

# 99 年度指定科目考試詳解

## 物理考科

### 第壹部分：選擇題

#### 一、單選題：

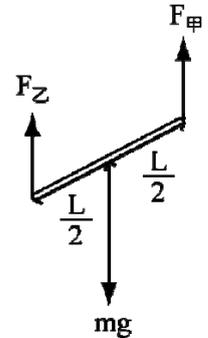
1. 靜力平衡：

(1) 合力=0

$$\Rightarrow F_{\text{甲}} + F_{\text{乙}} = mg$$

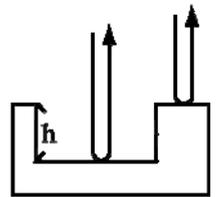
(2) 合力矩=0

$$\Rightarrow F_{\text{甲}} \times \frac{L}{2} = F_{\text{乙}} \times \frac{L}{2} \Rightarrow F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}, \text{ 故選(D)}。$$



2. 破壞性干涉，波程差  $= (2m-1)\frac{\lambda}{2} = 2h$  ( $m \in \mathbb{N}$ ,  $h$  為凹槽深度)

$$\Rightarrow h = (2m-1)\frac{\lambda}{4}, \text{ 故選(E)}。$$



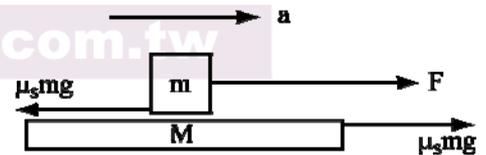
3. 電容  $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ，與電位差  $V$  無關。

4. (D) 當藥粉顆粒的尺寸從微米尺度加工製作成為奈米尺度的顆粒時，總表面積將會變大。

5. 分兩系統：

$$\begin{cases} m: F - \mu_s mg = ma \\ M: \mu_s mg = Ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 7.8 - \mu_s \times 0.5 \times 9.8 = 0.5a \\ \mu_s \times 0.5 \times 9.8 = 1.5a \end{cases}$$

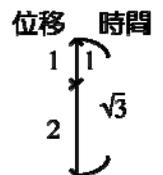
$$\Rightarrow a = 3.9 \text{ [ m/s}^2 \text{ ]}, \mu_s \cong 1.19$$



6. 車以水平等速度運動，水平方向合力為零，則甲球自車頂自由落下，將落至 Q 點；又甲球自車頂自由落下 1 公尺需  $t_1$  秒，落下 3 公尺需  $t_2$  秒，依：

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \propto t^2, t_1 : t_2 = 1 : \sqrt{3}, \text{ 故甲球走完剩下的 2 公尺所需時間與球落下 1}$$

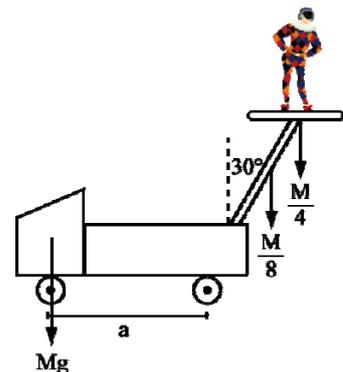
公尺所需的時間比為  $\sqrt{3} - 1 : 1 = 0.7 : 1$ ，可知甲落地時，乙球與甲球距離超過 1 公尺。



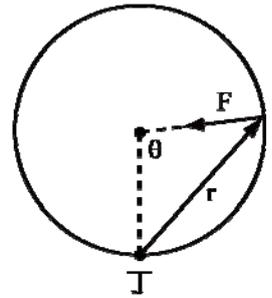
7. 車體造成的力矩  $\geq$  支架、工作臺與人員造成的合力矩：

$$\Rightarrow Mga \geq \frac{Mg}{8} \times \frac{L}{2} \times \sin 30^\circ + \frac{Mg}{4} \times L \times \sin 30^\circ$$

$$\Rightarrow L \leq \frac{32a}{5}$$



8. 質點作等速率圓周運動，故所受合力必為向心力  $F$ ，且  $F$  為定值。  
如右圖所示，任一點與丁點間的距離為  $\bar{r}$ ，所受向心力為  $\bar{F}$ ，則其角



動量時變率量值 = 力矩量值 =  $|\bar{r} \times \bar{F}| = rF \cos \frac{\theta}{2}$ 。又由右圖可看出

$$r = 2R \sin \frac{\theta}{2} \quad (\text{其中 } R \text{ 為半徑})。$$

$$\text{故角動量時變率量值} = F \times 2R \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} = FR \sin \theta$$

最大值為  $\theta = 90^\circ$  時，即為丙點處。

9. 設行星的質量為  $M$ ，衛星的質量為  $m$ 。由於衛星所受的向心力由萬有引力提供：

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2 R}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} \propto \sqrt{\frac{R^3}{M}}$$

$$\text{故 } \frac{T_{\text{甲}}}{T_{\text{乙}}} = \frac{\sqrt{\frac{R_{\text{甲}}^3}{M_{\text{甲}}}}}{\sqrt{\frac{R_{\text{乙}}^3}{M_{\text{乙}}}}} = \sqrt{\frac{4^3}{25}} = 1.6, \text{ 選(C)。}$$

