

## 2024 年春季学期《电磁学 A》期中考试

姓名：\_\_\_\_\_ 学院：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_

1. (20 分) 试写出真空中体电荷分布为  $\rho(\vec{r}')$  的带电体  $V'$  (此处  $\vec{r}'$  为坐标原点到电荷源点的矢径) 在场点  $\vec{r}$  处所产生的电场表达式 ( $\vec{r}$  为坐标原点到场点的矢径), 并据此证明真空中静电场高斯定理和环路定理。

已知  $\nabla \cdot (f\vec{a}) = \vec{a} \cdot \nabla f + f\nabla \cdot \vec{a}$ , 且  $\nabla \times (f\vec{a}) = \nabla f \times \vec{a} + f\nabla \times \vec{a}$ 。

2. (30 分) 根据量子力学, 氢原子在正常状态下核外电荷的分布如下: 在距离核  $r$  处, 电荷的体密度为  $\rho(r) = -qe^{-2r/a}/(\pi a^3)$ , 其中  $q$  是电子电荷量的大小,  $a$  是玻尔半径, 试求:

(1) 核外电荷的总量 (积分公式:  $\int_0^\infty x^n e^{-bx} dx = n!/b^{n+1}$ ,  $n$  为正整数,

$b > 0$ ) (6 分);

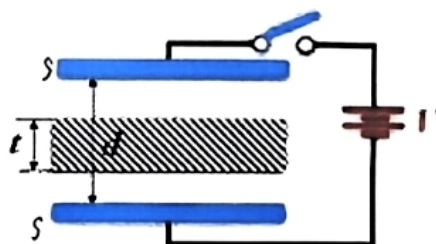
(2) 核外电荷在  $r$  处所产生的电场和电势 (12 分);

(3) 所有电荷在  $r$  处所产生的电场和电势 (12 分)。

3. (30 分) 一平行板电容器两极板的面积都是  $S$ , 相距为  $d$ , 其间有一块厚度为  $t$  介电常量为  $\epsilon_r$  的平行介质平板, 如图所示, 接通电源后, 使这电容器充电到电压  $V$ , 略去边缘效应。

(1) 断开电源, 把介质板抽出, 试问需要做多少功 (15 分)?

(2) 如果在不断开电源的情况下抽出介质板, 则要做多少功 (15 分)?



4. (20 分) 两个半径分别为  $a$  和  $b$  的导体球, 相距为  $d$  ( $d \gg a, b$ ), 放置在相对介电常数为  $\epsilon_r$ , 电导率为  $\sigma$  的导电介质中, 求:

(1) 两球之间的电阻、电容和漏电时间常数  $\tau$  (10 分);

(2) 如果初始时刻  $a$  球带电量为  $+Q_0$ ,  $b$  球带电量为  $-Q_0$ , 则任意时刻  $t$  两个球连线中点平面上任意一点  $P$  (距离两球连线的长度为  $h$ ) 的电流密度为多少? (10 分)