

## 2026 届高三一轮复习《机械振动、机械波》专题教材习题

### 第 1 节 简谐运动

2. 图 2.1-6 是某质点做简谐运动的振动图像。根据图像中的信息，回答下列问题。

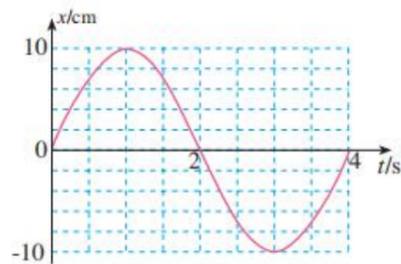


图 2.1-6

- (1) 质点离开平衡位置的最大距离有多大？
- (2) 在 1.5s 和 2.5s 这两个时刻，质点的位置在哪里？质点向哪个方向运动？
- (3) 质点相对于平衡位置的位移方向在哪些时间内跟它的瞬时速度的方向相同？在哪些时间内跟瞬时速度的方向相反？
- (4) 质点在第 2s 末的位移是多少？
- (5) 质点在前 2s 内运动的路程是多少？

### 第 2 节 简谐运动的描述

例. 如图 2.2-5，弹簧振子的平衡位置为 O 点，在 B、C 两点之间做简谐运动。B、C 相距 20cm。小球经过 B 点时开始计时，经过 0.5s 首次到达 C 点。

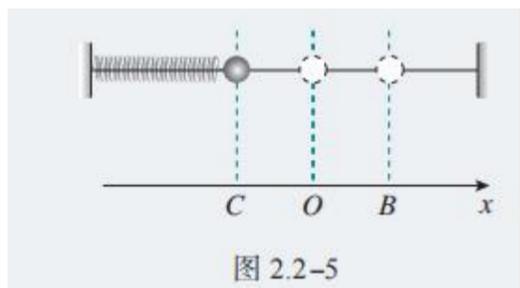


图 2.2-5

- (1) 画出小球在第一个周期内的 x-t 图像。
- (2) 求 5s 内小球通过的路程及 5s 末小球的位移。

1. 一个小球在平衡位置 O 点附近做简谐运动，若从 O 点开始计时，经过 3s 小球第一次经过 M 点，再继续运动，又经过 2s 它第二次经过 M 点；求该小球做简谐运动的可能周期。

2. 有两个简谐运动： $x_1 = 3a \sin(8\pi bt + 4)\pi$  和  $x_2 = 9a \sin(8\pi bt + 2)\pi$ ，它们的振幅之比是多少？它们的频率各是多少？ $t=0$  时它们的相位差是多少？

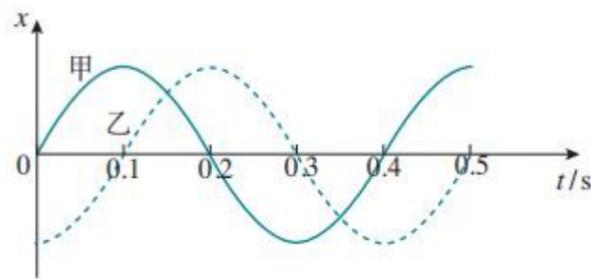


图 2.2-8

3. 图 2.2-8 是两个简谐运动的振动图像，它们的相位差是多少？

4. 有甲、乙两个简谐运动：甲的振幅为 2cm，乙的振幅为 3cm，它们的周期都是 4s，当  $t=0$  时甲的位移为 2cm，乙的相位比甲落后  $4\pi$ 。请在同一坐标系中画出这两个简谐运动的位移—时间图像。

5. 图 2.2-9 为甲、乙两个简谐运动的振动图像。请根据图像写出这两个简谐运动的位移随时间变化的关系式。

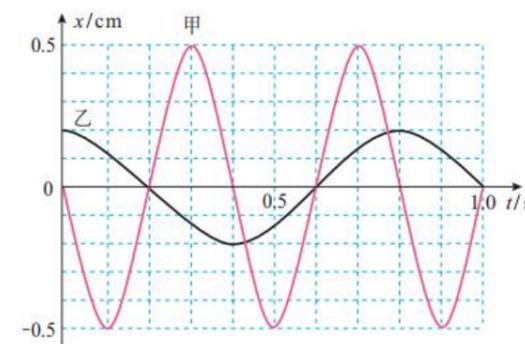


图 2.2-9

### 第 3 节 简谐运动的回复力和能量

#### 做一做

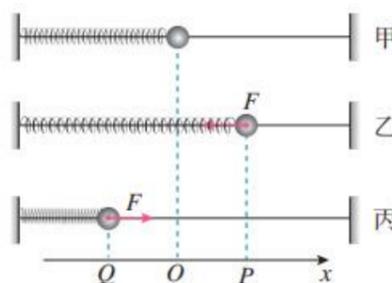


图 2.3-1 简谐运动的回复力

弹簧振子的势能与弹簧的伸长量有关，动能与小球的速度有关。请在下表中填出图 2.3-1 中的弹簧振子在各位置的能量。某量为最大值、最小值用“最大”和“最小”表示，某量为零用数字“0”表示，增加和减少分别用“/”和“\”表示（假设 P、Q 为最大位移处）。

