

臺中區國立高級中學 102 學年度
大學入學第三次指定科目聯合模擬考

物理考科

考試日期：103 年 3 月 5~6 日

—作答注意事項—

考試時間：80 分鐘

作答方式：

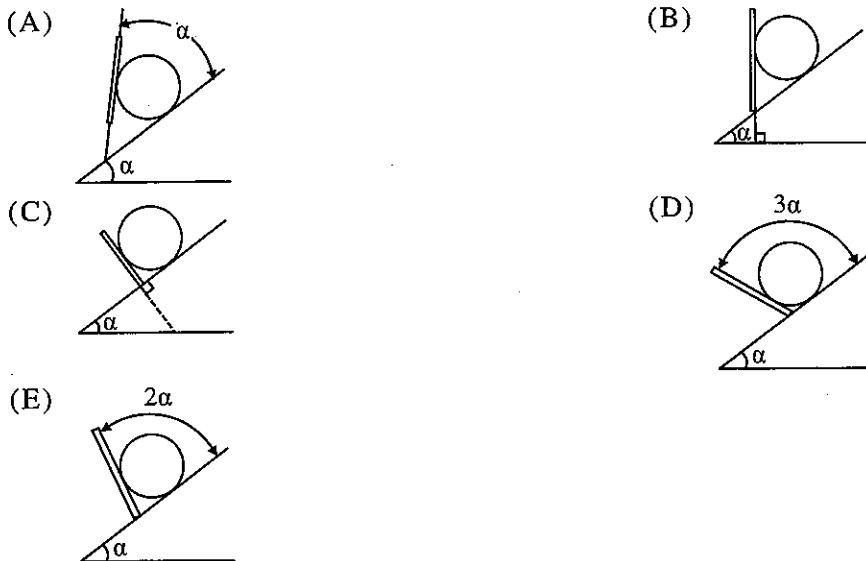
- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

第壹部分：選擇題（占 80 分）

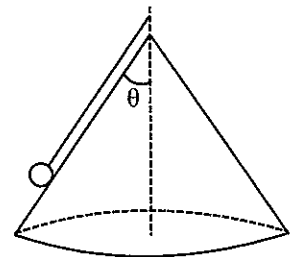
一、單選題(占 60 分)

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. 一光滑小鋼珠置於斜角固定 ($\alpha=40^\circ$) 之光滑斜面上，(斜面固定在水平桌上) 一側用光滑平板擋住，使珠子呈靜止，則下列情形中，擋板受到正向力最小為何？

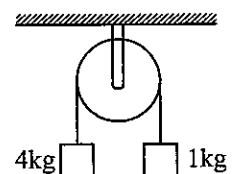


2. 一光滑圓錐聖誕帽固定在水平面上，如圖(1)，帽上有一質量 300 g 的小球繫在輕繩上，貼著的聖誕帽(圓錐高度 40 cm、半徑 30 cm)以速率 $\sqrt{\frac{2}{5}}$ m/s 做水平面等速率圓周運動。若繩長 20 cm，且與圓錐面平行，求繩張力為多少牛頓？($g=10\text{ m/s}^2$ ，忽略輕繩轉軸處阻力)



圖(1)

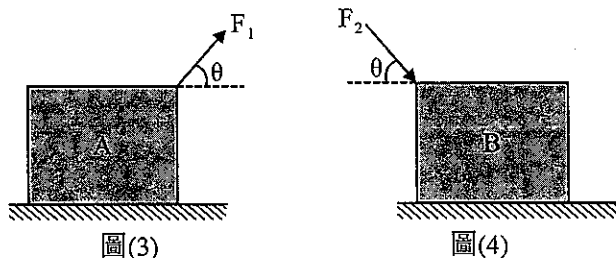
- (A) 1
(B) 2
(C) 2.4
(D) 3
(E) 3.74
3. 如圖(2)所示，一阿特午機，考慮輕繩，忽略繩子與滑輪間摩擦力， $m_1=4\text{ kg}$ 、 $m_2=1\text{ kg}$ ，將二者由靜止釋放後，5 秒時兩者皆未落地，也未撞擊定滑輪，則 5 秒瞬間兩者視為一系統的質心速度為何？($g=10\text{ m/s}^2$)



圖(2)

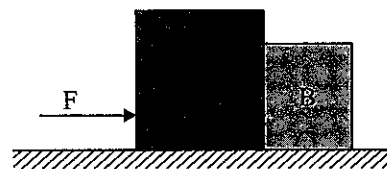
- (A) 50 m/s ↓
(B) 30 m/s ↑
(C) 30 m/s ↓
(D) 20 m/s ↑
(E) 18 m/s ↓

4. 在機場推、拉行李時，施力 F_1 拉行李 A 如圖(3)、施力 F_2 推行李 B 如圖(4)，若 A、B 兩行李的質量相同，且 A、B 兩行李與水平面的動摩擦係數相同，分別施力 F_1 、 F_2 時，都能使兩行李都在水平面上作等速運動，但速度不相同。則作等速度的過程中，下列敘述何者正確？



- (A) A 行李所受重力小於 B 行李所受重力
 (B) $F_1 = F_2$
 (C) A 行李所受摩擦力小於 B 行李所受摩擦力
 (D) A 行李與地面間的正向力大於 B 行李與地面間的正向力
 (E) A 行李所受合力大於 B 行李所受合力
5. 在距地面 100 m 高處鉛直上拋一物體，若物體掉落距拋射點下方 10 m 處之速率為距拋射點上方 10 m 處速率的 $\sqrt{3}$ 倍，則物體可達之最高點距地面？($g=10 \text{ m/s}^2$ ，忽略空氣阻力)
- (A) 10 m (B) 20 m
 (C) 100 m (D) 120 m
 (E) 150 m

