

臺中區國立高級中學 101 學年度
大學入學指定科目考試第二次聯合模擬考

物理考科

試題編號：AU-3014

—作答注意事項—

考試時間：80 分鐘

題型題數：

- 選擇題共 24 題
- 非選擇題共三大題

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時應以橡皮擦拭，切勿使用修正液。
- 非選擇題請使用較粗的黑色原子筆、鋼珠筆或中性筆，在「答案卷」上作答。

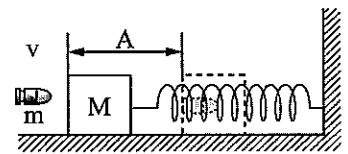
祝考試順利

第壹部分：選擇題 (佔 80 分)

一、單選題 (60 分)

說明：第 1 題至第 20 題，每題 5 個選項，其中只有 1 個是最適當的選項，畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對得 3 分，未作答、答錯、或畫記多於 1 個選項者，該題以零分計算。

1. 如右圖所示，質量 $m=0.02\text{ kg}$ 的子彈以速率 $v=100\text{ m/s}$ 射入置於光滑地面上的木塊，木塊另一側固定在一輕彈簧上，木塊（內嵌有子彈）與輕彈簧作簡諧運動，若木塊質量 $M=9.98\text{ kg}$ ，彈簧力常數 $k=10\text{ N/m}$ ，則振幅 A 為：



- (A) 0.2 (B) 0.4 (C) 0.6 (D) 0.8 (E) 1.0 m

2. 木星衛星之 $\frac{R^3}{T^2}$ (R 為軌道半徑， T 為軌道週期) 約為地球衛星之 $\frac{R^3}{T^2}$ 的 300 倍，則木星質量約為地球質量之：

- (A) $\sqrt{300}$ (B) 300 (C) $\sqrt[3]{300}$ (D) 300^2 (E) 300^3 倍

3. 車子在彎路上前進，彎路與水平傾斜角度為 θ ($\tan \theta=0.1$)，曲率半徑為 100 公尺，車輪與地面的靜摩擦係數為 0.05，則下列哪一行車速率，可以順利安全轉彎？

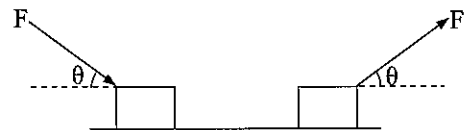
($g=9.8\text{ m/s}^2$)

- (A) 10 km/hr (B) 20 km/hr
(C) 36 km/hr (D) 47 km/hr
(E) 63 km/hr

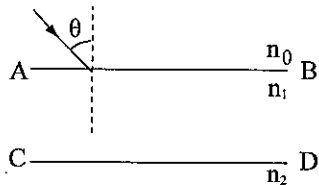
4. 將一單擺時鐘吊在一氣球下，若該氣球以 3.6 公尺/秒² 的加速度鉛直下降，則在標準 1 小時內，該時鐘快或慢多少？ ($g=10$ 公尺/秒²)

- (A) 快 12 分 (B) 慢 12 分 (C) 快 15 分
(D) 慢 15 分 (E) 快 15 分 12 秒

5. 如右圖所示，在水平粗糙地面上，對同一木塊做兩次實驗，使木塊由靜止開始加速，直線前進一段相同的距離。第一次是推力，第二次為拉力，兩次力的作用線與水平方向夾角相同，大小亦相同。則兩次實驗中，哪一物理量有相同的量值？



