

## 十八、萬有引力

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad \left[ \text{其中引力常數 } G = 6.67 \times 10^{-11} \left( \frac{\text{nt} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) \right]$$

## 十九、重力場強度

$$g = \frac{F}{m} = \frac{G \frac{Mm}{R^2}}{m} = \frac{GM}{R^2} \quad (\text{其中 } M \text{ 為某星球質量})$$

## 二十、克卜勒行星運動定律

- (一) 軌道定律：任一行星運行軌道均為橢圓，太陽位於該橢圓之焦點上。
- (二) 等面積定律：連接太陽與行星之直線，在相等時間內掃過相同之面積。
- (三) 週期定律：任一行星運行軌道之平均半徑  $R$  之立方與其週期  $T$  之平方之比值

為一定值。即  $\frac{R^3}{T^2} = K$

## 二十一、功與動能

(一) 功： $W = FS$  【註：功為純量，非向量。】

(二) 功率： $P = \frac{W}{t}$

1. 平均功率： $P = \frac{W}{t} = \frac{F \Delta S}{\Delta t} = F V_{av}$  (其中  $V_{av}$  為平均速率)

2. 瞬時功率： $P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F \Delta S}{\Delta t} = FV$  (其中  $V$  為瞬時速率)

(三) 動能： $E_k = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{P^2}{2m}$  (其中  $P$  為動量  $mV$ )

## 二十二、彈力位能、重力位能與脫離能

(一)彈力位能： $U = \frac{1}{2} KX^2$

(二)地表附近之重力位能： $U = mgh$

(三)脫離能：使物體脫離某星球引力場所需最小的能量。

$$E = \frac{GMm}{r}$$

## 二十三、氣體分子之運動

(一)氣體壓力： $P = KT \frac{N}{V} = \frac{1}{3} mV^2 \frac{N}{V} = \frac{2}{3} E_k \frac{N}{V}$

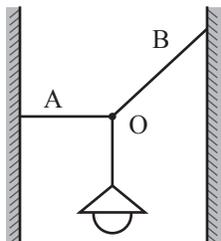
(二)氣體分子質心運動速率與溫度關係： $V = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$

(三)氣體分子質心動能與溫度關係： $E_k = \frac{2}{3} KT$

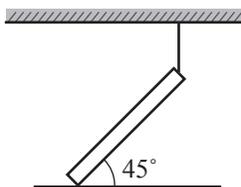
(四)能量不滅定律：能之形式可以互相轉換，但其總能量無法使之創造，亦無法使之減少。

(五)布朗運動：微小質點之不規則運動。

- (D) ▲如圖所示，電燈懸掛於兩牆之間，更換繩OA，使連接點A向上移，但保持O點位置不變，則A點向上移時，繩OA的拉力：(A) 逐漸增大 (B) 逐漸減小 (C) 先增大，後減小 (D) 先減小，後增大。(99警專)

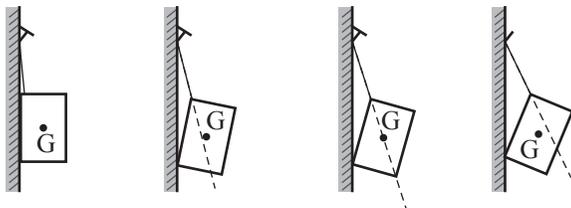


- (D) ▲棍長 $L$ 、重 $W$ ，一端以細繩懸吊，另一端置於水平光滑地面，且與水平夾 $45^\circ$ 度角，如下圖所示，則繩張力為：(A)  $W$  (B)  $W/\sqrt{2}$  (C)  $W/\sqrt{3}$  (D)  $W/2$ 。(99警專)



- (B) ▲下列四圖表示一個空罐懸於牆上的情形。G點為罐子的重心，設牆為光滑，故牆對罐子之推力與牆垂直。問哪一個情形最接近平衡狀態？(99警專)

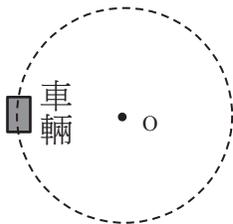
(A) (B) (C) (D)



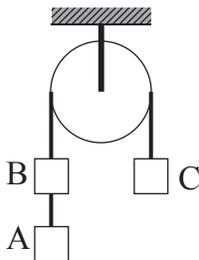
- (C) ▲如圖所示，用力 $F$ 推放在光滑水平面上的物體P、Q、R，使其做等加速度運動，若P和Q之間的相互作用力為 $6\text{N}$ ，Q和R之間的相互作用力為 $4\text{N}$ ，Q的質量是 $2\text{kg}$ ，那麼R的質量為何？(A)  $2\text{kg}$  (B)  $3\text{kg}$  (C)  $4\text{kg}$  (D)  $5\text{kg}$ 。〈99警專〉



