

《大学物理(上)》小测验(第二、三、四章)

共 4 页

2020 年 11 月

班级

成绩

题号	一	二	三	四	五
得分					

一、选择题(每题 6 分, 共 30 分)

1. 一力学系统由两个质点组成, 它们之间只有万有引力作用, 若两质点所受外力的矢量和为零, 则此系统

- (A) 动量、机械能和对一轴的角动量守恒;  
(B) 动量、机械能守恒, 但角动量是否守恒不能确定;  
(C) 动量守恒, 但机械能和角动量是否守恒不能确定;  
(D) 动量和角动量守恒, 但机械能是否守恒不能确定。

2. 停在空中气球的质量  $m_1$  和人的质量  $m_2$ ,  $m_1:m_2=1:3$ , 如果人沿着竖直悬挂在气球下的绳梯相对绳梯向上爬高 1 米, 不计绳梯的质量, 则气球将相对地面

- (A) 向下移动 1 米  
(B) 向下移动 0.25 米  
(C) 向下移动 0.5 米  
(D) 向下移动 0.75 米

3. 均匀细棒 OA 可绕 O 端而无摩擦的转动, 如图所示。现使棒从水平位置由静止开始自由下落, 在棒摆到竖直位置的过程中, 下列说法正确的是

- (A) 角速度从小到大, 角加速度不变  
(B) 角速度从小到大, 角加速度从小到大  
(C) 角速度从小到大, 角加速度从大到小  
(D) 角速度不变, 角加速度为零

4. 一物体正在绕固定光滑轴自由转动,

- (A) 它受热膨胀或遇冷收缩时, 角速度不变  
(B) 它受热时角速度变大, 它遇冷时角速度变小  
(C) 它受热或遇冷时, 角速度均变大  
(D) 它受热时角速度变小, 它遇冷时角速度变大

第 1 页

5. 一字型飞船相对地球以  $0.8c$  的速度飞行。一光脉冲从船尾传到船头, 飞船上的观察者测得飞船长为 90m, 地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为:

- (A) 90m (B) 54m (C) 270m (D) 150m

二、填空题(每题 6 分, 共 30 分)

1. 一半圆形薄板, 质量为  $m$ , 半径为  $R$ , 当它绕其直径边转动时, 转动惯量为  $\frac{1}{2}mR^2$

2. 一弹簧原长  $h=0.1\text{m}$ , 劲度系数  $k=50\text{N/m}$ , 其一端固定在半径为  $R=0.1\text{m}$  的半圆环的端点 A, 另一端与一套在半圆环上的小环相连。在把小环由半圆环中点 B 移到另一端 C 的过程中, 弹簧的拉力对小环所作的功为  $0.19\text{J}$



3. 两个滑冰运动员的质量各为 70 kg, 均以 6.5 m/s 的速率沿相反的方向滑行, 滑行路线间的垂直距离为 10 m, 当彼此交错时, 各抓住 10 m 长的绳索的一端, 然后相对旋转, 则抓住绳索之后各自对绳中心的角动量  $L=227.5\text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ ; 它们各自收拢绳索, 到绳长为 5 m 时(各自的)速率  $v=13\text{ m/s}$

4. 在实验室中测得一种不稳定的粒子的寿命为  $\tau$ , 已知该粒子的静止质量为  $m_0$ , 固有寿命为  $\tau_0$ , 则实验室测得该粒子的动能为  $(\frac{\tau}{\tau_0}-1)m_0c^2$

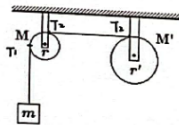
5. 一质量为  $m$  的质点沿着一曲线运动, 其位置矢量在空间直角坐标系中的表达式为  $\vec{r} = a\cos\omega t\vec{i} + b\sin\omega t\vec{j}$ , 其中  $a, b, \omega$  皆为常量, 则此质点对原点的角动量  $L = mb\omega$ ; 质量为  $m$  的质点以速度  $v$  沿一直线运动, 则它对该直线上任一点的角动量为 0

$$\vec{J} = -a\omega \cos\omega t \vec{k} + b\omega \sin\omega t \vec{k} \quad m \cdot v \cdot r$$

第 2 页

三、计算题 (每题 20 分, 共 40 分)

