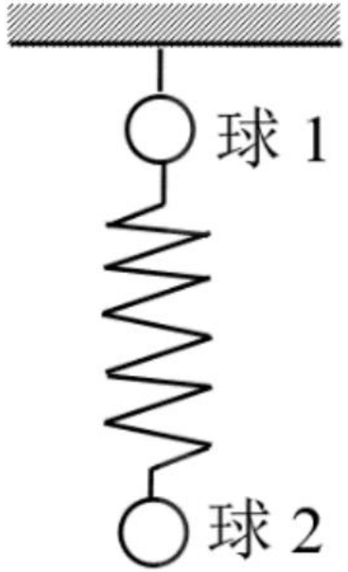
一、单选

1、质点做半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为（　）。（用 v 表示任一时刻质点的速率）

（A）$\dfrac{dv}{dt}$　　（B）$\dfrac{v^2}{R}$　　（C）$\dfrac{dv}{dt}+\dfrac{v^2}{R}$　　（D）$\sqrt{\left(\dfrac{dv}{dt}\right)^2+\left(\dfrac{v^2}{R}\right)^2}$

2、两个质量相等的小球由一轻弹簧相连接，再将球 1 用一细绳悬挂于天花板上，处于静止状态，如图所示。将绳子剪断的瞬间，球 1 和球 2 的加速度分别为（　）。



（A）$a_1=2g$，$a_2=0$　　（B）$a_1=0$，$a_2=g$

（C）$a_1=g$，$a_2=0$　　（D）$a_1=g$，$a_2=g$

3、在水平冰面上以一定速度向东行驶的炮车，向东南（斜向上）方向发射一炮弹，对炮车和炮弹这一系统，在此过程中（忽略冰面摩擦力及空气阻力）（ ）。

（A）总动量守恒

（B）总动量在炮车前进的方向上的分量守恒，其它方向动量不守恒

（C）总动量在水平面上任意方向的分量守恒，竖直方向分量不守恒

（D）总动量在任何方向的分量均不守恒

4、在高台上分别沿 45°仰角方向和水平方向，以同样的速率投出两颗小石子，忽略空气阻力，则它们落地时速度（ ）。

（A）大小不同，方向不同；　　（B）大小相同，方向不同；

（C）大小相同，方向相同；　　（D）大小不同，方向相同。

5、一根质量为 m，长度为 l 的均匀细杆，可在水平桌面上绕通过其一端的竖直固定轴转动。已知细杆与桌面的滑动摩擦系数为μ，则杆转动时受的摩擦力矩的大小为（ ）。

（A）μgml　（B）$2\mu gml$　（C）$\mu gml/2$　（D）$\sqrt{2}\mu gml$

6、有一半径为R的水平圆转台，可绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动，转动惯量为J，开始时转台以匀角速度ω_0转动，此时有一质量为m的人站在转台中心，随后人沿半径向外跑去，当人到达转台边沿时，转台的角速度为（ ）。

（A）$\dfrac{J}{J+mR^2}\omega_0$　（B）$\dfrac{J}{(J+m)R^2}\omega_0$　（C）$\dfrac{J}{mR^2}\omega_0$　（D）ω_0

7、关于刚体对轴的转动惯量，下列说法中正确的是（ ）。

（A）只取决于刚体的质量，与质量的空间分布和轴的位置无关

（B）取决于刚体的质量和质量的空间分布，与轴的位置无关

（C）取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置

（D）只取决于转轴的位置，与刚体的质量和质量的空间分布无关

8、有一质点沿 x 轴作简谐振动，平衡位置在坐标原点，周期为 T，振幅为 A。若 $t=0$ 时刻，质点在$x = A/\sqrt{2}$处且向 x 轴负方向运动，则其振动表达式为（ ）。

