

臺中市立高級中等學校

105 學年度指定科目第三次聯合模擬考試

考試日期：106 年 3 月 1~2 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)

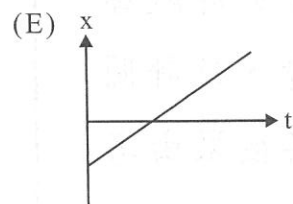
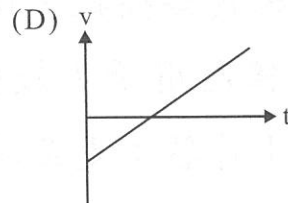
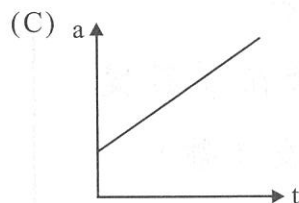
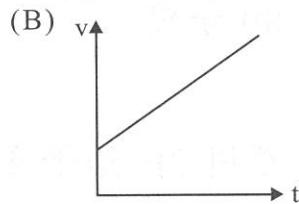
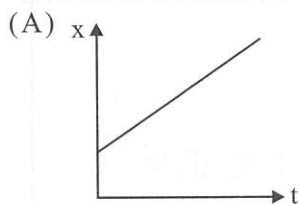
一、單選題(占 60 分)

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. 試求下列何者為壓力的單位？

- (A) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ (B) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
(C) $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}^2$ (D) $\text{kg} \cdot \text{s}/\text{m}$
(E) $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}$

2. 一物體做一維直線運動，假設運動過程中質量保持不變，則下列各選項中的運動，何者動能必越來越大？(x：位置；v：速度；a：加速度；t：時間)



3. 關於自由落體運動的敘述，下列何者正確？

- (A) 只要物體是垂直落下的運動皆屬於自由落體運動
(B) 將兩個物體於相同高度以不同初速水平拋出，拋出後物體做自由落體運動，則落地距離較遠者其落地速度量值最大
(C) 將一物體由靜止釋放做自由落體運動，質量越大則加速度量值越大
(D) 將一物體下拋做自由落體運動，起始速度越大則加速度量值越大
(E) 將一物體鉛直向上拋出，拋出後物體做自由落體運動，則物體落回原處時的速度必與拋出時速度相同

4. 焦耳「熱功當量」實驗，須控制重錘緩慢下落之主要目的為何？

- (A) 重錘動能無變化
(B) 重錘的重力位能損失可以不計
(C) 液體熱能較不會散失
(D) 較容易測量液體上升的溫度
(E) 避免重物速度過大，砸到其他物品發生危險

5. 一質量為 5 kg 的物體靜止懸掛在彈簧下，已知彈簧彈力係數 $k=10\text{ N/m}$ ，試求此時彈簧比原長伸長多少公尺？(重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$)

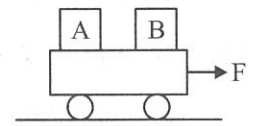
(A) 50 (B) 15
(C) 5 (D) 0.5
(E) 1.5

6. 由於電梯控制系統的發展，使得無論溫度如何變化電梯永遠能夠停留在設定的位置。今有一棟大樓電梯靠長達 1000 m 的鋼纜維持運作，試求環境溫度由冬天 10°C 上升到夏天 35°C 時，鋼纜伸長多少公分？(鋼鐵線膨脹係數 $\alpha=10^{-5}$)

(A) 10 (B) 15
(C) 20 (D) 25
(E) 30

7. 如圖(1)，有一台車放置於光滑水平面上，台車上放置兩相同材質的 A、B 兩物體，其質量比為 $1:2$ 。施力拉動台車，使台車加速運動，發現兩物體皆相對台車靜止，在這過程中 A、B 兩物體所受摩擦力比為多少？

(A) 兩物體均不受摩擦力作用
(B) $1:1$
(C) $1:2$
(D) $1:3$
(E) $2:1$



圖(1)

8. 一物體放置於傾斜角為 53° 的粗糙斜面上，假設物體由靜止開始沿斜面下滑 5 公尺 需時 5 秒 ，試求：物體與斜面之間的摩擦係數量值為何？(重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$)

(A) 2 (B) $\frac{19}{15}$
(C) $\frac{10}{7}$ (D) $\frac{7}{10}$
(E) $\frac{1}{2}$

