

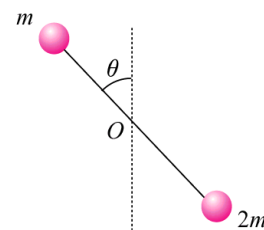
# 國立彰化高級中學 109 學年度科學班甄選【物理科實驗實作】試題

請用原子筆將答案寫在答案卷上

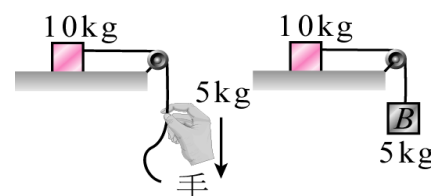
1. 二條平直且互相平行的鐵路上，各有一列火車：甲火車長 300 公尺，以等速 40 公尺/秒前進；乙火車長 100 公尺，靜止在鐵路上，當甲火車尾端通過乙火車頭時，乙火車由靜止開始起動，且以加速度 2 公尺/秒<sup>2</sup>增加至最大速度 60 公尺/秒後維持等速前進。  
則經過\_\_\_\_\_秒後乙火車尾端超過甲火車頭。

2. 將 A、B 兩質點同時從塔頂以相同初速  $V_0$  拋出，A 被垂直上拋，B 被垂直下拋，重力加速度為  $g$ ，則在  $t$  時間後(B 尚未著地)，AB 兩直點間的距離為\_\_\_\_\_。

3. 一長度為  $d$ ，質量可以略去的細桿，其中心點  $O$  固定，兩端各置有質量  $m$  及  $2m$  的質點，細桿與鉛垂方向之夾角為  $\theta=30^\circ$ 。如圖所示。設重力加速度為  $g$ ，則重力對  $O$  點所產生的力矩量值為\_\_\_\_\_。

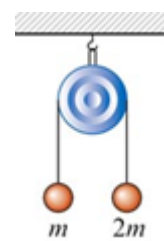


4. 桌面上物體的質量為 10 公斤，左圖用 5 公斤重的力量往下拉，物體的加速度為  $a_1$ 。右圖用質量 5 公斤的 B 物體拉桌面上的物體，物體的加速度為  $a_2$ ，若不計繩重及各項阻力，則  $a_1 : a_2 =$ \_\_\_\_\_。



5. 在某星球表面作自由落體實驗，發現下落同樣距離所需時間為在地球表面的 4 倍，若已知該星球的半徑為地球的 2 倍，則其密度為地球的\_\_\_\_\_倍。

6. 如圖所示，不計滑輪及繩重，兩球質量分別為  $m$  及  $2m$ ，由靜止釋放，則當  $2m$  下降  $h$  高度之後，則  $m$  的速率為何？（重力加速度為  $g$ ；忽略所有阻力）



7. 小明約阿華到家裡做功課，小明端了一杯熱開水給阿華，假設熱開水溫度為  $90^\circ\text{C}$ 、質量為 360 克，則阿華需加入多少克的冰，才可調製成水溫  $40^\circ\text{C}$  的溫水？(設不計熱量散失)

8. 以下圖所示之兩種電路作「歐姆定律」實驗，得到下表的結果。則  $R_2$  的值為\_\_\_\_\_歐姆。

V (伏特)	I (毫安培)	V (伏特)	I (毫安培)
1.000	0.1000	1.050	0.0500
2.000	0.2000	2.100	0.1000
4.000	0.4000	4.200	0.2000

請閱讀下列資料，回答第 9~12 題：

### 一、光通量(luminous flux)及照度(illuminance)。

#### \* 光通量(luminous flux)

我們眼睛所能看見的光之波長約在 400 奈米 (紫光)~750 奈米 (紅光) 之間(註：1 奈米= $10^{-9}$ 公尺)，但眼睛對此段可見光的敏感度卻不完全相同，經實驗顯示，人眼對波長 555 奈米的黃綠光最敏感。也就是說，即使各色光每秒有相同能量照射眼睛，人眼會覺得黃綠色光最亮。若以 555 奈米的色光為基準(敏感度定為 1)測量出其他色光對眼睛的相對敏感度可繪出**視覺敏感度曲線**(如圖)，一般稱為**發光效率**。計算各色光單位時間通過的能量，乘上該波長的發光效率(視覺敏感度曲線)，再乘上人為的倍數 683，此種合成量稱為光源的「光通量」。光通量的標準單位稱為「流明」(lm)。即

