大学物理期中答案（B1/ B2）

一、 单选题（每题 3 分，共 30 分）

C B A D C，A B C D C

二、填空题（共 35 分）

1. $3\vec{i}\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$（1 分）； $-8\vec{i}\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$ （2 分）； $16\vec{i}\ \mathrm{m}$（2 分）

2. $\dfrac{\mu-\tan\theta}{1+\mu\tan\theta}g$ （3 分）；

3. $A\left(\dfrac{1}{x}-\dfrac{1}{x_0}\right)$ （3 分）；

4. 60 N （3 分）；

5. $mg\sqrt{1+3\sin^2\theta}$ （3 分）；

6. $\dfrac{1}{2}\mu mgl$ （3 分）； $\dfrac{2\omega l}{3\mu g}$ （2 分）

7. 1800 m （3 分）； -2.4×10^{10} m （2 分）

8. 0.976 （3 分）； 3.33 （2 分）

9. 2.044×10^{-22} （3 分）

三、计算题（共 35 分）

1．（本题 12 分）

解: （1） 绳子在桌面移动时重力与位移垂直,重力不做功,只有滑下桌面时重力做功

以桌边拐角为坐标原点,竖直向下为 y 轴正方向，

当下落了 y 的绳子，继续下落 $\mathrm{d}y$ 位移时，重力做功为 $\mathrm{d}W_G=\lambda yg\mathrm{d}y$

其中质量线密度为 $\lambda=\dfrac{m}{l}$

则绳子从开始运动到刚好完全离开桌面过程中重力做的功为

$$W_G=\int_{l_0}^{l}\lambda yg\mathrm{d}y=\frac{mg}{2l}\left(l^2-l_0^2\right) \qquad （4\text{ 分}）$$

方法二： 设桌面为重力势能零位置，则重力做的功为

$$W_{\mathrm{G}}=E_{\mathrm{p1}}-E_{\mathrm{p2}}=\frac{mg}{2l}\left(l^2-l_0^2\right)$$

（2）绳子只在桌面移动时受到摩擦力，故以绳子左端的初始位置为坐标原点，水平向右为 x 轴正方向，当下落了 x 的绳子，继续下落 $\mathrm{d}x$ 位移时，摩擦力做功为

$$\mathrm{d}W_f=-\mu\lambda\left(l-l_0-x\right)g\mathrm{d}x$$

则绳子从开始运动到刚好完全离开桌面过程中重力做的功为

$$W_f=\int_0^{l-l_0}-\mu\lambda\left(l-l_0-x\right)g\mathrm{d}x=-\frac{\mu mg}{2l}\left(l-l_0\right)^2 \qquad （4\text{ 分}）$$

（3）根据质点系的动能定理，$W_{\mathrm{G}}+W_f=\dfrac{1}{2}mv^2-0$

得

$$v=\sqrt{\frac{g}{l}\left[l^2-l_0^2-\mu\left(l-l_0\right)^2\right]} \qquad （4\text{ 分}）$$

2．（本题 13 分）

解：（1）因为所受的合外力矩为零，粘土球与杆组成得系统绕 O 点的角动量守恒，

所以 $m_0 v_0 b = J\omega$， $J = \frac{1}{3}ml^2 + m_0 b^2$

得 $\omega = \dfrac{m_0 v_0 b}{\frac{1}{3}ml^2 + m_0 b^2} = 2.4\ \text{rad/s}$ （5 分）

（2）粘土球和杆一起摆起的过程中只受到重力作用，故由粘土球子弹、杆和地球组成系统的机械能守恒。以粘土球、杆在各自的最低位置处为重力势能零位置，则

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}ml^2 + m_0 b^2\right)\omega^2 = m_0 g b\left(1-\cos\theta\right) + mg\frac{l}{2}\left(1-\cos\theta\right)$$

得 $\cos\theta = 0.6$ （5 分）

（3）根据质心运动定律，$\bar{F} = m\bar{a}_c$,在法向和切向分别写出其分量形式:

$N_n - (m+m_0)g\cos\theta = (m+m_0)r_c\omega^2$， 得到 $N_n = (m+m_0)g\cos\theta = 24\ \text{N}$

$(m+m_0)g\sin\theta - N_t = (m+m_0)a_{ct}$， 其中 $a_{ct} = r_c\alpha$，$r_c = \dfrac{m_0 b + m\frac{l}{2}}{m+m_0} = 1.125$

根据转动定律，$M = J\alpha$，得 $mg\frac{l}{2}\sin\theta + m_0 g b\sin\theta = J\alpha$

计算得 $N_t = 6.08\ \text{N}$

所以，$N = \sqrt{N_n^2 + N_t^2} = 24.758\ \text{N}$ （3 分）

3．（本题 10 分）

解：设竖直部分绳子的拉力为 T_1，水平部分绳子的拉力为 T_2，

对物块 $Mg - T_1 = Ma$ （2 分）

对滑轮 $\left(T_1 - T_2\right)r = \frac{1}{2}mr^2\alpha$，其中 $a = r\alpha$ （2 分）

对滚轮 $T_2 - f = M_c a_c$，， 其中 $a = a_c + R_1\alpha_c$ （2 分）

$T_2 R_1 + fR_2 = J_c\alpha_c$， 其中 $a_c = R_2\alpha_c$ （2 分）

化简上述方程得：

$$Mg - f = (M + M_c\frac{R_2}{R_1+R_2} + \frac{m}{2})a$$

$$f(R_1+R_2) = (\frac{J_c}{R_2} - M_c R_1)\frac{R_2}{R_1+R_2}a$$

解得 $a = 6.86\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ （1 分）

$f = 70\ \text{N}$ （1 分）