

2026 春光学 A 期中考试试卷及参考答案

一、题目

- [1] 下面哪一项不是获得稳定干涉条纹的条件 ()。[3 分]
A. 频率相同 B. 存在着相互平行的振动分量 C. 存在着稳定的位相差 D. 两干涉光束的振幅要相等
- [2] 一束光从水 (折射率 $n = 1.33$) 射向空气, 问发生全反射时的入射角为____°。() [3 分]
A. 48.8° B. 41.3° C. 53.1° D. 36.9°
- [3] 两束光的干涉条纹如图所示 (图中峰值 0.9, 谷值 0.7), 求干涉可见度____。() [3 分]
A. 0.2 B. 0.125 C. 0.9 D. 0.8
- [4] 观察等倾条纹时, 如用单色面光源代替单色点光源照明, 则可观察到..... () [3 分]
A. 圆环缩小 B. 圆环扩张 C. 圆环更明亮 D. 圆环消失
- [5] 振幅为 A 、角频率为 ω 的平面单色波, 其初始位相为 φ_0 , 波矢数为 k , 传播方向与 X, Y, Z 轴的夹角分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 。其在 $z = 0$ 平面的波前复振幅是_____。[3 分]
- [6] 用一个偏振片____ (能或不能) 将自然光和圆偏振光分开; 若利用 3 个检偏器把水平线偏光转成竖直偏振光, 最大转换效率为____。[5 分]
- [7] 一台半导体连续激光器输出波长 1310 nm , 线宽为 500 kHz , 输出光的相干长度为____。[3 分]
- [8] 将一介质平板放置于水 (水的折射率为 $4/3$) 中。一束自然光入射到水面, 经折射后照射到介质板上, 通过调整自然光对水面的入射角, 以及介质板面与水平面的夹角 θ , 可以使从水面和介质板表面反射的光均为线偏振光。若测得 $\theta = 14^\circ$, 试求介质板的折射率为____。[3 分]
- [9] 会聚透镜使一个物在屏上成像。像的高度为 9.9 cm , 保持屏和物不动, 将透镜向屏移动, 当第二次成像时, 像的高度为 17.6 cm , 则物的实际高度为____ cm 。[3 分]
- [10] 一束右旋圆偏振光从空气正入射到玻璃板上, 迎着反射光的方向看, 反射光的偏振态是____。[3 分]
- [11] 铷原子某吸收线 $\lambda = 780.24 \text{ nm}$, 其频率线宽约为 6 MHz , 问对应的谱宽 $\Delta\lambda_0 =$ ____。[3 分]
- [12] 在标准牛顿环的透镜和玻璃平板之间注入一种液体, 相比空气薄膜条件下, 第 5 个亮环的直径从 1.62 cm 变为 1.4 cm , 则这种液体的折射率为____。[3 分]

- [13] 在一次迈克尔逊干涉仪实验中,所用的最短标准具长度为 0.38 mm , 如用氦氖激光 (632.8 nm) 作光源, 实验时所测得的条纹变动数目应是____。[3 分]
- [14] 如果光线从空气 ($n_2 = 1$) 正入射到玻璃 ($n_1 = 1.5$) 表面时, 问透射光损耗____。[3 分]
- [15] (10 分) 汞灯中最显著的两条黄色谱线波长为 $\lambda_1 = 576.96\text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 579.07\text{ nm}$, 设 $t = 0$ 时两波列的波峰在 O 点重合, 问:
- (1) 两波长的频率差是多少? (2 分)
 - (2) 自 O 点起算, 沿传播方向多远的地方两波列的波峰还会重合? (3 分)
 - (3) 经过多长时间以后, 在 O 点又会出现两波列的波峰重合的现象? (3 分)
 - (4) 如果 O 点是在折射率为 1.5 的玻璃中, 以上结果是否变化? (2 分)
- [16] (11 分) 如图, 有一个等曲率双凸透镜嵌在某玻璃箱子壁上, 玻璃箱内注满了水。球面半径为 4 cm , 中心厚度 3 cm , 透镜和水的折射率分别为 1.60 和 $4/3$ 。透镜前 4 cm 处物点 Q。
- (1) 计算两曲面的光焦度。(3 分)
 - (2) 计算 Q 点像的位置。(5 分)
 - (3) 给出像的放大倍数, 并判断像的虚实以及方向。(3 分)
- [17] (10 分) (1) 法布里-珀罗腔具有选频的作用, 如图所示, 它可将输入的非单色光中选择出一系列纵模谱线, 用频率表示, 它们是等间距的, 请给出证明。并在中标示出自由光谱区 $\Delta\nu$ 以及单模线宽 $\delta\nu$; (5 分)
- (2) 对于腔长为 15 cm 的法布里-珀罗腔, 若热胀冷缩致腔长变化为 10^{-5} (相对值), 波长为 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 附近的谱线漂移量为多少? (5 分)
- [18] (12 分) 某太赫兹通信实验采用波长 $\lambda = 1.0\text{ mm}$ ($1000\text{ }\mu\text{m}$) 的连续太赫兹波进行杨氏双缝干涉实验。已知: 双缝间距 $d = 2.0\text{ cm}$, 双缝到接收屏的距离 $D = 3.0\text{ m}$, 太赫兹波在空气中传播。
- (1) 求接收屏上相邻明纹的间距 Δx 。(3 分)
 - (2) 若在其中一缝后紧贴一薄介质片 ($n = 1.6$), 发现中央明纹移至原第 4 级明纹位置, 求该介质片的厚度 t 。(4 分)
 - (3) 若将整个装置放入折射率 $n = 1.5$ 的介质中, 其他条件不变, 求新的条纹间距 $\Delta x'$ 。(3 分)
 - (4) 简要说明: 为什么太赫兹双缝干涉更容易观察到清晰、间距大的条纹? (2 分)
- [19] (13 分) 一滴油 ($n_1 = 1.2$) 滴在水面上 ($n_2 = 4/3$), 用白光垂直照射。从水下方看去,
- (1) 油滴外围最薄的区域是亮区还是暗区? (3 分)
 - (2) 从油滴最薄的边缘数起, 第 3 个红色 ($\lambda = 650\text{ nm}$) 区域的油层约有多厚? (3 分)
 - (3) 为什么彩色会随着油滴的变厚而逐渐消失? (2 分)
 - (4) 如果垂直入射的白光经过一个干涉滤波片 (厚度 $h = 0.4\text{ }\mu\text{m}$, 折射率 $n' = 1.55$ 的透明膜, 两边缘反射率 $R = 0.98$ 的银膜), 再照射在油滴上, 肉眼看上去只剩一种颜色, 则该颜色的波长是多少? 从边缘算起, 油滴厚度达到多少时, 干涉条纹将第一次消失? (5 分)

