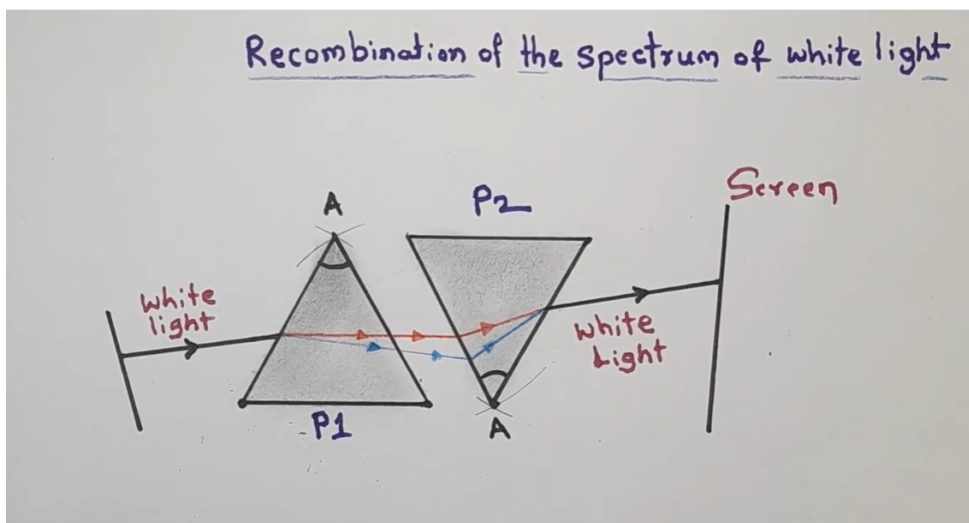


白光經過三稜鏡產生的色散光
可以經過另一倒立的三稜鏡回復白光嗎？

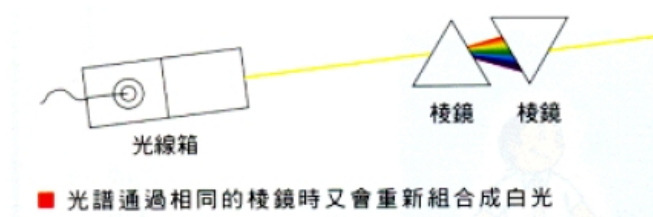
答：不能



(網上圖片)



(https://www.youtube.com/watch?v=ymX7ubq_VFc)




(香港中學一初中科學書插圖)

我們也問問 AI。

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 ✓

 GPT-5

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所有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。把第二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 ✓

Grok-4

是的，這是一個經典的光學問題，涉及到光的色散 (dispersion) 和稜鏡的折射原理。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. 第一個稜鏡的作用：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。
 - 由於兩個稜鏡相同且對稱放置，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。

無疑「光的可逆性」(reversibility of light) 總是對的，但
以上所有繪圖和 AI 回答均錯誤。

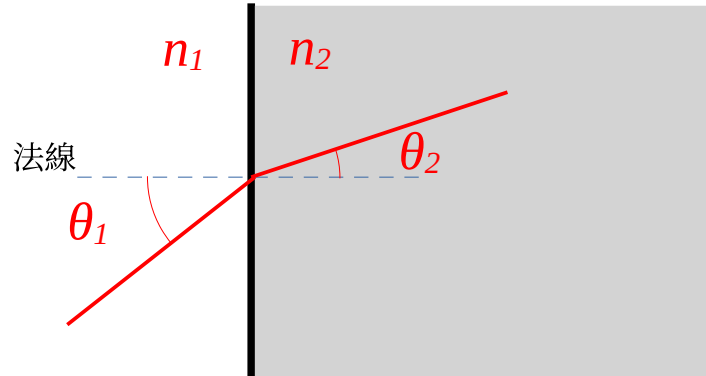
(A) 甚麼是「光的可逆性」(reversibility of light) ?

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 θ_1 是入射角， θ_2 是折射角；當 θ_2 是入射角， θ_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。

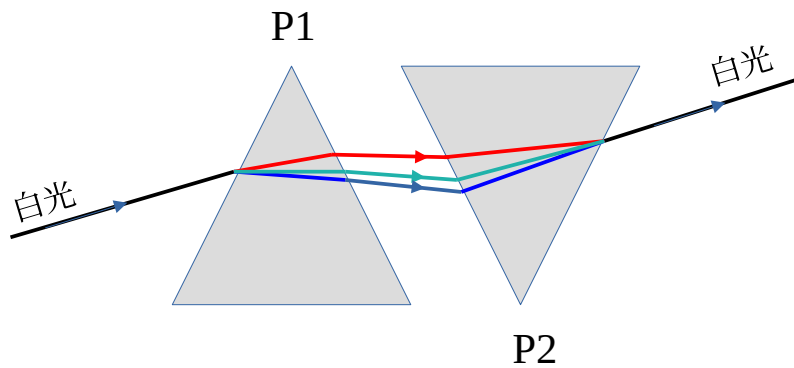


圖 (I)

