17-18C

6．质量为m的质点在xOy平面内运动，质点的位置矢量为$\vec{r}=a\cos\omega t\vec{i}+a\sin\omega t\vec{j}$，$a$为正的常量，则$t$时刻质点的角动量$\vec{L}$为（　　）

A. $ma^2\omega\vec{k}$　　B. $2ma^2\omega\vec{k}$　　C. $-3ma^2\omega\vec{k}$　　D. $2ma^2\cos^2\omega t\vec{k}$

答案：A

7．下列说法正确的是（　　）

A．刚体做匀速转动时，各个点的速度相等；

B．刚体做匀速转动时，各个点的加速度为零；

C．刚体做平动时，刚体上各个点只能做直线运动；

D．刚体做定轴转动时，刚体上各个点相对于转轴的角速度都相同。

答案：D

8．两个均质圆盘A和B的质量密度分别为ρ_A和ρ_B，若$\rho_A<\rho_B$，但两圆盘的质量与厚度相同。如两盘对通过盘心垂直于盘面轴的转动惯量各为J_A和J_B，则：（　　）

A．$J_A>J_B$　　B．$J_A<J_B$

C．$J_A=J_B$　　D．J_A， J_B哪个大，不能确定。

答案：A

9．悬挂与长度为 l 的线绳末端的质量为 m 的小球，在竖直平面内以小角度摆动时做简谐震动，其圆频率是：（　　）

A. $\sqrt{\frac{g}{l}}$　　B. $\sqrt{\frac{l}{g}}$

C. $2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$　　D. $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

答案：A

10．下列关于机械波的形成和传播的以下描述中哪项是正确的（　　）

A．机械波可以在真空中传输　　B．机械波的形成和传播须有波源和介质

C．横波可以在气体中传播　　D．纵波只能在固体中传播

答案：B

二、**填空题：**本大题共 10 空，每空 2 分，共 20 分。请在每小题的空格中填上正确答案。错填、不填均无

分。

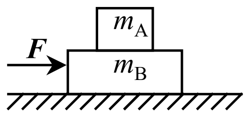
1．一质量为 m 的质点以初速度 v_0 沿 x 轴正方向运动，在运动过程中受到阻力 $f = -kv$，k 为正常数。则初始的加速度为__________，质点的最大位移为____________。

答案：$-kv/m$ （没负号扣一分）；$m\,v_0/k$

2. 在一直线上，以 $F(t)=6-2t$ 的力（t 的单位为秒，F 的单位为牛顿）施于质量 $m=2kg$，初速为 $12m/s$ 的物体上，则 8 s 末的物体的速率为____________。

答案：$v=4m/s$

3．已知 m_A =2kg，m_B =1kg，m_A 与 m_B 间及 m_B 与桌面间的摩擦系数均为 μ=0.5，今用水平力 F=10N 推 m_B，则 m_A 与 m_B 的摩擦力 f=____________，m_A 的加速度 a_A =__________.



答案： 0，0

4．刚体平动的特点：刚体内所有质元具有相同的位移、__________和____________。

答案：速度，加速度

5．已知两同频率同方向的简谐振动 x_1，x_2 振幅都为 A，x_1 初始位置为 $-A$，x_2 初始位置为 $0.5A$，初速度大于 0，则两简谐振动初相位之差：__________，以及合振动的振幅________。

答案：$\dfrac{2}{3}\pi$ ，A

6．质量为 m 的物体，从高出弹簧上端 h 处静止自由下落到竖直放置在地面上的轻弹簧上，弹簧的劲度系数为 k，则弹簧被压缩的最大距离为__________

答案：$\dfrac{mg}{k}+\sqrt{(\dfrac{mg}{k})^2+\dfrac{2mgh}{k}}$

二、**计算题：**本大题共 5 小题，每小题 12 分，共 60 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

1. 一质点在 xOy 平面作曲线运动，位置矢量沿 x 轴的分量 $x=4t+2$，位置矢量沿 y 轴的分量 $y=t^2+t+3$。求 t 时刻：（1）质点的速度；（2）质点的加速度；（3）质点的轨道方程。

参考解答： （每小题 4 分）

（1）质点的速度为

$$\upsilon_x=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=4$$

$$\upsilon_y=\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}=2t+1$$

$$\vec{\upsilon}=\upsilon_x\vec{i}+\upsilon_y\vec{j}=4\vec{i}+(t+1)\vec{j}$$

（2）质点的加速度为

$$a_x = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 0$$

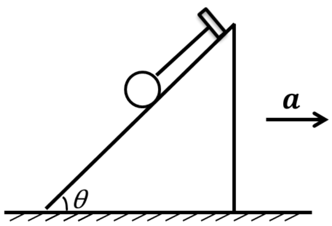
$$a_y = \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = 2$$

