其他成像系統

朱士維 台大物理系



大綱

- 從最簡單的放大鏡開始
- 照相機裡面到底有什麼? -- 淺談相機原理
- 浪漫的夜觀星空 -- 望遠鏡原理
- 也是蠻浪漫的觀察草履蟲 -- 顯微鏡原理
- 看遠看近兩相宜 -- 望遠鏡與顯微鏡可以互換嗎?



5-1 從最簡單的放大鏡開始



第一節

• 單透鏡放大鏡



概念問題

- 請問一般用來閱讀的放大鏡所成的像是
 - 1. 放大實像
 - 2. 縮小實像
 - 3. 放大虛像
 - 4. 縮小虛像



概念問題

- 請問這個虛像可以被照得下來嗎?
 - 1. 可以
 - 2. 不行
 - 3. 看情況





概念問題

- 請問哪一個物理量被這個單透鏡放大了?
 - 1. 物體大小
 - 2. 視角
 - 3. 視野範圍
 - 4. 物與透鏡距離





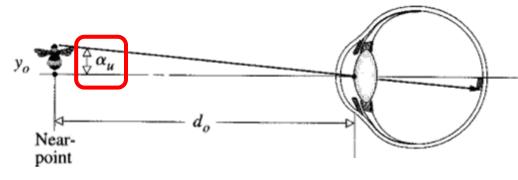
單透鏡放大鏡

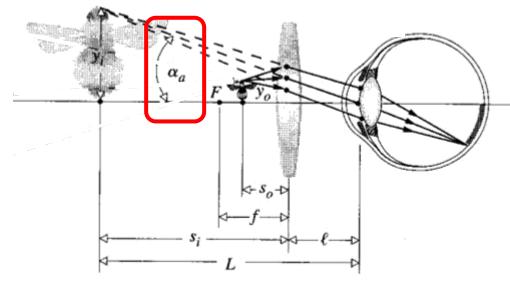
• 主要在放大視角

放大率M =

$$\frac{\alpha_a}{\alpha_u} \approx \frac{y_i/L}{y_0/d_0} = \frac{s_i/L}{s_0/d_0}$$

常見的情況, $s_0 = f$ 所以 $L = s_i = \infty$







單透鏡放大鏡

- 放大倍率 $M = d_0 P$
 - d₀: 近點距離 (一般而言為 25 cm)
 - P: 屈光力 = 1/f



示範實驗

- 由錄影機中看出角度放大率
- 把一段文字放在錄影機的「近點」上,在 螢幕上標示相對角度,此為裸視最大視角
- 加放大鏡,把文字放在放大鏡焦點,可看 出視角放大。
- 配合焦距計算,視角放大倍率是否合理
- · 當物在焦點時, <u>眼睛和放大鏡的距離並不</u> 會改變角度放大率!



單透鏡放大鏡

$$M = d_0 P$$

- 2.5x 透鏡
 - P = 10 D
 - f = 0.1 m
 - M = 2.5 (L = ∞)

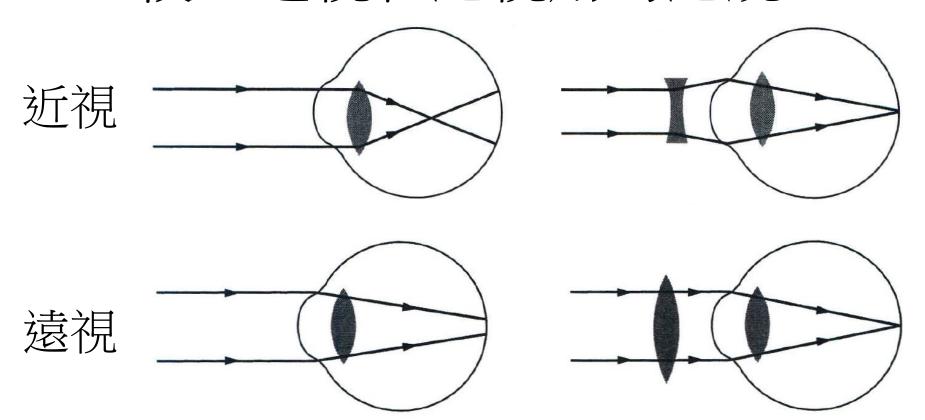


隨堂測驗

- 請問一個放大率標示是5x的透鏡,其焦距 應為
 - 1. 25 cm
 - 2. 10 cm
 - 3. 5 cm
 - 4. 2.5 cm



校正近視和遠視用的透鏡



• 現在應該已經有能力能夠用幾何光學搭配簡化眼睛模型計算 所需的透鏡屈光力…



5-2 相機的歷史-針孔相機



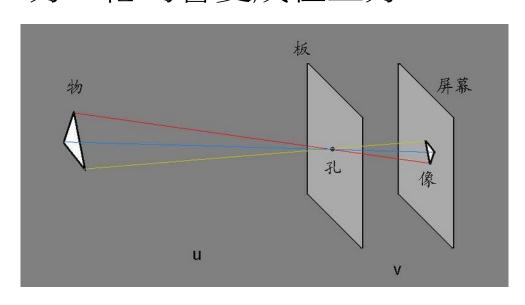
第二節

• 針孔相機



最早的相機

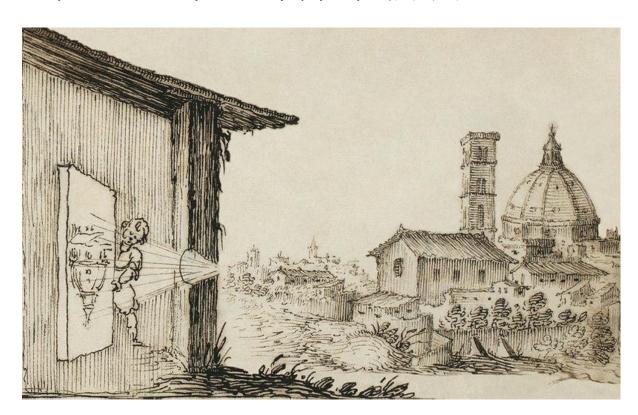
- 西元前五世紀,墨子:光之人煦若射。下者之人也高,高者之人也下。
 - 光線經過一個小孔,影像會顛倒,高的會變成在下方,低的會變成在上方。





最早的相機

· 十世紀時,海什木發明camera obscura (暗箱)

