09-10 学年第 2 学期基础物理学(1)期末试卷 A 卷参考答案

一．选择题（每题 3 分，共 30 分）

1.[B]　2.[C]　3.[D]　4.[B]　5.[D]　6.[C]　7.[B]　8.[C]　9.[A]　10.[C]

二．填空题（每题 3 分，共 30 分）

1.　$\upsilon = 2\left(x + x^3\right)^{1/2}$　　3 分

解：设质点在 x 处的速度为 υ，　$a = \dfrac{\mathrm{d}\upsilon}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}\upsilon}{\mathrm{d}x}\cdot\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 2 + 6x^2$

$\int_0^{\upsilon} \upsilon\,\mathrm{d}\upsilon = \int_0^{x}\left(2 + 6x^2\right)\mathrm{d}x$　　$\upsilon = 2\left(x + x^3\right)^{1/2}$

2.　$\sqrt{2}\,m\upsilon$　　2 分

指向正西南或南偏西 45°　　1 分

3.　不一定；　　2 分

动量.　　1 分

4.　$\dfrac{\sum\limits_{i=1}^{n} m_i \vec{r}_i}{\sum\limits_{i=1}^{n} m_i}$　　2 分

$\dfrac{\int_v \vec{r}\rho\,\mathrm{d}V}{\int_v \rho\,\mathrm{d}V}$　　1 分

注:求和或积分上下限错误共扣一分

5.　$y = A\cos(\omega t + \pi - 2\pi x/\lambda)$　　2 分

$y' = A'\cos(\omega t - 4\pi L/\lambda + 2\pi x/\lambda)$　　1 分

6.　$-2\varepsilon_0 E_0/3$　　2 分

$4\varepsilon_0 E_0/3$　　1 分

7.　$\left(q_2 + q_4\right)/\varepsilon_0$　　2 分

q_1、q_2、q_3、q_4　　1 分(缺一则无分)

8.　相等　　1 分

不相等　　1 分

不相等　　1 分

9.　1 / 2　　3 分

10.　$I\cdot r/\left(2\pi R_1^2\right)$　　3 分

三．计算题（每题 10 分，共 40 分）

1. 解：在 r 处的宽度为 dr 的环带面积上摩擦力矩为

$$\mathrm{d}M = \mu \frac{mg}{\pi R^2} \cdot 2\pi r \cdot r\mathrm{d}r$$ 3 分

总摩擦力矩 $$M = \int_0^R \mathrm{d}M = \frac{2}{3}\mu mgR$$ 1 分

故平板角加速度 $\beta = M/J$ 2 分

设停止前转数为 n，则转角 $\theta = 2\pi n$

由 $$\omega_0^2 = 2\beta\theta = 4\pi Mn / J$$ 2 分

可得 $$n = \frac{J\omega_0^2}{4\pi M} = 3R\omega_0^2 / 16\pi\mu g$$ 2 分

2. 解：写系统的振动方程，要求出 A，ω，ϕ

$$\omega = \sqrt{k/(M+m)}$$ 2 分

∵ $\upsilon_m = \omega A$， ∴ $A = \upsilon_m / \omega$ 1 分

υ_m 为子弹与木块（一个整体）开始运动的速率，由动量守恒得：

$m\upsilon_0 = (M+m)\upsilon_m$ ∴ $\upsilon_m = m\upsilon_0 / (M+m)$ 2 分

∴ $$A = \frac{m\upsilon_0}{M+m}\sqrt{\frac{M+m}{k}} = m\upsilon_0\sqrt{\frac{1}{k(M+m)}}$$ 1 分

$$\phi = \frac{1}{2}\pi$$ 2 分

∴ $$x = m\upsilon_0\sqrt{\frac{1}{k(M+m)}}\cos\left[\sqrt{\frac{k}{M+m}}t + \frac{\pi}{2}\right]$$ 2 分

