# 2010-2011 学年第二学期基础物理学(I)期末试卷

# A 卷参考答案

一、 **选择题（将正确答案的字母填在方括号内，每小题 2 分，共 30 分）**

1. (B)　2. (C)　3. (A)　4. (D)　5. (A)

6. (A)　7. (E)　8. (B)　9. (C)　10. (C)

11. (C)　12. (C)　13. (A)　14. (B)　15. (D)

二、 **填空题（每小题 3 分，共 30 分）**

1. $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$ ————————2 分；

逆时针———————————————1 分.

2. $-2m\upsilon$ ———————————1 分；

$2m\upsilon$ ——————————————1 分；

向北———————————————1 分.

3. 不一定 ——————————3 分.

4. 质量 —————————————2 分；

外力 ——————————————1 分.

5. $y=A\cos\{\omega[t+(1+x)/u]+\phi\}$ (SI) ————————3 分

6. $E_I=-\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; $E_{II}=0$; $E_{III}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$. ————————三个答案各 1 分

7. $q_1/\varepsilon_0$——————————1 分；

$(q_1+q_2)/\varepsilon_0$————————2 分.

8. $1/\varepsilon_r$ ——————————2 分；

$\varepsilon_r$ ——————————— 1 分.

9. 1∶2 ——————————1 分；

1∶2———————————2 分.

10. $B=\frac{\mu_0\mu_r I}{2\pi r}$——————————————3 分.

三、 **计算题（每小题 10 分，共 40 分）**

1、**解**：上部细杆绕 $O$ 轴的转动惯量为

$$I_m=\frac{1}{3}ml^2；\ldots\ldots\ldots\ldots\text{③}$$

根据平行轴定理 ①，下部绕 $O$ 轴的转动惯量为

$$I_M=\frac{1}{2}MR^2+M(R+l)^2；\ldots\ldots\ldots\ldots\text{③}$$

利用转动惯量的可加性 ①，求得钟摆绕 $O$ 轴的转动惯量为

$$I_O=I_m+I_M=\frac{1}{3}ml^2+\frac{1}{2}MR^2+M(R+l)^2\ldots\ldots\text{②}$$

**说明**：本题要求准确掌握转动惯量的相关概念。求解过程不要求从头计算，杆和圆盘转动惯量的计算结果可直接使用；从头计算的，结果正确同样得分。

2、**解**：选择 U 形管中液体 $m$ 和地球为系统，

则从 $t=0$ 开始，外力做功 $A_N=0$，机械能守恒。…………. ①

选择静止平衡时为零势能状态，则

对应 $t=0$、$y_0=h/2$ 时的初始状态 1，机械能为

$$E_1=E_{p1}=\rho s\left(h/2\right)g\cdot\left(h/2\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\text{②}$$

对应任一中间状态 2，机械能为

$$E_2=E_{p2}+E_{k2}=\rho syg\cdot y+\frac{1}{2}mv^2\ldots\ldots\ldots\ldots\text{②}$$

依据系统机械能守恒，有

$$\rho sg\left(h/2\right)^2=\rho sgy^2+\frac{1}{2}mv^2\ldots\ldots\ldots\ldots\text{①}$$

对上式求 $y$ 关于 $t$ 的导数(注意 $v=\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}$)，整理得

$$\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}+\frac{2\rho sg}{m}y=0\ldots\ldots\ldots\ldots\text{②}$$

可见，液面作简谐振动，其频率 $\omega=\sqrt{\dfrac{2\rho sg}{m}}$ .

在通解中代入初始条件，得运动方程

$$y=\frac{h}{2}\bullet\cos\sqrt{\frac{2\rho sg}{m}}t\ .\qquad\ldots\ldots\ldots\ldots\text{②}$$

3、解：

（1）电势分布计算：

将圆盘细分成同心的无限多个窄圆环。根据题设条件，半径为 $r$ 的圆环带电 d$q$，电势为

$\mathrm{d}U=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathrm{d}q}{\sqrt{r^2+z^2}}$，其中，$\mathrm{d}q=\sigma\mathrm{d}s=\sigma\cdot2\pi r\mathrm{d}r$，所以

$$\mathrm{d}U=\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\pi\mathrm{r}\mathrm{d}r}{\sqrt{r^2+z^2}}\text{……………..………………①}$$

圆盘轴线上任意 $z$ 点的电势为半径 0~$R$ 的一系列环带的电势叠加的结果：

$$U=\int_0^R\mathrm{d}U\text{.........................................................①}$$

$$=\int_0^R\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\pi\mathrm{r}}{\sqrt{r^2+z^2}}\mathrm{d}r\text{.........................................①}$$

$$=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{R^2+z^2}-z\right)\text{.......................................③}$$

（注意：不同的环带具有相同 $z$ 值，积分仅对 $r$）.

（2）场强分布计算：

根据场强和电势的关系，求得圆盘轴线上 $z$ 点的场强为：

$$E_z=-\frac{\partial U}{\partial \mathrm{z}}\text{..................................................①}$$

$$=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-\frac{z}{\sqrt{R^2+z^2}}\right)\text{................................②}$$

从电荷分布的对称性可得，场强方向沿轴线.　 ..…..①

4、解：通过 $N$ 匝矩形线圈的全磁通为

$$\Psi=N\iint\vec{B}\bullet\mathrm{d}\vec{S}\text{...........................................①}$$

$$=N\iint B\mathrm{d}S\text{..............................................②}$$

$$=N\int_d^{d+a}Bl\mathrm{d}r\text{............................................①}$$

$$=\frac{N\mu lI_0\sin\omega t}{2\pi}\int_d^{d+a}\frac{\mathrm{d}r}{r}\text{...............................②}$$

$$=\frac{N\mu lI_0}{2\pi}\ln\frac{d+a}{d}\bullet\sin\omega t\text{..........................②}$$

根据法拉第电磁感应定律，$N$ 匝矩形回路中的感应电动势为

$$\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t}\text{...................................................①}$$

$$=-\frac{Nl\mu I_0\omega}{2\pi}\ln\frac{d+a}{d}\bullet\cos\omega t\text{.......................①}$$

（注：电动势的方向判断可不作要求.）