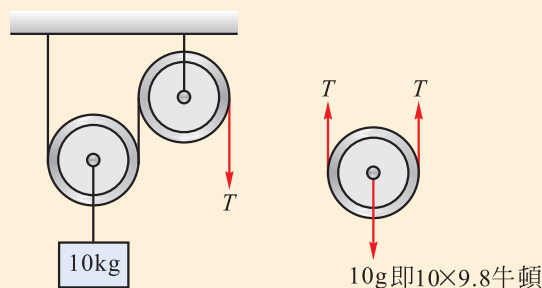


▲ 圖 6-2 滑輪



例題 6-6

如圖 6-3 所示之滑輪組，將質量 10kg 之物體懸掛於動滑輪之下方，若滑輪與繩索重量皆忽略不計，且滑輪與繩索間為光滑無摩擦，若欲使該物體靜止不下滑時，在定滑輪端之施力 T 應為多少 N ？(重力加速度 $g = 9.8\text{m/sec}^2$)



▲ 圖 6-3

解
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0, \quad 2T - 10g = 0$$

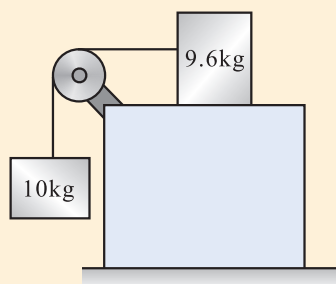
$$T = 5g = 49\text{N}$$

6



例題 6-7

如圖 6-4 所示，一繩索繞過一定滑輪連接兩物體，質量 9.6kg 之物體置於光滑之水平面上，質量 10kg 之物體懸掛在垂直方向，若滑輪與繩索重量不計，且忽略所有阻力，當兩物體從靜止釋放後，則物體之加速度為多少 m/sec^2 ？($g = 9.8\text{m/sec}^2$)



▲ 圖 6-4

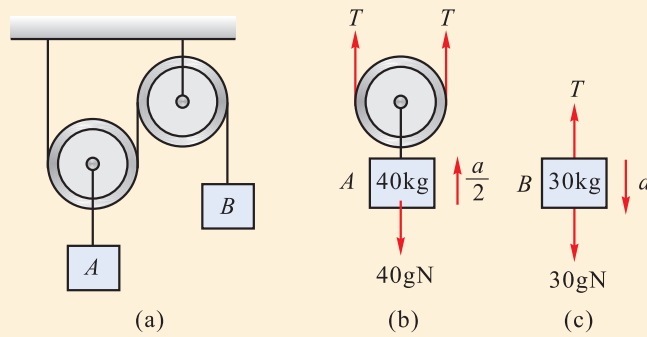
解
$$F = ma,$$

$$10 \times 9.8 = (10 + 9.6)a, \quad a = 5\text{m/sec}^2$$



例題 6-8

如圖 6-5(a) 所示之滑輪，懸掛質量分別為 $A = 40\text{kg}$ ， $B = 30\text{kg}$ 之物體。若假設滑輪與繩索間之摩擦及重量不計，且 B 物體向下移動，則 (1) B 物體之加速度約為多少？ (2) 繩子張力為多少？



▲ 圖 6-5

解 如圖 6-5(c) 所示，取 B 物體為自由體圖：

$$\Sigma F = ma$$

$$30g - T = 30a \cdots \cdots (1)$$

如圖 6-5(b) 所示，取 A 物體為自由體圖：

$$\Sigma F = ma$$

$$2T - 40g = 40 \times \frac{a}{2} \cdots \cdots (2)$$

(A 物體上升之加速度為 B 物下降加速度之半故代 $\frac{a}{2}$)

