

中国科学院合肥物质科学研究院

2004 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

试题名称：《光学》

(答案写在答题纸上)

(总分 150 分)

一、 选择题 (可以有多种选择) 每题 5 分, 共 70 分。

- 1、 天空出现彩虹的原因在于: A) 空气中的水滴引起太阳光的折射; B) 云引起太阳光的折射; C) 太阳光在人眼中发生折射; D) 神秘的自然光现象。
- 2、 太阳光通过一个石英棱镜后, A) 红光偏离入射方向最大; B) 黄光偏离入射方向最大; C) 蓝光偏离入射方向最大; D) 各种颜色的光的偏离一致。
- 3、 单色光源 A 以 $c/2$ 的速度向观察者运动, 单色光源 B 以 $c/2$ 的速度背离观察者运动, 二光源的固有波长皆为 λ , 观察者测得的两个光源的波长分别为 λ_A , λ_B , 则 A) $\lambda_A > \lambda_B > \lambda$; B) $\lambda_A < \lambda_B < \lambda$; C) $\lambda_A = \lambda_B > \lambda$; D) $\lambda_A < \lambda_B$, $\lambda_B > \lambda$, $\lambda_A > \lambda$ 。
- 4、 对患近视眼的人而言, A) 很远的物体成像在视网膜的前方; B) 很远的物体成像在视网膜的后方; C) 将远处的物体看近了; D) 不配眼镜无法看清楚物体。
- 5、 完全相干的两束光, 它们的 A) 光强相同; B) 波长相同; C) 相位相同; D) 方向相同。
- 6、 一个的望远镜系统的分辨本领取决于: A) 望远镜系统的口径; B) 观测物体的距离; C) 工作波长; D) 物体的亮度。
- 7、 两种电介质表面发生的内反射问题中, A) 起偏角小于全反射临界角; B) 起偏角等于全反射临界角; C) 起偏角小于全反射临界角; D) 全反射临界角不存在。
- 8、 菲涅耳圆孔衍射的衍射图案的中心亮度 A) 最亮; B) 最暗; C) 随观察距离而变; D) 随圆孔大小而变。
- 9、 衍射光栅的色分辨本领 A) 正比于衍射单元总数; B) 正比于光栅常数; C) 正比于光谱级别; D) 正比于焦距。

- 10、一束光通过吸收介质传播后的光强 A) 与传播距离成反比; B) 与传播距离的平方成反比; C) 与传播距离的指数成反比; C) 与传播距离成正比。
- 11、初升的太阳是红色的, 原因在于: A) 大气散射了较多的蓝色光; B) 大气散射了较多的红色光; C) 大气吸收了较多的蓝色光; C) 太阳光的光谱特征随时间而变。
- 12、一台激光器的基本结构包括: A) 工作物质; B) 谐振腔; C) 电源; D) 光放大器。
- 13、激光的主要特点有: A) 能量大; B) 照度大; C) 发散角小; D) 波长单一。
- 14、黑体辐射谱密度最大值对应的波长 A) 与黑体温度成正比; B) 与黑体温度成反比; C) 与黑体温度的四次方成正比; D) 与黑体温度的四次方成反比。

二、在 300km 高度上运行的卫星上的一台照相机的参数为: 焦距 50mm, 相对孔径 0.5, 胶片宽度 35mm。A) 该相机拍出的照片可以分辨出地球上多大尺度的物体? B) 该相机一次成像可以拍出地球上多大的面积? (20 分, 每小题 10 分)

三、一束波长为 λ 的平面波垂直入射到 10 个间隔为 d 的完全相同的平行狭缝构成的光栅上。A) 求出干涉强度极大值对应的方向角; B) 干涉极大条纹的半角宽度为多少? C) 干涉强度极大值与单个狭缝衍射强度极大值的关系是什么? D) 画出干涉强度的角分布图。(20 分, 每小题 5 分)

四、A) 求出半径为 a 的圆孔衍射的 Airy 包含的能量占总能量的比值; B) 求出边长为 a 的方孔衍射的中心光斑包含的能量占总能量的比值。(20 分, 每小题 10 分)

五、已知太阳的表面温度约 6000°K 。求出 A) 太阳光中可见光部分的能量占全部能量的比例; 2) 最大辐射通量密度对应的波长。(20 分, 每小题 10 分)

光学 (总分 150 分)

