

臺中市立高級中等學校

105 學年度指定科目第四次聯合模擬考試

考試日期：106 年 4 月 27~28 日

物理考科

—作答注意事項—

考試時間：80 分鐘

作答方式：

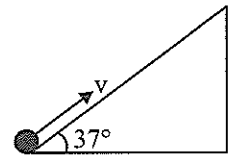
- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

第壹部分：選擇題(占 80 分)

一、單選題(占 60 分)

說明：第 1 題至第 20 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 如圖(1)，傾斜角 37° 的斜面，一物體自斜面底端以初速 v 沿斜面向上滑行，若斜面摩擦係數為 $\frac{1}{4}$ ，重力加速度為 g ，關於物體運動過程中，下列敘述何者正確？



圖(1)

(A) 上行時加速度為 $\frac{2}{5}g$ ✓

(B) 下滑時加速度為 $\frac{2}{5}g$ ↗

(C) 上升的最大高度 $\frac{5v^2}{8g}$

(D) 上下一趟需時 $\frac{10v^2}{8g}$

(E) 滑回斜面底端時速率為 $\frac{v}{\sqrt{2}}$

2. 不計空氣阻力，從某高度相隔 1 秒先後靜止釋放兩球，在兩球尚在空中之任一時刻，下列敘述何者正確？

(A) 兩球的加速度差逐漸增大

(B) 兩球的速度差保持定值

(C) 兩球的速度差逐漸增大

(D) 兩球的距離保持定值

(E) 兩球的距離持續減少

3. 質量不相等的兩質點作直線彈性碰撞時，以下哪個物理量，對兩質點而言必然相同？

(A) 碰撞時的作用力量值

(B) 碰撞過程的動量變化

(C) 碰撞過程的加速度

(D) 碰撞過程的動能變化

(E) 碰撞過程的速度變化

4. 電流天平的主要裝置包括螺線管、電流天平(含 U 形電路)、直流電源供應器、滑線可變電阻及安培計等。電流天平的構造示意圖如圖(2)所示。令 U 形電路上的電流稱之為 I_1 ，螺線管所載電流稱之為 I_2 ，將 U 形電路放入螺線管內通電後，需加砝碼 m 克，方使其平衡。若使天平的 U 形電路電流(I_1)增為 2 倍，螺線管電流(I_2)增為 1.5 倍，則平衡用的砝碼質量應為幾克？

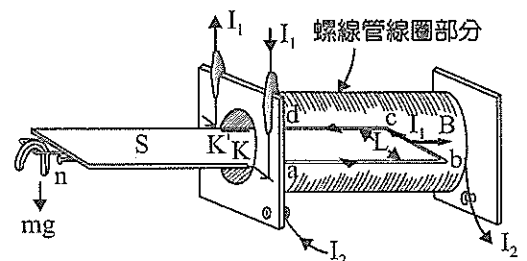
(A) $0.5m$

(B) $1.5m$

(C) $2m$

(D) $3m$

(E) $4m$



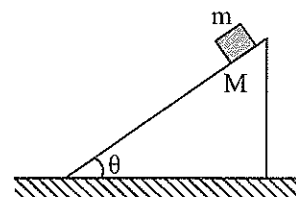
圖(2)

5. 下列有關「功」與「力」的敘述，何者正確？

- (A) 力不為零時，功也一定不為零
- (B) 力為零時，功不一定為零
- (C) 功為零時，力一定為零
- (D) 合力之功為零時，動能一定為零
- (E) 合力之功不為零時，動能一定改變

6. 如圖(3)所示，質量為 m 的小物體自傾斜角為 θ 、質量為 M 、長為 ℓ 的斜面頂端滑下來(原本兩者靜止)到斜面底端， M 與水平地面間無摩擦力，下列哪一個物理量的量值與斜面是否光滑有關？

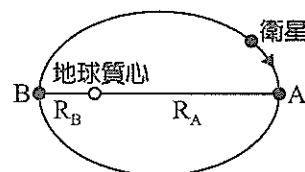
- (A) m 的下滑過程，重力對 m 做功大小
- (B) 當 m 滑到斜面底端時， M 對地的位移
- (C) 當 m 滑到斜面底端時，對 M 的末速度
- (D) 當 m 滑到斜面底端時， m 、 M 系統之共同質心加速度
- (E) 當 m 滑到斜面底端時， m 、 M 系統之水平總動量



圖(3)