- (A) 推力或拉力所作的功 (B) 木塊的末速
(C) 摩擦力對木塊所作的功 (D) 淨力對木塊所作的功
(E) 推力或拉力對木塊所施之平均功率

6. 以波長為 λ 的光照射某金屬表面，所放出電子的最大動量為 P 。若改用波長為 $\frac{2\lambda}{3}$ 的光照射，則所放出電子的最大動量為 $2P$ 。試問 P 為何？（選項中 h 為普朗克常數， c 為光速， m 為電子質量）
- (A) $\sqrt{\frac{2mhc}{3\lambda}}$ (B) $\sqrt{\frac{3mhc}{2\lambda}}$ (C) $\sqrt{\frac{mhc}{4\lambda}}$ (D) $\sqrt{\frac{mhc}{3\lambda}}$ (E) $\sqrt{\frac{mhc}{2\lambda}}$
7. 如一氫原子(H)的電子從 $n=2$ 的穩定態躍遷至 $n=1$ 的穩定態時，所放出光子能量為 E 。則一鋰離子(Li^{++})的電子從 $n=3$ 的穩定態躍遷至 $n=1$ 的穩定態時，所放出光子的能量約為：
- (A) E (B) $4.74 E$ (C) $10.67 E$ (D) $16 E$ (E) $32 E$
8. 如右圖，單色光自折射率 n_0 介質射向折射率 n_1 介質，入射角 $\theta \neq 0^\circ$ ，兩界面 AB 、 CD 互相平行，下列敘述何者正確？
- (A) 若 $n_0 = n_2 < n_1$ ，入射角變大時，偏向角也變大
 (B) 若 $n_1 < n_0$ ， AB 界面必產生全反射
 (C) 若 $n_0 = n_2 < n_1$ ，則此色光偏向角為 0°
 (D) 若中間介質為空氣，上下兩介質為水，則紅色光與紫色光各以相同入射角入射時，紅色光的橫向位移較大
 (E) 若 $n_2 < n_1 < n_0$ ，人在 n_0 介質中看到中間介質厚度變薄
- 
9. 一凹面鏡與平面鏡同軸對立，相距 25 cm，一物置於平面鏡前 5 cm 處，不論光線先經哪一鏡反射，其成像仍在原處，則凹面鏡之焦距為：
- (A) 3 cm (B) 5 cm (C) 6 cm (D) 12 cm (E) 20 cm
10. 在楊氏雙狹縫干涉實驗中，把一透明薄膜放在其中一狹縫的後面，發現中央亮紋中心變為暗紋，已知單色光源波長為 6000 埃，薄膜折射率為 1.5，則薄膜最小厚度為：
- (A) 1 (B) 0.6 (C) 0.5 (D) 0.4 (E) 0.2 微米
11. 假設地球重力變為現在的一半，而且地球表面的空氣失去 $\frac{2}{3}$ ，則氣壓計內水銀柱高度變為原來的：
- (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{1}{3}$ (C) $\frac{2}{3}$ (D) $\frac{4}{3}$ (E) $\frac{8}{9}$
12. 兩個相同體積的氣室以一細管相連通（細管體積可以忽略不計），兩氣室內含有一大氣壓、 $27^\circ C$ 的氮氣。若將其中一氣室加溫至 $127^\circ C$ 、另一氣室降溫至 $-73^\circ C$ 時，該氣室中氮氣的壓力為若干大氣壓？
- (A) 1 (B) $\frac{8}{9}$ (C) $\frac{9}{8}$ (D) $\frac{1}{2}$ (E) $\frac{2}{3}$

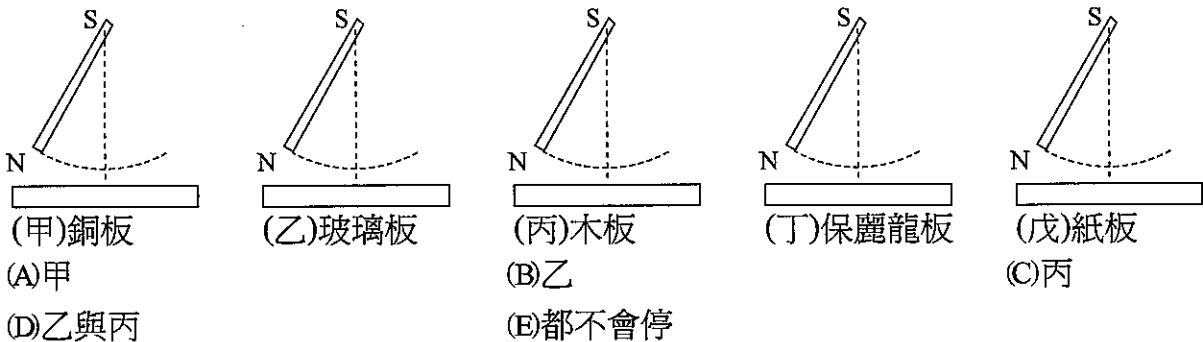
13. 以電位差 V 將一帶電質點自靜止加速後，垂直射入強度為 B 的均勻磁場中，測得其迴轉半徑為 R ，則此質點在磁場中的加速度量值為：

(A) $\frac{V}{B^2 R}$ (B) $\frac{4V}{B^2 R^2}$ (C) $\frac{4V^2}{B^2 R^2}$
 (D) $\frac{4V^2}{B^2 R^3}$ (E) $\frac{V^2}{B^3 R^3}$

