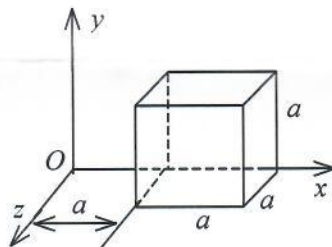


一. (15分)

1. 真空中一立方体形的高斯面, 边长  $a=0.1\text{ m}$ , 位于图中所示位置. 已知空间的场强分布为:

$$E_x=bx, \quad E_y=0, \quad E_z=0.$$

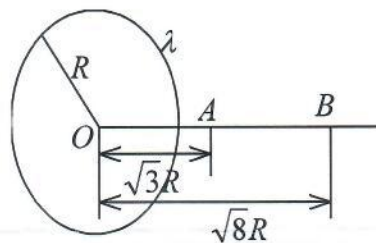
常量  $b=1000\text{ N/(C}\cdot\text{m)}$ . 试求通过该高斯面的电通量. (7分)



2. 若电荷以相同的面密度  $\sigma$  均匀分布在半径分别为  $r_1=10\text{ cm}$  和  $r_2=20\text{ cm}$  的两个同心球面上, 设无穷远处电势为零, 已知球心电势为  $300\text{ V}$ , 试求两球面的电荷面密度  $\sigma$  的值. ( $\epsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ ) (8分)

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  $\lambda$ . 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)



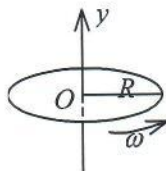
2. 假想从无限远处陆续移来微量电荷使一半径为  $R$  的导体球带电. (8分)

(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?

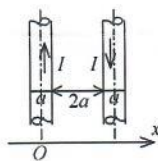
(2) 使球上电荷从零开始增加到  $Q$  的过程中, 外力共作多少功?

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  $\omega$  转动, 求轴上任一点的  $B$  的大小及其方向. (7分)



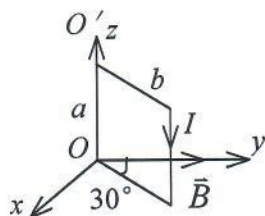
2. 如图所示, 有两根平行放置的长直载流导线, 它们的直径为  $a$ , 反向流过相同大小的电流  $I$ , 电流在导线内均匀分布. 试在图示的坐标系中求出  $x$  轴上两导线之间区域  $[\frac{1}{2}a, \frac{5}{2}a]$  内磁感强度的分布. (8分)



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  $30^\circ$  角时, 线圈的角加速度为  $\beta=2\text{ rad/s}^2$ , 求:

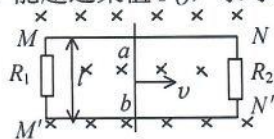
- (1) 线圈对  $OO'$  轴的转动惯量  $J=?$
- (2) 线圈平面由初始位置转到与  $B$  垂直时磁力所做的功?



五. (15分)

如图所示, 水平面内有两条相距  $l$  的平行长直光滑裸导线  $MN$ 、 $M'N'$ , 其两端分别与电阻  $R_1$ 、 $R_2$  相连; 匀强磁场  $B$  垂直于图面向里; 裸导线  $ab$  垂直搭在平行导线上, 并在外力作用下以速率  $v$  平行于导线  $MN$  向右作匀速运动. 裸导线  $MN$ 、 $M'N'$  与  $ab$  的电阻均不计.

- (1) 求电阻  $R_1$  与  $R_2$  中的电流  $I_1$  与  $I_2$ , 并说明其流向;
- (2) 设外力提供的功率不能超过某值  $P_0$ , 求导线  $ab$  的最大速率.



六. (15分)

1. 螺绕环中心周长  $l = 10 \text{ cm}$ , 环上均匀密绕线圈  $N = 200$  匝, 线圈中通有电流  $I = 0.1 \text{ A}$ . 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)

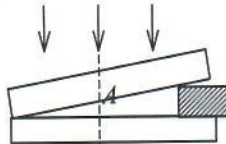
- (1) 极板间电压  $U$  随时间  $t$  而变化的关系.
- (2)  $t$  时刻极板间总的位移电流  $I_d$  (忽略边缘效应).

七. (15分)

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



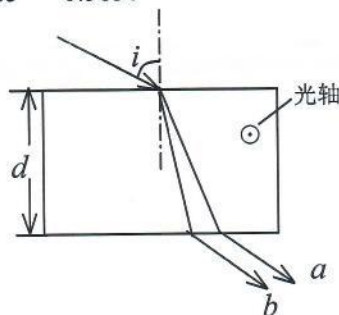
八. (15分)

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)

一束单色自然光自空气 ( $n = 1$ ) 入射到一块方解石晶体上, 晶体光轴方向如图所示, 其主折射率  $n_o = 1.658$ ,  $n_e = 1.486$ , 已知晶体厚度  $d = 2.00 \text{ cm}$ , 入射角  $i = 60^\circ$ . 可能用到的一些数据有:  $\cos 31.49^\circ = 0.853$ ;  $\sin 31.49^\circ = 0.522$ ;  $\cos 35.65^\circ = 0.802$ ;  $\sin 35.65^\circ = 0.583$ .



(1) 求  $a$ 、 $b$  两透射光间的垂直距离；

(2) 两束透射光中，哪一束在晶体中是寻常光？哪一束在晶体中是非寻常光？透射光的光矢量振动方向如何？请在图中注明（在答题纸上画出草图，然后注明振动方向）。

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  $663\text{kg}$  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  $66300\text{m}^2$ ，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？