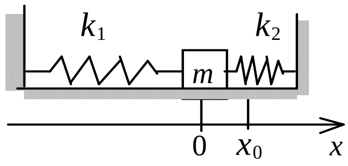
一、 选择题

1. 如图所示，一质量为 m 的滑块，两边分别与劲度系数为 k_1 和 k_2 的轻弹簧联接，两弹簧的另外两端分别固定在墙上．滑块 m 可在光滑的水平面上滑动，0 点为系统平衡位置．将滑块 m 向右移动到 x_0，自静止释放，并从释放时开始计时．取坐标如图所示，则其振动方程为：



(A) $x = x_0\cos[\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}\,t]$.　　(B) $x = x_0\cos[\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}\,t]$.

(C) $x = x_0\cos[\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}\,t+\pi]$.　　(D) $x = x_0\cos[\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}\,t+\pi]$.

(E) $x = x_0\cos[\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}\,t]$.

[A]

2. 轻弹簧上端固定，下系一质量为 m_1 的物体，稳定后在 m_1 下边又系一质量为 m_2 的物体，于是弹簧又伸长了Δx．若将 m_2 移去，并令其振动，则振动周期为

(A) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2\Delta x}{m_1 g}}$.　(B) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1\Delta x}{m_2 g}}$.

(C) $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m_1\Delta x}{m_2 g}}$.　(D) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2\Delta x}{(m_1+m_2)g}}$.

[B]

3. 一沿 x 轴传播的平面简谐波，频率为ν．其微分方程为

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{16}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\quad \text{(SI)}.$$

则

(A) 波速为 16 m/s.　　(B) 波速为 1/16 m/s.

(C) 波长为 4 m.　　(D) 波长等于 $\frac{4}{\nu}$ (SI).

[D]

4. 某一周期性振动的数学表达式为

$$x = 2a(1+\cos\omega_0 t)\cos\omega t \qquad (\omega = m\omega_0,\ m\ \text{整数}).$$

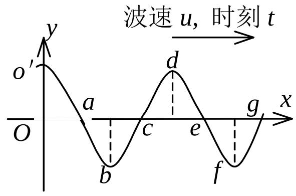
该振动可以分解为三个简谐振动，它们的角频率分别为 $m\omega_0$、$(m+1)\omega_0$ 和 $(m-1)\omega_0$；而其中两个简谐振动分别为 a 和 $2a$，另一个简谐振动的振幅为

(A) a.　　(B) $2a$.

(C) $3a$.　　(D) $4a$.

[A]

5. 一列机械横波在 t 时刻的波形曲线如图所示，则该时刻能量为最大值的媒质质元的位置是：



(A) o'，b，d，f.　　(B) a，c，e，g.

(C) o'，d.　　(D) b，f.

[B]

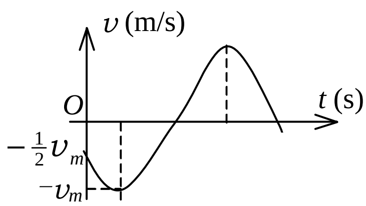
6. 一轻弹簧，上端固定，下端挂有质量为 m 的重物，其自由振动的周期为 T. 今已知振子离开平衡位置为 x 时，其振动速度为 υ，加速度为 a. 则下列计算该振子劲度系数的公式中，错误的是：

(A) $k = m\upsilon_{\max}^2 / x_{\max}^2$.　　(B) $k = mg/x$.

(C) $k = 4\pi^2 m / T^2$.　　(D) $k = ma/x$.

[B]

7. 用余弦函数描述一简谐振子的振动．若其速度～时间（υ～t）关系曲线如图所示,则振动的初相位为



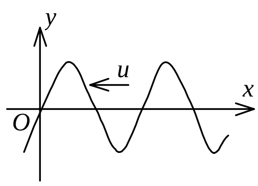
(A) π/6.　　(B) π/3.