14. 有 a 、 b 兩支螺線管，以同樣的導線繞成，且單位長度內的匝數也相同。已知螺線管 a 的長度為 b 的 3 倍，且螺線管 a 橫截面的半徑為 b 的 2 倍，則當兩螺線管接上相同的電壓時，通過 a 、 b 兩螺線管之管長中點處其磁通量的比為：

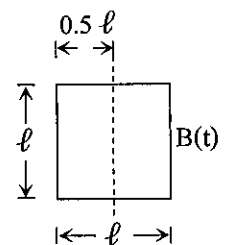
(A) 1 : 2 (B) 2 : 1 (C) 2 : 3
 (D) 3 : 2 (E) 1 : 1

15. 如下圖中，當磁棒以相同的角度，開始繞其一端來回擺動，如不計摩擦力，哪一種情況磁棒會最早停止不動？



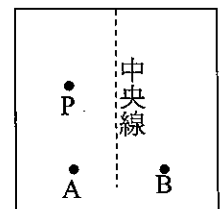
16. 邊長為 ℓ 的正方形線圈，有一半的區域置於磁場中，如右圖所示，已知線圈的電阻為 R ，且磁場與時間的關係為 $B = 4t^2 + 3$ ，則第 t 秒時線圈上感應電流大小為：

(A) $\frac{\ell^2 t}{4R}$ (B) $\frac{\ell^2 t}{2R}$ (C) $\frac{\ell^2 t}{R}$
 (D) $\frac{2\ell^2 t}{R}$ (E) $\frac{4\ell^2 t}{R}$ 安培



17. 右圖為水波槽實驗，其中 A 、 B 為兩個頻率相同，振幅相同，且同相振動的點波源，相距 10 cm ，產生的水波波長為 2 cm ， P 為水面上之一點，若 $\overline{PA} = 7.5\text{ cm}$ 且 $\overline{PA} \perp \overline{AB}$ 。則 P 點位於：

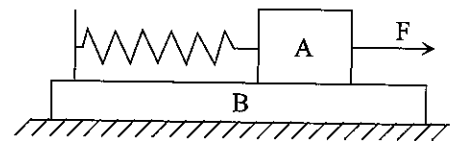
- (A) 中央線左側第一條腹線上
 (B) 中央線左側第二條腹線上
 (C) 中央線左側第一條節線上
 (D) 中央線左側第二條節線上
 (E) 中央線左側第三條節線上



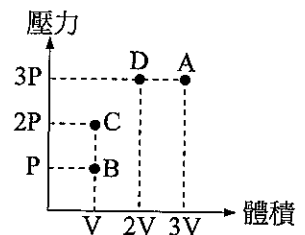
18. 小軒作「共鳴空氣柱」實驗，共鳴管長度為 100 公分。當空氣柱長度由 0 逐漸增加時，分別測得不同音叉所造成共鳴的空氣柱長度如右表所示。若甲音叉頻率為 500 赫茲，則乙音叉頻率為：
- (A) 630 Hz (B) 750 Hz (C) 857 Hz
(D) 944 Hz (E) 1000 Hz

	第一次	第二次
甲音叉	14 cm	48 cm
乙音叉	7 cm	25 cm

19. 如右圖所示，兩質量相等的 A、B 木塊通過一輕質彈簧連接，B 足夠長、放置在水平面上，所有接觸面均光滑。彈簧開始時處於原長，運動過程中始終處在彈性限度內。在木塊 A 上施加一個水平定力，A、B 從靜止開始運動到第一次速度相等的過程中，下列敘述何者**錯誤**？
- (A) 當 A、B 加速度相等時，系統的力學能最大
(B) 當 A、B 加速度相等時，A、B 的速度差最大
(C) 當 A、B 的速度相等時，A 的速度達到最大
(D) 當 A、B 的速度相等時，彈簧的彈性能最大
(E) 當 A、B 的速度相等時，系統的力學能最大



20. 有四個不同材質的氣球，在同一溫度下裝入氬氣，球內的壓力及體積分別如右圖所標示，其莫耳數比 $n_A : n_B : n_C : n_D$ 應為何？
- (A) 3 : 3 : 2 : 1 (B) 9 : 6 : 2 : 1
(C) 9 : 1 : 2 : 6 (D) 3 : 1 : 2 : 3
(E) 1 : 1 : 1 : 1



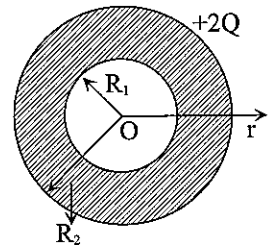
二、多選題 (20 分)

說明：第 21 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有 1 個是正確的選項，選出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，所有選項均未作答或答錯多於 2 個選項者，該題以零分計算。