6. 圖(5)中質量分別為 $4m$ 、 m 之 A、B 兩鐵塊靜置於光滑水平桌面上，施一水平外力 F 於 A 物體上，使 A、B 兩物體一起以加速度 a 向右加速運動。B 對 A 之作用力為 F_1 ，A 對 B 之作用力 F_2 ，桌面對 A 之作用力為 N_1 ，桌面對 B 之作用力為 N_2 ，則下列敘述何者正確？(重力加速度為 g)



- (A) A、B 所受到的合力比為 1:4
 (B) 物體 B 所受合力為 $4ma$
 (C) 對 A 而言，所受外力中之重力 $4mg$ 與 N_1 ，兩者互為作用力與反作用力
 (D) F_1 、 F_2 兩者互為作用力與反作用力
 (E) 對 B 而言，所受外力有 mg 、 F 、 N_2
7. 在物理發展史上，下列科學家與其貢獻的敘述，何者正確？
- (A) 克卜勒發現萬有引力，並提出力學三大運動定律
 (B) 瓦特證實熱是能量的一種形式
 (C) 馬克士威發現電磁感應的原理
 (D) 赫茲以實驗證實電磁波的存在
 (E) 愛因斯坦發現光電效應的現象，並提出「光量子」假說完整解釋其原理
8. 有一公路斜坡，水平方向每 50 公尺之距離即爬升 1 公尺高，一輛小貨車的質量為 2500 公斤，在車輪不打滑的情況下，以等速度爬此斜坡，且上坡時摩擦力為車重的 $\frac{1}{25}$ ，若空氣阻力與機件引起的力學能損失皆可忽略，且重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，而引擎輸出功率固定為 37500 瓦特，則小貨車的速率約為若干公里/小時？
- (A) 25 (B) 60
 (C) 90 (D) 100
 (E) 120

9. 如圖(6)，有一理想彈簧彈力常數為 k ，一端固定於牆上，另一端連接質量為 $2m$ 的質點 A。光滑水平地面上另有一質量為 m 的靜止質點 B，與 A 微微接觸。今將 A 向左壓縮長 d 後釋放，使 A 與 B 作正向彈性碰撞，碰撞後質點 B 沿表面光滑、質量 $5m$ 的楔形木塊向上滑行而無滾動，若楔形木塊的斜面夠長，且重力加速度為 g ，則質點 B 所能上升的最大高度為：

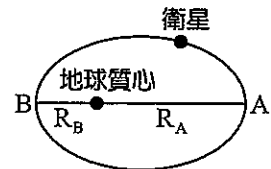
- (A) $\frac{10kd^2}{27mg}$
(B) $\frac{14kd^2}{27mg}$
(C) $\frac{16kd^2}{27mg}$
(D) $\frac{5kd^2}{18mg}$
(E) $\frac{4kd^2}{9mg}$



圖(6)

10. 如圖(7)，一人造衛星質量為 m ，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，已知衛星在 A 點時動能為 E_k ，且 $R_A : R_B = 3 : 1$ ，忽略其他星體的影響，則欲使此人造衛星自 B 點處脫離地球引力束縛，所需補充的最小能量為：

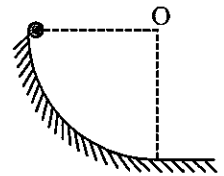
- (A) E_k
(B) $3E_k$
(C) $6E_k$
(D) $9E_k$
(E) $12E_k$



圖(7)

11. 如圖(8)，一物體沿一垂直地面的 $\frac{1}{4}$ 圓弧形軌道，自頂端以等速率下滑，則下列敘述何者正確？

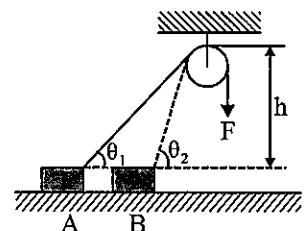
- (A) 物體與軌道間的摩擦力量值不變
(B) 物體所受的合力為零
(C) 因等速率下滑，故物體動量守恆
(D) 物體所受的合力量值不變，但方向改變
(E) 物體的水平速度不變



圖(8)

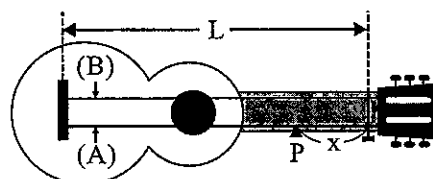
12. 如圖(9)，物體質量為 3.0 kg ，置於光滑水平桌面上，一條質量不計的細繩跨過定滑輪與物體相連，繩與滑輪間摩擦力不計。開始時物體靜止於 A 點，此時細繩與水平方向夾角 $\theta_1 = 30^\circ$ 。若在細繩另一端施一鉛直向下、大小為 12.0 N 的定力作用，物體開始移動；當物體經過 B 點時，細繩與水平方向夾角 $\theta_2 = 53^\circ$ ，圖中 $h = 3.0 \text{ m}$ ，則物體通過 B 點時速度量值為：

- (A) $2\sqrt{3} \text{ m/sec}$
(B) $3\sqrt{2} \text{ m/sec}$
(C) $2\sqrt{6} \text{ m/sec}$
(D) $6\sqrt{2} \text{ m/sec}$
(E) $4\sqrt{3} \text{ m/sec}$



圖(9)

