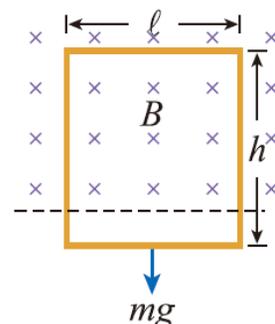


# 臺北市立建國高級中學 115 學年度第 1 次正式教師甄選物理科題目卷

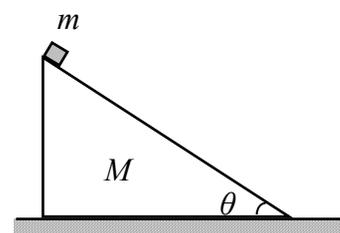
題目共 6 頁

## 第一部分：填充題（共 20 題，每題 3 分）

1. 一長方形金屬線圈，寬度為  $l$ 、高度為  $h$ 、質量為  $m$ 。線圈之上端在一均勻磁場區內，磁場之量值為  $B$ ，方向為垂直進入紙面。線圈受重力之作用而向下運動，設線圈之電阻為  $R$ ，在線圈之瞬間速率為  $v$  時且不計空氣阻力，試求線圈之瞬間加速度量值為何？

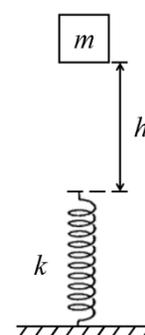


2. 如右圖所示，一物體  $m$  放在底角  $\theta$  的斜面  $M$  頂端由靜止釋放，所有接觸面均光滑無摩擦，且重力加速度為  $g$ 。若已知物體  $m$  下滑時，斜面  $M$  移動的加速度大小為  $a$ ，則物體  $m$  對斜面  $M$  的相對加速度量值為何？



3. 一砲彈以初速  $v_0$ ， $\theta$  的仰角射出後，在空中爆炸成質量相等的兩塊破片，其中一片在砲彈拋出後  $t$  秒末著地。若不計空氣阻力，且重力加速度為  $g$ ，則此時另一片距地面的高度為何？

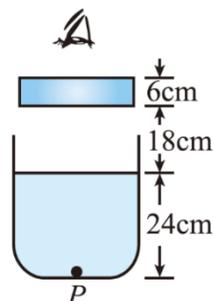
4. 如右圖所示，一質量為  $m$  之物體自彈力常數為  $k$  的彈簧上方高  $h$  處落下，已知重力加速度為  $g$ ，不計空氣阻力，求彈簧最大壓縮量為何？



5. 有彼此相距甚遠的甲、乙兩帶電金屬球，甲、乙兩球的半徑各為  $a$  及  $b$ 。假設在無窮遠處電位為零，甲、乙兩球的電位分別為  $V_a$  及  $V_b$ 。今以一細長導線接觸兩球，使兩球成為等電位後，再將此導線移開，則此兩球之電位為何？

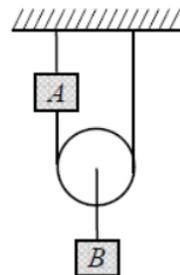
6. 操場司令台兩邊掛兩個揚聲器，相距 50m，發出相同的聲音，某生沿著離司令台 100m 之半徑走一圈，發現有 40 個位置聽不到聲音，則此揚聲器所發出的聲音波長  $\lambda$  範圍為何？（請以不等式的方式表示答案）

7. 如右圖所示，燒杯裝水 24 公分深，在水面正上方 18 公分處，放置一個厚 6 公分、折射率為 1.5 的玻璃板，透過玻璃板垂直觀察燒杯底部一點 P，已知水的折射率為  $4/3$ ，則所見之 P 點距離玻璃板上緣多少公分？

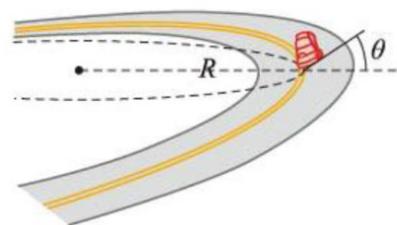


8. 如右圖所示，各段細繩均不可伸長，繩與滑輪的質量與摩擦力皆忽略不計，重物 A、B 的質量分別為  $m_A = 1\text{kg}$  和  $m_B = 6\text{kg}$ ，設重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$  均勻向下，求當重物 A 上方的細繩被剪斷後瞬間時，A、B 的加速度量值分別為何？