21. 地球半徑為 R ，有一人造衛星初始離地面高 $2R$ ，繞地球作圓周運動。若人造衛星因為大氣層的空氣阻力作用生熱，致離地面高減為 R ，且仍維持圓周運動。已知人造衛星初始的力學能為 E 且定無窮遠處為零位面，則下列何者正確？
- (A) 衛星原來的動能為 $-E$
(B) 衛星後來的位能為 $3E$
(C) 由於阻力作功，衛星在後來的速率比原來慢
(D) 軌道半徑縮小過程中，重力總共作功 $-E$
(E) 軌道半徑縮小過程中，空氣阻力總共作功 $\frac{E}{2}$

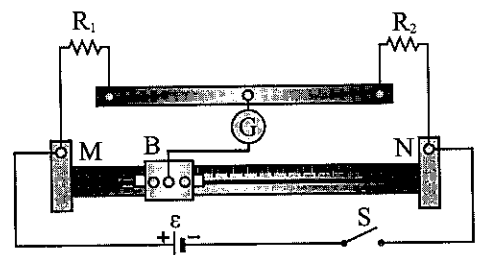
22. 下列敘述有哪些是正確的？
- (A) 如果以白色光照射單狹縫，理論上光屏上紅光第一暗紋的位置比黃光第一暗紋的位置更偏離中央亮紋
 - (B) 彩虹形成的原因是由於面向太陽，光對雨滴的反射與折射
 - (C) 在「楊氏干涉實驗」中，欲得清晰干涉條紋，必須使用兩燈源，分別為兩狹縫之光源
 - (D) 在單狹縫實驗中，在光屏與單狹縫的距離較近時，要模擬光屏上任一點的干涉，可視為平行光的干涉時，應將凸透鏡擺在單狹縫與光屏之間，且使光屏位於凸透鏡的焦點處
 - (E) 在單狹縫實驗中，入射光與單狹縫片不垂直時，不會有繞射圖樣

23. 有一金屬球殼內外半徑各為 R_1 、 R_2 ，帶電 $+2Q$ ，若在球心 O 點處放置一帶電量為 $+Q$ ，半徑為 R 之點電荷 ($R \ll R_1$)， r 為空間某一點 P 到球心 O 點之距離，則：



- (A) 球殼內層之感應電荷為 $-Q$
- (B) 在 $R < r < R_1$ 處，電場為零
- (C) 在 $R_1 < r < R_2$ 處，電場為零
- (D) 在 $R_2 < r$ 處，由外球殼所建立之電場為 $\frac{2kQ}{r^2}$
- (E) 在 $R_2 \ll r$ 處，由外球殼所建立之電場為 $\frac{2kQ}{r^2}$

24. 如右圖所示是利用惠司同電橋測量電阻之接線圖， R_1 是電阻箱， R_2 是待測電阻。下列有關本實驗的敘述，哪些是正確的？

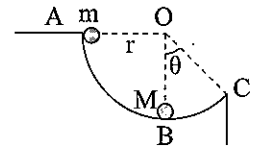


- (A) 當滑動檢流計 \textcircled{G} 之接點 B ，以尋找平衡點（使檢流計的指針為零之接點）時，開關 S 應該保持在接通狀態
- (B) 找到平衡點後，由 $R_2 = R_1 \left(\frac{\overline{BN}}{\overline{MB}} \right)$ 可得 R_2 之值，其中 \overline{MB} 及 \overline{BN} 代表平衡時接點 B 與金屬線兩端點 M 及 N 之間的長度
- (C) 在本實驗中測量到 R_2 值的大小與檢流計的電阻無關
- (D) 為使 R_2 的測量較為準確，應選用與 R_2 值相近之 R_1
- (E) R_2 值的相對誤差只與 R_1 值的相對誤差有關

第貳部分：計算題（佔 20 分）

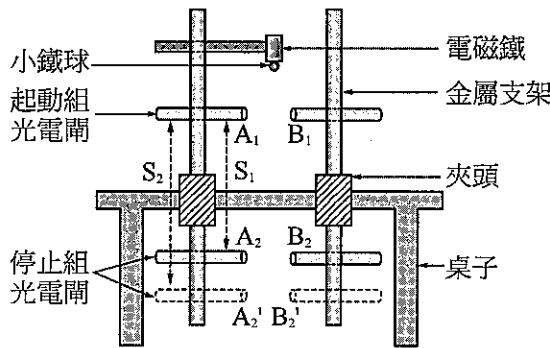
說明：本大題共有三題，作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明題號（一、二、三）與子題號（1）、（2）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。每題配分標於題末。