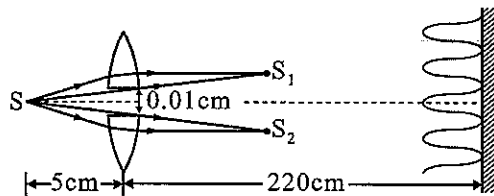
13. 一砲彈質量為 6 kg ，自地面以 37° 仰角發射，在最高點時爆炸為質量比 $2:1$ 之 A、B 兩碎片。大碎片 A 自由落下，小碎片 B 落地時與出發點相距 480 m ，若不計空氣阻力且重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ ，所有運動軌跡在同一平面上，則下列敘述何者正確？
- (A) 砲彈的初速度量值為 25 m/s
 (B) 小碎片 B 自最高點至著地期間，重力對其作用之衝量量值為 $60\text{ N}\cdot\text{sec}$
 (C) 大碎片 A 著地瞬間動能為 900 J
 (D) 自爆炸後至落地前，A、B 兩碎片相對於質心的動量和為 $150\text{ kg}\cdot\text{m/sec}$
 (E) 砲彈的質心軌跡因爆炸而改變
14. 一個使用單擺之時鐘在 0°C 時校正，其擺長為 20 cm ，若置於 20°C 時擺長變為 20.2 cm 。將此時鐘吊掛於以 4 m/s 等速上升的電梯中，電梯內溫度為 30°C ，不考慮其他因素的影響，此時鐘將每小時快或慢約多少秒？
- (A) 慢 27 秒
 (B) 快 27 秒
 (C) 快 2.7 秒
 (D) 慢 2.7 秒
 (E) 慢 5.4 秒
15. 一靜止的剛性密閉容器中裝有處於平衡狀態下之理想氣體，根據分子運動論，下列敘述何者正確？
- (A) 氣體的絕對溫度加倍，氣體分子的全體總動量加倍
 (B) 在相同溫度時，各分子的速度仍不斷的改變，故這些分子的平均移動動能皆不相同
 (C) 在相同溫度時，不同種類的氣體分子方均根速率與氣體分子質量成反比
 (D) 氣體分子質量愈大，則撞擊容器器壁所產生的壓力愈大
 (E) 此容器中氣體壓力與分子的平均動能成正比
16. 彈奏吉他時，以一手按弦，另一手撥弦。吉他共有六條弦，長度均相同，而其中有粗細兩弦 A、B 張力相等，長度皆為 L ，線密度比 $\mu_A:\mu_B=4:1$ 。若手指不按直接撥細弦 B，發出基音 f_B ；而粗弦 A 若要發出的基音 f_A 且 $f_A=\frac{3}{2}f_B$ ，手指應按在粗弦 P 處(如圖(10))，求 $x=?$
- (A) $\frac{1}{6}L$
 (B) $\frac{1}{4}L$
 (C) $\frac{1}{2}L$
 (D) $\frac{2}{3}L$
 (E) $\frac{3}{5}L$



圖(10)

17. 將一薄透鏡從中間分割成兩半，用此兩片半透鏡所形成之兩點光源實像，可作為干涉實驗中的兩同相點光源。該透鏡稱「比勒特分開透鏡」(Billets splitlens)。如圖(11)所示，若薄透鏡焦距 4 cm，一點光源距透鏡 5 cm，兩半透鏡相距 0.01 cm，兩半透鏡之間以不透光之物體遮住，若光屏距透鏡 220 公分，則光屏上相鄰兩暗線間距約為多少 cm？(已知光的波長 5000 Å)

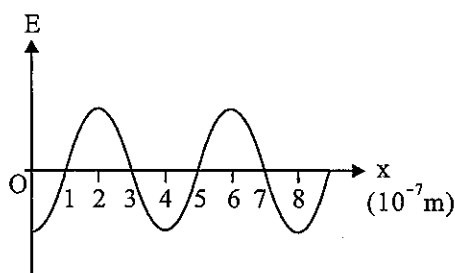
(A) 0.1
(B) 0.2
(C) 0.4
(D) 0.8
(E) 1.2



圖(11)

18. 馬克斯威爾 Maxwell 在 1865 年發表的《電磁場的動力學理論》一文中揭示了電、磁現象與光的內在聯繫及統一性，即光是電磁波。有一單色光波在折射率為 1.5 的介質中傳播，某時刻電場 E 對位置 x 的圖像如圖(12)所示，請求出該光波的頻率為何？

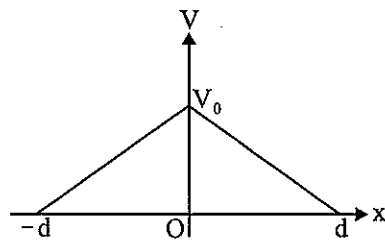
(A) 1.3×10^{14} Hz
(B) 4×10^{14} Hz
(C) 5×10^{14} Hz
(D) 7.5×10^{14} Hz
(E) 9×10^{14} Hz



圖(12)

19. 一空間存在強度均勻之靜電場，靜電場方向平行於 x 軸，且電位 V 隨位置 x 的分布可簡化為如圖(13)所示的折線，圖中 V_0 和 d 為已知量。一個帶負電的粒子在電場中以 $x=0$ 為中心，沿 x 軸方向做週期性運動。已知該粒子質量為 m、電量為 $-q$ ，忽略重力影響。請問粒子所受電力的大小為何？

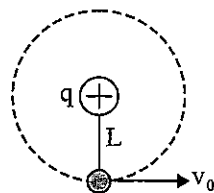
(A) $\frac{dV_0}{q}$
(B) $\frac{qV_0}{d}$
(C) $\frac{q}{dV_0}$
(D) $\frac{2qV_0}{d}$
(E) $\frac{qV_0}{2d}$



圖(13)

20. 如圖(14)所示，一條長為 L 的輕繩繫上一小球，球質量為 m，帶電量為 $-q$ ，庫倫靜電力常數為 k，如果在懸點放一正電荷 q，要使球能在鉛直平面內做完整的圓周運動，已知重力場強度為 g，則球在最低點速度 v_0 之最小值應為多少？

