

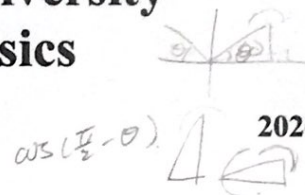
# National Tsing Hua University

## Department of Physics

PHYS3320

### Optics I Midterm Exam

2020 Fall



注意：每個答案皆要有嚴謹的推導過程或詳細的推論理由。考題總分為 120 分。

常數：In SI units,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ,  $c$  (真空光速)  $= 3 \times 10^8$ ,  $h$  (Planck constant)  $= 6.6 \times 10^{-34}$ .

1. (Total 15 points)  $\vec{E} = 10 \sin(3 \times 10^6 y + \omega t) \hat{x} + 20 \cos(3 \times 10^6 y + \omega t) \hat{z}$  V/cm 的電磁波於真空中行進，其中  $y$  的單位為 cm。(a) [8 points] 請以向量形式寫出此電磁波的磁場。(b) [4 points] 此電磁波的強度(intensity)是多少？(c) [3 points]  $\omega$  是多少？以上答案皆要有正確的單位。
2. (10 points) 波長為  $\lambda$  的雷射光射入 3 個狹縫，相鄰狹縫的距離為  $d$ ，狹縫寬度  $a$  遠小於  $\lambda$ 。通過狹縫的光於遠處的投射幕形成明暗紋， $L$  為投射幕與狹縫的距離且遠大於  $d$ 。除了中央軸之外，離中央軸最近之明紋所滿足的條件是什麼？離中央軸最近之暗紋及次近之暗紋所滿足的條件分別是什麼？依下列的方式回答問題：(a) 畫出 3 個 phasors 表示 3 個狹縫的電場，(b) 註明 phasor 之間的角度差，(c) 由角度差得出暗紋的條件。
3. (10 points) 延續上題，若中間狹縫的光功率，是外側 2 個狹縫的光功率之 2 倍，則上題的答案是什麼？
4. (5 points) [Homework 3.26] Pulses of UV lasting 10.00 ns each are emitted from a laser that has a beam diameter 3.0 mm. Given that each burst carries an energy of 2.0 J, determine the length in space of each wavetrain.
5. (5 points) 延續上題，光的波長為 200 nm，每立方公分的體積內有多少顆光子？
6. (10 points) [Homework 4.69] It is often useful to work with the *azimuthal angle*  $\gamma$ , which is defined as the angle between the plane-of-vibration and the plane-of-incidence. Thus for linearly polarized light,  $\tan(\gamma_i) = [E_{oi}]_{\perp} / [E_{oi}]_{\parallel}$ ,  $\tan(\gamma_t) = [E_{ot}]_{\perp} / [E_{ot}]_{\parallel}$ , and  $\tan(\gamma_r) = [E_{or}]_{\perp} / [E_{or}]_{\parallel}$ . Please show that  $\tan(\gamma_r) = -\tan(\gamma_i) \times \cos(\theta_i - \theta_t) / \cos(\theta_i + \theta_t)$ .
7. (20 points) A linearly-polarized laser beam has an intensity of 10 mW/cm<sup>2</sup>. It is incident at 30° on an air-glass interface (from air to glass). Assume the index of refraction of the glass is 1.5 for the laser wavelength. The polarization direction of the laser beam is tilted 60° (i.e., the azimuthal angle) to the plane-of-incidence. Please find (a) the intensities of reflected and transmitted beams, and (b) draw the polarization directions of the incident, reflected, and transmitted beams on the interface (偏極方向要正確地代表三者的相位關係).
8. (15 points) 當全反射發生時，畫圖說明  $P$  偏極的入射波、反射波、evanescent waves 三者的電場方向與磁場方向，方向要正確地代表三者的相位關係。

9. (Total 30 points) 請以中文(專有名詞或數學符號可用英文)回答下列的問題：(a) [6 points] 寫下 FM 電台無線電波的時間函數。說話聲、音樂等訊號是此時間函數的那個部份？載波(carrier)是什麼？(b) [6 points] 波函數為  $\psi_0 \cos(ax+by+ct)$ ，其中  $\psi_0, a, b, c$  代表常數， $x, y$  代表位置， $t$  代表時間。波的移動方向是什麼？移動速度是多少？(c) [3 points] 為什麼旭日或夕陽的顏色偏紅？(d) [5 points] 請以干涉原理解釋為什麼入射角和折射角必須滿足 Snell's Law。(e) [4 points] 解釋什麼是波前？什麼是 Brewster's angle？(f) [6 points] Fresnel equations 只適用於單頻的平面電磁波(即時空函數為  $e^{-i(kx \pm \omega t)}$  的型式)，不適用於其他時空函數的電磁波。說明如何正確地計算白光的反射率。