

南京信息工程大学试卷

2020—2021 学年 第 2 学期 大学物理 I(1) 期中暨月考试卷

本试卷共 5 页；考试时间 90 分钟；出卷时间 2021 年 4 月

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
评阅人							

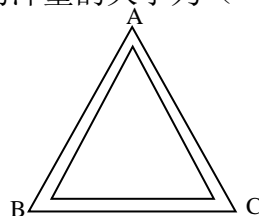
一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

（注：请将选择题答案填入下表中）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案										

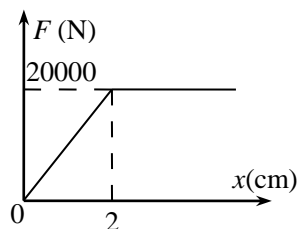
1. 质量为 m 的质点，以不变速率 v 沿如图所示的正三角形 ABC 的水平光滑轨道运动。质点越过 A 角时，轨道作用于质点的冲量的大小为（ ）

- A. mv
B. $\sqrt{2}mv$
C. $\sqrt{3}mv$
D. $2mv$



2. 一质量为 20g 的子弹以 200m/s 的速率射入一固定墙壁内，设子弹所受阻力大小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（ ）

- A. 3cm
B. 2cm
C. $2\sqrt{2}$ cm
D. 12.5 cm



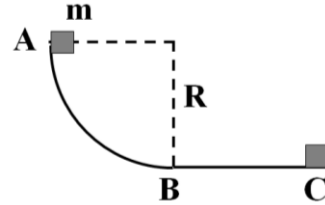
3. P 物体以一定的动能 E_k 与静止的 Q 物体发生完全弹性碰撞，碰撞后两个物体的总动能为（ ）。

- A. $\frac{1}{6}E_k$ B. $\frac{1}{3}E_k$ C. $\frac{2}{3}E_k$ D. E_k

4. 一均匀圆盘状飞轮质量为 20 kg，其半径为 30 cm，当它以每分钟 60 转的速率绕过盘心垂直盘面的轴旋转时，其动能为（ ）J。

- A. $16.2\pi^2$ B. $8.1\pi^2$ C. 8.1 D. $1.8\pi^2$

5. 如图所示, 用同种材料制成的一个轨道 ABC , AB 段为四分之一圆弧, 半径为 R , 水平放置的 BC 段长为 R 。一个物块质量为 m , 与轨道的滑动摩擦系数为 μ , 它由轨道顶端 A 从静止开始下滑, 恰好运动到 C 端停止, 物块在 AB 段克服摩擦力做功为 ()

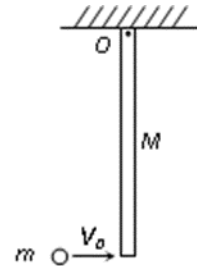


- A. μmgR B. $(1-\mu)mgR$ C. $\pi\mu mgR/2$ D. mgR

6. 质点系机械能守恒的条件是 ()

- A. 外力做功之和为零, 非保守内力做功之和为零
B. 外力做功之和为零, 非保守内力做功之和不为零
C. 外力做功之和为零, 保守内力做功之和为零
D. 外力做功之和为零, 内力做功之和不为零

7. 一质量为 M 的均匀细杆, 可绕光滑水平轴转动, 一质量为 m 的小球以速度 V_0 水平飞来, 与杆端做完全非弹性碰撞, 则小球与杆组成的系统(如图所示)满足: ()



- A. 动量守恒, 相对于 O 轴角动量守恒
B. 动量不守恒, 相对于 O 轴角动量守恒
C. 动量不守恒, 相对于 O 轴角动量不守恒
D. 动量守恒, 相对于 O 轴角动量不守恒

8. 质量为 m 、半径为 r 的均质细圆环, 去掉 $2/3$, 剩余部分圆环对过圆环的圆心, 与环面垂直的轴的转动惯量为()

- A. $\frac{1}{3}mr^2$ B. $\frac{2}{3}mr^2$ C. mr^2 D. $\frac{4}{3}mr^2$

9. 有两个半径相同、质量相等的细圆环 A 和 B 。 A 环的质量分布均匀, B 环的质量分布不均匀, 它们对通过环心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为 J_A 和 J_B , 则 ()

