# 白光經過稜鏡產生的色散光可以經過相同但倒立的稜鏡回復白光嗎?

\_\_\_\_\_

我們先問問 AI。詢問日期是:2025-10-29

一束白光 (white ray) 經過一個等邊稜鏡 (equilateral prism) 後變成色散光 (dispersed light)。問把這色 散光經過另一個相同,但倒立的稜鏡,可以回復白光嗎?原因是甚麼?

上午9:38 🛷



可以。把色散光再經過一個相同材質、相同角度,但倒置且正確對準的等邊稜鏡,理論上可以重新合成回白光。

#### 原因說明:

- 稜鏡對不同波長的折射率不同,首次經過稜鏡時,白光各波長以不同角度偏折,形成色散。
- 若第二個稜鏡與第一個在幾何與材料上相同,並以倒置方式放置,且讓經第一個稜鏡後的各色光正確 入射到第二個稜鏡,則第二個稜鏡會對各波長施加「相反的」偏折。每一色光的路徑偏折被「抵 銷」,在輸出端重新疊合為白光。
- 這相當於可逆性:在無吸收、無散射、無像差的理想情況下,光路是可逆的。把第三個稜鏡設成第一個的鏡像,光線可逆地回到未分散的狀態。

#### 注意事項:

- 必須使用相同材料(相同色散特性)與相同稜角,並精準對準;否則會有殘餘色散或光束不完全重合。
- 實際情況中仍可能有微弱損耗(反射損失、吸收)與像差,導致亮度減少或極輕微的色邊,但顏色可 基本恢復為白光。

上午9:38

一束白光 (white ray) 經過一個等邊稜鏡 (equilateral prism) 後變成色散光 (dispersed light)。問把這色散光經過另一個相同,但倒立的稜鏡,可以回復白光嗎?原因是甚麼?

上午9:39 ₩

## Ø Grok-4

是的,這是一個經典的光學問題,涉及到光的色散(dispersion)和棱鏡的折射原理。我會一步步解釋清楚,包括是否能回復白光,以及背後的原因。為了讓說明更直觀,我會用簡單的文字描述(如果需要圖示,我可以稍後補充,但這裡先用文字解釋)。

### 1. 第一個棱鏡的作用:白光變成色散光

- 白光的本質:白光是由多種不同波長(顏色)的光混合而成,從紅光(長波長)到紫光(短波長)。
- 等邊稜鏡(equilateral prism):這是一種三角形截面的玻璃稜鏡,三邊相等(角度為60°)。當白 光從空氣進入稜鏡時,會發生折射(refraction),因為玻璃對光的折射率(refractive index)大於 空氣。
- 色散現象:不同顏色的光在玻璃中的折射率略有不同:
  - 紫光(短波長)折射率最高,偏折角度最大。
  - 紅光(長波長)折射率最低,偏折角度最小。
- 結果:白光通過稜鏡後,被分散成一道彩虹般的色散光(光譜),從紅到紫逐漸變化。這是牛頓在17世紀發現的現象。

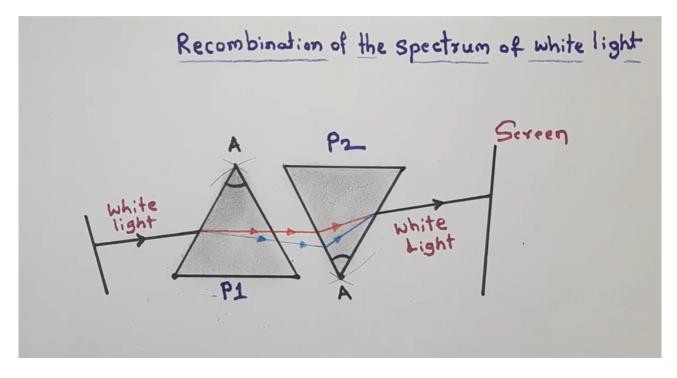
### 2. 第二個相同但倒立的稜鏡: 能否回復白光?

- **倒立(inverted)的意思**:這裡的「倒立」通常指第二個稜鏡的頂點(apex)方向與第一個相反。例如,第一個稜鏡的頂點向上,第二個則向下(或反之)。兩個稜鏡是相同的(材質、形狀、大小一樣),只是放置方向相反。
- 答案:是的,可以回復白光。
  - 如果你將第一個稜鏡產生的色散光,直接輸入到第二個倒立的相同稜鏡中,第二個稜鏡會「反向」 處理這些光線。

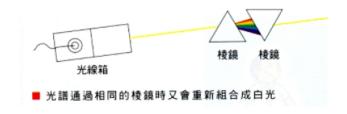
## 3. 原因解釋

- 物理原理:這基於折射的對稱性和可逆性。
  - 第一個稜鏡將白光分散,因為不同顏色的光在進入和離開稜鏡時,偏折角度不同(紫光偏多,紅光偏少),導致它們分開。
  - 第二個稜鏡倒立放置,等於對光線施加「相反的偏折」:
    - 紅光在第一個稜鏡中偏折少,在第二個中也會被「拉回」相應的角度。
    - 紫光在第一個中偏折多,在第二個中同樣被反向偏折,拉回原路徑。
  - 由於兩個稜鏡相同目對稱放置,所有顏色的光線最終會匯聚回同一條直線上,重新混合成白光。