$$\vec{a} = 2\vec{j}$$

（3）质点的轨道方程

$$y = \frac{1}{16}x^2 + \frac{11}{4}$$

2．一光滑斜面的倾角为θ=45°，将质量为1kg的物体挂在斜面顶端。

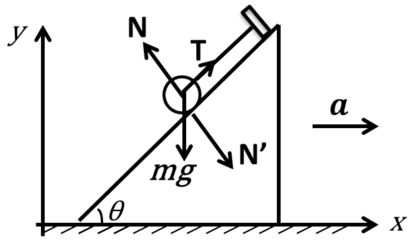


（1）当斜面以加速度$a = 3.0m/s^2$沿如图所示的方向运动时，求绳中的张力及小球对斜面的正压力。

（2）当斜面的加速度至少为多大时，小球将脱离斜面？

（其中重力加速度 $g = 10\ m/s^2$）

参考解答： （第一小题 9 分；第二小题 3 分）



（1）受力分析如图所示。

对小球，由牛顿第二定律有

x方向：$T\cos\theta - N\sin\theta = ma$

y方向：$T\sin\theta + N\cos\theta - mg = 0$

联立上述二式求解，可得

$$T = \frac{13\sqrt{2}}{2}N = 9.19N$$

$$N = \frac{7\sqrt{2}}{2}N = 4.95N$$

由牛顿第三定律，小球对斜面的压力 $N' = N = \frac{7\sqrt{2}}{2}N = 4.95N$

（2）小球刚要脱离斜面时N=0，则上面牛顿第二定律方程为

$T\cos\theta = ma$

$T\sin\theta = mg$

由此二式可解得

$a = g/\tan\theta = 10/\tan 45° = 10m/s^2$

3．一列沿 x 轴正方向传播的入射波，其波动表达式为：$y_1 = A\cos 2\pi(t-x)$ 。该波在距坐标轴原点 O 为 8 m 的 x_1 处被一垂直面反射，反射点为一波节。求：

（1）反射波的波动表达式；

（2）驻波的表达式；

（3）原点 O 到 x_1 间各个波节和波腹的坐标。

参考解答：（第一小题 6 分；第二小题 2 分；第三小题 4 分）

根据波动表达式 $y(x,t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda}\right)+\varphi_0\right]$，

可知 $\lambda = 1$，所以 8m 处为 8 λ 处。

令原点的振动表达式: $y_{10} = A\cos 2\pi t$

反射波在 O 点的振动相位比入射波在 O 点的振动相位要落后。)（考虑反射端有半波损失）

$$2\pi\frac{(2x_0)}{\lambda}+\pi = 2\pi\frac{(2\times 8\lambda)}{\lambda}+\pi = 33\pi$$

反射波在 O 点的振动表达式为

$$y_{20} = A\cos(2\pi t - 33\pi) = A\cos(2\pi t - \pi)$$

反射波的波动表达式为

$$y_2 = A\cos[2\pi(t+x)-\pi]$$

（2）驻波表达式为

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ &= A\cos[2\pi(t-x)] - A\cos[2\pi(t+x)] \\ &= 2A\sin(2\pi t)\sin(2\pi x) \end{aligned}$$

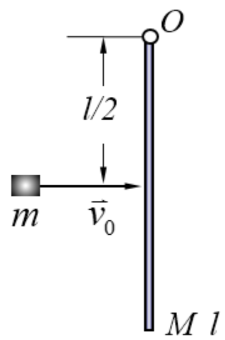
（3）原点 O 和 $x_0 = 8\lambda$ 处均为波节，相邻波节间距为 $\lambda/2$，故各波节点的坐标为

$$x_N = \frac{k}{2} \qquad (k = 0,1,2,\cdots,16)$$

各波腹点的坐标为

$$x_L = \frac{1}{4}+\frac{k}{2} \qquad (k = 0,1,2,\cdots,15)$$

4．如图所示，质量为 M，长为 l 的均匀细棒静止于水平桌面上，细棒可绕通过其端点 O 的竖直固定光滑轴转动，棒与桌面间的滑动摩擦系数为 μ。今有一质量为 m 的滑块在水平面内以 v_0 的速度垂直于棒长的方向与棒的中心端相碰，碰撞后滑块的速率不变且向相反运动。求：



（1）碰撞后细棒所获得的初始角速度大小；

（2）碰撞后细棒在转动过程中所受的摩擦力矩；

（3）碰撞后细棒到最后停止转动所需要的时间。

（1）根据角动量守恒：

$\frac{l}{2}mv_0 = -\frac{l}{2}mv_0 + J\omega_0$

$J = \frac{1}{3}Ml^2$

将①②式联立可得：

$\omega_0 = \frac{3mv_0}{Ml}$

（2）$dM = \lambda dx$

单位长度受到的摩擦力矩为：

$dM_f = x \cdot \mu\lambda dxg$

所受摩擦力矩为

$M_f = \int_0^l \mu\lambda gxdx = \frac{1}{2}\mu Mgl$

方向：顺时针方向

（3）$M_f = J\alpha$

$\alpha = \frac{3\mu g}{2l}$

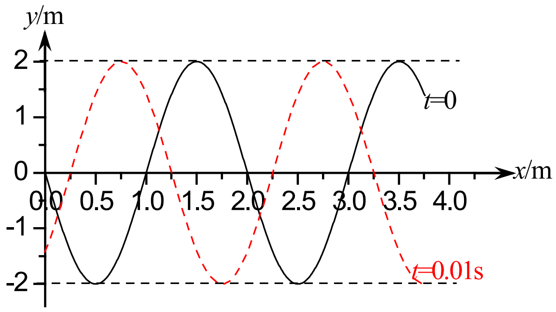
$\omega = \omega_0 - \alpha t = 0$

$t = \frac{\omega_0}{\alpha} = \frac{2mv_0}{\mu Mg}$

5．一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波在 0 s 和 0.01 s 的波形图如图所示，假设该时段内波动向前传输的距离小于一个波长，

(1) 求该平面简谐波的波速和初相位；

(2) 写出该平面简谐波的波函数。



参考解答：（第一小题 4 分；第二小题 8 分）

解：(1) 根据图可知：波长 λ=2m，固在该时间段内的

$u \cdot \Delta t = 1.25 - 0$

$u = 125\,\text{m/s}$

因为 $y_{O0} = 0$，$v_{O0} > 0$，所以 $\varphi_0 = \pi$

(2) 根据图可知：A=2 m

周期 $T = \dfrac{\lambda}{u} = 0.016\,\text{s}$；

圆频率 $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 125\pi$；

$$y(x,t) = 2 \cdot \cos\left[125\pi\left(t - \frac{x}{125}\right) + \pi\right]$$