

麻省理工大学 2002 年春天考试 2#解决方法

问题 1 (家庭作业问题 6.6 ; 简单译本)

(a) 在开关闭合之前, 所有的电流为零。开关闭合后的瞬间, I_3 的电流值仍旧为零, 感应器阻止了瞬时电流 I_3 , 因为 $I_3 = 0$ 给出我们 $V = R_1 I_1 + R_2 I_2$, 并且 $I_1 = I_2$ 。所以

$$I_1 = I_2 = V / (R_1 + R_2)。$$

(b) 自组织感应器的欧姆电阻为零。所以如果我们等待较长的一段时间, 直到自组织不在阻止电荷在 I_3 中的变化。因此 I_2 将为零, 并且 $I_1 = I_3$ 。应用欧姆定律, 我们发现 $I_1 = V / R_1 (= I_3)$ 。

问题 2

方法一: 左边部分的洛伦兹力为 IbB (利用单位长度上的力) 方向向左, 右边部分的洛伦兹力为 IbB 方向向右, 上面部分的力为 IaB 方向向上, 并且底部部分的力的大小为 IaB 方向向下。这种力的结合没有在线路上产生转矩。

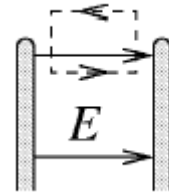
另一个方法: 线路的磁力矩 μ 直接垂直于线路围成的水平表面。 B 也垂直于表面。所以转矩为 $\tau = \mu \times B = 0$ 。

问题 3 (家庭作业问题 4.6)

在加速度为 $Mv^2 / 2 = (2e)V$ 的过程中得到动能, 其中 v 为粒子的最后的速度。在磁场为 B 的区域 (洛伦兹力)(向心力) 给出了 $(2e)vB = Mv^2 / d$ 。消去 v 解的 M 为 $M = eB^2 d^2 / V$ 。

问题 4 (家庭作业 5.7)

假设突然跌落为零, 整合虚线部分我们给出 $\oint E \cdot dl \neq 0$, 在两极板间有电场 E 。这是静电场的情形, 对于通过我们围住的环路界限表面的磁通量的变化率我们有 $d\Phi_B / dt = 0$ 。因此在电容器外面电场不可能突然的跌落到零。



问题 5

沿着电线 AC 部分直接从 P 点起取微小的元素 dl , 平行与单位矢量 $\hat{r}$, 给除了 $Idl \times \hat{r} = 0$ 。所以, 根据毕奥-萨佛尔定律, AC 电线部分 P 点的磁场没有贡献。对于微小元 dl 沿着电线 CD 的部分, $Idl \times \hat{r}$ 的方向为指向指外, 所以电线 CD 部分对于 P 电磁场 B 的贡献也为单纯的指向指面外。根据线性叠加的原则, 这种贡献为超出 C 点延长线直线在 P 电产生的电场的一半, 对于一个无限长的直导线类似的应用安培定律给出了 $B = \mu_0 I / 2\pi d$, 所谓我们的答案为这个值的一半

$$B_p = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \quad \text{指向直面外}$$

问题 6 (见 3 月 15 日的课程补充。)

如果一个小电流流入通国负极终端那么伏特计的读数将为负值, 所以在电路中的电流将为逆时针方向的。

(a) 两个伏特计有相同的内部电阻并且他们串联在电路中, 通过两个伏特计时都会有

0.1Volt 的电势降落。电流的感应电动势一定存在

$$\varepsilon = 0.2Volts \text{ (逆时针方向)}$$

(b) 逆时针电流进入左手边伏特计的正极，伏特计的示数为

$$V_{left} = +0.1 Volt$$

问题 7

如果 θ 为电阻器电线和移动导电棒间的夹角，闭合电路包围的水平表面的面积为

$$(\pi D^2) \frac{\theta}{2\pi} = \frac{1}{2} D^2 \theta。$$

通过这个面积的磁通量为 $\Phi_B = \frac{1}{2} BD^2 \omega$ ，感应电动势的大小为

$$|\varepsilon| = \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{1}{2} BD^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} BD^2 \omega。$$

感应电流为

$$I = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{BD^2 \omega}{2R}。$$

(由洛伦兹定律，电流将会以逆时针方向流动，移动的导电棒导致了变化的通量)
结束