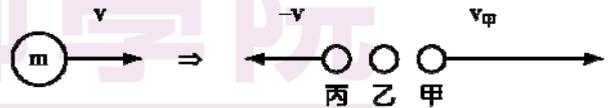
10. 令質點質量為  $m$ ，斜拋至最高點只有水平速度，令為  $v$ ；  
由於甲、乙、丙三質點質量相等，故：

$$m_{\text{甲}} = m_{\text{乙}} = m_{\text{丙}} = \frac{m}{3}$$

又丙沿原路徑返回，故爆裂瞬間丙的速率為

$-v$ 。爆裂瞬間前後，系統水平方向動量守恆，令向右為正，則：

$$mv = \frac{m}{3}(v_{\text{甲}}) + 0 + \frac{m}{3}(-v) \Rightarrow v_{\text{甲}} = 4v, \text{ 故選(E)。}$$



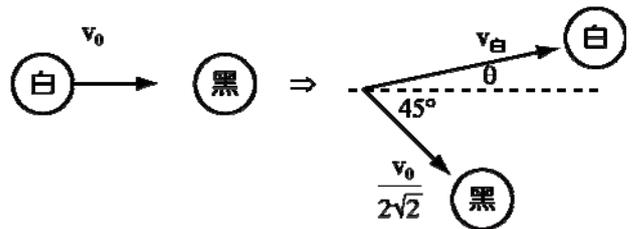
11. 碰撞前後總動量守恆：

$$y \text{ 方向: } mv_{\text{白}} \sin \theta = m \frac{v_0}{2\sqrt{2}} \sin 45^\circ$$

$$x \text{ 方向: } mv_{\text{白}} \cos \theta + m \frac{v_0}{2\sqrt{2}} \cos 45^\circ = mv_0$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{1}{3}$$

故選(D)。



$$12. \frac{\text{摩擦所消耗的能量}}{P \text{ 至 } R \text{ 減少的重力位能}} = \frac{\text{力學能變化量}}{P \text{ 至 } R \text{ 減少的重力位能}} = \frac{mgh - \frac{1}{2}mv^2}{mgh}$$

$$= \frac{60 \times 9.8 \times (24 - 4) - \frac{1}{2} \times 60 \times 18^2}{60 \times 9.8 \times (24 - 4)} = 0.173, \text{ 故選(D)。}$$

13. 固定高度，則飛機鉛直方向受合力為零

$$F = \alpha \rho v^2 = mg = \text{定值} \quad , \quad v = \sqrt{\frac{mg}{\alpha \rho}} \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

$$\Rightarrow F_{\text{阻}} = \beta \rho v = \beta \sqrt{\frac{mg\rho}{\alpha}} \propto \sqrt{\rho} \quad , \quad \text{又水平飛行相同航程，故位移相同}$$

$$\therefore \text{阻力所消耗的能量} \propto \sqrt{\rho} \quad \Rightarrow \frac{\text{高空航線阻力所消耗的能量}}{\text{低空航線阻力所消耗的能量}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

14. 依都卜勒效應：

$$\lambda' = \frac{v_w - v_s}{v_w} \lambda = \frac{v_w - \frac{1}{4}v_w}{v_w} \lambda = \frac{3}{4} \lambda \quad , \quad \text{故選(C)}。$$

15. 駐波相鄰腹點間距為  $\frac{1}{2}\lambda$ ，由題目可知：x = 3、4、5（公尺）三處應為波腹，相鄰波腹

$$\text{間距} = \frac{\lambda}{2} = 1 \text{公尺} \quad , \quad \lambda = 2 \text{公尺} \quad , \quad \text{故選(D)}。$$

16. 在  $0 < t < \frac{a}{v}$  時間內，線圈前進距離  $L = vt$ ，此時線圈在磁場內的面積  $A = wL = wvt$

$$\therefore \text{磁通量} = AB = wvtB$$

17. 線圈要完全等速通過磁場，必須在磁通量發生改變時施力，故施力所作用時間，僅發生在線圈「進入」與「離開」磁場之瞬間：

$$\text{作用時間} t = 2 \frac{a}{v} \quad \because \text{感應電動勢} \varepsilon = Bwv \quad , \quad \text{且感應電動勢造成電功率} = \text{施力功率}$$

$$\text{故} Fv = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{(wvB)^2}{R} \quad \Rightarrow F = \frac{w^2 v B^2}{R}$$

$$\therefore \text{全程外力} F \text{ 需施給線圈的衝量量值} J = Ft = \frac{B^2 w^2 v}{R} \times 2 \frac{a}{v} = \frac{2B^2 w^2 a}{R}$$

