一、**选择题**：本题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。请在每小题的括号中填上正确答案。每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

1．下列哪一个物理量是标量：（　　）

A．速度　　B．动能　　C．角动量　　D．平均速度

答案：B. 动能

2．从地面开始的斜抛运动（向前 x 方向，向上 y 方向），零时刻抛出，t 时刻落地，以下哪个表达式表示射程？（　　）

A．$\int_0^t v dt$　　B．$\int_0^t v_x dt$　　C．$\int_0^t v_y dt$　　D．$\int_0^t \left|v_y\right| dt$

答案：B

3．设在光滑水平面内有一质量为 m 的质点，先有一沿 x 正方向，大小恒为 F_1 的力作用在其上，持续时间为Δt_1，后有一沿 x 负方向大小恒为 F_2 的力作用在其上，持续时间为Δt_2，则质点 m 在两个力作用后动量的变化为（　　）

A．$F_1\Delta t_1 + F_2\Delta t_2$　　B．$(F_1 - F_2)(\Delta t_1 + \Delta t_2)$

C．$F_1\Delta t_1 - F_2\Delta t_2$　　D．$(F_1 + F_2)(\Delta t_1 + \Delta t_2)$

答案：C

4．下列关于保守力和非保守力说法正确的是：（　　）

A．只有保守力做功时，质点系的动能守恒。

B．当仅存在非保守内力做功时，质点系动量不守恒。

C．当仅存在非保守内力做功时，质点系机械能不守恒。

D．保守力做功不改变质点的动能，非保守力做功会改变质点的动能。

答案：C

5．动能为 E_k 的物体 A 与静止的物体 B 碰撞。设物体 A 的质量为物体 B 的二倍，即 $m_A = 2m_B$，若碰撞为完全非弹性的，则碰撞后两物体总动能为（　　）

A．E_k　　B．$\frac{2}{3}E_k$　　C．$\frac{1}{2}E_k$　　D．$\frac{1}{3}E_k$

答案：B

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

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。

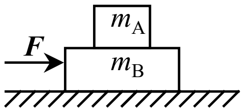
1．一质量为 m 的质点以初速度 v_0 沿 x 轴正方向运动，在运动过程中受到阻力 $f = -kv$，k 为正常数。则初始的加速度为___________，质点的最大位移为_____________。

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：$\frac{2}{3}\pi$ ，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：$\frac{mg}{k}+\sqrt{(\frac{mg}{k})^2+\frac{2mgh}{k}}$

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

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

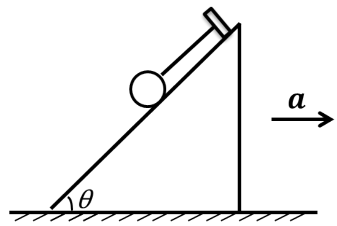
$$a_y = \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = 2$$

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

（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。



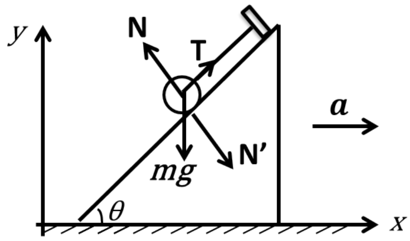
（1）当斜面以加速度$a = 3.0m/s^2$沿如图所示的方向运动时，求绳中的张力及小球对斜面的正压力。

（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

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

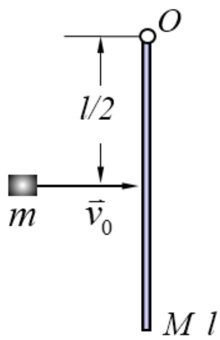
（3）原点 O 和 $x_0=8\lambda$ 处均为波节，相邻波节间距为 $\lambda/2$，故各波节点的坐标为

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

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。

参考解答：（每小题 4 分）

（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

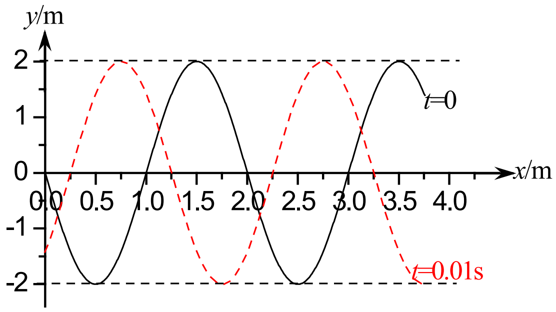
（3）$M_f=J\alpha$

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

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

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

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

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

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

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

(2) 根据图可知：A=2 m

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

圆频率 $\omega=\dfrac{2\pi}{T}=125\pi$；

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