

考试科目: (862)普通物理 共 4 页

★★★★ 答题一律做在答题纸上, 做在试卷上无效。★★★★

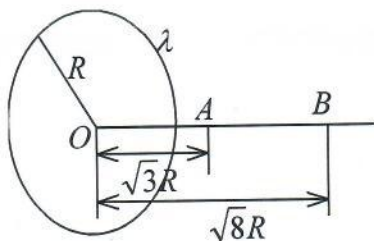
一. (15分)

1 mol 理想气体在 $T_1 = 400\text{ K}$ 的高温热源与 $T_2 = 300\text{ K}$ 的低温热源间作卡诺循环(可逆的), 在 400 K 的等温线上起始体积为 $V_1 = 0.001\text{ m}^3$, 终止体积为 $V_2 = 0.005\text{ m}^3$, 试求此气体在每一循环中

- (1) 从高温热源吸收的热量 Q_1 ;
- (2) 气体所作的净功 W ;
- (3) 气体传给低温热源的热量 Q_2 。

二. (15分)

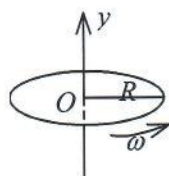
1. 如图所示, 一半径为 R 的均匀带正电圆环, 其电荷线密度为 λ . 在其轴线上有 A 、 B 两点, 它们与环心的距离分别为 $\overline{OA} = \sqrt{3}R$, $\overline{OB} = \sqrt{8}R$. 一质量为 m 、电荷为 q 的粒子从 A 点运动到 B 点. 求在此过程中电场力所作的功. (7分)



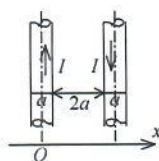
2. 假想从无限远处陆续移来微量电荷使一半径为 R 的导体球带电. (8分)
- (1) 当球上已带有电荷 q 时, 再将一个电荷元 dq 从无限远处移到球上的过程中, 外力作多少功?
 - (2) 使球上电荷从零开始增加到 Q 的过程中, 外力共作多少功?

三. (15分)

1. 如图所示, 半径为 R , 线电荷密度为 $\lambda (>0)$ 的均匀带电的圆线圈, 绕过圆心与圆平面垂直的轴以角速度 ω 转动, 求轴上任一点的 B 的大小及其方向 (7分)



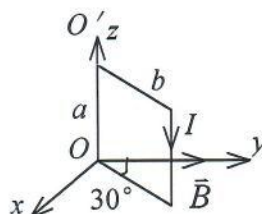
2. 如图所示, 有两根平行放置的长直载流导线. 它们的直径为 a , 反向流过相同大小的电流 I , 电流在导线内均匀分布. 试在图示的坐标系中求出 x 轴上两导线之间区域 $[\frac{1}{2}a, \frac{5}{2}a]$ 内磁感强度的分布. (8分)



四. (15分)

一矩形线圈边长分别为 $a=10\text{ cm}$ 和 $b=5\text{ cm}$, 导线中电流为 $I=2\text{ A}$, 此线圈可绕它的一边 OO' 转动, 如图. 当加上正 y 方向的 $B=0.5\text{ T}$ 均匀外磁场, 且与线圈平面成 30° 角时, 线圈的角加速度为 $\beta=2\text{ rad/s}^2$, 求:

- (1) 线圈对 OO' 轴的转动惯量 $J=?$
- (2) 线圈平面由初始位置转到与 B 垂直时磁力所做的功?



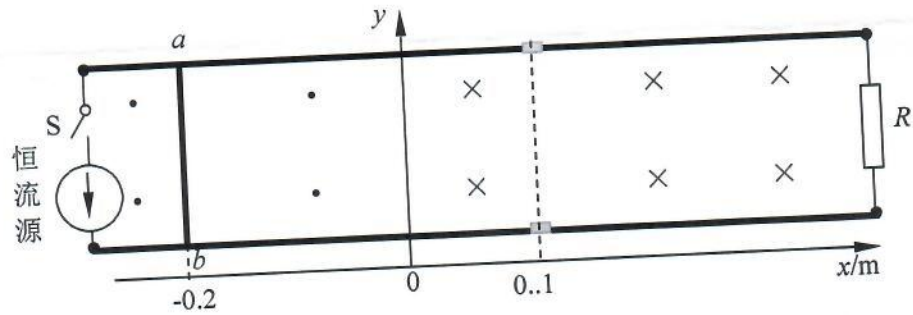
五. (15分)

如图所示, 间距 $L=0.2\text{ m}$ 的两平行水平金属导轨在 $x=0.1\text{ m}$ 处通过一厚度可不计的绝缘介质 (起阻断电流作用) 平滑连接起来. 两导轨间存在方向垂直导轨平面向里的磁场, 在 $x \geq 0.1\text{ m}$ 区域, 磁感应强度大小 $B_0=0.5\text{ T}$, 在 $x < 0.1\text{ m}$ 区域, 磁感应强度大小沿 y 方向不变, 随 x 变化. 在导轨右侧连接有阻值 $R=0.1\ \Omega$ 的电阻, 导轨左侧通过开关 S 连接恒流源, 为电路提供 $I=2\text{ A}$ 的恒定电流, 方向如图所示. 一质量 $m=0.5\text{ kg}$ 、阻值 $r=0.1\ \Omega$ 的导体棒 ab 垂直导轨静止放置于 $x_2=-0.2\text{ m}$ 处. 接通开关 S , 棒 ab 开始运动, 在 $x_2=-0.2\text{ m}$ 至 $x_1=0.1\text{ m}$ 区间, 其运动方程为

$$x = 0.2 \cos(\omega t + \pi) \quad (\text{SI})$$

其中 ω 为常量, 时间 t 单位为 s , x 单位为 m . 已知棒 ab 在运动过程中始终垂直导轨, 且与导轨接触良好, 不计导轨电阻和摩擦, 求:

- (1) 磁感应强度 B 与 x 的关系;
- (2) 常量 ω ;
- (3) 棒 ab 运动的速度 v 与 x 的关系;
- (4) 恒流源为电路提供的电能.