7. 一人造衛星以橢圓軌道繞地球運行。設 A、B 分別為衛星距地球最遠及最近的位置(如圖(4)所示)。若忽略其他星體的影響，則下列敘述何者正確？

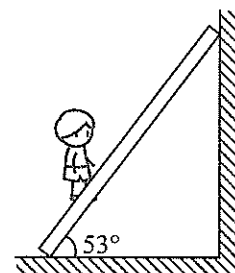
- (A) 衛星在 A 處的動能最大，在 B 處的動能最小
- (B) 若衛星在 A、B 處的角動量之量值各為 L_A 、 L_B ，則 L_A 、 L_B 不相等
- (C) 若 K_A 、 K_B 各表衛星在 A、B 處的動能， R_A 、 R_B 各表地球質心至 A、B 處的距離，則 $\frac{K_A}{K_B} = \frac{R_B}{R_A}$
- (D) 若 a_A 、 a_B 各表衛星在 A、B 處的加速度，則 $a_A : a_B = R_B : R_A$
- (E) 衛星在軌道上任何位置的力學能均相等



圖(4)

8. 如圖(5)，長度為 L 的梯子斜靠在光滑的牆壁上，梯子和水平地面間的夾角為 53° ，一人重 64 公斤，站在梯上距梯子底端 $\frac{L}{4}$ 處。假設梯子靜止不動，而且梯子的重量可以忽略不計。當人順著梯子向上爬，梯子仍保持靜力平衡，此時地面對梯子的正向力及摩擦力變化情形分別為：

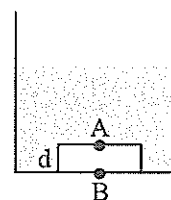
- (A) 正向力變小，摩擦力變大
- (B) 正向力不變，摩擦力變大
- (C) 正向力及摩擦力均變大
- (D) 正向力變大，摩擦力不變
- (E) 正向力及摩擦力均變小



圖(5)

9. 如圖(6)，某同學將厚度 d ，折射率 $\frac{3}{2}$ 的玻璃板，置於折射率為 $\frac{4}{3}$ 的清澈水底，在水面上視之，玻璃板之厚度變為多少？

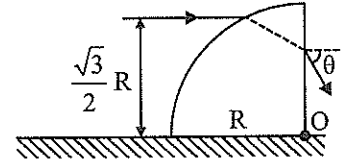
- (A) d
- (B) $\frac{8}{9}d$
- (C) $\frac{9}{8}d$
- (D) $\frac{3}{2}d$
- (E) $\frac{2}{3}d$



圖(6)

10. 一半徑為 R 的 $\frac{1}{4}$ 圓柱體放置在水平面上，圓柱體由折射率為 $\sqrt{3}$ 的透明材料製成。現有一束位於通過圓心 O 的豎直平面內的光線，平行於桌面射到圓柱體表面上，折射入圓柱體後再從豎直表面射出，如圖(7)所示。已知入射光線與桌面的距離為 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ ，求出射角為幾度？

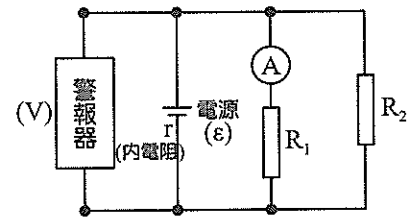
- (A) 30
(B) 45
(C) 60
(D) 90
(E) 0



圖(7)

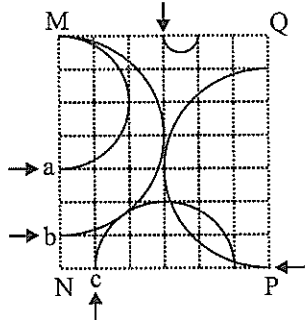
11. 如圖(8)，是一火災警報電路的示意圖。其中 R_1 和 R_2 為用某種材料製成的感測器，這種材料的電阻率隨溫度的升高而增大。值班室的顯示器為電路中的電流錶 \textcircled{A} ，電源兩極之間接一警報器。當只有感測器 R_2 所在處出現火災時，顯示器 \textcircled{A} 的電流 I 、警報器兩端的電壓 V 的變化情況是：

- (A) I 變大， V 變小
(B) I 變小， V 變大
(C) I 變小， V 變小
(D) I 變大， V 變大
(E) I 不變， V 變大



圖(8)

12. 如圖(9)所示，矩形 $MNPQ$ 區域內有方向垂直於紙面的均強磁場，有 5 個帶電粒子從圖中箭頭所示位置垂直於磁場邊界進入磁場，在紙面內做等速圓周運動，運動軌跡為相應的圓弧；這些粒子的質量、電荷量以及速度大小如表(1)所示。



圖(9)

表(1)

粒子編號	質量	電荷量 ($q > 0$)	速度大小
1	m	$2q$	v
2	$2m$	$2q$	$2v$
3	$3m$	$-3q$	$3v$
4	$2m$	$2q$	$3v$
5	$2m$	$-q$	v

由以上資訊可知，從圖(9)中 abc 處進入的粒子，對應表中的編號分別為何？

- (A) 3, 5, 4
(B) 4, 2, 5
(C) 5, 3, 2
(D) 2, 4, 5
(E) 2, 4, 1

13. 一質子質量為 m ，動量為 P ，光子動量為 P_γ ，光速為 c ，兩者具有相同的能量 E ，則其動量之比值 $\frac{P}{P_\gamma}$ 為：