9. 如圖(2)，一部科幻電影中描述著一艘太空船偵測到正後方有一顆隕石朝自己飛來，為了避免隕石撞上，因而啟動防撞擊裝置。防撞擊裝置的原理是藉由太空船中的一個撞擊裝置，利用爆炸讓撞擊裝置與太空船分離，分離後，撞擊裝置和隕石發生完全非彈性碰撞，進而減慢隕石速度，來避免隕石撞擊。假設隕石質量為 M ，速率為 v ，太空船一開始靜止，太空船(不含撞擊裝置)質量為 $\frac{M}{2}$ ，撞擊裝置質量為 $\frac{M}{4}$ ，試求：撞擊裝置脫離太空船瞬間速率至少須為多少才能避免隕石撞上太空船？(假設太空船與隕石碰撞前後為一維運動，所有物體質量不因撞擊而改變，忽略所有物體間的萬有引力效應)

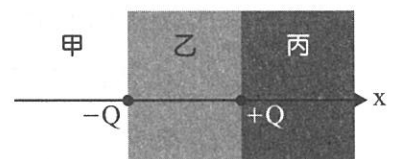
(A) $4v$
(B) $\frac{25}{7}v$
(C) $\frac{8}{7}v$
(D) v
(E) $2v$



圖(2)

10. 小明的老師進行一場大氣壓力的演示，一開始拿一個喝完的鋁罐(體積 400 cm^3)，利用瓦斯噴槍將鋁罐加熱並維持溫度為 150°C ，假設此時內部氣體溫度與鋁罐溫度相同且鋁罐內壓力為 1 大氣壓，將鋁罐密封後丟進溫度為 10°C 且氣壓為 1 大氣壓的環境中，若環境的大氣壓力及溫度不因鋁罐丟入而改變，則最後鋁罐體積約為一開始體積的幾倍？
 (A) 0.067
 (B) 0.327
 (C) 0.489
 (D) 0.669
 (E) 0.834
11. 進行單狹縫繞射實驗時，我們藉由什麼方法有機會加大亮紋寬度？
 (A) 改使用波長較短的同調光源
 (B) 加大狹縫寬度
 (C) 縮小狹縫跟屏幕之間距離
 (D) 旋轉狹縫(縮小有效縫寬)
 (E) 調亮光源強度
12. 有一顆帶電粒子 A(電量為 $-q$)繞著另一個固定的帶電粒子 B(電量為 Q)做等速率圓周運動，此時粒子 A 的動能為 E_k ，今額外提供粒子 A 能量 $\frac{1}{3}E_k$ 後，A 仍做等速率圓周運動，則此時圓周運動的半徑為原本的幾倍？(帶電粒子運動時不輻射電磁波)
 (A) 2
 (B) 3
 (C) $\frac{3}{2}$
 (D) $\frac{5}{2}$
 (E) $\frac{7}{2}$
13. 如圖(3)所示，將帶 $-Q$ 及 $+Q$ 的兩個點電荷固定於 x 軸，並將 x 軸分成甲、乙、丙三區，今施力緩慢拉動一顆帶負電的點電荷，使它沿 x 軸由左向右依序通過甲、乙、丙三區，試問移動過程中拉力對點電荷作功的敘述何者正確？(不需考慮點電荷移動時彼此碰撞)

選項	區域甲	區域乙	區域丙
(A)	負功	正功	負功
(B)	正功	先負功後正功	正功
(C)	負功	先正功後負功	負功
(D)	正功	負功	正功
(E)	正功	正功	正功



圖(3)

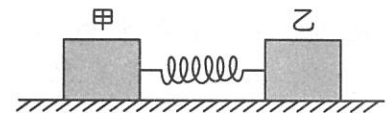
14. 一質量為 m 的小球 A，速度為 \vec{v}_0 ，另有一小球 B 質量為 $3m$ ，速度為 $-3\vec{v}_0$ ，A、B 兩球發生彈性碰撞，碰撞後 A 球獲得多少動能？
 (A) $\frac{1}{2}mv_0^2$
 (B) $6mv_0^2$
 (C) $\frac{15}{2}mv_0^2$
 (D) $12mv_0^2$
 (E) $\frac{23}{2}mv_0^2$

