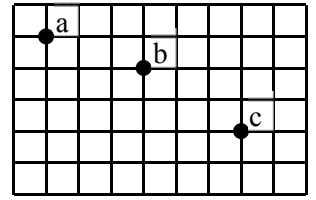


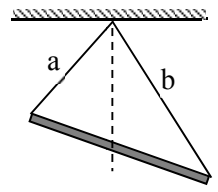
105 年度全國科學班試辦聯合學科資格考物理科試題卷

一、單一選擇題：(每題 4 分，共 36 分)

1. 以初速度  $v_0$  水平拋出一小球，並用一張每一方格邊長為  $L$  的方格紙紀錄該物體的運動軌跡， $g$  為重力加速度。若小球軌跡通過圖中 a、b、c 三點，a 點不是拋射點，則小球平拋的初速度  $v_0$  為何？ (A)  $\sqrt{3gL}$  (B)  $2\sqrt{gL}$  (C)  $\sqrt{5gL}$  (D)  $\sqrt{7gL}$  (E)  $3\sqrt{gL}$

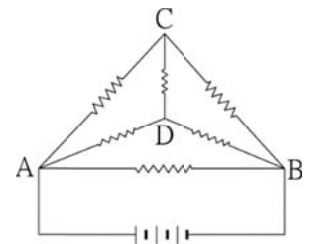


2. 如圖所示，一根質量分佈不均勻之木棒兩端各以長度為  $a$  與  $b$  之輕繩懸於天花板上同一點，若棒之重心與棒子左右兩端距離比為 2：3，則左、右兩條繩張力之比為何？ (A) 2：3 (B) 3：2 (C)  $3a：2b$  (D)  $2a：3b$  (E)  $3b：2a$

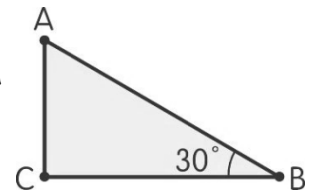


3. 一電臺有兩個播放天線，其頻率為  $10^3$  kHz，今欲使其播送之電磁波，不會產生任何一條節線，避免在節線上的人收不到廣播的訊號，則兩天線間之距離應如何？ (A) 大於 150 m (B) 小於 150 m (C) 大於 150000 m (D) 小於 150000 m (E) 小於 300 m。

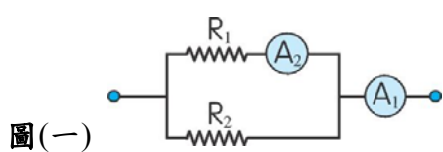
4. 如圖之電路中六個電阻器之電阻均為  $4.0 \Omega$ ，電池阻無內電阻，導線電阻可忽略，且電池組的端電壓  $V_{AB}=6.0$  V。則六個電阻器所消耗之總電功率為何？ (A) 18 W (B) 14 W (C) 12 W (D) 8.0 W (E) 2.0 W



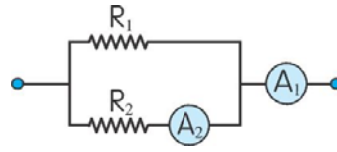
5. 如圖所示，均勻電場中有 A、B、C 三點，它們的電位分別為  $V_A = 80$  V、 $V_B = -40$  V、 $V_C = 20$  V。若  $\overline{AB}$  長為 10 cm， $\overline{AC} \perp \overline{BC}$  且  $\angle ABC = 30^\circ$ ，則此均勻電場的強度  $E$  之量值多少 V/m？ (A) 200 (B)  $200\sqrt{3}$  (C) 400 (D)  $400\sqrt{3}$  (E)  $800\sqrt{3}$



6. 如下圖(一)所示， $R_1$  與  $R_2$  為兩個不同的電阻， $A_1$ 、 $A_2$  是兩個相同的毫安培計，內電阻不可忽略。當電路兩端接入一固定電壓的電源時， $A_1$  讀數為 3 mA， $A_2$  讀數為 2 mA。現如將  $A_2$  改接在  $R_2$  所在分路上，如下圖(二)所示，再接入原來的固定電壓電源，則關於  $A_1$  與  $A_2$  的讀數情況，下列敘述何者正確？



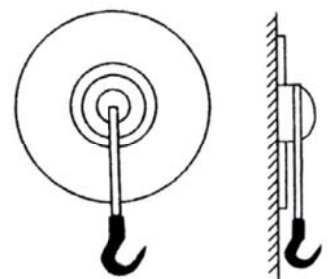
圖(一)



