

中国科学技术大学物理学院

20XX~20XX 学年第二学期期中考试试卷

A 卷     B 卷

课程名称: 量子物理    课程代码: PHYS1010

开课院系: 物理学院    考试形式: 半开卷

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 专业: \_\_\_\_\_

题号	一	二	三	四	五				总分
得分									

注意事项: 请在试卷留空处答题, 可在试卷反面续答。不交草稿纸。

一、 (60%) 选择题

( ) 1. 关于黑体辐射, 下列哪两个公式可以用经典物理学严格导出?

- A. 普朗克公式                      B. Wien 定律  
C. Rayleigh-Jeans 定律              D. Stefan-Boltzmann 定律

( ) 2. 四个偏振片依次前后排列, 每个偏振片的偏振方向均相对于前一偏振片沿顺时针方向转过  $30^\circ$  角。若入射的自然光光强为  $I_0$ , 则透过此偏振片系统的光强是多大? (忽略吸收、反射、散射等损失)

- A.  $I_0/16$                       B.  $27I_0/64$                       C.  $81I_0/256$                       D.  $27I_0/128$

( ) 3. 镜头表面的单涂层增透膜, 增透波长为 550nm 的黄绿光, 玻璃折射率为 1.60, 薄膜折射率为 1.35, 则涂层厚度应取为

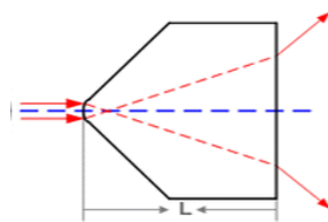
- A. 407nm                      B. 204nm                      C. 102nm                      D. 51nm

( ) 4. 光电效应实验中, 下列哪个现象可以用经典物理学解释?

- A. 光强越大, 光电流越大              B. 截止电压与光强无关  
C. 频率有红限                      D. 弛豫时间小于 1 纳秒

( ) 5. 如右图所示, 鲍威尔棱镜的顶端为弧形, 两侧为对称斜面, 底面为平面, 它可以把入射的细激光束扩展为扇面形状 (一字线激光模组), 在测量和加工制造中有广泛应用。设棱镜玻璃的折射率为 1.5, 顶端两个面的夹角为  $90^\circ$ , 那么出射激光的扇面角为

- A.  $28.1^\circ$                       B.  $33.7^\circ$                       C.  $51.6^\circ$                       D.  $56.3^\circ$



( ) 6. Fermat 原理可以表述为: 光从空间的一点传播到另一点的真实路径, 用时必然

- A. 最多                      B. 最少                      C. 是极大值                      D. 是极小值

( ) 7. 在计算牛顿环的干涉条纹位置时, 我们忽略了透镜上表面的反射光, 原因是

- A. 方向与另两束光不同                      B. 光程差太大  
C. 波长不同                      D. 没有平行的电场分量

( ) 8. 在空气中的杨氏干涉装置, 观察到接收屏上亮条纹间距为 2.68mm; 如在屏与双缝间充满水, 水的折射率为 1.33, 则条纹间距变为(mm)

- A. 2.02                      B. 2.68                      C. 3.56                      D. 5.36

( ) 9. 北极星的辐射光谱中, 辐射本领最大的波长为  $3500\text{\AA}$ , 可得星体的表面温度

- A. 5500K                      B. 6000K                      C. 8300K                      D. 10600K

( ) 10. 为使电子的物质波长为 0.100nm, 需要多大的加速电压?