15. 小明做凸透鏡成像實驗時，於屏幕上恰可得清晰放大的像，今將物體與屏幕位置交換，此時屏幕上：
- (A) 無法成像
(B) 可得清晰放大的實像
(C) 可得清晰縮小實像
(D) 可得清晰相等的實像
(E) 可得清晰相等的虛像
16. 一質量為 2 公斤的物體做直線運動，其位置 x 與時間 t 的關係 $x(t) = 2t^2 + 5t + 10$ (位置單位：公尺；時間單位：秒)，當物體由起始點出發移動 +3 公尺時，過程中物體所受衝量為多少牛頓·秒？
- (A) 10
(B) 8
(C) 6
(D) 4
(E) 2

17-18 為題組

如圖(4)所示，相同的甲與乙兩木塊質量均為 m ，今以一個力常數(彈性係數) k 、質量可忽略的彈簧連接著，靜置在光滑水平桌面上。小明靜止站在桌邊，以左手按住木塊甲(固定不動)，用右手緩慢地將木塊乙由靜止推往木塊甲，等彈簧壓縮 x_0 後，放開右手讓木塊乙在桌面上運動。當木塊乙達到最大速率 v 的瞬間，小明隨即放開左手木塊甲，讓木塊甲從靜止開始運動。

17. 小明觀察整個運動過程中，木塊乙由彈簧壓縮 x_0 後放手到彈簧恢復原長瞬間，最少需時多久？

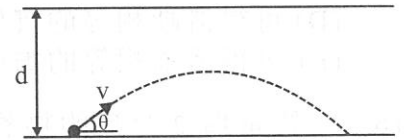


圖(4)

- (A) $\frac{2\pi x_0}{v}$
(B) $\frac{\pi x_0}{v}$
(C) $\frac{\pi x_0}{2v}$
(D) $\frac{\pi x_0}{4v}$
(E) $\frac{\pi x_0}{6v}$
18. 取甲、乙兩木塊為系統，乙木塊達最大速率 v 瞬間，甲木塊相對於系統質心的速度為：
- (A) $v \leftarrow$
(B) $\frac{v}{2} \leftarrow$
(C) $\frac{v}{2} \rightarrow$
(D) $v \rightarrow$
(E) $2v \rightarrow$

19. 相距為 d 的平行帶電金屬板間存在均勻電場 E ，方向垂直向下，如圖(5)所示。今有一質量為 m 、電量為 $+Q$ 的點電荷以仰角 θ 自下板處拋出，已知拋出後點電荷最大高度為 $\frac{1}{2}d$ ，試求水平射程距離為多少？(點電荷拋出到落回下板時，不會離開均勻電場範圍)

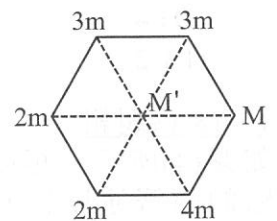
- (A) $\frac{2d}{\tan\theta}$
(B) $\frac{4d}{\tan\theta}$
(C) $d\tan\theta$
(D) $2d$
(E) $2d\tan\theta$



圖(5)

20. 如圖(6)所示，正六邊形的各頂點上擺了 6 個質點，質量依序為 $3m$ 、 $2m$ 、 $2m$ 、 $4m$ 、 M 、 $3m$ ，今在正六邊形的中心擺了一顆質量為 M' 的質點後發現 M' 所受合力為零，則 M 的質量為 m 的幾倍？

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



圖(6)

二、多選題(占 20 分)

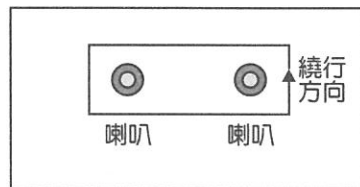
說明：第 21 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 5 分；答錯 1 個選項者，得 3 分；答錯 2 個選項者，得 1 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 在眾多理論和實驗物理學家的努力下，使得我們對於這世界的運作原理越來越瞭解。請問下列敘述哪些正確？
- (A) 目前發現原子由質子、中子及電子組成，其中質子、中子及電子均由夸克組成
(B) 原子核內藉由「強力」作用，因此能將質子與中子束縛在一起形成原子核
(C) 湯木生藉由陰極射線實驗發現電子存在，湯木生的原子模型：原子可以分割，原子由質子和電子組合而成
(D) 拉塞福藉由 α 粒子散射金箔實驗發現，大部分的質量集中在極小的區域
(E) 波耳發現電子存在特定軌道繞行原子核，電子藉由吸收或釋放特定能量(頻率)的光子，由一個能階躍遷到另一個能階，解釋原子光譜存在
22. 關於動能與動量，下列敘述哪些正確？
- (A) 動能與動量皆為純量
(B) 質量相同的兩物體，動量相同則動能必相同
(C) 質量相同的兩物體，動能相同則動量必相同
(D) 質量相同的兩物體，動量不同但動能可能相同
(E) 質量相同的兩物體，動量不同則動能必不相同

