

### 第三章 光與色的世界

#### 第一節 光的直進

##### 一、光的性質

- 1.光可以穿過真空，不須介質而傳播出去(即光可以穿越真空);但是光在不同的介質中傳播時，前進的快慢和方向都不相同。
- 2.光是以直線前進的方式傳播，所以稱為\_\_\_\_\_。

##### 二、影子的形成

- 1.光線傳播時，遇到不透明的障礙物，在其後方所形成的陰影，稱為\_\_\_\_\_。
- 2.光源發出的光線完全照不到的黑暗區域，稱為\_\_\_\_\_。
- 3.光源發出的光線一部分可照到，一部分照不到的黑暗區域，稱為\_\_\_\_\_。
- 4.若光源很小，為點光源，只能形成本影(如圖一);若光源較大，則可形成本影和半影(如圖二)。



##### 三、針孔成像

- 1.光通過針孔後，所形成的像與原來的物體成比例，但上下顛倒、左右相反。如右圖所示。



##### 2.實例：

##### 自我評量

- ( ) 1.陽光下，電線桿在地面上有影子，而電線則沒有，其主要的的原因是：(A)電線太細，沒有本影的形成 (B)電線會透光 (C)太陽光發生色散 (D)太陽光的強度太強。
- ( ) 2.天才爲了判斷他的球棒是否彎曲，閉住一隻眼睛，而用另一隻眼沿著木棒長度的方向看過去，便可達成目的。這個方法是利用光的哪一個性質？(A)光速極快 (B)光的直線前進 (C)光的反射 (D)光的折射。
- ( ) 3.將針孔成像的針孔改成開一個大洞，則紙屏上的像如何變化？(A)更清楚了(B)變模糊了(C)像變大了 (D)像變小了。
- ( ) 4.佑佑中午躺在校園中一棵枝葉茂密的榕樹下，發現樹蔭裡有許多亮亮的小圓點，這是光的何種性質所形成的？(A)光的直進 (B)光的反射 (C)光的折射 (D)光速極快。
- ( ) 5.承上題，這些亮亮的小圓點是如何產生的？(A)眼睛的視覺暫留 (B)樹葉的空隙是圓的 (C)透過樹葉空隙產生的太陽的像 (D)地球是圓的。

6.小明取燈泡(點光源)、障礙物及紙屏作「影子的形成」實驗，如右圖所示，回答下列問題：

- (1) 紙屏不動，將障礙物移近光源，則影子會變\_\_\_\_\_。
- (2) 光源與障礙物不動，將紙屏向左移動，則影子會變\_\_\_\_\_。
- (3) 若障礙物改爲不同的形狀，則影子的形狀是否會隨之改變？\_\_\_\_\_



7.右圖爲針孔成像的實驗裝置，回答下列問題：

- (1) 蠟燭與紙屏不動，當針孔向右移動時，則紙屏上的像將\_\_\_\_\_。
- (2) 蠟燭與針孔不動，當紙屏向右移動時，則紙屏上的像將\_\_\_\_\_。
- (3) 針孔與紙屏不動，當蠟燭向右移動時，則紙屏上的像將\_\_\_\_\_。
- (4) 針孔成像的實驗在證明光是沿\_\_\_\_\_傳播。