(A) $\sqrt{\frac{2mc^2}{E}}$

(B) $\sqrt{\frac{E}{2mc^2}}$

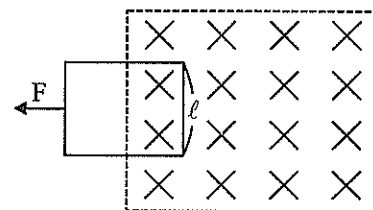
(C) $\frac{E}{m}$

(D) $\frac{E}{2mc^2}$

(E) $\frac{c^2 E}{2m}$

14. 如圖(10)，施力 F 拉動一端在磁場中的線圈，其寬度為 ℓ ，使其以一定速率向左運動，則下列推論何者錯誤？

- (A) 磁場增為 2 倍，拉力需增為 4 倍
(B) 速度增為 2 倍，拉力所耗功率增為 4 倍
(C) 線圈電阻增為 2 倍，所需之力亦增為 2 倍
(D) ℓ 增為 2 倍，所需拉力增為 4 倍
(E) ℓ 增為 2 倍，拉力所耗功率增為 4 倍



圖(10)

15-16 為題組

如圖(11)，A、B 兩球(可視為質點)質量分別為 m 、 $2m$ ，由同一高度 h 同時靜止釋放，並各自沿傾斜程度不同之窄軌道滑行至水平地面，並在水平地面上進行完全非彈性碰撞，假設碰撞後兩球結合為一個大球，並可繼續沿軌道滑行。整個軌道均在同一個鉛直平面上，且整個過程中，A、B 兩球及後來結合之大球，與軌道面間均無摩擦力作用。



圖(11)

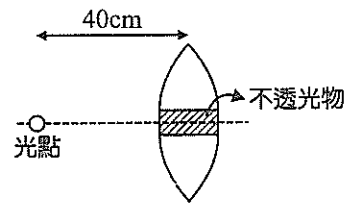
15. 兩球由開始釋放到碰撞結束的過程，下列觀念何者正確？
(A) 釋放前，A、B 兩球重力位能相等
(B) A 球落至水平地面時之速率較 B 球大
(C) 兩球落至水平地面時之動能相等
(D) 兩球碰撞前後瞬間力學能不守恆
(E) 兩球由開始釋放到滑行至水平地面期間(碰撞前)，重力作功相等
16. 兩球碰撞後所結合之大球，可沿光滑軌道上滑之最大鉛直高度為何？
(A) $\frac{h}{18}$ (B) $\frac{h}{9}$
(C) $\frac{h}{3}$ (D) $\frac{2h}{3}$
(E) h

17-18 為題組

如圖(12)，將焦距為 20 cm 之凸透鏡切為兩半，各垂直移離主軸 0.2 mm，兩半透鏡之間置一不透光之物體。

17. 現將一光點置於鏡前 40 cm 之主軸上，經折射後將產生兩像，此兩像之距離為多少 mm？

(A) 0.4
(B) 0.8
(C) 1.0
(D) 1.2
(E) 1.6



圖(12)

18. 若點光源所發出的同調光波長為 600 nm。距透鏡 200 cm 處且垂直於主軸放置一光屏，則在光屏上所形成之干涉條紋的相鄰暗線距離為多少 cm？

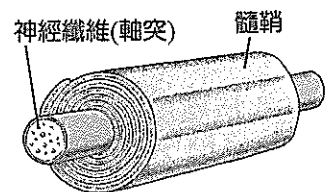
(A) 0.12
(B) 0.16
(C) 0.20
(D) 0.24
(E) 0.28

19-20 為題組

如圖(13)，神經系統中，把神經纖維分為有髓鞘與無髓鞘兩大類。現代生物學認為，髓鞘是由多層(幾層到幾百層不等)類脂物質——「髓質」累積而成的，具有很大的電阻。

19. 已知蛙有髓鞘神經，髓鞘的厚度只有 $2\text{ }\mu\text{m}$ ，而它在每平方公分的面積上產生的電阻卻高達 $1.6\times 10^5\text{ }\Omega$ 。若不計髓質片層間的接觸電阻，計算髓質的電阻率 ρ 為下列何者？

(A) $4\times 10^6\text{ }\Omega\text{m}$
(B) $8\times 10^6\text{ }\Omega\text{m}$
(C) $8\times 10^8\text{ }\Omega\text{m}$
(D) $1.6\times 10^8\text{ }\Omega\text{m}$
(E) $4\times 10^8\text{ }\Omega\text{m}$



圖(13)

