

安徽大学 2021—2022 学年第 二 学期

《大学物理 A (上)》期中考试试卷

(闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号 _____

题号	一	二	三(15)	三(16)	三(17)	三(18)	四(19)	总分
得分								
阅卷人								

一、单选题 (每小题 2 分, 共 20 分)

得分

1. 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表达式 $\vec{r} = mt^2\vec{i} + nt^2\vec{j}$ (其中 m 和 n 为常数), 则质点做

- (A) 变速直线运动. (B) 匀速直线运动.
(C) 抛物线运动. (D) 匀速率圆周运动.

2. 在系统不受外力作用的非弹性碰撞过程中

- (A) 只有机械能守恒. (B) 动能和动量都不守恒.
(C) 动能不守恒、动量守恒. (D) 动能守恒、动量不守恒.

3. 甲船以 $v_1=10\text{m/s}$ 的速度向南航行, 乙船以 $v_2=10\text{m/s}$ 的速度向东航行, 则甲船上的人观察乙船的速度大小为多少, 向哪个方向航行

- (A) $10\sqrt{2}\text{m/s}$, 东偏北 45° . (B) $10\sqrt{2}\text{m/s}$, 西偏北 45° .
(C) $10\sqrt{3}\text{m/s}$, 东偏北 30° . (D) $10\sqrt{3}\text{m/s}$, 西偏北 30° .

4. 一船浮于静水中, 船长 L , 质量为 M , 一个质量为 m 的人从船尾走到船头, 已知 $M=2m$. 不计水和空气的阻力, 则在此过程中船将

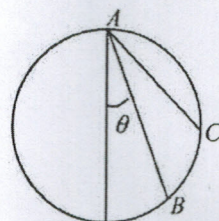
- (A) 不动. (B) 后退 L . (C) 后退 $\frac{1}{2}L$. (D) 后退 $\frac{1}{3}L$.

5. 如图所示, 质点从竖直放置的圆周顶端 A 处分别沿不同长度的弦 AB 和 AC ($AC < AB$) 由静止下滑, 不计摩擦阻力. 质点下滑到底部所需要的时间分别为 t_B 和 t_C , 则

- (A) $t_B = t_C$. (B) $t_B > t_C$.
(C) $t_B < t_C$. (D) 条件不足, 无法判定.

6. 一质点做匀速率圆周运动时

- (A) 质点的动量不变, 对圆心的角动量也不变.
(B) 质点的动量不变, 对圆心的角动量不断改变.



(C) 质点的动量不断改变, 对圆心的角动量不变.

(D) 质点的动量不断改变, 对圆心的角动量也不断改变.

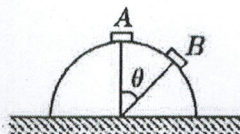
7. 质点的质量为 m , 置于光滑球面的顶点 A 处 (球面固定不动), 如图所示. 当它由静止开始下滑到球面上 B 点时, 它的加速度大小为 []

(A) $2g(1-\cos\theta)$.

(B) $g\sin\theta$.

(C) g .

(D) $\sqrt{4g^2(1-\cos\theta)^2 + g^2\sin^2\theta}$.



8. 小球 A 和 B 的质量相同, B 球原来静止, A 球以速度 u 与 B 球作对心碰撞. 这两球碰撞后的速度 v_A 和 v_B 的各种可能值中有 []

(A) $-u \quad 2u$.

(B) $u/4 \quad 3u/4$.

(C) $-u/4 \quad 5u/4$.

(D) $u/2 \quad -\sqrt{3}u/2$.

9. 关于刚体对轴的转动惯量, 下列说法中正确的是 []

(A) 只取决于刚体的质量, 与质量的空间分布和轴的位置无关.

(B) 取决于刚体的质量和质量的空间分布, 与轴的位置无关.

(C) 取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置.

(D) 取决于刚体的质量和轴的位置, 与质量的空间分布无关.

10. 一个转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 初角速度为 ω_0 . 设它所受到的阻力矩与转动角速度成正比, 即 $M = -k\omega$ (k 为正常数). 它的角速度从 ω_0 变为 $\frac{\omega_0}{2}$ 所需时间为 []

(A) $J/2$.

(B) J/k .

(C) $(J/k)\ln 2$.

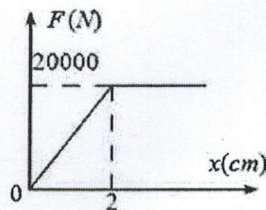
(D) $J/2k$.