(C) π/2.　　(D) 2π/3.

(E) 5π/6.

[A]

8. 图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 t = 0 时刻的波形．若波的表达式以余弦函数表示，则 O 点处质点振动的初相为

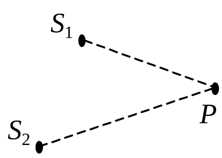


(A) 0.　　(B) $\frac{1}{2}\pi$.

(C) π.　　(D) $\frac{3}{2}\pi$.

[D]

9. 如图所示，S_1 和 S_2 为两相干波源，它们的振动方向均垂直于图面，发出波长为λ 的简谐波，P 点是两列波相遇区域中的一点，已知 $\overline{S_1P} = 2\lambda$，$\overline{S_2P} = 2.2\lambda$，两列波在 P 点发生相消干涉．若 S_1 的振动方程为 $y_1 = A\cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$，则 S_2 的振动方程为

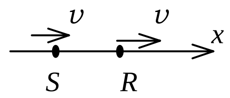


(A) $y_2 = A\cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$.　　(B) $y_2 = A\cos(2\pi t - \pi)$.

(C) $y_2 = A\cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$.　　(D) $y_2 = 2A\cos(2\pi t - 0.1\pi)$.

[D]

10. 声源 S 和接收器 R 均沿 x 方向运动，已知两者相对于媒质的运动速率均为 υ，如图所示．设声波在媒质中的传播速度为 u，声源振动频率为 ν_S，则接收器测得的频率 ν_R 为



(A) $\dfrac{u+\upsilon}{u-\upsilon}\nu_S$．　　(B) $\dfrac{u-\upsilon}{u+\upsilon}\nu_S$．

(C) $\dfrac{u+\upsilon}{u}\nu_S$．　　(D) $\dfrac{u-\upsilon}{u}\nu_S$．

(E) ν_S．

[E]

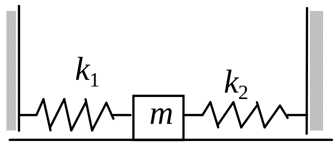
11. 若频率为 1200 Hz 的声波和 400 Hz 的声波有相同的振幅，则此两声波的强度之比是

(A) 1:3　　(B) 1:1

(C) 3:1　　(D) 9:1

[D]

12. 如图所示，质量为 m 的物体由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接，在水平光滑导轨上作微小振动，则系统的振动频率为

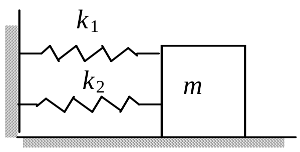


(A) $\nu = 2\pi\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$．　　(B) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$．

(C) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$．　　(D) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$．

[B]

13. 如图所示，质量为 m 的物体由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接在水平光滑导轨上作微小振动，则该系统的振动频率为



(B) $\nu = 2\pi\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$．　　(B) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$．

(C) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$．　　(D) $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$．

[B]

二、 填空题

1. 两个同方向同频率的简谐振动，其合振动的振幅为 20 cm，与第一个简谐振动的相位差为 $\phi-\phi_1=\pi/6$．若第一个简谐振动的振幅为 $10\sqrt{3}$ cm = 17.3 cm，则第二个简谐振动的振幅为___________________ cm，第一、二两个简谐振动的相位差 $\phi_1-\phi_2$ 为____________．

10　　$-\dfrac{1}{2}\pi$

2. 两列振动方向互相垂直的平面简谐机械波相遇，在相遇区域内，媒质质点的运动轨迹为圆，则这两列波应满足的条件是：频率__________________；在各相遇点振动相位差____________________；振幅_________________．