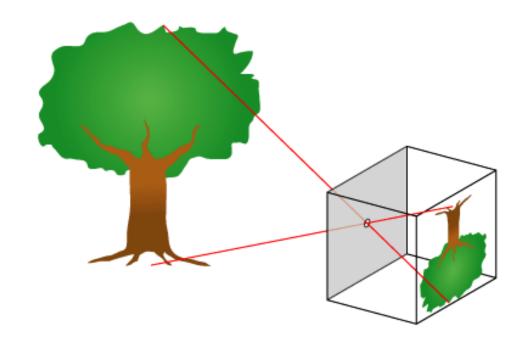




From: Library of Congress http://zh.wikipedia.org/wiki/file:Camera.obscura2.jpg

針孔相機

• 基本原理





生活中的針孔相機

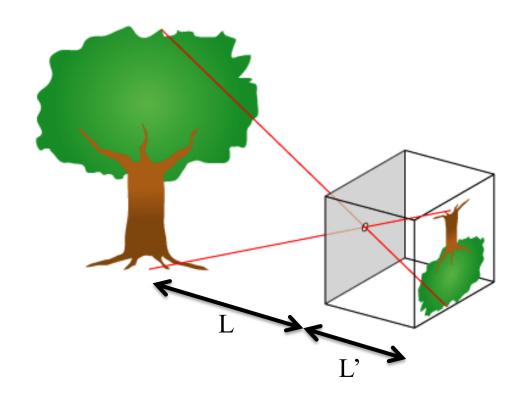
• 經由葉隙看到的日食影像





針孔相機

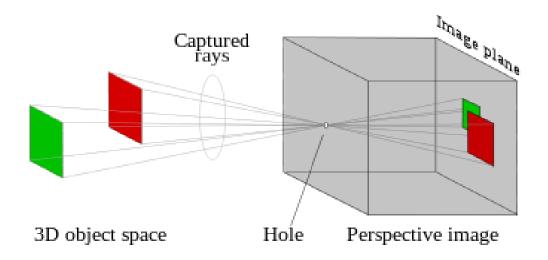
• 放大率 = - L'/ L





針孔相機的特色

- 景深非常長
- 不會有色像差(不同顏色的光成像在不同位置)
- 收集光的效率非常差









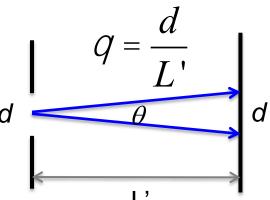


From: Douglas McCulloh http://en.wikipedia.org/wiki/File:GP_Hanging_In_Camera_RJ.jpg

針孔應該多大?

- 按照幾何光學的概念,針孔越小應該影像 越清晰
 - 同時收光效率也越差
- 但是孔太小,會有繞射效應
 - 當繞射造成的光斑和孔洞直徑一樣時,為最清晰的影像
 - 在上一講中提到繞射造成的角度為 $q = \frac{1.22}{d}$
 - 所以最佳大小

$$d \approx \sqrt{\lambda L'}$$



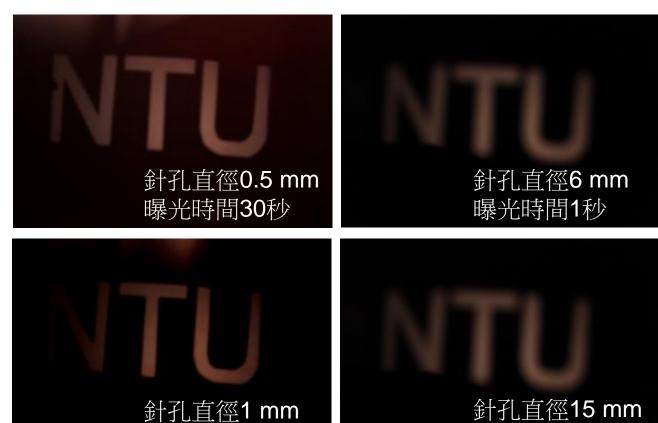


示範實驗

• 改變孔洞的大小, 觀察影像清晰度的改變

曝光時間10秒

• 針孔相機的景深

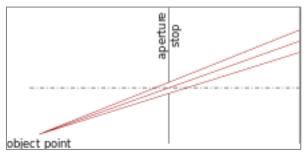


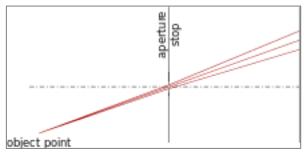
曝光時間1秒

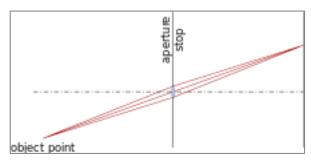


針孔相機 → 透鏡相機

- 為了增加收集光的效率,而把孔洞換成透鏡
- 逐漸演變成現在的相機設計







孔洞大,收光效率 佳,但影像模糊

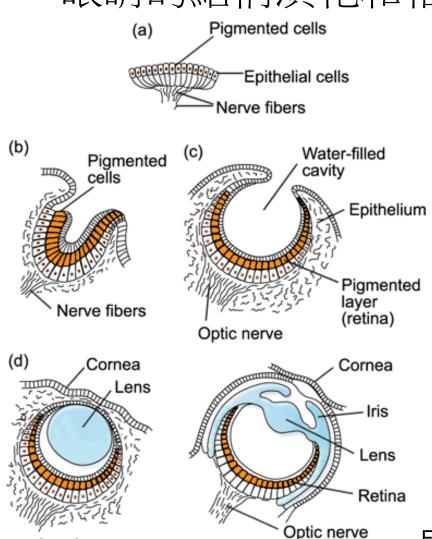
孔洞小,收光效率 差,且影像受繞射 影響,還是模糊

透鏡可以具有大孔洞 的收光效率,又有更 清晰的成像效果



眼睛也曾經是個針孔相機?

• 眼睛的結構演化和相機的結構演化有點像







From: Manuae

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nautilus_Palau.JPG

隨堂測驗

- · 若一個針孔相機的針孔到底片的距離為100 mm,則針對人眼最敏感的550 nm可見光,針孔的大小應該多大可以拍出最好的影像
 - 1. 1-2 mm
 - 2. 0.5 1 mm
 - 3. 0.1 0.5 mm
 - 4. 0.05 0.1 mm
 - 5. 0.01 0.05 mm



5-3 照相機裡面到底有什麼?

-- 淺談相機原理

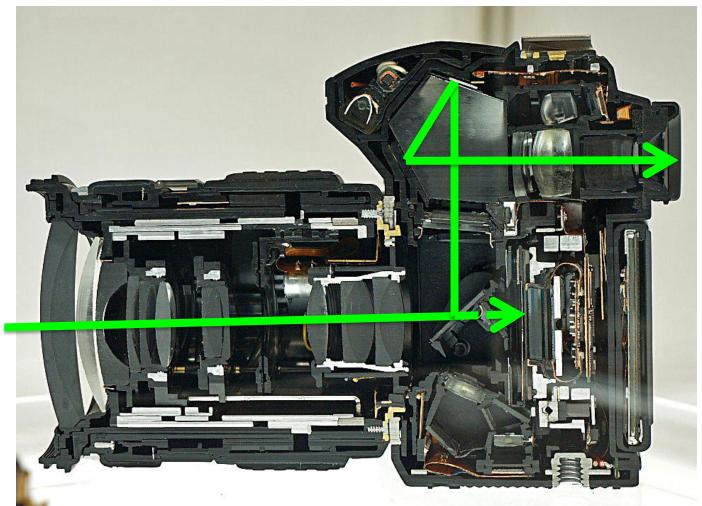


第三節

• 相機的基本原理與參數介紹



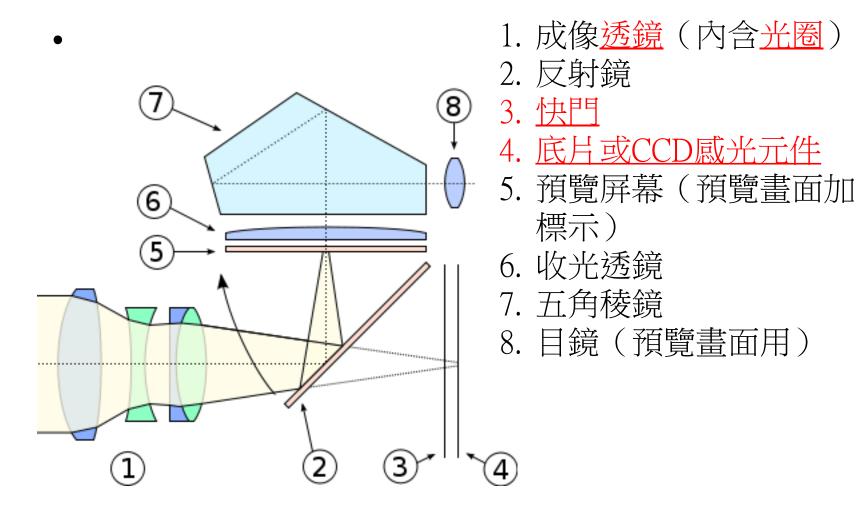
單眼反射式相機 (SLR, single-lens reflex)