一、如右圖所示，重力加速度 g ，半徑為 r 、圓心為 O 點的鉛直光滑圓弧軌道上，有一質量為 m 的小球自與 O 點等高的 A 點靜止滑下，在軌道最低點 B 處與質量為 M 的另一靜止小物體，發生彈性碰撞。其中 $\angle COB = \theta$ ，且 $\cos\theta = \frac{3}{4}$ ，則欲使碰撞後 M 物體可沿軌道由 B 點滑至 C 點，並飛出軌道，則：

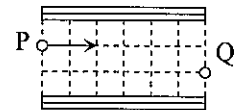


- (1) 質量 m 的小球沿軌道滑至 B 點與 M 碰撞後瞬間， M 物體速度大小為？（4 分）
- (2) 兩物體之質量比 $\frac{m}{M}$ 應大於多少？（4 分）

二、如下圖為「自由落體」實驗裝置，用公制尺量取兩光電閘組間的距離 S_1 ，並記錄小鐵球通過此距離的時間 t_1 。移動第二組光電閘至任一距離 (A_2')，重複上述步驟，可得 S_2 及 t_2 ，試求出重力場強度 g 。（4 分）



三、如右圖，質量 m 、電量 $-e$ 的電子，在 P 點處以速度 v_0 射入平行偏向板（電壓為 V ），而在 Q 點處離開平行板，則：



- (1) P 、 Q 兩點間電壓為多少？（以 V 表示）（2 分）
- (2) 電子的荷質比值為多少？（圖中虛線為等比例坐標格線；不計重力）。（6 分）

臺中區國立高級中學 101 學年度 大學入學指定科目考試第二次聯合模擬考 物理考科詳解

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 參考答案：(A)

試題解析：子彈碰撞木塊後瞬間，木塊的速度等於系統之質心速度

$$v_{CM} = \frac{mv}{M+m} = \frac{0.02 \times 100}{9.98+0.02} = 0.2 \text{ (m/s)}$$

木塊與彈簧作用，由力學能守恆

$$\frac{1}{2}(M+m)v_{CM}^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$\frac{1}{2} \times (9.98+0.02) \times 0.2^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times A^2 \Rightarrow A = 0.2 \text{ (m)}$$

2. 參考答案：(B)

試題解析：由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ ，

$$\text{可得 } \frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \propto M$$

所以木星之質量約為地球質量的 300 倍

3. 參考答案：(C)

試題解析：(1) v 太小的話，摩擦力 f 向上

垂直合力 = 0

$$N \cos\theta + \mu N \sin\theta - mg = 0$$

水平合力 = 向心力

$$N \sin\theta - \mu N \cos\theta = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{得 } v = \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta - \mu)}{1 + \mu \tan\theta}}$$

$$(2) v \text{ 太大，摩擦力 } f \text{ 向下，得 } v = \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta + \mu)}{1 - \mu \tan\theta}}$$

綜合(1)、(2)代入數字， $25 \leq v \leq 43.8 \text{ km/hr}$

4. 參考答案：(B)

試題解析：氣球以 $a = 3.6 \text{ 公尺/秒}^2 \downarrow$

視重力加速度 $g' = g - a = 10 - 3.6 = 6.4 \text{ (公尺/秒}^2)$

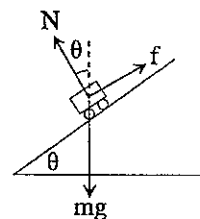
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} \propto \sqrt{g}$$

$$\therefore \frac{f'}{f_0} = \frac{\sqrt{g'}}{\sqrt{g_0}} = \sqrt{\frac{6.4}{10}} = 0.8$$

$$\therefore f' = 0.8 f_0$$

$$\therefore \Delta f = f' - f_0 = 0.8 f_0 - f_0 = -0.2 f_0 = -0.2 \times 60 = -12 \text{ (分)}$$

\therefore 慢 12 分



5. 參考答案：(A)

試題解析：(A) 推力與拉力沿水平方向之分力，兩者相同，又兩次作用的位移相同，所以推力與拉力所作的功相等。

(C) 當作用力為推力時，木塊受到的正向力較大，則對木塊的摩擦力較大，所以兩次摩擦所作的功不相同。

(B)(D) 因兩次摩擦力不同，所以合力大小兩次不同，淨力對木塊做功亦不同，又由功能定理可知兩次木塊的動能不同，末速也不同。

(E) 兩次作用的合力不同，物體的加速度不同，物體行走相同的位移，所需時間不同，雖然推力與拉力作功大小相同，但平均功率不同。

6. 參考答案：(D)

