

# 國立中正大學物理系

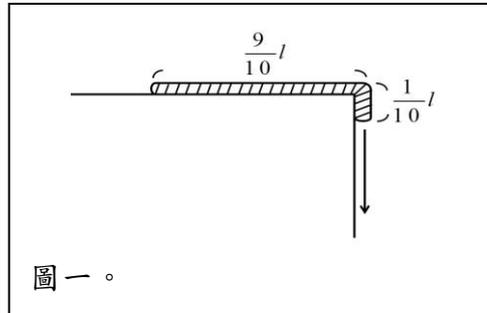
## 104學年度大學個人申請入學 第二階段(指定項目)

科目：物理

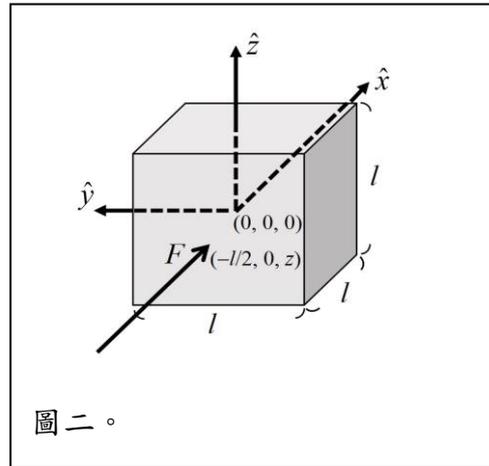
考試時間：50 分鐘

1. (10%) 對物理量作維度分析時，我們習慣以  $L$  表示長度、以  $M$  表示質量並以  $T$  表示時間。以力( $F$ )為例，其維度為 $[F]=MLT^{-2}$ 。請表示以下物理量的維度：  
 (a) 加速度(acceleration) $a$ 、(b) 彈力常數(spring constant) $k$ 、(c) 功(work) $W$ 、(d) 動量(momentum) $P$ 、以及(e) 力矩(torque) $\tau$ 。

2. (5%) 將一長度為  $l$ ，質量為  $m$  的繩子置於一平滑桌面，並使  $l/10$  的長度露至桌面外，受重力吸引而下垂(見圖一)。因重力吸引，此繩子終將完全滑落至地面。請判斷在繩子完全滑離桌面前，其加速度隨時間漸增、漸減、或維持不變，並請說明理由。



3. (15%) 將一邊長為  $l$ 、質量為  $m$ 、且密度處處均勻的立方體置於一個沒有重力的空間。令立方體六個面的法線方向分為  $-\hat{x}$ 、 $\hat{x}$ 、 $-\hat{y}$ 、 $\hat{y}$ 、 $-\hat{z}$ 、以及  $\hat{z}$ ，而且質心的座標為  $(x,y,z)=(0,0,0)$  (見圖二)。今沿  $\hat{x}$  方向施一力  $\vec{F}=F\hat{x}$  於玻璃立方體，且受力點為  $(-l/2,0,z)$ 。

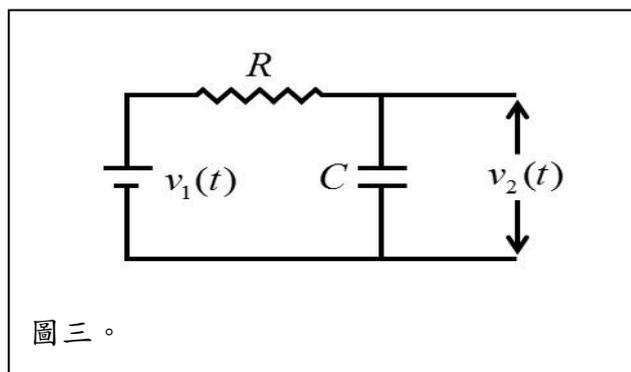


- (a) 10% 請針對一般情形(即  $z$  為  $-l/2$  與  $l/2$  之間的任一數值)寫出描述質心運動的動力方程式(dynamics equation of motion)以及描述立方體繞著質心轉動的動力方程式。
- (b) 5% 針對  $z=0$  的特殊情形，由(a)子題所得兩個動力方程式中，哪一個變得不需要？理由？  
 (提示：設施一力  $\vec{F}$  於一質量為  $m$  的點粒子上，則此點粒子的動力方程式為  $\vec{F}=m\vec{a}$ ，其中  $\vec{a}$  表示點粒子的加速度。)