圖(二)

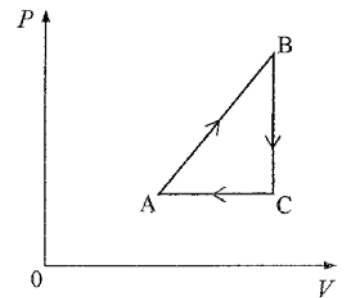
- (A)  $A_1$ 、 $A_2$  均增大 (B)  $A_1$  增大， $A_2$  減小 (C)  $A_1$  減小， $A_2$  增大  
(D)  $A_1$ 、 $A_2$  均減小 (E)  $A_1$  不變， $A_2$  減小。

7. 右圖為一種吸盤式掛鈎的示意圖。使用時，將吸盤緊壓在平整且清潔的鉛直牆面上，再將物品掛上掛鈎。已知吸盤的外直徑為 4.0 cm，並假設吸盤與牆面完全接觸，中間沒有任何空氣。如果此掛鈎最多能掛物體的重力是 25 N，則吸盤與該牆面間的最大靜摩擦係數約為多少？(此時外界大氣壓力設為  $1.0 \times 10^5$  Pa)  
(A) 0.10 (B) 0.20 (C) 0.40 (D) 0.60 (E) 0.80



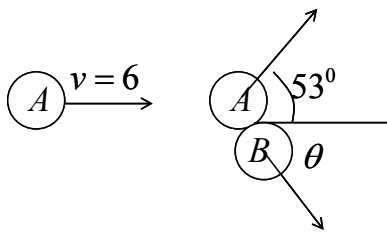
8. 質量為  $m$  的質點，從高  $H$  的斜板頂端靜止開始下滑。如果斜板光滑，則到達底端之時間為  $T_1$ 。另一質量相同、半徑為  $R$  之實心小鋼球，也從同一斜面、相同高度靜止開始下滑。斜板粗糙使鋼球以純滾動的方式滾到底端，鋼球對質心的轉動慣量  $I$  為  $\frac{2}{5}mR^2$ ，則其到達底端之時間為  $T_2$ 。則  $T_2/T_1 = ?$
- (A) 1 (B)  $\frac{5}{2}$  (C)  $\sqrt{\frac{5}{2}}$  (D)  $\frac{7}{5}$  (E)  $\sqrt{\frac{7}{5}}$

9. 在一唧筒中封有定量的單原子理想氣體，此系統自起始狀態 A，緩慢變至狀態 B，再緩慢變至狀態 C，然後緩慢回至狀態 A，如圖的箭矢方向所示。已知  $V_C = 2V_A$  及  $P_B = 3P_A$ ，在完整一次由  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  的變化過程中，由外界輸入系統的熱量為
- (A)  $\frac{1}{2}P_A V_A$  (B)  $P_A V_A$  (C)  $2P_A V_A$  (D)  $3P_A V_A$  (E)  $4P_A V_A$  (以參數  $P_A$  和  $V_A$  表示之)。



二、多重選擇題：(每題 4 分，共 20 分)

10. 在光滑水平面上，A 球質量 2.0 kg，以 6.0 m/s 速率撞靜止之 B 球，撞後 A 球以 5.0 m/s 速率與原來方向夾  $53^\circ$  方向運動。考慮動量守恆與碰撞前後動能的關係，則有關 B 球質量與碰撞後的速率，可能為下列何種組合？
- (A) 2.0 kg, 3.0 m/s (B) 3.0 kg, 2.0 m/s (C) 4.0 kg, 2.5 m/s (D) 5.0 kg, 2.0 m/s (E) 10.0 kg, 1.0 m/s。



11. 一條繩子長度為 200.0 cm，現以繩子伸展方向為  $x$  軸方向，繩子的一端固定在  $X=0$  處。以攝影機連續三分鐘拍攝繩子的振動後，分析每隔 0.10 s 繩子在  $y$  方向的位移，所得數據如下表所示。第二、三列分別為觀測到  $X=50.0$  cm 和  $X=60.0$  cm 處繩子在  $y$  方向的位移。

表格 1 (觀察時間為 1.3 s 時與 0.1 s 時的數據相同，依此類推)

觀察的時間(s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	...
$X=50$ cm 處位移(cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
$X=60$ cm 處位移(cm)	0	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00	-0.50	-0.87	-1.00	-0.87	-0.50	0	...