位置	Q	Q→O	O	O→P	P
位移的大小					
速度的大小					
动能					
弹性势能					
机械能					

1. 把图 2.3-2 中倾角为  $\theta$  的光滑斜面上的小球沿斜面拉下一段距离，然后松开。假设空气阻力可忽略不计，试证明小球的运动是简谐运动。

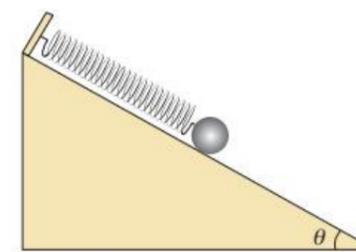


图 2.3-2

2. 若想判定以下振动是不是简谐运动，请你陈述求证的思路（可以不进行定量证明），空气阻力可忽略。

(1) 粗细均匀的一根木筷，下端绕几圈铁丝，竖直浮在较大的装有水的杯中（图 2.3-3）。把木筷往上提起一段距离后放手，木筷就在水中上下振动。

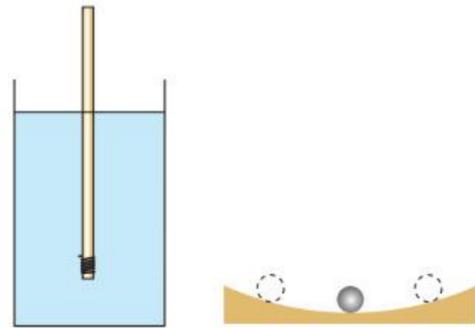


图 2.3-3



图 2.3-4

(2) 光滑圆弧面上有一个小球，把它从最低点移开一小段距离，放手后，小球以最低点为平衡位置左右振动（图 2.3-4）。

3. 做简谐运动的物体经过  $A$  点时，加速度的大小是  $2\text{m/s}^2$ ，方向指向  $B$  点；当它经过  $B$  点时，加速度的大小是  $3\text{m/s}^2$ ，方向指向  $A$  点。若  $AB$  之间的距离是  $10\text{cm}$ ，请确定它的平衡位置。

4. 图 2.3-5 为某物体做简谐运动的图像，在  $0\sim 1.5\text{s}$  范围内回答下列问题。

- (1) 哪些时刻物体的回复力与  $0.4\text{s}$  时的回复力相同？
- (2) 哪些时刻物体的速度与  $0.4\text{s}$  时的速度相同？
- (3) 哪些时刻的动能与  $0.4\text{s}$  时的动能相同？
- (4) 哪段时间的加速度在减小？
- (5) 哪段时间的势能在增大？

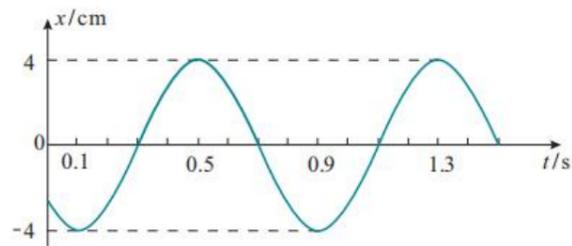


图 2.3-5

#### 第 4 节单摆

1. 一个理想单摆，已知其周期为  $T$ 。如果由于某种原因（如转移到其他星球）自由落体加速度变为原来的  $\frac{1}{2}$ ，振幅变为原来的  $\frac{1}{3}$ ，摆长变为原来的  $\frac{1}{4}$ ，摆球的质量变为原来的  $\frac{1}{5}$ ，它的周期变为多少？

2. 周期是  $2\text{s}$  的单摆叫秒摆，秒摆的摆长是多少？把一个地球上的秒摆拿到月球上去，已知月球上的自由落体加速度为  $1.6\text{m/s}^2$ ，它在月球上做  $50$  次全振动要用多少时间？

3. 图 2.4-7 是两个单摆的振动图像。

- (1) 甲、乙两个摆的摆长之比是多少？
- (2) 以向右的方向作为摆球偏离平衡位置的位移的正方向，从  $t=0$  起，乙第一次到达右方最大位移时，甲摆动到了什么位置？向什么方向运动？

