

期末考试

128.张羽

2018 年 7 月 4 日

1 (8分)

水蒸气<冰<水 (4分)，因为水蒸气的水分子密度低相对介电常数就小的多，和真空介电常数接近；水分子可以看作是偶极子，在电场下，水和冰中的水分子极化方向重新排布，相对来说屏蔽掉了电场，所以有较高的介电常数，但是冰中的水分子相对来说取向固定，所以冰的介电常数比水低。(4分)

2 (8分)

导体中的自由电荷感受到电场，受到力，形成定向移动，产生电流。(2分)
自由电荷密度，掺杂浓度，温度。

$$\mathbf{E} = \rho \mathbf{j} \quad (1)$$

$$\mathbf{j} = -ne\mathbf{v}_{avg} \quad (2)$$

$$\mathbf{v}_{avg} = -\frac{e\mathbf{E}\tau}{m} \quad (3)$$

$$\mathbf{j} = \frac{ne^2\tau}{m}\mathbf{E} \quad (4)$$

其中 $\tau = \frac{\lambda}{v_{avg}}$ 为平均弛豫时间。欧姆定律成立需要材料尺度远大于平均自由程，自由电荷密度均匀。(4分)

二极管，自由电荷密度是随外加电场变化而变化的。(2分)

3

4

5

6

7

8

(1) 磁感应强度为

$$B = \mu_0 N I(t) = \mu_0 N k t \quad (5)$$

$$\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (6)$$

$$2\pi r E = -\mu_0 N k \pi r^2 \quad (7)$$

$$E = -\frac{\mu_0 N k r}{2} \quad (8)$$

负号表示电场方向与电流方向相反。

(2) 正离子和自由电子均会受到电场影响，但是由于正离子的质量远大于电子质量，电子速度比正离子速度快得多，所以忽略正离子的影响。设电流密度 j

$$j = nev \quad (9)$$

$$\frac{\partial j}{\partial t} = ne \frac{\partial v}{\partial t} = ne \frac{F}{m} = ne^2 \frac{\mu_0 N k r}{2m} \quad (10)$$

$$j = \frac{\mu_0 N k n e^2 r}{2m} t \quad (11)$$

因为 j 电流密度所产生的磁场需要阻碍电流 I 所产生的磁场的变大，所以 j 电流密度的方向和电流 I 方向相反。

9

(3) 电场方向确定之后，由自由电子和正离子产生的电流密度方向相同。因为电流密度 j 的方向和电流 I 的方向相反，由于磁场作用产生斥力，指向中轴线，把正离子和自由电子挤向中轴线。