

# 國立宜蘭大學

## 103 學年度轉學招生考試

(考生填寫)

准考證號碼：

### 物 理 試 題

#### 《作答注意事項》

1. 請先檢查准考證號碼、座位號碼及答案卷號碼是否相符。
2. 考試時間：80 分鐘。
3. 本試卷共有單一選擇題 12 題，一題 5 分，非選擇題 5 題、一題 8 分，共計 100 分。
4. 試題前附有基本公式與常數，若非選擇題中要用到其他非基本公式，請簡要推導出欲使用的公式，若有其他必要的物理量，請自行定義相關的變數並註明其意義。
5. 請將答案寫在答案卷上（於本試題上作答者，不予計分）。
6. 考試中禁止使用手機或其他通信設備。
7. 考試後，請將試題卷及答案卷一併繳交。
8. 本試卷採雙面影印，請勿漏答。

## 基本公式與常數

$$\pi \approx 3.142, \quad e \approx 2.718 \quad \sqrt{2} \approx 1.414, \quad \sqrt{3} \approx 1.732, \quad \sqrt{5} \approx 2.236$$

$$\vec{P} = \sum m_i \vec{v}_i = (\sum m_i) \vec{V}_{\text{CM}}, \quad \vec{I} = \int \vec{F} dt = \vec{F}_{\text{av}} \cdot \Delta t = \Delta \vec{P}, \quad K = \sum \frac{1}{2} m_i \vec{v}_i \cdot \vec{v}_i = \sum \frac{\vec{p}_i \cdot \vec{p}_i}{2m_i}$$

$$\vec{r}_{\text{CM}} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}, \quad \sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = (\sum m_i) \vec{a}_{\text{CM}}, \quad I = \sum m_i r_i^2 = \int \rho r^2 dV$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t, \quad \theta - \theta_0 = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2, \quad \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$$

$$I = \sum m_i r_i^2 = \int \rho r^2 dV, \quad \vec{\tau} = \sum \vec{r}_i \times \vec{F}_i, \quad \vec{L} = \sum \vec{r}_i \times \vec{p}_i = \sum \vec{r}_i \times (m_i \vec{v}_i)$$

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}, \quad \vec{L} = I\vec{\omega}, \quad \vec{\tau} = I\vec{\alpha}, \quad K = \frac{1}{2} M v_{\text{CM}}^2 + \frac{1}{2} I_{\text{CM}} \omega^2$$

$$R = 0.0821 \text{ atm} \cdot \text{L/mol/K} = 8.31 \text{ J/mol/K}, \quad k = R / N_A = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}, \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$$

$$PV = nRT = NkT, \quad \frac{1}{2} m v_{\text{rms}}^2 = \frac{3}{2} kT, \quad \Delta L = \alpha L \Delta T, \quad \Delta V = \beta V \Delta T, \quad \frac{Q}{t} = \sigma eAT^4$$

$$\frac{Q}{t} = kA \frac{T_2 - T_1}{d}, \quad \frac{dQ}{dt} = kA \frac{dT}{dx}, \quad Q = mL, \quad Q = mc\Delta T, \quad 1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$Q = nC\Delta T, \quad C_p - C_v = R, \quad \gamma = C_p / C_v$$

$$PV_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}, \quad dW = -PdV, \quad dE_{\text{int}} = dQ + dW$$

$$e = \frac{W}{|Q_H|} = 1 - \frac{|Q_C|}{|Q_H|}, \quad C.O.P. = \frac{Q_H}{W} \text{ or } \frac{Q_C}{W}, \quad dS = \frac{dQ_r}{T}, \quad S = k \ln W$$

$$\vec{F}_e = \sum k \frac{qq_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^2} \left( \frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|} \right) = q\vec{E}, \quad k = (4\pi\epsilon_0)^{-1} = 8.99 \times 10^9 \text{ m/F}, \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad \vec{E} = -\nabla V, \quad \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}, \quad u_E = \frac{1}{2} k\epsilon_0 E^2, \quad U_e = \sum k \frac{qq_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|} = qV$$

$$C = \frac{Q}{V} = \kappa\epsilon_0 \frac{A}{d}, \quad \mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}, \quad U_E = \frac{1}{2} CV^2, \quad U_B = \frac{1}{2} LI^2$$