由表格 1 可知，下列敘述哪些正確？

- (A) 此繩波為駐波 (B) 繩波向  $+x$  方向傳遞 (C) 繩波週期為 0.6 s  
 (D) 繩波波長不可能為 30.0 cm (E) 60.0 cm 處不可能是波腹

12. 下圖為光電效應實驗中，入射光頻率  $f$  與截止電壓  $V_{\text{stop}}$  的關係圖，四條直線相互平行，分別代表電子入射銻、鉀、鈉、鋰四種不同金屬靶，則關於光電效應實驗的敘述，下列哪些正確？(普朗克常數  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ )

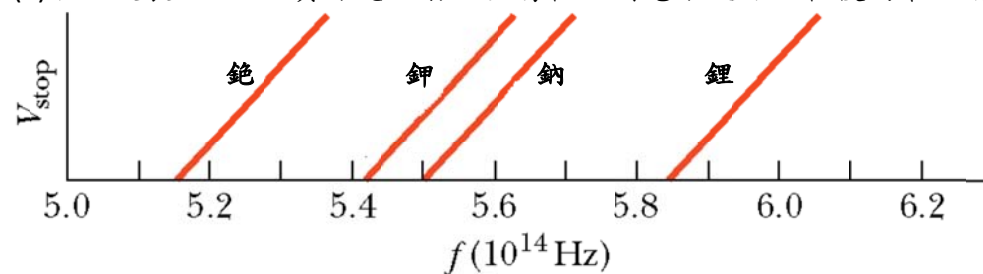
(A) 圖形的斜率為  $\frac{e}{h}$

(B) 四種金屬靶的功函數大小關係為銻 < 鉀 < 鈉 < 鋰

(C) 鈉金屬的功函數約為 2.30 eV

(D) 若以波長 550 nm 黃綠光照射此四種金屬靶，皆可產生光電效應

(E) 若以波長 550 nm 黃綠光照射銻金屬靶，則電子脫離銻靶後的最大動能為 2.10 eV



13. 下列有關波耳氫原子模型的敘述哪些正確？

(A) 電子由  $n=1$  能階躍遷至  $n=2$  能階，電位能改變 20.4 eV

(B) 電子由  $n=2$  能階至  $n=1$  能階，輻射光子的波長約為 121.6 nm

(C) 使氫原子由基態游離所需的能量為 6.80 eV

(D) 電子由  $n=1$  能階躍遷至  $n=4$  能階，須吸收  $3.04 \times 10^{-18} \text{ J}$

(E) 基態的電子圓周運動半徑為 0.053 nm，此電子的物質波波長為  $3.33 \times 10^{-10} \text{ m}$

14. 小強將 L、M、N 三種單色光在同一雙狹縫的裝置上作繞射實驗，在所有實驗條件相同狀況下，L、M、N 三種單色光分別在屏幕上獲得如下圖的三種干涉條紋，則下列敘述哪些正確？

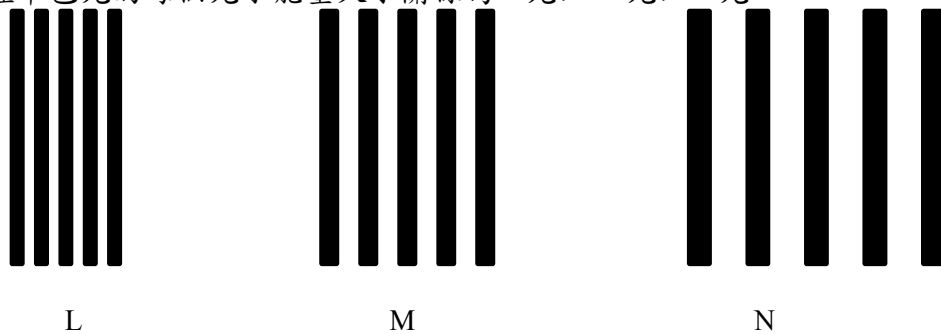
(A) 三種光在水中傳播的速度相同

(B) L 光在水中傳播的速度最慢

(C) N 光的頻率最高

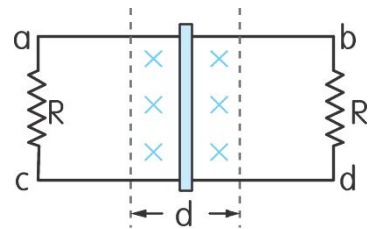
(D) 三種單色光波長大小關係為 L 光 > M 光 > N 光

(E) 三種單色光的每個光子能量大小關係為 L 光 > M 光 > N 光

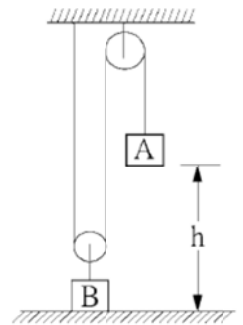


三、填充題：(每題 4 分，共 32 分)