（A）$x = A\cos(2\pi t/T - \pi/4)$

（B）$x = A\cos(2\pi t/T + \pi/4)$

（C）$x = A\cos(2\pi t/T - \pi/2)$

（D）$x = A\cos(2\pi t/T + \pi/2)$

9、两个相同的弹簧挂上质量不同的物体 m_1 和 m_2，且以相同振幅振动。则两个物体振动的最大动能之比 $E_1:E_2$ 为（ ）。

（A）2:1

（B）1:2

（C）1:1

（D）4:1

10、一个单摆和一个弹簧振子，在地球表面的固有振动周期分别为T_1和T_2；将它们拿到月球上去，相应的周期分别为T_1'和T_2'。则它们之间的关系为（ ）。

（A）$T_1 = T_1'$，$T_2 = T_2'$

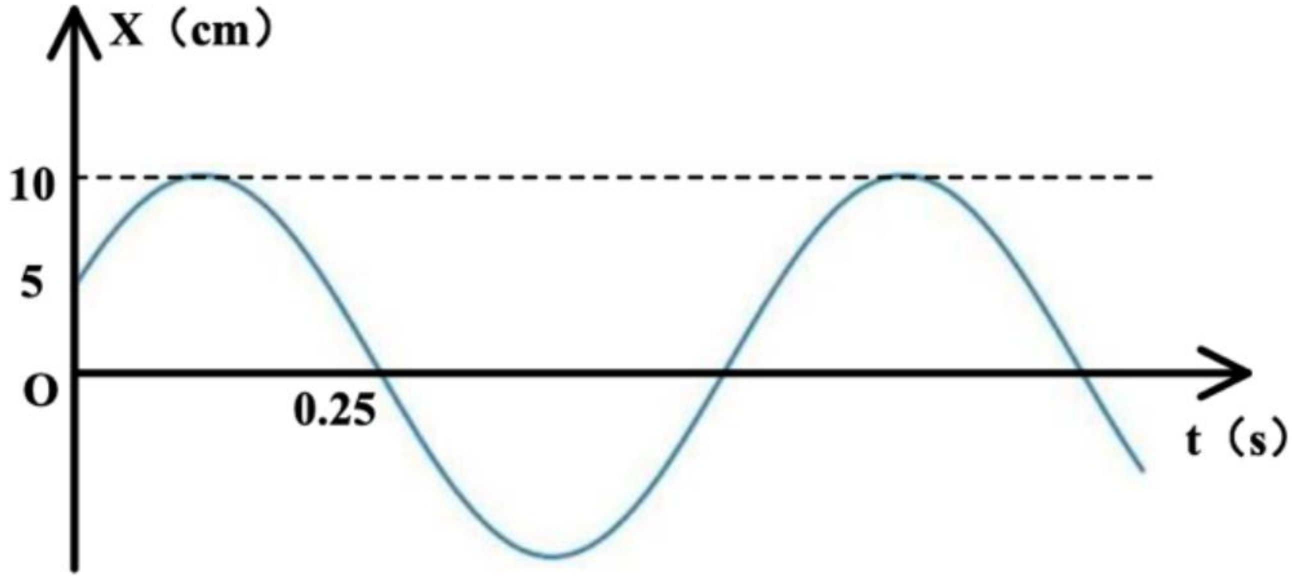
（B）$T_1 < T_1'$，$T_2 < T_2'$

（C）$T_1 > T_1'$，$T_2 > T_2'$

（D）$T_1 < T_1'$，$T_2 = T_2'$

11、一简谐运动曲线如图所示，其振动频率是（ ）。

（A）1.0 Hz （B）2.0 Hz （C）1.67 Hz （D）2.4 Hz



12、有一细长绳挂一小球形成一单摆，绳长为 2.0 m，最大摆角为 4º，单摆振动的角频率和周期分别是（ ）。（重力加速度取 10 m²/s）

（A）$\sqrt{5}$ rad/s、$2\pi\sqrt{5}$s （B）$\sqrt{5}$ rad/s、$\frac{2\pi}{5}\sqrt{5}$s

（C）$\frac{\sqrt{5}}{5}$rad/s、$2\pi\sqrt{5}$s （D）无法求出

二、填空

1、密度为 ρ 的理想流体沿着一水平管道稳定流动。已知管道入口处的面积为 S_1，流体速率为 v_1，管道出口处面积为 S_2，则出口处流体的速率 v_2 为__________。若管道出口处的压强为标准大气压强 p_0，则管道入口处的压强为__________。

2、乒乓球赛事中常见的左旋球的弯曲轨道，是因为球表面空气流速大的一侧的压强__________另一侧的压强。（此空填：大于、等于或小于）

3、一个人每只手各持一个哑铃，两臂平伸坐在转椅上。起初人和转椅以角速度 ω_0 旋转，且摩擦力可忽略不计。现突然将手臂收回，使总转动惯量变为原来的 1/3。则收臂后的转动动能是收臂前的__________倍。

4、一飞轮以每分钟600转的转速旋转，转动惯量为2.5 kg·m^2。现加一恒定的制动力矩使飞轮在1 s 内停止转动，则该恒定制动力矩的大小$M=$ __________。

5、一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动，其振动的表达式分别为$x_1 = 5.0\cos\left(5\pi t+\frac{5}{6}\pi\right)$ m，$x_2 = 3.0\cos\left(5\pi t-\frac{1}{6}\pi\right)$ m。则其合振动的振幅为__________。