試題解析：由愛因斯坦的光電方程式： $\frac{hc}{\lambda} - W = K_{\max}$ ， W 為金屬功函數， K_{\max} 為電子最大動能

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} - W = \frac{P^2}{2m}, \text{ 可列式}$$

$$\frac{hc}{\lambda} - W = \frac{P^2}{2m} \dots (1)$$

$$\frac{3hc}{2\lambda} - W = \frac{4P^2}{2m} \dots (2)$$

$$(2) - (1) \text{ 得 } \frac{3hc}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda} = \frac{3P^2}{2m} \Rightarrow P = \sqrt{\frac{mhc}{3\lambda}}$$

7. 參考答案：(C)

試題解析：(1) 氫原子能階 $E = -\frac{13.6}{n^2}$ ，單電子鋰離子能階 $E = -\frac{13.6}{n^2} \times 3^2$

(2) 依題意：氫原子 $n=2 \rightarrow n=1$

$$E = -13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right) = -\frac{3}{4} \times 13.6 \text{ (eV)}$$

$\text{Li}^{++} : Z=3$ 由 $n=3 \rightarrow n=1$

$$\Delta E = -13.6 \times 3^2 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 8 \times 13.6 \text{ (eV)}$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{8}{-\frac{3}{4}} = -\frac{32}{3} \therefore \Delta E = \frac{32}{3} E = 10.67 E。$$

8. 參考答案：(C)

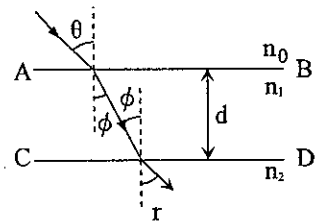
試題解析：(A) $n_0 \sin \theta = n_1 \sin \phi = n_2 \sin r$ ，若 $n_0 = n_2$ ，則 $r = \theta$ ，光無偏向，入射光與由 CD 界面折射而出的光線平行。

(B) 若 $n_1 < n_0$ ，AB 界面可能產生全反射。

(D) 紫色光的橫向位移較大。

(E) 中間介質厚度變厚，增加為 $\frac{n_0}{n_1}$ 倍：

$$\frac{D(\text{視深})}{n_0} = \frac{d(\text{實深})}{n_1}, D = \frac{n_0}{n_1} d。$$



9. 參考答案：(D)

試題解析：一凹面鏡與平面鏡同軸對立，相距 L cm，一物置於平面鏡前 D 處，物經平面鏡成像在鏡後 D 處，此像距凹面鏡為 $L+D$ ， $L+D$ 為對凹面鏡而言，為新物距 p ，經凹面鏡成像於鏡前 q ， $q=L-D$ ，依據成像公式 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ 知：

$$\frac{1}{L+D} + \frac{1}{L-D} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = \frac{L^2 - D^2}{2L} = \frac{25^2 - 5^2}{2 \times 25} = 12。$$

10. 參考答案：(B)

試題解析：若薄膜厚度為 d ，則 $\frac{d}{6000} - \frac{d}{6000} = n - \frac{1}{2}$ ，其中 $n = 1, 2, 3, \dots$

因 $d = \min$ ，故 $n = 1$ ，得 $d_{\min} = 6000 \text{ (Å)} = 0.6 \text{ (μm)}$ 。

11. 參考答案：(B)

試題解析：①水銀柱高度與重力場無關。

②失去 $\frac{2}{3}$ 的空氣，空氣重變為原來的 $\frac{1}{3}$ ，所以大氣壓力變為 $\frac{1}{3}$ 。

12. 參考答案：(B)

試題解析：若兩氣室的體積均為 V ，氣體總莫耳數為 n

$$n = 2 \frac{1 \times V}{R \times (273 + 27)} = \frac{V}{150R}$$

設後來氮氣的壓力為 P' ，氣體總莫耳數守恆

$$\Rightarrow \frac{V}{150R} = \frac{P'V}{R \times (273 + 127)} + \frac{P'V}{R \times (273 - 73)} \Rightarrow P' = \frac{8}{9} \text{ (atm)}$$

13. 參考答案：(D)

試題解析：電荷 q 經電位差 V 加速轉換成動能 $qV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2qV}{m} \dots (1)$$