(A) $\sqrt{5gL}$
(B) $\sqrt{5gL + kq^2/2mL}$
(C) $\sqrt{5gL + kq^2/mL}$
(D) $\sqrt{5gL - kq^2/mL}$
(E) $\sqrt{5gL + 2kq^2/mL}$

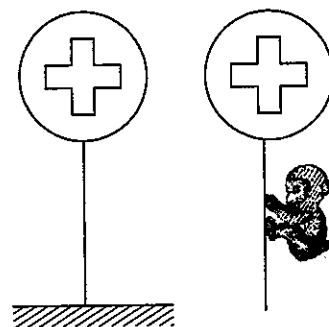


圖(14)

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. 如圖(15)，新社花海的救護站有十字大氣球飄浮在空中，以繩子繫停在水平地面上。一猴子攀爬在繩上時如圖(16)，猴子與地面連接的繩子恰斷裂，斷裂此時猴子與氣球恰保持不動。當猴子沿著繩子往上爬時，下列敘述哪些正確？

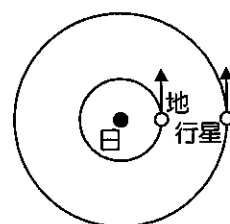


圖(15)

圖(16)

- (A) 不管猴子在繩子上如何運動，氣球與猴子整個系統的質心皆不動
(B) 當猴子沿著繩子等速往上爬時，氣球保持等速上升
(C) 當猴子沿著繩子等加速往上爬時，氣球保持不動
(D) 當猴子沿著繩子等加速往上爬時，氣球保持等加速下降
(E) 當猴子沿著繩子等速往上爬時，氣球保持不動

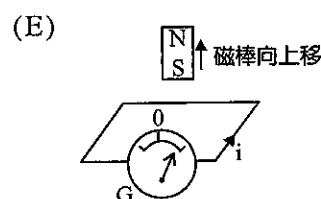
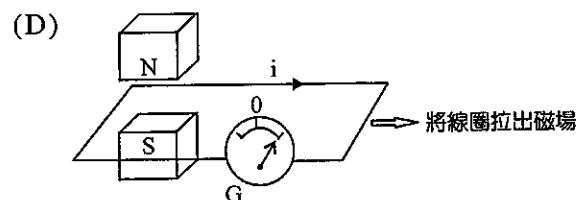
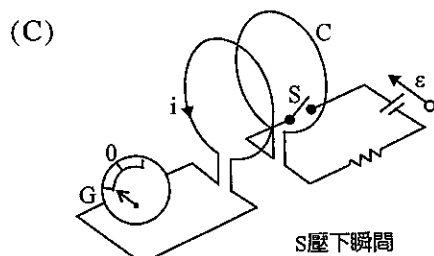
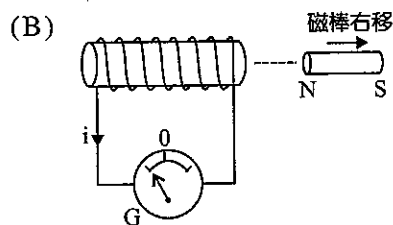
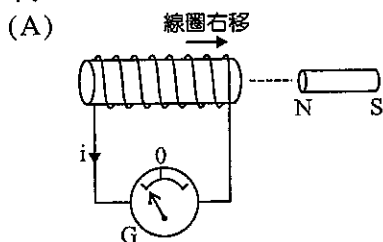
22. 如圖(17)，某一小行星繞太陽作圓形軌道公轉，其公轉方向與地球繞太陽的公轉方向相同，且其軌道半徑為地球軌道半徑的 4 倍，則下列敘述何者正確？



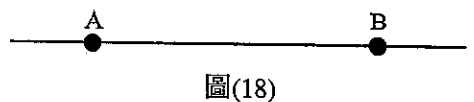
圖(17)

- (A) 此行星上的 1 年約相當於地球上的 8 年
(B) 此行星與地球最近之距離為 3 AU
(C) 此行星與地球連續兩次距離最近間隔 $\frac{8}{7}$ 年
(D) 此行星與地球公轉速率之比為 4 : 1
(E) 此行星與地球向心加速度大小之比為 1 : 4

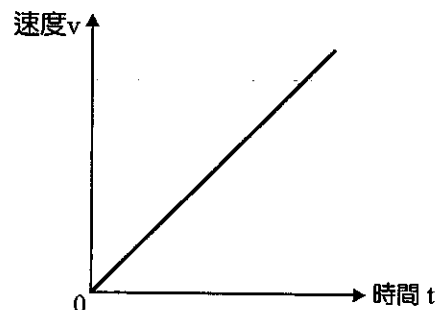
23. 下列各圖中，「感應電流 i 的方向」與「檢流計 G 指針的偏轉方向」完全正確者為何？



24. 如圖(18)所示，A、B 是一條電力線上的兩點，若在 A 點釋放一初速為零的电子，电子僅受靜電力作用，並沿電力線從 A 運動到 B，其速度 v 隨時間變化的規律如圖(19)所示。設 A、B 兩點的電場強度分別為 E_A 、 E_B ，電位分別為 V_A 、 V_B ；电子於 A、B 兩點的電位能分別為 U_A 、 U_B ，則下列敘述何者正確？



圖(18)



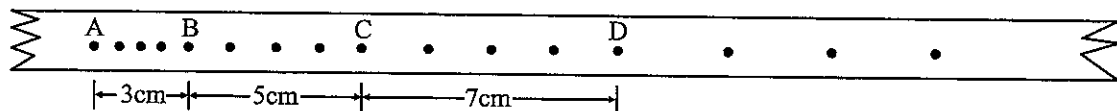
圖(19)