相同；　　为$\frac{1}{2}\pi$　或$\frac{3}{2}\pi$；　　　相同．

3. 一质点作简谐振动，速度最大值 υ_m = 5 cm/s，振幅 A = 2 cm．若令速度具有正最大值的那一时刻为 t = 0，则振动表达式为________________________．

$$x = 2\times 10^{-2}\cos(5t/2-\frac{1}{2}\pi)\quad \text{(SI)}$$

4. 一汽笛发出频率为 700 Hz 的声音，并且以 15 m/s 的速度接近悬崖．由正前方的悬崖反射回来的声波波长是（已知空气中声速为 330 m/s）______________．

0.45 m

5. 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 x = 0 处发生反射，反射波的表达式为

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

已知反射点为一自由端，则由入射波和反射波形成的驻波的波节位置的坐标为

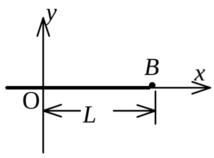
_____________________________________．

$$x = (k+\frac{1}{2})\frac{1}{2}\lambda,\ k = 0,1,2,3,\cdots$$

6. 一点波源作简谐振动，周期为(1／100) s，此振动以 υ = 400 m/s 的速度向四周传播，在距离波源 1 m 处质点振动的振幅为 5×10^{-6} m，媒质均匀且不吸收能量．以波源经平衡位置向正方向运动时作为计时零点，则此波动沿某一波线的波动表达式为 y = ________________．

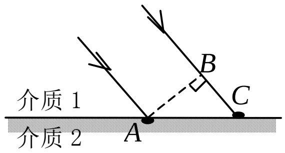
$$(5\times 10^{-6}/r)\cos[200\pi(t-r/400)-\frac{1}{2}\pi]\quad \text{(SI)}$$

7. 沿弦线传播的一入射波在 x = L 处（B 点）发生反射，反射点为自由端（如图）．设波在传播和反射过程中振幅不变，且反射波的表达式为 $y_2 = A\cos 2\pi(\nu t + \frac{x}{\lambda})$， 则入射波的表达式为 y_1 =________________．

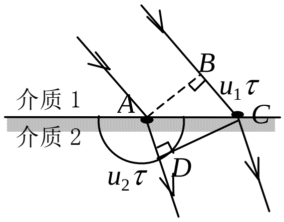


$$A\cos 2\pi(\nu t - \frac{x}{\lambda} + 2\frac{L}{\lambda})$$

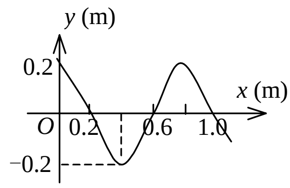
8. 如图所示，一列平面波入射到两种介质的分界面上．AB 为 t 时刻的波前．波从 B 点传播到 C 点需用时间 τ．已知波在介质 1 中的速度 u_1 大于波在介质 2 中的速度 u_2．试根据惠更斯原理定性地画出 $t+\tau$ 时刻波在介质 2 中的波前．



DC 为 $t+\tau$ 时刻波在介质 2 中的波前



9. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播，波速 u = 100 m/s，t = 0 时刻的波形曲线如图所示．可知波长 λ = ____________； 振幅 A = __________； 频率 ν = ____________．



0.8 m　　　　　　　0.2 m　　　　　　　125 Hz

10. 在固定端 x = 0 处反射的反射波表达式是 $y_2 = A\cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$．设反射波无能量损失，那么入射波的表达式是 y_1 = ________________________；

形成的驻波的表达式是 y = ____．

$A\cos[2\pi(\nu t + x/\lambda) + \pi]$　　　　$2A\cos(2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi)\cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$

11. 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.025\cos(125t - 0.37x)$ (SI)，其角频率 ω =__________________________，波速 u =______________________，

波长 λ = _________________．

125 rad/s　　　　　338 m/s　　　　　17.0 m

12. 如果入射波的表达式是 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda})$，在 x = 0 处发生反射后形成驻波，反射点为波腹．设反射后波的强度不变，则反射波的表达式

y_2 = ____； 在 $x = 2\lambda/3$ 处质点合振动的振幅等于______________________．

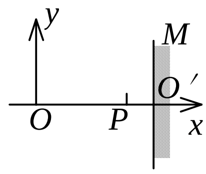
$A\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$　　　　A

