

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 大学物理 (电学、光学)

科目代码: 447

适用专业: 光学、无线电物理、物理电子学

(试题共 4 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不加分)

可能用到的物理常数: 真空中的介电常数: $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, 真空中的磁导率: $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$, 一个电子的电量: $1.62 \times 10^{-19} \text{ C}$

一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分)

1. 处于静电平衡的导体, 电荷分布在导体的_____。
2. 静电场的保守性指的是: _____。
3. 面积都是 2.0 m^2 的两平行金属片放在空气中相距 5.0 mm , 两片的电势差为 1000 V 。略去边缘效应, 则电容 C 为_____; 各片上的电荷量 Q 为_____; 电荷面密度为_____; 两片间的电场强度为_____。
4. 相隔距离为 l 的等量异号点电荷 $+q$ 和 $-q$, 则距离它们为 r ($l \ll r$) 处的电场强度为_____。
5. 无限长输电线上均匀带电, 线电荷密度为 4.2 nC/m , 距电线 0.5 m 处的电场强度为_____。
6. 在一个带正电的大导体附近 P 点放置一个试探点电荷 q_0 ($q_0 > 0$), 实际测得它受力 F 。若考虑到电荷量 q_0 不是足够小的, 则 F/q_0 比 P 点的实际场强 E _____; 若大导体带负电, 则 F/q_0 比 P 点的实际场强 E _____。
7. 用劈尖的等厚干涉条纹可以测量微小角度, 现有玻璃劈尖, 对此劈尖垂直照射波长为 5890 \AA 的黄光, 测量知道相邻暗纹间距为 0.25 mm , 已知玻璃折射率为 1.52 , 则此劈尖的劈尖角等于_____rad。
8. 迈克尔逊干涉仪放在空气中, 若两平行板的间距 $d = 1.0 \text{ mm}$, 使用 $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ 的准单色光, 中央亮纹的干涉级为_____, 若慢慢将平板间距增加 Δd , 看到从中心冒出 2000 个条纹, 则 $\Delta d =$ _____。若间距 d 增加到 10 mm 时, 干涉条纹的可见度为零, 该光源的平均波列长度等于_____。
9. 有三个透射光栅分别为 100 条/mm , 500 条/mm , 1000 条/mm , 用钠灯作光源, 经准直正入射光栅, 要求两条黄谱线分离得尽量远, 如果观察的是一级衍射谱, 应选用_____光栅, 如果观察的是二级衍射谱, 应选用_____光栅。

10. 平行单色光垂直入射在宽为 $a=0.15\text{mm}$ 的单缝上, 缝后有焦距 $f=400\text{mm}$ 的凸透镜, 在其焦面上放置观察屏, 测得屏幕中央明条纹两侧的两个三级暗纹之间的距离为 8mm , 则入射光的波长 $\lambda=$ _____ mm 。
11. 两振动方向相互垂直的同一频率的线偏振光合成后要形成圆偏振光, 则这两线偏振光的相位差必须为 _____ 或 _____, 且振幅必须 _____。

二、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

- 把一接地的导体 B 移近一带正电的孤立导体 A 时, A 的电位将 ()
A. 升高 B. 降低 C. 不变 D. 不确定
- 下列说法正确的是 ()
A. 如果高斯面上处处电场为零, 则该面内必无电荷;
B. 如果高斯面内无电荷, 则高斯面上处处电场为零;
C. 如果高斯面内有电荷, 则高斯面上处处电场不为零;
D. 如果高斯面无电荷, 则高斯面上电场不一定为零
- 有一些互相绝缘的不带电导体 A、B、C、……, 它们的电势都是零。现在使其中任一个导体 A 带正电, 则下列说法正确的是 ()
A. 所有这些导体的电势都低于零
B. 所有这些导体的电势都等于零
C. 所有这些导体的电势都高于零
D. 无法确定
- 考虑平板电容器的边缘场, 那么其电容比不考虑边缘场时的电容 ()
A. 变大 B. 变小 C. 不变 D. 不确定
- 四个电容器的电容都是 C, 联接成如图 1 所示, 则 A、B 间的电容为 ()
A. $C/2$
B. C
C. $4C/3$
D. $2C$
- 若把牛顿环装置 (都是用折射率为 1.52 的玻璃制成) 由空气中放入折射率为 1.33 的水中, 则干涉条纹 ()