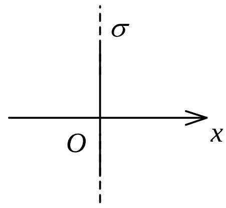
3. 解：选坐标原点在带电平面所在处，x 轴垂直于平面．由高斯定理可得场强分布为

$E = \pm\sigma / (2\varepsilon_0)$ 2 分

(式中“＋”对 $x>0$ 区域，“－”对 $x<0$ 区域)．平面外任意点 x 处电势：

在 $x \leqslant 0$ 区域

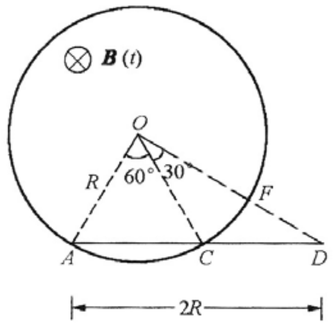
$$U = \int_x^0 E\,\mathrm{d}x = \int_x^0 \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x = \frac{\sigma x}{2\varepsilon_0}$$ 4 分



在 $x \geqslant 0$ 区域

$$U = \int_x^0 E\,\mathrm{d}x = \int_x^0 \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x = \frac{-\sigma x}{2\varepsilon_0}$$ 4 分

4.解(见习题 6.7)：方法一



如图作辅助线 OA,OD 构成ΔOAD 回路, 2 分

由法拉第电磁感应定律,磁场变化使穿过其中的磁通量变化,产生感应电动势,为

$$\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}=-\iint\frac{\partial B}{\partial t}\mathrm{d}S=-kS \quad ①$$ 2 分

式中 S 本是闭合回路ΔOAD 的面积,但因圆柱体外无磁场即无磁通量,只需记及ΔOAC 及扇形 COF,故 $S=S_{\Delta AOC}+S_{扇形COF}$

$$=\frac{1}{2}\mathrm{R}\cdot\mathrm{R}\sin 60^{\circ}+\frac{30^{\circ}}{360^{\circ}}\pi\mathrm{R}^{2}$$

$$=\left(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\pi}{12}\right)\mathrm{R}^{2}=\frac{3\sqrt{3}+\pi}{12}\mathrm{R}^{2}$$ 2 分

带入①式, $\varepsilon=\frac{3\sqrt{3}+\pi}{12}\mathrm{kR}^{2}$ 2 分

因所作辅助线 OA,OD 均沿径向,与 $\vec{E}_{旋}$ 垂直,其中无感应电动势,故棒 AD 上产生的感应电动势与回路 OADO 中产生的感应电动势相等. 1 分

方向 A→D 1 分

方法二

圆柱体内磁场变化产生的涡旋电场沿环向(以圆柱体轴线为轴,逆时针方向).在圆柱体内外与轴相距为 r 处的涡旋电场分别为:

$r<R$， $\oint\vec{E}_{旋内}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=2\pi rE_{旋内}=-\iint\frac{\partial \mathrm{B}}{\partial t}\mathrm{d}S=-k\pi r^{2}$

$$\vec{E}_{旋内}=-\frac{1}{2}kr$$ 2 分

$r>R$， $\oint\vec{E}_{旋外}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=2\pi rE_{旋外}=-\iint\frac{\partial \mathrm{B}}{\partial t}\mathrm{d}S=-k\pi R^{2}$

$$\vec{E}_{旋wai外}=-\frac{kR^{2}}{2r}$$ 2 分

$$\varepsilon_{AC}=\int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{C}}\vec{E}_{旋内}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\frac{\sqrt{3}}{4}kR^{2}$$ 2 分（积分式 1 分，结果 1 分）

$$\varepsilon_{\mathrm{CD}}=\int_{\mathrm{C}}^{\mathrm{D}}\vec{E}_{旋外}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\frac{\pi}{12}kR^{2}$$ 2 分（积分式 1 分，结果 1 分）

$$\varepsilon_{AD}=\varepsilon_{AC}+\varepsilon_{CD}=\frac{3\sqrt{3}+\pi}{12}kR^{2}$$ 1 分

方向 A→D 1 分