一、选择题

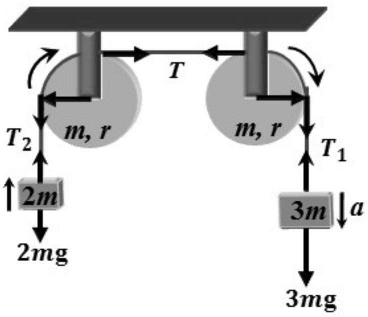
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	A	C	C	B	B	A	A	C

二、填空题

题号	答案	题号	答案
11	4.0 rad	12	62.5, 1.67 s
13	$\frac{1}{2}mgl$, $2g/(3l)$	14	$g/l, g/(2l)$
15	$\frac{1}{2}Ma$	16	$m(g-a)R^2/a$
17	$-\frac{k\omega_0^2}{9J}$, $\frac{2J}{k\omega_0}$	18	$m\upsilon l$
19	$3\upsilon_0/(2l)$	20	$\frac{6\upsilon_0}{(4+3M/m)l}$

三、计算题

21. 解：



由牛顿第二定律对物体列方程有：

对物体 3m：$3mg-T_1=3ma$ (1)

对物体 2m：$T_2-2mg=2ma$ (2)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程有：

对右侧滑轮：$T_1 r - Tr=\frac{1}{2}mr^2\alpha$ (3)

对左侧滑轮：$Tr-T_2 r=\frac{1}{2}mr^2\alpha$ (4)

由运动学关系有：$a=r\alpha$ (5)

由（1）式可得：$T_1=3mg-3ma$ (6)

由（2）式可得：$T_2=2mg+2ma$ (7)

将（5）式和（6）式带入（3）式可得：$T=3mg-\frac{7}{2}ma$ (8)

将（5）式和（7）式带入（4）式可得：$T=2mg+\frac{5}{2}ma$ (9)

由(8)式和(9)式联立可得：$a=\frac{1}{6}g$ ，代入(9)式可得 $T=\frac{29}{12}mg$

22. 解：

由牛顿第二定律对物体列方程：

对左侧物体有：$2mg-T_2=2ma_2$ (1)

对右侧物体有：$T_1-2mg=2ma_1$ (2)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程有：

$T_2(2r)-T_1 r=7mr^2$ (3)

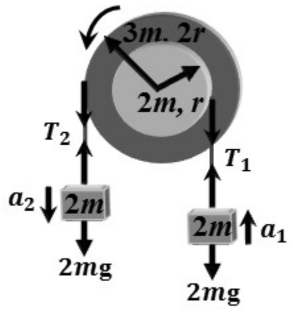
由运动学关系有：$a_2=2r\alpha$ (4)

$a_1=r\alpha$ (5)

由(1)式和(4)式可得：$T_2=2mg-4mr\alpha$ (6)

由(2)式和(5)式可得：$T_1=2mg+2mr\alpha$ (7)

将(6)式和(7)式代入(3)式可得：



$$\alpha=\frac{2g}{17r}$$

23. 解：撤去外加力矩后

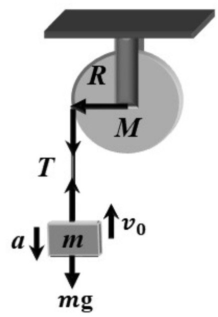
由牛顿第二定律对物体列方程：$mg-T=ma$ (1)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程：$TR=J\alpha$ (2)

由运动学关系有：$a=R\alpha$ (3)

由(1)、(2)、(3)式联立得：$a=mgR/(mR+J/R)$ (4)

将 $J=\dfrac{1}{2}MR^2$ 代入(4)式得：$a=\dfrac{mg}{m+\frac{1}{2}M}=3.267\ \mathrm{ms^{-2}}$



撤去外力矩后物体做匀加速运动，当圆盘开始作反方向转动时物体向上运动速度为零

$v_0-at=0$

∴ $t=v_0/a=1.2/3.267=0.367\ \mathrm{s}$

24. 解：

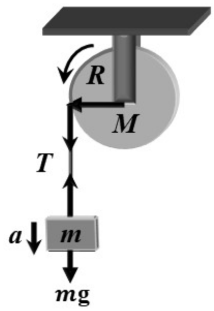
由牛顿第二定律对物体列方程：$mg-T=ma$ (1)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程：$TR=J\alpha$ (2)

由运动学关系有： $a=R\alpha$ (3)

由(1)、(2)、(3)式联立得：

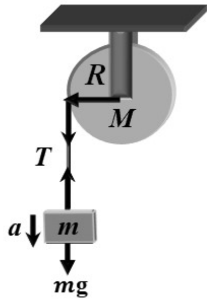
$$a=mg/(m+\frac{1}{2}M)$$



物体做匀加速运动，且 $v_0=0$

由 $v=v_0+at$ 可得：$v=at=mgt/(m+\frac{1}{2}M)$

25. 解： $(mg-ma)R = J\alpha$



(1) 由牛顿第二定律对物体列方程：$mg-T=ma$ (1)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程：$TR=J\alpha$ (2)

由运动学关系有：$a=R\alpha$ (3)

由(1)、(2)、(3)式联立得：

$$\alpha = mgR/(mR^2+J) = \frac{mgR}{mR^2+\frac{1}{2}MR^2} = \frac{2mg}{(2m+M)R}$$

$$=20\ \mathrm{rad/s^2}$$

角加速度方向垂直纸面向外，与初角速度方向相反.