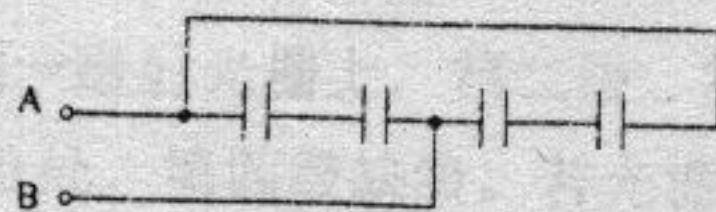


图 1 (二、5 题图)

- A. 中心暗斑变成亮斑 B. 条纹变疏
C. 条纹变密 D. 条纹间距不变

7. 在杨氏干涉实验中, 如有一条缝的宽度稍许增加, 而双缝间距保持不变, 则原光照度为零的暗条纹处 ()。
A. 仍为暗条纹, 且光照度仍为零 B. 仍为暗条纹, 但光照度不为零
C. 干涉条纹变小 D. 变为明条纹
8. 平行单色光垂直入射于单缝上, 观察夫琅和费衍射屏上 P 点处为第二级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为几个半波带 ()
A. 五个 B. 两个 C. 三个 D. 四个
9. 一束平行光垂直入射在平面光栅上, 当光栅常数 d 为下列哪种情况时 (a 代表缝宽), $k=3, 6, 9$ 等级次的主极大均不出现? ()
A. $d=2a$ B. $d=3a$ C. $d=4a$ D. $d=5a$
10. 一圆偏振光经过四分之一波片后 ()
A. 仍为圆偏振光 B. 为线偏振光 C. 为椭圆偏振光 D. 为自然光

三、简答题 (每小题 5 分, 共 20 分)

- 两导体上分别带有电荷量 $2q$ 和 $-q$, $q>0$, 它们都处在一个封闭的金属壳内。试论证: 电荷量为 $2q$ 的导体其电势高于金属壳的电势。
- 何谓光的干涉现象, 分别列举一典型的描述时间相干和空间相干的实验装置。
- 试述菲涅尔衍射与夫琅和费衍射的区别。
- 带电为 q 的球体, 附近有一块介电常数为 ϵ 的介质, 如图 2 所示。请问下列公式成立否? 并说明理由。

$$\oiint_{S_1} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = q \quad (1) \quad \oiint_{S_2} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = q \quad (2)$$

$$\oiint_{S_1} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = q \quad (3) \quad \mathbf{D} = \frac{q}{4\pi r^2} \hat{\mathbf{a}}_r \quad (4)$$

$$\oiint_{S_1} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (5) \quad \oiint_{S_2} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (6)$$

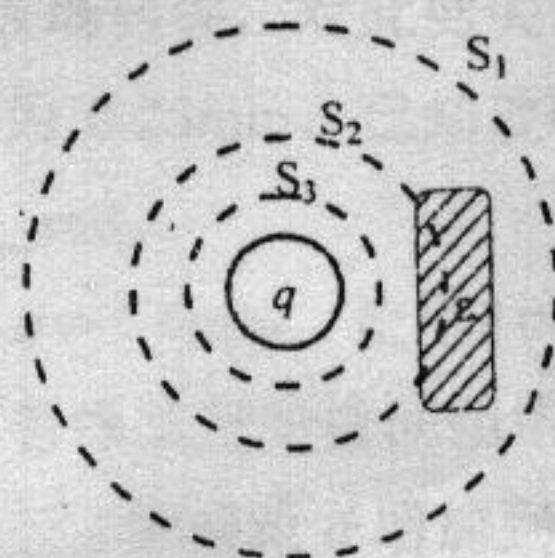


图 2 三、4 题图

四、计算题 (共 70 分)

1. 如图 3 所示, 两根平行长直线间距为 $2a$, 一端用半圆形线连起来。全线上均匀带电, 试证明在圆心 O 处的电场强度为零。(10 分)

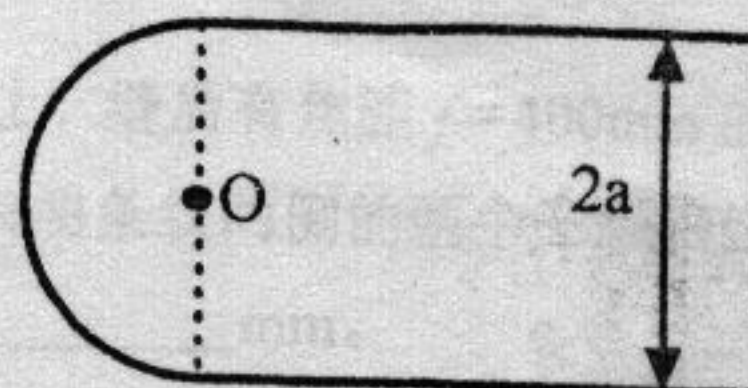


图 3 (四、1 题图)