電荷 q 在磁場中做圓周運動 $qvB = \frac{mv^2}{R}$

$$\Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v}{BR} \dots (2)$$

將(2)式代入(1)式中可得 $v = \frac{2V}{BR}$ ，帶電質點在磁場中做圓周運動的加速度

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4V^2}{B^2 R^3}。$$

14. 參考答案：(C)

試題解析：a、b 兩螺線管上的導線長度比值為 $\frac{\ell_a}{\ell_b} = \frac{L_a 2\pi r_a}{L_b 2\pi r_b} = \frac{3 \times 2}{1 \times 1} = \frac{6}{1}$

a、b 兩螺線管上導線的電阻比值為 $\frac{R_a}{R_b} = \frac{\ell_a}{\ell_b} = \frac{6}{1}$

電壓相同時，a、b 兩螺線管上的電流比值為 $\frac{i_a}{i_b} = \frac{R_b}{R_a} = \frac{1}{6}$

螺線管內的磁場為 $B = \mu_0 ni \propto i$

磁通量為 $\phi = BA = \mu_0 ni \cdot \pi r^2 \propto ir^2$

通過 a、b 兩螺線管截面上的磁通量比值為 $\frac{\phi}{\phi_b} = \frac{i_a r_a^2}{i_b r_b^2} = \frac{1 \times 4}{6 \times 1} = \frac{2}{3}。$

15. 參考答案：(A)

試題解析：磁棒的 N 極來回晃動時，由於銅板為導體，故有應電流產生，而使磁棒逐漸停止；玻璃板與木板為絕緣體，無應電流，因此其運動不會停止。

16. 參考答案：(E)

試題解析：由 $\phi = BA = (4t^2 + 3) \frac{1}{2} \ell^2$ ，得 $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -4\ell^2 t$

$$\text{電流值 } i = \left| \frac{\varepsilon}{R} \right| = \frac{4\ell^2 t}{R}。$$

17. 參考答案：(E)

試題解析： $\overline{AB} = 10 \text{ cm}$ ， $\overline{PA} = 7.5 \text{ cm} \Rightarrow \overline{PB} = \sqrt{10^2 + (7.5)^2} = 12.5 \text{ cm}$

P 點到兩波源的波程差為

$$\overline{PB} - \overline{PA} = 12.5 - 7.5 = 5 \text{ cm} = 2.5\lambda = \frac{\lambda}{2}(2n - 1)$$

$$\therefore n = 3$$

故 P 位於中央線左側第三條節線上。

18. 參考答案：(D)

試題解析：(1) $\lambda_M = 2 \times (48 - 14) = 68 \text{ (cm)}$ ，

$$\text{又 } v = f\lambda = 500 \times 0.68$$

(2) $\lambda_Z = 2(25 - 7) = 36 \text{ (cm)}$ ，又聲速不變，

$$\text{故 } v = 500 \times 0.68 = f_Z \times 0.36 \Rightarrow f_Z = 944 \text{ (Hz)}。$$

19. 參考答案：(A)

試題解析：當 A、B 加速度相等時，A、B 的速度差最大。當 A、B 的速度相等時，A 的速度達到最大，彈簧的彈性能最大，系統的力學能最大。

20. 參考答案：(C)

試題解析： $n = \frac{PV}{RT} \propto PV$ ， $n_A : n_B : n_C : n_D = 3 \times 3 : 1 \times 1 : 2 \times 1 : 3 \times 2 = 9 : 1 : 2 : 6$ 。

二、多選題

21. 參考答案：(A)(B)(D)(E)

試題解析：設地球質量為 M，人造衛星質量為 m

$$(A) \text{ 力學能 } E = -\frac{GMm}{6R}$$

$$\text{由萬有引力提供向心力 } \frac{GMm}{(3R)^2} = \frac{mv^2}{3R}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{6R} = -E$$

$$(B) r = 2R \text{ 時， } U_r = -\frac{GMm}{2R} = 3E$$

$$(C) K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

r 愈小，v 愈大。

$$(D) U_{2R} = -\frac{GMm}{2R}，U_{3R} = -\frac{GMm}{3R}$$

$$\text{重力作功 } W = -\Delta U = -(U_{2R} - U_{3R}) = \frac{GMm}{6R} = -E$$

$$(E) E_{2R} = -\frac{GMm}{4R} = \frac{3}{2}E$$

$$\text{空氣阻力作功 } W = \Delta E = (E_{2R} - E) = \frac{E}{2}$$

22. 參考答案：(A)(D)

試題解析：(A)第一暗紋位置 $y = \frac{1}{2} \frac{r\lambda}{d} \propto$ 波長 λ ，紅光波長 λ 大於黃光的 λ 。