三、判断

1、不受外力作用的系统，其动量和机械能必然同时守恒。

2、质量相等，形状和大小不同的两个物体，在相同力矩的作用下，两者的角加速度相等。

3、一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动，盘上站着一个人。把人和圆盘取作系统，当此人在盘上随意走动时，若忽略轴的摩擦，此系统对转轴的角动量守恒。

4、一弹簧振子作简谐振动，其运动方程若用余弦函数表示，且在 $t=0$ 时，振子位于负方向的最大位移处，则初相位为 $\pi/2$。

5、弹簧振子做简谐运动时，周期性参数ω、T、f是由其本身的性质（包括力的特征和物体的质量）决定的，而总能量是由振幅决定的。

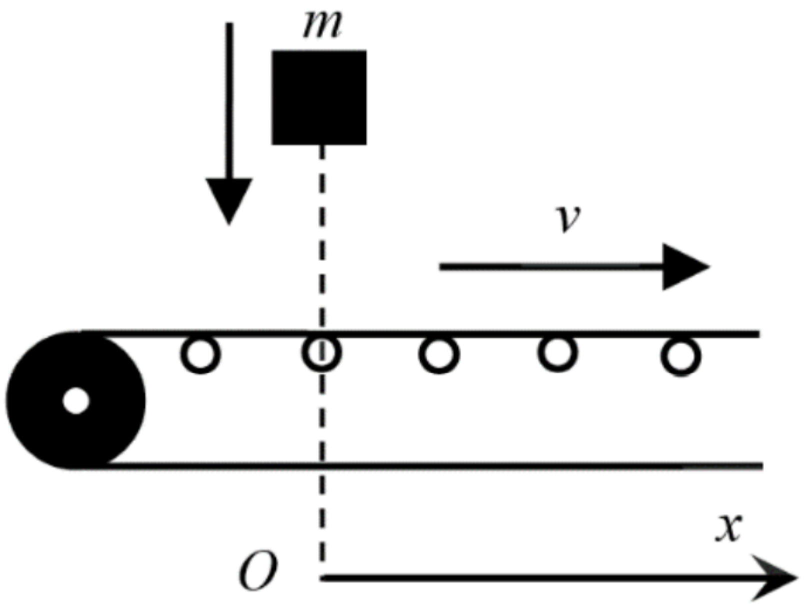
四、计算

1、一件行李的质量为 m，垂直地轻放在传送带上，传送带的速率恒定为 v，设它与行李间的摩擦系数为 μ。试计算：

(1) 行李在传送带上滑动多长时间？（6 分）

(2) 行李在这段时间内运动多远？（6 分）

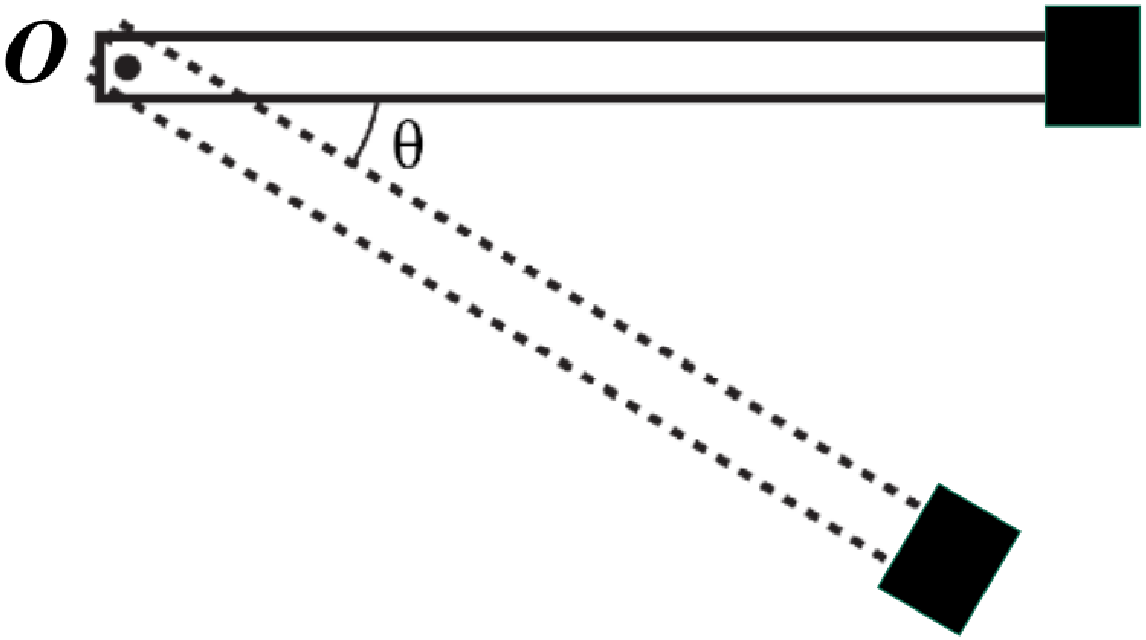
(3) 有多少能量被摩擦所耗费（即外力做功无法转变为机械能）？（5 分）



2、质量为M，长度为L的刚性匀质细杆，能绕着过其端点O的水平轴无摩擦地在竖直平面内摆动，另一端安装着一个质量也为M的铁块。今让此杆从水平静止状态自由地摆下，当细杆摆到图中虚线所示θ角位置时，

（1）细杆的转动角速度和转动角加速度为多少？(10分)

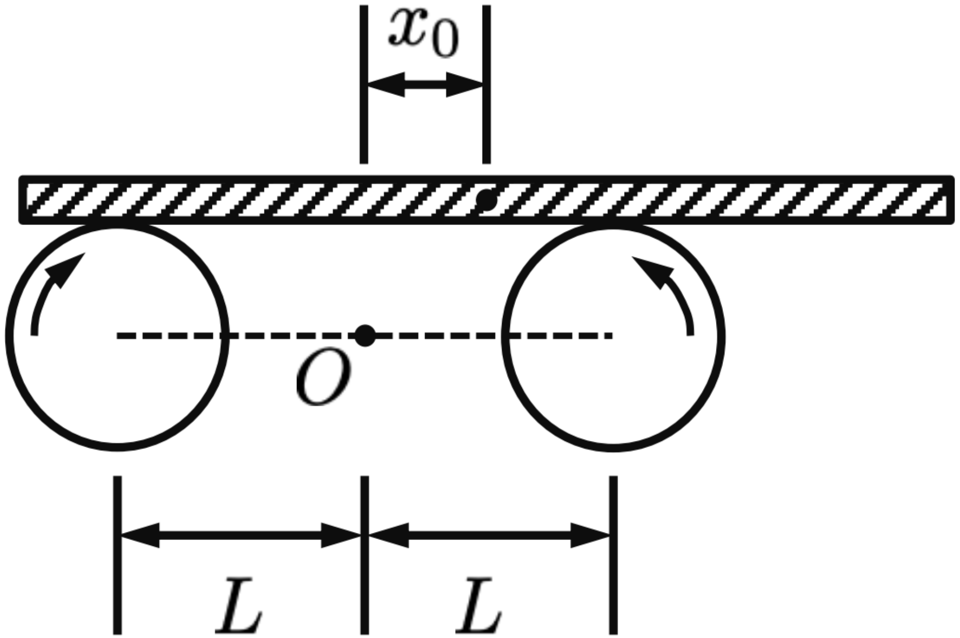
（2）当$\theta=90^\circ$时，转轴为细杆提供的支持力为多大？(7分)