二、填空题(每小题 4 分, 共 16 分)

得分

11. 一质点的运动方程是 $\vec{r} = R\cos\omega t\vec{i} + R\sin\omega t\vec{j}$, R 、 ω 为正常数. 从 $t = \pi/\omega$ 到 $t = 2\pi/\omega$ 时间内, 该质点的位移是 _____, 路程是 _____.

12. 一质量为 20g 的子弹以 200m/s 的速率射入一固定墙壁内, 设子弹所受阻力与其进入墙壁的深度 x 的关系如图所示, 则该子弹能进入墙壁的深度为 _____, 阻力做的功为 _____.



13. 质量为 0.25kg 的质点, 受 $\vec{F} = t\vec{i}$ (N) 的力作用, $t=0$ 时该质点以 $\vec{v} = 2\vec{j}$ m/s 的速度通过坐标原点, 该质点任意时刻的速度表达式为 _____, 位置矢量表达式为 _____.

14. 一质点在二恒力的作用下, 位移为 $\Delta\vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$ (m), 在此过程中, 动能增量为 24J, 已知其中一

恒力 $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 2\vec{j}$ (N), 则 \vec{F}_1 所作的功为 _____, 另一恒力所作的功为 _____.

三、计算题 (每小题 13 分, 共 52 分)

得分	
----	--

15. 摩托快艇以速率 v_0 行驶, 它受到的摩擦阻力与速率平方成正比, 可表示为 $F = -kv^2$ (k 为正常数)。设摩托快艇的质量为 m , 当摩托快艇发动机关闭后,

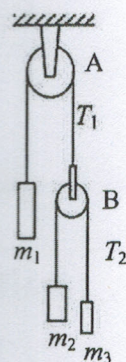
(1) 求速率 v 随时间 t 的变化规律。

(2) 路程 x 随时间 t 的变化规律。

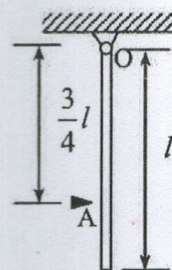
16. 图中 A 为定滑轮, B 为动滑轮, 三个物体 $m_1 = 200\text{g}$, $m_2 = 100\text{g}$, $m_3 = 50\text{g}$, 滑轮及绳的质量以及摩擦均忽略不计。(其中 $g = 10\text{m/s}^2$) 求:

(1) 每个物体的加速度;

(2) 两根绳子的张力 T_1 与 T_2 。



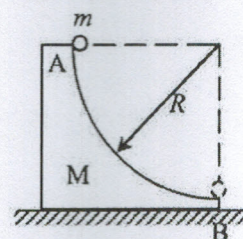
17. 长 $l = 0.40\text{m}$ 、质量 $M = 1.50\text{kg}$ 的匀质木棒, 可绕水平轴 O 在竖直平面内转动, 开始时棒自然竖直悬垂, 现有质量 $m = 8\text{g}$ 的子弹以 $v = 200\text{m/s}$ 的速率从 A 点射入棒中, A 点与 O 点的距离为 $\frac{3}{4}l$, 如图所示。求: (1) 棒开始运动时的角速度; (2) 棒的最大偏转角。



18. 一质量为 m 的小球, 由顶端沿质量为 M 的圆弧形木槽自静止下滑, 设圆弧形槽的半径为 R (如图所示)。忽略所有摩擦, 求

(1) 小球刚离开圆弧形槽时, 小球和圆弧形槽的速度;

(2) 小球滑到 B 点时对木槽的压力。



四、证明题 (共 12 分)

得分	
----	--

19. 一个小球与一质量相等的静止小球发生非对心弹性碰撞, 证明碰后两小球的运动方向互相垂直。

安徽大学 2021—2022 学年第 二 学期

《大学物理 A (上)》期中考试试题参考答案及评分标准

一、单选题 (每小题 2 分, 共 20 分)

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

二、填空题 (每小题 4 分, 共 16 分)

11. $2R\vec{i}$ πR

12. 3cm 400J

13. $2t^2\vec{i} + 2\vec{j}$ (m/s) $\frac{2}{3}t^3\vec{i} + 2t\vec{j}$ (m)

14. 20J 4J

三、计算题 (共 52 分)

15. 解: (1) 由牛顿运动定律 $F = ma$ 得 (2 分)

$$-k\nu^2 = m \frac{d\nu}{dt}, \text{ 分离变量 } -\frac{k}{m} dt = \frac{d\nu}{\nu^2}$$

两边积分 $\int_0^t -\frac{k}{m} dt = \int_{\nu_0}^{\nu} \frac{d\nu}{\nu^2}$ 得 (3 分)