二、答案

- [1] **D** (两束光的振幅可以不等, 仅影响对比度, 不影响干涉条纹的产生条件)
- [2] **A** ($n \sin i_c = 1 \Rightarrow i_c = \arcsin(1/1.33) = 48.8^\circ$)
- [3] **B** ($\gamma = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{0.9 - 0.7}{0.9 + 0.7} = 0.125$)
- [4] **C** (面光源由于非相干叠加, 等倾条纹会更明亮)
- [5] $A \exp[i(kx \cos \alpha_1 + ky \cos \alpha_2 + \phi_0)]$
- [6] **不能**; 最大转换效率为 $\eta = (\cos^2 30^\circ)^3 = 27/64 \approx 42.2\%$
- [7] 600 m (计算: $l_c = \frac{c}{\Delta f} = \frac{3 \times 10^8}{500 \times 10^3} = 600$ m)
- [8] 1.638 (计算: 水面布儒斯特角 $i_{1B} = \arctan(1/n_w)$; 介质板处 $\tan i_3 = n_3/n_w$, 由几何关系求得)
- [9] 13.2 cm (计算: $y = \sqrt{y_1' y_2'} = \sqrt{9.9 \times 17.6} = 13.2$ cm)
- [10] **左旋圆偏振光** (反射后旋向改变)
- [11] 1.22×10^{-14} m (计算: $\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{c} \Delta f$)
- [12] 1.33 (计算: $r_k^2 \propto \frac{1}{n}$, $n = (1.62/1.4)^2 \approx 1.33$)
- [13] 1201 (计算: $\Delta N = 2L/\lambda = (2 \times 0.38 \times 10^{-3}) / (632.8 \times 10^{-9}) \approx 1201$)
- [14] 4% (计算: 损耗 $R = (\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2})^2 = (\frac{1.5 - 1}{1.5 + 1})^2 = 0.04 = 4\%$)
- [15] (1) $\Delta f = \frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2} = 1.89 \times 10^{12}$ Hz
(2) $X_0 = 3.341 \times 10^{-2}$ m
(3) $t = \frac{X_0}{c} = 1.114 \times 10^{-10}$ s
(4) 第 (1)(3) 问不变, 第 (2) 问变化, $X' = X_0/n = 2.227 \times 10^{-2}$ m
- [16] (1) $P_1 = 15 \text{ m}^{-1}$, $P_2 = 6.67 \text{ m}^{-1}$
(2) 第一面成像 $S_1' = -16$ cm, 作为第二面物 $S_2 = 19$ cm, 最终像 $S_2' = -7.6$ cm (在透镜左侧 7.6 cm 处)
(3) 总放大率 $V = V_1 V_2 = 12$ 。虚像, 向上。
- [17] (1) 证明: 相位条件 $2nh \cos i = j\lambda$ 。 $\nu_j = \frac{jc}{2nh \cos i}$ 。 $\Delta \nu = \nu_{j+1} - \nu_j = \frac{c}{2nh \cos i}$ 为常数。标示见图。
(2) $\Delta \lambda = \lambda \cdot \frac{\Delta h}{h} = 0.7 \mu\text{m} \times 10^{-5} = 7 \times 10^{-12}$ m
- [18] (1) $\Delta x = \frac{\lambda D}{d} = \frac{10^{-3} \times 3}{0.02} = 0.15$ m
(2) $(n - 1)t = 4\lambda \Rightarrow t = \frac{4\lambda}{n - 1} = 6.67$ mm
(3) $\Delta x' = \Delta x/n = 0.1$ m
(4) 太赫兹波长更长, 根据 $\Delta x = \lambda D/d$, 波长越大条纹间距越大。

- [19] (1) **暗区** (从油 $n = 1.2$ 到水 $n = 1.33$ 有半波损失, 从油到空气无。透射为暗区。)
- (2) $2n_1h = \frac{5}{2}\lambda \Rightarrow h = 677.08 \text{ nm}$
- (3) 光程差超过相干长度, 或不同级次光谱重叠。
- (4) 波长 620 nm (取 $k = 2$); 消失厚度 $L = 80.34 \mu\text{m}$ 。