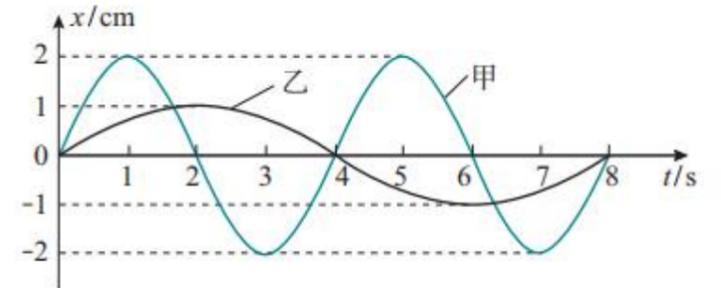


图 2.4-7

4. 一条细线下面挂着一个小球，让它自由摆动，画出它的振动图像如图 2.4-8 所示。

- (1) 请根据图中的数据计算出它的摆长。
- (2) 请根据图中的数据估算出它摆动的最大偏角。

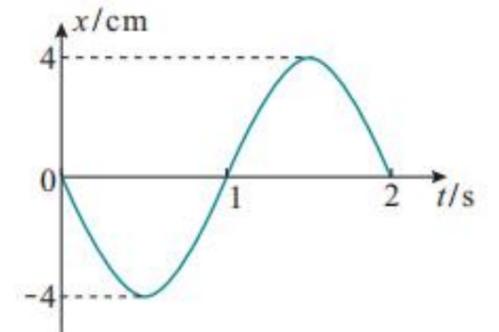


图 2.4-8

#### 第 5 节实验用单摆测重力加速度

1. 在用单摆测量重力加速度的实验中，下面的叙述哪些是正确的，哪些是错误的？

- A. 摆线要选择细些的、伸缩性小些的，并且尽可能长一些
- B. 摆球尽量选择质量大些、体积小些的
- C. 为了使摆的周期大一些，以方便测量，开始时拉开摆球，使摆角较大
- D. 用刻度尺测量摆线的长度  $l$ ，这就是单摆的摆长
- E. 释放摆球，从摆球经过平衡位置开始计时，记下摆球做  $50$  次全振动所用的时间  $t$ ，则单摆周期  $T=50t$

2.某同学在实验探究  $a$ 、 $b$  两个物理量之间的定量关系时，测得了 6 组实验数据如下表所示，它们的单位为  $P$ 、 $Q$ 。请用图像（图 2.5-4）处理实验数据，寻找它们之间的定量关系，根据图像推出  $a$ 、 $b$  之间关系的表达式，如果有常数，写出常数的数值和单位。

$a/P$	0.5	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5
$b/Q$	1.42	1.79	1.90	2.00	2.20	2.45

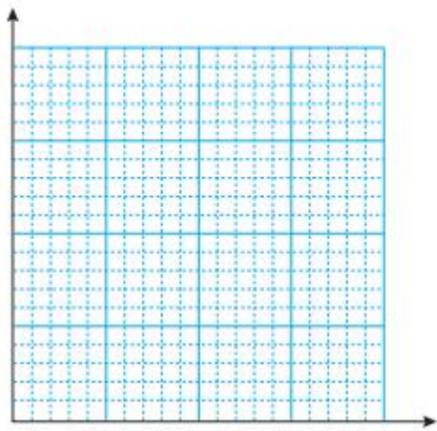


图 2.5-4

### 第 6 节 受迫振动共振

1.如图 2.6-6，一个竖直圆盘转动时，固定在圆盘上的小圆柱带动一个 T 形支架在竖直方向振动，T 形支架下面系着一个弹簧和小球组成的振动系统，小球浸没在水中。当圆盘静止时，让小球在水中振动，其阻尼振动的频率约为 3Hz。现使圆盘以 4s 的周期匀速运动，经过一段时间后，小球振动达到稳定，它振动的频率是多少？

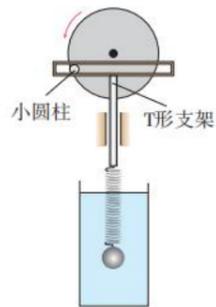


图 2.6-6

2.如图 2.6-7，张紧的水平绳上吊着  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个小球。 $B$  球靠近  $A$  球，但两者的悬线长度不同； $C$  球远离  $A$  球，但两者的悬线长度相同。

- 让  $A$  球在垂直于水平绳的方向摆动，在起初一段时间内将会看到  $B$ 、 $C$  球有什么表现？
- 在  $C$  球摆动起来后，用手使  $A$ 、 $B$  球静止，然后松手，在起初一段时间内又将看到  $A$ 、 $B$  球有什么表现？

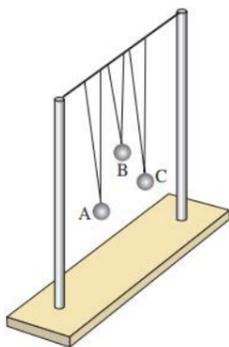


图 2.6-7

3.汽车的车身是装在弹簧上的，某车的车身—弹簧系统的固有周期是 1.5s。这辆汽车在一条起伏不平的路上行驶，路面凸起之处大约都相隔 8m。汽车以多大速度行驶时，车身上下颠簸得最剧烈？

