

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。

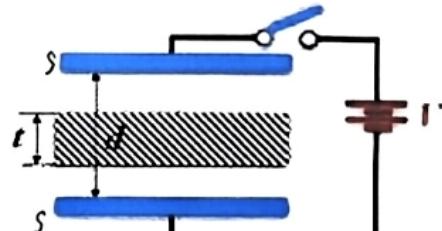
已知 $\nabla \cdot (f\vec{a}) = \vec{a} \cdot \nabla f + f \nabla \cdot \vec{a}$, 且 $\nabla \times (f\vec{a}) = \nabla f \times \vec{a} + f \nabla \times \vec{a}$ 。

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 ϵ_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 ϵ_r , 电导率为 σ 的导电介质中, 求:

- (1) 两球之间的电阻、电容和漏电时间常数 τ (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)