## 第二節 面鏡成像

### 一、光的反射

1.光在均勻的介質中是沿直線前進，遇到不同的介質時，會在兩介質界面上發生反射的現象，並遵守反射定律。

(1) 入射線、反射線、法線在同一平面上，且入射線與反射線分別在法線的兩側。

(2) 入射角 = 反射角。



2.我們看得見物體是因為物體本身發光，或是物體將光反射到我們眼睛的緣故。

### 二、平面鏡成像(利用光的\_\_\_\_\_原理)

1.像的性質：

(1)實像：由實際光線會聚而成，可以投射在布幕上的像。

(2)虛像：不是實際光線會聚而成，而是反射線往後延伸交會所得的像，只能用眼睛看到，無法投射在布幕上。

2.平面鏡成像的性質：

(1) 物距 = 像距

(2) 像與原物比較：大小相等，左右相反。

(3) 虛像



### 三、凹面鏡：弧形玻璃的凸面塗上水銀(或銀)，以凹入的一面作為反射面。

1.特性：遵守反射定律。

(1) 平行主軸射入鏡面的光線，反射後可以在鏡前聚集於一點，該點稱為\_\_\_\_\_。

(2) 從焦點發出的光線，經凹面鏡反射後會平行主軸。

\* 主軸：與凹面鏡中心垂直的直線。

\* 綜合(1)、(2)的現象，稱為光的可逆性。

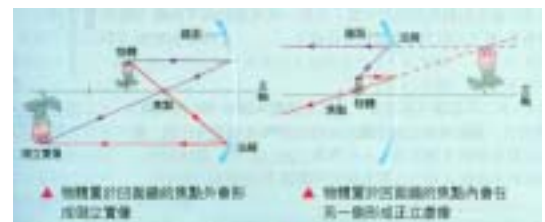


2.成像：

(1) 物距 > 焦距：倒立實像，在物體同一側。

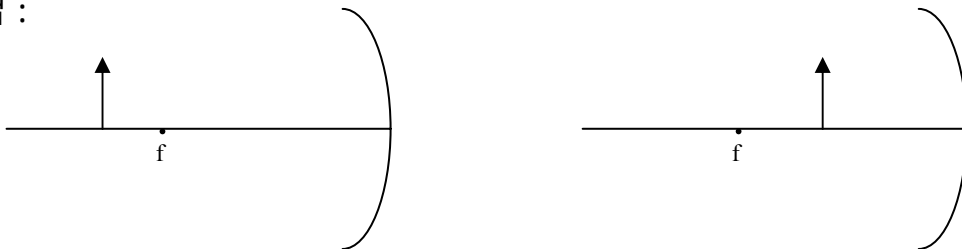
(2) 物距 = 焦距：不成像。

(3) 物距 < 焦距：放大正立虛像，與物體在不同側。

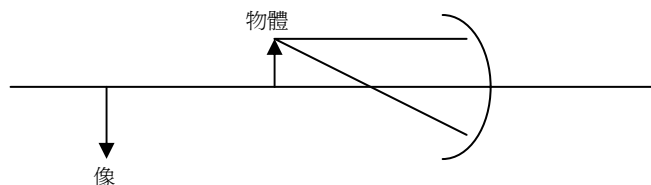


3.應用：太陽爐、手電筒、汽車的車前燈。

4.作圖練習：

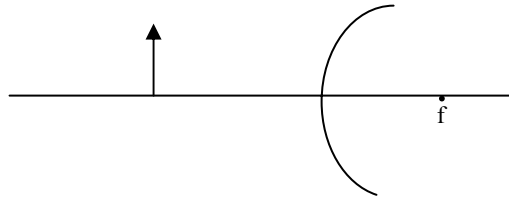
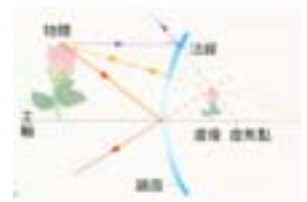


\* 請畫出光線反射的路徑



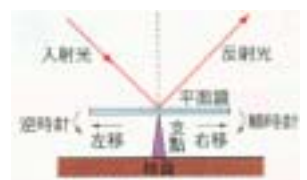
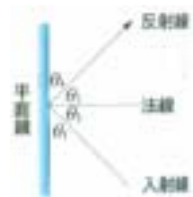
### 四、凸面鏡：

1. 平行於主軸的光線射到凸面鏡時，反射光線會向外散開，將發散的光線向鏡後延伸，與主軸交會於一點，因為此點不是由實際光線聚集而成，故稱為虛焦點。
2. 凸面鏡的成像遵守光的反射定律，會在鏡子的不同側得到縮小正立虛像。
3. 應用：汽車照後鏡、公路轉彎處所放置的鏡子。
4. 作圖練習：



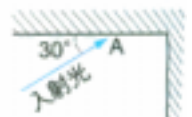
### ◎自我評量

- ( ) 1. 參考右圖反射關係的角度示意，今有一束光線射向平面鏡，若入射角為  $40^\circ$ ，則下列何者正確？(A)  $\theta_1 = \theta_2$  (B)  $\theta_1 = \theta_3$  (C)  $\theta_1 = \theta_4$  (D)  $\theta_3 = \theta_4$
- ( ) 2. 一個人站在豎立的平面鏡前 1.5 公尺處，如果將鏡子向人平移 0.5 公尺，則人和像之間的距離變為多少公尺？(A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 3。
- ( ) 3. 阿美在鏡前化妝，看到鏡中有一個由背後牆上時鐘所呈現的像，如右圖所示，則此時正確的時間為何？(A) 4 時 15 分 (B) 8 時 45 分 (C) 7 時 45 分 (D) 3 時 20 分。
- ( ) 4. 手電筒、探照燈的光源是裝在哪一種面鏡的焦點上？(A) 凸面鏡 (B) 凹面鏡 (C) 平面鏡 (D) 凹凸面鏡。
- ( ) 5. 「平行主軸的光線入射凹面鏡時，反射光會聚於焦點上。」與「從焦點處發出的光線經凹面鏡反射後，平行主軸射出。」以上兩個現象足以說明光的何種性質？(A) 可逆性 (B) 反光性 (C) 不確定性 (D) 穿透性。
- ( ) 6. 右圖是某一入射光，經平面鏡反射後，光的行進路徑。若入射光方向不變，要使反射光射向 P 點，則平面鏡要如何調整？(A) 向左平移 (B) 向右平移 (C) 順時針轉動 (D) 逆時針轉動。