15. 如右圖所示，相距為  $L$  的平行金屬導軌  $ab$ 、 $cd$  兩端各接有一電阻  $R$ ，而垂直於導軌平面的均勻磁場，其量值為  $B$ 。今將電阻為  $R$  的金屬棒以速度  $v$  等速拉過寬度為  $d$  的磁場區域，若摩擦不計，導軌電阻不計，則在此通過磁場的過程中，通過  $ac$  的電流為何？



16. 如右圖，滑輪、繩子質量不計，忽略一切阻力， $A$ 、 $B$  的質量均為  $m$ ， $B$  靜置於地面， $A$  由離地面高度  $h$  處，自靜止釋放，當  $A$ 、 $B$  等高時， $B$  的速度量值為何？( $g$  為重力加速度)

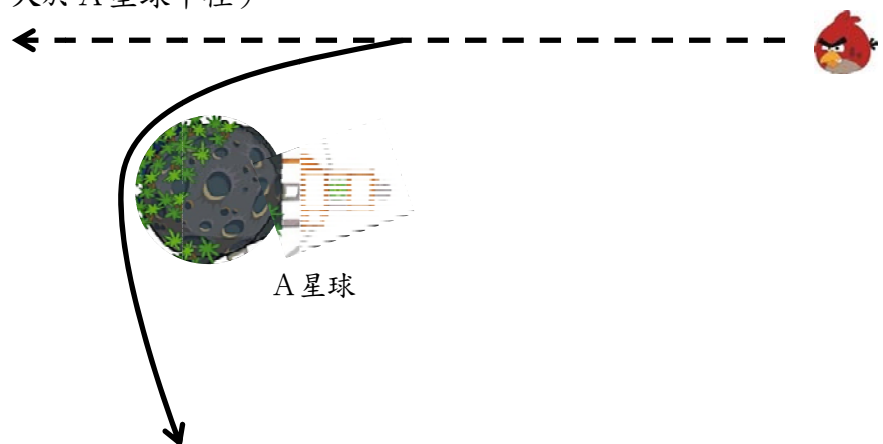


17. 一密閉且對外完全絕熱的氣室內，充有  $n$  莫耳的單原子理想氣體，其溫度為  $T_1$ 。今將一熱容量為  $C$  (J/K)、溫度為  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ) 的小塊金屬移入氣室內，則氣室內的氣體最後達成熱平衡時的溫度為何？。(理想氣體常數為  $R$ )

18. 質量為  $100\text{ g}$  的鉛彈，以  $200\text{ m/s}$  的速度射入質量為  $1.90\text{ kg}$  的靜止靶而未穿出。若靶可以自由移動，若損失的動能全部變為熱，其中一半被鉛彈吸收，問其溫度升高約多少  $^{\circ}\text{C}$ ？(算至小數點第一位)

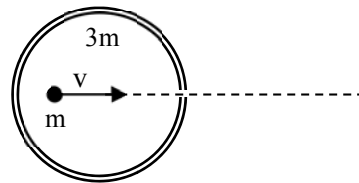
(已知鉛的比熱為  $0.0300\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ 、熱功當量為  $4.20\frac{\text{J}}{\text{cal}}$ )

19. Roivo 娛樂公司於 2012 年推出「Angry Birds Space」憤怒鳥太空版，最大特色在於當你在外太空投擲憤怒鳥時，牠會呈現出宇宙漂浮無重力的狀態，一直到牠被星球重力吸引後，才會以繞行星球的軌跡移動。假設憤怒鳥不受 A 星球影響，以速度  $v$  等速直線運動 (如圖中虛線所示)，與 A 星球質心最近距離為  $b$ 。若在 A 星球引力作用下，憤怒鳥的軌跡為一條以 A 星球為焦點的雙曲線 (如圖中實線所示)，當憤怒鳥離 A 星球質心最短距離  $d$  時，此時憤怒鳥的速度量值為何？(假設 A 星球位置固定、 $d$  大於 A 星球半徑)