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}, \quad \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_E}{dt}, \quad \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \vec{S} = \vec{E} \times \vec{B} / \mu_0$$

$$\oiint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0, \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 (I + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}), \quad \nabla \times \vec{B} = \mu_0 (\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}), \quad P = \frac{S}{c}$$

$$c^2 = (\epsilon_0 \mu_0)^{-1}, \quad c^2 \nabla^2 \vec{E} = \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}, \quad c^2 \nabla^2 \vec{B} = \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}, \quad E_0 = cB_0$$

選擇題，共 12 題，每題 5 分。

1. 無摩擦水平面上有一端固定的水平彈簧(彈性常數為  $10.0 \text{ N/m}$ )，將質量  $1.00 \text{ kg}$  的物體從彈簧的自由端推擠壓縮彈簧  $10.0 \text{ cm}$  後，由靜止釋放物體使物體被彈簧彈出，則在彈簧恢復原長的過程中，以彈簧對物體做功和物體受力期間的移動距離，得出彈簧對物體施加的平均作用力大小為：(A)  $5.00 \text{ N}$ 、(B)  $1.57 \text{ N}$ 、(C)  $6.37 \text{ N}$ 、(D)  $3.14 \text{ N}$ 、(E)  $2.72 \text{ N}$ 。
2. 承上題，若用物體彈出的動量與彈簧恢復力作用時間，得出彈簧對物體施加的平均作用力大小為：(A)  $5.00 \text{ N}$ 、(B)  $1.57 \text{ N}$ 、(C)  $6.37 \text{ N}$ 、(D)  $3.14 \text{ N}$ 、(E)  $2.72 \text{ N}$ 。
3. 一根均質細棒靜止於無摩擦水平面上，另一質量相同的小球以垂直於細棒的水平速度撞擊細棒中心處。若為彈性碰撞並假設碰撞後細棒的質心速度與小球初速平行，則碰撞後小球的速度大小會是原速度大小的多少倍？(A)  $1$ 、(B)  $1/2$ 、(C)  $3/4$ 、(D)  $2/3$ 、(E)  $0$ 。
4. 半徑  $R$ 、質量  $M$  的呼拉圈質心速度為零，以  $\omega_0$  的角速度繞質心轉動時垂直接觸到水平地面並開始滑動，若呼拉圈與地面的動摩擦係數為  $\mu_k$ ，最後當呼拉圈沿地面滾動而不滑動時的質心速率為：(A)  $R\omega_0/3$ 、(B)  $R\omega_0/2$ 、(C)  $R\omega_0/\mu_k$ 、(D)  $\mu_k R\omega_0/3$ 、(E)  $\mu_k R\omega_0/2$ 。
5. 已知拋物凹面鏡開口向上水平放置，其對稱軸中心在原點，剖面方程式為  $y = 0.051 x^2$ ，其中  $x$ 、 $y$  單位均為  $\text{m}$ 。若不計摩擦，則在凹面最低處附近做來回運動的小球，其振盪角頻率為：(A)  $0.71 \text{ rad/s}$ 、(B)  $1.0 \text{ rad/s}$ 、(C)  $1.4 \text{ rad/s}$ 、(D)  $1.7 \text{ rad/s}$ 、(E)  $2.0 \text{ rad/s}$ 。
6. 已知室溫下固體鉛的平均線膨脹係數是  $29 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 、平均密度是  $11.34 \text{ kg/m}^3$ ，平均(定壓)比熱是  $128 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ 。1 大氣壓( $1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ )下估計  $11.3 \text{ kg}$  的鉛塊溫度由  $20^\circ\text{C}$  ( $293 \text{ K}$ ) 升到  $600 \text{ K}$ (尚未熔化)時，鉛塊對環境做功：(A)  $834. \text{ kJ}$ 、(B)  $441. \text{ kJ}$ 、(C)  $5.11 \text{ kJ}$ 、(D)  $2.68 \text{ kJ}$ 、(E)  $895. \text{ J}$ 。
7. 在 cgs-高斯制單位裡的電量單位靜庫倫(SC)之定義為：兩等量電荷相距  $1.0$  公分，若兩電荷間作用力為  $1.0$  達因( $=10^{-5} \text{ N}$ )，則電量為  $1$  靜庫倫。依此定義， $1$  靜庫倫相當於多少庫倫？(A)  $1.0 \times 10^{-10}$ 、(B)  $3.3 \times 10^{-10}$ 、(C)  $1.0$ 、(D)  $2.2 \times 10^{-10}$ 、(E)  $1.1 \times 10^{10}$ 。
8. 帶電質點在均勻磁場中做半徑  $30.0 \text{ mm}$  的圓周運動，已知此質點受到的磁力是  $5.20 \times 10^{-10} \text{ N}$ ，此質點的動能為：(A)  $1.6 \times 10^{-11} \text{ J}$ 、(B)  $4.8 \times 10^{-11} \text{ J}$ 、(C)  $8.3 \times 10^{-11} \text{ J}$ 、(D)  $2.4 \times 10^{-12} \text{ J}$ 、(E)  $7.8 \times 10^{-12} \text{ J}$ 。
9. 承上題，若質點電量等於  $243$  個基本電荷，要達到此動能，此質點要從靜止經過多大的電位差來加速？(A)  $243. \text{ V}$ 、(B)  $243. \text{ kV}$ 、(C)  $314. \text{ V}$ 、(D)  $200. \text{ kV}$ 、(E)  $272. \text{ V}$ 。
10. 在半徑  $20.0 \text{ cm}$  的單圈圓形載流迴路中心的磁場大小為  $6.30 \mu\text{T}$ ，則迴路上電流為：(A)  $6.31 \text{ A}$ 、(B)  $1.34 \text{ A}$ 、(C)  $1.01 \text{ A}$ 、(D)  $2.01 \text{ A}$ 、(E)  $639 \text{ mA}$ 。
11. 承上題，此電流迴路的磁偶極矩為：(A)  $0.252 \text{ A}\cdot\text{m}^2$ 、(B)  $0.0840 \text{ A}\cdot\text{m}^2$ 、(C)  $0.126 \text{ A}\cdot\text{m}^2$ 、(D)  $0.504 \text{ A}\cdot\text{m}^2$ 、(E)  $1.01 \text{ A}\cdot\text{m}^2$ 。
12. 已知太陽直射地球表面的陽光總強度約為  $1.4 \text{ kW/m}^2$ ，則此時陽光之磁場方均根振幅為：(A)  $0.61 \mu\text{T}$ 、(B)  $1.2 \mu\text{T}$ 、(C)  $2.4 \mu\text{T}$ 、(D)  $3.6 \mu\text{T}$ 、(E)  $4.8 \mu\text{T}$ 。