7. 若入射光線與鏡面的夾角為  $35^\circ$ ，則入射光線與反射光線的夾角為\_\_\_\_\_度。

8. 如右圖，A、B 二平面鏡互相垂直，入射光線與 A 鏡成  $30^\circ$  度角，則：



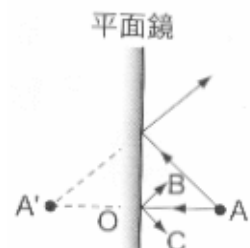
- (1) 對 A 鏡而言，入射角為\_\_\_\_\_度，反射光線與 A 鏡交角\_\_\_\_\_度。
- (2) A 鏡的反射光線對 B 鏡而言，入射角為\_\_\_\_\_度。
- (3) B 鏡的反射光線與 A 鏡的入射光線有何關係？\_\_\_\_\_。

9. 如右圖所示，甲、乙、丙三點位於一平面鏡前，E 點為眼睛所在處。



依光的反射定律，眼睛可從平面鏡中看到哪幾個點的像？\_\_\_\_\_

10. 右圖是平面鏡成像示意圖，其中 A' 是像所在的位置，回答下列問題：

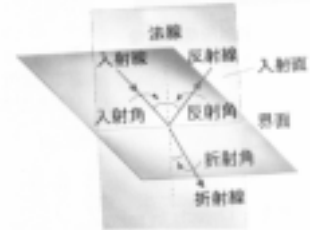


- (1) 平面鏡所成的像是正立或倒立？\_\_\_\_\_
- (2) 平面鏡所成的像是實像或虛像？\_\_\_\_\_
- (3) 若物體高度是 2 公分，則像的高度\_\_\_\_\_ 2 公分。(填 >、= 或 <)
- (4) 若物體距平面鏡 1 公尺，則像距平面鏡\_\_\_\_\_公尺。
- (5) 圖中由 A 射向 O 之光線經反射後，其方向是(A) 由 O 指向 A' (B) 由 O 指向 A (C) 由 O 指向 B (D) 由 O 指向 C

### 第三節 透鏡成像

#### 一、光的折射

1. 光的傳播不需要依賴介質，但在不同的介質中，光速各有不同。
2. 光速的大小：真空中 > 空氣中 > 水中 > 玻璃中。
3. 光在真空中的傳播速率最快，每秒約 30 萬公里。(光速 =  $3 \times 10^8$  公尺/秒)
4. 光的折射：光從一種均勻介質，傳播到另一種均勻介質時，除非光的前進方向與界面垂直，否則會由於光速不同，而導致前進的方向改變，稱為光的折射。
5. 光從空氣進入水面時同時發生反射與折射。(如右圖所示)
6. 入射光與反射光及折射光的比較：



(1) 入射光和反射光的比較：

相同：光速、頻率、波長。

相異：振幅、方向。

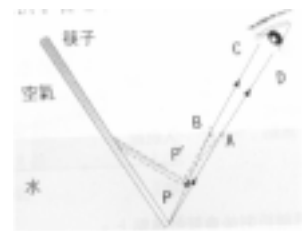
(2) 入射光和折射光的比較：

相同：頻率。

相異：光速、波長、振幅、方向(除入射光垂直進入介面)。

7. 折射定律：

- (1) 入射線、法線和折射線在同一平面上，且入射線和折射線分別在法線的兩側。
- (2) 光由速率快的介質射入速率慢的介質時，折射線偏向法線。(光速愈快時，角度愈大)
- (3) 光由速率慢的介質射入速率快的介質時，折射線偏離法線。
- (4) 光線垂直界面射入時，不發生偏折，但折射光的速率會改變。