3. 图 2.6-8 是一个单摆的共振曲线。

- 试估计此单摆的摆长。
- 若摆长增大，共振曲线振幅最大值所对应的横坐标将怎样变化？

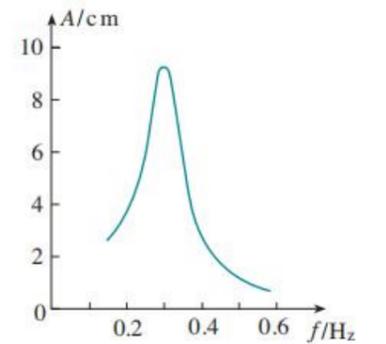


图 2.6-8

5.图 2.6-9 是单摆做阻尼振动的位移—时间图像，请比较摆球在  $P$  与  $N$  时刻的势能、动能、机械能的大小。

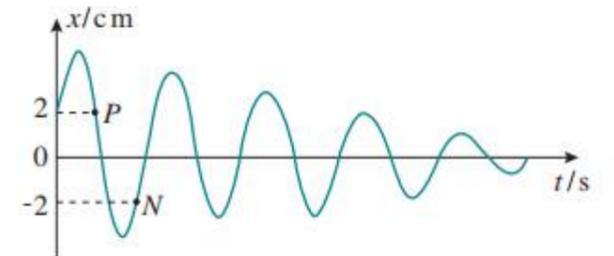


图 2.6-9

### 【复习与提高 A 组】

1.做简谐运动的质点在通过平衡位置时，哪些物理量分别具有最大值和最小值？

2. 某一弹簧振子完成 10 次全振动需要 2s 的时间，在此 2s 的时间内通过的路程是 80cm。求此弹簧振子的振幅、周期和频率。

3.如图 2-1，滑块在  $M$ 、 $N$  之间做简谐运动。以平衡位置  $O$  为原点，建立  $Ox$  轴，向右为  $x$  轴正方向。若滑块位于  $N$  点时开始计时，试画出其振动图像。

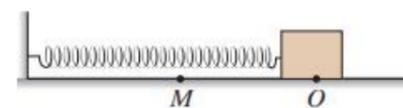


图 2-1

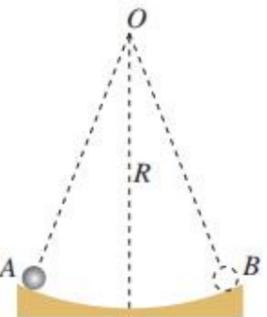


图 2-2

4.一座摆钟走得慢了，要把它调准，应该怎样改变它的摆长？为什么？

5.如图 2-2，小球在半径为  $R$  的光滑球面上的  $A$ 、 $B$  之间来回运动。若  $AB \ll R$ ，试证明小球的运动是简谐运动，并求出其振动的频率。

6.使悬挂在长绳上的小球偏离平衡位置一个很小的角度，然后放开它，同时使另一个小球从静止开始由悬点自由下落。哪一个小球先到达第一个小球的平衡位置？

7.图 2-3 是某简谐运动的振动图像，试根据图像回答下列问题。

- (1) 该简谐运动的振幅、周期、频率各是多大？
- (2) 从  $C$  点算起，到曲线上的哪一点，表示完成了一次全振动？
- (3) 曲线上  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ 、 $G$ 、 $H$  各点中，哪些点表示振子的动能最大，哪些点表示振子的势能最大？

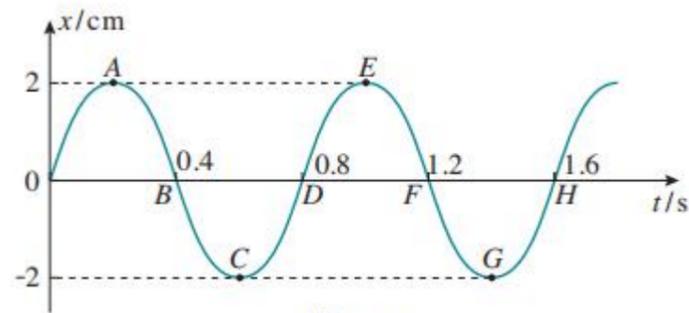


图 2-3

### 【复习与提高 B 组】

1.一个单摆完成 10 次全振动的的时间是 40s，摆球的质量为 0.2kg，它振动到最大位移时距最低点的高度为 1.5cm，它完成 10 次全振动回到最大位移时，距最低点的高度变为 1.2cm。如果每完成 10 次全振动给它补充一次能量，使摆球回到原来的高度，在 200s 内总共应补充多少能量？

