

## 星島教室 資訊及通訊科技

作者介紹



仁濟醫院羅傑思中學  
副校長  
譚在能



仁濟醫院羅傑思中學  
老師  
廖偉超



仁濟醫院羅傑思中學  
老師  
鄧頌賢

相信大家對「5G」一詞絕對不會陌生，5G發展改變了我們的生活，不論是無人機、IOT、網絡遊戲或是全球支付等，5G的高速率、高容量和低延遲都徹底改變了職場、全球經濟和我們的生活方式。究竟幕後最大功臣是誰？就是「光纖纜線」，即我們很熟悉的「光纖」。

### 「光纖之父」高錕

當提到光纖纜線，或稱「光學纖維」，簡稱「光纖」(Optical Fiber)，很多人都會聯想到「光纖之父」的名字。他是中國現代物理學家高錕教授。他是中國第一代光通訊技術研究者之一。高錕教授1966年在英國標準通訊實驗室做出劃時代的光纖實驗，證明光在石英基或玻璃纖維可長距離傳遞訊息，打破早期光在玻璃纖維只能短距離傳遞訊息的難題。高錕教授獲2009年諾貝爾物理學獎，以表彰他在「有關光在纖維中的傳輸以及用於光學通訊領域的突破成就」。這就造就了互聯網時代的爆炸性發展。

高錕教授1970年返回香港，擔任香港中文大學電子系講座教授，並於



香港中文大學第三任校長、諾貝爾物理學獎得主、中國科學院院士、大眾獎勵獎  
高錕教授

### 折光率與折射定律

在真空情況下(或外太空)，光線的傳播速度最快，為每秒299,792,458米(約 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )。不同介質有着不同密度，當光線進入不同介質時，會以不同速度傳播，速度的改變使光線改變其前進方向，稱為「折射」。不同物質能產生不同程度的折射，較高密度介質有較大的「折光率」(Refractive Index)。

折射方向與程度是基於「折射定律」(斯涅耳定律)(Snell's Law)：「入射角」(Angle of Incidence)和「折

射角」(Angle of Refraction)之間的正弦值的比例，等於兩個介質的折光率的比值。



例子：假設光線從第一介質進入第二介質，則

$$\frac{\sin(\theta_1)}{\sin(\theta_2)} = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2))$$

其中 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 分別是入射角和折射角， $n_1$ 和 $n_2$ 分別是介質1和介質2的折光率。

### 全內反射原理

當 $n_1 > n_2$ ，即光從高密度介質進入低密度介質時，根據斯涅耳定律，折射角會大於入射角( $\theta_2 > \theta_1$ )，當折射

$$\sin(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$$

角 $\theta_1$ 達到90度，光便剛好不能到達第二個介質中，這個特定的入射角稱為「臨界角」(Critical Angle  $\theta_c$ )。

當入射角大於臨界角時，全內反射發生，所有的光源被反射回原來的介質。



### 光纖原理

光纖是一種用於傳輸光訊號的纖維。它的工作原理基於光的全內反射。光纖中主要有兩個部分：「纖芯」(Core)和「包層」(Cladding)。纖芯和

包層由不同的材料組成，纖芯的折光率較包層的高。

當光訊號從纖芯(高密度介質)進入包層(低密度介質)並達到大於臨界角，全內反射便會發生，光訊號便可以在光纖中透過連續的全內反射，進行長距離傳輸。

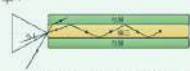


### 光纖的受光角

當光線射向光纖端時，其角度是不能太大的，必須位於「受光角」(Acceptance Angle  $\theta_A$ )。只有沿着特定受光角進入光纖的光線，才可借著光纖傳播。

$$\sin \theta_A = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

其中 $n_1$ 和 $n_2$ 分別是纖芯和包層的折光率。



篇幅所限，有興趣的讀者可自行掃描以下QR code，瀏覽本校5A學生陳皓然、伍永樂、孫紹銘及張睿成講解如何指導方案：



推薦方案短片介紹

例子  
纖芯折光率 = 1.68  
包層折光率 = 1.44

$$\theta_c = \sin^{-1} \left( \frac{1.44}{1.68} \right) = 58.997^\circ$$

$$\theta_A = \sin^{-1} \sqrt{1.68^2 - 1.44^2} = 59.921^\circ$$

### 練習

纖芯折光率 = 1.70  
包層折光率 = 1.50  
求 $\theta_c$ 和 $\theta_A$ 。

### 參考答案

$$\theta_c = 61.928^\circ, \theta_A = 53.130^\circ$$

本欄逢週四刊出，由教育評議會邀請資深中小學老師、校長及大學講師撰寫，旨在為學生提供多元化的STEAM學習材料，引發學生追求知識的興趣，將學習融入生活，培養學生的世界觀、敏銳的觸覺、積極學習的態度。