8. 折射的實例：閃爍的星星、海市蜃樓、從岸上看水中的魚感覺較淺、筷子插入水中好像折斷成兩截(如右圖)。

二、透鏡：一般是由透明物質所製成，兩邊透光，具有光滑的表面，可以使光線發生折射而成像的裝置。

1. 凸透鏡：中間厚，周圍薄，有\_\_\_\_\_的特性，所以又稱為\_\_\_\_\_透鏡。(如下圖 A、B、C)  
若拿放大鏡在陽光下，讓陽光(平行主軸)通過凸透鏡後照射在一張紙上，然後上下移動凸透鏡，使紙上的亮點面積達到最小最亮，這個點稱為\_\_\_\_\_。

2. 凹透鏡：中間薄，周圍厚，有\_\_\_\_\_的特性，所以又稱為\_\_\_\_\_透鏡。(如下圖 D、E、F)  
若將凹透鏡放在陽光下，讓陽光平行主軸通過凹透鏡，則會將光線發散開來，不會聚在一點上，但是將發散的線向反方向延伸，仍會交於一點，此點稱為\_\_\_\_\_。

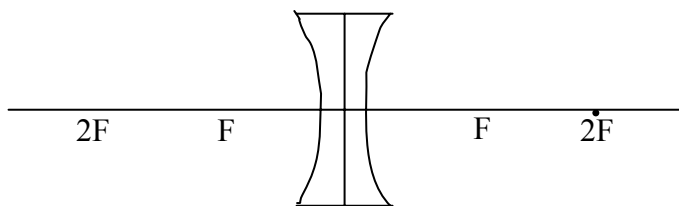
\* 從焦點(或虛焦點)到透鏡中心的直線距離，稱為透鏡的\_\_\_\_\_。

三、透鏡成像：利用光的\_\_\_\_\_原理

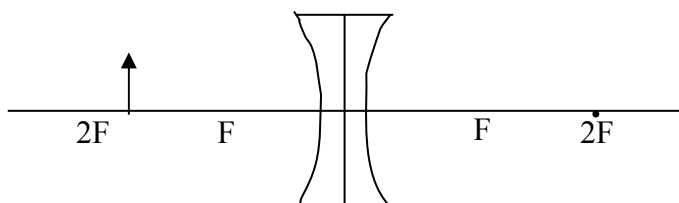
\* 凹透鏡成像作圖範例：



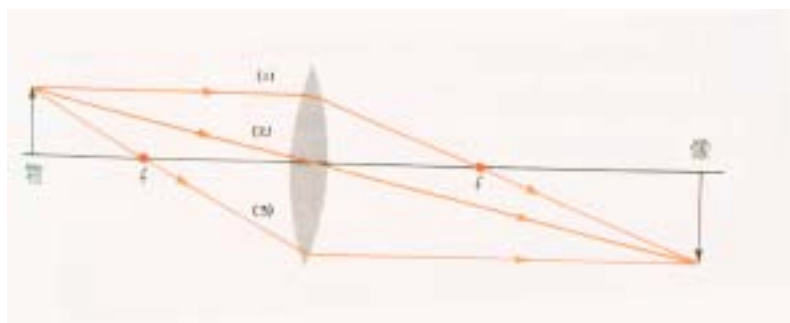
(1)物體在無窮遠處



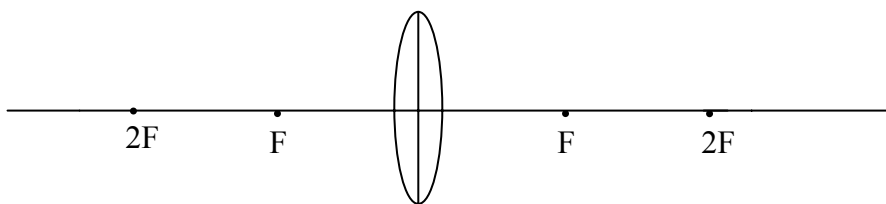
(2)物體在凹透鏡前



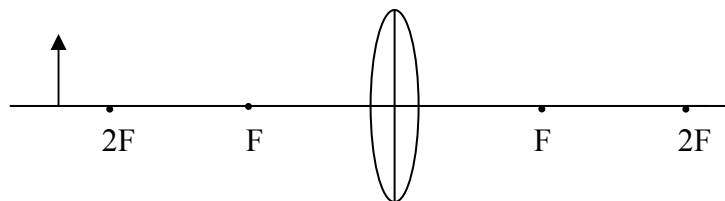
\* 凸透鏡成像作圖範例：