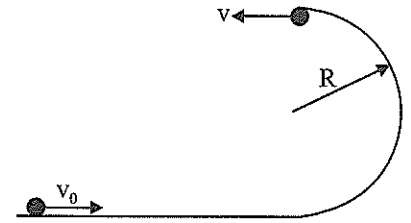
20. 某生物體可看作長 20 cm，半徑為 4 cm 由髓質組成的圓柱體，今在其左右兩端截面處加上電壓，當電壓增加到 100 V 時，該生物體發生蠕動。請問引起神經纖維產生感覺的最小電流 I 約為多少？(註：此生物體的髓質電阻率和蛙相同)

(A) $0.3\text{ }\mu\text{A}$
(B) $0.8\text{ }\mu\text{A}$
(C) $2\text{ }\mu\text{A}$
(D) $3\text{ }\mu\text{A}$
(E) $5\text{ }\mu\text{A}$

二、多選題(占 20 分)

說明：第 21 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 5 分；答錯 1 個選項者，得 3 分；答錯 2 個選項者，得 1 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 一質量為 m 的質點，在一平面上以速率 v_0 前進，再沿一半徑為 R 之半圓形軌道內緣上升，至最高點後再水平射出，如圖(14)所示。若達到最高點時之速率為 v ，且不計空氣阻力與摩擦力，則下列敘述哪些正確？



圖(14)

- (A) v_0 需大於或等於 $\sqrt{5gR}$
 (B) 最高點與最低點之動能相差 $2mgR$
 (C) v 愈大則自最高點水平射出的落地時間愈長
 (D) 在上升過程中，軌道之正向力對物體作負功
 (E) 上升至落回地面之過程中，質點之力學能守恆
22. 下列有關理想的「閉管」樂器之敘述，哪些正確？
 (A) 基音的波長是管長的 2 倍
 (B) 形成兩個節點時的駐波頻率，是形成一個節點時駐波頻率的 2 倍
 (C) 駐波的頻率不是連續的
 (D) 管口附近的空氣分子，其振動的位移為最大值
 (E) 形成 4 個節點的駐波時，波長是管長的 $\frac{1}{4}$
23. 密閉容器內的理想氣體，當其絕對溫度為 T 時，壓力 P ，氣體密度為 ρ ，波茲曼常數以 k 表示，請問下列敘述哪些正確？
 (A) 單一氣體分子的質量為 $\frac{\rho k T}{P}$
 (B) 單位體積內的氣體分子數為 $\frac{P}{kT}$
 (C) 分子質量中心的平均動能為 $\frac{3}{2}kT$
 (D) 分子質量中心的方均根速率為 $\sqrt{\frac{3P}{\rho}}$
 (E) 氣體分子與器壁碰撞時的最大衝量為 $2kT\sqrt{\frac{3\rho}{P}}$
24. 氫原子及 Li^{+2} 離子在原子核之外各有一個電子，假設這個電子在圓形軌道中運轉。根據波耳的氫原子模型，對於均處在第一受激態的氫原子中的電子 A 及 Li^{+2} 離子中的電子 B，下列敘述哪些正確？
 (A) 當電子 A 及電子 B 躍遷至基態時，所放出光子其頻率之比值 $\frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{2}$
 (B) 兩電子軌道半徑之比 $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{9}$
 (C) 兩電子物質波波長之比 $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = 3$
 (D) 兩電子軌道角動量之比值 $\frac{L_A}{L_B} = \frac{1}{2}$
 (E) 兩電子自第一受激態被游離，所需能量之比 $\frac{\Delta E_A}{\Delta E_B} = \frac{1}{9}$

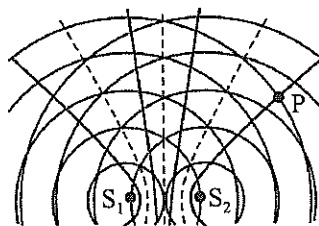
第貳部分：非選擇題(占 20 分)

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（(1)、(2)、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、一質量 m 的砲彈，以初速 v_0 自地面發射，到達最高點瞬間的動量量值恰為發射時的 $\frac{3}{5}$ ，若突爆裂為質量比 3：2 的 A、B 二塊，其中 A 塊鉛直自由落下，求：(重力加速度為 g)

- (1) 砲彈自地面發射時的仰角為何？(3 分)
- (2) B 塊落地點與最高點水平距離為何？(3 分)
- (3) B 塊落地瞬間的動量量值為何？(4 分)

二、如圖(15)，在水波槽實驗中， S_1 與 S_2 兩點波源發出波長為 λ 的水波產生干涉的情形，圖中每一圓弧代表水波的波峰：



圖(15)

- (1) 若兩點波源同相位，則圖中的虛線為節線或腹線？(2 分)
- (2) 圖中 P 點至 S_1 與 S_2 的波程差為多少？(2 分)
- (3) 假設 S_1 、 S_2 相距 $\frac{8}{3}$ 波長，且發出同相的水波，則介於兩波源之間，可以見到的節線有幾條？(3 分)
- (4) 以相距 d 之同相的兩個點波源做水波干涉實驗，欲恰好得到節線 10 條，則 $\frac{d}{\lambda}$ 的範圍為何？(3 分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
E	B	A	D	E	C	E	B	E	C	D	D	A	C	D
16	17	18	19	20	21	22	23	24						
B	B	A	B	A	ABE	CD	ABCD	CE						