2. 一些相同的电阻 r , 分别联成如图 4 所示的两种电路, 试求每种电路 a 、 b 间的电阻 R_{ab} 。(10 分)

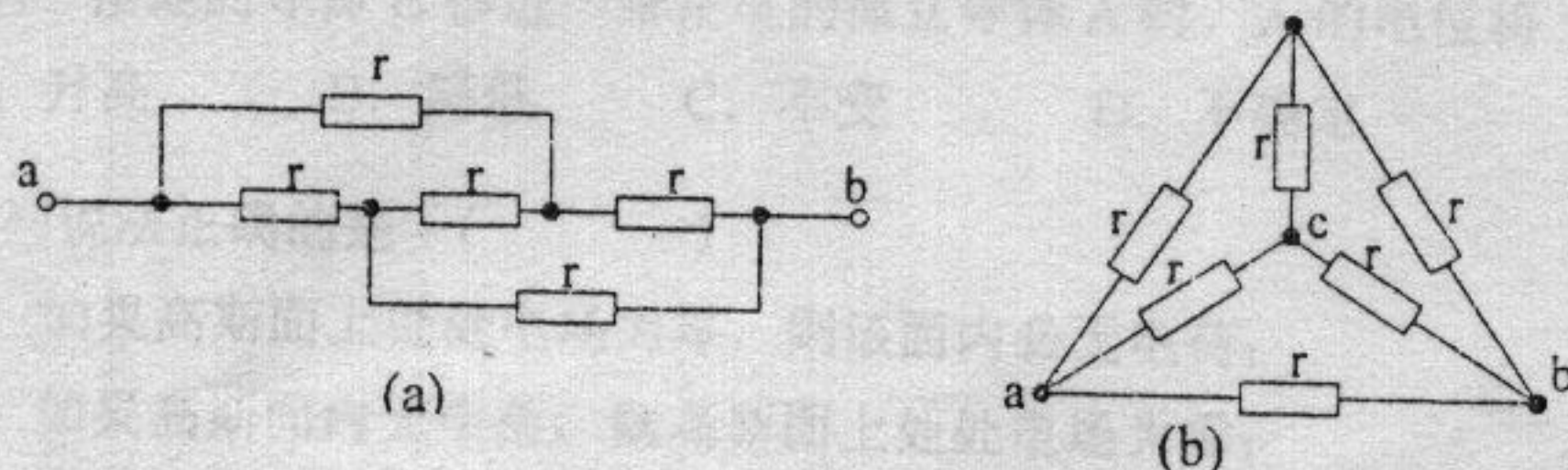


图 4 (四、2 题图)

3. 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_1 < R_2$) 的两个同心球面都均匀带电, 已知大球面上电荷量的面密度为 σ , 大球面以外的电场强度为零。试求: (15 分)
- (1) 小球面上电荷量的面密度;
 - (2) 两球面间离球心为 r 处的电场强度 E ;
 - (3) 小球面内的电场强度 E ;
4. 在杨氏干涉实验中, 光源波长为 $0.64\mu\text{m}$, 两缝间距为 0.4mm , 屏幕离狭缝的距离为 50cm , 求: (15 分)
- (1) 屏幕上第一亮纹和中央亮纹的距离为多少?
 - (2) 若 P 点离中央亮纹的距离为 0.2mm , 求 P 点的光强 I_P 与中央点的光强 I_0 之比 $I_P/I_0 = ?$
5. 波长 6000Å 的单色光垂直入射到一透射光栅上, 第二级、第三级明纹分别出现在 $\sin\theta_2 = 0.20$, $\sin\theta_3 = 0.30$ 处, 第四级缺级。若光栅常数 $d = a + b$, a 是透光部分的宽度, b 是不透光部分的宽度, 试问: (20 分)
- (1) a , b 各为多少?
 - (2) 按上述求出的 a , b 值, 试举出屏上实际出现的全部级数。