下圖來自 https://www.youtube.com/watch?v=ymX7ubq\_VFc



香港中學一本初中科學書籍。



\_\_\_\_\_\_

無疑「光的可逆性」(reversibility of light) 總是對的,但以上 AI 回答和上兩圖均錯誤。

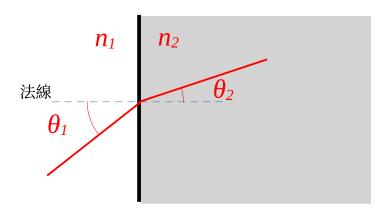
# (A) 甚麼是「光的可逆性」(reversibility of light)?

光反射是可逆的。當光沿出射線射回,光就會沿入射線射出。 光折射也是可逆的。當光沿出射線射回,光就會沿入射線射出。

Snell's law of refraction,

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

當  $\theta_1$ 是入射角, $\theta_2$ 是折射角; 當  $\theta_2$ 是入射角, $\theta_1$ 是折射角。



# (B) 「兩稜鏡回復白光」不是因為光的可逆性。剛好相反,是光的可逆性說明 它是不可能。

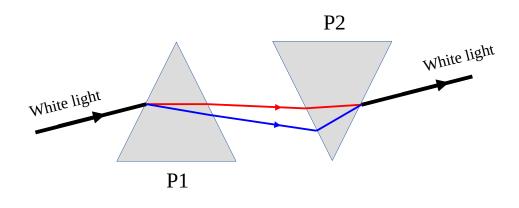


圖 (I)

(II) 把上圖 (I) 光的方向逆轉,畫成下圖 (II)。根據光的可逆性,若果上圖 (I) 是對的,那下圖 (II) 必然也是對的。

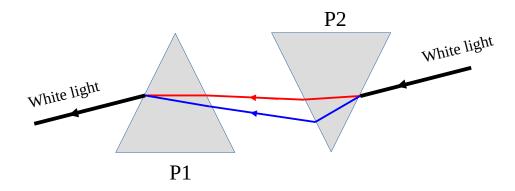


圖 (II)

(III) 把上圖 (II) 轉 180°,變成下圖 (III)。

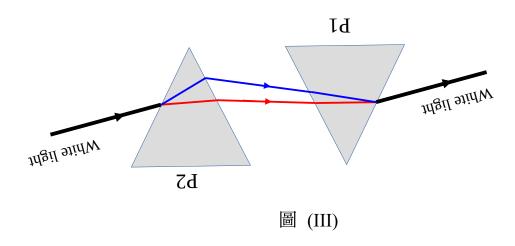
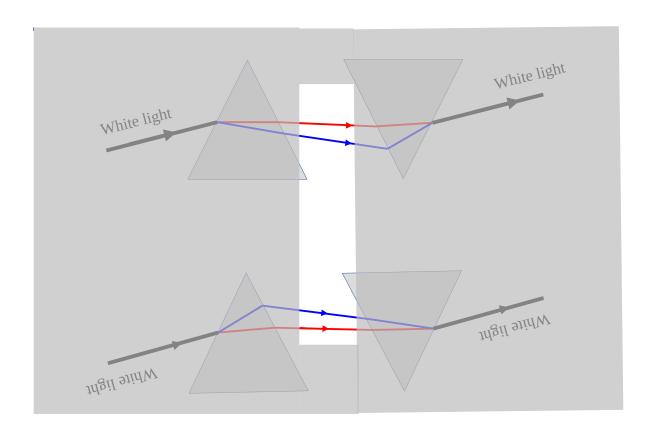


圖 (III) 只是方便我們比較圖 (I) 和圖 (II)。圖 (III) 不是必需。

## (IV) 把圖 (I) 和圖 (III) 並列比較。



光從第一個稜鏡走去第二個稜鏡,

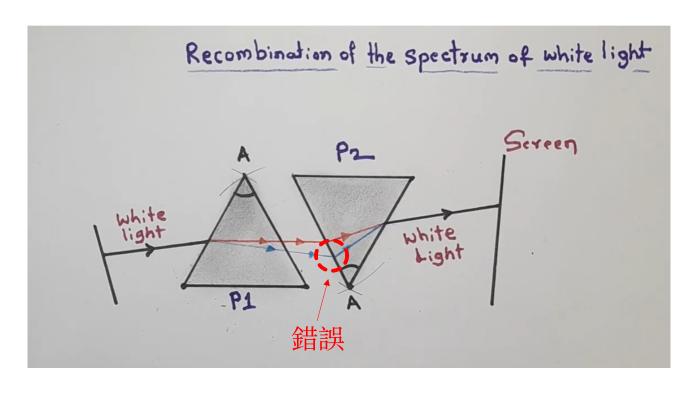
圖 (I): (a) 光是發散 (divergent) , (b) 色散光譜是"紅在上、藍在下"