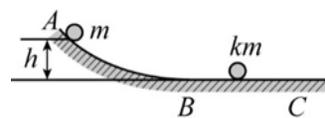
- (1) 重物 A 的加速度為 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$   
 (2) 重物 B 的加速度為 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(兩格皆對才給分)



9. 有一輛改裝賽車行駛在傾斜的圓形賽道上，假設某路段賽道面與水平地面夾  $37^\circ$ ，曲率半徑為  $R$ ，若車輛以某速度進入該路段，輪胎與路面的靜摩擦係數為 1.0、動摩擦係數為 0.8，重力加速度為  $g$  均勻向下。若在此彎道輪胎與地面不發生打滑，則該車輛所能達到的最大速率為 \_\_\_\_\_。(答案以  $g$ 、 $R$  表示)



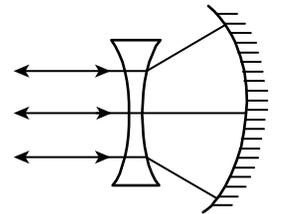
10. [本題為多選題，全對才給分] 如圖所示，ABC 為一固定光滑軌道，BC 段水平，質量為  $m$  的小球從高為  $h$  處由靜止開始沿軌道下滑，與在軌道 BC 段上質量為  $km$  靜止的小球發生正面彈性碰撞，則  $k$  為何值時，兩小球只能發生二次碰撞？



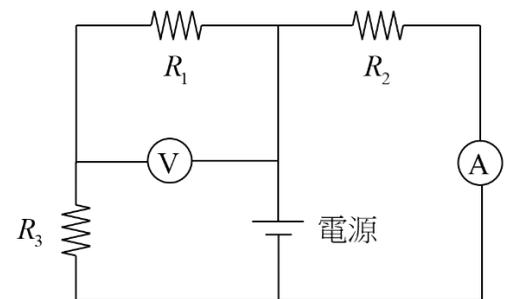
- (A)  $k = 1.5$  (B)  $k = 2$  (C)  $k = 4$  (D)  $k = 7$  (E)  $k = 12$

11. 臺東的臺灣國際熱氣球嘉年華是很受歡迎的休旅活動。要讓熱氣球升空，必須加熱氣球裡的空氣，使氣球體積變大，以增加空氣浮力（物體所受的空氣浮力等於物體在空氣中所排開同體積空氣的重量）。  
 有一熱氣球乘載四人後的總質量為  $6.0 \times 10^2 \text{ kg}$ （不含球內空氣）。當加熱其內空氣，使其體積膨脹至  $3.0 \times 10^3 \text{ m}^3$ ，即可升空，此時空氣浮力等於熱氣球載人後的總重量（含球內的空氣），則熱氣球內的空氣溫度是\_\_\_\_\_°C。（設當時外界氣溫為  $27^\circ\text{C}$ ，空氣密度為  $1.2 \text{ kg/m}^3$ ，氣球內、外的空氣都視為理想氣體，且加熱時球外空氣的溫度、壓力不變。答案取至個位數）

12. 如圖所示，焦距分別為  $F$  與  $f$  的凹透鏡和凹面鏡，同軸對立相距  $L$ 。若以平行光自凹透鏡前射入，經凹面鏡反射後，最後沿原路徑以平行光反向離開，請填入  $F$ 、 $f$ 、 $L$  之間的關係式\_\_\_\_\_。

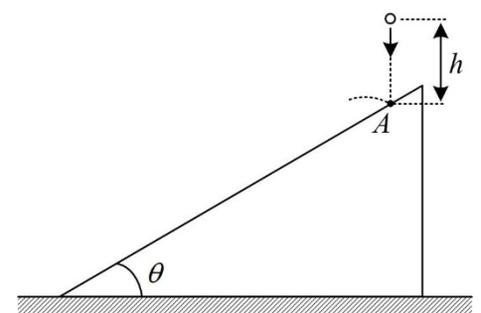


13. 如圖所示電路中，安培計的讀數為  $I = 0.75 \text{ A}$ ，伏特計的讀數為  $V = 2 \text{ volt}$ ，某一電阻燒斷後，安培計的度數變為  $I' = 0.8 \text{ A}$ ，伏特計的讀數變為  $V' = 3.2 \text{ volt}$ 。已知  $R_3 = 4 \Omega$ ，試回答下列問題：

