2021 秋季普通物理 A(2)其末考试评分参考

一、　　选择（共 30 分）

ABCD BCDACC

二、　　填空（共 30 分）

1. $\left(-8-24xy\right)\vec{i}+\left(-12x^2+40y\right)\vec{j}$；　　2. W_{e0}/ε_r　；　　3. $0.80\times10^{-13}\vec{k}$ (N)；

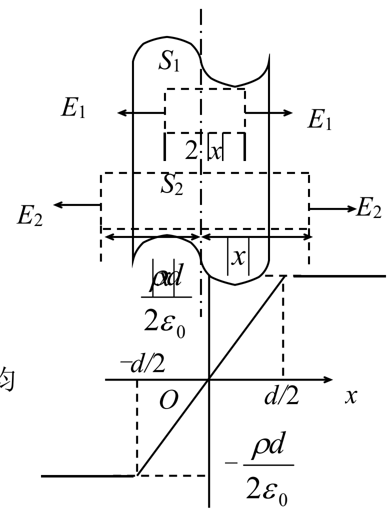
4. $p_m=\dfrac{1}{2}\pi I(R_2^2-R_1^2)$，$M_m=\dfrac{1}{2}\pi IB(R_2^2-R_1^2)$；　5.小于，有关；

6. 1.33×10^{2} W/m^2, 2.51×10^{-5} J/m^3；　　7. 4.33×10^{-8}；　　8. 9.99×10^{3} K；

9. $1/\sqrt{3}$；　　10. 2，$2\times(2l+1)$；

三、　　计算（共 40 分）

1. 解：由电荷分布的对称性可知在中心平面两侧离中心平面相同距离处场强均沿 x 轴，大小相等而方向相反．



在板内作底面为 S 的高斯柱面 S_1（右图中厚度放大了），两底面距离中心平面均为 $|x|$，由高斯定理得

$$E_1\cdot 2S=\rho\cdot 2|x|S/\varepsilon_0$$

则得　$E_1=\rho|x|/\varepsilon_0$

即　$E_1=\rho x/\varepsilon_0 \quad \left(-\dfrac{1}{2}d\le x\le\dfrac{1}{2}d\right)$　　4 分

在板外作底面为 S 的高斯柱面 S_2 两底面距中心平面均为 $|x|$，由高斯定理得　$E_2\cdot 2S=\rho\cdot Sd/\varepsilon_0$

则得　$E_2=\rho\cdot d/(2\varepsilon_0) \quad \left(|x|>\dfrac{1}{2}d\right)$

即　$E_2=\rho\cdot d/(2\varepsilon_0) \quad \left(x>\dfrac{1}{2}d\right)$，　$E_2=-\rho\cdot d/(2\varepsilon_0) \quad \left(x<-\dfrac{1}{2}d\right)$　　4 分

$E\sim x$ 图线如图所示．　　2 分

2. 解：(1) 由法拉第电磁感应定律：

$$\Phi=B\frac{1}{2}xy \qquad y=\mathrm{tg}\,\theta\, x \qquad x=\upsilon t \qquad 2\text{ 分}$$

$$\varepsilon_i=-\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t=-\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{1}{2}B\,\mathrm{tg}\,\theta\, x^2\right)=-\frac{1}{2}B\,\mathrm{tg}\,\theta\, 2x\,\mathrm{d}x/\mathrm{d}t=B\,\mathrm{tg}\,\theta\,\upsilon^2 t$$

在导体 MN 内 $_i$ 方向由 M 向 N.　　3 分

(2) 对于非均匀时变磁场　$B=Kx\cos\omega t$

取回路绕行的正向为 $O\to N\to M\to$O，则

$$\mathrm{d}\Phi=B\,\mathrm{d}S=B\eta\,\mathrm{d}\xi \qquad \eta=\xi\,\mathrm{tg}\,\theta \qquad \mathrm{d}\Phi=B\xi\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi=K\xi^2\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi$$

$$\Phi=\int\mathrm{d}\Phi=\int_0^x K\xi^2\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta\,\mathrm{d}\xi=\frac{1}{3}Kx^3\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta \qquad 3\text{ 分}$$

$$_i=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}=\frac{1}{3}K\omega x^3\sin\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta-Kx^2\upsilon\cos\omega t\,\mathrm{tg}\,\theta$$

$$=K\upsilon^3\,\mathrm{tg}\,\theta(\frac{1}{3}\omega t^3\sin\omega t-t^2\cos\omega t)$$ 2 分

$\varepsilon_i>0$，则 ε_i方向与所设绕行正向一致， $\varepsilon_i<0$，则 ε_i方向与所设绕行正向相反．

3. 解：设 K' 相对于 K 运动的速度为 υ 沿 $x\,(x')$轴方向，则根据洛仑兹变换公式，有

$$t'=\frac{t-\upsilon x/c^2}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}\quad,\quad x'=\frac{x-\upsilon t}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$

(1) $$t_1'=\frac{t_1-\upsilon x_1/c^2}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}\quad,\quad t_2'=\frac{t_2-\upsilon x_2/c^2}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 2 分

因两个事件在 K 系中同一点发生，$x_2=x_1$，则

$$t_2'-t_1'=\frac{t_2-t_1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 2 分

解得 $$\upsilon=[1-(t_2-t_1)^2/(t_2'-t_1')]^{1/2}c$$

$=(3/5)c=1.8\times10^8$ m/s 2 分

(2) $$x_1'=\frac{x_1-\upsilon t_1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}},\quad x_2'=\frac{x_2-\upsilon t_2}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 2 分

由题 $x_1=x_2$

则 $$x_1'-x_2'=\frac{\upsilon(t_2-t_1)}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}=\frac{3}{4}c(t_2-t_1)=9\times10^8\text{ m}$$ 2 分

若直接写出 $$t_2'-t_1'=\frac{t_2-t_1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 得 4 分

$$x_1'-x_2'=\frac{\upsilon(t_2-t_1)}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 得 2

4. 解：(1) $$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}=m\frac{\upsilon^2}{r}$$ ① 1 分

$$m\upsilon r=n\frac{h}{2\pi}$$. ② 1 分

$$\omega_n=\frac{\upsilon}{r}$$ ③ 1 分

①、②、③联立解出 $$\omega_n=\frac{\pi me^4}{2\varepsilon_0^2h^3}\cdot\frac{1}{n^3}\qquad \nu_n=\frac{\omega_n}{2\pi}=\frac{me^4}{4\varepsilon_0^2h^3}\cdot\frac{1}{n^3}$$

2 分

(2) 电子从 n 态跃迁到$(n-1)$态所发出光子的频率为

$$\nu'=\frac{c}{\lambda}=cR[\frac{1}{(n-1)^2}-\frac{1}{n^2}]=cR\frac{2n-1}{n^2(n-1)^2}=\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^3}\cdot\frac{2n-1}{n^2(n-1)^2}$$ 2 分

(3) 当 n 很大时，上式变为 $$\nu'=\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^3}\cdot\frac{2-(1/n)}{n(n-1)^2}\approx\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^3}\cdot\frac{1}{n^3}=\nu_n$$ 3 分