由 (1)(2) 聯立得

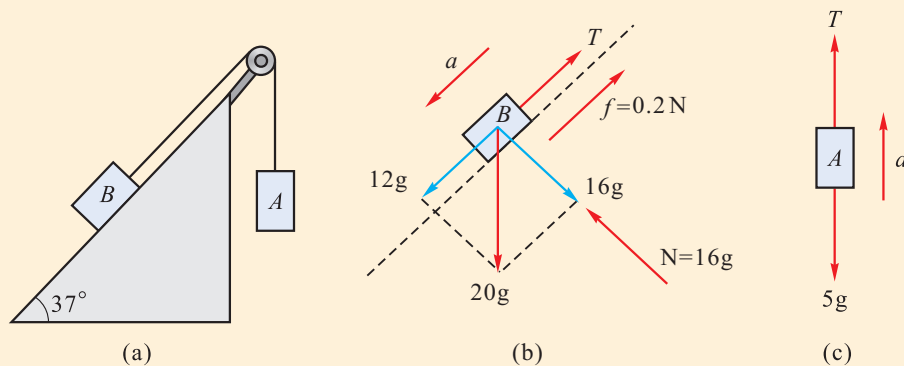
$$B \text{ 物體之加速度 } a = 2.45\text{m/sec}^2$$

$$\text{繩子張力 } T = 220.5\text{N}$$



例題 6-9

如圖 6-6(a) 所示，物體 A 、 B 質量分別為 $A = 5\text{kg}$ ， $B = 20\text{kg}$ ，斜面傾角 $\theta = 37^\circ$ ，若物體與斜面之摩擦係數為 0.2，試求 (1) 物體運動時之加速度；(2) 繩子張力



▲ 圖 6-6

解

(1) 如圖 6-6(b) 之由自由體圖

$12\text{g} > 5\text{g} + 0.2N$ ，故 B 往下滑

$$\Sigma F = ma$$

$$(12 - 5 - 0.2 \times 16) \times 9.8 = (20 + 5) \times a$$

$$a \doteq 1.5\text{m/sec}^2$$

(2) 如圖 6-6(c) 之由自由體圖

$$\Sigma F = ma$$

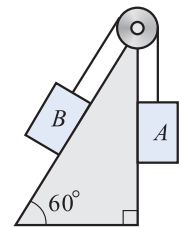
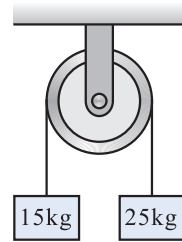
$$T - 5 \times 9.8 = 5 \times 1.5$$

$$T \doteq 56.5 \text{ 牛頓}$$



隨堂練習 ▶▶

- () 1. 如右圖所示，設有二物體之質量分別為 15 kg 及 25 kg，以軟繩繞於一無摩擦之定滑輪上，求此系統之二物體由靜止釋放後，其加速度為多少 m/s^2 ？ ($g = 9.8m/s^2$) (A)0.25 (B)0.5 (C)2.45 (D)4.90。
- () 2. 滑輪兩端各懸吊質量 3 kg 及 2 kg 之物體，由靜止釋放 2 秒後，物體約移動多少公尺？ (A)3.92 (B)5.88 (C)7.84 (D)9.8。
- () 3. 如右圖所示中之物體 A 質量為 10 kg，B 質量為 20 kg 於光滑接觸面，以一繩跨過定滑輪，若不計滑輪重量，當自由運動時，繩之張力為 (A)74 N (B)122 N (C)148 N (D)244 N。



6-3 向心力與離心力

一、向心力 (Centripetal force)

物體作曲線或圓周運動時，必有一法線之加速度存在，其又稱為向心加速度。由牛頓第二運動定律得知，有加速度必有一外力作用，該外力與法線加速度同向，因其指向圓心，故稱為向心力。

