**《大学物理II》作业 No.02 波动 （C卷）**

**班级 \_\_\_\_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_\_\_**

1. 选择题
2. 把一根十分长的绳子拉成水平，固定其一端，用手握住另一端。维持拉力恒定，使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动，则：［ B ］(A) 振动频率越高，波长越长 (B) 振动频率越低，波长越长
3. 振动频率越高，波速越大 (D) 振动频率越低，波速越大

**解：**因维持绳中拉力恒定，则波速(见教材13.1.7式)恒定，而。故频率越大，波长越小；反之频率越小，波长越大。故选B。

1. 一平面简谐波的波动方程为(SI)，*t* = 0时的波形曲线如图所示。则正确的量有：[ C ]
2. 原点的振幅为−0.1 m



1. 波长为3 m  
   (C) *a* 、*b*两点位相差

(D) 波速为9 m⋅s-1

**解：**由波动方程可知：，； *a*、*b*两点间相位差为：。

1. 一平面简谐波沿*Ox*正方向传播，波动方程为 (SI)，该波在*t*=0.5s时刻的波形图是：[ B ]





**解：**由波动方程知，其周期为，，原点处质点在时刻相位为，处在平衡位置；又由于沿正方向传播，故后原点处质点运动到负最大位移处，故选B。

1. 图中画出一平面简谐波在*t* = 2 s时刻的波形图，则*P*点介质元的振动方程是：[ C ]

*P*

*y* (m)

*x* (m)

0.005

0.01

*u* =200 m/s

*O*

100

1.  (SI)
2.  (SI)
3.  (SI)
4.  (SI)

**解：**由题图知*t* = 2 s时*O*点的位移为0，且向*y*轴正方向运动（因波沿*x*轴负方向传播），则由波动方程标准形式该波的波动方程：

平衡位置在*P*点的质点位置*x*满足

即有，故*P*点的质点的振动方程为：

 (SI)。

或者：

**解：由波形曲线可知：振幅，角频率，已知平衡位置在*p*点的质点*t* = 2 s的相位为，则：，所以，故该点的振动方程为：或。**

1. 如图所示为一平面简谐波在*t*时刻的波形曲线，若此时*A*点处介质元的振动动能在增大，则：[ D ]

*A*

*B*

*C*

*O*

*x*

*y*

1. 波沿*x*轴正方向传播
2. *A*点处质元的弹性势能在减小
3. *B*点处质元的振动动能在增加
4. C点处质元的弹性势能在增大

**解：***A*点处介质元的振动动能在增加，说明*A*点处质元向平衡位置振动，振动方向向下，据此可知波沿*x*轴负方向传播，*A*选项错误；平面简谐波中，介质元的动能和势能是同相变化的，因此*A*点处质元的弹性势能也在增加，B选项错误；*B*点处质元向最大负位移运动，动能势能减小，C选项错误；波沿*x*轴负方向传播，*C*点处质元向平衡位置振动，动能势能增加。故D选项正确。

1. 当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，下述各结论哪个是正确的？[ D ]

(A) 媒质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒

(B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化，但二者的相位不相同

(C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同，但二者的数值不相等

(D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大

**解：**当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，媒质质元能量特征为：总机械能不守恒，动能、势能作同相位周期性变化，且每一时刻数值相等，在平衡位置时相对形变最大，势能最大，振动速度最大，动能最大。所以D正确。

1. 在一根很长的弦线上形成的驻波是：[ C ]

(A) 由两列振幅相等的相干波，沿着相同方向传播叠加而形成的

(B) 由两列振幅不相等的相干波，沿着相同方向传播叠加而形成的

(C) 由两列振幅相等的相干波，沿着反方向传播叠加而形成的

(D) 由两列波，沿着反方向传播叠加而形成的

**解：**由驻波形成的条件：振幅相等，传播方向在同一直线上相向（反方向）传播的两列相干波。故C选项正确。

1. 若弦线上的驻波表达式是（SI）。则形成该驻波的两个相向行进的行波方程为：[ C ]

 

 

 

 