From: Hanabi123 http://en.wikipedia.org/wiki/File:E-30-Cutmodel.jpg

單眼反射式相機





From: Cbumett http://en.wikiprdia.org/wiki/File:SLR_cross_section.svg

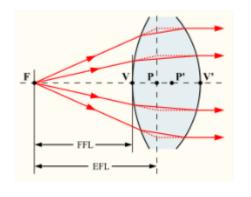
相機常用參數

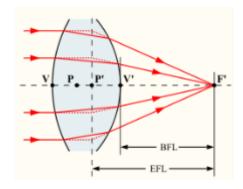
- 焦距
- 光圈 (f值)
- 快門(曝光時間)
- 感光度 (ISO值)

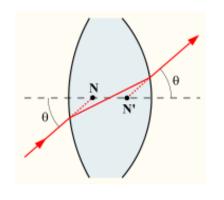


概念測驗:焦距

- 相機的透鏡顯然屬於厚透鏡,猜 猜看相機的焦距是指哪一段距離
 - 1. 等效透鏡中前側主點到被攝物的 距離
 - 2. 等效透鏡中後側主點到底片的距離
 - 3. 等效透鏡中兩個主點之間的距離
 - 4. 等效透鏡中兩個節點之間的距離



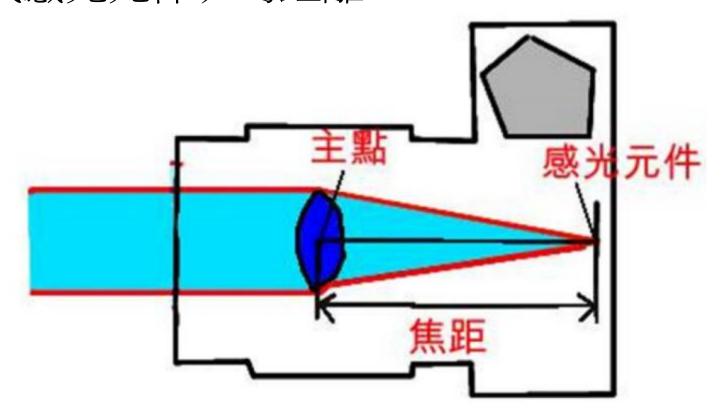






焦距

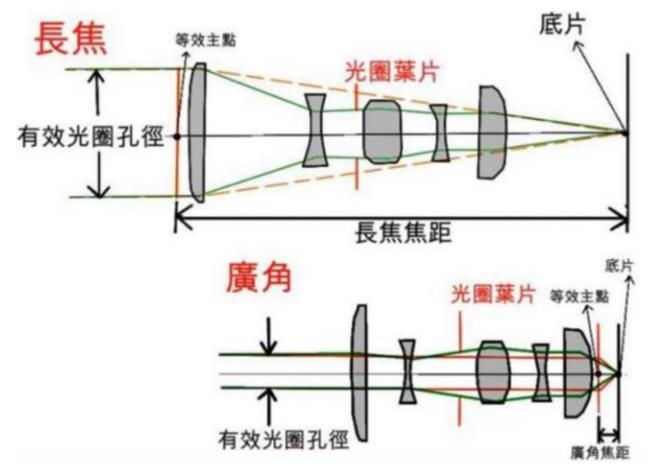
• 指的是厚透鏡中等效的後側主點到底片(或感光元件)的距離





長焦距與短焦距

- 焦距可由調整厚透鏡組的位置改變
- 等效主點位置不需要在透鏡組中





焦距與放大率

- 對同一遠方物體而言,焦距越長,放大率 越大
 - 第三講中提到薄透鏡的橫向距離放大率

$$M_T = \frac{\Delta y_{out}}{\Delta y_{in}} = 1 - \frac{S_i}{f} = \frac{S_i}{S_o}$$

- 同時可看見的視角越小
- 廣角鏡頭都是短焦距

示範

• 同一物體,用不同焦距拍攝













實際的鏡頭

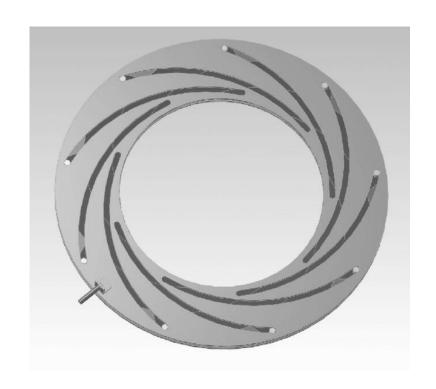
- 上面標的焦距值就是這 顆鏡頭可變焦範圍
- 後面的小數字則是光圈



光圈

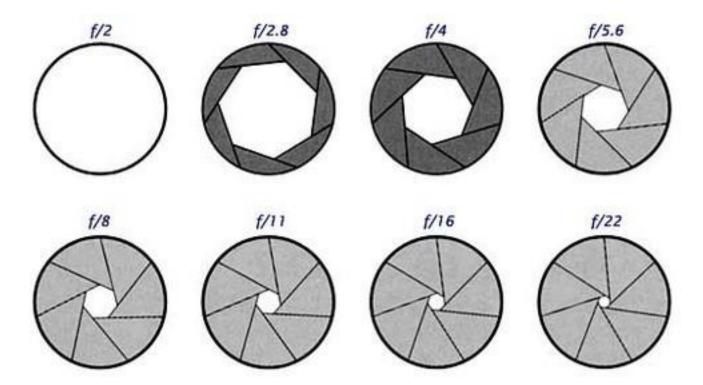
- 和瞳孔一樣
 - 控制進光量
 - 影響景深





光圈與
$$f$$
值 $f/\#=N=\frac{f}{D}$

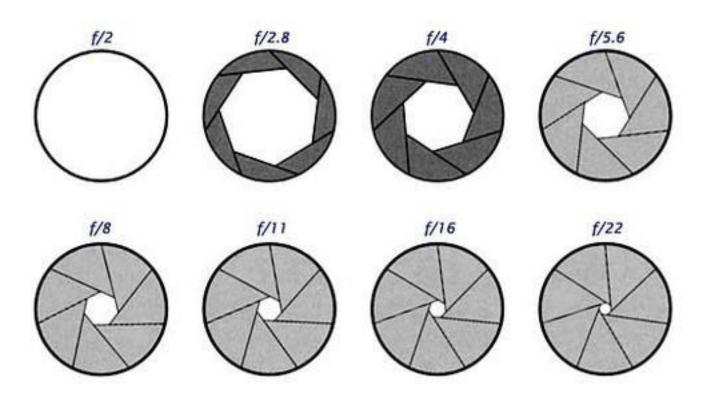
- 定義:f值 = N= 焦距f與孔徑D的比值
- f值越大,透光孔徑越小





光圈與f值 $f/\#=N=\frac{f}{D}$

• 常見定義:每增加一級,f值增加1.4,進光 面積減少一半。





概念問題

- 請問光圈值大的時候,影像特性為
 - 1. 亮度較高,景深較深
 - 2. 亮度較低,景深較深
 - 3. 亮度較高,景深較淺
 - 4. 亮度較低,景深較淺