如圖 6-7 所示，質量 m 之物體，以 ω 之角速度，作半徑為 r 之等速圓周運動，其向心力為 F 。則：

$$F = ma_n = m\omega^2 r = m \frac{V_t^2}{r} \dots\dots\dots(6-4)$$

F ：向心力

m ：物體質量

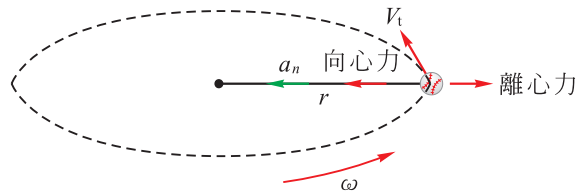


a_n : 向心加速度

r : 半徑

ω : 角速度

V_t : 切線速度



▲ 圖 6-7 向心力與離心力

二、離心力 (Centrifugal force)

離心力是使物體飛離曲線中心之慣性力，為一假想力，其與向心力之大小相等且方向相反，此力係使物體飛離曲線中心，故稱離心力。例如：洗衣機的脫水槽，即是利用離心力使水滴因慣性而沿切線方向飛出，並遠離旋轉中心。

6



例題 6-10

如圖 6-7 所示質量為 0.5 kg 之球，以 2 rad/sec 之角速度作半徑為 3 m 之等速圓周運動，試求其所需之向心力為多少。

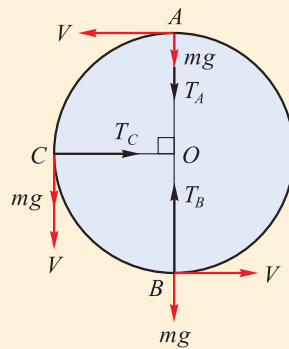
解 $m = 0.5 \text{ kg}$, $r = 3 \text{ m}$

$$\begin{aligned} F &= m\omega^2 r \\ &= 0.5 \times 3 \times 2^2 = 6 \text{ N} \end{aligned}$$



例題 6-11

一質量 $m = 0.1 \text{ kg}$ 之小球，以等速率 $V = 10 \text{ m/sec}$ 在半徑 $r = 1 \text{ m}$ 之直立圓周上轉動，如圖 6-8 所示，試求 (1) 最高點 A ；(2) 最低點 B ；(3) 中間點 C 繩中之張力。



▲ 圖 6-8

解

$$(1) T_A + mg = m \frac{V^2}{r}$$

$$T_A = m \left(\frac{V^2}{r} - g \right)$$

$$= 0.1 \times \left(\frac{100}{1} - 9.8 \right) = 9.02 \text{ N}$$

$$(2) T_B - mg = m \frac{V^2}{r}$$

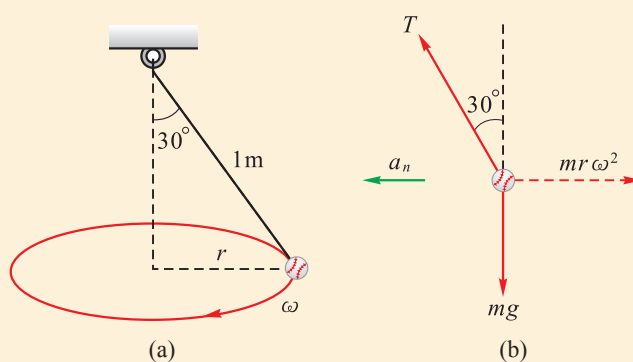
$$T_B = m \left(g + \frac{V^2}{r} \right) = 0.1 \times \left(9.8 + \frac{100}{1} \right) = 10.98 \text{ N}$$

$$(3) T_C = m \frac{V^2}{r} = 0.1 \times \frac{100}{1} = 10 \text{ N}$$



例題 6-12

如圖 6-9 所示為一質量 0.1 kg 之小球，懸於長 1 m 之細繩，若小球於水平面內作等角速度為 ω 之旋轉運動，設錐半角為 30° ，求繩之張力 T 及小球之角速度 ω 。



▲ 圖 6-9

解

如圖 6-9(b) 為自由體圖

$$T \sin 30^\circ = m r \omega^2$$

$$T \times \frac{1}{2} = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \omega^2 \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$T \cos 30^\circ = m g$$

$$0.866 T = 0.1 \times 9.8 = 0.98 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