2.一个单摆在质量为  $m_1$ 、半径为  $R_1$  的星球上做周期为  $T_1$  的简谐运动，在质量为  $m_2$ 、半径为  $R_2$  的星球上做周期为  $T_2$  的简谐运动。求  $T_1$  与  $T_2$  之比。

3.某同学用单摆测重力加速度。实验时改变摆长，测出几组摆长  $l$  和对应的周期  $T$  的数据，作出  $l-T^2$  图像，如图 2-4 所示。

- (1) 利用  $A$ 、 $B$  两点的坐标可求得重力加速度  $g$ ，请写出重力加速度的表达式。
- (2) 本实验用  $l-T^2$  图像计算重力加速度，是否可以消除因摆球质量分布不均匀而造成的测量误差？请说明道理。

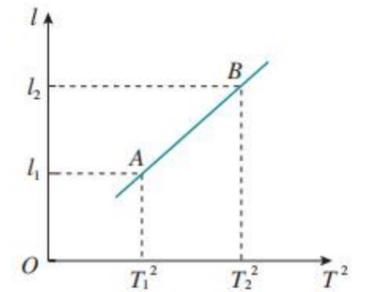


图 2-4

4.图 2-5 是一个弹簧振子的振动图像，试完成以下问题。

- (1) 写出该小球位移随时间变化的关系式。
- (2) 在第 2s 末到第 3s 末这段时间内，小球的加速度、速度、动能和弹性势能各是怎样变化的？
- (3) 该小球在第 100s 时的位移是多少？路程是多少？

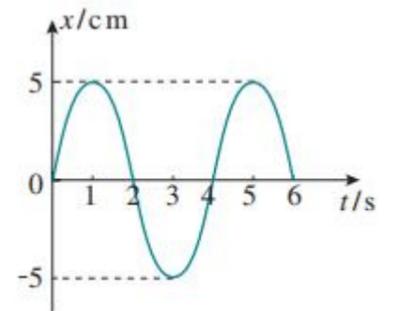


图 2-5

5.如图 2-6 甲， $O$  点为单摆的固定悬点，将力传感器接在摆球与  $O$  点之间。现将摆球拉到  $A$  点，释放摆球，摆球将在竖直面内的  $A$ 、 $C$  之间来回摆动，其中  $B$  点为运动中的最低位置。图 2-6 乙表示细线对摆球的拉力大小  $F$  随时间  $t$  变化的曲线，图中  $t=0$  为摆球从  $A$  点开始运动的时刻， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 求单摆的振动周期和摆长。
- (2) 求摆球的质量。
- (3) 求摆球运动过程中的最大速度。

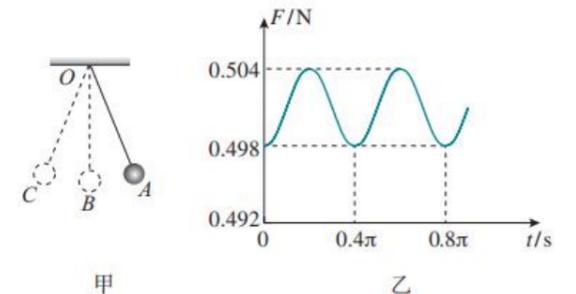


图 2-6

6. 把一个筛子用四根弹簧支撑起来，筛子上装一个电动偏心轮，它每转一周，给筛子一个驱动力，这就做成了一个共振筛，如图 2-7 甲所示。该共振筛的共振曲线如图 2-7 乙所示。已知增大电压，可使偏心轮转速提高，增加筛子质量，可增大筛子的固有周期。现在，在某电压下偏心轮的转速是 54r/min。为了使筛子的振幅增大，请提出两种方案。

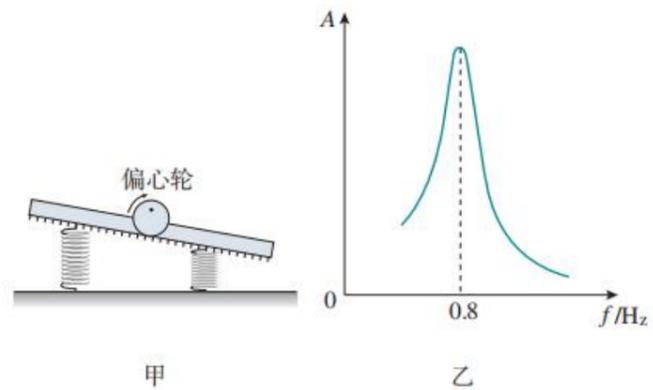


图 2-7

### 选择性必修一第三章 机械波

#### 第 1 节 波的形成

2. 图 3.1-7 是以质点  $P$  为波源的机械波在绳上传到质点  $Q$  时的波形。

- (1) 请判断此机械波的类型。
- (2)  $P$  点从平衡位置刚开始振动时，是朝着哪个方向运动的？

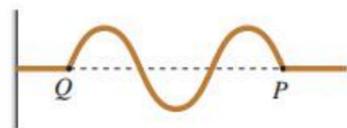


图 3.1-7

3. 图 3.1-7 是某绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，带动 2, 3, 4, ... 各个质点依次上下振动，把振动从绳的左端传到右端。已知  $t=0$  时，质点 1 开始向上运动； $t=T/4$  时，1 到达最上方，5 开始向上运动。

