A1-04　2017-4-12

1、C

椭圆轨道，万有引力做功，动能势能相互转化，机械能守恒，动能不守恒

合外力矩为零，角动量守恒

2、B

3、B

4、C

解 因为转动惯量 $J=\int_m r^2 dm$,对于细圆环而言，各质元 dm 到转轴的距离均为圆环的半径，即 $r=$ 恒量，所以 $J=r^2\int_m dm=mr^2$。故 A,B 两个半径相同、质量也相同的细圆环，不论其质量在圆环上如何分布，两环对过环心且与环面垂直轴的转动惯量 $J_A=J_B$，本题答案为 C。

5、A

设初角速度方向为正。

正力矩>负力矩。合力矩为正。加速转动。

6、 D

解释：由转动惯量求和定义式求出总转动惯量，由转动动能定义式求出动能，根据题意小球半径不考虑。

两个小球质量分别为 m 及 $2m$，由一长为 L 的细杆相连(杆质量不计)。该系统以通过细杆中心且垂直于细杆的轴作恒定角速度 ω 转动，则两球的转动惯量及转动动能总和为

A、$\frac{3}{4}mL^2,\frac{1}{3}mL^2\omega^2$；　　B、$mL^2,\ \frac{3}{8}mL\omega^2$；

C、$mL^2,\ \frac{1}{4}mL^2\omega^2$；　　D 、 $\frac{3}{4}mL^2$ ， $\frac{3}{8}mL\omega^2$ 。

[　　　　]

$$J=(m+2m)\frac{L^2}{4}=\frac{3mL^2}{4}$$

$$E_K=\frac{1}{2}J\omega^2$$

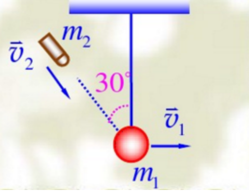
7

质量为20g的子弹，以400m/s的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为980g的摆球中，摆线长度不可伸缩．子弹射入后开始与摆球一起运动的速率为

(A) 2 m/s； (B) 4m/s； (C) 7m/s； (D) 8 m/s ． [B]

解：将子弹与小球视为一个系统。系统在水平方向不受外力作用，因此系统水平方向的动量守恒，即

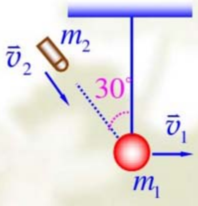
$$m_2 v_{2x}=(m_1+m_2)v_1$$



$$\therefore v_1=\frac{m_2 v_{2x}}{(m_1+m_2)}=\frac{m_2 v_2\sin 30^\circ}{(m_1+m_2)}$$

$$=\frac{20\times10^{-3}\times400\times0.5}{(20+980)\times10^{-3}}=4\,m/s$$

故选B



8

A

$$J\omega=(J+mR^2)\omega'$$

$$\omega'=\frac{J\omega}{J+mR^2}$$

9、

已知地球质量为 m，太阳质量为 M，地心、日心距离为 R。引力常数为 G，则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为 $L=m\sqrt{GMR}$

解:地球绕太阳作圆周运动： $G\frac{Mm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$

地球绕太阳作圆周运动的速率为： $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$

地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为：

$$L=mvR$$

10

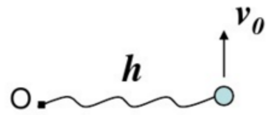
系统对竖直轴的角动量守恒

$$\omega=\omega_0 r_1^2/r_2^2=36rad/s$$

11

$E_K/E_{K0}=$ h^2/l^2

提示：角动量守恒 $m\,v_0\,h=m\,v\,l$



12、

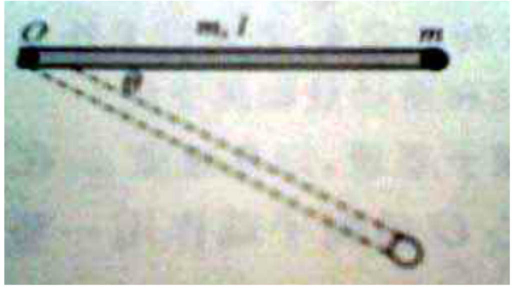
一人站在转动的转台中央，在他伸出的两手中各握有一个重物，若此人向着胸部缩回他的双手及重物，忽略所有摩擦，则系统的转动惯量_________，系统的转动角速度_________，系统的角动量_________，系统的转动动能__________。（填增大、减小或保持不变）

减小　增大　保持不变　增大

解释：由于不考虑摩擦而角动量守恒，人缩手过程导致系统转动惯量减小。

13、

质量为 m、长为 l 的均匀细杆，可绕通过其一端 O 的水平轴转动，杆的另一端一一质量为 m 的小球固接在一起，当该系统从水平位置由静止转过 θ 角时，系统的角速度 $\omega=$ ___________、动能 E_k= ___________，此过程中力矩所做的功为 W=___________。



$$\frac{2}{3}\sqrt{\frac{g\sin\theta}{l}},\frac{3}{2}mgl\sin\theta,\frac{3}{2}mgl\sin\theta$$

如图所示，质量为 m，长为 l 的均匀细杆，可绕通过其一端 O 的水平轴转动，杆的另一端与质量为 m 的小球固连在一起，当该系统从水平位置有静止转动 θ 角时，系统的角速度 $\omega=$_________、动能 $E_k=$__________,此过程中力矩所做的功

$W=$__________.