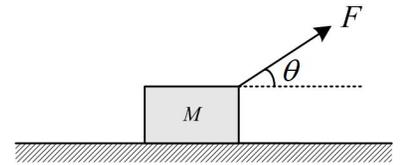


- (1) 請判斷發生故障的電阻為\_\_\_\_\_。  
 (2) 電源的電動勢為\_\_\_\_\_volt。（電源需要考慮內電阻，兩格都對才給分）

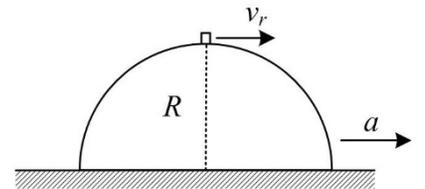
14. 如右圖，一小球靜止下落高度  $h$  後撞擊到固定斜面上的 A 點，斜面與水平夾角為  $\theta$ 。設小球與斜面碰撞為彈性碰撞，不計空氣阻力，斜面足夠長使小球反彈飛起後再落下撞擊到斜面上的 B 點，求 B 點離 A 點的距離為？



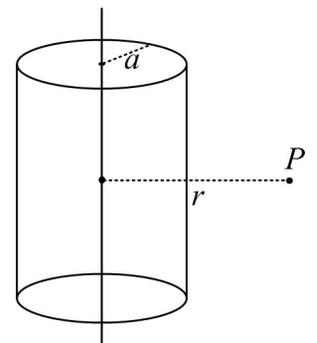
15. 如右圖所示，已知重力加速度為  $g$ ，物體與地面之間的靜摩擦係數為  $\mu$ ，若施一斜向上的作用力  $F$  拉一重量  $W$  之物體，使物體啟動所需之最小拉力  $F$  為何？



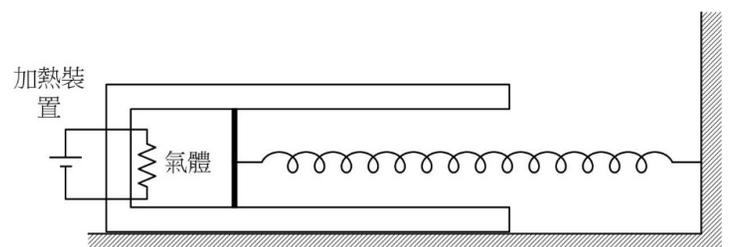
16. 一質量為  $m$  之光滑物體置於半徑為  $R$  之光滑半球頂端上。現施力使半球以等加速度  $a = 0.5g$  向右水平運動，已知小球在頂端時具有相對於半球向右之速度  $v_r = \sqrt{gR}$ 。試求小球脫離球面瞬間，其相對於球心  $O$  的鉛直高度  $h$  為何？



17. 半徑為  $a$  的無限長直圓柱體內均勻帶電，電荷體密度為  $\rho$ 。若以圓柱軸線為電位零點，已知真空介電係數為  $\epsilon_0$ ，則圓柱體外距離軸線  $r$  處的  $P$  點 ( $r > a$ ) 的電位  $V(r)$  為 \_\_\_\_\_。

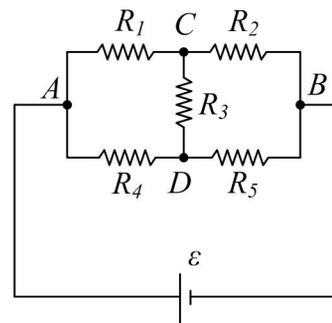


18. 如右圖，水平固定且導熱良好的氣缸內封閉內有單原子理想氣體，氣缸開口處有一個截面積為  $S$  的活塞，活塞外側連接著一條力常數為  $k$  的水平輕彈簧。初始狀態下，彈簧處於自然長度，氣體體積為  $V_0$ ，外界大氣壓力為  $P_0$ 。今藉由氣缸內的加熱裝置緩慢加熱氣體，使活塞無摩擦地向外移動，直到氣體體積變為原來的 3 倍。則在此膨脹過程中，氣體從外部吸收的熱量  $Q =$  \_\_\_\_\_。