示範:不同光圈值的照片

• 不改變曝光時間下,觀察亮度的差異

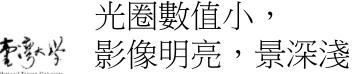








光圈數值大, 影像變暗,景深長





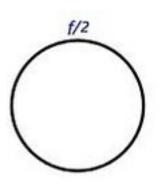
光圈與曝光時間

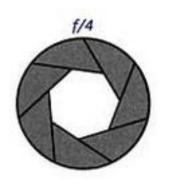
- 光圈變小,要獲得相同亮度,需要加長曝光時間(由快門決定)
 - 相機速度變慢
 - 不適合拍攝移動物體

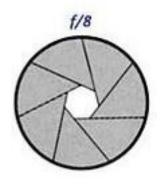


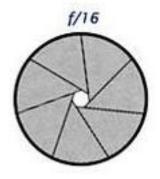
不同光圈值的照片

• 不改變曝光總量下,觀察景深的差異













光圈數值小, 影像明亮,景深淺

光圈數值大, 影像明亮,景深長

幾何光學如何計算景深 (DOF)?

• 作業練習
$$D_N = \frac{sf^2}{f^2 + Nc(s-f)} f$$
: 焦距 f : 物距

 $D_F = \frac{sf^2}{f^2 - Nc(s-f)}$ N: 光 图 f 值 c: 可允許的模糊直徑

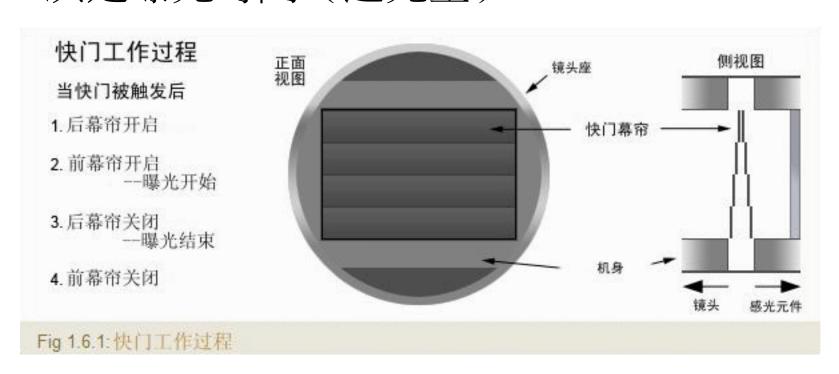




From: JeffConrad http://en.wikipedia.org/wiki/File:DoF-sym.svg

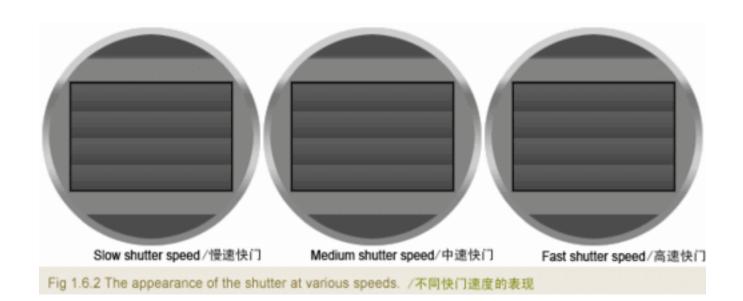
快門

• 決定曝光時間(進光量)



快門速度

- 通常顯示的是分母
 - 快門顯示100,表示開啟時間為1/100秒
 - 但若超過1秒,則直接顯示秒數,如5"





不範

• 同一物體,不同的快門值造成影像差異











快門與光圈

- 快門越快,曝光時間越短,影像越暗
 - 適合拍攝快速移動物體
 - 可用大光圈補償
 - 或是改變底片的感光度 → ISO值



感光度(ISO值)

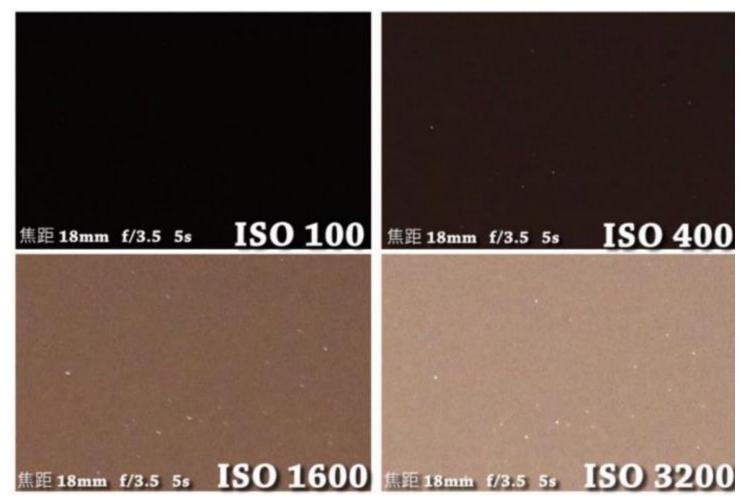
- · 定義:底片(或CCD感光元件)對光的敏 感程度
- · ISO值越高,底片對光越敏感
 - 可搭配高速快門,提高影像亮度
 - 或是在光源不足時(如陰天或室內),提高影 像亮度



示範

• 同樣設定下,不同ISO值造成的影像亮度差

異





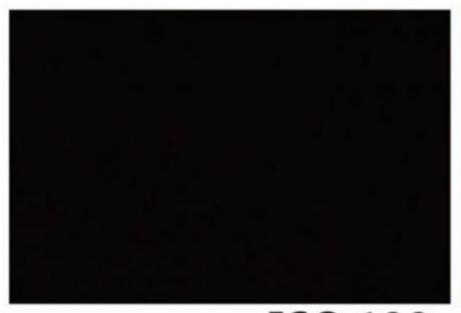
感光度

- 如果感光度變高可以讓影像變亮,為何不 一直用很高的感光度來拍攝?
- 感光度高會造成額外的雜訊亮點
 - 傳統底片:散射與繞射的光斑
 - 數位相機: 感光元件的電子雜訊



不範

• 高感光度造成的雜訊



焦距 18mm f/3.5 5s ISO 100



焦距 18mm f/3.5 5s ISO 3200



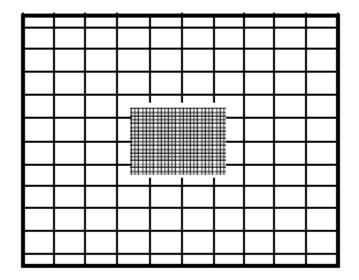
小結

- 相機的四個重要參數
 - 焦距
 - 光圈 (f值)
 - 快門(曝光時間)
 - 感光度(ISO值)
- 照相時,先調焦距決定視野範圍與對焦物體
- 如果要強調被攝物,光圈要開大,景深變小
- 如果是會動的物體,則快門速度要高
- 光圈配合開大,增加曝光量
- · 若亮度還是不夠,則調大ISO值