由①，②

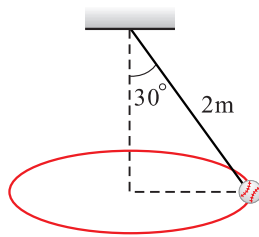
$$T = 1.13 \text{ N}$$

$$\omega = 3.36 \text{ rad/sec}$$

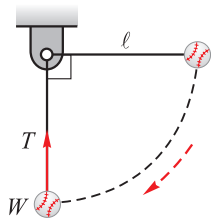


隨堂練習

- () 1. 一質量為 2kg 之球體，以繩子綁住，在水平面上等速迴轉，其迴轉半徑為 2m ，若此時球體之切線速度為 3m/sec ，且忽略繩子重量，則繩子所承受之張力為多少 N ？ (A) 4.5 (B) 9 (C) 18 (D) 27 。
- () 2. 如下圖繩長 2m 繫一質量為 $\sqrt{3}\text{ kg}$ 之小球，在水平面上作等速圓周運動，若繩子與垂直線之夾角為 30° ，試求繩子之張力為 (A) 4.9 (B) $4.9\sqrt{3}\text{ N}$ (C) $9.8\sqrt{3}\text{ N}$ (D) 19.6 N 。



- () 3. 汽車以 10m/s 速度行駛於圓周跑道，若輪胎與地面摩擦係數為 0.5 ，則為了避免側向打滑，跑道最小圓周半徑至少為 (A) 20m (B) 30m (C) 40m (D) 60m 。
- () 4. 如下圖所示，重 W 的物體，使其由水平位置釋放，試求物體擺至最低位置時，繩中之張力為多少？ (A) 0 (B) W (C) $2W$ (D) $3W$ 。





重點整理

6-1

1. 牛頓第一運動定律：當物體不受外力作用或所受外力之合力為零時，則靜者恆靜，動者恆作等速直線運動，又稱為慣性定律。
2. 牛頓第二運動定律 ($\Sigma F = ma$)：當物體所受外力之合力不為零時，則物體必沿外力之合力方向，產生一加速度，此加速度大小與該合力成正比，而與物體之質量成反比。
3. $\Sigma F = ma$ ， ΣF ：外力之合力 (牛頓)， m ：質量 (公斤)， a ：加速度 (m/sec^2)
4. 重力單位與絕對單位之力可作如下之換算：
 - (1) 1 公克重 = 980 達因
 - (2) 1 公斤重 = 9.8 牛頓
 - (3) 1 牛頓 = 105 達因
 - (4) 1 磅重 = 32.2 磅達
5. 牛頓第三運動定律：當一物體受另一物體之外力作用時，必沿外力的作用線上，產生一大小相等，方向相反之反作用力加於施力物體上，又稱反作用力定律。其乃分別作用在不同物體上，故不能視為兩平衡力，所以不能互相抵消。例如：實彈射擊或發射砲彈之反作用力，皆為反作用力定律之實例。
6. 牛頓第三運動定律亦可敘述如下：『由作用力與反作用力所產生之動量，其大小相等且方向相反』，即 $m_B V_B = - M_A V_A$ 。