解 在任意位置时，受力分析如图所示。系统所受的合外力矩为

$$M=mg\frac{l}{2}\cos\theta+mgl\cos\theta=\frac{3}{2}mgl\cos\theta$$

则在此过程中合外力矩所做的功为

$$W=\int_0^{\theta}Md\theta=\int_0^{\theta}\left(\frac{3}{2}mgl\cos\theta\right)d\theta=\frac{3}{2}mgl\sin\theta$$

系统的转动惯量为

$$J=\frac{1}{3}ml^2+ml^2=\frac{4}{3}ml^2$$

于是刚体定轴转动的动能定理可写为

$$\frac{3}{2}mgl\sin\theta=\frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}ml^2\right)\omega^2$$

所以系统的角速度为$\omega=\frac{3}{2}\sqrt{\frac{g\sin\theta}{l}}$，系统的动能为$E_k=\frac{1}{2}J\omega^2=\frac{3}{2}mgl\sin\theta$

势能减少量$mg\frac{l}{2}\sin\theta+mgl\sin\theta$

机械能守恒动能和力矩做功均为 $mg\frac{3l}{2}\sin\theta$

$\frac{1}{2}(\frac{1}{12}ml^2+ml^2)\omega^2=mg\frac{3l}{2}\sin\theta$

$\omega=\frac{2}{3}\sqrt{\frac{g\sin\theta}{l}}$

14、D

一质量为 60kg 的人站在一质量为 60kg、半径为 1 m 的匀质圆盘的边缘，圆盘可绕与盘面相垂直的中心竖直轴无摩擦地转动。系统原来是静止的，后来人沿圆盘边缘走动，当人相对圆盘的走动速度为 2m/s 时，圆盘角速度大小为

A、1rad/s； B、2rad/s； C、2/3rad/s； D、4/3rad/s。 [ ]

解释：人与圆盘组成的系统因不受外力矩作用而总体角动量守恒，分别假定人和圆盘的角速度（利用人与圆盘的相对速度得到一个方程），根据角动量定义式分别写出人和圆盘的角动量，由角动量守恒得到另一方程，求解方程组即可。

人和圆盘为研究对象，则系统对轴合外力矩为零

角动量守恒

$mr^2\omega_0-\frac{1}{2}Mr^2\omega_1=0$

$v_{人对地}=v_{人对盘}+v_{盘对地}$

$v_{人对地}=r\omega_0$

$v_{人对盘}=2m/s$

$v_{盘对地}=r\omega_1$

$M=m=60kg$

$r=1m$

得$\omega_1=\frac{4}{3}rad/s$

一根长为、质量为M的匀质棒自由悬挂于通过其上端的光滑水平轴上。现有一质量为m的子弹以水平速度v_0射向棒的中心，并以$v_0/2$的水平速度穿出棒，此后棒的最大偏转角恰为90°，则v_0的大小为

(A) $\frac{4M}{m}\sqrt{\frac{gl}{3}}$；(B) $\sqrt{\frac{gl}{2}}$；(C) $\frac{2M}{m}\sqrt{gl}$；(D) $\frac{16M^2 gl}{3m^2}$

由角动量守恒 $\frac{1}{2}Lmv_0=\frac{1}{4}Lmv_0+\frac{1}{3}ML^2\omega$ 答：A

由机械能守恒 $\frac{1}{2}\frac{1}{3}ML^2\omega^2=\frac{1}{2}MgL$

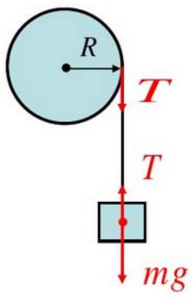
$$\omega=\sqrt{\frac{3g}{L}} \qquad v_0=\frac{4}{3}\frac{M}{m}L\omega=\frac{4M}{m}\sqrt{\frac{gL}{3}}$$

16、

半径为R、具有光滑轴的定滑轮边缘绕一细绳，绳的下端挂一质量为m的物体，绳的质量可以忽略，绳与定滑轮之间无相对滑动，若物体下落的加速度为a，则定滑轮对轴的转动惯量$J=$ $\boxed{m(g-a)R^2/a}$。

解

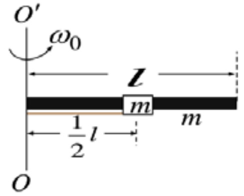
$$\left.\begin{aligned} mg-T&=ma \\ M=TR&=J\beta \\ a&=\beta R \end{aligned}\right\}\Rightarrow J$$



17、

在一水平放置的质量为m、长度为l的均匀细杆上，套着一个质量为m套管B(可看作质点)，套管用细线拉住，它到竖直光滑固定轴OO'距离为$l/2$，杆和套管组成系统以角速度ω_0绕OO'轴转动，如图所示。若在转动过程中细线被拉断，套管将沿着杆滑动。在套管滑动过程中，该系统转动的角速度ω与套管轴的距离x的函数关系为 $\frac{7\omega_0 l^2}{4(l^2+3x^2)}$。(杆对$OO'$轴转动惯量为 $\frac{1}{3}ml^2$)

$$\left[\frac{1}{3}ml^2+m\left(\frac{l}{2}\right)^2\right]\omega_0=\left[\frac{1}{3}ml^2+mx^2\right]\omega$$



18

解：小物体在运动过程中角动量守恒。又由于绳是缓慢地向下拉，小物体的运动可以视为圆周运动，因此

$$m\upsilon_0 r_0=m\upsilon r$$

物体作圆周运动的向心力由绳的张力提供，由牛顿定律得

$$F=m\frac{\upsilon^2}{r}$$

以上两式联立解得

$$r=\sqrt[3]{\frac{mr_0^2\upsilon_0^2}{F}}$$

当$F=600$N 时，绳刚好被拉断，此时物体的转动半径为

$$r=0.3\text{m}$$