非選擇題，共 5 題，每題 8 分。

1. 一根長  $L$ 、質量  $M$  的均質細棒靜止於無摩擦水平面上，另一質量  $m$  的小球以垂直於細棒的水平速度  $u$  撞擊細棒一端與細棒中心之間的中點。假設碰撞後小球末速  $v_1$  與細棒的質心速度  $v_2$  平行，寫下此系統碰撞前後滿足的各項物理原理並列出對應的方程式。
2. Two metallic spheres have radii of 16 cm and 8 cm, respectively. The magnitude of the electric field on the surface of each sphere is 2500 V/m. The two spheres are then connected by a long, thin metal wire. Determine the magnitude of the electric field on the surface of each sphere when they are connected.
3. A long, straight conducting wire of radius  $R$  has a nonuniform current density  $J = J_0(1-r/R)$ , where  $J_0$  is a constant. The wire carries total current  $I$ . (a) Find an expression for  $J_0$  in terms of  $I$  and  $R$ . (b) Find an expression for the magnetic field strength inside and outside the wire at radius  $r$ .
4. The metal wire in the figure moves with speed  $v$  parallel to a straight wire that is carrying current  $I$ . The distance between the two wires is  $d$ . Find an expression for the potential difference between the two ends of the moving wire.
5. The electromagnetic power radiated by a nonrelativistic moving point charge  $q$  having an acceleration  $a$  is  $P = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$ , where  $\epsilon_0$  is the permittivity of free space and  $c$  is the speed of light in vacuum. Show that the right side of this equation has units of watts.