(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。

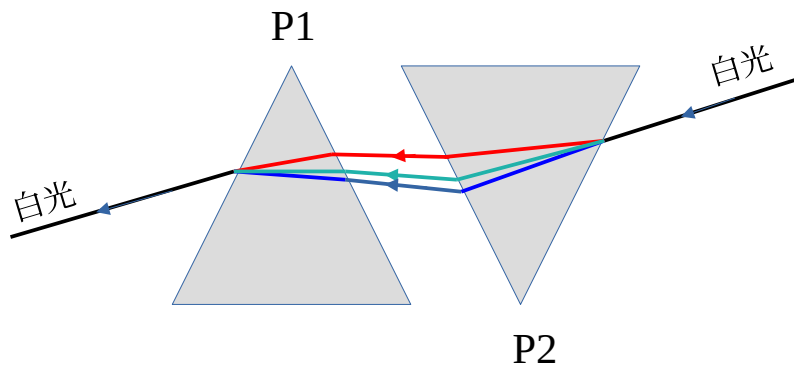


圖 (II)

(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。

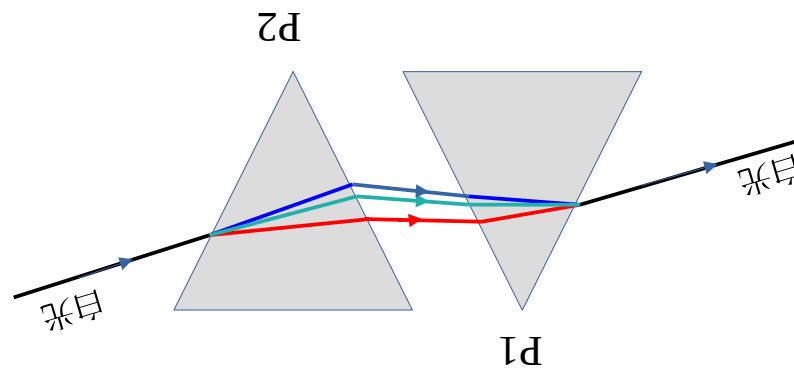
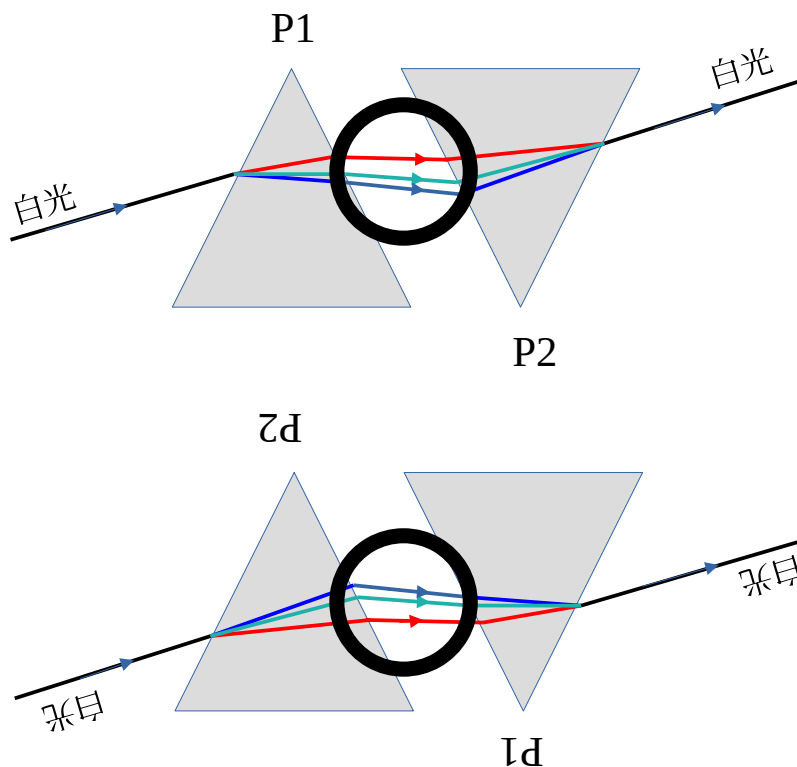


圖 (III)

(IV) 把圖 (I) 和圖 (III) 上下並排比較。



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”

