

請考生依指示  
填寫准考證末兩碼

--	--

國立臺灣大學  
106 學年度高中科學班資格測驗試題本  
物理

—作答注意事項—

考試時間：共 120 分鐘（請自行斟酌分配時間）

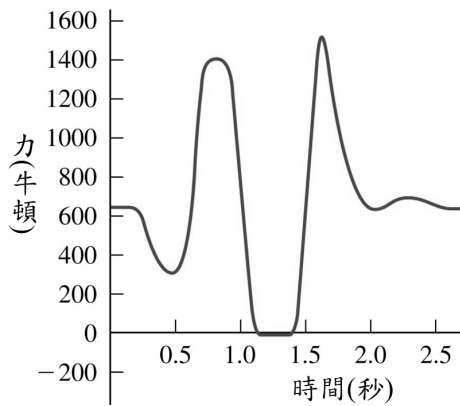
作答方式：務必作答於「各科答案卷上」，請以黑色或藍色原子筆、鋼珠筆或中性筆作答，並標明題號。

祝考試順利！

請聽到鈴(鐘)聲響後，於題本右上角方格內填寫准考證末兩碼，再翻頁作答。

**第一題：**(共 12 分)

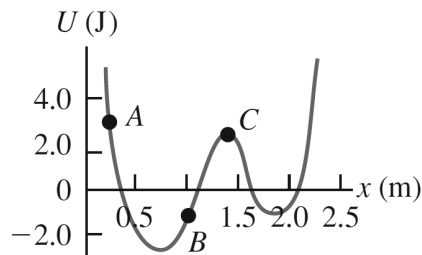
當體重 50 公斤的體操選手在地板上進行跳躍時，可以直接測量體操選手的腳和地面之間的作用力。在地板上執行的垂直跳躍所需要的力與時間的曲線圖如下圖所示。



- (1) 0 到 1.0 秒之間，第 0.5 秒瞬間正好是力量值最低點，請描述第 0.4 秒發生什麼事？(4 分)
- (2) 整個過程，有幾次重心向上？(4 分)
- (3) 第 1.0 秒至 1.25 秒之間，選手的加速度約為多少？(4 分)

**第二題：**(共 20 分)

質點沿著  $x$  軸移動，受到平行於  $x$  軸方向的保守力作用。下圖是質點在保守力作用下的位能函數圖。質點在 A 處由靜止狀態開始釋放。



- (1) 質點在 A 時，受到保守力的方向為何？如何決定？(2 分)
- (2) 在 B 點受到保守力作用的方向為何？如何決定？(2 分)
- (3) 質點在  $x$  軸上運動，在哪一個位置，動能最大？為什麼？(2 分)
- (4) 質點在 C 時，受力情形為何？如何決定？(2 分)
- (5) 質點運動期間可能達到  $x$  的最大值是多少？如何決定？(2 分)
- (6) 質點位在哪個位置是穩定平衡？為什麼？(2 分)
- (7) 質點位在哪個位置是不穩定的平衡？為什麼？(4 分)

- (8) 請以位置  $x$  為橫軸，質點所受保守力  $F$  為縱軸，依下圖的資訊畫出  $F$ - $x$  關係圖。記得標示坐標值與單位。(4分)

**第三題：**(共 16 分)

兩位漂流在外太空的太空人，其中一位質量為 62 公斤，另一個質量為 74 公斤，兩個人最初相距 21.0 公尺，並且都保持靜止。我們將太空人視為兩個質點。

- (1) 兩位漂流在外太空的太空人，在不考慮兩人形成的系統之外的外力影響下，是否可能會合？請說明判斷原因。(4分)
- (2) 畫出每位太空人的受力圖。(4分)
- (3) 如果太空人的加速度保持不變，在與對方相遇之前他們必須等待幾天？(4分)
- (4) 他們的加速實際上是如何改變？(4分)

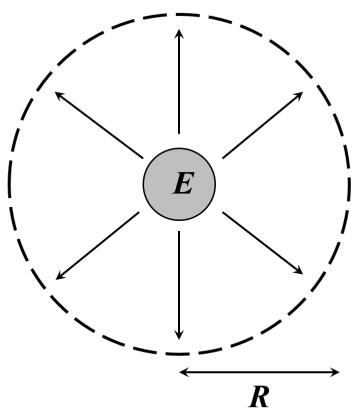
**第四題：**(共 16 分)

