

2013—2014 学年第二学期

《大学物理 (2-1)》期中考试 A 卷答案

一、选择题 (共 30 分)

1、D 2、B 3、C 4、C 5、D 6、B 7、C 8、B 9、A 10、C

二、简单计算与问答题 (共 6 小题, 每小题 5 分)

- 1、答: $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 表示总加速度的大小和方向; 2 分
 $\frac{dv}{dt}$ 表示总加速度在轨迹切线方向 (质点瞬时速度方向) 上的投影, 也称切向加速度. 2 分
 $\frac{dv_x}{dt}$ 表示加速度矢量 $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 在 x 轴上的投影. 1 分

2、解

质点的角速度 $\omega = d\theta/dt = 12t^2$

质点的线速度 $v = R\omega = 0.10 \times 12t^2 = 1.2t^2$

质点的法向加速度 a_n , 切向加速度 a_t 为

$$a_n = \omega^2 R = (12t^2)^2 \times 0.10 = 14.4t^4 \quad 2 \text{ 分}$$

$$a_t = dv/dt = 2.4t \quad 2 \text{ 分}$$

把 $t=2s$ 代入(1)式和(2)式, 得此时

$$a_n = 14.4 \times 2^4 = 2.3 \times 10^2 (\text{m/s}^2) \quad 1 \text{ 分}$$

$$a_t = 2.4 \times 2 = 4.8 (\text{m/s}^2)$$

- 3、答: (1) 因为重力对小球做功, 故它的动能不守恒. 1 分

(2) 因为小球受有张力与重力并且合力不为零, 故它的动量不守恒. 1 分

(3) 因绳张力不做功, 也不计非保守力的功, 故机械能守恒. 1 分

(4) 因小球受的重力矩 (对悬点) 不为零, 故小球对悬点的角动量不守恒. 2 分

- 4、解 把地球和月球都当成质点, 取地球中心为原点, 地月中心连线为 x 轴。设质心到地球中心的距离为 x , 由求解质心的方法得:

$$x = \frac{M_e \times 0 + M_m d}{M_e + M_m} \approx 4.67 \times 10^6 \text{ m} \quad 4 \text{ 分}$$

$$\frac{x}{R_e} = 0.73 \approx \frac{3}{4} \quad \text{地月系统的质心在地球内, 距离地心约为 } \frac{3}{4} \text{ 个地球半径处。} \quad 1 \text{ 分}$$

- 5、答: 质点系中的内力总是成对出现的. 根据牛顿第三定律一对内力的大小相等, 方向相反, 分别作用在两个质点上. 2 分

这两个质点将受到等值反号的冲量（作用时间是相同的），根据动量定理这两个质点的动量变化一定是等值反号的，因此它们的总动量变化一定是零即两质点的相互作用力不改变它们的总动量。

2 分

上述分析对系统内任一对质点都成立，其总结结果就是系统内力不改变系统的总动量。

1 分

6、答：刚体转动惯量是刚体转动中惯性大小的量度。

2 分

它与刚体的质量的大小以及质量相对于转轴的分布有关或说与质量大小质量分布及转轴位置有关。

3 分

三、计算题（共 40）

1、（本题 10 分）

解：(1) 子弹进入沙土后受力为 $-Kv$ ，由牛顿定律

$$-Kv = m \frac{dv}{dt} \quad 3 \text{ 分}$$

$$\therefore -\frac{K}{m} dt = \frac{dv}{v}, \quad -\int_0^t \frac{K}{m} dt = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore v = v_0 e^{-Kt/m} \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 求最大深度

解法一：

$$v = \frac{dx}{dt} \quad 2 \text{ 分}$$

$$dx = v_0 e^{-Kt/m} dt$$

$$\int_0^x dx = \int_0^t v_0 e^{-Kt/m} dt$$

$$\therefore x = (m/K)v_0(1 - e^{-Kt/m}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$x_{\max} = mv_0/K \quad 1 \text{ 分}$$

解法二：

$$-Kv = m \frac{dv}{dt} = m \left(\frac{dv}{dx} \right) \left(\frac{dx}{dt} \right) = mv \frac{dv}{dx}$$

$$\therefore dx = -\frac{m}{K} dv \quad 3 \text{ 分}$$

$$\int_0^{x_{\max}} dx = -\int_{v_0}^0 \frac{m}{K} dv$$

$$\therefore x_{\max} = mv_0/K \quad 2 \text{ 分}$$

2、（本题 10 分）

解：(1) 以炮弹与炮车为系统，以地面为参考系，水平方向动量守恒。设炮车相对于地面的速率为 V_x ，则有

$$MV_x + m(u \cos \alpha + V_x) = 0 \quad 3 \text{ 分}$$

$$V_x = -mu \cos \alpha / (M + m) \quad 1 \text{ 分}$$

即炮车向后退。

(2) 以 $u(t)$ 表示发炮过程中任一时刻炮弹相对于炮身的速度, 则该瞬时炮车的速度应为

$$V_x(t) = -mu(t)\cos\alpha/(M+m) \quad 3 \text{ 分}$$

积分求炮车后退距离 $\Delta x = \int_0^t V_x(t) dt = -m/(M+m) \int_0^t u(t)\cos\alpha dt \quad 2 \text{ 分}$

$$\Delta x = -ml\cos\alpha/(M+m)$$

即向后退了 $ml\cos\alpha/(M+m)$ 的距离. 1 分

3、(本题 10 分)

解: A 对 B 所在点的角动量守恒. 设粒子 A 到达距 B 最短距离为 d 时的速度为 v .

$$Dm_A v_0 = m_A v d, \quad v = Dv_0/d \quad 3 \text{ 分}$$

A 、 B 系统机械能守恒(A 在很远处时, 引力势能为零)

$$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v^2 - Gm_A m_B / d \quad 3 \text{ 分}$$

解得 $v^2 - v_0^2 = 2Gm_B / d \quad 2 \text{ 分}$

$$\therefore m_B = (D^2 - d^2)v_0^2 / (2Gd) \quad 2 \text{ 分}$$

4、(本题 10 分)

解: 受力分析如图所示.

$$2mg - T_1 = 2ma \quad 2 \text{ 分}$$

$$T_2 - mg = ma \quad 1 \text{ 分}$$

$$T_1 r - T r = \frac{1}{2}mr^2\beta \quad 1 \text{ 分}$$

$$T r - T_2 r = \frac{1}{2}mr^2\beta \quad 1 \text{ 分}$$

$$a = r\beta$$

解上述 5 个联立方程得:

$$T = 11mg/8$$

2 分