- (A) $V_A = V_B$
(B) $V_A < V_B$
(C) $U_A > U_B$
(D) $E_A = E_B$
(E) $E_A < E_B$

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

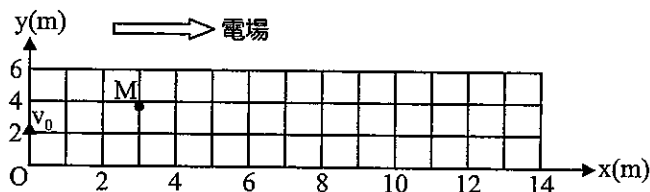
說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（(1)、(2)、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、做「物體在斜面上的運動」實驗時，用滑車拉動紙帶經過電鈴計時器，已知電鈴計時器頻率為 80 Hz，若某生取紙帶其中一部分如圖(20)所示，請回答下列問題。



圖(20)

- (1) 某生分析數據取的時間間隔為何？(2 分)
 - (2) B、C 兩點間的平均速率為何？(2 分)
 - (3) B 點的瞬時速率為何？(2 分)
 - (4) 滑車的加速度量值為何？(2 分)
- 二、在鉛直平面內建立直角坐標系， ox 表示水平方向； oy 表示鉛直方向。如圖(21)所示，已知在沿 x 軸正向的區域存在著足夠大的均勻電場。一帶電小球從座標原點 O 沿 oy 方向以 4 焦耳的初動能鉛直向上拋出，不計空氣阻力，它到達的最高位置如圖中 M 點所示 $y=4(\text{m})$ ，已知重力加速度為 g ，回答下列各問題：



圖(21)

- (1) 小球在電場中所受的電力？(3 分)
- (2) 小球在 M 點時的動能為何？(3 分)
- (3) 小球落回與拋出點同一水平面處的位置為 N 點，請問 N 的位置為何(距 O 點多遠)？(3 分)
- (4) 請問小球到達 N 點時的動能 E_k 為何？(3 分)

物理考科解析

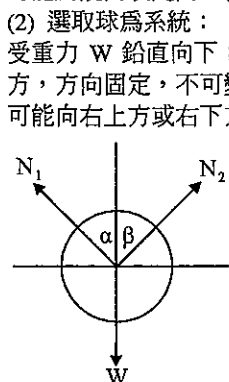
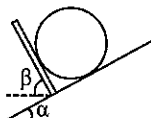
考試日期：103 年 3 月 5-6 日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	D	E	C	D	D	D	C	A	B	D	B	B
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
A	E	D	B	C	B	C	AD	ABC	BD	BCD		

第壹部分

一、單選題

1. (1) 斜面與水平方向夾 α 角， $\alpha < 90^\circ$ 為銳角，設擋板與水平方向夾 β 角， $0 < \beta < 180^\circ$ 可能為銳角或鈍角。 $(\alpha$ 為固定， β 可變動)



力平衡 $\begin{cases} \text{向左} = \text{向右} \\ \text{向上} = \text{向下} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_1 \sin \alpha = N_2 \sin \beta \\ N_1 \cos \alpha + N_2 \sin \beta = W \end{cases}$

$\Rightarrow N_1 = \frac{W \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$ ， $N_2 = \frac{N_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{W \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$ 為 β 之函數 (N_2

之大小隨 β 之改變而改變)

- (3) $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ， $0^\circ < \beta < 180^\circ \Rightarrow 0^\circ < \alpha + \beta < 270^\circ$

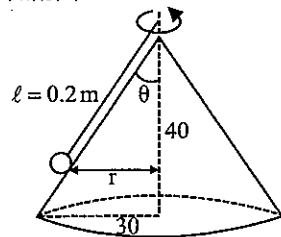
$\Rightarrow 0^\circ < \sin(\alpha + \beta) < 1$

當 $\alpha + \beta = 90^\circ$ 時 $\Rightarrow \sin(\alpha + \beta) = 1$ (最大值)

代入 $N_2 = W \sin \alpha$ (最小值)

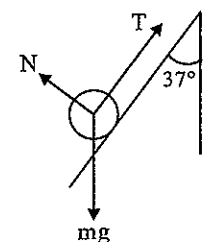
註： $\alpha + \beta = 90^\circ$ ，故擋板與斜面恰垂直

2. 如附圖

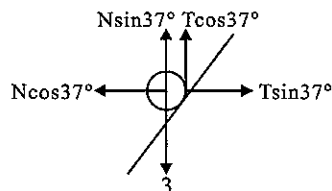


由比例知 $\theta = 37^\circ$ ， $r = 0.2 \sin 37^\circ = 0.12$

小球受力如下：



將力沿著運動面分解如下：



$N \sin 37^\circ + T \cos 37^\circ = 3$

$T \sin 37^\circ - N \cos 37^\circ = m \times \frac{v^2}{r} = 0.3 \times \frac{(\sqrt{\frac{2}{5}})^2}{0.12} = 1$

得 $N = 1$ ， $T = 3$

3. (1) 取 $(m_1 + m_2)$ 為一系統：

$\Sigma F = m \cdot a$

$(4 - 1) \times 10 = (4 + 1) \times a \Rightarrow a = 6 \text{ m/s}^2$

(2) $\vec{a}_c = \frac{\Sigma(m_i \cdot \vec{a}_i)}{\Sigma m_i}$ ， $\vec{a}_c = \frac{4 \times 6 + 1 \times (-6)}{4 + 1} = \frac{18}{5} \text{ m/s}^2 \downarrow$

(3) $\vec{v}_c = \vec{v}_0 + \vec{a} t$

$\vec{v}_c = 0 + \frac{18}{5} \times 5 = 18 \text{ m/s} \downarrow$

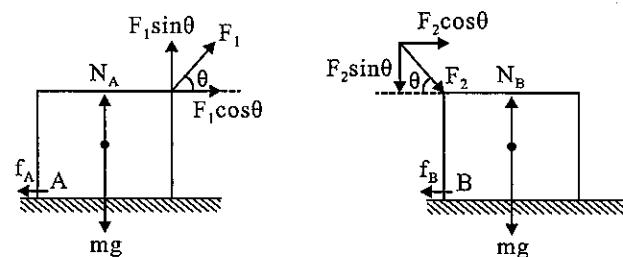
4. 兩物質量 m 、加速度 a 、動摩擦係數 μ 皆相同，兩物所受合力皆等於 ma ，兩物所受重力皆等於 mg 故(A)(E) 錯誤