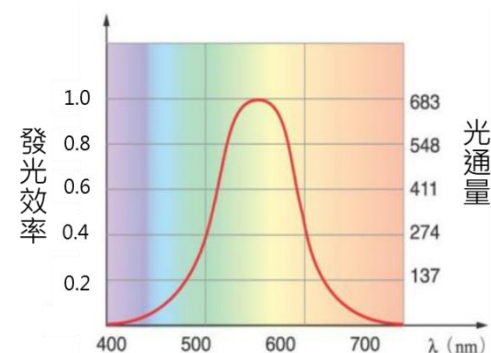


圖 視覺敏感度曲線  
將最大值的發光效率放大為 683 倍，  
則其他發光效率將相對放大。  
λ 為波長(單位為 nm， $10^{-9}$ 公尺)

$$\text{光通量(流明)} = 683 \times \text{發光效率(視覺敏感度曲線)} \times \text{光源的發光功率(瓦特)}$$

傳統鎢絲燈泡是利用電流通過鎢絲，使其溫度升高至約  $2500^{\circ}\text{C}$  的高熱而發光，但其中電能約有 90% 消耗成熱。一般光源所謂的「發光效率」是指提供之流明數對消耗瓦數的比值，所以可知鎢絲燈泡的發光效率是很低的。而日光燈或 LED 燈則不是利用高熱放光，所以發光效率比鎢絲燈泡高。LED 燈泡的發光效率一般可達每瓦 80 流明以上，而傳統白熾燈泡的發光效率一般為每瓦 10 流明，日光燈大約為每瓦 50-60 流明。因此選購時，依據相同光通量的基礎選購發光效率高的 LED 燈泡，可達到替代效果並節省可觀的電費。

依據 CNS 15630 附錄 I 的對照表可知：如果想替換傳統 60 瓦白熾燈的亮度，相對選購的 LED 燈泡的光通量約為 800 流明。如果是替換 100 瓦白熾燈的亮度，大概需要 1500 流明左右的光通量。

傳統白熾燈泡瓦數(w)	LED 燈泡額定光通量之對應值(lm)
15	136
25	249
40	470
60	806
75	1055
100	1521

#### \* 照度(illuminance)

照度指在被照物體表面單位面積所接受到的光通量，單位稱為「勒克斯(lux，簡記為 lx)」。1 勒克斯代表每平方公尺有 1 流明之光通量。光源的光通量、物體至光源的距離都會影響被照射物體的照度。以點光源為例，若光源發出固定之光通量，則落在以光源為圓心，各種不同半徑的整個球面上的光通量皆相同。因此距離點光源  $r$  處的**照度=光通量 $\div 4\pi r^2$** ，也就是照度與點光源之光通量呈正比，與點光源的距離平方成反比。

9. 由以上資料判斷下列敘述，對的請寫「O」，錯的請寫「X」。

- (1) 由電燈的光通量大小可判斷電燈是否省電。
- (2) 各色光每秒有相同能量照射眼睛，人眼會覺得各色光亮度相同。
- (3) 依據能量守恆，燈泡可將 1 焦耳的電能轉換成 1 焦耳的光能。
- (4) 「光通量」的單位為「流明」，其因次與功率的單位「瓦特」相同。
- (5) 若消耗瓦數相同時，日光燈提供的流明數較鎢絲燈泡高，人眼感覺日光燈較亮。
- (6) 「照度」的單位為「流明 $\div$ 平方公尺」。

10. 有一紅色燈泡可發出波長為 650 奈米、30 瓦特的紅色光，此紅色光所對應的視覺敏感度約為 0.1，求此燈泡之光通量為多少流明？
11. 若以 LED 燈泡取代傳統 60 瓦白熾燈泡，以 LED 燈泡發光效率每瓦 80 流明來估計，以單一燈泡每天使用 6 小時，平均電價每度 3 元來簡單試算，一個月 30 天約可節省電費\_\_\_\_\_元。
12. 有光通量為 400 流明與 900 流明的兩點光源，相隔 5 公尺，在垂直兩光源連線之間放置一不透明壓克力板，欲使壓克力板兩面所接受的照度相同，則壓克力板應置於距 400 流明的光源處多少公尺？