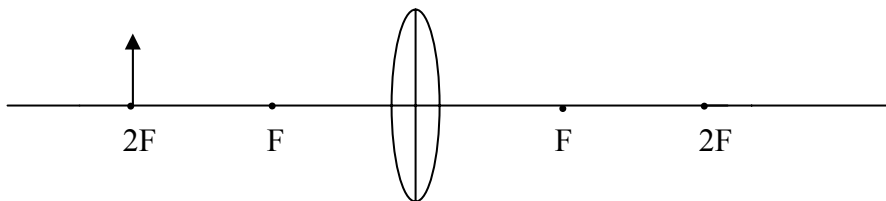
(1) 物體在無窮遠處時



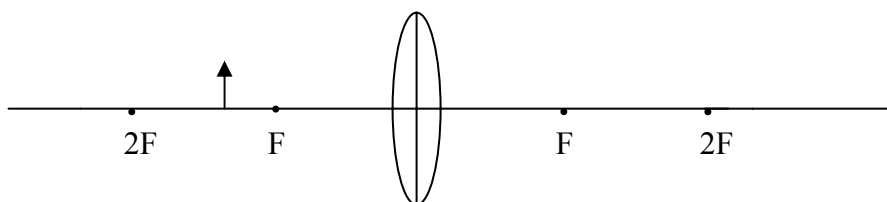
(2) 物體在二倍焦距外



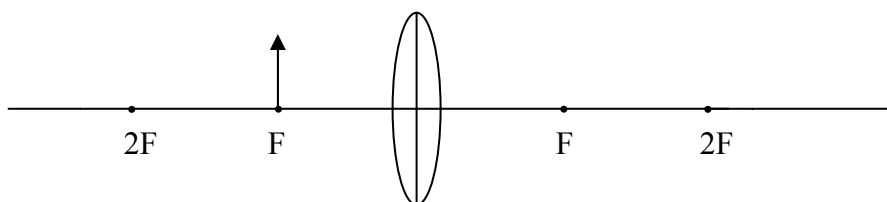
(3) 物體在二倍焦距上



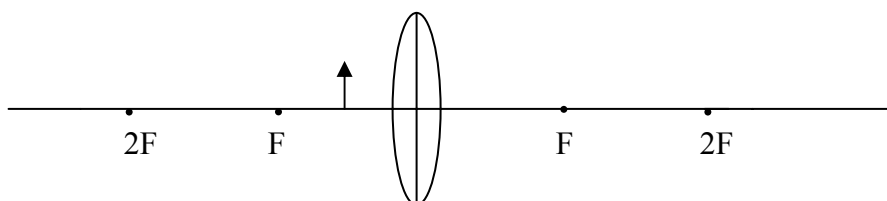
(4) 物體在焦點與二倍焦距間



(5) 物體在焦點上



(6) 物體在焦距內



透鏡成像性質整理

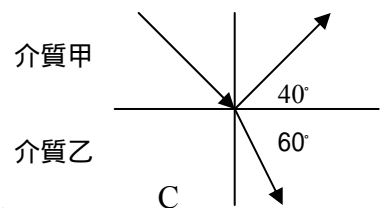
種類	物體的位置	像的位置	虛像或實像	正立或倒立	與物體大小之比較
凸透鏡	無窮遠處（平行光）				
	二倍焦距外				
	二倍焦距上				
	焦點與二倍焦距間				
	焦點上				
	焦點內				
凹透鏡	無窮遠處（平行光）				
	透鏡前				

- (1) 凸透鏡可生成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的倒立實像及正立\_\_\_\_\_虛像
- (2) 物體在凸透鏡前遠處接近焦點時，像由鏡後遠離透鏡，形成的實像漸\_\_\_\_\_；  
物體由凸透鏡焦點內移近鏡心，像由鏡前接近透鏡，形成的虛像漸\_\_\_\_\_。
- (3) 物體由凹透鏡前遠處移進透鏡，像由鏡前焦點接近鏡心，形成的虛像漸\_\_\_\_\_。
- (4) 不論是凸透鏡或凹透鏡，物體與像的移動方向一致，若物向左移，像也向左移。