A 物的正向力： $N_A = mg - F_1 \sin \theta$ ①

A 物的動摩擦力： $f_A = \mu N_A = \mu(mg - F_1 \sin \theta)$ ②

B 物的正向力： $N_B = mg + F_2 \sin \theta$ ③

B 物的動摩擦力： $f_B = \mu N_B = \mu(mg + F_2 \sin \theta)$ ④



由②、④： $f_A = \mu(mg - F_1 \sin \theta) < \mu(mg + F_2 \sin \theta) = f_B$

\Rightarrow 故(C) 正確

由①、③： $N_B > N_A \Rightarrow$ 故(D) 錯誤

對 A： $F_1 \cos \theta - \mu(mg - F_1 \sin \theta) = 0$

$\therefore F_1 = \frac{\mu mg}{(\cos \theta + \mu \sin \theta)}$ ⑤

對 B： $F_2 \cos \theta - \mu(mg + F_2 \sin \theta) = 0$

$\therefore F_2 = \frac{\mu mg}{(\cos \theta - \mu \sin \theta)}$ ⑥

由⑤、⑥得： $F_2 > F_1 \Rightarrow$ 故(B) 錯誤

5. 設物體拋出的初速為 v_0 ，距拋射點上方 10 m 處之速率為 v_1 ，距拋射點下方 10 m 處之速率為 $\sqrt{3} v_1$ ，則

$\begin{cases} v_1^2 = v_0^2 - 2 \times 10 \times 10 \\ (\sqrt{3} v_1)^2 = v_0^2 - 2 \times 10 \times (-10) \end{cases}$ 可得 $v_0 = 20 \text{ (m/s)}$

當達最大高度時 $v = 0$

$$0^2 = v_0^2 - 2 \times 10 \times \Delta y \Rightarrow \Delta y = 20 \text{ (m)}$$

$$\text{距地高度} = 100 + 20 = 120 \text{ m}$$

6. (A) A、B 所受的合力分別為 $4ma$ 及 ma
 (B) 物體 B 所受合力為 ma
 (C) $4mg$ 與 N_1 為一對互相平衡的作用力
 (D) F_1 、 F_2 作用在不同物體上，非互為作用力與反作用力
 (E) 對 B 而言，所受外力有 mg 、 F_2 、 N_2
7. (A) 應為牛頓
 (B) 應為焦耳
 (C) 應為法拉第
 (E) 最早發現光電效應現象者為赫茲，之後赫茲的學生雷納深入研究歸納結論，而由愛因斯坦完成原理解釋

$$8. \text{由 } p = \vec{F} \cdot \vec{v} \Rightarrow 37500 = 2500 \times 10 \times \left(\frac{1}{50} + \frac{1}{25}\right) \times v$$

$$\Rightarrow v = 25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/hr}$$

9. A 與 B 碰撞前，A 的速率為 v_A ：

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{kd^2}{2m}}$$

$$\text{A 與 B 碰撞後，B 的速率為 } v_B : v_B = \frac{2(2m)v_A}{2m+m} = \frac{4}{3}v_A$$

B 滑行至最大高度時，系統的動能為質心動能，損失的動能轉變為 B 的重力位能：

$$\left(\frac{1}{2}mv_B^2 + 0\right) - \frac{1}{2}(m+5m)\left(\frac{mv_B}{m+5m}\right)^2 = mgh$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m \times \left(\frac{16}{9} \times \frac{kd^2}{2m}\right) - \frac{1}{2} \times \frac{m}{6} \times \left(\frac{16}{9} \times \frac{kd^2}{2m}\right) \Rightarrow h = \frac{10kd^2}{27mg}$$

10. 由克卜勒第二定律可知： $v_B = 3v_A \Rightarrow E_k(B) = 9E_k$

又依據「力學能守恆」得

$$-\frac{GMm}{3r} + E_k = -\frac{GMm}{r} + 9E_k \Rightarrow \frac{GMm}{r} = 12E_k$$

$$\Rightarrow \text{總能 } E = -12E_k + 9E_k = -3E_k \Rightarrow \text{需補充的最小能量為 } 3E_k$$

11. (A) 切線方向合力為零 $\Rightarrow f_k = mg \cos \theta \neq \text{定值}$

(B) $|\vec{v}|$ 一定，但方向一直在變
 $\Rightarrow \Sigma \vec{F} \neq 0$

(C) $|\vec{p}| = m|\vec{v}| = \text{定值}$ ，但方向一直在變

(D) $|\Sigma \vec{F}| = \frac{mv^2}{R} = \text{定值}$ ，但方向一直在變，如等速率圓周運動

(E) $\because \theta$ 一直在變， \therefore 物體的水平速度 $= |\vec{v}| \sin \theta \neq \text{定值}$

12. 依據功能原理：

$$12 \times \left(\frac{3}{\sin 30^\circ} - \frac{3}{\sin 53^\circ}\right) = \frac{1}{2} \times 3 \times v^2 \Rightarrow v = 3\sqrt{2} \text{ (m/sec)}$$

13. 設砲彈質量為 m ，初速為 v_0 ，由拋出至最高點費時 t ，則水平方向動量守恆：

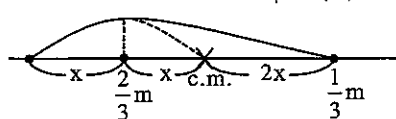
$$mv_0 \cos 37^\circ = \frac{2m}{3} \times 0 + \frac{m}{3} \times v_x \Rightarrow v_x = \frac{12}{5}v_0 \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