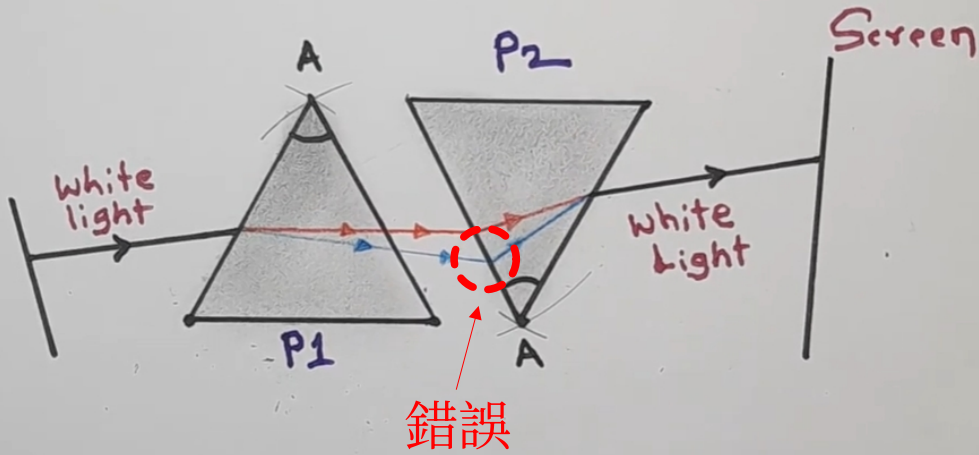
圖 (III) (即圖 (II))：(a) 光是會聚 (convergent)，(b) 色散光譜是“藍在上、紅在下”

