

考试科目：大学物理（热、电、光）

科目代码：621#

适用专业：凝聚态物理

（试题共 4 页）

（答案必须写在答题纸上，写在试题上不加分）

一、简要解答以下各题：（56 分）

- 容器内贮有 1 mol 的某种气体，今从外界输入 $2.09 \times 10^2 \text{J}$ 的热量，测得其温度升高 10K。试求该气体分子的自由度。
- 声音在空气中的传播可以看作是一绝热过程。它的速度可按公式

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \text{ 计算。式中 } \gamma = \frac{C_p}{C_v}, p \text{ 为空气}$$

的压力， ρ 为空气的密度。试证明声音在空气中的传播速度仅是温度的函数。

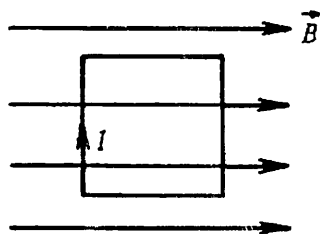


图 1

- 试对比静电场与涡旋电场的性质，作简要阐述。
- 如图 1 所示，让磁感应强度为 B 的均匀磁场垂直穿过边长为 L ，载有电流强度为 I 的方形线圈。求线圈所受到的力矩 M 的大小和方向。

- 一半径为 R 的电阻率均匀的圆环，与两根长直导线相连接。 L_1 的延长线通过环心， L_2 与环相切，如图 2 所示。两根长直导线上有稳恒电流 I 流过，求：

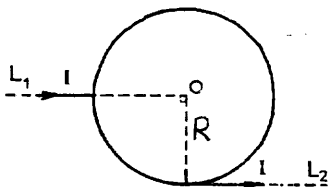


图 2

- (1) L_1 中的电流在环心 O 处的磁感应强度 B_1 ;
- (2) L_2 中的电流在环心 O 处的磁感应强度 B_2 ;
- (3) 圆环电流在环心 O 处的磁感应强度 B_3 ;
- (4) 环心 O 处总的磁感应强度 B_0 。

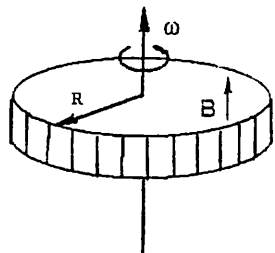


图 3

6. 金属圆盘半径为 R , 盘面与均匀磁场 B 垂直, 圆盘绕通过盘心垂直于盘面的轴以角速度 ω 转动, 如图 3 所示。试问盘中心电势高还是盘边缘的电势高? 其感应电动势为多少?

7. 何为 $1/4$ 波片? 已知方解石晶片对 He-Ne 激光 ($\lambda = 632.8\text{nm}$) 的两主折射率为 $n_o = 1.658$, $n_e = 1.486$ 。试求: 制作 He-Ne 激光的 $1/4$ 波片所需的方解石晶片的最小厚度 d 。

8. 已知某介质的折射率为 n , 求它的布儒斯特角。

二、 1mol 理想气体经过如图 4 所示的 $abcd$ 循环, 由两个绝热过程 ab 、 cd 和一个等压过程 da 、一个等容过程 bc 组成。设状态 a 、 b 、 c 、 d 的温度 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d 以及 γ 为已知, 试证明这种循环的热机效率为:

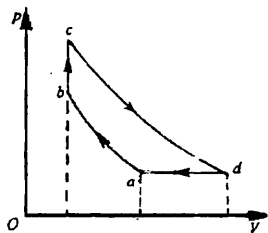


图 4

$$\eta = 1 - \gamma \frac{T_d - T_a}{T_c - T_b}$$

(14 分)