**解:** 由题意，设形成该驻波的两个相向行进的波为：

，

合成驻波： 可知：，得：。故选C。

1. 图示为*t*时刻的某驻波波形曲线。若此时*A*点处媒质质元的振动动能在减小，则*A*点处媒质质元的振动势能和*B*点处媒质质元的振动动能分别在：[ A ]



1. 增大，减小; (B) 减小，增大;

(C) 减小，减小; (D) 增大，增大。

**解：**因为*A*点处媒质质元的振动动能在减小，故*A*点此时沿*y*轴正向运动，所以其形变在增大，所以势能在增大；而*B*点此时沿*y*轴负向运动，其动能在减小。

1. 一观察者静止立于铁轨旁，测量运行中的火车汽笛的频率，若测得火车开来时汽笛的频率为2010Hz，离去时的频率为1990Hz。已知空气中的声速是，则汽笛实际频率是：[ B ]
2. 2000Hz (B)1999.95Hz (C)1905Hz (D)2005Hz

**解：**根据多普勒效应，当波源以速度朝着静止的观察者或远离观察者运动时，观测到的频率分别为：，，代入数据可得：Hz。

1. 判断题
2. 波长是在波传播方向上相邻两个位移相同点的距离。

**解：**错误。波长是一个周期内振动状态传播的距离，也可表述为波传播方向上任意两个相邻的振动状态完全相同的两质点间距，或相邻相位差为的两质点间距。

1. 当一平面简谐波在弹性介质中传播时，介质元振动的动能最大时，其弹性势能减小，总的机械能守恒。

**解：**错误。平面简谐波中，介质元的动能和势能同相变化，机械能不守恒。

1. 机械波的强度与振幅的平方，频率的平方成正比，与媒质的密度无关。

**解：**错误。机械波的强度可表示为，显然波强与媒质的密度有关。

1. 声波在空气中只能以纵波的形式传播。

**解：**正确。声波在空气中传播时，气体不能产生切变，只能发生体积变化，因此声波在空气中只能以纵波的形式传播。

1. 波动方程表示沿波传播方向上各个不同质点在不同时刻的位移。

**解：**正确。波动方程，描述了波线上任意位置*x*处质点在任意时刻的振动状态，即波线上各个质点位置*x*、不同时刻*t*与位移之间的函数关系。

1. 两列波叠加产生了稳定的干涉现象，振动加强区和振动减弱区交替变化。

**解：**错误。发生干涉时振动加强区和振动减弱区是稳定分布的，不会交替变化。

1. 驻波上处于波节的点位移始终为零，处于波腹的点位移始终处于最大。

**解：**错误。驻波上处于波节的点振幅始终为零，波腹处各质点振幅最大，但也在做简谐振动，也有到达平衡位置的时刻，因此上述处于波腹的点位移始终最大，表述错误。

1. 要发生多普勒效应，波源和观察者之间必须有相对运动。

**解：**正确。多普勒效应是由于波源或观察者运动，使接收到的波动频率发生变化，与波源振动频率不相等的现象。

1. 填空题
2. 一平面简谐波，波速为6.0 m/s，振动周期为0.1s，则波长为 \_\_\_\_。在波的传播方向上，有两质点的振动相位差为，此两质点相距为\_\_\_。

**解：**由可得： 波长

由可得此两质点相距 。

1. 图示一平面简谐波在 *t* = 2 s时刻的波形图，波的振幅为 0.2 m，周期为4 s。则图中*P*点处质点的振动方程为：。



**解：**由*ｔ*＝2s时波形图可知原点*O*处振动方程为：（SI）

*P*点，相位比*O*点落后，所以*P*点的振动方程为：

（SI）。（也可以直接求*P*点的初相，写出*P*点的振动方程）

1. 一简谐波沿*x*轴正向传播。和两点处的振动曲线分别如图(*a*) 和(b)所示。已知且(为波长)，则点的相位比点相位滞后 ** 。



**解：**由图(*a*)、(b)可知，和处振动初相分别为：，

因为，则二点振动相位差为

所以的相位比的相位滞后。

1. 波的相干条件包括: **振动方向相同、频率相同和相位差恒定**  。满足相干条件的两列波在空间相遇，合成波的强度 **≠** 两分波强度之和(选填：=、>、<或≠)。波的强度在空间上是 **非均匀** 分布，在时间上是 **稳定** 分布。这种现象就称为波的干涉。
2. 为振动频率、振动方向均相同的两个点波源，振动方向垂直纸面，两者相距如图。已知的初相位为。