速率随时间变化的规律为 $\nu = \frac{1}{\frac{1}{\nu_0} + \frac{k}{m}t}$ (3 分)

(2) 由位移和速度的积分关系 $x = \int_0^t \nu dt + x_0$, 设 $x_0 = 0$

积分 $x = \int_0^t \nu dt = \int_0^t \frac{1}{\frac{1}{\nu_0} + \frac{k}{m}t} dt = \frac{m}{k} \ln\left(\frac{1}{\nu_0} + \frac{k}{m}t\right) - \frac{m}{k} \ln \frac{1}{\nu_0}$ (3 分)

路程随时间变化的规律为 $x = \frac{m}{k} \ln(1 + \frac{k}{m}\nu_0 t)$ (2 分)

16. 解: 设两根绳子的张力分别为 T_1 、 T_2 ; m_2 、 m_3 相对 B 轮的加速度大小为 a'_2 ; m_1 、 m_2 、 m_3 的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 、 a_3 。

根据牛顿运动定律

$$m_1 g - T_1 = m_1 a_1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$m_2 g - T_2 = m_2 a_2 = m_2 (a'_2 - a_1) \quad (2 \text{ 分})$$

$$m_3 g - T_2 = m_3(-a_3) = m_3(-a'_2 - a_1) \quad (2 \text{ 分})$$

$$2T_2 - T_1 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

由以上六式解得

$$a_1 = \frac{1}{5}g = 2(m/s^2) \quad \text{方向竖直向下} \quad a'_2 = \frac{2}{5}g = 4(m/s^2)$$

$$a_2 = \frac{1}{5}g = 2(m/s^2) \quad \text{方向竖直向下} \quad a_3 = \frac{3}{5}g = 6(m/s^2) \quad \text{方向竖直向上}$$

$$T_1 = 0.16g = 1.6(N) \quad T_2 = 0.08g = 0.8(N) \quad (5 \text{ 分})$$

17. 解: (1) 应用角动量守恒定律

$$mv \cdot \frac{3}{4}l = \frac{1}{3}Ml^2\omega + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2\omega \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{得 } \omega = \frac{\frac{3}{4}mv}{\left(\frac{1}{3}M + \frac{9}{16}m\right)l} = \frac{\frac{3}{4} \times 8 \times 10^{-3} \times 200}{\left(\frac{1}{3} \times 1.5 + \frac{9}{16} \times 8 \times 10^{-3}\right) \times 0.4} = 5.95(\text{rad/s}) \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 应用机械能守恒定律

$$\frac{1}{2}\left[\frac{1}{3}Ml^2 + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2\right]\omega^2 - Mg\frac{l}{2} - mg\frac{3l}{4} = -Mg\frac{l}{2}\cos\theta - mg\frac{3l}{4}\cos\theta \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{得 } \cos\theta = 1 - \frac{\frac{2}{3}M + \frac{9}{8}m}{2M + 3m} \cdot \frac{l}{g}\omega^2 = 0.52 \quad \theta = 58.6^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

18 解: 设小球和圆弧形槽的速度分别为 v_1 和 v_2

$$(1) \text{由动量守恒定律 } mv_1 + Mv_2 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由机械能守恒定律 } \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 = mgR \quad (2 \text{ 分})$$

由上面两式解得

$$v_1 = \sqrt{\frac{2MgR}{m+M}} = M\sqrt{\frac{2gR}{(m+M)M}} \quad v_2 = -m\sqrt{\frac{2gR}{(m+M)M}} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 小球相对槽的速度为 $\bar{v} = \bar{v}_1 - \bar{v}_2$

$$v = v_1 - v_2 = (M+m)\sqrt{\frac{2gR}{(m+M)M}} \quad (2 \text{ 分})$$

竖直方向应用牛顿运动第二定律

$$N - mg = m \frac{v^2}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$N' = N = mg + m \frac{v^2}{R} = mg + (M + m)^2 \frac{2mg}{(m + M)M} = 3mg + \frac{2m^2 g}{M} \quad (3 \text{ 分})$$

四、证明题（共 12 分）

19. 证：两小球碰撞过程中，机械能守恒，动量守恒

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2 \quad v_0^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad (1) \quad (4 \text{ 分})$$

$$m \vec{v}_0 = m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 \quad \vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \quad (2) \quad (4 \text{ 分})$$

由（2）式可以作出矢量三角形，又由（1）式可知三矢量大小满足勾股定理定理，且 \vec{v}_0 为

斜边，因此 \vec{v}_1 与 \vec{v}_2 是互相垂直的 (4 分)