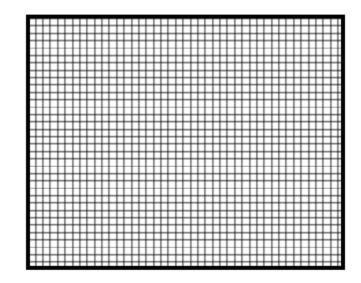


有趣的比較

Retina: variant sampling rate



<u>Digital camera:</u> fixed sampling rate

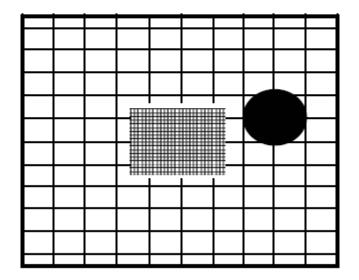


(grossly exaggerated; in actual retina transition from dense to sparse sampling is much smoother)

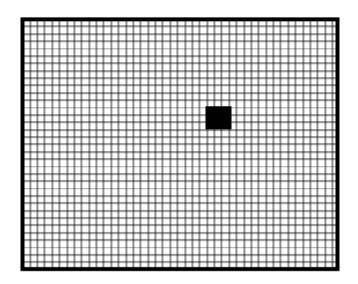


有趣的比較

Retina: blind spot not noticeable



<u>Digital camera:</u> bad pixels destructive





光場相機



Special topic: 光場相機

• 邀請臺大物理系吳俊輝教授說明



相機的限制

- 針孔相機的特色是沒有景深的限制,近景遠景可以一次看清
 - 但是因為針孔很小,曝光量不足,需要很長的曝光時間
 - 而且無法強調特定拍攝物體
- 以透鏡取代針孔的相機,可以改善曝光量不 足的問題
 - 在大光圈時,景深變小,可以強調拍攝物體
 - 請見上一節的光圈與景深的關係
 - 但是一張照片只能看清楚一個焦距的物體



光場相機

- 有沒有可能在拍完照片後,還能隨心所欲地選擇自己想要強調的焦距位置?
 - 相當於改善景深與曝光時間的衝突
 - 同時記錄下所有景深的影像
 - 但又能夠在很短的時間內完成?



光場相機基本原理

• (此部分影片恕不提供投影片)



光場相機成果展示

• (此部分影片恕不提供投影片)



未來可能的發展方向?

• (此部分影片恕不提供投影片)



5-4 顯微鏡與望遠鏡



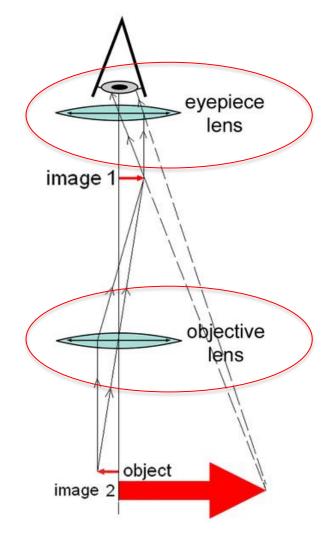
第四節

• 顯微鏡與望遠鏡的基本原理



光學顯微鏡

- 最基本的光學顯微鏡由兩個凸透鏡所組成
 - 物鏡:形成待測物的倒立 放大實像
 - 目鏡:將倒立放大實像進
 - 一步放大為虛像





概念回顧測驗

- · 請問,若要一個凸透鏡形成一個倒立放大實像,待測物的位置要放在距離凸透鏡(物鏡)端的
 - 1. 一倍焦距內
 - 2. 一倍焦距到兩倍焦距間
 - 3. 兩倍焦距以上



光學顯微鏡的放大率

• 物鏡放大率

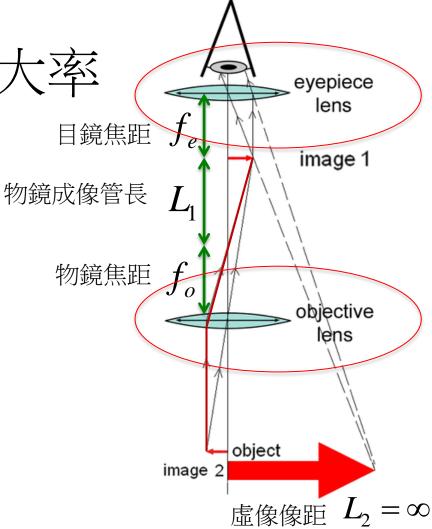
$$M_o = -\frac{L_1}{f_o}$$

• 目鏡放大率

$$M_e = d_0 P = \frac{d_0}{f_e} \quad (L_2 = \infty)$$

• 總放大率

$$M = M_e M_o = -\frac{d_0}{f_e} \frac{L_1}{f_o}$$





光學顯微鏡放大率與焦距

$$M = M_e M_o = -\frac{d_0}{f_e} \frac{L_1}{f_o}$$

- 常見數值
 - 近點距離: do = 254 mm
 - 管長:*L*₁ = 160 mm
 - \rightarrow 對於一個 5x 物鏡而言: $f_o = 32 \text{ mm}$
 - \rightarrow 對於一個 10x 目鏡而言: f_e = 25.4 mm
 - → 總放大率: 50x



示範實驗

- 兩個凸透鏡組成一個顯微鏡
- 可觀察到液晶螢幕的三原色像素



現代的光學顯微鏡

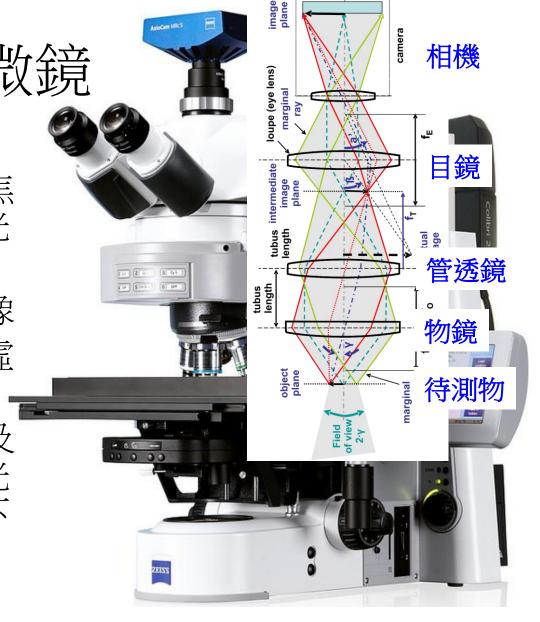
• 無限遠光學系統

- 待測物直接放在物鏡焦點(點光源變成平行光)

- 由管透鏡來成放大實像

- 目鏡再接著形成放大虛 像

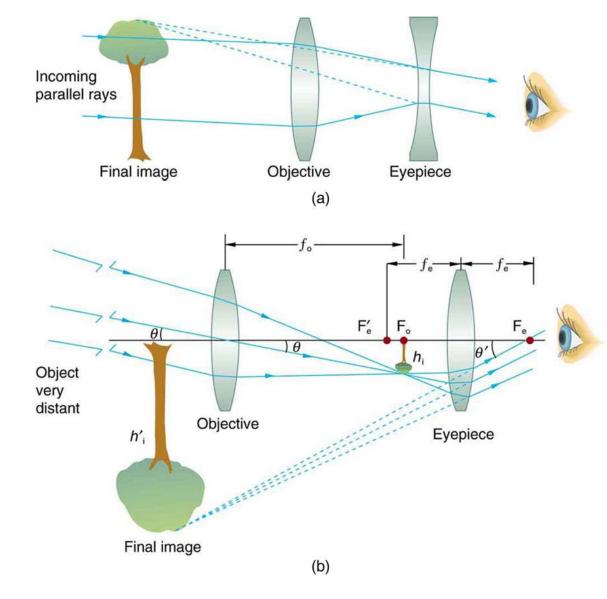
- 優點是可以在物鏡以及 管透鏡中間加入其他光 學元件(如濾鏡)而不 會影響光路