一、 选择题 (可以有多种选择) 每题 5 分, 共 70 分。

- 1、 天空出现彩虹的原因在于: A) 空气中的水滴引起太阳光的折射; B) 云引起太阳光的折射; C) 太阳光在人眼中发生折射; D) 神秘的自然光现象。
- 2、 太阳光通过一个石英棱镜后, A) 红光偏离入射方向最大; B) 黄光偏离入射方向最大; C) 蓝光偏离入射方向最大; D) 各种颜色的光的偏离一致。
- 3、 单色光源 A 以 $c/2$ 的速度向观察者运动, 单色光源 B 以 $c/2$ 的速度背离观察者运动, 二光源的固有波长皆为 λ , 观察者测得的两个光源的波长分别为 λ_A , λ_B , 则 A) $\lambda_A > \lambda_B > \lambda$; B) $\lambda_A < \lambda_B < \lambda$; C) $\lambda_A = \lambda_B > \lambda$; D) $\lambda_A < \lambda_B$, $\lambda_B > \lambda$, $\lambda_A > \lambda$ 。
- 4、 对患近视眼的人而言, A) 很远的物体成像在视网膜的前方; B) 很远的物体成像在视网膜的后方; C) 将远处的物体看近了; D) 不配眼镜无法看清楚物体。
- 5、 完全相干的两束光, 它们的 A) 光强相同; B) 波长相同; C) 相位相同; D) 方向相同。
- 6、 一个的望远镜系统的分辨本领取决于: A) 望远镜系统的口径; B) 观测物体的距离; C) 工作波长; D) 物体的亮度。
- 7、 两种电介质表面发生的内反射问题中, A) 起偏角小于全反射临界角; B) 起偏角等于全反射临界角; C) 起偏角小于全反射临界角; D) 全反射临界角不存在。
- 8、 菲涅耳圆孔衍射的衍射图案的中心亮度 A) 最亮; B) 最暗; C) 随观察距离而变; D) 随圆孔大小而变。
- 9、 衍射光栅的色分辨本领 A) 正比于衍射单元总数; B) 正比于光栅常数; C) 正比于光谱级别; D) 正比于焦距。
- 10、 一束光通过吸收介质传播后的光强 A) 与传播距离成反比; B) 与传播距离的平方成反比; C) 与传播距离的指数成反比; C) 与传播距离成正比。

- 11、 初升的太阳是红色的，原因在于：A) 大气散射了较多的蓝色光；B) 大气散射了较多的红色光；C) 大气吸收了较多的蓝色光；C) 太阳光的光谱特征随时间而变。
- 12、 一台激光器的基本结构包括：A) 工作物质；B) 谐振腔；C) 电源；D) 光放大器。
- 13、 激光的主要特点有：A) 能量大；B) 照度大；C) 发散角小；D) 波长单一。
- 14、 黑体辐射谱密度最大值对应的波长 A) 与黑体温度成正比；B) 与黑体温度成反比；C) 与黑体温度的四次方成正比；D) 与黑体温度的四次方成反比。

(答案：1、A；2、C；3、C；4、A；5、B；6、A, C；7、C；8、C、D；9、A、C；10、C；11、A；12、A、B；13、B、C；14、B。)

二、 在 300km 高度上运行的卫星上的一台照相机的参数为：焦距 50mm，相对孔径 0.5，胶片宽度 35mm。A) 该相机拍出的照片可以分辨出地球上多大尺度的物体？B) 该相机一次成像可以拍出地球上多大的面积？(20 分，每小题 10 分)

答案要点：

A) 镜头口径 $D = f/2 = 50/2 = 25\text{mm}$ ，可见光中心波长 $\lambda = 0.55\mu\text{m}$ 。

瑞利判据： $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ ，距离 $H = 300\text{km}$ 。

可分辨尺度 $= \theta H = 1.22 \frac{\lambda}{D} H = 7.32\text{m}$

B) $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ，由于 $u = H \gg f$ ， $v \approx f$

地球上可成像面积 $[(35\text{mm}/f) \cdot H]^2 = 44100$ 平方千米。

三、 一束波长为 λ 的平面波垂直入射到 10 个间隔为 d 的完全相同的平行狭缝构成的光栅上。A) 求出干涉强度极大值对应的方向角；B) 干涉极大条纹的半角宽度为多少？C) 干涉强度极大值与单个

狭缝衍射强度极大值的关系是什么？D) 画出干涉强度的角分布图。(20分，每小题5分)