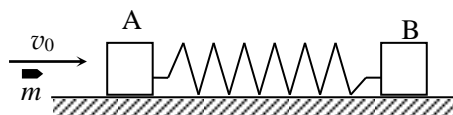
- A. $J_A > J_B$ B. $J_A < J_B$
C. $J_A = J_B$ D. 不能确定 J_A 、 J_B 哪个大

10. 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道的运动, 卫星的轨道远地点和近地点分别为 A 和 B 。用 L 和 E_k 分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值, 则有 ()

- A. $L_A > L_B, E_{kA} > E_{kB}$ B. $L_A = L_B, E_{kA} < E_{kB}$
C. $L_A = L_B, E_{kA} > E_{kB}$ D. $L_A < L_B, E_{kA} < E_{kB}$

二、计算题（14 分）

如图所示，一轻质弹簧劲度系数为 k ，两端各固定一质量均为 M 的物块 A 和 B，放在水平光滑桌面上静止。今有一质量为 m 的子弹沿弹簧的轴线方向以速度 v_0 射入一物块而不复出，求此后弹簧的最大压缩长度。



三、计算题（14 分）

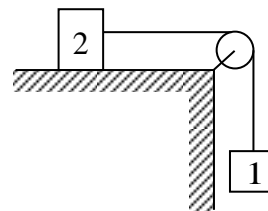
一根特殊弹簧，在伸长 x 米时，其弹力大小为 $(4x + 6x^2)$ 牛顿，方向指向原长位置。

（1）试求把弹簧从 $x = 0.50$ 米缓慢拉长到 $x = 1.00$ 米时，外力克服弹力所作的总功。

（2）将弹簧的一端固定，在其另一端拴一质量为 2 千克的静止物体，试求弹簧从 $x = 1.00$ 米回到 $x = 0.50$ 米时物体的速率。（不计重力，不计弹簧质量）

四、计算题（14 分）

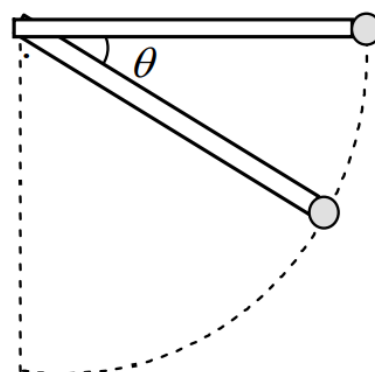
如图所示，物体 1 和 2 的质量分别为 m_1 与 m_2 ，滑轮的转动惯量为 J ，半径为 r 。如果物体 2 与桌面间的摩擦系数为 μ ，求系统的加速度大小 a 及绳中的张力大小 T_1 和 T_2 （设绳子与滑轮间无相对滑动，滑轮与转轴无摩擦，绳子质量不计）。



五、计算题（14 分）

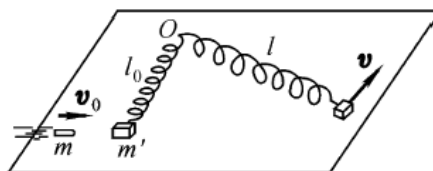
均质细棒长为 l 质量为 m ，一质量也为 m 的小球牢固地连在杆的一端，整体可绕过杆的另一端的水平轴转动。在忽略转轴处摩擦的情况下，使杆自水平位置由静止状态开始自由转下，试求：

- (1) 杆水平时，刚体的角加速度；
- (2) 杆转到竖直位置时，刚体细棒的角速度和小球的线速度。



六、计算题（14 分）

如图所示，在光滑的水平面上有一轻质弹簧(其劲度系数为 k)，它的一端固定，另一端系一质量为 m' 的滑块。最初滑块静止时，弹簧呈自然长度 l_0 ，今有一质量为 m 的子弹以速度 \vec{v}_0 沿水平方向并垂直于弹簧轴线射向滑块且留在其中，滑块在水平面内滑动，当弹簧被拉伸至长度 l 时，求滑块速度 \vec{v} 的大小和方向。



2020—2021 学年 第 2 学期大学物理 I(1)期中暨月考试卷

参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 3 分, 共 30 分)

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

二、计算题 (14 分)

解: 第一阶段: 子弹射入到相对静止于物块 A。由于时间极短, 可认为物块 A 还没有移动, 应用动量守恒定律, 求得物块 A 的速度 v_A

$$mv_0 = (M+m)v_A \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$v_A = \frac{m}{(M+m)} v_0 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

