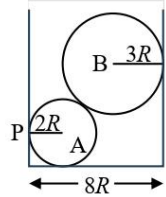


臺北市立第一女子高級中學 112 學年度第一次代理教師甄選 物理科 筆試試題及答案

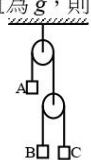
1. 有 A、B 兩均勻光滑圓球置於底部為正方形、邊長為 $8R$ 的光滑容器中，A 球的半徑與重量分別為 $2R$ 與 W ，B 球的半徑與重量分別為 $3R$ 與 $3W$ ，已知兩球的球心在同一鉛直面上，如右圖所示。若不計任何摩擦，力矩方向以逆時鐘為正，則



- (1) A、B 兩球間的作用力為何？(3 分)
 (2) 以 A 球與左側器壁的接觸點 P 點為支點，A 球所受的合力矩為何？(3 分)
 (3) 以 A 球與左側器壁的接觸點 P 點為支點，右側器壁作用在 B 球的正向力力矩為何？(4 分)

答案：(1) $\frac{15}{4}W$ (3 分) (2) 0 (3 分) (3) $9RW$ (4 分)

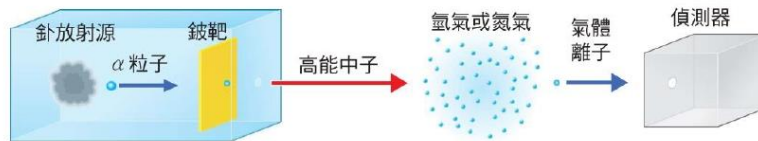
2. 如右圖，A、B、C 之質量分別為 3 kg 、 2 kg 及 1 kg ，若動滑輪、繩重及摩擦力均不計，若重力加速度的量值為 g ，則 A、B、C 之加速度（含量值及方向）各為何？(3 分、3 分、4 分)



答案：(1) $a_A = \frac{1}{17}g$ (3 分) (2) $a_B = \frac{5}{17}g$ (3 分) (3) $a_C = \frac{7}{17}g$ (4 分)

3. 對於新發現的未知帶電粒子，可以透過霧室 (cloud chamber) 或氣泡室 (bubble chamber) 等偵測器來得知帶電粒子的運動軌跡，進而從其運動狀態的變化來推知相關資訊。然而對於電中性的粒子，則必須透過碰撞來間接得知其質量等資訊。試根據以下題目說明查兌克發現中子的過程。

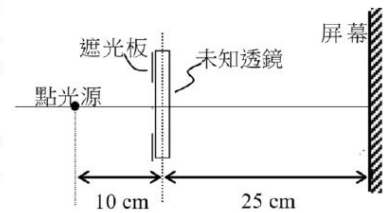
- (1) 如圖所示為查兌克發現中子的實驗示意圖，請簡要說明實驗設計，並說明必要的假設條件。(4 分)
 (2) 若以 m_n 、 m_H 和 m_N 分別代表中子、氫離子和氮離子的質量，且設中子的人射速率為 v_n ，為了簡化問題僅考慮一維碰撞的情況，則最後偵測器量得碰撞後氫離子和氮離子的速率 v'_H 和 v'_N 比值為何？(3 分)
 (3) 試求中子在與氮碰撞期間所損失的動能比例 $\frac{|\Delta K|}{K} \times 100\%$ 為何？(3 分)



答案：(1) 略 (4 分) (2) $\frac{v'_H}{v'_N} = \frac{m_n + m_N}{m_n + m_H}$ (3 分) (3) $\frac{|\Delta K|}{K} = \frac{4m_n m_N}{(m_n + m_N)^2} = \frac{56}{225} \approx 25\%$ (3 分)

4. 光學問題

- (1) 如圖所示，一遮光板緊靠透鏡，板中間有直徑為 3 cm 的圓孔，透鏡主軸通過圓孔中心。一點光源置於前 10 cm 處的主軸上，在透鏡後方 25 cm 處的屏幕上形成一直徑為 8 cm 的亮圓（圖中的長度未按照比例畫出）。請問該透鏡是什麼透鏡？焦距是多少？(1 分、4 分)
 (2) 在一個雙狹縫實驗中，光波波長 λ 為 405 nm ，狹縫間距 d 為 $19.44\text{ }\mu\text{m}$ ，及狹縫寬度 a 為 $4.050\text{ }\mu\text{m}$ 。考慮雙狹縫之光干涉及單狹縫之光繞射，則在繞射的中央亮紋內有多少條干涉亮紋？(5 分)



答案：(1) 凸透鏡 (1 分)， 30 cm (4 分) (2) 9 (5 分)