19. 如右圖，電路中各電阻  $R_1 = 4 \Omega$ 、 $R_2 = 2 \Omega$ 、 $R_3 = 2 \Omega$ 、 $R_4 = 2 \Omega$ 、 $R_5 = 4 \Omega$ 。理想電池電動勢  $\varepsilon = 14 \text{ V}$ 。則流

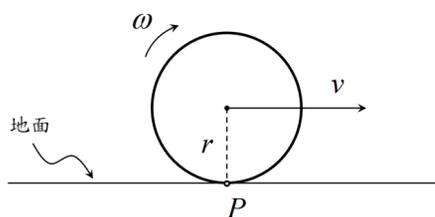
經中間電阻  $R_3$  的電流大小為 \_\_\_\_\_ A



20. 原靜止、質量為  $m$  的氫原子，由於內部電子從  $n = 2$  軌道躍遷至  $n = 1$  軌道而發射出光子。若不考慮原子後退效應，發射光子的波長為  $\lambda_0$ ；若考慮氫原子在輻射時的力學反衝造成後退的效應，實際發射的光子波長變為  $\lambda$ 。已知氫原子的芮得柏常數為  $R$ ，普朗克常數為  $h$ ，真空光速為  $c$ 。試求因反衝效應造成的「波長相對變化率」 $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$  為何？（請以  $m, h, R, c$  符號表示，並可假設波長變化很小  $\lambda \approx \lambda_0$ ，可作一階近似）

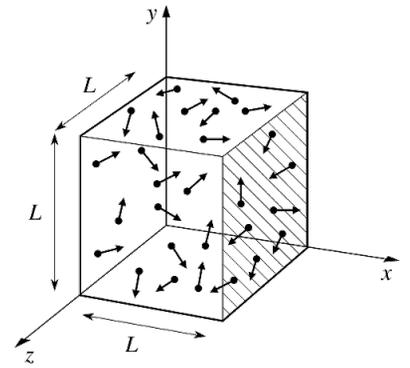
**第二部分：計算題（共 4 題，每題 10 分），作答時需詳述演算過程與清楚標明答案，否則不予計分。**

1. 一均勻圓環，半徑為  $r$ ，質量為  $M$ ，以對稱軸轉動之轉動慣量為  $I = Mr^2$ 。圓環在一粗糙的地面上運動，圓環與地面摩擦係數  $\mu$  為定值。圓環的運動可分為圓環的質心平移和圓環繞質心的轉動。設質心平移速度為  $v$ （向右為正），繞質心的轉動角速度為  $\omega$ （設順時鐘方向為正），如圖所示。



- (1) [2 分]  $P$  點相對於地面的速度若為零，就是圓環純滾動的條件。若一開始  $t = 0$  時， $v = v_0$ ， $v_0 > 0$ ， $\omega = 0$  圓環不滿足純滾動的條件。這時有摩擦力作用在  $P$  點，請問這時候作用在圓環上的摩擦力方向為向左還是向右，為什麼？
- (2) [4 分] 圓環在摩擦力的作用下，質心速度與角速度將會開始發生變化。請寫出在  $t = 0$  後，質心速度與角速度隨時間的關係  $v(t)$  和  $\omega(t)$ ，並說明圓環在什麼時刻開始作純滾動？
- (3) [4 分] 請計算由  $t = 0$  至達到純滾動這段期間摩擦力對圓環圓環作功為何？

2. [計算]請用微觀氣體動力論觀點推導正方形容器內單原子分子氣體說明氣體壓力形成的原因，分子之間、分子與器壁之間的碰撞均為彈性碰撞。假設容器的體積為  $V$ 、氣體分子的方均根速率為  $v_{rms}$ 、氣體分子數為  $N$ 、每個氣體分子的質量為  $m$ ，請按照你的教學習慣書寫氣體動力論推倒過程，並包含以下列點要求：



- (1) 推導過程中請說明速度平方的平均  $\overline{v^2} = \overline{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$  是否會等於各方向速度平方的平均之和  $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$ 。