第二阶段: 物块 A 移动, 直到物块 A 和 B 在某瞬间有相同的速度, 弹簧压缩最大。应用动量守恒定律, 求得两物块的共同速度 v

$$(M+m)v_A = (2M+m)v \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$v = \frac{(M+m)}{(2M+m)} v_A = \frac{m}{(2M+m)} v_0 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

应用机械能守恒定律, 求得弹簧最大压缩长度

$$\frac{1}{2}(M+m)v_A^2 = \frac{1}{2}(2M+m)v^2 + \frac{1}{2}kx^2 \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$x = mv_0 \sqrt{\frac{M}{k(M+m)(2M+m)}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

三、计算题 (14 分)

解: 1) 由功的定义

$$A = \int_{x_1}^{x_2} F dx = \int_{0.50}^{1.00} (4x + 6x^2) dx = (2x^2 + 3x^3) \Big|_{0.50}^{1.00} = 3.25(\text{J}) \quad \dots\dots\dots 6 \text{ 分}$$

(2) 由动能定理得(不计重力)

$$A = \frac{1}{2} M v^2 - 0 \quad \dots\dots\dots 6 \text{ 分}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{2A}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 3.25}{2}} = \frac{\sqrt{13}}{2} \approx 1.80(\text{m/s}) \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

四、计算题 (16 分)

解: 用隔离法, 分别画出三个物体的受力图。

对物体 1, 在竖直方向应用牛顿运动定律

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

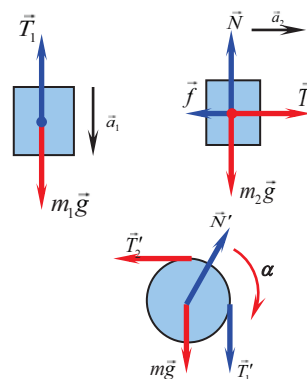
对物体 2, 在水平方向和竖直方向分别应用牛顿运动定律

$$T_2 - \mu N = m_2 a \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$N - m_2 g = 0 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

对滑轮, 应用转动定律

$$T_1 r - T_2 r = J \alpha \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$



并利用关系

$$a = r\alpha \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

由以上各式，解得

$$a = \frac{m_1 - \mu m_2}{m_1 + m_2 + \frac{J}{r^2}} \cdot g \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$T_1 = \frac{m_2 + \mu m_2 + \frac{J}{r^2}}{m_1 + m_2 + \frac{J}{r^2}} \cdot m_1 g \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$T_2 = \frac{m_1 + \mu m_1 + \mu \frac{J}{r^2}}{m_1 + m_2 + \frac{J}{r^2}} \cdot m_2 g \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

五、计算题（14 分）

解：（1）由转动定理得： $mg \frac{l}{2} + mgl = (\frac{1}{3}ml^2 + ml^2) \cdot \alpha \quad \dots\dots\dots 5 \text{ 分}$

解得： $\alpha = \frac{9g}{8l} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

（2）由机械能守恒得： $mg \frac{l}{2} + mgl = \frac{1}{2}(\frac{1}{3}ml^2 + ml^2)\omega^2 \quad \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$

解得： $\omega = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{g}{l}} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

$v = \omega l = \frac{3}{2}\sqrt{gl} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

六、计算题（14 分）

解：子弹射入滑块瞬间，因属非弹性碰撞，根据动量守恒定律有

$$mv_0 = (m' + m)v' \quad \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

在弹簧的弹力作用下，滑块与子弹一起运动的过程中，若将弹簧包括在系统内，则系统满足机械能守恒定律，有

$$\frac{1}{2}(m' + m)v'^2 = \frac{1}{2}(m' + m)v^2 + \frac{1}{2}k(l - l_0)^2 \quad \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

又在滑块绕固定点作弧线运动中，系统满足角动量守恒定律，故有

$$(m' + m)v'l_0 = (m' + m)vl\sin\theta \quad \dots\dots\dots 4 \text{ 分}$$

式中 θ 为滑块速度方向与弹簧线之间的夹角。

联立解上述三式，可得

$$v = \sqrt{\left(\frac{m}{m' + m}\right)^2 v_0^2 - \frac{k(l - l_0)^2}{m' + m}} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\theta = \arcsin \frac{mv_0 l_0}{(m' + m)vl} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$