《大学物理C》测试2参考答案

专业：

学院：

学号：

姓名：

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_1 时刻落地，以下哪个表达式表示射程？（　　）

A．$\int_0^{t_1} v dt$　　B．$\int_0^{t_1} v_x dt$　　C．$\int_0^{t_1} v_y dt$　　D．$\int_0^{t_1} |v_y| dt$

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．当存在非保守的内力时，质点系动量不守恒。

C．当存在非保守的内力时，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，以不变速率 v 沿水平光滑轨道垂直撞击墙面，撞击后被反弹，假设撞击为完全弹性碰撞，并规定碰撞前质点运动方向为正方向，则质点作用于墙面的冲量为 （ ）

A． mv B． $2mv$ C． $-mv$ D． $-2mv$

答案：B

7．下列说法正确的是（ ）

A．刚体做匀速转动时，各个点的加速度为零；

B．刚体做平动时，刚体上各个点只能做直线运动；

C．任意时刻，刚体上各个点的速率都相同，则刚体做平动；

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． $\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ B． $\sqrt{\dfrac{l}{g}}$

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

答案：A

10．下列关于机械波的形成和传播的描述中哪项是正确的（）

A．机械波可以在真空中传输 B．必须存在波源

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. 设某人的质量为 50 kg，若将其带到月球上，此人的质量为__________，其受到的重力为___________。

（地球上重力加速度取 9.8 m/s^2，月球上重力加速度取 1.63 m/s^2）

答案：50 kg，81.5 N

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：$\upsilon=4m/s$

3．一个封闭系统中，保守力做正功，系统机械能______________；非保守力做正功，系统机械能____________。（填“增加”、“不变”或“减少”）

答案：不变；增加

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．驻波中最近邻的两个波节的间距是波长的__________倍，相邻的波腹与波节之间距离是波长的__________倍。

答案：1/2， 1/4

6．一横波的波动方程是 $y=5\cos\pi(50t-0.2x)(SI)$，则波的传播速度是_ ___。

答案： 250 m/s

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）质点的运动方程；（2）质点的速度；（3）质点的加速度；（4）质点的轨道方程。

参考解答：【可能考虑改变一下 x，y 的式子】

（1）位置矢量的表达式（质点运动方程）为

$$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}=(4t+2)\vec{i}+(t^2+t+3)\vec{j} \qquad ①$$

（2）质点的速度为

$$\upsilon_x=\frac{dx}{dt}=4 \qquad ②$$

$$\upsilon_y=\frac{dy}{dt}=2t+1 \qquad ③$$

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

（3）质点的加速度为

$$a_x=\frac{d\upsilon_x}{dt}=0 \qquad ⑤$$

$$\upsilon_y = \frac{\mathrm{d}\upsilon_y}{\mathrm{d}t} = 2 \qquad ⑥$$

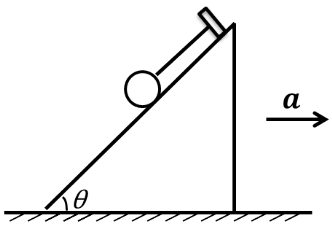
$$\vec{a} = (t+1)\vec{j} \qquad ⑦$$

（4）质点的轨道方程

$$y = \frac{1}{16}x^2 + \frac{11}{4} \qquad ⑧$$

评分参考：①⑧各 3 分，②③④⑤⑥⑦各 1 分，本小题总分 12 分。

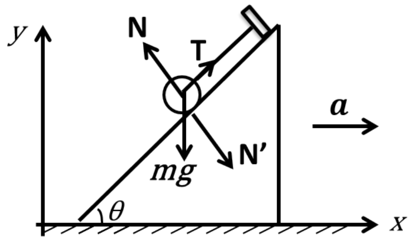
2．一光滑斜面的倾角为α=45°,将质量为1kg的物体挂在斜面顶端。



（1）当斜面以加速度$a = 3.0m/s^2$沿如图所示的方向运动时，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。

