班级：＿＿＿＿　姓名：＿＿＿＿　学号：＿＿＿＿　周次：3

一、选择题（每题 6 分，共计 30 分，未写必要过程每题扣 2 分）

1、波动是振动状态在空间的传播，同时也是能量的传播，以下关于波动说法正确的是：（ C ）

(A)　波源不动时，波源的振动周期与波动的周期在数值上是~~不同的~~ 相同

(B)　波源振动的速度与波速$\boxed{\text{相同}}$ 不相同

(C)　在波传播方向上的任一质点振动相位总是比波源的相位滞后(按差值不大于 π 计)

(D)　在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位~~超前~~滞后(按差值不大于 π 计)

概念题无须过程

2、机械波的表达式为$y = 0.03\cos(6\pi t + 0.01x)$ (SI)，则　(B)　$y = 0.03\cos\left[6\pi\left(t + \frac{x}{600\pi}\right)\right]$

(A)　其振幅为$3\ m$ $= 0.03$　　(B)　其周期为$\frac{1}{3}s$　　$\omega = 6\pi$

(C)　其波速为~~$10\ m/s$~~ $600\pi\ m/s$　　(D)　波沿 x 轴~~正~~负向传播　　$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{3}(s)$

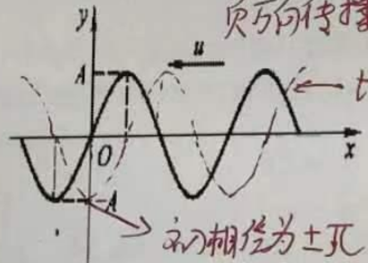
3、一平面简谐波，沿x轴负方向传播，角频率为ω，波速为u.设$t = \frac{T}{4}$时刻的波形如图所示，则该波的表达式为(　D　)

(A) $y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \pi\right]$ 正方向传播

(B) $y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$

(C) $y = A\cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$

(D) $y = A\cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \pi\right]$



负方向传播
t=0时刻波形图
初相位为±π

4、如图所示，有一平面简谐波沿 x 轴负方向传播，坐标原点 O 的简谐运动方程为$y = A\cos(\omega t + \phi_0)$，则 B 点的运动方程为(　　)

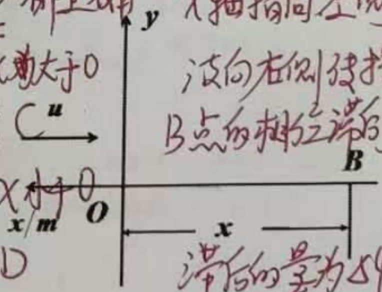
C或D都正确，x轴指向左侧

(A) $y = A\cos\left[\omega t - \frac{x}{u} + \phi_0\right]$　若此处认为x为大于0的值则选C

(B) $y = A\cos\omega\left(t + \frac{x}{u}\right)$

(C) $y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \phi_0\right]$

(D) $y = A\cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \phi_0\right]$　若此处认为x为小于0的值则选D



波向右侧传播
B点的相位滞后于O点
滞后的量为$\Delta\varphi = -\omega\frac{|x|}{u}$

5、一平面简谐波在弹性媒质中传播，在某一瞬时，媒质中某质元正处于平衡位置，此时它的能量是(C)

(A)　动能为零，势能最大.　　(B)　动能为零，势能为零.

(C)　动能最大，势能最大.　　(D)　动能最大，势能为零.

概念题，无须过程.

二、填空题（每空 3 分，共计 51 分，未写必要过程每题扣 2 分）

1、如图所示，一平面简谐波在 t=0 时的波形图，则 O 点的振动方程 $y_0(t)=0.04\cos\left(\frac{2\pi}{5}t-\frac{\pi}{2}\right)$ 或 $0.04\cos\left(\frac{2\pi}{5}t+\frac{3\pi}{2}\right)$

该波的波动方程 $\boxed{y(x,t)=0.04\cos\left[\frac{2\pi}{5}\left(t-\frac{x}{0.08}\right)-\frac{\pi}{2}\right] = 0.04\cos\left(\frac{2\pi}{5}t-5\pi x-\frac{\pi}{2}\right)}$

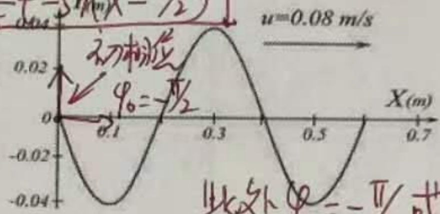
由图可知：$A=0.04\ (m)$

$\lambda=0.4\ (m)$

$u=0.08\ m/s$

所以 $T=\frac{\lambda}{u}=\frac{0.4}{0.08}=5\ (s)$

$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2}{5}\pi$



此处 $\varphi_0=-\pi/2$ 或 $\frac{3\pi}{2}$ 都可

2、频率为 500Hz 的简谐波，波速为 350m/s，则沿波传播的方向，相差为 60°的两点间相距 0.117 或 $\frac{0.7}{6}$

$T=\frac{1}{\nu}=\frac{1}{500}\Rightarrow\lambda=u\cdot T=350\times\frac{1}{500}=0.7\ (m)$

一个波长对应 $2\pi\ (360°)\Rightarrow$ 则 60° 对应 $\frac{1}{6}$ 的波长 $\Rightarrow\Delta r=\frac{\lambda}{6}=\frac{0.7}{6}m$

3、已知钢的密度为 $7.8\times10^3kg/m^3$，钢棒中声速为 5100m/s，则钢的杨氏模量大小为 $2.029\times10^{11}\ Pa$　由 $u=\sqrt{E/\rho}\Longrightarrow E=u^2\rho=5.1\times5.1\times7.8\times10^9=202.9\times10^9\ Pa$