- (2) 推導過程中請說明方均根速率  $v_{rms}$  的定義。

- (3) 請用分子撞擊容器器壁觀點說明氣體壓力，過程中需說明如何決定分子的碰撞時間。

- (4) 請證明氣體分子的平均動能  $K = \frac{3}{2}kT$ ， $k$  為波茲曼常數， $T$  為絕對溫度。

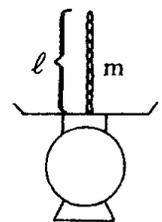
3. 假設地球的質量為  $M$ 、半徑為  $R$ (可視為均勻球體)，並且有一質量為  $m$  的物體位於地球表面上。該物體以初速度為  $v = \sqrt{gR}$ ，用仰角為 30 度的方向射出(不考慮空氣阻力和地球自轉)。地表的 gravity 加速度為  $g$ 。請回答以下問題：

- (1) [3 分]物體射出後，離地心最遠的距離是多少?(用  $R$  表示)

- (2) [3 分]承上題，此時物體的速度大小為多少?(用  $g$ 、 $R$  表示)

- (3) [4 分]該物體返回地表所需的時間是多少?(用  $g$ 、 $R$  表示)

4. 如右圖所示，質量為  $m$  長度為  $\ell$  的柔軟均勻鐵鍊從秤盤上方釋放，不計空氣阻力且重力加速度為  $g$ 。假設鐵鍊落於秤盤後瞬間靜止於秤盤上而不反彈，試回答下列各題：



- (1) [2 分]鐵鍊落在秤盤過程中，秤盤的最大讀數為？

- (2) [4 分]鐵鍊落在秤盤過程中，假設落於且靜止於秤盤上的鐵鍊長度為  $x$  ( $x \leq \ell$ )，此時秤盤讀數為  $F$ ，試求  $F$  對  $x$  的關係式為何？

- (3) [4 分]承上題，令鐵鍊落下瞬間為  $t = 0$ ，請在下圖繪製出秤盤讀數  $F$  對下落時間  $t$  的關係圖，並於圖上座標軸處標示全部鐵鍊落於秤盤上的時刻。(請在答案卷上作圖)



試題結束

臺北市立建國高級中學 115 學年度  
第 1 次正式教師甄選物理科參考答案

第一部分：填充題（共 20 題，每題 3 分）

1. $g - \frac{B^2 \ell^2 v}{mR}$	11. 87
2. $a \cdot \cos\theta + g \cdot \sin\theta$	12. $2f - F = L$
3. $2v_0 \sin\theta t - gt^2$	13. (1) $R_1$ (2) 4volt
4. $\frac{mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2mghk}}{k}$	14. $8h \sin\theta$
5. $\frac{V_a a + V_b b}{a + b}$	15. $\frac{\mu W}{\sqrt{1 + \mu^2}}$ 或 $\frac{\mu W}{\mu \sin\theta + \cos\theta}$ $W$ 也可用 $Mg$ 表示
6. $\frac{100}{21} < \lambda < \frac{100}{19}$	16. 0.6R
7. 40	17. $-\frac{\rho a^2}{4\epsilon_0} \left(1 + 2\ln \frac{r}{a}\right)$
8. (1) $16 \text{ m/s}^2$ (2) $8 \text{ m/s}^2$	18. $5P_0 V_0 + 11 \frac{kV_0^2}{S^2}$
9. $\sqrt{7gR}$	19. 1
10. 本題為多選題，全對才給分 (C)(D)	20. $\frac{3hR}{8mc}$

臺北市立建國高級中學 115 學年度  
第 1 次正式教師甄選物理科參考答案

第二部分：計算題（共 4 題，每題 10 分），公告只提供簡答。

計算第 1 題：

$$(1) \text{向左} \quad (2) \begin{cases} \omega(t) = \frac{\mu g}{r} t \\ v(t) = v_0 - \mu g t \end{cases} \quad (3) \frac{1}{4} M v_0^2$$

計算第 2 題：略

$$\text{計算第 3 題：} \quad (1) \frac{3}{2} R \quad (2) \frac{\sqrt{3gR}}{3} \quad (3) (1 + \pi) \sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$\text{計算第 4 題：} \quad (1) 3mg \quad (2) F = \frac{3mgx}{\ell} \quad (3) \text{略}$$