

表觀深度

目的

使用“Borderless Lab 365”平台，測量折射塊的真實和表觀深度。

理論

- 在一個均勻和各向同性的介質，物體發出的光線沿直線傳到觀察者。因此，光線可以當作是從光源發出並沿直線傳播的粒子流。
- 當光線穿過兩種不同密度的介質時，部分光線於其介面產生折射。根據斯涅爾定律，折射的方向受兩種介質的**折射率**影響。
- 當我們從上方俯視水池，水池的深度看起來比實際淺。(圖 1) 展示了池底物件的光線於水面因折射形成的虛像。

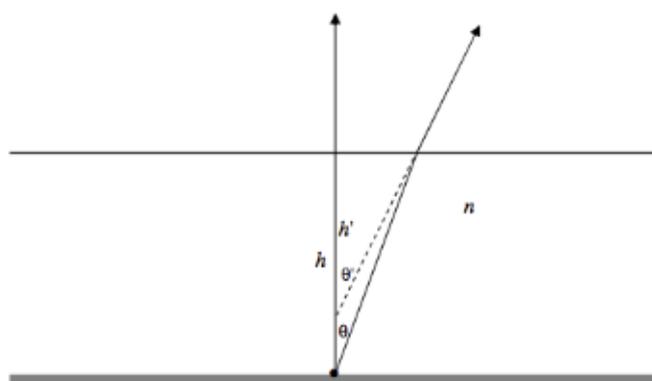


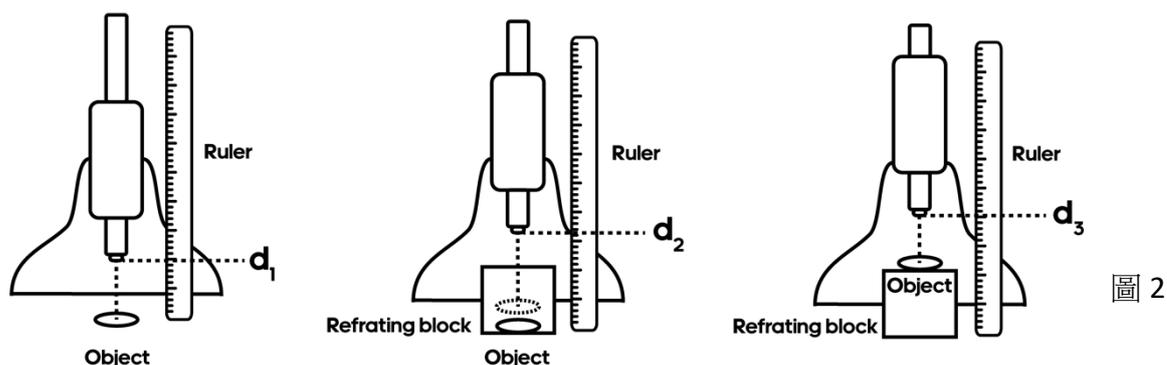
圖 1

根據斯涅爾定律，

$$n \sin \theta = 1 \sin \theta'$$

人的瞳孔直徑約 4-7 毫米，當我們向下注視水池時（或注視距離我們眼睛不太近的任何物體），角度是很小的。於小角度， $\sin \theta \approx \tan \theta$ 是接近。因此，我們可以得出 $n = h/h' = \text{實際深度}/\text{表觀深度}$ 。

- 介質的折射率可經測量物體的實際和表觀深度得知。於此實驗，我們將使用顯微鏡紀錄物體在不同情況下所形成的清晰圖像。
- 首要測量的讀數是顯微鏡與物體間，可形成清晰圖像的距離。然後使用未知折射率的方塊進行第二次讀數，計算物體的表觀深度。第三次則讀取於介質上形成清晰圖像的物體，此數據讓你得知方塊的真實深度。(圖 2)