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 摩擦力大小為
- $f = N\mu = mg \cos 37^\circ \times \mu$

(A) 上滑時，如右圖，摩擦力向下

$$mg \sin 37^\circ + mg \cos 37^\circ \times \mu = ma \Rightarrow a = \frac{4}{5}g$$

沿斜面向下

(B) 下滑時，摩擦力向上

$$mg \sin 37^\circ - mg \cos 37^\circ \times \mu = ma' \Rightarrow a' = \frac{2}{5}g \text{ 沿斜面向下}$$

(C) 設 S 為斜面上位移，上升達最大高度時速度為 0

$$0^2 = v^2 - 2aS \Rightarrow S = \frac{v^2}{2 \times \frac{4}{5}g} = \frac{5v^2}{8g}$$

$$\text{最大高度 } H = S \sin 37^\circ = S \times \frac{3}{5} = \frac{3v^2}{8g}$$

$$(D) \text{ 上滑的時間 } t_1 \Rightarrow 0 = v - at_1 \Rightarrow t_1 = \frac{5v}{4g}$$

$$\text{下滑的時間 } t_2 \Rightarrow S = \frac{5v^2}{8g} = \frac{1}{2}a't_2^2$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{5\sqrt{2}v}{4g} \Rightarrow t = t_1 + t_2 = \frac{10v^2}{8g}$$

$$(E) v'^2 = 0^2 + 2a'S \Rightarrow v' = \sqrt{2a'S} = \sqrt{2 \times \frac{2}{5}g \times \frac{5v^2}{8g}} = \frac{v}{\sqrt{2}}$$

2. (A)
- $g_a = g_b = g$

(B)(C) $v_a = gt$, $v_b = g(t-1)$, $v_a - v_b = g$ (保持定值)

$$(D)(E) y_a = \frac{1}{2}gt^2, y_b = \frac{1}{2}g(t-1)^2$$

$$y_a - y_b = gt - \frac{1}{2}g \text{ (逐漸增大)}$$

3. (A)
- \therefore
- 兩者是作用力和反作用力
- $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
- ，故作用力大小相同

(B) 動量守恆 $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

$$\Rightarrow m_1v_1' - m_1v_1 = -(m_2v_2' - m_2v_2), \therefore \text{動量變化不同，差個負號}$$

(C) 作用力相同，但質量不同，故加速不同

$$(D) \text{ 動能守恆 } \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m_1v_1'^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = -(\frac{1}{2}m_2v_2'^2 - \frac{1}{2}m_2v_2^2), \therefore \text{動能變化不同}$$

(E) 由(A)可知， $m_1(v_1' - v_1) = -m_2(v_2' - v_2) \Rightarrow$ 速度變化不同

4. 由
- $mg = I_1 \ell B = I_1 \ell (\mu_0 n I_2) \propto I_1 I_2$
- ,
- $\therefore \frac{m'}{m} = 2 \times 1.5 = 3$

5. (A) 施力方向與物體移動方向垂直時，功為零

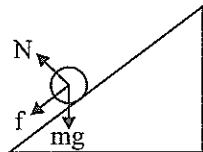
(B) $W = \vec{F} \cdot \vec{S}$ ，若 $F = 0$ ，則 $W = 0$

(C) 有可能是位移為 0，或者力與位移垂直

(D) 若合力之功為零時，動能為定值不變

(E) 合力之功不為零 \Rightarrow 動能改變 $W(\text{合力做功}) = \Delta E_k$

6. (A)(C)
- m
- 物體滑下的時間及末速度與接觸面間之摩擦係數有關 (B) 水平方向不受外力：
- $F_x = 0$
- ，系統的水平動量守恆，但
- m
- 與
- M
- 的水平位移與
- m
- 、
- M
- 兩物間之摩擦力(內力)無

關 (D) $F_x = 0$, $F_y \neq 0$ (受地心引力作用) $\Rightarrow a_{cm_y} \neq 0$ ，質心

加速度與重力(外力)有關，與摩擦力(內力)無關 (E) 同(B)，系統之水平總動量為零，與摩擦力(內力)無關

7. (A) 由克卜勒行星第二運動定律可得，
- $R_A v_A = R_B v_B$
- ，
- R_A
- 最大，
- v_A
- 最慢，動能
- K_A
- 最小，
- R_B
- 最小，
- v_B
- 最快，動能
- K_B
- 最大 (B) 衛星在軌道上任一點的角動量為定值

$$(C) \frac{K_A}{K_B} = \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{R_B^2}{R_A^2} \quad (D) \text{ 加速度 } a = \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}, a \text{ 與 } R^2 \text{ 成}$$