- (B) ▲有一車輛在水平路面上，沿圓軌道順時針方向轉彎，O是車輛轉彎時的曲率中心，若轉彎時車速持續增加，下圖為車輛轉彎時的俯視圖。則以下哪個箭矢表示此時施於車輛的合力方向？(A)  $\uparrow$  (B)  $\nearrow$  (C)  $\rightarrow$  (D)  $\searrow$ 。〈100警專〉



- (B) ▲如下圖所示，為細繩、無摩擦之定滑輪與物體A、B、C之連接裝置，若A、B與C三物體之質量均為 $m$ ，不計空氣阻力，重力加速度為 $g$ ，則連結A、B細繩上之張力為？(A)  $\frac{1}{3}mg$  (B)  $\frac{2}{3}mg$  (C)  $\frac{1}{2}mg$  (D)  $mg$ 。〈100警專〉



## 第十章 熱現象與熱能

### 一、溫度換算

	攝氏	華氏	凱氏
°C		$(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$	$\text{K} - 273$
°F	$^{\circ}\text{C} \cdot \frac{9}{5} + 32$		$\text{K} \cdot \frac{9}{5} - 459.67$
K	$^{\circ}\text{C} + 273$	$(^{\circ}\text{F} + 459.67) \times \frac{5}{9}$	

### 二、熱功當量

產生一單位的熱量所需輸入的功。

公式： $J = \frac{W}{H}$  其中：

J	：熱功當量
W	：功
H	：熱

### 三、膨脹公式

(一)線膨脹公式： $L_t = L_o + \Delta L = L_o + L_o \alpha t = L_o (1 + \alpha t)$

(二)面膨脹公式： $A_t = A_o + \Delta A = A_o + A_o \beta t = A_o (1 + \beta t)$

(三)體膨脹公式： $V_t = V_o + \Delta V = V_o + V_o \gamma t = V_o (1 + \gamma t)$

#### 四、熱容量

使物體之溫度升高或降低一度所吸收或放出之熱量： $C = \frac{H}{\Delta t}$

#### 五、比熱

1公克物質，溫度升降 $1^{\circ}\text{C}$ 所需吸收或放出之熱量，叫做該物質之比熱。

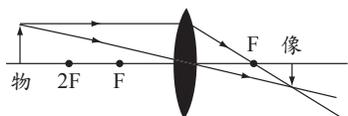
#### 六、水當量

使容器的溫度升高 $1^{\circ}\text{C}$ 所需的熱量相當於  $u$  克的水升高 $1^{\circ}\text{C}$ 所需的熱量，此 $u$ 克稱為該容器的水當量。

3. 像距 $q$ ：實像取正，虛像取負。

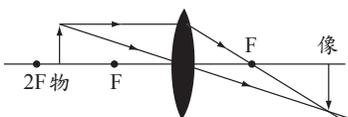
4. 成像圖：

(1)



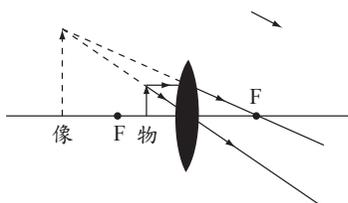
若物體離凸透鏡鏡面的距離大於二倍焦距，形成倒立縮小的實像。

(2)



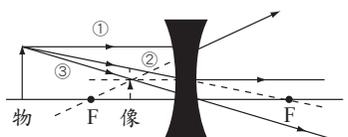
若物體離凸透鏡鏡面的距離介於焦距至二倍焦距之間，形成倒立放大的實像。

(3)



若物體置於凸透鏡的焦距內，形成一正立放大的虛像。

(4)



凹透鏡成像必為虛像。

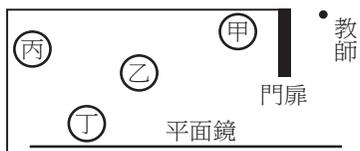
## 十一、身高與平面鏡

人身高為 $H$ ，眼睛距地之高度為 $h$ ，想看到自己全身的像，則平面鏡高度至少為 $\frac{H}{2}$ ，平面鏡下緣到地面距離需為 $\frac{h}{2}$ 。