(2) 滑轮做匀角加速度转动，有 $\omega^2=\omega_0^2-2\alpha\theta$

当$\omega=0$ 时， $\theta=\frac{\omega_0^2}{2\alpha}=0.625\ \mathrm{rad/s^2}$

物体上升的高度 $h=R\theta=0.125$ m

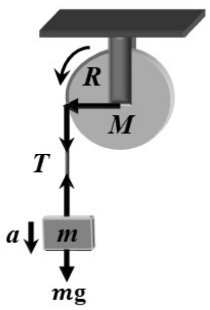
(3) 定滑轮的角速度变化到$\omega=0$ 后滑轮改为逆时针转动，角加速度大小和方向保持不变.

物体回到原来位置时转过的角度和上升过程转过的角度相等

由$\omega^2=\omega_0^2+2\alpha\theta$，$\omega_0=0$ 有：$\omega=\sqrt{2\alpha\theta}=5.0$ rad/s

角速度方向垂直纸面向外. $T=(mg-ma)R=\frac{1}{2}mR^2\alpha$

26. 解：



由牛顿第二定律对物体列方程：$mg-T=ma$ (1)

由刚体定轴转动定律对滑轮列方程：$TR=J\alpha$ (2)

由运动学关系有：$a=R\alpha$ (3) $a\ \alpha$

由(1)、(2)、(3)式联立得：

$$a=mg/(m+\frac{1}{2}M)=\frac{5\times9.8}{5+\frac{1}{2}\times9.6}=5\ \mathrm{m/s^2}$$

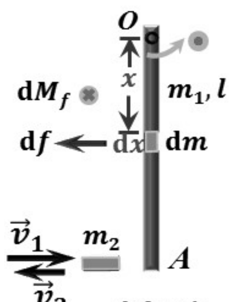
物体做匀加速运动，且 $v_0=0$ 4J-

由 $h=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 可得：(1)下落距离 $h=\frac{1}{2}at^2=22.5$ m 9

(2) 由(1)式可得：张力 $T=m(g-a)=24$ N

27. 解：对由细棒和滑块组成的系统，细棒和滑块之间的相互作用力为内力，在碰撞过程中，由于碰撞时间极短，所以细棒所受的摩擦力矩<<滑块的冲力矩．故可认为合外力矩为零，因而系统的角动量守恒，即

$$m_2v_1l=-m_2v_2l+\frac{1}{3}m_1l^2\omega \qquad (1)$$



俯视图

碰撞后细棒沿逆时针方向转动，角速度方向沿轴垂直水平桌面向上.细棒上质元 dm 所受摩擦力与细棒垂直：

$$\mathrm{d}f=\mu g\frac{m_1}{l}\mathrm{d}x \qquad (2)$$

质元 dm 所受摩擦力产生的相对固定点 O 的力矩方向垂直水平桌面向下：

$$dM_f = -\mu g \frac{m_1}{l} x \cdot \mathrm{d}x \qquad (3)$$

$M = J\alpha = Fr$

则整个细棒在转动过程中所受的摩擦力矩为：

$$M_f = \int_0^l -\mu g \frac{m_1}{l} x \cdot \mathrm{d}x = -\frac{1}{2}\mu m_1 g l \qquad (4)$$

由角动量定理对细棒列方程有：$\int_0^t M_f \,\mathrm{d}t = 0 - \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega \qquad (5)$

$J\omega = M\Delta t$

由(4)式和(5)式可得：$\frac{1}{2}\mu m_1 g l t = \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega \qquad (6)$

由(1)式可得：$\frac{1}{3} m_1 l^2 \omega = m_2(v_1 + v_2) l \qquad (7)$

$-\mu g \frac{m_1}{l} x \, dx$

$M = F x \, dx$

将(7)式代入和(6)式解得：$t = 2m_2 \frac{v_1 + v_2}{\mu m_1 g}$ =2 s

28. 解：对子弹和木棒组成的系统，重力和桌面支持力对固定轴力矩为零，子弹和木棒之间的相互作用力为内力，系统所受合外力矩为零．由于碰撞时间极短，因而系统的角动量守恒，即

$J\omega =$

$$m' v l = \left(\frac{1}{3} m l^2 + m' l^2\right)\omega \qquad (1)$$

$v^2 - v_0^2 = 2ax$

$\frac{1}{2} a t^2$

∴碰撞后棒的初角速度 $\omega = \dfrac{m' v}{\left(\frac{1}{3} m + m'\right) l}$ =53.85 rad/s

$J\alpha$

$M = J\alpha$

由定轴转动定律有：$-M_r = (\frac{1}{3} m l^2 + m' l^2)\alpha \qquad (2)$

$-M_r = ($

在恒阻力矩作用下有：$0 - \omega^2 = 2\alpha\theta \qquad (3)$

2α

$\omega^2 = 2\alpha\theta$

∴ 木棒能转过的角度 $\theta = \dfrac{\left(\frac{1}{3} m + m'\right) l^2 \omega^2}{2M_r}$ =47.12 rad

$\dfrac{\omega^2 = 2\alpha\theta}{2\alpha}$

$-M_r = J\alpha \longrightarrow$