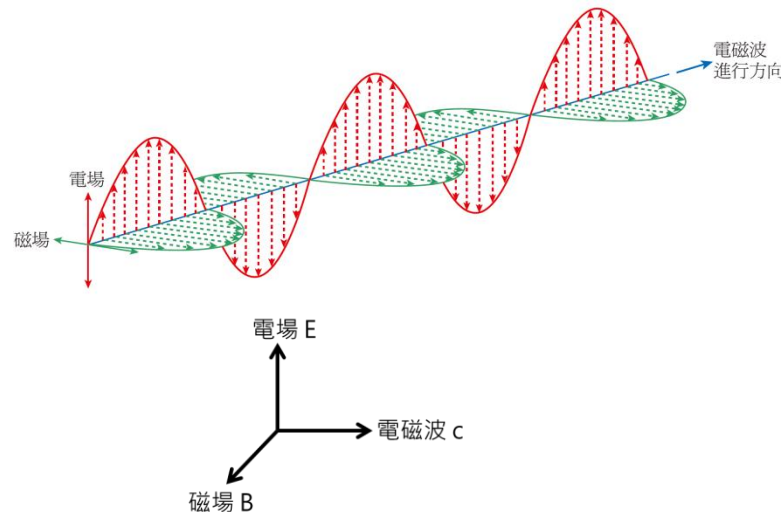
請閱讀下列資料，回答第 13~16 題：

## 二、馬克士威的電磁理論

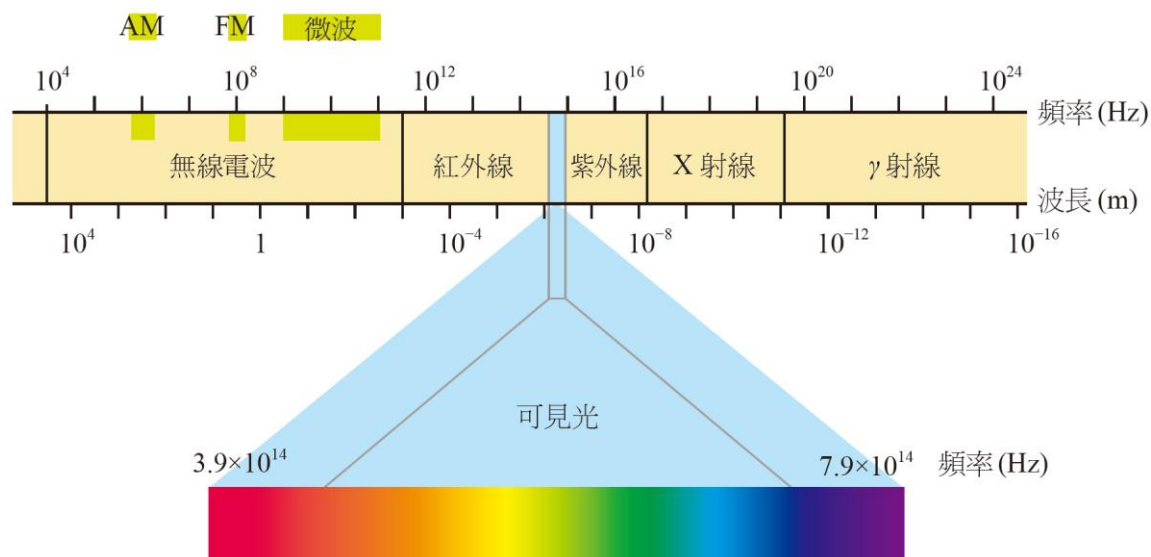
由馬克士威方程式可得出一組波動方程式，顯示了一個很重要的結果，即振盪的電荷或隨時間作週期性變化的電流，會產生電磁波，此電磁波的傳播速度，與真空中的光速（ $3 \times 10^8$  公尺/秒）相等，因此馬克士威認為光就是一種電磁波。這種假設後來為科學家所證實光是電磁波的一種，只是頻率與波長與一般的電磁波（如無線電波）不同而已。1886~1888 年間，德國物理學家赫茲在實驗室中利用簡單的電磁振盪裝置發射出電磁波，並在距離該裝置的另一處收到此電磁波，因而證實馬克士威的電磁理論。