3、两个完全相同的圆柱体，它们的轴平行，且在同一水平面上。相距为 $2L$，以相同的角速度大小按如图所示方向绕轴快速转动，在圆柱体上放一匀质木板，木板与圆柱体之间的滑动摩擦系数为μ，不考虑静摩擦情况。

（1）若初始时将木板静止放在木板中心距 z 平衡点 O 右侧 x_0 处（$x_0 < L$），试证明木板将作简谐运动，并给出运动方程。（10 分）

（2）若初始时将木板放在平衡点 O 右侧 x_0 处且给它一个向右的初速度 v_0，试给出在何条件下木板仍能作完整的简谐运动，并给出运动方程。（7 分）



答案——

一、单选

1、D；2、A；3、C；4、B；5、C；6、A；7、C；8、B；9、C；10、D；11、C；12、B

二、填空

1、$v_2 = v_1S_1/S_2$、$p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2\left(1-\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2\right)$**；2、小于；3、3倍；4、50 N·m；5、2m**

三、判断

1、错；2、错；3、对；4、错；5、有歧义

答案——

四、计算

1、

解：(1) 设行李滑动时间为 t，根据动量定理，有

$$\mu mgt = mv - 0$$

$$t = \frac{v}{\mu g}$$

(2) 设行李在时间 t 内运动的长度为 x，根据动能定理，有

$$\mu mgx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$x = \frac{v^2}{2\mu g}$$