鉛直方向初速：

$$v_y = v_0 \sin 37^\circ \Rightarrow 0 = \frac{3}{5}v_0 + (-10)t \Rightarrow t = \frac{3}{50}v_0 \text{ 一代入 } \textcircled{1} \text{ 得}$$

$$\frac{12}{5}v_0 \times \frac{3}{50}v_0 = 360 \Rightarrow v_0 = 50 \text{ (m/sec)} \text{ --- (A)}$$

如下圖， $4x = 480 \Rightarrow 3x = 360 \text{ (m)}$



$$(B) \vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t = (6 \times \frac{1}{3} \times 10) \times (\frac{3}{50} \times 50) = 60 \text{ (N} \cdot \text{sec)}$$

$$(C) E_k(A) = \frac{1}{2} \times 6 \times \frac{2}{3} \times (50 \sin 37^\circ)^2 = 1800 \text{ (J)}$$

(D) 系統內質點相對於質心的動量和恆為零

(E) 爆炸為內力作用，故質心軌跡不因爆炸而改變

14. ① 由熱膨脹公式 $20.2 = 20(1 + \alpha t) \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-4} (\frac{1}{^\circ\text{C}})$

$$\textcircled{2} \text{ 設 } 30^\circ\text{C} \text{ 鐘擺每小時擺動 } N \text{ 次，} N = \frac{3600}{T_{30}}$$

$$0^\circ\text{C} \text{ 時，鐘擺擺動 } N \text{ 次的時間為 } N \times T_0 = 3600 \times \frac{T_0}{T_{30}}$$

- ③ 每小時鐘擺擺動 N 次的時間差為

$$\Delta t = 3600 - t = 3600 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+30\alpha}}\right) = 3600 \left[1 - (1+30\alpha)^{-\frac{1}{2}}\right]$$

$$\approx 3600 \times \frac{1}{2} \times 30\alpha = 27 \text{ (秒)} (0^\circ\text{C 較快})$$

15. (A) 因為朝 $+x$ 方向運動的機率與朝 $-x$ 方向運動的機率相等，在 x 方向速度的平均值為零。同理，在 y 方向、 z 方向均如此，總速度的平均值為零，故總動量也為零

(B) 分子移動動能 $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT \propto T$ ，在相同溫度時，平均動能皆相同

$$(C) v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \propto \frac{1}{\sqrt{m}} \text{ (其中 } m \text{ 為分子質量)}$$

$$(D) P(\text{壓力}) = \frac{NkT}{V} = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \overline{v^2} = \frac{2}{3} \frac{N\overline{E_k}}{V}$$

(分子的速率 v 、平均動能 $\overline{E_k}$ 、分子數 N 、溫度 T 、體積 V)

註：本題為剛性密閉容器，故 N 和體積 V 固定，但平衡溫度可以是變因，故壓力大小並非只由分子質量決定

$$(E) \text{ 正確，} P(\text{壓力}) = \frac{2}{3} N\overline{E_k} \propto \overline{E_k}$$

$$16. \text{兩弦波速比 } v_A : v_B = \sqrt{\frac{F}{\mu_A}} : \sqrt{\frac{F}{\mu_B}} = 1 : 2$$

$$\text{細弦 B 手指不按，直接彈奏的基頻為 } f_B = \frac{v_B}{2L}$$

$$\text{粗弦 A 手指按在 P 處，弦長為 } (L-x)，\text{基頻為 } f_A = \frac{v_A}{2(L-x)}$$

$$\text{兩弦發出基音關係為 } f_A = \frac{3}{2}f_B$$

$$\Rightarrow \frac{v_A}{2(L-x)} = \frac{3}{2} \times \frac{v_B}{2L}$$

$$\text{且 } v_A : v_B = 1 : 2, \therefore x = \frac{2}{3}L$$

17. ① 由透鏡成像公式： $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{5} + \frac{1}{q} = \frac{1}{4} \Rightarrow q = 20 \text{ (cm)}$

$$\text{由相似形原理可知：} \frac{\overline{S_1S_2}}{0.01} = \frac{5+20}{5} = 5 \Rightarrow d = \overline{S_1S_2} = 0.05 \text{ (cm)}$$

② 光點成像 S_1 、 S_2 可視為雙狹縫的點光源

故狹縫(兩實像 S_1 、 S_2)到屏幕的距離為 $r = 220 - 20 = 200 \text{ (cm)}$

由干涉條紋寬度公式：

$$\text{相鄰兩暗線間距為 } \Delta y = \frac{r\lambda}{d} = \frac{200 \times (5 \times 10^{-5})}{0.05} = 0.2 \text{ (cm)}$$

18. ① 設光在介質中的傳播速度為 v ，波長為 λ ，頻率為 f ，則

$$f = \frac{v}{\lambda}, \text{ 且 } v = \frac{c}{n}, \text{ 整理可得 } f = \frac{c}{n\lambda}$$

② 從波形圖上讀出波長 $\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ ，代入數據解得

$$f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

19. 由圖可知，0 與 d (或 $-d$)兩點間的電位差為 V_0 ，電場的大小

$$\text{爲 } \frac{V_0}{d}$$

$$\text{電力的大小} = \frac{qV_0}{d}$$

20. ① 球運動到最高點時，受到重力 mg 、庫侖力 $F = k\frac{q^2}{L^2}$ 、繩的拉力 T 作用

$$\text{法線力提供向心力：} T + mg + k\frac{q^2}{L^2} = m\frac{v^2}{L}$$

$$\text{由於 } T \geq 0, \text{ 所以：} v \geq \sqrt{gL + k\frac{q^2}{mL}}$$

- ② 由於球在運動過程中，只有重力做功，故力學能守恆：

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = 2mgL + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得：} v_0 = \sqrt{5gL + kq^2/mL}$$