反比 (E) 衛星在軌道上任一點的力學能守恆

- 8.
- $N_2 = W$
- ,
- $\therefore N_2$
- 不變

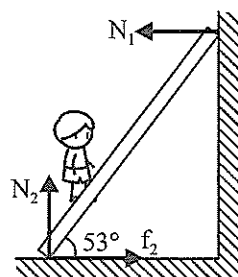
人向上爬， W 之力矩變大，知 N_1 變大；因摩擦力 $f_2 = N_1$ ，故摩擦力隨

著人升高而變大

$$9. h_A' = \frac{h_A}{4} = \frac{3}{4}h_A$$

$$h_B' = \frac{h_A}{4} + \frac{d}{3} = \frac{3}{4}h_A + \frac{2}{3}d$$

$$d' = h_B' - h_A' = \frac{2}{3}d$$



10. 設入射光線與
- $\frac{1}{4}$
- 圓柱體的交點為
- C
- ，連接
- OC
- ，
- OC
- 即為入射點的法線，因此，圖中的角
- α
- 為入射角，過
- C
- 點作圓柱體水平表面的垂線，垂足為
- B
- ，依題意，
- $\angle COB = \alpha$

$$\text{又由 } \triangle OBC \text{ 知 } \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \dots\dots \textcircled{1}$$

設光線在 C 點的折射角為 β ，由折射定律得

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{3} \dots\dots \textcircled{2}$$

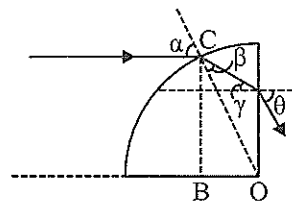
由①②式得 $\beta = 30^\circ$

由幾何關係知，光線在圓柱體的

豎直表面上的入射角 γ (如右圖)為 30° ，由折射定律得

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \theta} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{因此 } \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ 解得 } \theta = 60^\circ$$



11. ①溫度升高，
- R_2
- 電阻值變大，故總電阻增加，流過電源
- ε
- 的總電流減少，故警報器兩端電壓
- $V = \varepsilon - I_{\text{總}} \times r$
- 將變大

②由圖可知：(A) 與 R_1 的電壓之和與警報器的電壓 V 相同，又警報器的電壓 V 變大，由歐姆定律可知，流經 (A) 的電流較原先(未出現火災)時來的大

12. 根據半徑公式
- $r = \frac{mv}{qB}$
- 結合表格中資料可求得 1~5 各組粒子的

半徑之比依次為 $0.5 : 2 : 3 : 3 : 2$ ，說明第一組正粒子的半徑最小，該粒子從 MQ 邊界進入磁場逆時針運動。由圖中 a 、 b 粒子進入磁場也是逆時針運動，則都為正電荷，而且 a 、 b 粒子的半徑比為 $2 : 3$ ，則 a 一定是第 2 組粒子， b 是第 4 組粒

子。c 順時針運動，都為負電荷，半徑與 a 相等是第 5 組粒子

$$13. \left. \begin{array}{l} \text{質子能量 } E, \text{ 動量 } p = \sqrt{2mE} \\ \text{光子能量 } E, \text{ 動量 } p_\gamma = \frac{E}{c} \end{array} \right\} \frac{P}{P_\gamma} = \frac{c\sqrt{2mE}}{E} = \sqrt{\frac{2mc^2}{E}}$$

$$14. \text{ 應電動勢 } \varepsilon = \ell v B, \text{ 應電流 } I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\ell v B}{R}$$

$$(A) \text{ 拉力 } F = \text{磁力 } F_B = I \ell B = \frac{\ell^2 v B^2}{R} \propto B^2$$

$$\text{故 } \frac{B'}{B} = 2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{B'}{B}\right)^2 = 4 \text{ 倍}$$

$$(B) P = Fv = \frac{\ell^2 v^2 B^2}{R} \propto v^2, \text{ 故 } \frac{v'}{v} = 2 \Rightarrow \frac{P'}{P} = \left(\frac{v'}{v}\right)^2 = 4 \text{ 倍}$$

$$(C) \text{ 由 } F = \frac{\ell^2 v B^2}{R} \propto \frac{1}{R}, \text{ 故 } \frac{R'}{R} = 2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{R}{R'} = \frac{1}{2} \text{ 倍}$$

$$(D) F = \frac{\ell^2 v B^2}{R} \propto \ell^2, \text{ 故 } \frac{\ell'}{\ell} = 2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{\ell'}{\ell}\right)^2 = 4 \text{ 倍}$$

$$(E) P = \frac{\ell^2 v^2 B^2}{R} \propto \ell^2, \text{ 故 } \frac{\ell'}{\ell} = 2 \Rightarrow \frac{P'}{P} = \left(\frac{\ell'}{\ell}\right)^2 = 4 \text{ 倍}$$