- (1)  $t=T/2$  时，质点 8、12、16 的运动状态如何？
- (2)  $t=3T/4$  时，质点 8、12、16 的运动状态如何？
- (3)  $t=T$  时，质点 8、12、16 的运动状态如何？

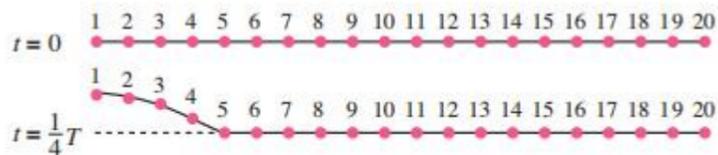


图 3.1-6

#### 第 2 节 波的描述

例题. 图 3.2-5 中的实线是一列正弦波在某一时刻的波形图。经过 0.5s 后，其波形如图中虚线所示。设该波的周期  $T$  大于 0.5s。

- (1) 如果波是向左传播的，波的速度是多大？波的周期是多大？
- (2) 如果波是向右传播的，波的速度是多大？波的周期是多大？

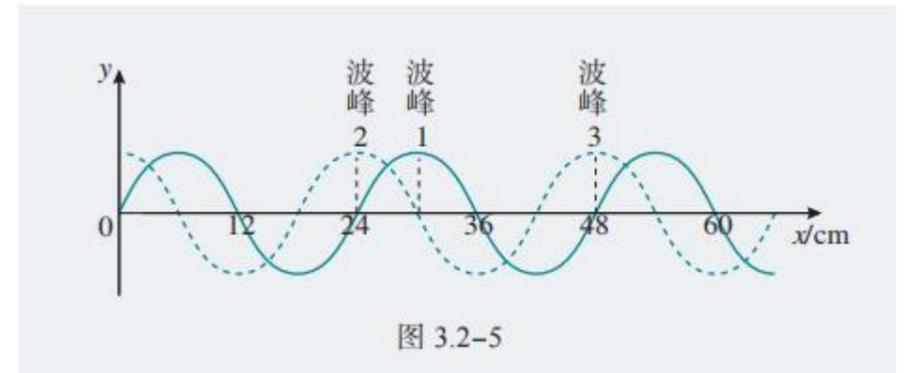


图 3.2-5

1. 图 3.2-6 为一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐波在初始时刻的波形，试画出该简谐波经过极短一段时间后的波形图，并确定初始时刻图中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  四个质点的振动方向及这段时间内质点速度大小的变化情况。

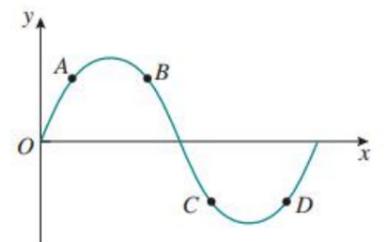


图 3.2-6

2. 简谐横波某时刻的波形如图 3.2-7 所示， $P$  为介质中的一个质点，波沿  $x$  轴的正方向传播。

- (1) 此时刻与  $T/4$  时刻，质点  $P$  的速度与加速度的方向各是怎样的？
- (2) 经过一个周期，质点  $P$  通过的路程为多少？
- (3) 有同学说由此时刻起经过  $T/4$  后，质点  $P$  通过的路程为  $A_0$ ，你认为这种说法对吗？

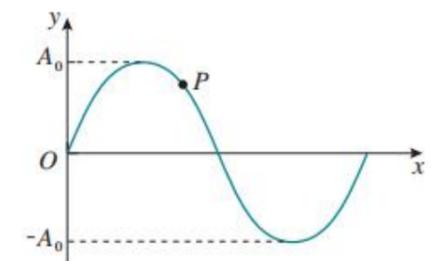


图 3.2-7

3.图 3.2-8 是一列波的图像。

- (1) 如果波沿着  $x$  轴的正方向传播,  $K$ 、 $L$ 、 $M$  三个质点, 哪一个最先回到平衡位置?
- (2) 如果波沿着  $x$  轴的负方向传播,  $K$ 、 $L$ 、 $M$  三个质点, 哪一个最先回到平衡位置?