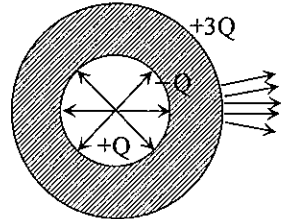
(B)錯：彩虹的形成是由於背向太陽，光在水滴內的反射與折射。

(C)錯：獨立的兩個光源所發出的光，其相位差不固定，並非同調光，故所產生的干涉會隨時間而變動，而無法觀察。

(E)錯：入射光與單狹縫片不垂直時，也有繞射圖樣。

23. 參考答案：(A)(C)

試題解析：(A)電荷分布情形，如圖所示，球殼內層感應 $-Q$ ，球殼外層則為 $(+Q) + 2Q = +3Q$



(B)在 $R < r < R_1$ 處， $E(r) = \frac{kQ}{r^2} + 0 + 0 = \frac{kQ}{r^2} \neq 0$ 。

(C)在 $R_1 < r < R_2$ 處， $E(r) = \frac{kQ}{r^2} + \frac{k(-Q)}{r^2} + 0 = 0$ 。

(D)在 $R_2 < r$ 處， $E(r) = \frac{kQ}{r^2} + \frac{k(-Q)}{r^2} + \frac{k(3Q)}{r^2} = \frac{3kQ}{r^2}$

(E)在 $R_2 \ll r$ 處， $E(r) = \frac{kQ}{r^2} + \frac{k(-Q)}{r^2} + \frac{k(3Q)}{r^2} = \frac{3kQ}{r^2}$

24. 參考答案：(A)(B)(C)(D)

試題解析：(A)電路必須接通，才能進行實驗。

(B)當電流計讀數為零時， $\frac{R_1}{R_2} = \frac{MB}{BN}$

(C)平衡時，電流計讀數為零，故電流計之電阻無影響。

(D)若 R_1, R_2 相差太大， MB, BN 亦會相差很大，增加長度測量上的誤差。

(E)除了 R_1 之外，還跟 MB, BN 的測量與電路上的電阻有關。

第貳部分：計算題

一、試題解析：(1)小球由 A 點沿軌道滑至 B 點，因力學能守恆，取 B 點為重力位能的零位面

$$mgr + 0 = \frac{1}{2} mv_1^2 + 0$$

可得小球達 B 點時的速度 $v_1 = \sqrt{2gr}$ (2 分)

小球與物體作正向彈性碰撞後，物體 M 的速度為 $v_2' = \frac{2mv_1}{m+M} = \frac{2m}{m+M} \sqrt{2gr}$ (2 分)

(2)物體欲經 C 點飛出軌道，則物體在 B 點的動能必大於物體在 C 點的位能

$$\frac{1}{2} Mv_2'^2 > Mgr(1 - \cos\theta) = \frac{1}{4} Mgr \quad (2 \text{ 分})$$

將 $v_2' = \frac{2m}{m+M} \sqrt{2gr}$ 代入，可得 $\frac{m}{M} > \frac{1}{3}$ (2 分)

二、試題解析：設通過第一組光電閘的速度為 v_0

$$S_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 \quad S_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2 \quad (2 \text{ 分})$$

上列兩式消去 v_0 ，可得 $g = \frac{2(S_2 t_1 - S_1 t_2)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$ (2 分)

三、參考答案：(1) $\frac{V}{3}$ (2) $\frac{v_0^2}{6V}$

試題解析：(1)兩平行板鉛直距離為 PQ 鉛直距離的三倍，P、Q 兩點間電壓為 $\frac{V}{3}$ (2分)

(2)以垂直平行板的方向為 y 軸方向，由

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_y}{v_0}, \text{ 得 } v_y = v_0 \tan\theta \dots\dots \textcircled{1} \text{ (2分)}$$

由功能定理知

$$e\left(\frac{1}{3}V\right) = \frac{1}{2}mv_y^2 \dots\dots \textcircled{2} \text{ (2分)}$$

$$\textcircled{1} \text{ 代入 } \textcircled{2}, \text{ 得 } \frac{e}{m} = \frac{3v_0^2 \tan^2\theta}{2V}$$

$$\text{又 } \frac{x}{y} = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2}at^2} = \frac{2v_0}{at} = \frac{6 \text{ 格}}{1 \text{ 格}} \quad \therefore V_y = at$$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{V_y} = \frac{3}{1} \quad \therefore \tan\theta = \frac{V_y}{V_0} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore \frac{e}{m} = \frac{v_0^2}{6V} \text{ (2分)}$$