4、据报道，1976 年唐山大地震时，当地居民曾被猛地向上抛起 2m 高（假设人获得了和地面相同的振动速度），设地震波为简谐波，且频率为 1Hz，波速为 3km/s，则它的波长为 3Km，振幅为 0.996 或 1 (m)

因为 $\nu=1Hz\Rightarrow T=1(s)$　波速 $u=3km/s\Rightarrow\lambda=u\cdot T=3km$　$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi$

振动速度 $v_{max}=A\cdot\omega=\sqrt{2gh}\Rightarrow A=\sqrt{2gh}/\omega=0.996(m)$

5、物体的弹性形变分为：线变、剪切形变、体变，反映材料本身弹性的三个物理量为：杨氏模量 E、剪切模量 G 和体变模量 K（用文字和字母表述）

无须过程

6、平面简谐波的动力学方程为 $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}=u^2\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$；其中波速决定于介质的弹性和密度。弹性越强的介质，波速 u 越 大；密度越大的介质波速 u 越 小。

无须过程

7、波传播时，介质单位体积内的能量称为 能量密度；单位时间内通过横截面积 S 的能量称为 能流；通过单位横截面积，一周期内能流的平均值称为 平均能流（波的强度） 密度

无须过程

8、余弦波 $y=A\cos\omega(t-\frac{x}{c})$ 在介质中传播，介质密度为 ρ，波的传播过程也是能量传播过程，不同相位的波阵面所携带的能量也不同，若在某一时刻去观察位相

动能：$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\rho\Delta VA^2\omega^2\sin^2\left[\omega\left(t-\frac{x}{c}\right)\right]=$ 势能

速度：$v=\frac{\partial y}{\partial t}=-A\omega\sin\omega\left(t-\frac{x}{c}\right)$　机械能：$E=E_p+E_k=\rho\Delta VA^2\omega^2\sin^2\omega\left(t-\frac{x}{c}\right)$

当 $\varphi=\omega\left(t-\frac{x}{c}\right)=\pi/2\Rightarrow E=\rho\Delta VA^2\omega^2\Rightarrow\varepsilon=\rho A^2\omega^2$

同理，当 $\varphi=\pi=\omega(t-\frac{x}{c}) \Rightarrow E=0 \Rightarrow \varepsilon=0$

为$\frac{\pi}{2}$处的波阵面，能量密度为 $\rho A^2\omega^2$；波阵面位相为π处的能量密度为 0。

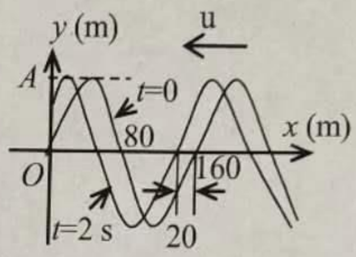
三、计算题（两题，共计 19 分，含必要解题过程）

1、（本题 12 分）图示一平面余弦波在 $t=0$ 时刻与 $t=2\,s$ 时刻的波形图．波长，$\lambda=160m$，求：

(1) 波速和周期；

(2) 坐标原点处介质质点的振动方程；

(3) 该波的波动表达式．



此题应给出波速 $u=10\,m/s$ 否则有多种可能．

解：(1) $u=10\,m/s \Rightarrow T=\frac{\lambda}{u}=\frac{160}{10}=16\,(s)$

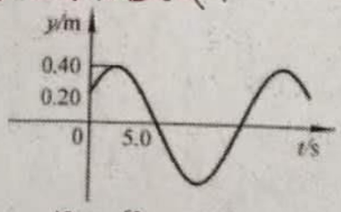
(2) 初相位：$\varphi_0=-\pi/2$ 或 $\frac{3\pi}{2}$　$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{16}=\frac{\pi}{8}$ (1/s)

$\Rightarrow y_0(t)=A\cos(\frac{\pi}{8}t-\frac{\pi}{2})$ 或 $y_0(t)=A\cos(\frac{\pi}{8}t+\frac{3\pi}{2})$

(3) $y(x,t)=A\cos[\frac{\pi}{8}(t+\frac{x}{u})-\pi/2]=A\cos[\frac{\pi}{8}(t+\frac{x}{10})-\frac{\pi}{2}]$

或为$\frac{3\pi}{2}$　　或为$\frac{3\pi}{2}$

2、（本题 7 分）如图所示一平面简谐波，波长为 12 m，沿 x 轴负方向传播，图示为 $x=1.0\,m$ 处质点的振动曲线，求此波的波动方程．应求波函数．



解：$y_1(t)=A\cos(\omega t+\varphi_0)$

由振动图像可得：$A=0.4$　$\varphi_0=-\frac{\pi}{3}$

由 5s 时刻的相位可知：$\varphi_5=\frac{\pi}{2}$　　$\omega=\frac{\varphi_5-\varphi_0}{t}=\frac{\frac{\pi}{2}-(-\frac{\pi}{3})}{5}=\frac{\pi}{6}$　$T=\frac{2\pi}{\omega}=12(s)$

所以 $x=1$ 处的振动方程为：$y_1(t)=0.4\cos(\frac{\pi}{6}t-\frac{\pi}{3})$

又因为波长为 12 m $\Rightarrow u=\lambda/T=\frac{12}{12}=1\,m/s$

波负方向传播，$y(x,t)=A\cos[\omega(t+\frac{x-1}{u})-\pi/3]$

$=0.4\cos[\frac{\pi}{6}(t+x-1)-\frac{\pi}{3}]$