15. (A)(E) 兩球質量不等，高度相同，重力位能及重力作功皆與質量成正比 (B)(C) 落地時兩球速率相等 $v = \sqrt{2gh}$ ，但因質量不等，故落地時動能不等

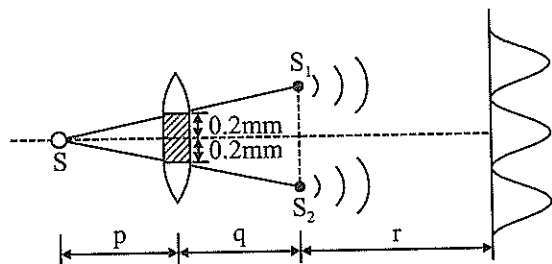
16. 完全非彈性碰撞，前後動量守恆

$$m(-\sqrt{2gh}) + 2m(\sqrt{2gh}) = 3mv', \therefore \text{合體的速度 } v' = \frac{1}{3}\sqrt{2gh}$$

設合體可上滑之最大鉛直高度 H ，因軌道無摩擦，合體上滑過程力學能守恆

$$\frac{1}{2}(m+2m)v'^2 = (m+2m)gH, v'^2 = 2gH \Rightarrow H = \frac{v'^2}{2g} = \frac{h}{9}$$

17. S 分別經兩分裂透鏡所成之兩實像 S_1 及 S_2 ，如下圖所示



$$\text{由 } \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{40} + \frac{1}{q} = \frac{1}{20} \Rightarrow q = 40 \text{ cm}$$

$$\frac{S_1 S_2}{0.4} = \frac{40 + 40}{40} = 2 \Rightarrow S_1 S_2 = 0.8 \text{ mm}$$

18. S_1 及 S_2 在屏上重疊形成干涉條紋

$$\text{相鄰兩暗線距離 } \Delta y = \frac{r\lambda}{d} = \frac{(200-40) \times 6 \times 10^{-5}}{8 \times 10^{-2}} = 0.12 \text{ cm}$$

$$19. R = \frac{\rho L}{A}, \therefore \rho = \frac{RA}{L} = \frac{1.6 \times 10^5 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^6 \Omega \cdot \text{m}$$

$$20. I = \frac{V}{R}, R = \frac{\rho L}{A}, A = \pi r^2$$

$$\therefore I = \frac{V\pi r^2}{\rho L} = \frac{100 \times 3.14 \times 0.04^2}{(8 \times 10^6) \times 0.2} = 0.314 \times 10^{-6} \text{ A} = 0.314 \mu\text{A}$$

二、多選題

21. (A) 欲達最高點，則物體的速率 $v \geq \sqrt{gR}$

$$\text{由力學能守恆 } \frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R), v_0 \geq \sqrt{5gR}$$

$$(B) \Delta K = -\Delta U = mg(\Delta h) = -mg(2R)$$

(C) 物體由最高點以水平拋射運動，其落地時間與速度 v 無關

(D) 正向力與物體的速度方向垂直，所以作功為 0

(E) 物體在整個過程中，只有重力作功，且重力為保守力，所

以力學能守恆成立

22. (A) \times ：由圖(a)的駐波圖形可看出：管長 $= \frac{1}{4} \times$ 基音波長 \Rightarrow

基音波長是管長的 4 倍

(B) \times ：由圖(a)和圖(b)的駐波圖形可看出：

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ 個節點的駐波為第 1 諧音}(n=1) \Rightarrow f_1 = \frac{v}{4\ell} \\ 2 \text{ 個節點的駐波為第 3 諧音}(n=3) \Rightarrow f_3 = \frac{3v}{4\ell} \end{array} \right.$$

$\Rightarrow f_3$ 為 f_1 的 3 倍

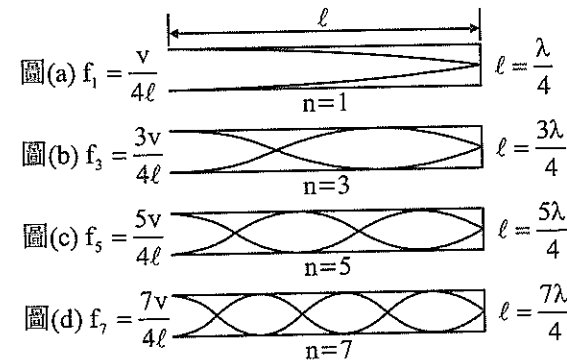
(C) \circ ：閉管的駐波頻率 $f = \frac{nv}{4\ell} (n=1, 3, 5, 7, \dots) \Rightarrow$ 駐波頻