6-2

7. 滑輪之目的：改變運動方向 (定滑輪) 或省力 (動滑輪)。



6-3

8. 向心力：其方向指向圓心，

$$F = ma_n = mr\omega^2 = m\frac{V_t^2}{r}$$

F ：向心力， m ：物體質量， a_n ：向心加速度， r ：半徑， ω ：角速度， V_t ：切線速度

9. 離心力：是使物體飛離曲線中心之慣性力為一假想力，其與向心力之大小相等且方向相反，此力係使物體飛離曲線中心，故稱為離心力。



學後評量

一、選擇題

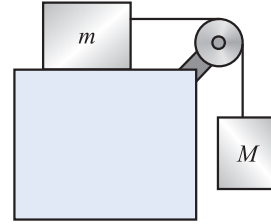
- 6-1 () 1. 一物體質量 1kg，以 1m/sec 之等速度在一水平面上直線前進，則此物體所受到之合力為 (A)0N (B)1N 向前 (C)1N 向上 (D)9.8N 向前。
- () 2. 下列有關牛頓運動定律的敘述，何者錯誤？ (A) 牛頓第三運動定律又稱為反作用力定律 (B) 當物體受力時，必沿作用力之方向產生一加速度，其大小與作用力成反比 (C) 當物體不受外力作用或所受外力其合力為零時，則靜止恆靜，動者恆作等速直線運動 (D) 當物體受外力作用時，必產生一與作用力大小相等，方向相反之反作用力。
- () 3. 下列敘述，何者錯誤？ (A) 牛頓第三定律敘述作用力與反作用力大小相等、方向相反，且作用在同一直線上，因此這兩力可互相抵消 (B) 汽車俗稱的扭力，其單位是 N·m (C) 牛頓第一定律又稱為慣性定律 (D) psi 是壓力的單位。
- () 4. 下列敘述何者正確？ (A) 作用力與反作用力絕不可能同施於一物體上 (B) 作用力與反作用力可以互相抵消 (C) 作用力與反作用力不一定同時發生 (D) 小車碰大車時，小車受力大。
- () 5. 等速行進中之車輛遇緊急剎車，車輛上之行人會有往前運動之動作是因為 (A) 反作用力 (B) 離心力 (C) 慣性力 (D) 萬有引力。
- () 6. 一人在等速水平直線行駛的火車上，垂直向上拋出一球，不計空氣阻力，此球會落於 (A) 拋球之手的前面 (B) 人之後面 (C) 拋球的手上 (D) 人之側邊。
- () 7. 關於物體之質量及重量的敘述，下列何者正確？ (A) 質量及重量均與物體所在位置無關 (B) 重量不隨物體所在位置改變而改變 (C) 物體所在的位置固定，則質量與重量成反比關係 (D) 質量不隨物體所在位置改變而改變。
- () 8. 在一電梯之地板上放置一質量 100 kg 之物體，若該電梯以等速度上升，則該物體對電梯之地板所施加之作用力為多少 N？ ($g = 9.8 \text{ m/sec}^2$) (A)98 (B)196 (C)980 (D)1960。



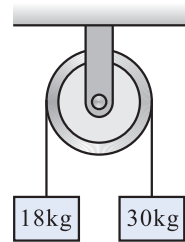
- () 9. 設 A 、 B 之質量分別為 m_1 及 m_2 ，同站在無摩擦之平面上，則兩人在互推之瞬間 A 、 B 受力比為
 (A) $1 : 1$ (B) $2 : 1$ (C) $m_2 : m_1$ (D) $m_1 : m_2$ 。
- () 10. 牛頓運動定律僅適用於其運動速度遠小於多少 m/sec ?
 (A) 3×10^8 (B) 3×10^9 (C) 3×10^{10} (D) 3×10^{12} 。

6-2

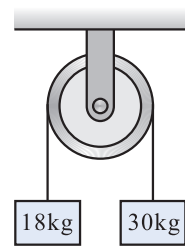
- () 11. 如右圖所示，兩物體的質量分別為 M 、 m ，而且 $M > m$ ，重力加速度為 g ，若要使物體靜止不動，則摩擦力 f 至少為多少？
 (A) $f = Mg$ (B) $f = (M - m)g$
 (C) $f = mg$ (D) $f = (M + m)g$ 。



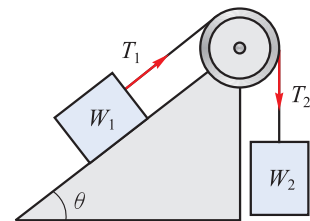
- () 12. 如右圖所示之滑輪，分別懸質量 30 kg 及 18 kg 之物體，若滑輪及繩子間之摩擦及重量不計，請問運動時之加速度為何？
 (A) 4.45 m/sec^2 (B) 3.45 m/sec^2
 (C) 2.45 m/sec^2 (D) 1.45 m/sec^2 。



