

变化的电磁场参考答案

一、选择题

题号	1	2	3	4	5
答案	D	A	B	C	C (C选项要加一个系数4)

二、填空题

1. 感应电流；磁通量

2. $\mu_0 \frac{N^2}{L} S$; $\mu_0 \frac{N^2}{L} S$

3. $\frac{N\mu_0 a}{2\pi} \ln 2$; 0

4. 无线电波；紫外线； γ 射线

5. $\frac{\nu B^2 b^2}{R}$; 0

三、计算题

1. 流过电路的电荷为 $q = \int_{t_1}^{t_2} I dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{\varepsilon}{R} dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{R} \left(-\frac{d\Phi}{dt} \right) dt = \int_{t_1}^{t_2} \left(-\frac{1}{R} \right) d\Phi$

$$\text{所以 } q = \frac{1}{R} (\Phi_1 - \Phi_2)$$

(1) 在 $t=0s$ 到 $3s$,

$$q = \frac{1}{R} (\Phi_1 - \Phi_2) = \frac{NA}{R} (B_1 - B_2) = \frac{NA}{R} \left(\sin \frac{\pi}{6} t_1 - \sin \frac{\pi}{3} t_2 \right) = \frac{100 \times 0.001}{100} (0 - 1) = -0.001 (C)$$

在 $t=0s$ 到 $3s$ 这段时间流过电路的电荷为 $|q| = 0.001$ 库伦

(2) 在 $t=3s$, B 从 $1T$ 改变到 $-1T$,

$$q = \frac{1}{R} (\Phi_1 - \Phi_2) = \frac{NA}{R} (B_1 - B_2) = \frac{100 \times 0.001}{100} \times (1 - (-1)) = 0.002 (C)$$

在 $t=3s$ 磁场反向时, 流过电路的电荷为 0.002 库伦。

2. 半径为 R 的圆柱形空间中存在均匀磁感应强度 B , ABC 是由三根金属杆构成的圆内任意

内接直角三角形回路。当 $\frac{dB}{dt} > 0$ 时, 求: (1) 整个回路上感应电动势可能的最大、最小值

以及方向; (2) 各金属杆上电动势的最大、最小值。

2. 解:

(1) $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -S \frac{dB}{dt}$, 其中 S 是内接直角三角形的面积, 电动势大小和 S 成正比。

当三角形是等腰直角三角形时 S 有最大值 R^2 ，此时 $\varepsilon_{\max} = -R^2 \frac{dB}{dt}$ ，方向沿回路逆时针。

当 B 和 A 或 C 重合时，三角形面积 S 最小为 0，此时 $\varepsilon_{\min} = 0$ 。

(2) 空间的涡旋电场是围绕圆柱轴线且在圆柱截面上的一系列同心圆，以 O 为圆心作半径为 r 的圆形回路，设顺时针是该回路正方向（和 B 成右手螺旋关系），则有

$$E_r 2\pi r = -\frac{dB}{dt} \pi r^2$$

$$E_r = -\frac{r}{2} \frac{dB}{dt}$$

设某条金属杆到圆心 O 的距离是 h ，则金属杆长度是 $2\sqrt{R^2 - h^2}$ ，

则杆上电动势为：

$$\varepsilon = \int_0^{2\sqrt{R^2-h^2}} E_r \cos(\pi - \theta) dl = \int_0^{2\sqrt{R^2-h^2}} \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} \cos \theta dl = \frac{h}{2} \frac{dB}{dt} \int_0^{2\sqrt{R^2-h^2}} dl = h\sqrt{R^2-h^2} \frac{dB}{dt}$$

当 $h = \frac{R}{\sqrt{2}}$ 时， $|\varepsilon|$ 有最大值 $\frac{R^2}{2} \frac{dB}{dt}$