三、 计算题

1. 如图，一角频率为ω，振幅为A的平面简谐波沿x轴正方向传播，设在$t=0$时该波在原点O处引起的振动使媒质元由平衡位置向y轴的负方向运动．M是垂直于x轴的波密媒质反射面．已知$OO'=7\lambda/4$，$PO'=\lambda/4$（λ为该波波长）；设反射波不衰减，求：

(1) 入射波与反射波的表达式;;

(2) P点的振动方程．



解：设O处振动方程为 $y_0 = A\cos(\omega t+\phi)$

当$t=0$时， $y_0=0$，$v_0<0$，∴ $\phi=\frac{1}{2}\pi$

∴ $y_0 = A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$

故入射波表达式为 $y = A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}x)$

在O'处入射波引起的振动方程为

$y_1 = A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{7}{4}\lambda) = A\cos(\omega t-\pi)$

由于M是波密媒质反射面，所以O'处反射波振动有一个相位的突变π．

∴ $y_1' = A\cos(\omega t-\pi+\pi) = A\cos\omega t$

反射波表达式 $y' = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\overline{OO'}-x)] = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{7}{4}\lambda-x)]$

$= A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$

合成波为 $y = y+y' = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}] + A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$

$= 2A\cos\frac{2\pi}{\lambda}x\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$

将P点坐标 $x=\frac{7}{4}\lambda-\frac{1}{4}\lambda=\frac{3}{2}\lambda$ 代入上述方程得P点的振动方程

$y = -2A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$

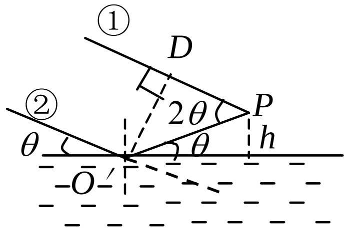
2. 一微波探测器位于湖岸水面以上 0.5 m 处，一发射波长 21 cm 的单色微波的射电星从地平线上缓慢升起，探测器将相继指出信号强度的极大值和极小值．当接收到第一个极大值时，射电星位于湖面以上什么角度？

解：如图，P为探测器，射电星直接发射到P点的波①与经过湖面反射有相位突变π的波②在P点相干叠加，波程差为

$$\Delta = \overline{O'P}-\overline{DP}+\frac{1}{2}\lambda = \frac{h}{\sin\theta}-\frac{h}{\sin\theta}\cos 2\theta+\frac{\lambda}{2}$$

$= \lambda k = \lambda$ （取 $k = 1$）

$$h(1-\cos 2\theta) = \frac{1}{2}\lambda \sin\theta$$



∵ $$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2\theta$$

∴ $$2h\sin\theta = \frac{1}{2}\lambda$$

$$\sin\theta = \lambda/(4h) = 0.105$$

$$\theta = 6^\circ$$

3.由振动频率为 400 Hz 的音叉在两端固定拉紧的弦线上建立驻波. 这个驻波共有三个波腹，其振幅为 0.30 cm．波在弦上的速度为 320 m/s．

(1) 求此弦线的长度．

(2) 若以弦线中点为坐标原点，试写出弦线上驻波的表达式．

解：(1) $$L = 3\times\frac{1}{2}\lambda$$

$$\lambda\nu = u$$

∴ $$L = \frac{3}{2}\frac{u}{\nu} = \frac{3}{2}\times\frac{320}{400\text{m}} = 1.20 \quad \text{m}$$

(2) 弦的中点是波腹，故

$$y = 3.0\times10^{-3}\cos(2\pi x/0.8)\cos(800\pi t + \phi) \quad \text{(SI)}$$

式中的ϕ 可由初始条件来选择.