2020-2021-2 学期《大学物理 1》期中考试试卷答案　　　　　　　　（2021.4.26）

一、选择题（每题 3 分，共 27 分）

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

二、填空题 (每题 3 分，共 23 分)

10. $a_n = 4Rt^2$　　**2 分**

$\beta = 2$ **rad/s²**　　**1 分**

11. **5m/s**　　**1 分**

17m/s　　**2 分**

12. g/μ_s　　**3 分**

参考解： 当 $mg = f = \mu_s N = \mu_s ma$ 时不致掉下，则 $a = g/\mu_s$.

13. $m\sqrt{GMR}$　　**3 分**

14. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$　　**1 分**

$-\sigma/(2\varepsilon_0)$　　**1 分**

$\sigma/(2\varepsilon_0)$　　**1 分**

$3\sigma/(2\varepsilon_0)$　　**1 分**

15. h^2/l^2　　**3 分**

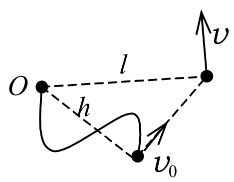
参考解：由质点角动量守恒定律有

$$h\, m\, v_0 = l\, m v$$

即

$$v / v_0 = h / l$$

则动能之比为 $E_K / E_{K0} = h^2 / l^2$



16. $\lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$　　**2 分**

$\lambda L/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$　　**2 分**

三、计算题（共 52 分）

17.（本题 10 分）

解：*(1)* 质点绕行一周所需时间：$3\pi t^2 + \pi t = 2\pi R$，$t = 1s$

质点绕行一周所经历的位移：$\Delta\vec{r} = 0$；　　2 分

平均速率：$\bar{v} = \dfrac{s}{\Delta t} = 4\pi \quad m/s$　　2 分

(2) 质 点 在 任 一 时 刻 的 速 度 大 小 ：

$$v = \frac{ds}{dt} = 6\pi t + \pi$$

加速度大小：$|\vec{a}| = \sqrt{a_n{}^2 + a_\tau{}^2} = \sqrt{(\frac{v^2}{R})^2 + (\frac{dv}{dt})^2}$ $= \sqrt{(\frac{(7\pi)^2}{2})^2 + (6\pi)^2} = 242.54\text{m}/\text{s}^2$

2 分

质点在 1 秒末速度的大小： $v = 7\pi(m/s)$ 2 分

18.（本题 8 分）

解： $F = ma$， $a = F/m = \frac{2t}{5}\,(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$ 2 分

$$\mathrm{d}v/\mathrm{d}t = a = \frac{2t}{5}, \quad \mathrm{d}v = \frac{2t}{5}\mathrm{d}t$$

由 $\int_0^v \mathrm{d}v = \int_0^t \frac{2t}{5}\mathrm{d}t$，得 $v = 0.2t^2$ (m/s) 3 分

故 $t = 3$ s 时， $v_2 = 1.8$m/s

根据动能定理, 外力的功

$$W = \frac{m}{2}v_2^2 - 0 = \frac{m}{2}v_2^2 = 8.1\ \text{J}$$ 3 分

19. （本题 8 分）

解：两自由质点组成的系统在自身的引力场中运动时，系统的动量和机械能均守恒．设两质点的间距变为 $l/2$ 时，它们的速度分别为 v_1 及 v_2，则有

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0$$ ① 2 分

$$\frac{-Gm_1m_2}{l} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{2Gm_1m_2}{l}$$ ② 3 分

联立①、②，解得

$$v_1 = m_2\sqrt{\frac{2G}{l(m_1+m_2)}}, \quad v_2 = m_1\sqrt{\frac{2G}{l(m_1+m_2)}}$$ 3 分

20.（本题 5 分）

解：两个粒子的相互作用力 $f = k/r^3$

已知 f=0 即 r=∞处为势能零点, 则势能 1 分

$$E_P = W_{P\infty} = \int_r^\infty \vec{f}\cdot\mathrm{d}\vec{r} = \int_r^\infty \frac{k}{r^3}\mathrm{d}r$$ 2 分

$$= k/(2r^2)$$ 2 分

21. （本题 5 分）

解：由人和转台系统的角动量守恒

$$J_1\omega_1 + J_2\omega_2 = 0$$ 2 分

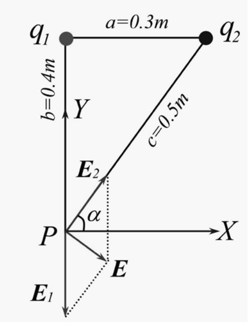
其中 $J_1 = 300\ \mathrm{kg\cdot m^2}$，$\omega_1 = \upsilon/r = 0.5\ \mathrm{rad/s}$， $J_2 = 3000\ \mathrm{kg\cdot m^2}$

∴ $$\omega_2 = -J_1\omega_1/J_2 = -0.05\ \mathrm{rad/s}$$ 1 分

人相对于转台的角速度 $$\omega_r = \omega_1 - \omega_2 = 0.55\ \mathrm{rad/s}$$ 1 分

∴ $$t = 2\pi/\omega_r = 11.4\ \mathrm{s}$$ 1 分

22.（本题 6 分）



解：□ 根据题意作出如图所示的电荷分布，选取坐标系 OXY

q_1在 P 产生的场强：$\vec{E}_1 = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 b^2}(-\vec{j})$ 2 分

q_2在 P 产生的场强：$\vec{E}_2 = \dfrac{\lfloor q_2 \rfloor}{4\pi\varepsilon_0 c^2}(\cos\alpha\vec{i} + \sin\alpha\vec{j})$ 2 分

P 点的电场强度：$\vec{E} = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 b^2}(-\vec{j}) + \dfrac{\lfloor q_2 \rfloor}{4\pi\varepsilon_0 c^2}(\cos\alpha\vec{i} + \sin\alpha\vec{j})$

将 $\sin\alpha = \dfrac{4}{5}, \cos\alpha = \dfrac{3}{5}$，$b = 0.4m$，$c = 0.5m$ 代入得到：

$\vec{E} = 4320\ \vec{i} - 5490\ \vec{j}$ 2 分

23.（本题 10 分）

解：设小球滑到 B 点时相对地的速度为 υ，槽相对地的速度为 V．小球从 $A\to B$ 过程中球、槽组成的系统水平方向动量守恒，

$$m\upsilon + MV = 0$$ ① 2 分

对该系统，由动能定理 $$mgR - EqR = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}MV^2$$ ② 3 分

①、②两式联立解出 $$\upsilon = \sqrt{\frac{2MR(mg - qE)}{m(M+m)}}$$ 2 分

方向水平向右．

$$V = -\frac{m\upsilon}{M} = -\sqrt{\frac{2mR(mg - qE)}{M(M+m)}}$$ 1 分

方向水平向左． 1 分

小球通过 B 点后，可以到达 C 点． 1 分