三、平行板电容器, 极板面积为 S , 板间距为 d , 相对介电常数分别为 ϵ_{r1} 、 ϵ_{r2} 的两种电介质各充满极板间的一半, 如图 5 所示。

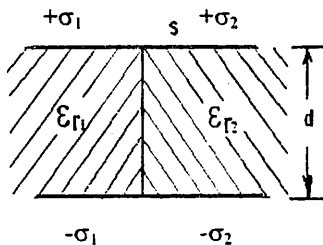


图 5

1. 此电容器带电后，两介质所对的极板上自由电荷面密度 σ_1 和 σ_2 是否相等？试进行推导说明。
2. 此时两介质中的电位移矢量 D 是否相等？为什么？
3. 求此电容器的总电容值 C 。

(20分)

四、在如图 6 所示的电路中，已知： ε_1

$$= 12V, \varepsilon_2 = 9V, \varepsilon_3 = 8V, R_{11} = R_{12} =$$

$$R_{13} = 1\Omega, R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega,$$

$$R_5 = 3\Omega, \text{求:}$$

1. A、B 两点的电势差；
2. C、D 两点的电势差；
3. 如果 C、D 两点短路，这时通过 R_5 的电流多大？

(15分)

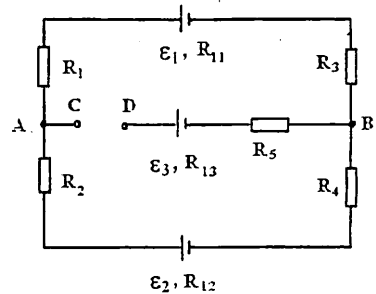


图 6

五、如图 7 所示，矩形截面的螺绕环，内半径为 R_1 ，外半径为 R_2 ($R_2 = 3R_1$)，厚度为 D ，环内填满磁导率为 μ_r 的均匀磁介质，匝数为 N ；有一长直导线通过环中心 且与环面垂直，并通以电流 I 。试求：

1. 电流 I 产生的通过螺绕环的总磁通量；
2. 螺绕环与无限长直导线间的互感系数。

(15分)

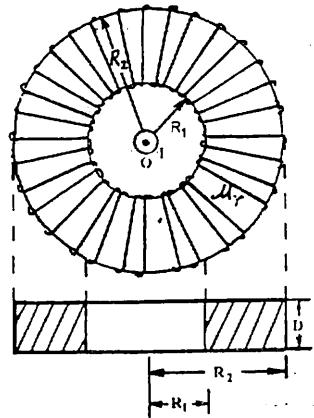


图 7

六、在杨氏双孔干涉装置中，双孔 S_1 和 S_2 相距 0.5mm ，接收屏距双孔屏 1m ，点光源 S 距双孔 30cm ，它发射 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光，如图 8 所示。试求：

1. 接收屏上干涉条纹的间距；
2. 在 S_1 和 S_2 后分别插入两透明的塑料薄片 T_1 和 T_2 ，已知两薄片的厚度均为 $300\mu\text{m}$ ， T_2 的折射率为 1.52 ，当二薄片插入后，屏中央零级亮纹向下移至原第 10 级亮纹位置上，求 T_1 的折射率。

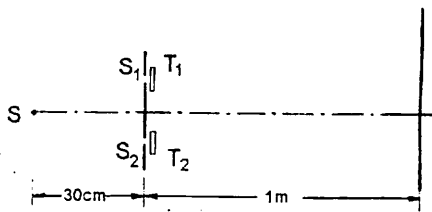


图 8

(15 分)

七、在单缝夫琅和费衍射中，若入射光中有两种波长的光， $\lambda_1 = 400\text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 760\text{nm}$ 。已知单缝的宽度 $a = 1.00 \times 10^{-2}\text{mm}$ ，透镜的焦距 $f = 50.0\text{cm}$ 。求：

1. 这两种光第一级衍射明纹中心之间的距离；
2. 若用光栅常数 $a+b = 1.0 \times 10^{-4}\text{cm}$ 的光栅置换单缝，其他条件同上，求这两种光第一级明条纹之间的距离。

(15 分)