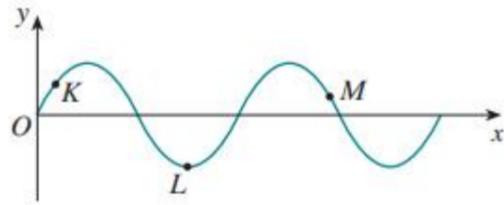


图 3.2-8

4.一列横波某时刻的波形如图 3.2-9 甲所示, 图 3.2-9 乙表示介质中某质点此后一段时间内的振动图像。

- (1) 若波沿  $x$  轴的正方向传播, 图乙为  $K$ 、 $L$ 、 $M$ 、 $N$  四点中哪点的振动图像?
- (2) 若波沿  $x$  轴的负方向传播, 图乙为  $K$ 、 $L$ 、 $M$ 、 $N$  四点中哪点的振动图像?

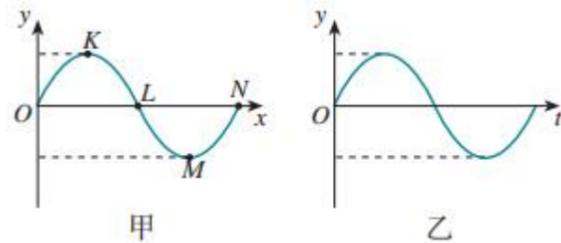


图 3.2-9

5.在空气中波长为 1m 的声波, 由空气传入水中, 声波在水中的频率和波长各是多少? (此时温度为  $0^{\circ}\text{C}$ )

表  $0^{\circ}\text{C}$  时几种介质中的声速

介质	声速 / ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
空气	332
水	1 450
铜	3 800
铁	4 900
玻璃	5 000 ~ 6 000
松木	约 3 320
软木	430 ~ 530
橡胶	30 ~ 50

6.湖面上停着  $A$ 、 $B$  两条小船, 它们相距 20m。一列水波正在湖面上沿  $AB$  连线的方向传播, 每条小船每分钟上下浮动 20 次。当  $A$  船位于波峰时,  $B$  船在波谷, 两船之间还有一个波峰。求水波的波速。

### 第 3 节 波的反射、折射和衍射

2.操场上的喇叭正在播放音乐, 有高音也有低音。走到离操场不远的教学大楼后面, 听到喇叭播放的音乐声有所减弱。是低音还是高音减弱得明显一些? 为什么?

3.如图 3.3-5, 挡板  $M$  是固定的, 挡板  $N$  可以上下移动。现在把  $M$ 、 $N$  两块挡板中的空隙当作一个“小孔”做水波的衍射实验, 出现了图示中的图样,  $P$  点的水没有振动起来。为了使挡板左边的振动传到  $P$  点, 可以采用什么办法?

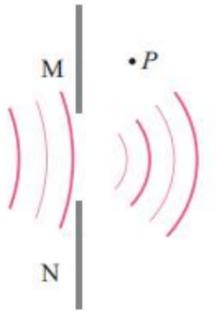


图 3.3-5

### 第 4 节 波的干涉

1.图 3.4-6 表示两列频率相同的横波相遇时某一时刻的情况, 实线表示波峰, 虚线表示波谷。

- (1) 描述一个周期内  $M$ 、 $N$  两个质点的运动情况。
- (2) 用空心小圆圈把半个周期后图中具有最大正位移的点标出来, 用实心小圆点把半个周期后图中具有最大负位移的点标出来。
- (3) 把图中比较“平静”的地方用虚线标出来。

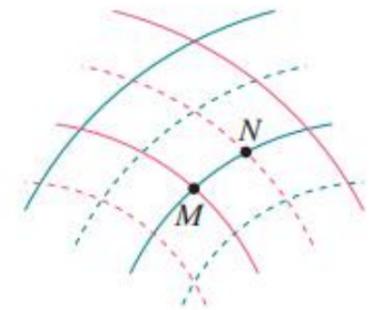


图 3.4-6

2.在图 3.4-6 所描述的时刻,  $M$  是波峰与波峰相遇的点, 是凸起最高的位置之一。

- (1) 随着时间的推移, 这个凸起最高的位置在向哪个方向移动? 是不是  $M$  质点在向那个方向迁移?  $M$  质点在哪个方向上运动?
- (2) 指出图中哪个位置是凹下最低的位置 (只需指出一个)。随着时间的推移, 这个凹下最低的位置在向哪个方向移动?
- (3) 由图中时刻经过  $T/4$  时,  $M$  质点的位移有什么特点?