- () 13. 如右圖所示之滑輪，分別懸質量 30 kg 及 18 kg 之物體，若滑輪及繩子間之摩擦及重量不計，繩子的張力為何？
 (A) 20.5 kgw
 (B) 21.5 kgw
 (C) 22.5 kgw
 (D) 23.5 kgw 。

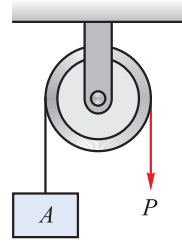


- () 14. 如右圖所示若不計摩擦力，則下列敘述何者為錯誤？
 (A) $W_1 \sin \theta < W_2$ ，則 $T_1 < T_2$
 (B) $W_1 \sin \theta < W_2$ ，則 W_2 向下降
 (C) $W_1 \sin \theta = W_2$ ，則 W_2 靜止或等速運動
 (D) $W_1 \sin \theta > W_2$ ，則 W_2 向上升。





- ()15. 如右圖所示之滑輪機構，忽略繩與滑輪間之摩擦，若物體 A 之質量為 10 kg ，欲使其產生 4.9 m/sec^2 之向上加速度，則應施力 P 多少 N ？
(A)15 (B)49 (C)59 (D)147。

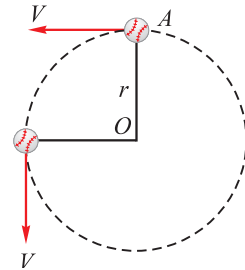


6-3

- ()16. 一質量為 m 之物體，以速度 V 作等速率圓周運動，半徑為 r ，則其向心力 $F =$ (A) $m \frac{V}{r}$ (B) $m \frac{V^2}{r}$ (C) $m \frac{r}{V^2}$ (D) $\frac{rV^2}{m}$ 。
()17. 行駛於彎道之車輛，由於受離心力之作用，易有滑出路面之危險，一般將道路轉彎處路面之 (A) 外側加高 (B) 外側降低 (C) 外側加寬 (D) 以上皆可。
()18. 質量 3 千克 之物體，以 6 m/s 之速率作半徑為 2 m 之等速圓周運動，則其所需之向心力為何？ (A)66 牛頓 (B)54 牛頓 (C)37 牛頓 (D)29 牛頓。

- ()19. 如右圖所示，一質量為 m 之球以繩繫住，以 V 之速度，在一半徑為 r 之直立圓周上作等速運動，試求其在 A 位置時，繩之張力為

(A) $m(\frac{V^2}{r} + g)$ (B) $mg(\frac{V^2}{r} + g)$
(C) $mg(\frac{V^2}{r} - g)$ (D) $m(\frac{V^2}{r} - g)$ 。



6

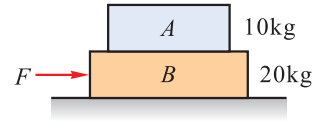
- ()20. 同上題若球之質量為 0.2 kg ，圓周半徑為 20 cm ，則 V 最小需為多少 cm/sec 才能保持圓周運動？ (A)140 (B)120 (C)100 (D)80。



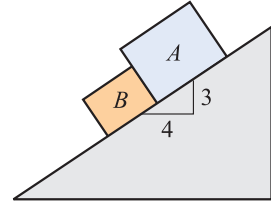
二、計算題

6-1

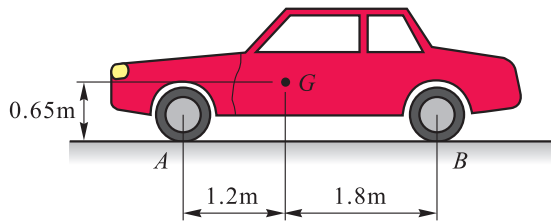
1. 如右圖所示， A 質量為 10kg 、 B 質量為 20kg ，兩物體間有摩擦力，置於光滑桌面上，以 F 之水平力使 A 、 B 兩物體一起以 1m/sec^2 的加速度向右前進，試求 A 、 B 間之摩擦力？