六. (15分)

1. 螺绕环中心周长 $l = 10$ cm, 环上均匀密绕线圈 $N = 200$ 匝, 线圈中通有电流 $I = 0.1$ A. 管内充满相对磁导率 $\mu_r = 4200$ 的磁介质. 求管内磁场强度和磁感强度的大小. (7分)

2. 给电容为 C 的平行板电容器充电, 电流为 $i = 0.2e^{-t}$ (SI), $t = 0$ 时电容器极板上无电荷. 求: (8分)

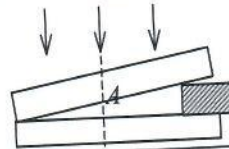
- (1) 极板间电压 U 随时间 t 而变化的关系;
- (2) t 时刻极板间总的位移电流 I_d (忽略边缘效应).

七. (15分)

1. 在双缝干涉实验中, 用波长 $\lambda = 546.1$ nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光照射, 双缝与屏的距离 $D = 300$ mm. 测得中央明条纹两侧的两个第五级明条纹的间距为 12.2 mm, 求双缝间的距离. (7分)

2. 两块平板玻璃, 一端接触, 另一端用纸片隔开, 形成空气劈形膜. 用波长为 λ 的单色光垂直照射, 观察透射光的干涉条纹. (8分)

- (1) 设 A 点处空气薄膜厚度为 e , 求发生干涉的两束透射光的光程差;
- (2) 在劈形膜顶点处, 透射光的干涉条纹是明纹还是暗纹?



八.(15分)

1. 在单缝夫琅禾费衍射实验中,垂直入射的光有两种波长, $\lambda_1=400\text{nm}$, $\lambda_2=760\text{nm}$ ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$). 已知单缝宽度 $a=1.0\times 10^{-2}\text{cm}$, 透镜焦距 $f=50\text{cm}$. 求两种光第一级衍射明纹中心之间的距离. (7分)

2. 若用光栅常数 $d=1.0\times 10^{-3}\text{cm}$ 的光栅替换单缝, 其他条件和上一问相同, 求两种光第一级主极大之间的距离. (8分)

九.(15分)

1. 三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 顺序叠在一起, P_1 、 P_3 的偏振化方向保持相互垂直, P_1 与 P_2 的偏振化方向的夹角为 α , P_2 可以入射光线为轴转动. 今以强度为 I_0 的单色自然光垂直入射在偏振片上. 不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收. (7分)

(1) 求穿过三个偏振片后的透射光强度 I 与 α 角的函数关系式;

(2) 试定性画出在 P_2 转动一周的过程中透射光强 I 随 α 角变化的函数曲线.

2. 一束自然光以起偏角 $i_0=48.09^\circ$ 自某透明液体入射到玻璃表面上, 若玻璃的折射率为 1.56, 已知 $\sin 48.09^\circ = 0.74$, $\cos 48.09^\circ = 0.67$, 求: (8分)

(1) 该液体的折射率;

(2) 折射角.

十.(15分)

1. 2018年诺贝尔物理学奖授予美国科学家阿瑟·阿什金、法国科学家热拉尔·穆鲁以及加拿大科学家唐娜·斯特里克兰, 以表彰他们在_____领域的突破性贡献. 阿什金发明的_____工具能够“夹”住微小如原子、病毒以及活细胞等物体, 这让研究人员实现了科幻小说中的场景——利用激光束操纵和移动物体; 穆鲁和斯特里克兰的科研突破则为实现更短和更强的_____打下基础, 他们发明的_____技术, 已经成为高强度激光的标准, 应用于众多领域, 例如目前广泛开展的激光视力矫正手术等. (4分)

2. 太阳帆飞船是利用太阳光的的压力进行太空飞行的航天器, 由于太阳光具有连续不断、方向固定等特点, 借助太阳帆为动力的航天器无须携带任何燃料. 在太阳光光子的撞击下, 航天器的飞行速度会不断增加, 并最终飞抵距地球非常遥远的天体. 现有一艘质量为 663kg 的太阳帆飞船在太空中运行, 其帆面与太阳光垂直. 设帆能 100%地反射太阳光, 帆的面积为 66300m^2 , 且单位面积上每秒接受到的太阳辐射能量 $E_0=1.35\times 10^3\text{J}$, 已知太阳辐射的光子的波长绝大多数集中在波长为 $2\times 10^{-7}\text{m}\sim 1\times 10^{-5}\text{m}$ 波段, 计算时可取其平均波长 $1.0\times 10^{-7}\text{m}$, 且不计太阳光反射时频率的变化. 已知普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$. (11分)

(1) 每秒钟射到帆面的光子数为多少?

(2) 由于光子作用, 飞船得到的加速度为多少?