◎自我評量

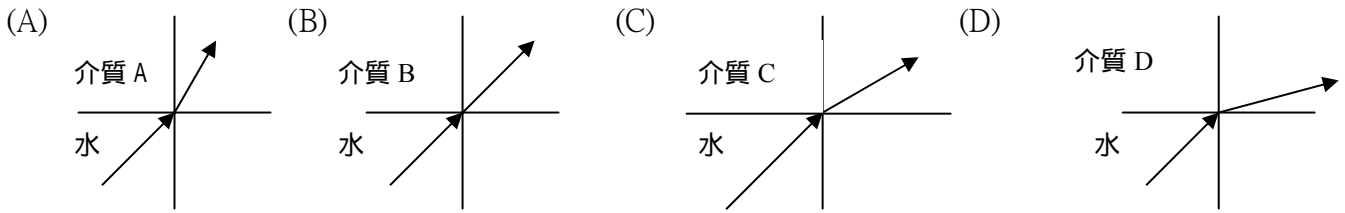
- ( ) 1.光線在下列哪一種環境下，速率最快？(A)純水 (B)透明玻璃 (C)空氣 (D)真空中。
- ( ) 2.下列何者並非光的折射現象？(A)游泳池的底部看起來比實際淺 (B)海市蜃樓 (C)針孔成像 (D)雨後天空的彩虹。
- ( ) 3.在桌上平放一直尺，將凸透鏡貼著直尺然後逐漸遠離，如右圖，則凸透鏡中所看到的像會是什麼樣子？(A)只有 A (B)只有 B (C)只有 C (D)會看到 A、C 兩種情形。
- ( ) 4.若是取三種不同的鏡片，分別放在同一距離下觀察，所得的像如上題的圖，則何者為凹透鏡？(A)只有 A (B)只有 B (C)只有 C (D)A、C 都有可能。
- ( ) 5.育成用焦距為 20 公分的透鏡做成像實驗，裝置如下左圖。P 為燭火至透鏡的距離，q 為紙屏上得到最清晰圖像時紙屏至透鏡的距離。調整 p 值測量相對應的 q 值，結果如下右表。  
當 p=29 公分時，
- 6.光在二介質交界面處，通常會同時發生\_\_\_\_\_與\_\_\_\_\_兩種現象
- 7.光由水進入空氣時，其折射線會\_\_\_\_\_ (偏向或偏離)法線。

8.右圖為一光束由甲介質進入乙介質中，試回答下列問題：

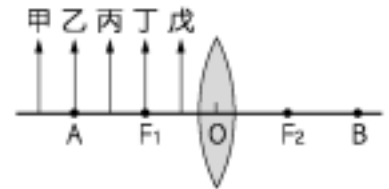


- (1) A、B、C 哪一條是折射線？\_\_\_\_\_
- (2) 光在哪一個介質的速度比較快？\_\_\_\_\_
- (3) 入射角=\_\_\_\_\_度;折射角=\_\_\_\_\_度;反射角=\_\_\_\_\_度
- (4) 若介質甲是水，則介質乙比較可能是(A)空氣(B)水(C)玻璃 答：\_\_\_\_\_

9.光以相同的入射角從水中射出到四種不同的介質中,其折射情形如下圖所示,請問光在哪一介質中的傳播速率最快?答:\_\_\_\_\_



10. 某生作凸透鏡成像實驗,分別將甲、乙、丙、丁、戊五個物體置於透鏡前,如右圖,請按照下面操作回答下列問題:(圖中 $F_1$ 、 $F_2$ 為透鏡的焦點,AO及BO為焦距的2倍)



(1) 甲、乙、丙、丁、戊中,哪些生成實像? \_\_\_\_\_; 哪些生成虛像? \_\_\_\_\_; 哪些無法找到像? \_\_\_\_\_。

(2) 承上題,哪一個生成的實像較原物大? \_\_\_\_\_; 哪一個生成的實像較原物小? \_\_\_\_\_; 哪一個生成的虛像較原物大? \_\_\_\_\_; 哪一個生成的虛像較原物小? \_\_\_\_\_。

(3) \_\_\_\_\_生成的像在 $F_2$ 與B之間; \_\_\_\_\_生成的像在B右方; \_\_\_\_\_生成的像在透鏡左方。

11.左下圖是一朵花的實際大小,小利以一個凸透鏡、一個凹透鏡、一個凸面鏡和一個平面鏡觀察,得到部分成像的圖如下,試回答下列各題:



(1) 如果他將凸透鏡前後移動來觀察,看到有乙、丙二種情形,則看到哪一圖時透鏡和像的距離較遠? \_\_\_\_\_

(A)乙 (B)丙 (C)依人的位置而定 (D)依光線強弱而定

(2) 他以下列何種方式觀察可以得到丁圖的像? \_\_\_\_\_

(A)以凹透鏡靠近花,直到花在透鏡焦點內 (B)以凸透鏡靠近花,直到花在透鏡焦點內  
(C)以凸面鏡靠近花,直到花在透鏡焦點內 (D)以平面鏡靠近花。

(3) 在四個像中,可能是實像的有哪些? \_\_\_\_\_

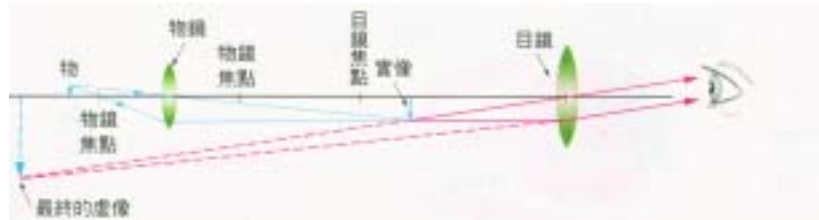
(A)甲乙 (B)乙丙 (C)丙丁 (D)甲丁



## 第四節 光學儀器

### 一、複式顯微鏡：

1. 由焦距較短的物鏡和焦距較長的目鏡組成。
2. 將物體放在物鏡的焦點與兩倍焦距間，所得的像落在目鏡的焦點內側，經由第二次折射得到放大倒立虛像（與原物比較）。



### 二、照相機

1. 鏡頭是一組透鏡組。
2. \_\_\_\_\_：調整入射光線的多寡。
3. \_\_\_\_\_：控制曝光時間。
4. 調整鏡頭與底片的距離，使鏡前物體經透鏡組折射後所生成的實像，恰好落在底片上。
5. 底片上的化學物質（\_\_\_\_\_），經過適當曝光後，會發生化學變化，而顯現物體實像。

### 三、眼和眼鏡

1. 人的眼睛有會聚光線的作用。
2. 正常眼睛的水晶體有適當的彈性，能藉由周圍肌肉的動作以調節它聚光的能力，因此遠近物體，所發出的光線，經由角膜、瞳孔射入水晶體，經水晶體折射後，在\_\_\_\_\_上形成一清晰的倒立實像；再經由\_\_\_\_\_將這些刺激傳入大腦而產生視覺。
3. 近視眼：眼球前後徑距離太長（即水晶體離視網膜的距離過長），或者由於水晶體的焦距過短，無法再作調節，注視較遠處的物體時，成像在視網膜\_\_\_\_\_，在視網膜上為一模糊的像，這就是近視眼，要配戴\_\_\_\_\_透鏡矯正。
4. 遠視眼：眼球前後徑距離太短（即水晶體離視網膜的距離過短），或者由於水晶體的焦距過長，無法再作調節，注視較近處的物體時，成像在視網膜\_\_\_\_\_，在視網膜上為一模糊的像，這就是遠視眼，要配戴\_\_\_\_\_透鏡矯正。
5. 老花眼：人到中年以後的眼睛調節機能減退，無法調節水晶體的焦距，看不清近處的物體，要配戴\_\_\_\_\_透鏡矯正。

## 第五節 光與色

1. 1666年，牛頓發現太陽光入射三稜鏡後，會被折射並分散成為彩色光（色散）；利用一透鏡將彩色光會聚後，再射入一個三稜鏡，結果分散的色光又復合成白光。由此可知，白光是由多種顏色的光所組成。
2. 光的三原色：我們一般將\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三種顏色的光稱為三原色光。若將此三種顏色的色光同時照射在一張白紙上，白紙所顯示三種色光交會的部分，呈現\_\_\_\_\_色；若將此三色光以不同的亮度混合，即可呈現不同的顏色。

3. 透明體：光線入射透明體，部分光被吸收，其餘穿透過去的色光，決定透明體所呈現的顏色。

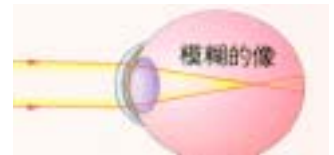
4. 不透明體：吸收部分色光後，其餘被反射的色光，決定不透明物所呈現的顏色。

◎自我評量

- ( ) 1. 「大明看遠物還可以，看近物就會有模糊的現象」。根據以上的描述，要使他遠近都能看清楚，最好配戴何種鏡面製成的眼鏡？(A)凸凹透鏡 (B)凹凸透鏡 (C)雙凸透鏡 (D)雙凹透鏡。
- ( ) 2. 使用照相機時，常聽到操作者說要「調焦距」，其實是調整相機(A)鏡頭與底片的距離 (B) 光圈 (C)快門 (D)不同焦距的透鏡。
- ( ) 3. 下列四種鏡片，何者可用以矯治近視眼？



