

臺北市立成功高級中學 113 學年度

第 1 次正式教師甄選【物理科】初試試題

請不要翻到次頁！

※請先目視確認准考證號碼是否與桌面、答案本上的准考證號碼是否一致無誤。

如有不同應立即請監試人員處理。使用非本人答案本作答者，不予計分。

請閱讀以下測驗作答說明

- 測驗時間90分鐘，鐘聲響起即可開始作答、鐘聲響畢請立即停筆。
- 考試結束，答案本和試題務必繳回，未繳回者以零分計算。
- 考試時發現試題本錯誤、缺漏、污損或印刷不清時，應立即舉手請監試人員處理。如屬試題疑義（如題意不清、資訊錯誤或遺漏等）則請依題意判斷。

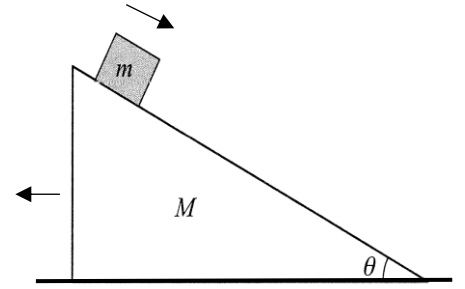
請聽到鈴（鐘）聲響後再翻頁作答

※應考人請於鈴鐘響後、翻頁前，先填寫准考證後二碼 _____

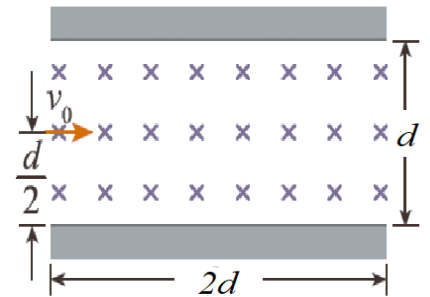
非選擇題（共 100 分）全卷作答時須詳述演算過程與清楚標明答案

一、計算題（共 15 題，共 75 分）

1. 有一質量為 m 的小物體，靜置於光滑斜面最上端位置，小物體與斜面、斜面與水平地面間均無摩擦，斜面與地面夾角為 θ ，如圖示。假設斜面斜邊長為 L ，質量為 M ，重力加速度為 g ，求小物體從頂端自由滑到底面的過程中，地面對系統的作用力為何？(5 分)

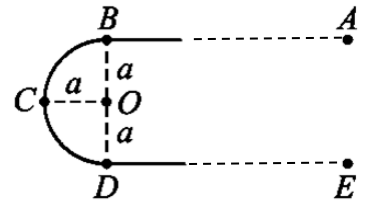


2. 有一平行板電容器，內部為真空，兩個電極板的間距為 d ，每一個正方形電極板的長均為 $2d$ 。電容器內沒有電場，只有垂直進入紙面的均勻磁場 B ，如圖所示。電子從電容器左端的正中央以初速 v_0 射入，其方向平行於電極板之一邊。電子的電荷以 $-e$ 表示，質量以 m 表示，重力可不計。欲使電子不撞擊電極板，磁場 B 的大小有何限制？(5 分)



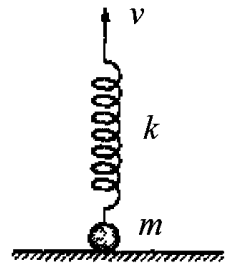
3. 取 1 莫耳單原子理想氣體，其溫度 T 與體積 V 的關係為 $T = \gamma V^2$ ，其中 γ 為定值。已知理想氣體常數為 R ，則當氣體體積由 $3V$ 變成 $1V$ 時，求此過程需吸收或釋放多少熱能？(答案以 γ 、 R 、 V 表示)(5 分)

4. 無限長均勻帶電細導線 AE，彎成如圖示平面圖形，其中 BCD 是半徑為 a 的半圓弧，O 為圓心，且 AB 段平行 DE 段。若導線單位長度帶正電荷 λ ，庫倫常數為 k ，求圓心 O 點的電場強度？(5 分)

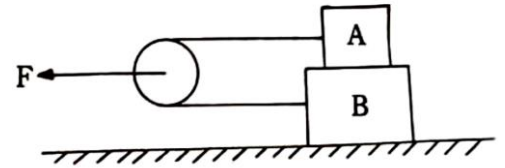


5. 質量為 m_0 的靜止的原子核，放出一個 α 粒子後轉變成質量為 m_1 的原子核，質量為 m_1 的原子核又接著放出第二個 α 粒子而轉變為另一個新原子核。已知此新原子核靜止， α 粒子的質量為 m_α ，求放出的第二個 α 粒子的動能。(5 分)
6. 有一電子在均勻不隨時間變化的磁場 B 內垂直於磁場而運動。假設此電子運動遵守波耳對氫原子結構的假設，且電子由第一激發態躍遷至基態時發射出電磁波，已知電子質量為 m ，電量為 e ，則此電磁波的波長為何？(5 分)