23. 下列哪些運動**不屬於**簡諧運動？

- (A) 一物體僅受彈簧彈力作用，在彈性限度內進行振盪運動
- (B) 單擺運動
- (C) 週期性往返運動
- (D) 等速率圓周運動
- (E) 將球斜向拋出後落地

24. 教室中有兩個喇叭同時播放著相同的單一頻率的聲音，兩個喇叭距離 2 m，小璇在教室裡面走動，繞行一周路徑為長方形，如圖(7)所示，發現聲音忽大忽小，其中有 8 個地方聽到的聲音最小聲，已知聲速為 340 m/s，試求播放的聲音頻率可能為多少赫茲？(教室牆壁不會反射喇叭聲音)



圖(7)

- (A) 100
- (B) 200
- (C) 300
- (D) 400
- (E) 500

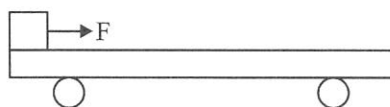
第貳部分：非選擇題(占 20 分)

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、在「等電位線與電場」實驗中，在兩電極中倒入自來水(水深不淹過電極頂端)，藉由兩探針在電極間測量，進而確定兩電極間的等位線，試問：

- (1) 如果將自來水改為純水是否可以測得等位線？(1 分)為什麼？(1 分)
- (2) 小明做「等電位線與電場」實驗時，發現電路接線正確且外觀無破損，電源供應器供電正常，但卻無法測量等位線位置，老師一看水槽中的電極之後便告訴小明：「連接電極的電路不通，可能導線內部斷了」，更換導線後重做便得到漂亮的實驗數據，請問老師可能觀察到什麼現象進而推測導線內部斷裂？(3 分)

二、如圖(8)所示，將質量 $M=60\text{ kg}$ ，長度 $L=2\text{ m}$ 的平板車放置在光滑水平地面上，今在車子左端放置質量 $m=5\text{ kg}$ 的正方體(體積可忽略)，物體與平板車間動摩擦係數為 0.4，施水平力 $F=40\text{ N}$ 將物體向右拉動，(重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$)則：



圖(8)



圖(9)

- (1) 假設將物體向右拉的過程中，水平力 F 通過物體重心，摩擦力與兩物體接觸面平行，方向亦為水平，試畫出物體所受力圖。(需標註物體重心位置如圖(9)所示，2 分)
- (2) 將物體向右拉的過程中，試求物體運動的加速度量值？(3 分，全對才給分)
- (3) 試求物體抵達平板車右端所需時間？(5 分，全對才給分)
- (4) 試求物體抵達平板車右端瞬間，拉力的瞬時功率為多少？(5 分，全對才給分)

臺中市立高級中等學校 105 學年度指定科目第三次聯合模擬考試 物理考科解析

考試日期：106 年 3 月 1~2 日

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

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 由壓力定義 $P = \frac{F}{A}$ 可知

$$\text{壓力因次}[P] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$$

故壓力單位應為 $kg/m \cdot s^2$ ，故選(C)

2. (A) 由圖形 $x-t$ 圖可知，物體做等速度運動，動能保持不變
 (B) 由圖形 $v-t$ 圖可知，物體做等加速度運動，速度越來越大，動能亦變大 (C) 由圖形 $a-t$ 圖可知，物體加速度越來越大，但題目未說明起始速度狀態，若起始速度為負，則運動速度量值將先變小再變大 (D) 由圖形 $v-t$ 圖可知，物體做等加速度運動，速度量值先變小後變大，動能亦先變小後變大 (E) 因為等速度運動，重力能維持定值。故選(B)
3. (A) 自由落體運動係指物體僅受重力在空間中的運動 (B) 於相同高度落下的物體落地後鉛直方向速度分量相同，但拋出較遠者其水平初速較大，故落地後，速度量值較大 (C)(D) 自由落體運動加速度與「質量」和「起始速度」無關。故選(B)
4. 焦耳「熱功當量」實驗，須控制重錘緩慢下落之主要目的為「重錘動能無變化」，重錘重力位能將全部轉換為容器內液體溫度上升所需熱能
5. 當物體能靜止懸掛於彈簧下方時，此時物體所受彈力和重力達靜力平衡， $k\Delta x = mg \Rightarrow \Delta x = \frac{mg}{k} = \frac{5 \times 10}{10} = 5 \text{ m}$