二、多選題

21. (A) 氣球與猴子整個系統靜止平衡在空中，所受合力為零，無論猴子如何運動，皆為內力，質心保持靜止
(B) 當猴子沿著繩子等速往上爬時，氣球保持等速下降
(C) 當猴子沿著繩子等加速往上爬時，氣球等加速下降
(E) 當猴子沿著繩子等速往上爬時，氣球保持等速下降

22. (A) $\frac{R^3}{T^2} = \frac{(4R)^3}{T'^2} \therefore T' = 8T$

(B) $4R - R = 3R$

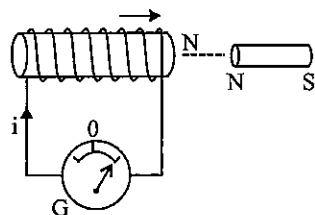
(C) $\frac{t}{T} - \frac{t}{T'} = 1 \Rightarrow t = \frac{TT'}{T' - T} = \frac{8}{7} \text{ (年)}$

(D) $v = \frac{2\pi r}{T} \propto \frac{r}{T}$

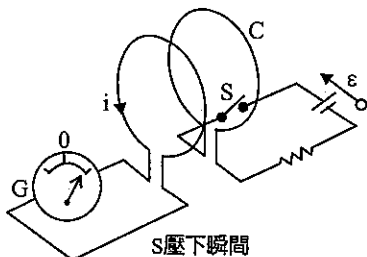
$$\Rightarrow v' : v = \frac{4}{8} : 1 = 1 : 2$$

(E) $a_c = \frac{GM_{\text{日}}}{r^2} \propto \frac{1}{r^2} \Rightarrow a_{\text{星}} : a_{\text{地}} = r_{\text{地}}^2 : r_{\text{星}}^2 = 1^2 : 4^2 = 1 : 16$

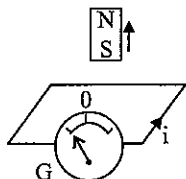
23. 依「冷次定律」及檢流計指針偏轉方向為電子流的方向：
(A)



(C)



(E)



24. 因速率 v 隨時間增加，表示電力作正功，動能增加，電位能減少，即 $U_B < U_A$ ，因電子為負電荷，故 $V_B > V_A$
另 $v-t$ 圖的切線斜率表粒子的加速度為一定值，表示電場強度亦為一定值，即 $E_A = E_B$

第貳部分

- 一、(1) 0.05 (秒) (2 分)

(2) 100 (cm/s) (2 分)

(3) $V_B = 80$ (cm/s) (2 分)

(4) $a = 800$ (cm/s²) (2 分)

詳解：

- (1) AB 兩點間有四個間隔，所以某生取 4 滴答為一時間單位

$$\Delta t \text{ 來分析數據，} \Delta t = \frac{1}{80} \times 4 = 0.05 \text{ (s)}$$

(2) BC 兩點間的平均速度為 $V_2 = \frac{5}{0.05} = 100$ (cm/s)

- (3) B 點的瞬時速度等於 AC 兩點間的平均速度，其大小為

$$V_B = \frac{3+5}{2 \times 0.05} = 80 \text{ (cm/s)}$$

(4) AB 兩點間的平均速度為 $v_1 = \frac{3}{0.05} = 60$ (cm/s)

$$\text{BC 兩點間的平均速度為 } v_2 = \frac{5}{0.05} = 100 \text{ (cm/s)}$$

則滑車的加速度量值為

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{100 - 60}{0.05} = 800 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

- 二、(1) $\frac{3}{4}$ (牛頓) (3 分)

(2) $\frac{9}{4}$ (J) (3 分)

(3) 距 O 點 12 公尺 (3 分)

(4) 13 (J) (3 分)

詳解：

(1) ① $E_{k(初)} = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{上升到 M 點：高度 } y = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2E_k/m}{2g} \Rightarrow m = \frac{E_{k(初)}}{gy}$$

② 加速度 $a = \frac{2x}{t^2}$ (水平方向：等加速度運動， $x = \frac{1}{2}at^2$)

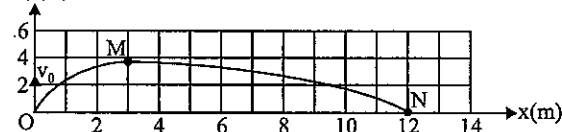
$$\text{從 O 點上升到 M 點：上升時間 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{g}}$$

③ 所求 $F = ma = \frac{E_k}{gy} \times \frac{2x}{t^2} = \frac{4}{g \times 4} \times \frac{2 \times 3}{(\sqrt{\frac{2 \times 4}{g}})^2} = \frac{3}{4}$ (牛頓)

- (2) 由功能定理知：

$$\text{在 M 點處的動能 } E_{k(M)} = F\Delta x = \frac{3}{4} \times 3 = \frac{9}{4} \text{ (J)}$$

- (3) $y(m)$



水平方向作等加速度運動：

$$\text{小球由 O 到 N 的時間 } t' = 2t \rightarrow \overline{ON} = \frac{1}{2}a(2t)^2 = 4\overline{OM}$$

$$\text{故 } \overline{ON} = 4\overline{OM} = 12 \text{ (m)}$$

- (4) 由功能定理： $W_{\text{合}} = \Delta E_k$

$$W_g + W_{\text{電}} = E_{k(N)} - E_{k(O)}$$

$$\Rightarrow 0 + \frac{3}{4} \times 12 = E_{k(N)} - 4$$

$$\Rightarrow E_{k(N)} = 13 \text{ (焦耳)}$$