率是不連續的 (D) \circ ：理想共鳴管的開口端為波腹，故空

氣分子的振動位移為最大值 (E) \times ：由圖(d)的駐波圖形可

看出：形成 4 個節點時為第 7 諧音，管長 $= \frac{7}{4} \times$ 第 7 諧音波長

\Rightarrow 第 7 諧音波長是管長的 $\frac{4}{7}$ 倍



$$23. (A) \text{ 由 } v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \Rightarrow m = \frac{\rho kT}{P}$$

$$(B) \text{ 由 } PV = NkT \Rightarrow \frac{N}{V} = \frac{P}{kT}$$

(E) 因無法得知氣體分子的最大速率，所以亦無法計算氣體分子與器壁碰撞時的最大衝量

$$24. (A) \text{ 能量之量子化：} E_n = -\frac{13.6Z^2}{n^2}$$

$$(Z = \text{原子序}, Z_H = 1, Z_{Li} = 3)$$

$$\therefore \Delta E = hf \Rightarrow \frac{\Delta E_A}{\Delta E_B} = \frac{f_A}{f_B}, \text{ 故 } \frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{3^2} = \frac{1}{9}$$

$$(B) \text{ 軌道半徑量子化：} r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k Z e^2} \propto \frac{n^2}{Z}, \therefore \frac{r_A}{r_B} = \frac{3}{1}$$

$$(C) \lambda = \frac{nh^2}{2\pi m k Z e^2} \propto \frac{n}{Z} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{3}{1}$$

$$(D) L = rmv = \frac{nh}{2\pi} \propto n \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = 1$$

$$(E) \Delta E + (-E_n) = 0 \Rightarrow \Delta E = E_n \propto \frac{Z^2}{n^2}$$

第貳部分：非選擇題

$$\text{一、(1) } 53^\circ \quad (2) \frac{6v_0^2}{5g} \quad (3) \frac{17}{25}mv_0$$

【詳解】

$$(1) \text{ 最高點速度 } = v_0 \cos \theta = \frac{3}{5}v_0 \Rightarrow \theta = 53^\circ$$

$$(2) \text{ 正常斜拋最大高度為 } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{8v_0^2}{25g}$$

$$\text{飛行時間 } T = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{8v_0}{5g}$$

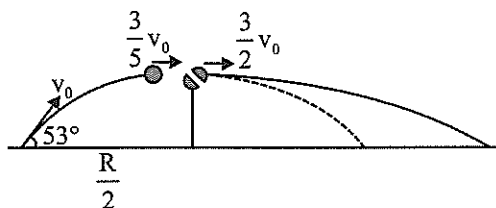
爆炸前後動量守恆，A 質量 $\frac{3}{5}m$ ，爆炸後速度 0

B 質量 $\frac{2}{5}m$ ，爆炸後速度 v

$$m\frac{3}{5}v_0 = \frac{3}{5}m \times 0 + \frac{2}{5}m \times v \Rightarrow v = \frac{3}{2}v_0$$

B 作平拋落地時間為 $\frac{T}{2} = \frac{v_0 \sin \theta}{g} = \frac{4v_0}{5g}$

$$\text{飛行距離為 } v \times \frac{T}{2} = \frac{3v_0}{2} \times \frac{4v_0}{5g} = \frac{6v_0^2}{5g}$$



(3) x 方向：平拋水平速度不變

B 落地水平速度 $v_x = \frac{3}{2}v_0$ (1 分)

y 方向：B 炸後作平拋，落地速度和自由落體相同

$$v_y = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2(\frac{8v_0^2}{25g})}{g}} = \frac{4}{5}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

所以 B 落地總動量為

$$(\frac{2}{5}m) \times \sqrt{(\frac{3}{2}v_0)^2 + (\frac{4}{5}v_0)^2} = \frac{2}{5}m \times \frac{17}{10}v_0 = \frac{17}{25}mv_0 \quad (2 \text{ 分})$$

二、(1) 腹線 (2) $\frac{3}{2}\lambda$ (3) 6 (4) $\frac{9}{2} \sim \frac{11}{2}$

【詳解】

(1) 虛線為腹線

(2) P 在第二節線上，到兩波源間的波程差為 $\frac{3}{2}\lambda$

(3) 節點到 S_1 及 S_2 的波程差為

$$\frac{\lambda}{2}(2n-1) < d \Rightarrow \frac{\lambda}{2}(2n-1) < \frac{8}{3}\lambda$$

n 的最大整數為 3，節線數 = $2 \times 3 = 6$ 條

(4) 以兩波源之中點為坐標原點 ($x = 0$)，兩邊各 5 個節點

第 5 個節點位置為： $x = \pm \frac{9}{4}\lambda$

波源應介於第 5 個與第 6 個節點之間，故：

$$\frac{9}{4}\lambda \leq \frac{d}{2} < \frac{11}{4}\lambda \Rightarrow \frac{9}{2}\lambda \leq d < \frac{11}{2}\lambda \Rightarrow \frac{9}{2} \leq \frac{d}{\lambda} < \frac{11}{2}$$