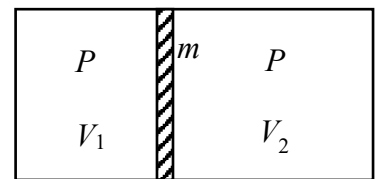
7. 桌面上有一質量為 m 的小球，連接一力常數為 k 的鉛直輕彈簧。最初彈簧處於原長，彈簧上端受外力以 v 的速度向上運動。當彈簧開始運動至第一次達到最大伸長量時，外力所作的功為何？(5分)



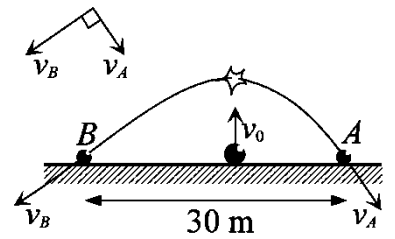
8. 在水平桌面上有 A、B 兩物體，以細繩及滑輪連接，如圖所示。已知 A 物體質量 10 公斤，B 物體質量 5 公斤，滑輪及細繩的質量和摩擦力均不計。若 A、B 間動摩擦係數 0.2，B 與地面間動摩擦係數亦為 0.2，在外力 F 為 60 牛頓時，求 A 和 B 的加速度各是多少？(5分)



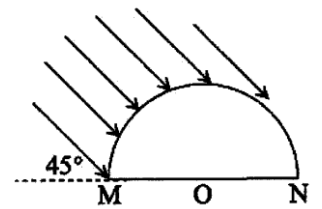
9. 在一個橫截面面積為 S 的密閉容器中，有一個質量為 m 的活塞把容器中的理想氣體分成兩部份。活塞可在容器中無摩擦地滑動，活塞兩邊氣體溫度相同，壓力均為 P ，體積分別是 V_1 和 V_2 ，如圖所示。現用某種方法使活塞稍微偏離平衡位置，然後放開，活塞將在兩邊氣體壓力的作用下來回運動，若容器保持靜止，整個系統可看成是恆溫的，試求活塞運動的週期。(5分)



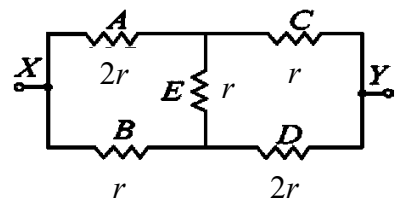
10. 在一水平地面以速度 v_0 為 12 m/s 鉛直向上發射一砲彈，其質量 M 為 50 kg。當砲彈上升到最高點時，爆炸分裂成 A 、 B 兩塊，各沿水平方向射出，測得 A 、 B 兩者的落地點相距 30 m，且落地時兩者的速度方向相互垂直，如圖所示。若不計空氣阻力，重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，且質量 A 大於 B ，則 A 的質量應為何？(5 分)



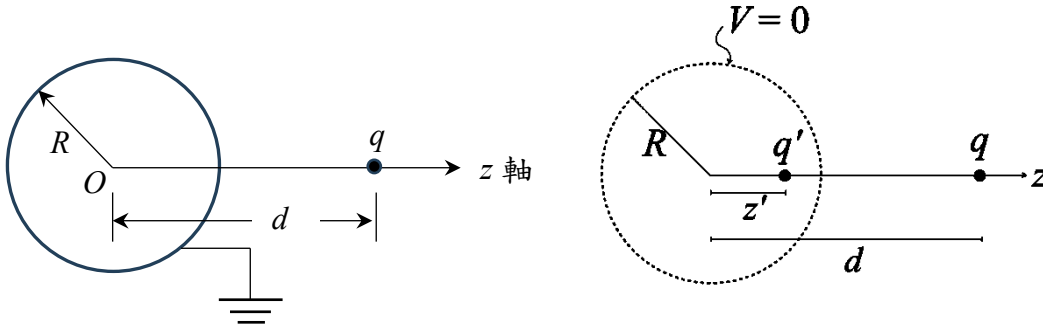
11. 半徑為 R 的半圓形玻璃磚， O 為圓心，已知此玻璃磚的折射率 $\sqrt{2}$ 。一束與 MN 平面成 45° 且與玻璃磚橫截面平行的光束，由空氣射向玻璃，如圖所示。則經過玻璃折射後，能從 MN 平面射出的光束寬度為何？(5 分)



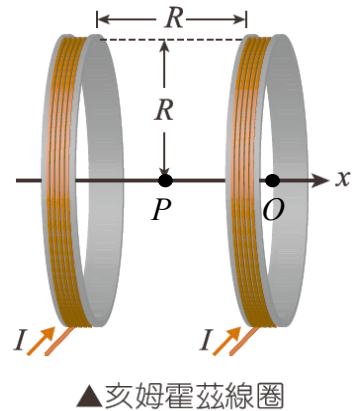
12. 如圖的線路，其中 A 、 D 電阻均為 $2r$ ， B 、 C 、 E 電阻均為 r 。請以克希荷夫定則方式求出 X 、 Y 間的等效電阻值。(4 分)