望遠鏡

- 伽利略設計
 - 凸+凹透鏡
- 克普勒設計
 - 凸+凸透鏡



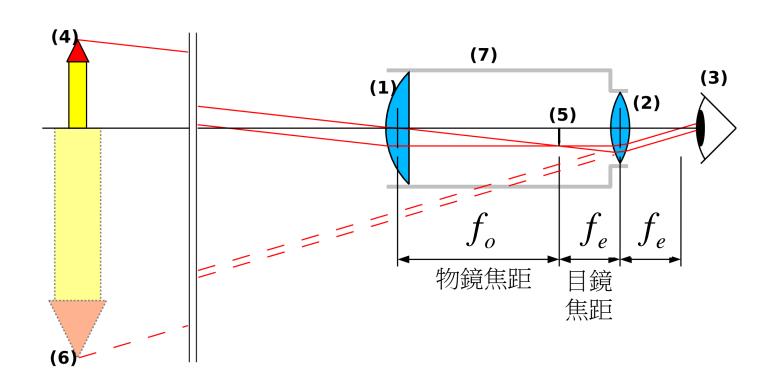


示範實驗

- 伽利略望遠鏡視野較小
- 克普勒望遠鏡視野較大



克普勒望遠鏡





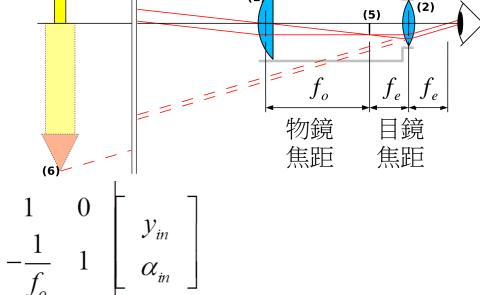
ABCD 矩陣光學

横向距離放大率 成像條件 $\begin{bmatrix} y_{out} \\ \alpha_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B & y_{in} \\ C & D & \alpha_{in} \end{bmatrix}$ 屈光力 角度放大率



克普勒望遠鏡

• 由幾何矩陣光學



$$\begin{bmatrix} y_{out} \\ \alpha_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_e} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & f_o + f_e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_o} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{in} \\ \alpha_{in} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -\frac{f_e}{f_o} & f_o + f_e \\ 0 & -\frac{f_o}{f_e} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{in} \\ \alpha_{in} \end{bmatrix}$$

角度放大率為負且大於1,成放大倒立虛像



請試著證明

· 若加入物距s。與像距s_i,矩陣變為

横向距離放大率

成像條件

$$\begin{bmatrix} -\frac{f_e}{f_o} & f_o + f_e - s_o \frac{f_e}{f_o} - s_i \frac{f_o}{f_e} \\ 0 & -\frac{f_o}{f_e} \end{bmatrix}$$

屈光力

角度放大率



概念問題

- 請問若有近視,用望遠鏡觀察遠方物體時是否需要把眼鏡取下?
 - 1. 需要
 - 2. 不需要
 - 3. 都可以

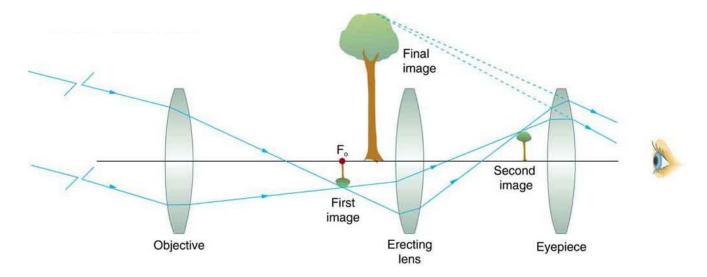
Ans:一般望遠鏡具有調整焦距功能(即調整管長),

所以戴或不戴眼鏡都可以



如何避免影像上下顛倒?

• 中間加入第三個凸透鏡

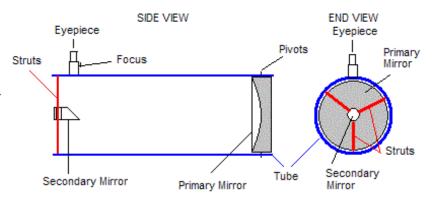


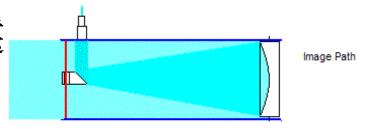


反射式望遠鏡

- 沒有色像差的問題
- 在大口徑情況下,比 起透鏡容易製造且更 輕
- 所以大口徑天文望遠 鏡多半是反射式

牛頓的反射式望遠鏡





Harlan J. Smith Telescope, McDonald Observatory, Fort Davis, Texas, USA.





Hubble Space Telescope



5-5 進階光學顯微技術



第五節

- 進階光學顯微技術
 - 共軛焦光學顯微鏡
 - 光學同調斷層掃瞄



光學顯微鏡簡史



歷史最悠久的顯微技術





1675 - Anton van Leeuwenhoek 用單透鏡顯微鏡觀察血液與昆蟲

1830 - Joseph Jackson Lister 改善球面像差

1878 - Ernst Abbe 提出解析度受到波長限制



概念問題

- 當我們在討論生物醫學影像技術時,有一些重要的參數如下。請問各位認為哪一項是最重要的參數?
 - 1. 對比
 - 2. 解析度
 - 3. 穿透深度
 - 4. 非侵入式

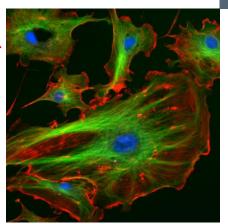


近代光學顯微鏡進展

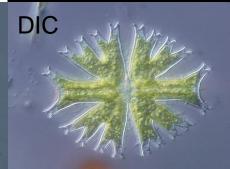
- 暗視野顯微鏡 (Dark field)
 - ✓增加對比
- 差分干涉顯微鏡 或 相位差

顯微鏡 (DIC or PC)

- ✓增加對比
- 螢光顯微鏡
 - ✓增加對比









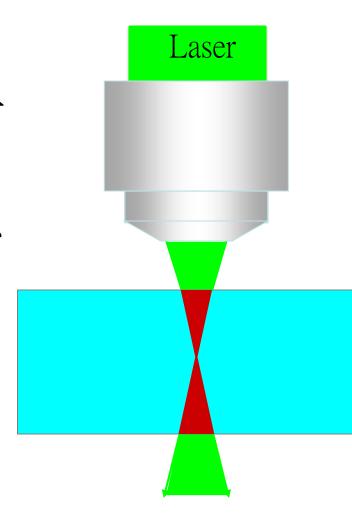
想想這個問題

- 請問各位以前有用過顯微鏡嗎?
- 還記得自己觀察了哪些樣本?
 - 草履蟲,口腔上皮細胞,或是切片組織?
- 猜猜看,如果把我們的手放在顯微鏡下, 看得到裡面的皮下組織嗎?
- 為什麼呢?