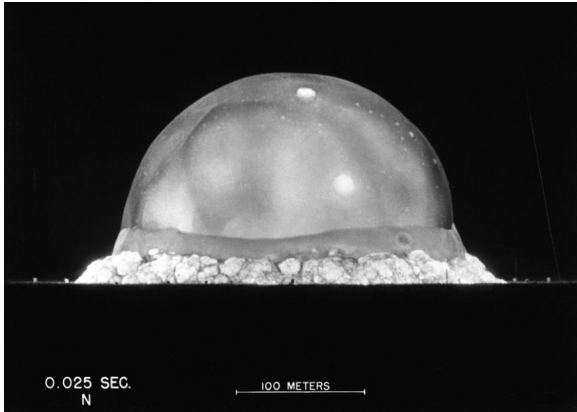
1945 年，在美國新墨西哥州進行的原子彈試爆留下許多高速攝影照片。第二次世界大戰結束之後，部分照片於 1947 年在美國的周刊雜誌《生活》(Life)雜誌上刊登出來。在當時，原子彈的釋放能量仍然是個機密，然而英國物理學家 Geoffrey Ingram Taylor 憑藉這些照片的訊息，就能夠估計原子彈的釋放能量大小。

事實上，1945 年第一顆原子彈的能量相關細節，一直到 1960 年代都還列為機密。Geoffrey Ingram Taylor 利用因次分析(dimensional analysis)的方法，帶入原子彈爆炸之後，蕈狀雲隨時間擴張膨脹的演變過程，相當精確地估計了原子彈的爆炸威力。照片顯示第 0.025 秒瞬間的狀況，及其空間尺度。

Geoffrey Ingram Taylor 的估算過程如下，

爆炸作用的區域外觀視為隨時間向外擴展的球形。其邊緣是的震波(shock wave)，如圖所示。





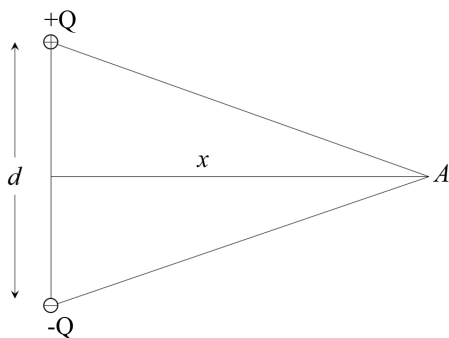
假設  $R$  為震波的半徑， $E$  是爆炸釋放的能量， $t$  是爆炸發生之後經過的時間， $\rho$  是周圍環境的空氣密度。由於  $\rho$  通常是已知的，因此依據測量得到的  $R(t)$  數據，即可估計  $E$ 。

- (1) 假設比例常數為 1，請寫出關係式  $E = E(\rho, R, t)$ 。(4 分)
- (2) 請以詳細步驟說明，推估原子彈釋放出來的能量  $E$ ，[SI 制表示]。(6 分)
- (3) 若每一公克的黃色炸藥(TNT)爆炸會釋放出 4200 焦耳(Joule)左右的能量，上述能量相當於多少公噸的黃色炸藥爆炸所產生的能量。(2 分)
- (4) 請以聲波觀點，嘗試說明照片當中震波(shock wave)出現的原因。(4 分)

**第五題：**(共 20 分)

空間當中電偶極(electric dipole)包含一正電荷帶電量  $+Q$  及一負電荷  $-Q$ 。

- (1) 請計算距離電偶極中心點外  $x$  處，點  $A$  的電場  $\vec{E}$ 。(4 分)
- (2) 請說明當  $x \gg d$  時，電場  $\vec{E}$  的數學型式。(4 分)
- (3) 請以上題結果，試著說明科學家定義電偶極矩(electric dipole moment)為  $\vec{p} = Q\vec{d}$  的用意，當中向量  $\vec{d}$  的方向是由負電荷指向正電荷方向。(4 分)
- (4) 請說明電偶極放置在一個穩定電場  $\vec{E}$  當中，電偶極所受電場  $\vec{E}$  所造成的力矩為何？(4 分)
- (5) 若定義  $\vec{d}$  與外加穩定電場  $\vec{E}$  的夾角為  $\theta$ ，請畫出電偶極矩在穩定電場  $\vec{E}$  當中的電位能  $U = U(\theta)$  與  $\theta$  的關係圖。(4 分)