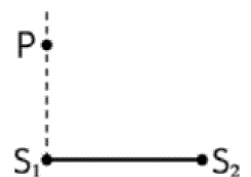
13. 有一不帶電實心金屬球，球心位於原點 O 處，半徑為 R 。將一點電荷 q 置於球外距離球心 d 處 ($d > R$)，即坐標為 $(0, 0, d)$ 處，並將此金屬球接地，如左下圖所示。
- 此時金屬球上的感應電荷分佈並不均勻，但可假設感應電荷造成電場的效果相當於一個位於 $(0, 0, z')$ 的點電荷 q' ，其中 $z' < R < d$ 。已知此兩點電荷 q 與 q' ，會在半徑為 R 、球心在原點的球面上造成一個電位等於零 ($V=0$) 的等電位面，如右下圖所示，符合接地金屬球電位為零的情況。試求：
- (1) $q' = ?$ (以 q, d, R 表示) (4 分)
- (2) $z' = ?$ (以 q, d, R 表示) (4 分)



14. 亥姆霍茲線圈是由一對半徑均為 R 、各繞有 N 匝的圓形線圈所組成，線圈平行並列，中心軸線穿過二線圈的圓心，且兩圓心距離與線圈半徑相等。已知線圈載有電流 I ，真空磁導率為 μ_0 ，在中心垂直軸上的連心線中心 P 點處磁場量值為 B_P ，而其中一圓形線圈圓心 O 點的磁場量值為 B_O ，如圖所示。試求 $\frac{B_O}{B_P} = ?$ (請計算至小數點以下兩位。 $\sqrt{2} \approx 1.41$ 、 $\sqrt{3} \approx 1.73$ 、 $\sqrt{5} \approx 2.24$ 、 $\sqrt{7} \approx 2.65$ 、 $\sqrt{10} \approx 3.16$) (4 分)



15. 水波槽實驗中，兩同頻率且同相的點波源 S_1 、 S_2 ，產生的水波波長為 λ ，兩者距離 $\overline{S_1 S_2} = 5\lambda$ 。如圖所示，水面上一點 P 與 S_1 的連線 $\overline{PS_1}$ ，與 $\overline{S_1 S_2}$ 垂直，則從 S_1 往 P 點方向前進，第 3 次碰到節點的位置，與 S_1 距離為何？(4 分)

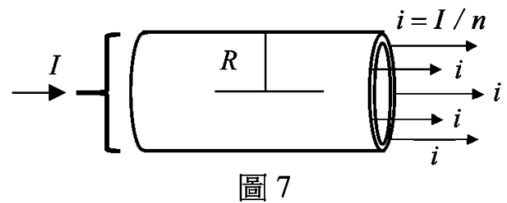


二、申論及證明題（共 4 題，共 25 分）

1. 已知基本常數分別為：庫倫常數 k 、電子質量 m_e 、基本電荷 e 、普朗克常數 h 、真空光速 c 。請利用波耳的氫原子模型及基本常數，計算出芮得柏常數(Rydberg constant) R_H 。(5 分)

2. 在 111 學年度的物理科分科測驗中，有一題目如下：(8 分)

中空圓筒形導體中的電流所產生的磁場，會對其載流粒子施加磁力，故被用於設計能提供安全核能且燃料不虞匱乏的核融合反應器。圖 7 所示為筒壁很薄、半徑為 R 的鋁製長直圓筒，電流 I 平行於筒軸穩定流動，均勻通過筒壁各截面，而可當作為 n 條完全相同且平行的長直載流導線，每條導線的電流都為 $i = I/n$ 。若 n 比 1 大得多，並以 \vec{P} 代表每單位面積垂直作用於筒壁的磁力，則下列敘述哪些正確？



- (A) \vec{P} 沿半徑向筒外 (B) \vec{P} 沿半徑向筒內 (C) $|\vec{P}|$ 與 R^2 成正比
 (D) $|\vec{P}|$ 與 I 成正比 (E) $|\vec{P}|$ 與 I^2 成正比

對不同程度的學生，我們會採取不同的方式講解題目。請依下列情境進行教學：

- (1) 對普通班的學生，以物理觀念做定性講解(不牽涉計算)，說明哪幾個選項是正確的？
 (2) 對數理資優班的學生，以理論推導(計算)方式證明哪幾個選項是正確的？

3. 一質量為 m 的行星繞行質量為 M 的太陽作橢圓軌道運動，平均軌道半徑為 a (橢圓軌道的半長軸)，已知萬有引力常數為 G 、繞行週期為 T ，試證明：

$$\text{行星繞太陽的總力學能 } E = -\frac{GMm}{2a} \quad (4 \text{ 分})$$

4. 在氣體動力論章節中，需要對學生說明容器器壁壓力的來源，請問：(8 分)

(1) 在推導時，對於氣體分子的假設為何？

(2) 氣體分子對器壁產生的作用力之推導過程中，會使用時間 $\Delta t = \frac{2L}{v_i}$ (設 L 為正方形密閉容器邊長， v_i 為速度沿某空間軸分量)，而此時間與氣體分子接觸器壁時間並不同，如何向學生說明解釋？