## 三、電磁波的性質

- (1) 電荷在靜止時或等速運動時不會輻射電磁波，但在加速時可產生電磁波。
- (2) 電磁波傳播不需介質，因此在真空中也能傳播電磁能量。
- (3) 所有電磁波在真空中的速度都相同，與波長的長短（或頻率高低）無關。此速度即為真空中的光速  $c$ ，目前公認的精確值為  $c=299,792,458$  公尺/秒。
- (4) 電磁波為交變的電場  $E$  和磁場  $B$ （方向與量值隨時間而變），電場及磁場的振動方向與波的行進方向三者互相垂直，如圖所示，此種波屬於橫波。



四、電磁波譜：將電磁波依頻率（或波長）範圍條列，並給定對應的名稱，則形成電磁波譜。





13. 下列有關電磁波的敘述，對的請寫「O」，錯的請寫「X」。

- (1) 帶電粒子在真空中等速度及加速度運動，可產生電磁波。
- (2) 電磁波的行進方向與其電場及磁場方向均垂直。
- (3) 赫茲是第一位理論導出電磁波傳播速率者。
- (4)  $\alpha$  射線、 $\beta$  射線、 $\gamma$  射線均為電磁波。
- (5) 電磁波必須依靠介質來傳遞。
- (6) 電磁波的存在驗證了電與磁之間的緊密關係。
- (7) 將電子垂直磁場方向射入磁場中，則電子在磁場中運動時，會輻射電磁波。
- (8) 紅外線與紫外線都能夠折射與反射。
- (9) 一束前進的光，其四周伴有電場與磁場。
- (10) 我們的眼睛能感覺到的電磁波波長的數量級約為  $10^{-9}$  公尺。

14. 某電磁波面對你迎面而來時，已知電場的方向朝右，則磁場方向朝\_\_\_\_\_。

15. 如果浮潛教練帶著防水手機下水，考慮手機發射之電磁波的頻率、波長及波速，何者在水中與在空氣中不同？

16. 臺灣電信業者使用的通信系統，一般稱為 GSM(Global System for Mobile)，其發射頻率為 900、1800 百萬赫。美國電信業者也使用相同的系統，但發射頻率為 850、1900 百萬赫。手機製造業者為配合電信系統，所生產的手機有雙頻機（900、1800 百萬赫）、三頻機（900、1800、1900 百萬赫）與四頻機（850、900、1800、1900 百萬赫），方便用戶在不同國家使用，則

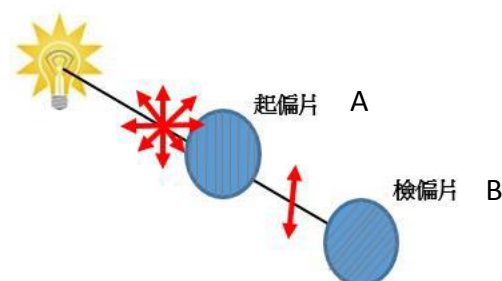
- (1) 900 百萬赫的電磁波的波長為多少公尺？
- (2) 500 奈米的可見光與 900 百萬赫的電磁波比較，前者波長為後者的幾倍？(請用科學記號表示)
- (3) 手機發射的電磁波屬於哪一種波段？(請寫無線電波、紅外線、可見光或 X 光)

請閱讀下列資料，回答第 17~18 題：

### 五、偏振

一般的自然光線在前進時，電磁場在空間中的振動方向是隨機均勻的，且在垂直光前進方向的平面上振動。如果光的電磁場振動方向只發生在某一特定方向，即稱為偏振光。為方便起見，定義電場振動方向為光的偏振方向。光的偏振大致上可以分為：線偏振 (linearly polarized)、圓偏振 (circularly polarized) 及橢圓偏振 (elliptically polarized)，而人的肉眼無法分辨偏振光與非偏振光，所以必須以偏振片來檢驗之。