(3) 行李所受的摩擦力做正功，传送带所受的摩擦力做负功。被摩擦消耗的能量量值上等于这一对摩擦力所做的功。设 x'为时间 t 内传送带移动的距离，有

$$\begin{aligned}\Delta E &= \mu mgx - \mu mgx' \\ &= \mu mg(x - vt) \\ &= \mu mg\left(\frac{v^2}{2\mu g} - v\frac{v}{\mu g}\right) \\ &= -\frac{1}{2}mv^2\end{aligned}$$

被消耗的能量大小为$\frac{1}{2}mv^2$。

（第三小问也可以从外力做功与动能增量的关系来考虑。传送带要保持恒定速率 v，需要有驱动力来平衡摩擦力。因此驱动力做功 $A = \mu mgvt = mv^2$，但系统的动能增量为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$，因此存在能量耗散 $\Delta E = A - E_k = mv^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv^2$）

2、

解：（1）细杆的转动惯量为$\frac{1}{3}ML^2$，铁块的转动惯量为ML^2，总的转动惯量为

$J = \frac{1}{3}ML^2 + ML^2 = \frac{4}{3}ML^2$ (2 分)

选细杆、铁块和地球为研究对象，系统的机械能守恒，即

$\frac{1}{2}J\omega^2 - Mg\frac{L}{2}sin\theta - MgLsin\theta = 0$（2 分）

将总转动惯量$J = \frac{4}{3}ML^2$代入上式可得 $\omega = \sqrt{\frac{9gsin\theta}{4L}} = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{gsin\theta}{L}}$（1分）

细杆下摆到位置θ时，力矩为 $M = Mg\frac{L}{2}cos\theta + MgLcos\theta = \frac{3}{2}MgLcos\theta$（2分）

由转动定律$M = J\alpha$得，$\frac{3}{2}MgLcos\theta = \frac{4}{3}ML^2\alpha$（2分）

整理可得 $\alpha = \frac{9gcos\theta}{8L}$（1分）

（2）当细杆下摆到θ=90˚时，重力矩为零，细杆角加速度为零，角速度为

$\omega = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{g}{L}}$ （1分）

设铁块与细杆的内力为F，转轴的支持力为N，则

铁块所受合力为$F - Mg = M\omega^2L$（2分）

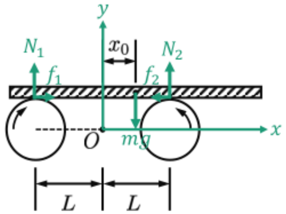
细杆所受合力为$N - Mg - F = M\omega^2\frac{L}{2}$（2分）

整理得，$N = \frac{43}{8}Mg$（2分）

答案——

四、计算

3、 解：（1）受力分析：设木板质量问 m，取 x 轴向右，原点取在图中所示 O 点处。当木板中心位于 x 处，两圆柱体对木板的支持力分别为 N_1、N_2，木板还受到圆柱体施加的沿 x 方向的滑动摩擦力。



由竖直方向上受力平衡：$N_1+N_2-mg=0$

由木板对点 O 的角动量为 0，可知合力矩为 0：$N_2L-N_1L-mgx=0$

由以上两个方程可解得$N_1=\frac{mg(L-x)}{2L}$，$N_2=\frac{mg(L+x)}{2L}$（4 分）

水平方向上的合力为：$\mu N_1-\mu N_2=\mu\frac{mg(L-x)}{2L}-\mu\frac{mg(L+x)}{2L}=-\frac{\mu mg}{L}x=ma$

整理得$\frac{d^2x}{dt^2}=-\frac{\mu g}{L}x$（2 分）

这是简谐运动的动力学方程，其通解为$x=A\cos\left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t+\varphi_0\right)$（2 分）

由初始条件$t=0$时，$A\cos\varphi_0=x_0$，$-A\sqrt{\frac{\mu g}{L}}\sin\varphi_0=0$，

可得$\varphi_0=0$，$A=x_0$

因此，简谐振动的运动方程为$x=x_0\cos\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t$（2 分）

（2）初始条件改变为$t=0$时，$A\cos\varphi_0=x_0$，$-A\sqrt{\frac{\mu g}{L}}\sin\varphi_0=v_0$

可得 $A=\sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2L}{\mu g}}$, $\tan\varphi_0=\frac{v_0}{x_0}\sqrt{\frac{L}{\mu g}}$（3 分）

若要求木板仍能作完整的简谐运动，即要求$A<L$，即

$$v_0^2<\frac{\mu g\left(L^2-x_0^2\right)}{L}$$（3 分）

运动学方程为$x=\sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2L}{\mu g}}\cos\left[\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t-arctan\left(\frac{v_0}{x_0}\sqrt{\frac{L}{\mu g}}\right)\right]$（1 分）