

# 电动力学作业题

20240419

答题不要求用英语，但应尽量做到逻辑缜密、清晰可读。提交作业不必通过BB网，截止时间请助教决定。

1. 对于一个孤立的电荷体系，电荷的总量是一个4-标量。由于沿着速度方向存在洛伦兹收缩，试根据电流密度4-矢量的洛伦兹变换，证明实验室参考系中测量到的电荷体密度 $\rho$ 与电荷分布自身系中的电荷体密度 $\rho_0$ 之间存在联系 $\rho = \gamma\rho_0$ 。
2. 设在惯性系 $\Sigma$ 内电场与磁场相互垂直， $\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ 。另一惯性系 $\Sigma'$ 沿 $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ 方向相对于 $\Sigma$ 运动。试问 $\Sigma'$ 系以什么速度运动才能使其中的观测者只观测到纯电场或者纯磁场？
3. 点电偶极子 $\mathbf{p}$ 以速度 $\mathbf{v}$ 相对于实验室系 $\Sigma$ 运动。设 $t = 0$ 时刻 $\mathbf{p}$ 刚好经过 $\Sigma$ 系的原点。试根据电磁势 $A_\mu$ 和电磁场张量 $F_{\mu\nu}$ 的洛伦兹变换，求出此点电偶极子在 $\Sigma$ 系中产生的电磁势和场强分布。

## Optional :

4. 已知点电荷 $Q$ 在自身参考系 $\Sigma'$ 中激发的静电场强度分布为：

$$\mathbf{E}'(\mathbf{r}') = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r'^3} \mathbf{r}' \quad (1)$$

现设 $Q$ 以速度 $\mathbf{v}$ 相对于实验室系 $\Sigma$ 做匀速直线运动。试求 $Q$ 在 $\Sigma$ 系中激发的磁感应强度分布 $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ 并检验磁高斯定律 $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ 。