参考解答：【符号需要更正，与图对应，公式需要重新输入】



（1）受力分析如图所示。　①

对小球，由牛顿第二定律有

x方向：$T\cos\theta - N\sin\theta = ma$　②

y方向：$T\sin\theta - N\cos\theta - mg = 0$　③

联立上述二式求解，可得

$$T = m(a\cos\alpha + g\sin\alpha) = 1\times(3\times\cos 45° + 9.8\sin 45°) = 9.05N$$
$$N = m(g\cos\alpha - a\sin\alpha) = 1\times(9.8\times\cos 45° - 3\sin 45°) = 4.81N \qquad ④⑤$$

由牛顿第三定律，小球对斜面的压力 $N' = N = 4.81N$　⑥

（2）小球刚要脱离斜面时N=0，则上面牛顿第二定律方程为

$T\cos\theta = ma$　⑦

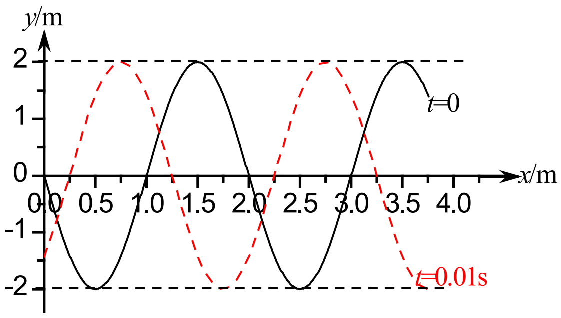
$T\sin\theta = mg$　⑧

由此二式可解得

$a = g/\tan\theta = 9.8/\tan 45° = 9.8m/s^2$　⑨

评分参考：①作图分析 1 分，②③④⑤⑥各 1 分，⑦⑧⑨各 2 分，本小题总分 12 分。

3．一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波在 0s 和 1s 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。 （11 分）

参考解答：

解：(1) 根据图可知：波长 λ=2m，固在该时间段内的 $u\cdot\Delta t = 1.25-0$

$u = 125\,\text{m/s}$ （2 分）

因为 $y_{O0}=0$， $v_{O0}>0$，所以 $\varphi_0=\pi$ （2 分）

(2) 根据图可知：A=2 m （1 分）

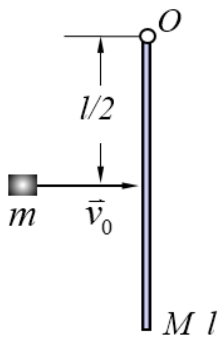
周期 $T=\dfrac{\lambda}{u}=0.016\,\text{s}$； （2 分）

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

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

评分参考：①②各 1 分，④⑤各 2 分，③⑥各 3 分，本小题总分 12 分。

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：

（1）根据角动量守恒：

$$\frac{l}{2}mv_0=-\frac{l}{2}mv_0+I\omega_0 \qquad ①$$

$$I=\frac{1}{3}Ml^2 \qquad ②$$

将①②式联立可得：

$\omega_0 = \frac{3mv_0}{Ml}$ ③

（2）$dM = \lambda dx$ ④

单位长度受到的摩擦力矩为：

$dM_f = x \cdot \mu\lambda dxg$ ⑤

所受摩擦力矩为

$M_f = \int_0^l \mu\lambda gxdx = \frac{1}{2}\mu Mgl$ ⑥

方向：$\otimes$ ⑦

（3）$M_f = I\alpha$ ⑧

$\alpha = \frac{3\mu g}{2l}$ ⑨

$\omega = \omega_0 - \alpha t = 0$ ⑩

$t = \frac{\omega_0}{\alpha} = \frac{2mv_0}{\mu Mg}$ ⑪

评分参考：①式 2 分，②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪各 1 分，本小题总分 12 分。

5．一列沿 x 轴正方向传播的入射波的波动表达式为

$y_1 = A\cos 2\pi(t - x)$

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：

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

可知 $\lambda = 1$，所以 8m 处为 8λ 处。 **2 分**

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

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

反射波的波动表达式为

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

（2）驻波表达式为

$$y = y_1 + y_2$$
$$= A\cos[2\pi(t - x)] - A\cos[2\pi(t + x)]$$ **5 分**
$$= 2A\sin(2\pi t)\sin(2\pi x)$$

（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

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

各波腹点的坐标为

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

评分参考：①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪各 1 分，本小题总分 12 分。