5. 聲波問題

- (1) 在 xy 平面內有一沿 x 軸正方向傳播的正弦橫波，波速 $v_x = 6\text{ cm/s}$ ，振幅 $A = 4\text{ cm}$ ，頻率 $f = 5\text{ Hz}$ 。當 P 點位於波峰時，在 P 點的右側 0.2 m 有一個 Q 點。若頻率 f 變為原來 2 倍，且振幅 A 、波速 v_x 保持不變，此時 Q 點上下振動的速率為多少？(5 分)
 (2) 一汽車以 20 m/s 向一光滑牆接近，其方向與車前進方向垂直，車上喇叭以 300 Hz 發音，聲速設為 320 m/s ，若此時無風，則車上聽到反射聲音的頻率為多少赫茲？(5 分)

答案：(1) $2\sqrt{3}\pi Af$ (5 分) (2) 340 Hz (5 分)



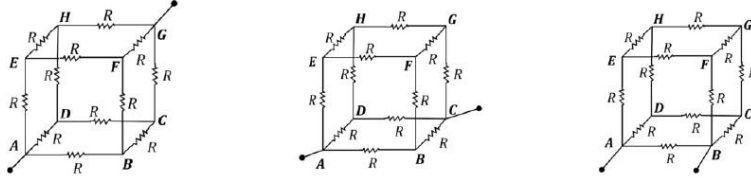
臺北市立第一女子高級中學 112 學年度第一次代理教師甄選 物理科 筆試試題及答案

6. 今有一金屬軌道，上面放兩質量皆為 m 之金屬棒 ab 與 cd ，此兩棒的電阻值皆為 R 。若一開始 cd 以初速 v_0 向右，且忽略一切阻力、重力及兩載流金屬棒產生的磁場，最終兩金屬棒間的距離比原先增加多少？（10 分）

答案： $\frac{mR}{L^2 B^2} v_0$ (10 分)

X	a	X	X	X	X	X
X		X	X	X		X
E		X	X	X		X
X		X	X	X		X
X	b	X	X	X	d	X

7. 以下電路每個電阻器的電阻值均為 R 。請計算以下電路所指定兩端之等效電阻值：
 (1) AG 間的等效電阻值（3 分） AC 間的等效電阻值（3 分） AB 間的等效電阻值（4 分）



答案：(1) $\frac{5R}{6}$ (3 分)；(2) $\frac{3R}{4}$ (3 分)；(3) $\frac{7R}{12}$ (4 分)

8. 為解釋拉塞福提出的行星式原子模型遇到的困境，波耳提出氫原子模型的假設。回答下列問題：

- (1) 波耳提出的創見為何？（4 分）
 (2) 已知 E 為電子的總能量， f 為電子作圓軌道運動的頻率， h 為普朗克常數，推導當量子數為 n 時， E 與 f 的關係式為何？寫出物理概念和數學關係式推導，最後以 n 、 h 、 f 表示答案。（6 分）

答案：(1) 略 (4 分) (2) $-\frac{1}{2}nhf$ (6 分)

9. 當數量極大的理想氣體達熱平衡時，其速率分布會遵循馬克士威-波茲曼分布(Maxwell-Boltzmann distribution)，即

$$f(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} 4\pi v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

試求：(要有計算過程)

- (1) 最大可能速率(most probable speed) v_p 。(3 分)
 (2) 平均速率(mean speed) $\langle v \rangle$ 。(3 分)
 (3) 方均根速率(mean square root speed) v_{rms} 。(3 分)

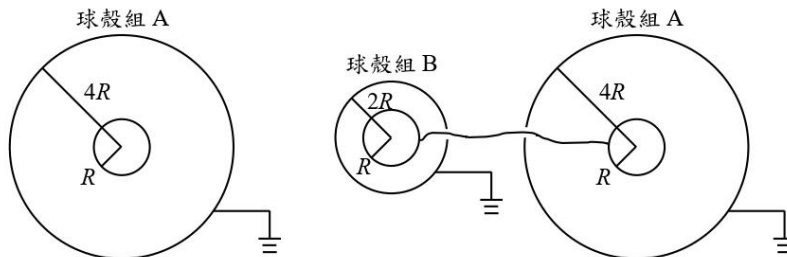
提示： $\int_0^\infty v^4 e^{-bv^2} dv = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{\pi}{b^5}}$

- (4) 比較 v_p 、 $\langle v \rangle$ 、 v_{rms} 的大小。(1 分)

答案：(1) $\sqrt{\frac{2kT}{m}}$ (3 分) (2) $\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$ (3 分) (3) $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (3 分) (4) $v_p < \langle v \rangle < v_{rms}$ (1 分)

10. 電位題組

- (1) 如下圖所示，兩同心薄金屬球殼組 A，內外兩球殼半徑分別為 R 與 $4R$ ，若外球殼接地，且已知內球殼帶電量為 Q ，則內球殼之電位為何？（5 分）
 (2) 若有另一組原不帶電之金屬球殼組 B，其內外兩球殼之半徑分別為 R 與 $2R$ ，且其外球殼亦接地。今將 A、B 兩組的內球殼間以細金屬線相連接，如下圖所示，但金屬線並不觸及兩組外球殼，則此時內球殼之電位 $V(R)$ 為何？（5 分）



答案：(1) $\frac{3kQ}{4R}$ (5 分) (2) $\frac{3kQ}{10R}$ (5 分)