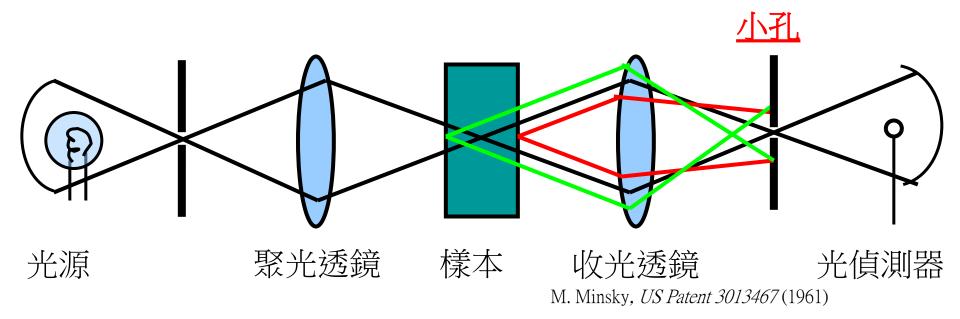
為何我們看不到厚組織中的結構?

- 不是光穿不過去的問題
- 而是不同層的信號混雜在一起,對比不佳。
- 有沒有什麼辦法可以一次只看到一層?
 - 機械式切片





共軛焦顯微鏡 Confocal microscopy

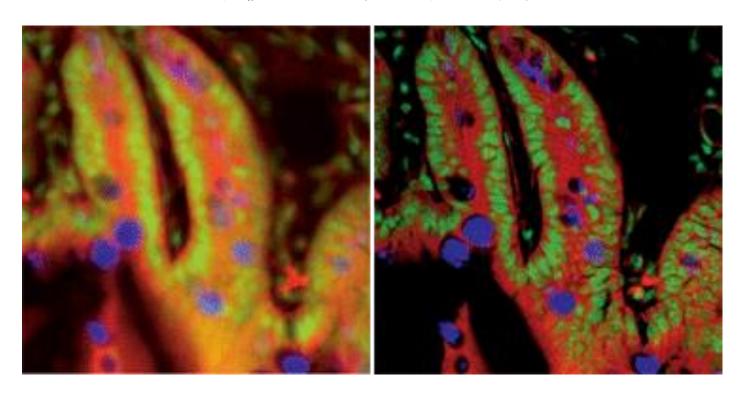


- 經由小孔作為空間濾波器,可將非焦點區域發出的信號濾掉
- 提高軸向對比
- 非侵入式光學切片



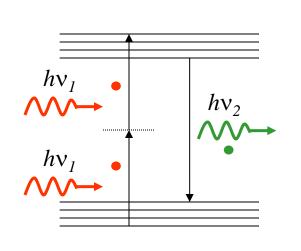
共軛焦顯微鏡 Confocal microscopy

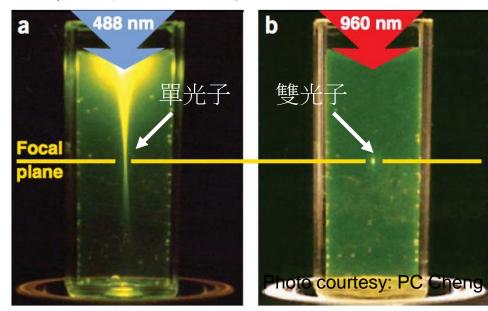
• 非侵入式光學切片





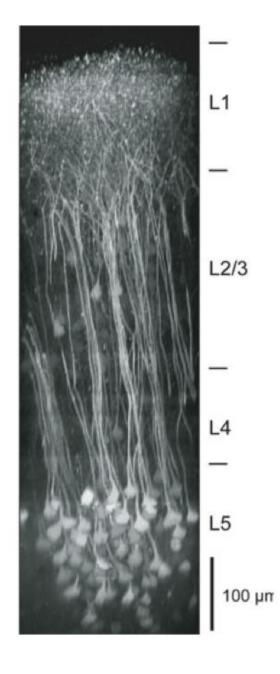
雙光子螢光顯微鏡





- 經由雙光子吸收放光,自動具有光學切片功能
- 激發波長較長,所以穿透深度較深





雙光子螢光顯微鏡

- 可在活體腦組織中達到將近一公釐的深度
- 同時每一層細胞都可以看得很清楚

光學同調斷層掃瞄 OCT Optical coherence tomography

- 超音波影像的光學版本
 - 超音波靠偵測反射音波的時間差決定介面位置 以成像
 - OCT靠偵測反射光波的時間差

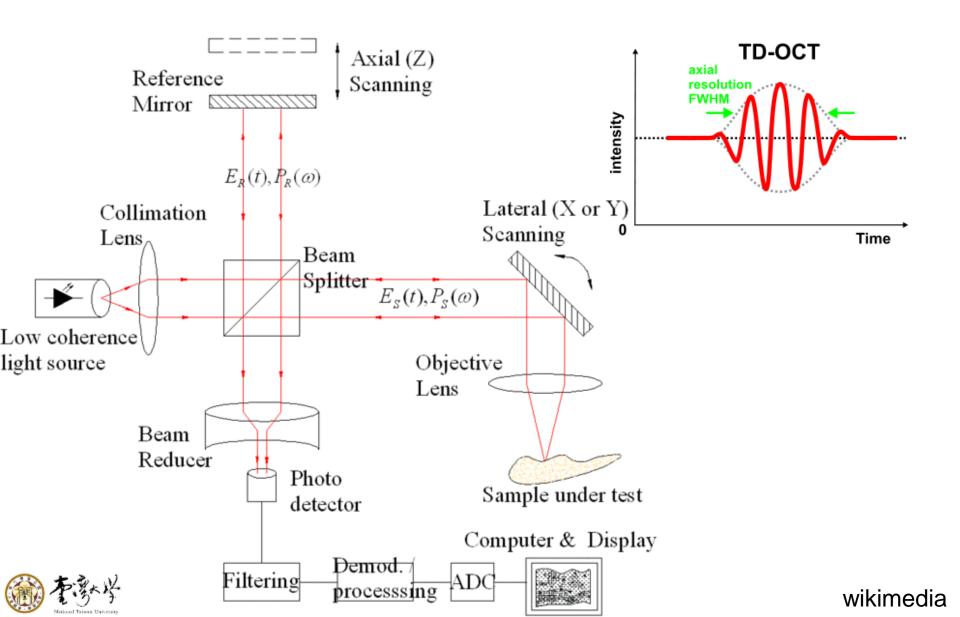


光波 vs. 音波

- 但是光的行進速度比音波快多了,如何偵測這麼短的時間差?
- 音波:水中約1000 m/s
 - -1 mm的距離差,相當於10-6秒
 - 電子系統可以直接偵測到
- 光波:水中約2 x 108 m/s
 - 1 mm的距離相當於5 x 10-12秒
 - 可以用光的干涉來測量