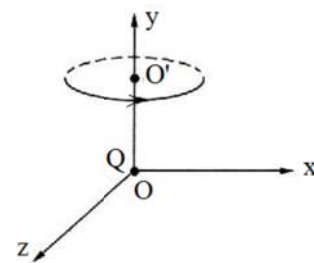


20. 楊氏雙狹縫干涉中，如果將雙狹縫中之一狹縫以折射率為  $1.50$  的玻璃片遮住。原來未蓋上玻璃片時之中央亮帶的位置變為暗紋，假設此單色光在空氣中的波長為  $600\text{ nm}$ ，則玻璃片的厚度最小為多少？

21. 一個可以自由移動的絕緣體球殼質量  $3m$ 、半徑  $R$ 、均勻帶電  $+Q$ ，其內部有一質點質量  $m$ 、電量  $-q$ 。若該質點自球殼內任一點沿直徑方向以某初速  $v$  射出，其恰能穿過球殼上一小孔，且最遠與球心相距  $2R$ 。若只計靜電力作用，庫倫常數  $k$ ，則質點之初速度  $v$  量值應為何？



22. 在如圖所示的直角坐標中，座標原點  $O$  處固定有正電荷  $Q$ ，另有平行於  $y$  軸、方向向下之均勻磁場。一個質量為  $m$ 、帶電量為  $+q$  的微粒恰能以  $y$  軸上  $O'$  點  $(0, a, 0)$  為圓心作等速圓周運動，其軌跡平面與  $xz$  平面平行，角速度為  $\omega$ ，旋轉方向如圖中箭頭所示。試求此均勻磁場大小若干？（設重力加速度為  $g$ ）



#### 四、計算、問答、實驗題 (共 12 分)

##### 【實驗題】

23. 在凹透鏡成像的實驗中，可利用視差法測得成像位置。下圖為實驗的部分裝置，光源置於位置 A，凹透鏡置於位置 B，試回答下列問題：



- (1). 圖中還少了作記號的細鐵絲，應置於圖中甲、乙、丙哪一區？ (2 分)
- (2). 當凹透鏡的像與細鐵絲間無視差現象時，細鐵絲的位置為 C (圖中未標示)。測量光源到凹透鏡距離  $\overline{AB}$  為  $x$ ，光源到細鐵絲的距離  $\overline{AC}$  為  $y$ ，請將成像公式  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$  的凹透鏡焦距  $f$  以  $x$ 、 $y$  表示。  
(正負號錯誤不給分，全對才給分) (2 分)

##### 【計算問答題】

24. 1995 年，美國費米國家實驗室在質子、反質子對撞機的實驗中，觀察到了頂夸克，測得它的靜止

質量  $m_t = 1.75 \times 10^{11} \text{ eV} / c^2 = 3.11 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ，壽命  $\tau = 4.00 \times 10^{-25} \text{ s}$ 。

(A). 正、反頂夸克之間的強交互作用力可寫為  $F(r) = k \frac{4a_s}{3r^2}$ ，式中  $r$  是正、反頂夸克之間的距離，為估算正、反頂夸克能否構成一個處在束縛穩定態的系統，可把此束縛狀態設想為正、反頂夸克在彼此間的吸引力作用下繞他們連

線中點做等速圓周運動。已知處於束縛穩定態的正、反頂夸克滿足量子化條件  $2mv\left(\frac{r_0}{2}\right) = n \frac{h}{2\pi}$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ , 量子數)，

式中  $mv\left(\frac{r_0}{2}\right)$  為一個粒子對其軌道圓心的角動量。

- (3) 試用波耳理論求系統處於基態時正、反頂夸克之間的距離  $r_0$ ？ (2 分)

(4) 已知  $a_s = 0.319 \times 10^{-25} \text{ J} \cdot \text{m}$ ， $k = 0.12$ ，普朗克常數  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ，計算出正、反頂夸克之間的距離  $r_0 =$  多少公尺？ (2 分)

(B). 利用半徑與速率，試求正、反頂夸克在上述設想的基態中做等速圓周運動的週期。

- (5)  $T =$  多少秒？ (2 分)

(6) 你認為正、反頂夸克的這種束縛狀態存在嗎？ (2 分)