1. 两个定滑轮, 一个质量  $M=5\text{ kg}$ 、半径为  $r$ , 另一个质量  $M'=24\text{ kg}$ 、半径为  $r'$ , 两个水平光滑转轴固定在同一水平横梁上, 且使得两个滑轮的上边线在同一水平线上, 两滑轮对各自转轴的转动惯量分别为  $J=\frac{1}{2}Mr^2$  与  $J'=\frac{1}{2}M'r'^2$ , 一根不可伸长的轻绳缠绕在  $M'$  滑轮上, 并横跨过  $M$  滑轮后与  $m=10\text{ kg}$  的物体相连。若轻绳与滑轮之间无相对滑动, 求 (1) 物体  $m$  由静止开始下降的过程中, 两段轻绳中的张力; (2) 当物体下降了  $h=0.5\text{ m}$  距离时的速度。

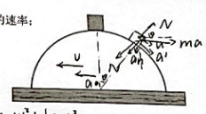


$$\begin{cases} mg - T_1 = ma \\ \beta r = a \\ \beta' r' = a \\ (T_1 - T_2)r = \frac{1}{2}Mr^2\beta \\ T_2 r' = \frac{1}{2}M'r'^2\beta' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mg - T_1 = ma \\ T_1 - T_2 = \frac{1}{2}Ma \\ T_2 = \frac{1}{2}M'a \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{T_1}{T_2} - 1 &= \frac{M}{M'} & T_2 &= \frac{1}{2}M' \cdot \frac{mg - T_1}{M'} \\ T_1 &= \frac{M+M'}{M'} T_2 & \frac{M'}{M+M'} T_1 &= \frac{mg - T_1}{2} M' \\ 2MT_1 &= (M+M')mg - (M+M')T_1 \\ \therefore T_1 &= \frac{(M+M')mg}{2M+M+M'} = 58\text{ N} \\ T_2 &= \frac{M'mg}{2M+M+M'} = 48\text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad a &= \frac{2T_2}{M'} = \frac{2 \times 48}{24} = 4\text{ m/s}^2 \\ V &= \sqrt{2ah} = 2\text{ m/s} \quad \text{方向竖直向下} \end{aligned}$$

2. 半径为  $R$ , 质量为  $M$  表面光滑的半球放在光滑的水平台面上, 在半球顶部放一个质量为  $m$  的小滑块。小滑块受微小扰动从顶端无初速度地滑下。  
(1) 求滑至物块与球心连线与铅垂线成  $\theta$  角时滑块相对半球的速度;  
(2) 设物块滑到  $\theta=45^\circ$  时脱离半球, 求  $M/m$  的值。



$$\begin{aligned} (1) \quad (M+m)v &= mu \cos \theta \\ mgR(1 - \cos \theta) &= \frac{1}{2}m(u \sin \theta)^2 + \frac{1}{2}m(u \cos \theta - v)^2 + \frac{1}{2}Mv^2 \\ mgR(1 - \cos \theta) &= \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}(M+m)v^2 - mu \cos \theta v \\ v &= \frac{mu \cos \theta}{M+m} \\ \therefore mgR(1 - \cos \theta) &= \frac{m^2 \cos^2 \theta}{2(M+m)} + \frac{m(M+m)2u^2 \cos^2 \theta}{2(M+m)} = \frac{Mm+m^2 \sin^2 \theta}{2(M+m)} u^2 \\ \therefore u &= \sqrt{\frac{2(M+m)gR(1 - \cos \theta)}{M + m \sin^2 \theta}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad N \sin \theta &= Ma \\ mg \cos \theta - N - ma \sin \theta &= m \frac{u^2}{R} \Rightarrow \begin{cases} \frac{15}{8} N = Ma \\ \frac{15}{8} mg - N - \frac{15}{8} ma = m \frac{u^2}{R} \end{cases} \\ \text{脱离时 } N &= 0. \quad \therefore \frac{15}{8} mg = m \frac{u^2}{R} \\ u^2 &= \frac{15}{8} Rg = \frac{2 \times 9 \times (M+m)(1 - \frac{1}{2})}{M + \frac{1}{2}m} \\ \therefore \frac{15}{8} (M + \frac{1}{2}m) &= \frac{4 \times 9 \times (M+m)(1 - \frac{1}{2})}{M + \frac{1}{2}m} \\ \therefore M + \frac{1}{2}m &= \frac{2 \times 9 \times (M+m)(1 - \frac{1}{2})}{M + \frac{1}{2}m} = \frac{9(M+m)}{M + \frac{1}{2}m} \\ \therefore \frac{M}{m} &= \frac{5}{2\sqrt{2}-3} = \frac{4\sqrt{2}-5}{6-4\sqrt{2}} \quad \therefore \frac{M}{m} = \frac{\sqrt{2} \times 9 \times (15-1) - \frac{1}{2}}{1 - \sqrt{2} \times 9 \times (15-1)} \end{aligned}$$