

2020-2021-2 学期《大学物理 1》期中考试试卷答案

(2020.4.26)

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

$\beta = 2 \text{ rad/s}^2$ 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. $-3\sigma / (2\epsilon_0)$ 1 分
 $-\sigma / (2\epsilon_0)$ 1 分
 $\sigma / (2\epsilon_0)$ 1 分
 $3\sigma / (2\epsilon_0)$ 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. $\lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$ 2 分
 $\lambda L / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ 2 分

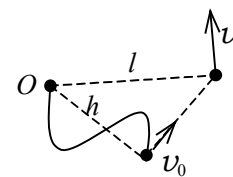
三、计算题 (共 52 分)

17. (本题 8 分)

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

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

平均速率: $\bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = 4\pi \text{ m/s}$ 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： $|\vec{a}| = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dt}\right)^2}$ 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： $F = ma, a = F/m = \frac{2t}{5} (m \cdot s^{-2})$ 2分

$$dv/dt = a = \frac{2t}{5}, \quad dv = \frac{2t}{5} dt$$

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

故 $t = 3s$ 时, $v_2 = 1.8m/s$
根据动能定理, 外力的功

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

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0 \quad (1) \quad 2分$$

$$\frac{-Gm_1 m_2}{l} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{2Gm_1 m_2}{l} \quad (2) \quad 3分$$

联立①、②, 解得

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

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 $r=\infty$ 处为势能零点, 则势能 1分

$$E_p = W_{p\infty} = \int_r^\infty \vec{f} \cdot d\vec{r} = \int_r^\infty \frac{k}{r^3} dr \quad 2分$$

$$= k/(2r^2) \quad 2分$$

21. (本题5分)

解: 由人和转台系统的角动量守恒

$$J_1 \omega_1 + J_2 \omega_2 = 0 \quad 2分$$

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

$$\begin{aligned} \therefore \quad \omega_2 &= -J_1 \omega_1 / J_2 = -0.05 \text{ rad/s} & 1 \text{ 分} \\ \text{人相对于转台的角速度} \quad \omega_r &= \omega_1 - \omega_2 = 0.55 \text{ rad/s} & 1 \text{ 分} \\ \therefore \quad t &= 2\pi / \omega_r = 11.4 \text{ s} & 1 \text{ 分} \end{aligned}$$

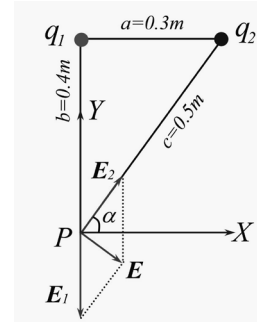
22. (本题 6 分)

解：□ 根据题意作出如图所示的电荷分布，选取坐标系 OXY

$$q_1 \text{ 在 } P \text{ 产生的场强: } \vec{E}_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 b^2} (-\vec{j}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$q_2 \text{ 在 } P \text{ 产生的场强: } \vec{E}_2 = \frac{|q_2|}{4\pi\epsilon_0 c^2} (\cos \alpha \vec{i} + \sin \alpha \vec{j}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$P \text{ 点的电场强度: } \vec{E} = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 b^2} (-\vec{j}) + \frac{|q_2|}{4\pi\epsilon_0 c^2} (\cos \alpha \vec{i} + \sin \alpha \vec{j})$$



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

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

23. (本题 10 分)

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

$$mv + MV = 0 \quad ① \quad 2 \text{ 分}$$

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

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

方向水平向右。

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

方向水平向左。 1 分

小球通过 B 点后，可以到达 C 点。 1 分