2. 如右圖所示， $m_A = 40\text{kg}$ ， $m_B = 20\text{kg}$ ，兩物體因重力而向下滑，若動摩擦係數皆為 0.3 ，試求 A 與 B 之間之作用力為多少？(設 $g = 10\text{m/sec}^2$)

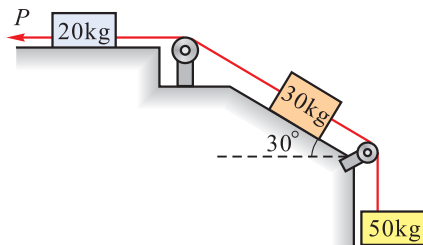


3. 將物體置於一斜面之斜角度 θ 大於靜止角時，則物體將會自然向下滑落。若物體與斜面間之摩擦係數為 μ 時，則物體下滑之加速度為多少？(設 g 為重力加速度)
4. 如下圖所示，已知輪胎與路面間，靜摩擦係數為 0.75 ，若該車採四輪驅動，重心高度 0.65m ，重心距離前軸 1.2m ，重心距離後軸 1.8m ，試求在水平路面上的最大可能加速度為何？



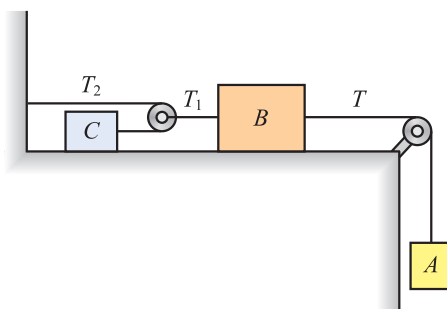
6-2

5. 如下圖所示有一系統，假設各物體接觸面間之動摩擦係數均為 0.2 ，質量 50 公斤之物體最初係以 4.9 公尺 / 秒之速度向下運動，如欲使此系統在 10 秒內停止運動，則所需之作用力 P 為多少？

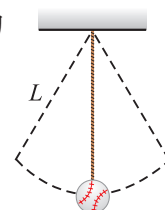




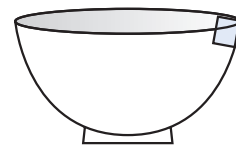
6. 如下圖所示， A 物重 196 牛頓， B 物重 392 牛頓， C 物重 98 牛頓，假設各接觸面均為光滑，試求 A 物體之加速度。



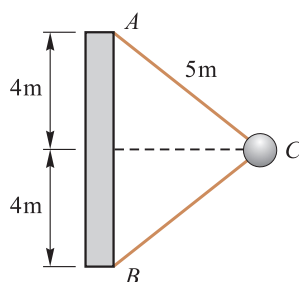
- 6-3** 7. 砂輪機上，砂輪直徑 200mm，以 3000rpm 之速度旋轉。當砂輪突然破裂時，砂輪輪緣某一質量 5g 之磨粒，於破裂瞬間會受到多少 N 的離心力作用？
8. 如右圖所示，繩長 L ，懸掛一球，使其在垂直面上擺動，若擺動至平衡位置時，繩之張力為球重量之 2 倍，則在該位置時球之瞬間速率為何？（設重力加速度為 g ）



9. 如右圖所示一半圓光滑之碗，半徑 10 cm，一物體質量為 0.2kg 自一邊緣下滑，物體滑至最低點時，碗面對物體所施之作用力為多少 N？



10. 如下圖所示球之質量 16 kg，以二條繩子繫結於一垂直桿上，若球以 4 rad/sec 之角速度水平旋轉時，則繩子 AC 內張力為多少？



筆記本