- A. 24.4V                      B. 151V                      C.  $1.51 \times 10^6\text{V}$                       D.  $2.44 \times 10^5\text{V}$

( ) 11. 波长为  $\lambda$  的光子, 被静止的质子散射到  $90^\circ$  方向, 其波长增加 (下面的符号  $m_e, m_p$  分别为电子和质子质量)

- A.  $\alpha\lambda$                       B.  $\frac{m_p}{m_e}\lambda$                       C.  $\frac{h}{m_e c}$                       D.  $\frac{h}{m_p c}$

( ) 12. 根据玻尔模型, 若记氦 (He) 的里德伯常数为  $R_A$ , 则正一价氦离子 ( $\text{He}^+$ ) 从第一激发态向基态跃迁, 发出的光谱线的波长为

- A.  $\frac{4}{3R_A}$                       B.  $\frac{1}{3R_A}$                       C.  $\frac{1}{2R_A}$                       D.  $\frac{1}{R_A}$

二、 (10%) 假设有一对静止的正负电子, 湮灭后产生一对光子。利用能量守恒、动量守恒, 求光子的波长和频率。电子的质量为  $0.5\text{MeV}/c^2$ , 电荷单位为  $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ 。

(装订线内不要答题)

三、 (10%) 正电子和负电子组成的电子偶素系统, 处于第一激发态。请利用玻尔量子化假设, 求正负电子之间的距离。(只要给出结果的解析表达式, 无需计算数值)

四、 (10%) 玻璃球的半径为  $a$ , 折射率为  $n$ , 求焦点、主平面的位置以及焦距。已知空气的折射率为 1。

五、 (10%) 牛顿环装置的球面透镜未必会与平面完美的接触, 可能会有一个微小的距离。在实际测量时, 从中间数第 5 暗环和第 15 暗环直径分别是 0.70mm 和 1.70mm。设入射单色光的波长为 589nm。

- (1) 求透镜凸面的曲率半径。
- (2) 若在牛顿环间隙充满折射率为 1.33 的水, 这两个暗环的直径变为多大?

**部分可能会用到的物理常数和公式:**

高斯物像公式

$$\frac{f}{s} + \frac{f'}{s'} = 1$$

光强  $I \stackrel{\text{def}}{=} 2\langle \vec{E} \cdot \vec{E} \rangle$

单色平面波  $E_x = E_{x0}(p) \cos[\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_{x0}], \dots$

双光束干涉的光强  $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$

真空中的光速  $c = 299792458 \text{m/s}$

自然常数  $e = 2.71828$ , 圆周率  $\pi = 3.14159$

普朗克常数  $h = h = 6.626\ 068\ 96 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

$\hbar = h/2\pi = 1.054\ 571\ 628 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} = 6.582\ 118\ 99 \times 10^{-22} \text{MeV} \cdot \text{s}$

$\hbar c = 197.326\ 9631 \text{MeV} \cdot \text{fm}$      $hc = 1.239\ 841\ 875 \times 10^{-6} \text{m} \cdot \text{eV}$

电荷单位  $e = 1.602\ 176\ 487 \times 10^{-19} \text{C}$  电子质量  $m_e = 0.511 \text{MeV}/c^2 = 9.11 \times 10^{-31} \text{kg}$

质子质量  $m_p = 1.672\ 621\ 637 \times 10^{-27} \text{kg} = 938.272\ 013 \text{MeV}/c^2$

玻尔兹曼常数  $k = 8.617\ 343 \times 10^{-5} \text{eV} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏伽德罗常数  $N_A = 6.022\ 141\ 79 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$

Malus 定律  $I = I_0 \cos^2 \alpha$

Stefan-Boltzmann 常数  $\sigma = 5.670\ 400 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

Wien 位移定律常数  $b = 2.897\ 7685 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}$

Planck-Einstein 关系式  $E = h\nu, \vec{p} = \hbar \vec{k}$

电子的 Compton 波长:  $\lambda_c \stackrel{\text{def}}{=} \frac{h}{m_e c} \approx 0.0243 \text{\AA}$      $\Delta \lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$

Rydberg 常数  $R_\infty = 1.097\ 373\ 1534(13) \times 10^7 \text{m}^{-1}$  氢原子电离能  $13.605\ 691\ 93 \text{eV}$

Rydberg 公式

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

不确定关系  $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{1}{2} \hbar$