1. 若使射线上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则的初位相应为：。

(2) 若使连线的中垂线*M N*上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则的初位相应为：。

**解：**(1) 在外侧C点，两列波的相位差为：





(2) 在中垂线上任一点，若产生相消干涉，则

，。

1. 机械波在介质中传播过程中，当一介质质元的振动动能的相位是时，它的弹性势能的相位应是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**解：**因波动中介质质元的动能和势能同相位（参见教材P54），所以弹性势能的相位也是。

1. 有两列沿相反方向相向传播的相干波，其波动方程分别为

，，叠加后形成驻波，其波腹位置的坐标为 （其中的 ） 。

**解：**两列波叠加后形成驻波，其方程为

波腹处有， ，所以（其中的 ）。

1. 一辆汽车以25 m/s的速度远离一辆静止的正在鸣笛的机车。机车汽笛的频率为600 Hz，汽车中的乘客听到机车鸣笛声音的频率是  。（已知空气中的声速为330 m/s）

**解：**由多普勒效应公式，可得汽车中的乘客听到机车鸣笛声音的频率。

1. 计算题

1、一平面简谐波沿*Ox*轴的负方向传播，波长为，*P*处质点的振动曲线如图所示。



(1) 求*P*处质点的振动方程；

(2) 求此波的波动表达式；

(3) 若图中，求坐标原点*O*处质点的振动方程．

**解：**(1) 由振动曲线可知，*P*处质点振动方程为

 (SI)

1. 波动表达式为 (SI) (3) *O*处质点的振动方程： 。
2. 一平面简谐波沿*x*轴正方向传播到界面*M*的*B*处发生反射并形成波节，如图(*a*)所示，已知*L*=1.75 m，，入射波*O*点处质元的振动方程为：，假设反射波不衰减，求：
3. 入射波的方程；



***M***

1. 反射波的方程；
2. *O、B*间波节的位置；
3. 距*O*点0.875 m处质点的振幅。

**解：**（1）将*O*点振动方程，作为波源方程，则入射波方程为

（2）入射波在B点振动方程为：

由于反射点为波节，说明在分界面反射时有半波损失，则反射波在B点振动方程为

反射波方程为：



（3）合成波： 

波节位置：，

二选择题3.2当

时，有三个波节点，如图(b)所示。

（4）当时，，

所以该点的振幅为。

1. 图中处为波源，向左右两边发射振幅为、角频率为的简谐波。已知为波密介质反射面。它到的距离为，为波长，试讨论点两边合成波的性质。



**解：**设图中为坐标原点，向右为轴正方向。在波源与反射面区域，即区域，由波源发出的沿负方向传播的波波动方程为



这一入射波在反射面处引起的振动为



由于反射面为波密介质，反射波存在的相位突变，则反射波波动方程为：

区域合成波为入射波与反射波的叠加，因此



上式表明，区域的合成波为驻波。在这三处为波腹；这两处为波节。

波源以右区域的合成波，是波源向正方向发出的波与反射波的叠加，即



上式表明，波源以右区域的合成波是振幅为2*A*的行波。

1. 问答或者讨论题

一司机驾车高速行驶，在红灯信号前来不及停下，要被罚款。司机狡辩说，车辆疾驰时，根据多谱勒效应，红色信号光会变绿色，因此不应罚他的款。问：司机说的是否有道理？是否应被罚款？试通过计算说明。（提示当观察者与光源以速度*u*相向运动时，光的多谱勒效应公式为，红光波长取630nm，绿光波长取560nm）

**解：**根据，把红灯看成绿灯要满足

由此式可得出汽车运动速度为：=0.35×107(m/s)。

　　以上计算表明：将红灯看成绿灯理论上有道理的，但是要求车子速度超过0.35×107(m/s)。不会有这么快的车子，所以司机在狡辩。就算有这么快的车子，以这么快的速度行驶，早已超速行驶，也应该被罚款。