

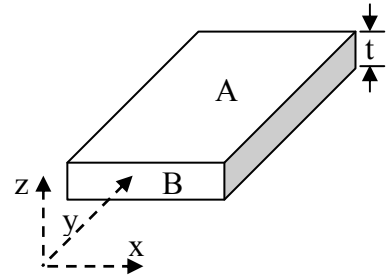
筆試試題（一）

編號： 01 .

- 說明：(1) 請先核對答案卷上之編號和你的編號是否一致。
(2) 本試題卷共六大題，請依題號在答案卷上指定位置作答，
試題卷需隨答案卷繳回。

【第一題】

一長方形光學平板厚度為 t ，寬為 w ，長為 L ，折射率為 n ，如圖所示。圖中 x 、 y 、 z 分別為參考座標軸。



- (a) 光線從上面 (A) 射入，入射角為 θ 。試計算光線從下方射出時與法線的夾角，以及射出光線與入射光線兩道光線之間的距離。(7分)

作為光導薄膜時，厚度 t 很小，光線從側面 (B) 沿 yz 平面入射。

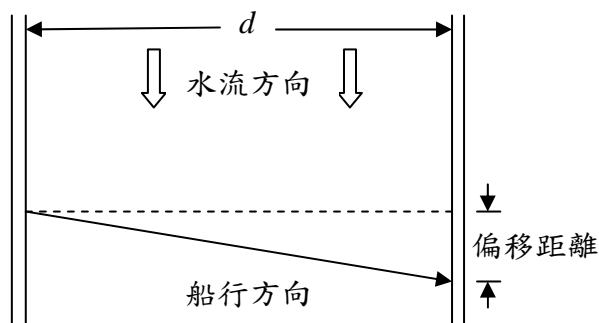
- (b) 如果將 B 面固定於 x 軸，使薄膜沿著 yz 平面彎曲，形成半徑為 R 的半圓形圓弧。試計算當光線平行於 y 軸射入時，光線能夠在光導薄膜中傳播的最小 R 值為多少？(6分)
- (c) 計算光線能夠在此半圓弧光導薄膜之中傳播的最大入射角（與 y 軸的最大夾角）。(6分)
- (d) 在薄膜上下兩面各鍍上厚度為 s ，折射率為 n_B 的薄膜，計算光線能夠在此半圓弧光導薄膜之中傳播的最大入射角（與 y 軸的最大夾角）。(6分)

【第二題】

某冬，高山上恆溫於零下 20°C 。山中一屋，其屋頂與地板為絕熱，房屋之牆壁厚度為 15 公分，牆壁總面積為 200 平方公尺，其熱導率為 $0.055 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 。內牆與空氣之熱傳導係數為 $8.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，外牆與戶外空氣之熱傳導係數為 $34 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。屋內設有一電暖器，可將室內溫度維持在 20°C 。若忽略熱輻射效應，每度電費為 3 元，請問屋主每月最少需花多少電費？(25分)

【第三題】

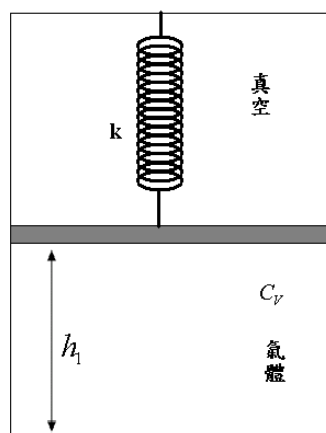
有一條河寬度為 d ，漁夫駕船橫越河面兩次。第一次是用最短時間渡河，所用時間為 T ；第二次渡河方式為上岸位置是往下游方向偏移距離最小（如下圖），



所用時間為 $2T$ 。請問在(a)船相對於河水的速度大小大於水流速率，及(b)船相對於河水的速度大小小於水流速率，這兩種狀況下水流速率是多少？（(a)小題 10 分，(b)小題 15 分）

【第四題】

一個封閉氣缸被無摩擦力的活塞分成上下兩部分（如圖所示），上半部為真空，內有一彈性係數為 k 的彈簧（原長為汽缸高度）懸吊著活塞。下半部充滿具有定容比熱 C_v 的理想氣體 n mole，如果初始平衡態時活塞高度為 h_1 ，請問當有熱量 Q 被氣體吸收後，活塞高度變成多少？（15 分） 氣體溫度升高多少？（10 分）（註：氣體常數為 R ，活塞與彈簧質量不計）



【第五題】

以下是楊氏干涉實驗，首先定義一些物理量及運算。

平面上的電場可表示如下：

$$\vec{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y} \quad (\hat{x}, \hat{y} \text{ 分別是 } x, y \text{ 方向的單位向量})$$

$$\vec{E}^* = E_x^* \hat{x} + E_y^* \hat{y} \quad (E_x^* \text{ 是 } E_x \text{ 的共軛複數，依此類推})$$

$$E_x = E_{x0} e^{i\phi} = E_{x0} e^{i \frac{2\pi r}{\lambda_0}}, \quad n: \text{ 折射率, } \lambda_0: \text{ 光在真空中的波長, } \phi: \text{ 電場相位,}$$

$$E_{x0}: \text{ 電場大小, } r: \text{ 光在空間行走距離}$$

[Note: $e^{i\phi} = \cos \phi + i \sin \phi$]

