电动力学 期中

贾青

2026 年 5 月 7 日 9：50 ~ 12：00

一、简答题（6×6分）

1、分别写出真空和各向同性均匀介质中Maxwell方程的微分形式。

2、写出介质两侧电磁场满足的边界条件，并据此简要推导并描述理想导体电磁场满足的性质。

3、$\vec{a}$ 为常矢量、$\vec{r}$ 为位置矢量，求 $\nabla\cdot[(\vec{a}\cdot\vec{r})\vec{r}]$ 和 $\nabla\times[(\vec{a}\cdot\vec{r})\vec{r}]$ 。

4、介质两侧电场强度 $\vec{E}$ 与界面法线的夹角分别为 θ_1、θ_2 ，两侧介质介电常数分别为 ε_1、ε_2 ，求 θ_1、θ_2、ε_1、ε_2 之间的关系。

5、两个电流元之间的相互作用力是否满足牛顿第三定律？两个闭合回路呢？请简要推导并说明。

6、有同学推导出“磁场恒为0”的结论，这显然是不对的。他的推导过程如下：磁场 $\vec{B}$ 可以表示为 $\nabla\times\vec{A}$ ，无源空间中 $\oint_S\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=0$ ，再利用Stokes公式可以得到：

$$\oint_S\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\oint_S\nabla\times\vec{A}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\oint_L\vec{A}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=0$$

而 $\oint_L\vec{A}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=0$ 说明 $\vec{A}$ 可以表示为 $\nabla\varphi$ ，由此 $\vec{B}=\nabla\times(\nabla\varphi)=0$ 。请指出推导过程中哪里有错误。

二、在均匀电场 $\vec{E}_0$ 中，放入一个半径为 a、带有电荷 Q 的导体球。求全空间电势分布。

（12分）三、有一半径为 a、带有电荷 Q 的导体球，距离球心 $\vec{r}$（$r>a$）处有一点电荷 q，沿 $\vec{r}$ 的方向加入均匀外场 $\vec{E}_0$ ，求点电荷 q 的受力。（12分）

四、一个半径为 R 、均匀带有电荷 Q 的导体球壳以角速度 $\vec{\omega}$ 转动。求全空间磁场分布。（12分）

五、一个均匀带电椭球半轴分别为 a, b, c，带有总电荷 Q，求其电多极矩（至电四极矩），并写出远场的电势表达式。在此条件下说明何时电四极矩与原点的选取无关。（20分）