18. 康卜吞效應實驗的入射光為X光，X光光子能量遠大於電子的游離能，所以可將電子視為自由電子作彈性碰撞，(A)的波長最小，能量最大且屬於X光，故選(A)。

19. 設彈簧恢復力F、自然長度  $x_0$ 、理想氣體壓力P，活塞截面積A，當溫度為  $T_0$  時：

$$\text{由虎克定律與力平衡：} F = kx = PA$$

$$\text{再由理想氣體方程式：} PV = PA(x + x_0) = nRT$$

$$kx(x + x_0) = nRT \quad \Rightarrow kx^2 + kxx_0 = nRT \quad \Rightarrow x^2 = \frac{nR}{k} T - xx_0 \quad , \quad \text{故圖形為開口向右之拋物線，丙較為合理。}$$

20. 由於等速率圓周運動所受磁力為向心力，且甲為順時鐘運行，故由安培右手定則可知，甲帶負電。

$$\text{又圓軌跡半徑 } r = \frac{mv}{qB} \Rightarrow \text{荷質比 } \frac{q}{m} \propto \frac{1}{r} \therefore \frac{\text{荷質比}_甲}{\text{荷質比}_乙} = \frac{1}{2}$$

## 二、多選題：

21.  $F_1$  與  $F_2$  為作用力與反作用力，大小相等、方向相反；  
 (A)(B)等速運動時  $F_1 = F_2 = mg$   
 (C)(D)(E)電梯加速上升時，利用牛頓第二定律  $F_1 - mg = ma$ ， $F_1 = F_2 = m(g + a) > mg$ ，故選(B)(E)。
22. 設每一格之間距為  $L$ ，則甲實驗的速度  $v_甲 = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{5L}{1} = 5L$   
 (C)等加速度運動時，兩點間的平均速度等於時間中點的瞬時速度乙第 3 點的瞬時速度  $= \frac{10L}{2} = 5L$ ，與甲的速度相等。  
 (D)(E)乙第 5 點的瞬時速度  $= \frac{8L + 10L}{2} = 9L$   
 (A)(B)乙的第 2 點瞬時速度  $= \frac{2L + 4L}{2} = 3L$ ，故可得乙的第 1 點瞬時速度  $= L$ 。
23. (A)單原子理想氣體內能變化量：  
 $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} \times 1 \times 8.3 \times 1 = 12.45 \text{ [ J ]}$   
 (B)(C)(E)由熱力學第一定律：外界輸入的熱量等於氣體增加的內能以及氣體對外界所作之功的和。  
 (D)氣體對外界所做之功未必與增加的內能相等。
24. (A)(B)(C)紫外光照射至鋅板，鋅板上的電子吸收紫外光後逸出鋅板，故鋅板與驗電器皆帶正電，電子移動方向是由驗電器向鋅板移動。  
 (D)(E)玻璃所阻絕的電磁波是可使鋅板產生光電效應的光子，而紫外波段光子較可見光、紅外線的光子能量大，較可能產生光電效應。故使鋅板產生光電效應是入射光中的紫外波段；紫外線無法穿透此玻璃片。

## 第貳部分：非選擇題

$$\text{一、(1) 庫倫力 } F = \frac{kQq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{5.3 \times 10^{-11}} \cong 8.2 \times 10^{-8} \text{ [ N ]}$$

$$(2) F = m \frac{v^2}{R} = \frac{kQq}{R^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kQq}{mR}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{9.11 \times 10^{-31} \times 5.3 \times 10^{-11}}} \cong 2.2 \times 10^6 \text{ [ m/s ]}$$

$$(3) I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{qv}{2\pi R} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.2 \times 10^6}{2\pi \times 5.3 \times 10^{-11}} \cong 1.0 \times 10^{-3} \text{ [ A ]} \cong 1.0 \text{ [ mA ]}$$

$$(4) B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-3}}{2 \times 5.3 \times 10^{-11}} \cong 1.3 \times 10^1 \text{ [ T ]}$$

二、1. (a) 測得 x 坐標為 2.80 cm，表示 mm 為最小刻度單位。

(b) 入射光由 O 點入射時不計薄壁厚度，故不考慮薄壁折射。

液體的折射公式： $1 \times \sin 53^\circ = n_L \times \sin \theta$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} = n_L \times \frac{2.80}{5}$$

$$\Rightarrow n_L = \frac{4}{2.8} \cong 1.43$$

2. 由液體射至空氣的折射： $n_L \times \sin 53^\circ = 1 \times \sin \phi$

$$\Rightarrow \sin \phi = 1.3 \times \sin 53^\circ \cong 1.04 > 1$$

$\Rightarrow \phi$  無解  $\Rightarrow$  發生全反射，為第二象限，反射光與 y 軸夾  $53^\circ$

3. 干涉亮紋間距：

$$\Delta y = \frac{r\lambda}{d} = \frac{(2 \times 10^3) \times (650 \times 10^{-6})}{2 \times 10^{-2}} = 65 \text{ [ mm ]} = 6.5 \text{ [ cm ]}$$