6. 由熱膨脹公式可知

$$L(T) = L_0(1 + \alpha\Delta T) \Rightarrow \Delta L = L_0\alpha\Delta T$$

$$= 1000 \times 10^{-3} \times 25 = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

7. 由於兩物體皆相對台車靜止，代表兩物體與台車加速度相同。物體隨台車運動過程中，物體受靜摩擦力作用而加速由 $f_s = ma \propto m$ ，故兩物體所受摩擦力與質量成正比 1:2

8. 取物體為系統

$$mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = ma$$

$$a = g \sin \theta - \mu_k g \cos \theta = 10 \times \frac{4}{5} - \mu_k \times 10 \times \frac{3}{5} = 8 - 6\mu_k$$

因物體沿斜面下滑 5 公尺所需時間為 5 秒

$$d = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = 8 - 6\mu_k = \frac{2d}{t^2} = \frac{2 \times 5}{5^2} = \frac{2}{5}$$

$$8 - 6\mu_k = \frac{2}{5} \Rightarrow \mu_k = \frac{19}{15}$$

9. 假設防撞擊裝置與太空船分離時，防撞擊裝置速率為 v' ，太空船速率為 v'' 。取太空船與防撞擊裝置為系統，無外力作用，分離前後動量守恆 $0 = \frac{M}{4}v' - \frac{M}{2}v''$ ， $v'' = \frac{v'}{2}$

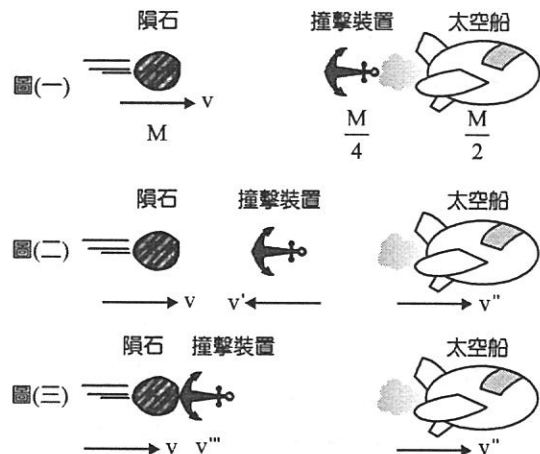
當防撞擊裝置與隕石做完全非彈性碰撞時，兩者速率為 v'''

取防撞擊裝置與隕石為系統，無外力作用，撞擊前後動量守恆

$$Mv - \frac{M}{4}v' = (M + \frac{M}{4})v'''$$

為避免隕石撞上太空船，太空船速率須大於或等於隕石後來速率 $v'' \geq v'''$

$$\frac{v'}{2} \geq \frac{4}{5}v - \frac{1}{5}v' \Rightarrow v' \geq \frac{8}{7}v$$



10. 由理想氣體方程式 $PV = nRT$

由於鉛罐密封後，鉛罐內氣體莫耳數不變，且鉛罐內壓力與大氣壓相同。當鉛罐由 150°C 環境移到 10°C 環境， $V \propto T$

$$\frac{V_{10}}{V_{150}} = \frac{273 + 10}{273 + 150} \approx 0.669$$

11. 單狹縫亮紋寬度 $\Delta y \propto \frac{r\lambda}{b}$ ，其中： r 為狹縫與屏幕距離； λ 為光波長； b 為單狹縫寬度

故要加大亮紋寬度可以：①增加狹縫與屏幕距離。②使用較長波長的同調光源。③縮小單狹縫寬度，當旋轉單狹縫片時，可以將單狹縫有效縫寬縮小，故選(D)

12. 由帶電粒子 A 藉由庫侖力繞帶電粒子 B 作等速率圓周運動所需向心力

假設一開始圓運動半徑為 r

$$\frac{kQq}{r^2} = m_A \frac{v^2}{r}$$

$$\text{一開始帶電粒子 } E_k = \frac{1}{2}m_A v^2 = \frac{kQq}{2r}$$

$$\text{兩帶電粒子間電位能 } U = -\frac{kQq}{r}$$

$$\text{總力學能 } E = U + E_k = -\frac{kQq}{r} + \frac{kQq}{2r} = -\frac{kQq}{2r}$$

$$\text{今額外提供 A 粒子能量 } \frac{1}{3}E_k = \frac{1}{3} \times \frac{kQq}{2r} = \frac{kQq}{6r}$$