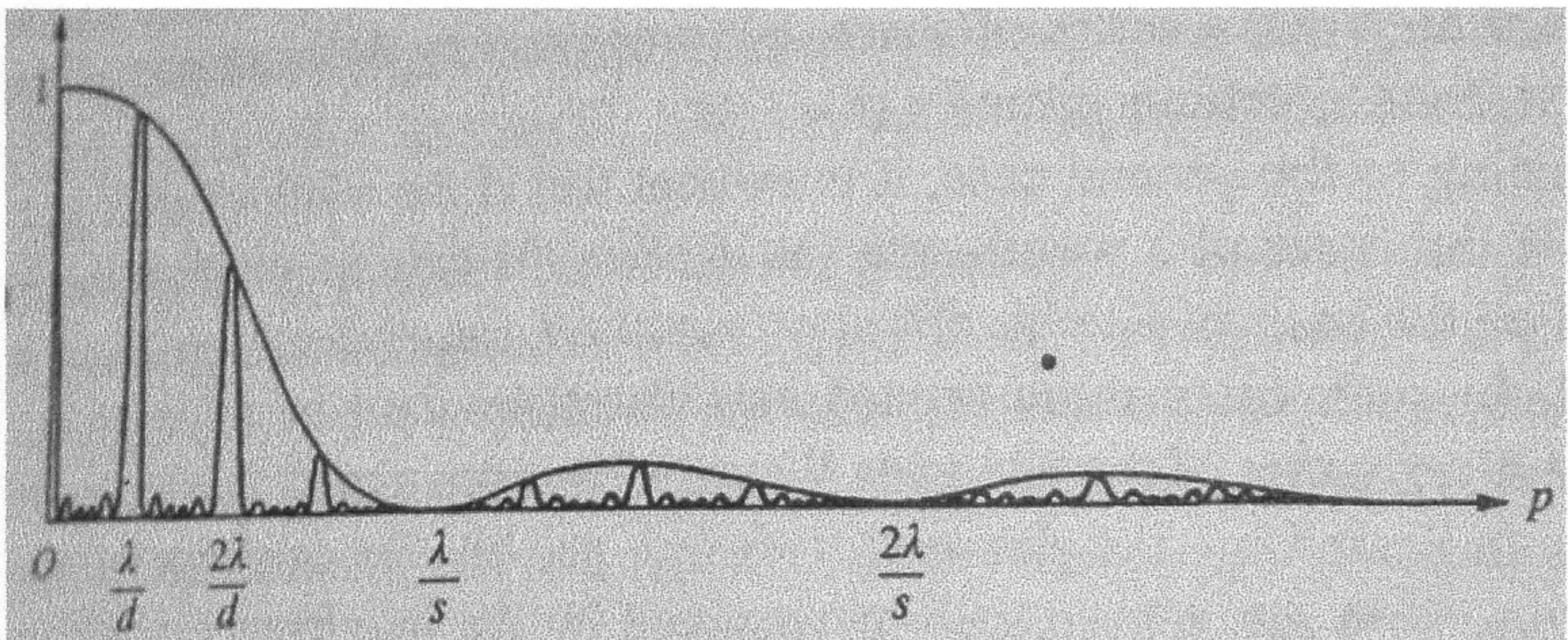
答案要点：

A) $\theta = \sin^{-1}(n\lambda/d)$, ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$);

B) $\Delta\theta = \lambda/Nd$;

C) N^2 倍, $N=10$ 。

D) 如下图, s 为狭缝宽度, $p = \sin\theta$ 。



四、 A) 求出半径为 a 的圆孔夫琅和费衍射的 Airy 斑包含的能量占总能量的比值；B) 求出边长为 a 的方孔夫琅和费衍射的中心光斑包含的能量占总能量的比值。(20分，每小题10分)

答案要点：

A) a、圆孔衍射的光强分布公式： $I(x) = I_0 \left[\frac{2J_1(x)}{x} \right]^2$, $x = \frac{2\pi a}{\lambda} \theta$

b、Airy 斑半径： $0.61 \frac{\lambda}{a}$

c、Airy 斑半径内的能量： $\int_0^{2\pi} \int_0^{\theta_1} I(\theta) \theta d\theta d\varphi = 2\pi \int_0^{\theta_1} I(\theta) \theta d\theta$

总能量 $\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I(\theta) \theta d\theta d\varphi = 2\pi \int_0^{\infty} I(\theta) \theta d\theta$

d、二者的比值 $\frac{\int_0^{\theta_1} I(\theta) \theta d\theta}{\int_0^{\pi/2} I(\theta) \theta d\theta} = 1 - J_0^2(x_1) - J_1^2(x_1) = 0.84$, $x_1 = 2\pi \times 0.61$

B) a、方孔衍射的光强分布公式: $I(\alpha, \beta) = I_0 \left[\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right]^2 \left[\frac{\sin \beta}{\beta} \right]^2$,

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta_1, \quad \beta = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta_2$$

b、两个方向上的中心光斑尺度: 由 $\alpha = \pm \pi$, $\beta = \pm \pi$ 求得。

c、中心光斑内的能量和总能量: 方法同圆孔。

d、二者的比值: 方法同圆孔。

五、 已知太阳的表面温度约 $6000^\circ K$ 。求出 A) 太阳光中可见光部分的能量占全部能量的比例; B) 最大辐射通量密度对应的波长。(20分, 每小题 10 分)

答案要点:

A) a、黑体辐射公式: $r(\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \left(e^{\frac{hc}{kT\lambda}} - 1 \right)^{-1}$

b、可见光范围: $0.4 \sim 0.76$ 微米

c、辐射通量密度在可见光范围的积分 $\int_{0.4\mu m}^{0.76\mu m} r(\lambda) d\lambda$ 和全波段范围的

积分 $\int_0^\infty r(\lambda) d\lambda$

d、二者的比值 $\frac{\int_{0.4\mu m}^{0.76\mu m} r(\lambda) d\lambda}{\int_0^\infty r(\lambda) d\lambda}$

B) a、维恩位移定律: $\lambda_M T = b$

b、 $\lambda_M = b/T = 2.88 \times 10^{-3} m \cdot K / 6000 K = 0.48 \mu m$