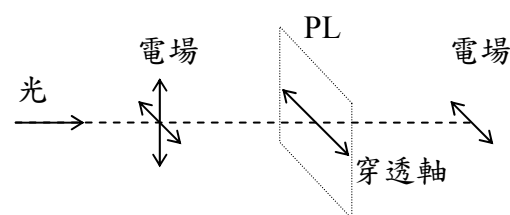
$$\vec{E}_1 = E_{1x} \hat{x} + E_{1y} \hat{y}, \quad \vec{E}_2 = E_{2x} \hat{x} + E_{2y} \hat{y}$$

$$\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 = E_{1x} E_{2x} + E_{1y} E_{2y}$$

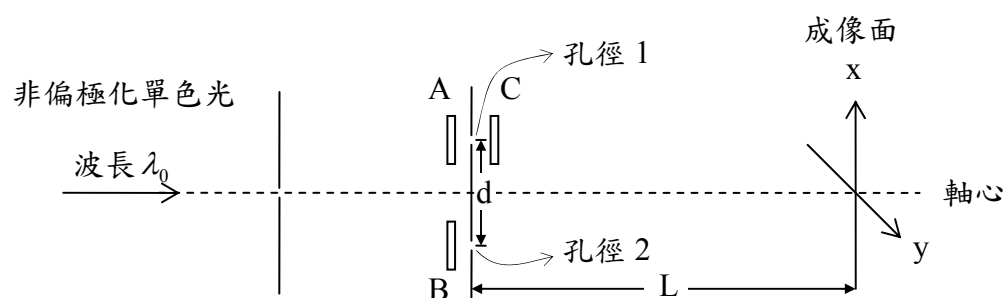
$$I(\text{強度}) = |\vec{E}|^2 = \vec{E} \cdot \vec{E}^* = E_x E_x^* + E_y E_y^* = |E_x|^2 + |E_y|^2$$

非偏極化光：電場的方向沒有沿著某一固定方向

線偏極板 (PL)：光通過 PL 之後只剩下沿著穿透軸方向的電場



楊氏干涉儀裝置如下：



以下 (a)~(c) 孔徑 1 與孔徑 2 的大小相同

- (a) 在 A、B 處各放置一個線偏極板，C 處不放置任何東西，假設位置 A 偏極板的穿透軸方向沿著 x 軸，位置 B 偏極板的穿透軸方向沿著 y 軸，試問在成像面（靠近軸心附近）上看得到干涉紋嗎（請由上述定義運算說明之）？（3 分）
- (b) 把 A，B 兩處的線偏極板穿透軸均沿著 x 軸方向排列，C 處不放任何物體，則在成像面（靠近軸心附近）上看得到干涉紋嗎？間隔多寬？（5 分）
- (c) 同(b)之情形，但在 C 位置放一薄玻璃，（假設其折射率 $n = 1.5$ ，空氣折射率為 1）若欲使(b)情形成像面上的亮紋變成暗紋，則玻璃厚度需滿足什麼條件（註：光程 $= n \times l$ ， n 是折射率， l 是光實際走的距離，這表示光通過折射率 n 之物體長度 l ，等效於光通過空氣中長度為 nl 距離）？（7 分）
- (d) 同(b)之情形，但放大孔徑 1 的大小，假設成像面上，人眼睛所能看到的對比度極限是 $1/5$ （對比度定義為 $V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$ ， I_{\max} 為建設性干涉位置的光強度， I_{\min} 為破壞性干涉位置的光強度），則放大孔徑 1 的大小直到成像面上的對比度達到人眼所能看到的極限 $1/5$ ，試問此時孔徑 1 的直徑是孔徑 2 直徑的幾倍（註：在此只考慮干涉，不考慮繞射效應，即 $d \gg$ 孔徑 1、2 的直徑）？（10 分）

【第六題】

有一條長 60cm 的琴弦，其質量分布均勻，線密度 $4.78 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$ 。若將此弦之兩端固定，使其張力為 48.87nt（如圖一）。

- (a) 寫出基頻之波函數 $y(x,t)$ 。（10 分）
- (b) 若琴弦的左邊一段 20cm 被某種物質包覆，此段之質量還是均勻分布，但線密度變成原來的 4 倍，張力維持不變（如圖二）。寫出基頻之波函數 $y(x,t)$ 。（15 分）

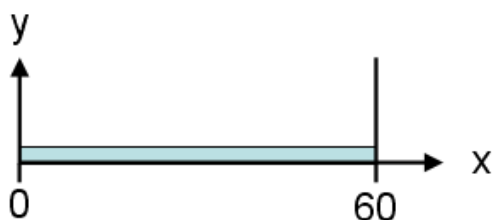


圖 一

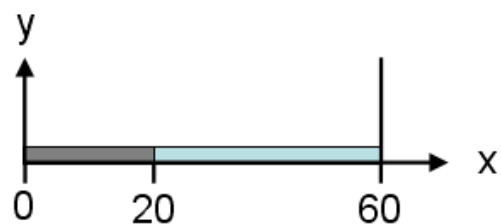


圖 二