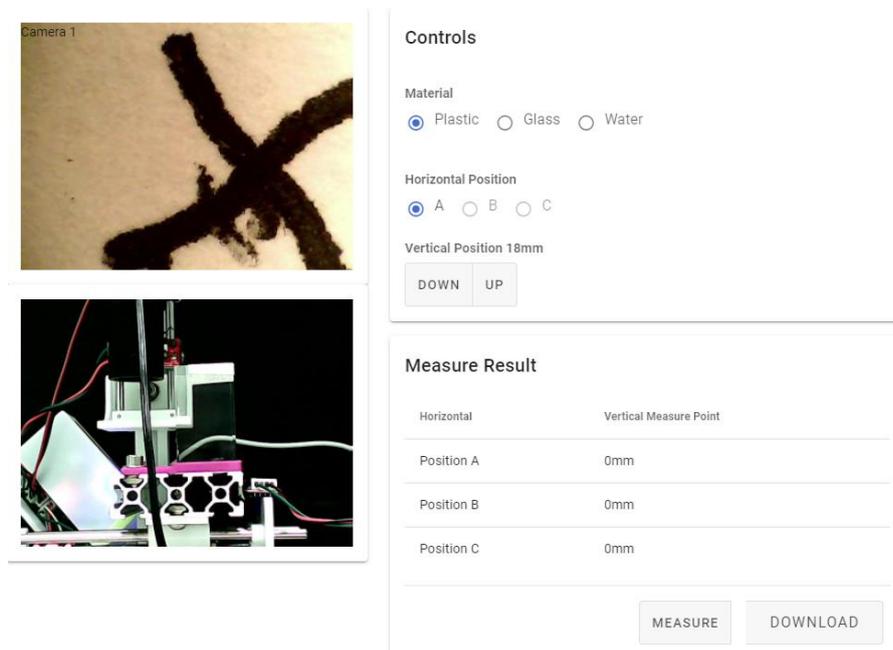
- 方塊的實際深度 d_{real} 是 $d_3 - d_1$.
- 方塊 d_{app} 的表觀深度是 $d_3 - d_2$.
- 因此，方塊的折射率為 $n = \frac{d_{real}}{d_{app}} = \frac{d_3 - d_1}{d_3 - d_2}$.

儀器

- “Borderless Lab 365” 平台
- 移動式顯微鏡，黑色物體和三個折射方塊。

程序

1. 登入 Borderless Lab 365 平台上，及選擇“表觀深度”實驗 <https://stem-ap.polyu.edu.hk/remotelab/>
2. 選擇控制板右側的“Position A”。
3. 按“Up/Down”調節移動式顯微鏡，直到物體（黑點）的圖像清晰聚焦。
4. 按左下角的“MEASURE”以記錄 d_1 的大小。



5. 將移動式顯微鏡升至可以選擇“Position B”的水平，在該位置折射塊已放置在物體和移動式顯微鏡之間。
6. 重複步驟 3 和 4 找出 d_2 的大小。
7. 選擇“Position C”，量度另一個在折射塊的頂部的物體（另一個黑點）。重複步驟 3 和 4，找出 d_3 的大小。
8. 下載已得的數據，轉至其他材料的折射方塊（塑膠/ 玻璃/ 水）重覆以上步驟。
9. 根據表中獲得的數據，計算折射塊的實際和表觀深度，然後計算其折射率。
10. 完成實驗後，按右下角的“LOGOUT”。

數據

材料 1:

位置	讀數 (毫米)
位置 A / d_1	
位置 B / d_2	
位置 C / d_3	
	大小
塊的厚度 d_{real} $= d_3 - d_1$	
表觀厚度 d_{app} $= d_3 - d_2$	
塊的折射率 $n = \frac{d_{real}}{d_{app}} = \frac{d_3 - d_1}{d_3 - d_2}$	

材料 2:

位置	讀數 (毫米)
位置 A / d_1	
位置 B / d_2	
位置 C / d_3	
	大小
塊的厚度 d_{real} $= d_3 - d_1$	
表觀厚度 d_{app} $= d_3 - d_2$	
塊的折射率 $n = \frac{d_{real}}{d_{app}} = \frac{d_3 - d_1}{d_3 - d_2}$	

材料 3:

位置	讀數 (毫米)
位置 A / d_1	
位置 B / d_2	
位置 C / d_3	
	大小
塊的厚度 d_{real} $= d_3 - d_1$	
表觀厚度 d_{app} $= d_3 - d_2$	
塊的折射率 $n = \frac{d_{real}}{d_{app}} = \frac{d_3 - d_1}{d_3 - d_2}$	

討論區

1. 你知道折射塊把物件圖像“升高”了多少嗎？如何？
2. 為什麼折射塊的實際深度等於 $d_3 - d_1$ ？
3. 為什麼折射塊的表觀深度等於 $d_3 - d_2$ ？
4. 實驗可能有哪些誤差？
5. 較厚或較薄的方塊可提高精準度？為什麼？
6. 圖像的放大倍數是多少？