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。

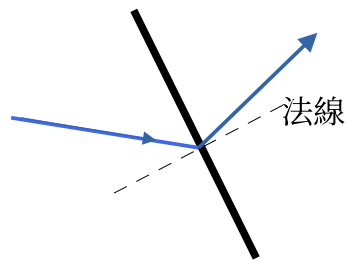
唯一結論：圖 (I) 必定錯誤，必定在某地方違反了折射定律。

Recombination of the spectrum of white light



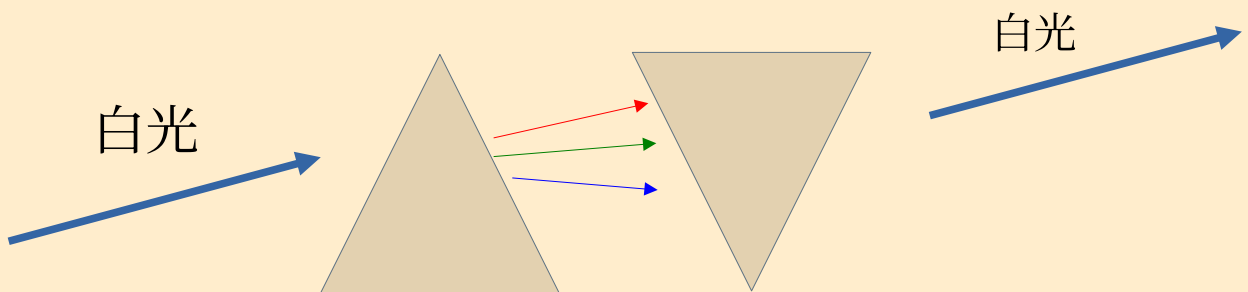
上圖必定有至少一個錯誤。

錯誤在那？藍光進入第二個稜鏡的折射就是一個明顯錯誤。



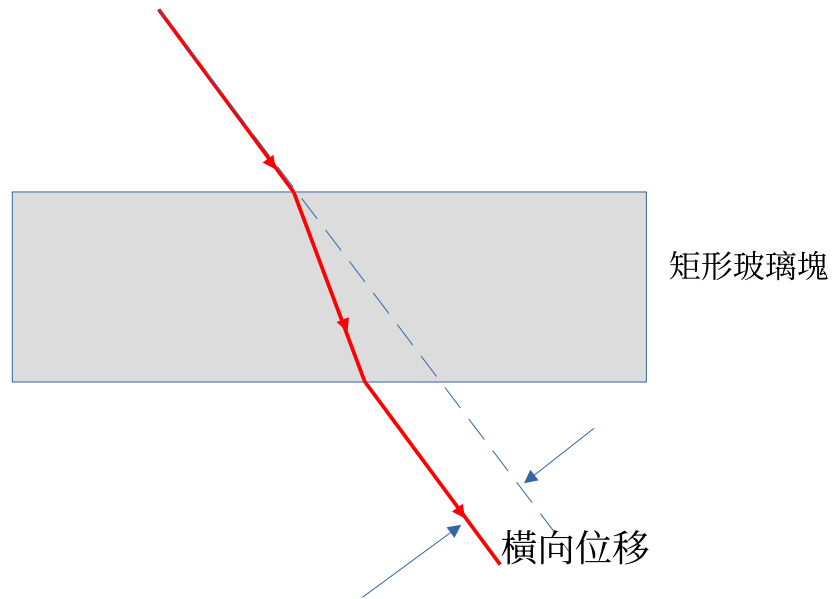
有這樣的折射嗎？

肯定說，下圖不可能發生。



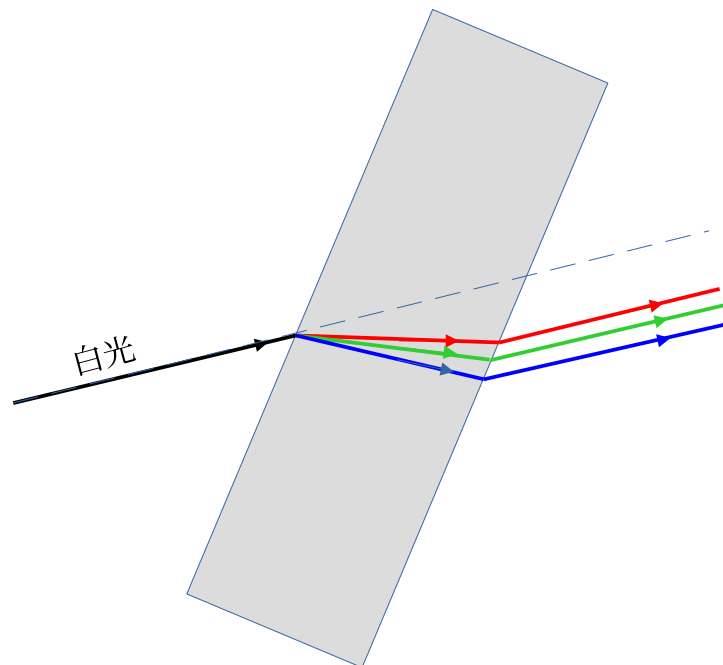
(C) 既然圖 (I) 是錯，那「白光入，甚麼和如何出？」它的正確折射圖該如何？

(1)



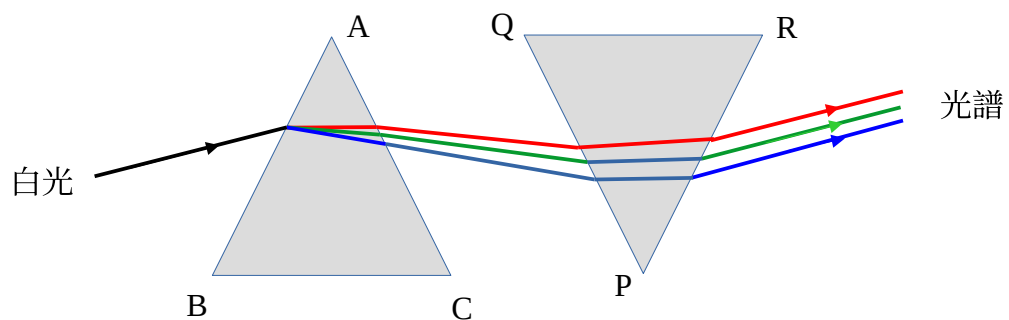
出射線平行入射線。矩形玻璃塊的折射率越大，橫向位移越大。

(2)



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 $AC \parallel QP$ ，那 $AB \parallel RP$ 。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。

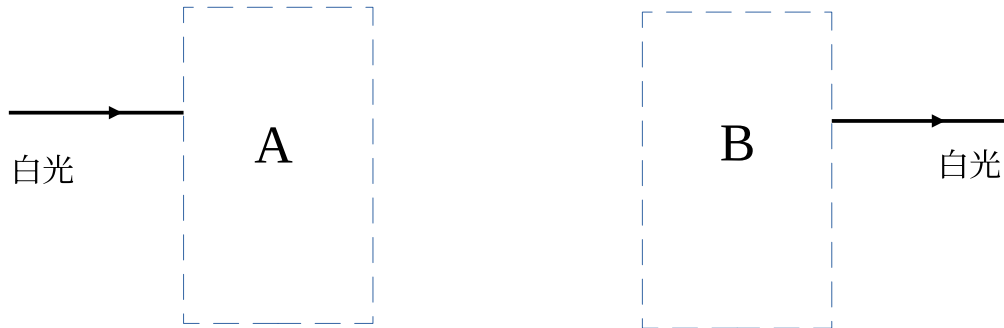
(D) 一些問題

- (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證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](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 可以是甚麼物件？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