圖 (III) (即圖 (II)): (a) 光是會聚 (convergent) , (b) 色散光譜是"藍在上、紅在下"

圖 (I) 和圖 (II) 互相矛盾,不可能同時發生。

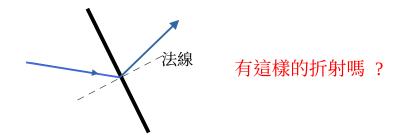
光的可逆性總是對的。

唯一結論:圖(I)必定錯誤,必定在某地方違反了折射定律。



上圖必定有至少一個錯誤。

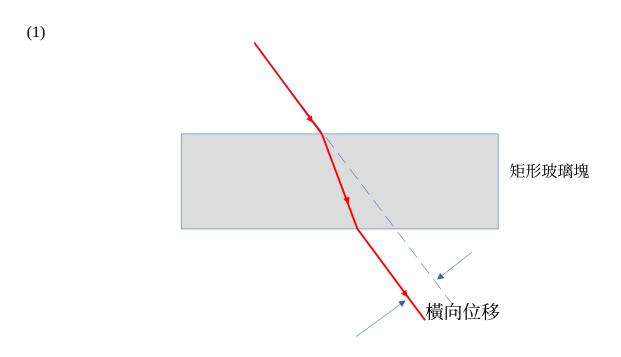
錯誤在那?藍光進入第二個稜鏡的折射就是一個明顯錯誤。



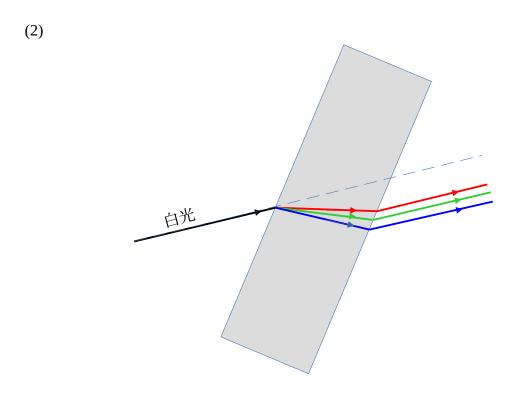
肯定說,下圖「白光入、中間色散、白光出」不可能發 生。

> 白光 紅 橙 黄 ·

# (C) 既然圖 (I) 是錯,那「白光入,甚麼和如何出?」它的正確折射圖該如何?

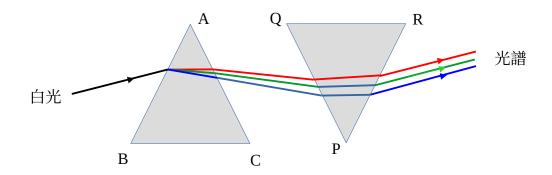


出射線平行入射線。矩形玻璃塊的折射率越大,橫向位移越大。



藍光的折射率略大於紅光折射率,所以藍光的橫向位移略大。

(3)



白光經過雙稜鏡的正確折射圖

兩稜鏡是等邊三角形。若 AC // QP , 那 AB // RP 。所以兩稜鏡只是一個矩形玻璃塊,其中間再加上另一個相反傾斜的矩形空氣。

## 折射的結果是:

出射光是一個完整的白光光譜,

各顏色光線互相平行,也與入射線平行。

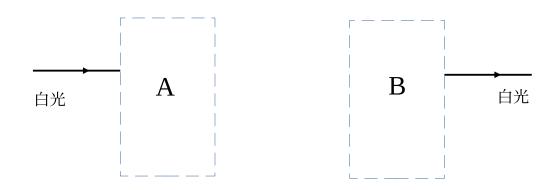
## (D)一些問題

- (1) 若果兩稜鏡形狀任意,也不要求其中一個倒立。那「白光經過兩稜鏡回復白光」這事仍然不可行嗎?
- (2) 相傳此「白光經過兩稜鏡回復白光」是牛頓首先發現 (筆者用有限的資源搜索,也找不到可靠的原始文獻支持這說法)。無論如何,這實驗看來也經過無數次「驗證」,但這裏我們卻說不可行,問題在那裏?
- (3) 這個「白光經過兩稜鏡回復白光」不是新鮮話題 (但我們以光的可逆性証明其不可行是新觀點)。先前已有文獻說若要重疊回復白光,是需要用上 4 個稜鏡。此 4 個稜鏡應該如何放置?

若讀者希望可以了解上述問題,請閱讀筆者的拙文 Reversibility of Light Disproves the Two-Prism Method (The Physics Teacher Vol 63, November 2025, P. 655) https://doi.org/10.1119/5.0205590

\*\*\*\*\*\*\*

## 練習:



上圖 A 和 B 是相同光學物件。它們真可以造到「白光入、中間色散、白光出」。問 A、B 是甚麼物件?把白光經過它們的整個折射過程畫上。

\*\*\*\*\*

作者:吳老師 (Chiu-King Ng)

https://ngsir.netfirms.com http://phy.hk

電郵:feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數