2018.1 大学物理期末考试 1 参考答案

一、选择

1、B， 2、B， 3、B， 4、C， 5、B， 6、D， 7、A， 8、C

二、填空

1、$q/(4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r R)$ ； 2、存在分子固有磁矩，分子无固有磁矩 r ；

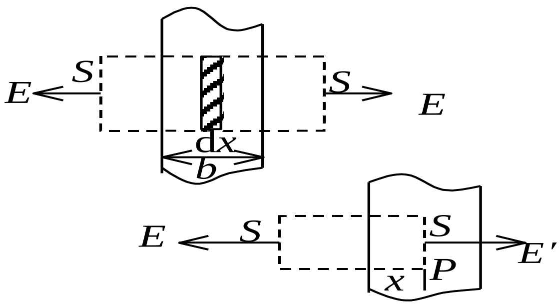
3、0， 0.2 H， 0.05 H ； 4、垂直纸面向里，垂直 OP 连线向下 .；

5、1.33×10^2 W/m^2 ，2.51×10^{-5} J/m^3 ； 6、 $1/\sqrt{3}$

7、0，$\hbar$，$-\hbar$，$2\hbar$，$-2\hbar$

三、计算

1 解、 (1) 由对称分析知，平板外两侧场强大小处处相等、方向垂直于平面且背离平面．设场强大小为 E.



作一柱形高斯面垂直于平面．其底面大小为 S，如图所示.

按高斯定理 $\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum q/\varepsilon_0$，即

$$2SE = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^b \rho S\,\mathrm{d}x = \frac{kS}{\varepsilon_0}\int_0^b x\,\mathrm{d}x = \frac{kSb^2}{2\varepsilon_0}$$

得到 $E = kb^2/(4\varepsilon_0)$ (板外两侧) 4 分

(2) 过 P 点垂直平板作一柱形高斯面，底面为 S．设该处场强为 E'，如图所示．按高斯定理有

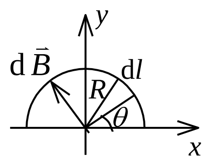
$$\left(E'+E\right)S = \frac{kS}{\varepsilon_0}\int_0^x x\mathrm{d}x = \frac{kSb^2}{2\varepsilon_0}$$

得到 $E' = \dfrac{k}{2\varepsilon_0}\left(x^2 - \dfrac{b^2}{2}\right)$ $(0\leqslant x\leqslant b)$ 4 分

(3) $E'=0$，必须是 $x^2 - \dfrac{b^2}{2} = 0$， 可得 $x = b/\sqrt{2}$ 2 分

2 解：设轴线上任意点的磁感强度为 B，半圆筒半径为 R．先将半圆筒面分成许多平行轴线的宽度为 dl 的无限长直导线，其中流过的电流为

$$\mathrm{d}I = i\,\mathrm{d}l = k\sin\theta\cdot\mathrm{d}l = k\sin\theta R\,\mathrm{d}\theta \qquad 2\text{ 分}$$



它在轴线上产生的磁感强度为

$$\mathrm{d}B = \frac{\mu_0\,\mathrm{d}I}{2\pi R}, \qquad \text{方向如图.} \qquad 2\text{ 分}$$

由对称性可知：$\mathrm{d}\vec{B}$ 在 z 轴向的分量为 0，在 y 轴的分量叠加中相互抵消，只需考虑 $\mathrm{d}\vec{B}$ 在 x 轴的分量 dB_x. 2 分

$$\mathrm{d}B_x = \mathrm{d}B\sin\theta = \frac{\mu_0\,\mathrm{d}I}{2\pi R}\sin\theta = \frac{\mu_0 k\sin^2\theta}{2\pi}\mathrm{d}\theta \qquad 2\text{ 分}$$

积分：
$$B=\int \mathrm{d}\,B_x=\int_0^{\pi}\frac{\mu_0 k\sin^2\theta}{2\pi}\mathrm{d}\,\theta$$
$$=\frac{\mu_0 k}{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{1-\cos 2\theta}{2}\mathrm{d}\,\theta=\frac{\mu_0 k}{2\pi}[\frac{\theta}{2}-\frac{\sin 2\theta}{4}]\Big|_0^{\pi}$$
$$=\mu_0 k/4$$ 2 分

$\vec{B}$ 的方向沿 x 轴负方向.

3、解：(1) 设线圈转至任意位置时圆线圈的法向与磁场之间的夹角为θ，则通过该圆线圈平面的磁通量为
$$\Phi=B\pi r^2\cos\theta,\ \theta=\omega t=2\pi nt$$
∴ $$\Phi=B\pi r^2\cos 2\pi nt$$ 3 分

在任意时刻线圈中的感应电动势为
$$☜=-N\frac{\mathrm{d}\,\Phi}{\mathrm{d}\,t}=NB\pi r^2\,2\pi n\sin 2\pi\,nt=2\pi^2 BNr^2 n\sin 2\pi nt$$ 2 分
$$i=\frac{☜}{R}=\frac{2\pi^2 NBr^2 n}{R}\sin 2\pi nt=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t$$ 1 分

当线圈转过π /2时，$t=T/4$，则 $i=I_m=2\pi^2 r^2 NBn/R=0.987$ A 1 分

(2) 由圆线圈中电流 I_m 在圆心处激发的磁场为
$$B'=\mu_0 NI_m/(2r)=6.20\times 10^{-4}\ \mathrm{T}$$ 2 分

方向在图面内向下，故此时圆心处的实际磁感强度的大小
$$B_0=(B^2+B'^2)^{1/2}\approx 0.500\ \ \mathrm{T}$$ 1 分

方向与磁场 $\vec{B}$ 的方向基本相同.

4、解：(1) 按题意是指图示位置时的Φ.
$$\Phi=\int_d^{d+2a}\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}bdx=\frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi}\ln\frac{d+2a}{d}$$ 4 分

(2) $$M=\frac{\Phi}{I_1}=\frac{\mu_0 b}{2\pi}\ln\frac{d+2a}{d}$$ 3 分

(3) $$A=I_2\Delta\Phi=\frac{\mu_0 I_1 I_2 b}{2\pi}\ln\frac{d+2a}{d}$$ 3 分

四、要点

共同点：1、波:都能产生干涉衍射现象、都有叠加性；2、粒子性。都有颗粒性（即有一定质量、自旋、电荷，占据空间的不相容性）

不同点：1、波:经典波有时空周期性，是真实物理量之连续分布；但量子波与此无关，仅指能产生干涉衍射等。2、粒子性：经典粒子有确定轨道，动量与位置可同时确定等；而量子粒子仅为颗粒性。