- ( ) 4. 人的眼睛構造與照相機有許多類似的地方，眼球內的視網膜相當於照相機的哪一項功能？(A)鏡頭 (B)光圈 (C)快門 (D)底片。
- ( ) 5. 右圖是平行光進入某人眼睛時的示意圖，請問他最好配戴何種鏡片製成的眼鏡，才能看清楚遠近的物體？(A)凸凹透鏡 (B)凹凸透鏡 (C)雙凸透鏡 (D)雙凹透鏡。
- ( ) 6. 太陽光通過三稜鏡後，呈現何種現象？(A)仍是一束白光 (B) 分成紅、藍、綠三種色光 (C)只有反射現象 (D)產生色散。
- ( ) 7. 彩色電視螢幕上呈現各種顏色，是調整螢幕上許多光的三原色發光體之間的何種比例所呈現出來的彩色畫面？(A)強度比例 (B)波長比例 (C)亮度比例 (D)波速比例。



- ( ) 8. 有一個具有紅、綠、黃與黑色的立體圖像，阿花使用自製的紅綠兩色眼鏡(如右圖)，看到立體圖形。下列何者正確？(A)紅色影像在左眼看來是暗的，右眼看來是亮的 (B)綠色影像兩眼看來都是亮的 (C)紅色影像兩眼看來都是暗的 (D)綠色影像在左眼看來是暗的，右眼看來是亮的。



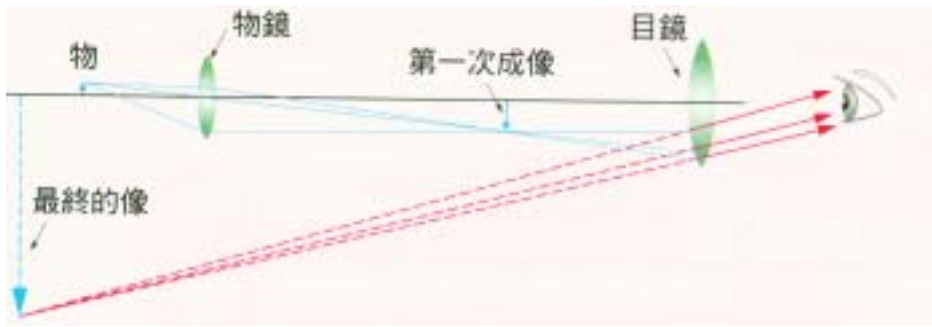
- ( ) 9. 在暗室中，小白以白光照射一朵玫瑰花，花瓣呈現紅色，用紅光照射時，也呈現紅色。如果用綠光照射，此時玫瑰花瓣會呈現什麼顏色？(A)黑色 (B)綠色 (C)紅色 (D)白色。
- ( ) 10. 透過藍色的玻璃看教室天花板上白色光的日光燈，日光燈管變為藍色的主要原因為，此玻璃：(A)反射藍光 (B)透射藍光 (C)吸收藍光 (D)漫射藍光。

11. 若光線完全被物體吸收，沒有反射光線，則該物體看起來是\_\_\_\_\_色；反之，若用白色光照射，光線完全反射，則該物體看起來是\_\_\_\_\_色。

10. 試就下表所列，填寫出不同顏色光源照射不同顏色的色紙所顯示的顏色：

	黑色色紙	紅色色紙	藍色色紙	綠色色紙	白色色紙
白光					
綠光					
藍光					
紅光					

11.下圖是一組複式顯微鏡的示意圖，請根據圖示回答下列問題：



- (1) 由圖中可知物鏡組和目鏡組的透鏡分別為何？答：目鏡組是\_\_\_\_透鏡；物鏡組是\_\_\_\_透鏡。
- (2) 第一次成像對物體而言，其像的性質為何？答：\_\_\_\_\_
  - (A) 放大倒立實像 (B) 放大倒立虛像 (C) 放大正立實像 (D) 放大正立虛像
- (3) 最終的像對物體而言，其像的性質為何？答：\_\_\_\_\_
  - (A) 放大倒立實像 (B) 放大倒立虛像 (C) 放大正立實像 (D) 放大正立虛像
- (4) 若目鏡上標示 20X，物鏡上標示 10X，當你以此顯微鏡觀察小物體時，放大的倍數是\_\_\_\_倍。

12.右圖是某人戴眼鏡後的示意圖，則此人尚未戴眼鏡前，物體清晰的像位於視網膜\_\_\_\_\_（填前、後或上）；此人是\_\_\_\_視眼（近或遠）。