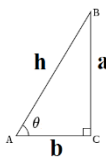
由圖可發現當未偏振的光通過偏振片 A 時，光會變成電場振動方向只在某一方向的線偏振光。由於偏振片 A 可將非偏振光轉變成為線偏振光，因此偏振片 A 稱為起偏器 (Polarizer)。偏振片有兩個不對稱的軸，其中一軸之光線容易通過，另一軸之光線則不容易通過，前者稱為易通過軸 (axis of easy transmission，或稱為穿透軸)，我們通常所指的偏振片之軸即是這個軸。凡是光的電場振動方向與這個軸垂直時，光將全部被偏振片阻擋。所以通過偏振片 A 的光產生了偏振性，而當此光再經過偏振片 B 時，即可以依照偏振片 B 的軸與偏振光的偏振方向來決定光線通過偏振片 B 的情形，所以我們稱第二片偏振片 B 為檢偏器 (Analyzer)。



## 六、馬呂斯定律 (Malus's Law)

由於未偏振的光線，在各方向振動的機率相同，所以未偏振的光經過偏振片後，只容許振動方向與偏振片軸方向平行的光通過，因此光的強度將減弱為原本的  $1/2$ 。而經過起偏器的偏振光，進入檢偏器後，若偏振光的振動方向與檢偏器之易通過軸夾  $\theta$  角時，振幅為  $R$  的偏振光通過檢偏器後其振幅變為  $R\cos\theta$ ，然而光之強度與振幅的平方成正比，所以通過偏振片前後的光強度關係可以表示為： $I = I_0 \times \cos^2\theta$  稱作「馬呂斯定律」。其中  $I_0$  是入射偏振光的強度， $I$  是通過檢偏器後之強度。

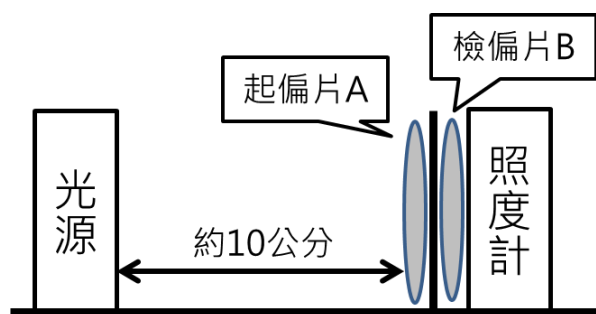
(註： $\cos\theta = \frac{\text{鄰邊的長度}}{\text{斜邊的長度}} = \frac{b}{h}$ )



17. 由以上資料判斷下列敘述，對的請寫「O」，錯的請寫「X」。

- (1) 太陽光為一線偏振光。
- (2) 當光源面對你迎面而來時，已知磁場的方向朝右，則偏振方向朝下。
- (3) 將未偏振的光通過偏振片後，可形成圓偏振或橢圓偏振光。
- (4) 當未偏振的光通過兩片互相垂直的偏振片時，其亮度最暗。
- (5) 當未偏振的光通過兩片互相平行的偏振片時，光的強度將減弱為原本的  $1/4$ 。

18. 實驗：驗證馬呂斯定律，請將數據及關係圖記錄在答案卷上。



步驟 1：裝置如圖，將光源、起偏片 A、檢偏片 B、照度計依序放在光學平台上。

光源和起偏片 A 距離約 10 公分，檢偏片 B 和照度計越靠近越好。(背景亮度越低越好)

步驟 2：固定起偏片 A，旋轉檢偏片 B 找出最小亮度，此為實驗背景值。

(若檢偏片 B 不好旋轉，也可以固定檢偏片 B，旋轉起偏片 A)

步驟 3：旋轉檢偏片 B 的角度，每格 10 度記錄一次光照度。(自行畫記號在標籤紙上)

步驟 4：記錄起偏片 A 和檢偏片 B 夾角變化  $0\sim 90$  度的光照度。

步驟 5：畫出  $\cos^2\theta$  及  $I/I_0$  之關係圖。

注意事項：1. 照度計單位為「勒克斯 lux」。

2. 光源開關切到「ON」，實驗結束請關閉，否則電力不足會影響實驗結果。

3. 實驗結束後，請將裝置恢復原狀。

【本試題到此結束】