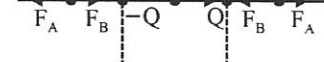
$$\text{使得 A 粒子後來圓周運動半徑 } r'$$

$$\text{故後來總力學能 } E' = -\frac{kQq}{2r} + \frac{kQq}{6r} = -\frac{kQq}{3r} = -\frac{kQq}{2r'}$$

$$r' = \frac{3}{2}r$$

13. 如下圖所示，假設點電荷 $-Q$ 為 A 粒子；點電荷 Q 為 B 粒子

由庫侖力公式 $F = \frac{kQq}{r^2}$ 可知



$-Q$ 粒子在甲、乙、丙三區域所受合力方向依序為向左、向右、向左，則 $-Q$ 粒子向右移動的過程中，拉力對 $-Q$ 粒子作

- 功在甲、乙、丙三區域依序為正功、負功、正功
14. 由彈性碰撞公式可得

$$\vec{v}_A' = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} \vec{v}_A + \frac{2m_B}{m_A + m_B} \vec{v}_B$$

$$= \frac{m - 3m}{m + 3m} \vec{v}_0 + \frac{2 \times 3m}{m + 3m} (-3\vec{v}_0) = \frac{-20m}{4m} \vec{v}_0 = -5\vec{v}_0$$

$$\vec{v}_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B} \vec{v}_A + \frac{m_B - m_A}{m_A + m_B} \vec{v}_B$$

$$= \frac{2m}{m + 3m} \vec{v}_0 + \frac{3m - m}{m + 3m} (-3\vec{v}_0) = \frac{-4m}{4m} \vec{v}_0 = -\vec{v}_0$$

$$\text{因此 A 球獲得動能 } \Delta E_k = \frac{1}{2} m (5v_0)^2 - \frac{1}{2} m (v_0)^2 = 12mv_0^2$$

15. 由成像公式 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ 可知

當物體與屏幕位置改變即物距與像距交換

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}, \text{ 故屏幕依舊可以成像}$$

由於一開始屏幕可得放大的像，即放大率 $m = |\frac{q}{p}| > 1$

物體與屏幕位置改變後放大率 $m' < 1$ (縮小實像)

16. 假設物體於時間 t' 時由起始點移動 +3 公尺
由位置 x 與時間 t 關係 $x(t) = 2t^2 + 5t + 10$ 計算可得

$$x(t') - x(0) = (2t'^2 + 5t' + 10) - 10 = 3, \quad t' = \frac{1}{2} \text{ 秒}$$

由衝量定義 $\vec{J} = \Delta \vec{P} = m \Delta \vec{v}$

速度 v 與時間 t 關係 $v(t) = 4t + 5$

$$v(\frac{1}{2}) = 4 \times \frac{1}{2} + 5 = 7 \text{ m/s}, \quad v(0) = 5 \text{ m/s}$$

$$\vec{J} = \Delta \vec{P} = m \Delta \vec{v} = 2 \times (7 - 5) = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

17. 由簡諧振盪可知 $v = x_0 \omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{x_0}$

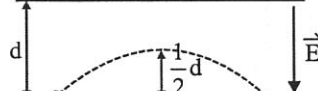
乙木塊由端點恢復原長(平衡位置)所需時間最少為

$$\frac{1}{4} T = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{2(\frac{v}{x_0})} = \frac{\pi x_0}{2v}$$

18. 由質心速度公式 $\vec{v}_c = \frac{m_{\text{甲}} \vec{v}_{\text{甲}} + m_{\text{乙}} \vec{v}_{\text{乙}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} = \frac{m}{m + m} \vec{v} = \frac{1}{2} \vec{v}$

$$\text{由相對速度公式 } \vec{v}_{\text{甲}c} = \vec{v}_{\text{甲}} - \vec{v}_c = 0 - \frac{1}{2} \vec{v} = -\frac{1}{2} \vec{v}$$

故甲對質心速度為 $\frac{1}{2} v$ 向左

19. 