**第六題：**(共 12 分)

- (1) 電流四周產生的磁場，是保守場(conservative field)嗎？為什麼？(4 分)
- (2) 電磁爐加熱金屬鍋具的過程中，電場和磁場是如何交互作用？(4 分)
- (3) (2)小題當中的電場是保守場(conservative field)嗎？為什麼？(4 分)

**第七題：**(共 4 分)

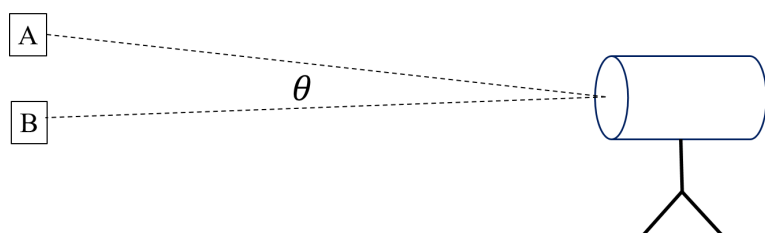
為了瞭解光學儀器觀察分辨物體的能力，雷利(Rayleigh)依據繞射理論提出雷利準則(Rayleigh's criterion)，其關係式表示如下

$$\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

其中  $\lambda$  是觀測光波長，D 是光學儀器口徑，表示了一個光學儀器的角解析度(Angular resolution)，若光學儀器和所觀察的兩個相鄰物體之間的夾角小於  $\theta$ ，光學儀器的觀察者便無法分辨出有兩個物體。

哈伯太空望遠鏡的口徑為 2.4 公尺，觀測可見光波段(波長 380-750 奈米)。如果將哈伯太空望遠鏡轉換為監視用途，拿來看地球表面，假設在最佳觀測條件下，像是天氣狀況佳，請討論透過哈伯太空望遠鏡，可以分辨一塊放在地面上的汽車牌照大小的物體(不是字母或數字，只是牌子本身)

- (1) 請依據繞射理論說明雷利準則。(2 分)
- (2) 請算出哈伯太空望遠鏡可以距離地球表面的最大高度？(2 分)



請翻頁繼續作答

物理常數表

物理量	物理量中文	符號	數值	單位
speed of light in vacuum	真空光速	c	$2.99\ 792\ 458 \times 10^8$ (定義)	$\text{m s}^{-1}$
permittivity of free space	真空電容率	$\epsilon_0 = 1/\mu_0 c^2$	$8.854187817 \dots \times 10^{-12}$	$\text{m}^{-1}$
permeability of free space	真空磁導率	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$	$12.566370614 \dots \times 10^{-7}$	$\text{N} \cdot \text{A}^{-2}$
gravitational constant	重力常數	G	$6.673 \times 10^{-11}$	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
elementary charge	基本電荷	e	$1.602176462 \times 10^{-19}$	C
magnetic flux quantum	磁通量子	$\Phi_0 = h/2e$	$2.067833636 \times 10^{-15}$	Wb
electron mass	電子質量	$m_e$	$9.10938188 \times 10^{-31}$	kg
proton mass	質子質量	$m_p$	$1.67262158 \times 10^{-27}$	kg
neutron mass	中子質量	$m_n$	$1.67492716 \times 10^{-27}$	kg
Compton wavelength	電子康普頓	$\lambda_c = h/m_e c$	$2.426310215 \times 10^{-12}$	m
Avogadro constant	亞佛加厥常	$N_A$	$6.02214199 \times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
universal gas constant	氣體常數	R	8.314472(15)	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Boltzmann constant	波茲曼常數	$k_B = R/N_A$	$1.3806503 \times 10^{-23}$	$\text{J K}^{-1}$

試題結束