4. (30%) 請回答以下 5 個子題。

- (a) 5% 分別將  $n$  moles 的單原子與雙原子理想氣體分子置於兩體積同為  $V$  的容器中，並使兩氣體的溫度同為  $T$ 。請問哪一種氣體分子對器壁施予較大的壓力  $P$ ？
- (b) 5% 續(a)子題。今將兩氣體增溫至  $2T$ ，且增溫過程中容器體積  $V$  維持不便，請問哪一種氣體吸收較多的熱？理由？
- (c) 5% 續(a)與(b)子題。若分別對兩氣體作負功，使其體積由  $V$  膨脹為  $2V$ ，且膨脹過程中，氣體溫度  $T$  維持不便，請問哪一種氣體吸收較多的熱？理由？
- (d) 5% 續(a)-(c)子題。已知對兩種氣體分子“作功”或“加熱”都可改變其內能，請問“功”與“熱”中何者會同時改變理想氣體分子各量子能級的能量以及各能級上氣體分子數目的分佈；又何者僅改變各能級上氣體分子數目分佈，卻不改變各能級的能量？
- (e) 5% 請以燒開水為例，說明對流的發生仰賴壺底加熱以破壞壺中水的熱學平衡；接下來再靠熱學平衡的破壞去破壞壺中水的力學平衡；最後，力學平衡的破壞造成壺中水的流動。
- (f) 5% 續(e)子題。當人體器官發生病變後，其內各處血管中的血液流速可能發生變化。請設計個辦法，用以監控血液的流速。

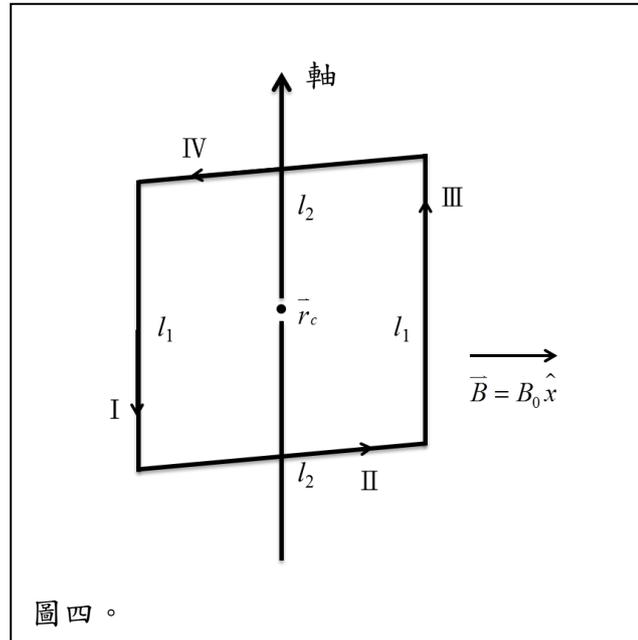
5. (15%) 在圖三所示的  $RC$  電路中，電源提供的電壓為  $v_1(t)$ 、跨越電容器兩端的電壓為  $v_2(t)$ 。 $v_1(t)$  與  $v_2(t)$  滿足以下關係  $RC \frac{dv_2(t)}{dt} + v_2(t) = v_1(t)$ 。



- (a) 10% 當  $t < 0$  時， $v_1(t) = 0$  且電容器上沒有靜電核；而當  $t \geq 0$  時， $v_1(t) = v_{10}$  (常數)。請畫出  $v_2(t)/v_1(t)$  隨時間變化的情形，時間軸上需指出  $RC$  的位置。
- (b) 5% 當  $v_1(t) = v_{10} \cos(\omega t)$  時， $v_2(t) = v_{20} \cos(\omega t + \delta)$ 。在此情況下，請問  $\lim_{\omega \rightarrow \infty} (v_{20}/v_{10})$  為多少？ (提示：針對(a)與(b)子題，都請盡量透過說理回答問題；實在不得已時，才透過計算回答問題。)

6. (15%) 在均勻磁場  $\vec{B} = B_0 \hat{x}$  中，我們置放一個載有均勻電流  $I$  的長方形迴路。

設迴路四邊的邊長分別是  $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_1$ 、與  $l_2$ ，電流在其上的方向分別是  $-\hat{z}$ 、 $\sin\theta\hat{x} + \cos\theta\hat{y}$ 、 $\hat{z}$ 、與  $-\sin\theta\hat{x} - \cos\theta\hat{y}$  (見圖四)，而迴路中心點的座標為  $\vec{r} = \vec{r}_c$ 。



(a) 5% 請計算此電流迴路所受的總磁力  $\vec{F}$ 。

(b) 5% 請寫下此迴路的磁偶極矩 (magnetic dipole moment)  $\vec{\mu}$ 。

(c) 5% 請以迴路中心 ( $\vec{r}_c$ ) 為參考點，計算此迴路所受的總力矩  $\vec{\tau}$ 。

7. (10%) 請判斷以下 5 個敘述的對錯

(a) 2% 高層大氣中低濃度氣體分子 (以波長為邊長的立方體內包含少於一顆分子) 對太陽光所做的彈性散射叫作瑞利散射 (Rayleigh scattering)。

(b) 2% 續(a)子題。高層大氣分子對太陽光所作的瑞利散射使天空看起來是藍色的。

(c) 2% 我們用來加熱水份的微波爐，其輻射電磁波的頻率在  $10^{14}$  Hz 量級。

(d) 2% 在光波長固定的情況下，(遠場) 繞射角度與繞射孔徑的半徑成正比關係。

(e) 2% 波長較長的雷射光可以被透鏡聚焦成比較小的光斑。