帶電粒子在兩平行帶電板中受力 $F = qE = ma_y$

由斜向拋射可得

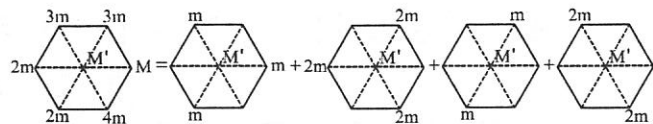
$$\text{水平射程 } R = v \cos \theta \times 2 \frac{v \sin \theta}{a_y} = \frac{2v^2 \sin \theta \cos \theta}{a_y}$$

$$\text{最大高度 } H = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} a_y \left(\frac{v \sin \theta}{a_y} \right)^2 = \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2a_y}$$

$$\frac{R}{H} = v \cos \theta \times 2 \frac{v \sin \theta}{a_y} = \frac{4 \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{4}{\tan \theta}$$

$$\Rightarrow \frac{R}{\frac{1}{2} d} = \frac{4}{\tan \theta} \Rightarrow R = \frac{2d}{\tan \theta}$$

20. 利用疊加關係



由上可知 $M = m$ ，故答案選(A)

二、多選題

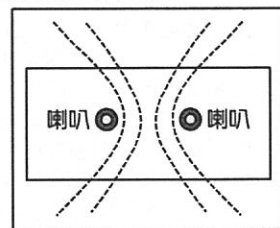
21. (A) 電子目前為基本粒子，非由夸克組成 (C) 湯木生的原子模型並未提到質子，或者湯木生不知道「質子」的存在
22. (A) 動能為純量，動量為向量 (C) 質量相同的兩物體，動能相同僅代表動量量值相同，不代表方向亦相同 (E) 質量相同的兩物體，動量不同(可能僅方向不同但量值相同)，動能可能相同
23. 簡諧運動所受的力 \vec{F} 與位置 \vec{x} 關係需符合 $\vec{F}(x) = -k\vec{x}$
(B) 簡諧運動需為一維運動，單擺為曲線運動 (C) 週期性往返運動不一定為簡諧運動 (D) 等速率圓周運動非簡諧運動 (E) 斜拋非簡諧運動
24. 由於小璇繞教室一圈聽到 8 處位置為最小聲，代表繞行路線經過 8 個節點位置，如下圖，則兩聲源之間距離 d

$$\frac{3}{2} \lambda < d < \frac{5}{2} \lambda$$

$$\frac{2}{5} d < \lambda < \frac{2}{3} d$$

$$\frac{4}{5} m < \lambda < \frac{4}{3} m$$

$$255 \text{ Hz} < f < 425 \text{ Hz}$$

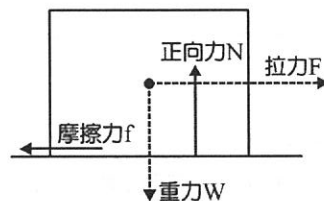


第貳部分：非選擇題

一、(1) 否；自來水不能改為純水，因為純水不能導電

(2) 測量「等電位線與電場實驗」類似水電解實驗，若無法於兩電極處看見氣泡產生，極為可能電路斷路，進而推測導線內部斷裂

二、(1)



$$(2) F - f_k = ma_{\text{物}}, \quad F - \mu_k mg = ma_{\text{物}}$$

$$40 - 0.4 \times 5 \times 10 = 5a_{\text{物}}, \quad a_{\text{物}} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$(3) \text{平板車對地加速度 } f_k = Ma_{\text{車}}, \quad a_{\text{車}} = \frac{0.4 \times 5 \times 10}{60} = \frac{1}{3} \text{ m/s}^2$$

木塊與平板車相對加速度為 $\vec{a}_{\text{物車}} = \vec{a}_{\text{物}} - \vec{a}_{\text{車}}$

$$a_{\text{物車}} = 4 - \frac{1}{3} = \frac{11}{3} \text{ m/s}^2$$

$$\text{由相對運動 } \Delta x_{\text{物車}} = \frac{1}{2} a_{\text{物車}} t^2, \quad 2 = \frac{1}{2} \times \frac{11}{3} t^2, \quad t = \sqrt{\frac{12}{11}} \text{ 秒}$$

$$(4) \text{由 } v = at = 4 \times \sqrt{\frac{12}{11}} = 4\sqrt{\frac{12}{11}}$$

$$P = Fv = 40 \times 4\sqrt{\frac{12}{11}} = 160\sqrt{\frac{12}{11}} \text{ W}$$