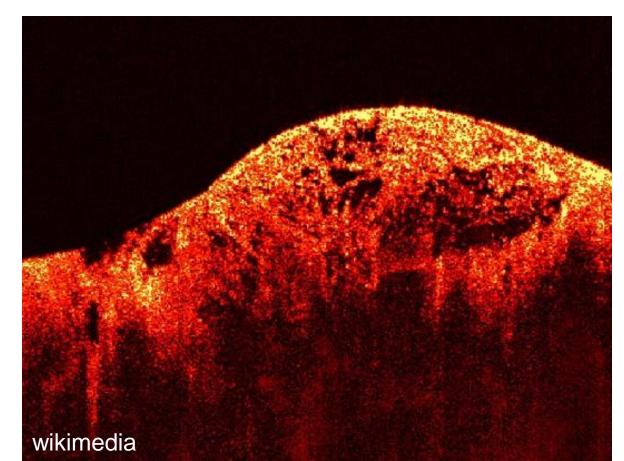


OCT就是低同調的干涉儀



OCT範例

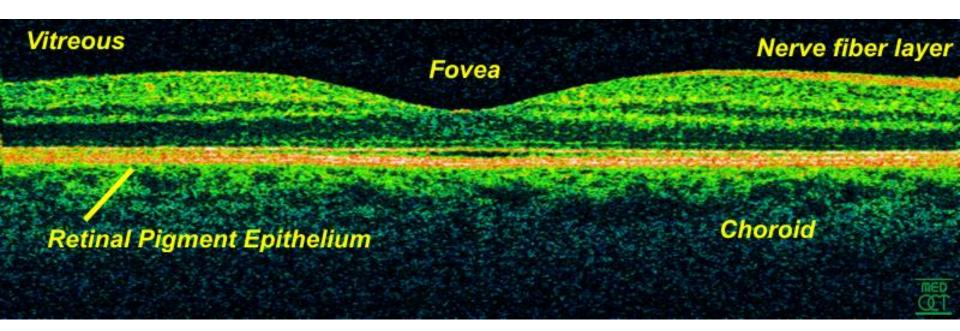
- 肌肉瘤
 - 可以看到皮下數毫米的深度





OCT範例

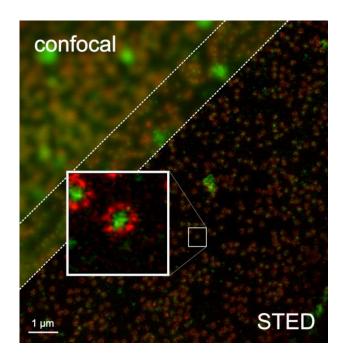
• 視網膜





光學顯微鏡的最新進展

- 超解析顯微鏡
 - 解析度可以超越繞射極限
- •請參考最近的文獻,自行閱讀
 - Agrawal et al., Current Opinion in Biotechnology 24, 646 653 (2013)





作業



- 我們在第一節中用相似三角形的概念推導出單透鏡放大鏡的角度放大率。
- · 在第三講中我們曾經提過可以用ABCD矩陣 的運算求出薄透鏡的角度放大率。
- 請問用這兩種方法求出來的角度放大率是 否相同?請解釋其原因。



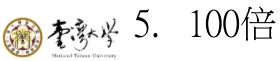
- · 若某人的近點距離為50 cm,請問應該要用焦距多長的哪種透鏡,讓其近點距離回到正常的25 cm?
- (額外思考不算分)在剛剛的計算中,我們忽略 眼鏡到眼睛的距離。若加入這個距離的考慮,請 問應如何設計這顆校正視力透鏡的位置與屈光度 組合,才能達到最佳效果?



- 請問如果自己拿一個十公分長的餅乾盒要自製針孔相機,最佳的針孔大小應該是?
 - 1. 1 2 mm
 - 2. 0.5 1 mm
 - 3. 0.1 0.5 mm
 - 4. 0.05 0.1 mm
 - 5. 0.01 0.05 mm



- 考慮一個直徑1 mm的針孔與直徑10 mm的 透鏡,接在一個相同長度的盒子上作為相 機,且盒長就是透鏡焦距。若要拍攝同一 個遠方物體,並在底片上得到一樣亮度的 影像,則針孔相機需要的曝光時間是透鏡 相機的幾倍?
 - 1. 0.01倍
 - 2. 0.1倍
 - 3. 1倍
 - 4. 10倍

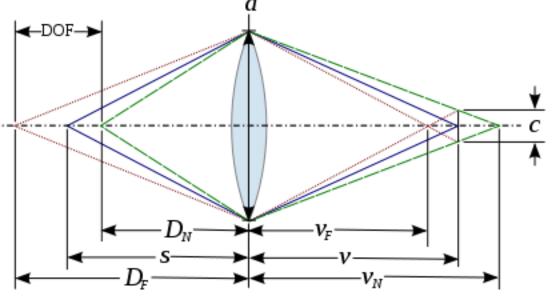


- 當拍攝遠方物體時,若想看得更清楚,需要增加放大率,亦即加大焦距。此時下列 敘述何者正確?
 - 1. f值變小,景深變大,快門要變慢
 - 2. f值變大,景深變小,快門要變快
 - 3. f值變小,景深變大,快門要變快
 - 4. f值變大,景深變小,快門要變慢



- 幾何光學如何計算景深?
 - 請依照下圖推導出景深 $DOF = D_F D_N$

$$D_{F} = \frac{sf^{2}}{f^{2} - Nc(s - f)} \qquad D_{N} = \frac{sf^{2}}{f^{2} + Nc(s - f)}$$



f: 焦距

s: 物距

N: 光圈f值

c: 可允許的模糊直徑

- · 若有兩個凸透鏡, A透鏡的焦距為20 cm, B透鏡的焦距為0.5 cm。請問若要作一個望遠鏡, 應該用哪一個當物鏡,哪一個當目鏡?兩顆透鏡間的距離應為?
 - 1. A當目鏡,B當物鏡,透鏡間距為20.5 cm
 - 2. A當物鏡,B當目鏡,透鏡間距為20.5 cm
 - 3. A當目鏡,B當物鏡,透鏡間距為19.5 cm
 - 4. A當物鏡,B當目鏡,透鏡間距為19.5 cm



- · 若有兩個凸透鏡, A透鏡的焦距為20 cm, B透鏡的焦距為0.5 cm。請問若要作一個顯微鏡, 應該用哪一個當物鏡, 哪一個當目鏡?兩顆透鏡間的距離應為? (假設管長為16 cm)
 - 1. A當目鏡,B當物鏡,透鏡間距為20.5 cm
 - 2. A當物鏡,B當目鏡,透鏡間距為20.5 cm
 - 3. A當目鏡,B當物鏡,透鏡間距為36.5 cm
 - 4. A當物鏡,B當目鏡,透鏡間距為36.5 cm



• 反射式望遠鏡是由兩個凹面鏡所組成。若物鏡的曲率半徑為10 m,搭配上一個焦距是0.5 m的目鏡,請問這個望遠鏡的角度放大率為?



考慮一個顯微鏡,物鏡焦距為 0.3 cm,目鏡 焦距為2.0 cm,且兩透鏡間距離為 20.0 cm。 若將一個葉綠體放在離物鏡 0.305 cm處,請 問

- A. 此葉綠體成像位置離物鏡多遠?
- B. 系統的管長與物鏡的放大率各為何?
- C. 目鏡的放大率為何?



延伸思考

- 在討論顯微鏡物鏡時,有一個常用的物理量稱為數值孔徑 (NA, numerical aperture)。數值孔徑的定義是NA = n sin(θ/2),其中n是折射率,θ是如下圖所示的聚焦角度。這個NA值顯然和前面提到的f值很類似。請找出NA值與f值的對應關係。
- 在第二部分的波動光學中我們將會提到數值孔徑可以用來決定顯微鏡的解析度
 - ,敬請期待。



延伸思考

前面提過,同樣都是兩個凸透鏡,可以作為望遠鏡也可以作為顯微鏡使用。請試著寫下作為望遠鏡及作為顯微鏡的ABCD矩陣有何差異,並從中推導出兩個系統的放大率孰大孰小。



- 從光場相機的原理來看,請問投影在微透 鏡陣列上的影像,以及穿過微透鏡投影在 其後方感光元件上的影像,各是正立還是 倒立影像?
 - 1. 全影像正立,微影像正立
 - 2. 全影像正立,微影像倒立
 - 3. 全影像倒立,微影像正立
 - 4. 全影像倒立,微影像倒立