## 課後評量

### 選擇題

- (A) ▲焦距12厘米之凹面鏡前置一物，得一放大6倍之實像，則物距鏡之距離等於：(A) 14厘米 (B) 12厘米 (C) 10厘米 (D) 8厘米 (E) 6厘米。
- (C) ▲將一片透明玻璃打碎，並加以研磨之後，變成白色不透明的粉末，這主要是下列哪一個原因造成的？(A) 光的干涉 (B) 光的折射 (C) 光的漫射 (D) 光的吸收。
- (C) ▲某人在深山中兩峭壁之間鳴槍，經1.2秒後聽到第一聲回音，再經2.6秒後又聽到第二聲回音，若當時的氣溫為 $18^{\circ}\text{C}$ ，則二峭壁之間的距離約為若干公尺？(A) 340公尺 (B) 425公尺 (C) 850公尺 (D) 1700公尺。
- (B) ▲在山路彎道處常設置一大圓鏡，供駕駛人增加彎路前方的視野，下列敘述何者正確？(A) 此圓鏡為凹面鏡 (B) 由圓鏡所見之像為正立虛像 (C) 能見彎道來車，是因為光的折射所造成的 (D) 為了更容易看清楚來車，改用放大鏡效果更好。
- (A) ▲一教室的牆上有一平面鏡，如下圖為其俯視圖，四位學生甲、乙、丙、丁，分別位於圖中所示的位置，當教師站在門口黑點的位置時，教師由鏡中可以看到哪一位學生？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。〈96警專〉



## 十一、波耳的原子結構理論

2個基本假設：

(一)第一基本假設：穩定態的假定：

電子繞原子核運轉時，只能在某些穩定態的軌道上運轉，在這些軌道中雖作加速度的等速率圓周運動，但不會發射電磁波。

$$\vec{\ell} = \vec{r}_n \times \vec{P} = r_n m v_n = \frac{nh}{2\pi}$$

(二)第二基本假設：光譜線的頻率假定：

電子在2個穩定態中作躍遷，其原子吸收或輻射電磁波頻率 $\nu$ ：

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{|E_j - E_n|}{h}$$

## 十二、波耳原子模型理論推導

(一)角動量量子化：
$$L_n = r_n m v_n = \frac{nh}{2\pi}$$

(二)向心力量子化：
$$F_n = \frac{kQq}{r_n^2} = m \frac{v_n^2}{r_n}$$

(三)速率量子化：
$$v_n = \frac{2\pi kQq}{nh} = \frac{2.18 \times 10^6}{n} \text{ (m/s)}$$

(四)軌道半徑量子化：
$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 k m Q q} = 0.53 n^2 \text{ (埃)}$$

(五)週期量子化：
$$T_n = \frac{2\pi r_n}{v_n} = \frac{(nh)^3}{4\pi^2 m (kQq)^2}$$

(六)動能量子化：
$$K_n = \frac{1}{2} m v_n^2 = \frac{kQq}{2r_n} = -E_n$$

(七)位能量子化：
$$U_n = -\frac{kQq}{r_n} = 2E_n$$

(八)能量量子化：（選氫原子之游離時的能量為零）

$$\begin{aligned} E_n &= -\frac{1}{2}mv_n^2 = -\frac{kQq}{2r_n} = -\frac{2\pi^2k^2mQ^2q^2}{n^2h^2} = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ (J)} \\ &= -\frac{13.6}{n^2} \text{ (e.v.)} \end{aligned}$$

### 十三、氫原子光譜

(一)  $E_H = -\frac{13.6}{n^2} \text{ (e.v.)} = \frac{2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ (焦耳)}$

∴當原子由穩定態 $j$ 躍遷至另一穩定態 $n$ 時，

$$\Delta E = E_j - E_n = 13.6 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{j^2} \right)$$

(二)缺點：不能說明多電子原子或離子的光譜。波耳理論只適用於單電子原子，即類氫原子（ $\text{He}^+$ 、 $\text{Li}^{2+}$ 、 $\text{Be}^{3+}$ 、 $\dots$ ）。

$$E = -13.6 \frac{Z^2}{n^2} \text{ (e.v.)} \Rightarrow \begin{cases} E_{\text{He}^+} = -13.6 \frac{4}{n^2} = -\frac{54.4}{n^2} \text{ (e.v.)} \\ E_{\text{Li}^{2+}} = -13.6 \frac{9}{n^2} \text{ (e.v.)} \\ E_{\text{Be}^{3+}} = -13.6 \frac{16}{n^2} \text{ (e.v.)} \end{cases}$$

### 十四、法朗克－赫茲實驗

不用光譜而用電子碰撞法，直接的證實原子穩定態的真實性，即波耳理論中能階的存在。