3. 消除噪声污染是当前环境保护的一个重要课题, 内燃机、通风机等在排放各种高速气流的过程中都会发出噪声, 图 3.4-7 所示的消声器可以用来削弱高速气流产生的噪声。波长为  $\lambda$  的声波沿水平管道自左向右传播, 在声波到达  $a$  处时, 分成上下两束波, 这两束声波在  $b$  处相遇时可削弱噪声。试说明该消声器的工作原理及要达到良好的消声效果必须满足的条件。

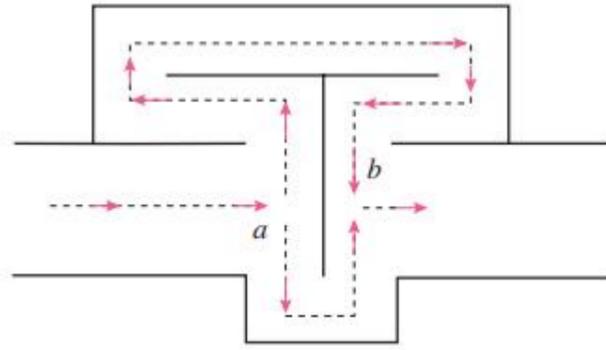


图 3.4-7

4. 波源  $S_1$  和  $S_2$  振动方向相同, 频率均为 4Hz, 分别置于均匀介质中的  $A$ 、 $B$  两点处,  $AB=1.2\text{m}$ , 如图 3.4-8 所示。两波源产生的简谐横波沿直线  $AB$  相向传播, 波速为 4m/s。已知两波源振动的初始相位相同, 求  $A$ 、 $B$  间合振动振幅最小的点的位置。



图 3.4-8

### 第 5 节多普勒效应

2. 火车上有一个声源发出频率一定的乐音。当火车静止、观察者也静止时, 观察者听到并记住了这个乐音的音调。以下哪种情况中, 观察者听到这个乐音的音调比原来低? 请解释原因。
- A. 观察者静止, 火车向他驶来
  - B. 观察者静止, 火车离他驶去
  - C. 火车静止, 观察者乘汽车向着火车运动
  - D. 火车静止, 观察者乘汽车远离火车运动

### 复习与提高 A 组

3. 图 3-3 的横波正在沿  $x$  轴的正方向传播, 波速为 0.5m/s, 分别画出经过 1s 和 4s 时刻的两个波形图。

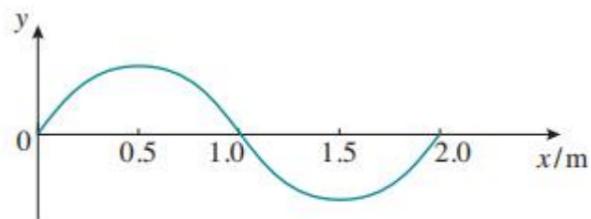


图 3-3

3. 一列简谐横波在  $t=0$  时的波形图如图 3-4 所示。介质中  $x=2\text{m}$  处的质点  $P$  沿  $y$  轴方向做简谐运动的表达式为  $y=10\sin(5\pi t)$  ( $y$  的单位是  $\text{cm}$ )。

- (1) 由图确定这列波的波长  $\lambda$  与振幅。
- (2) 求出这列波的波速。
- (3) 试判定这列波的传播方向。

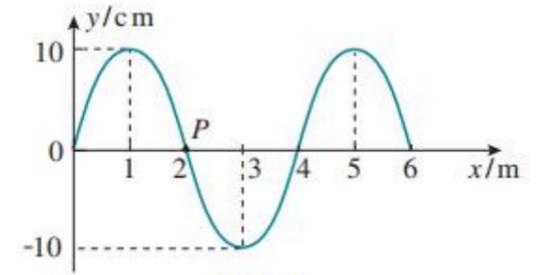


图 3-4

5. 某波源  $S$  发出一列简谐横波, 波源  $S$  的振动图像如图 3-5 所示。在波的传播方向上有  $A$ 、 $B$  两点, 它们到  $S$  的距离分别为 45m 和 55m。测得  $A$ 、 $B$  两点开始振动的时间间隔为 1.0s。(1) 求这列波的波长  $\lambda$ 。(2) 当  $B$  点离开平衡位置的位移为 6cm 时,  $A$  点离开平衡位置的位移是多少?

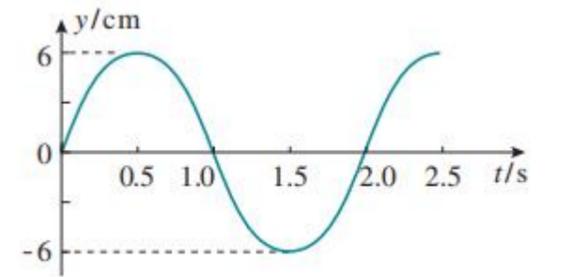


图 3-5

### 复习与提高 B 组

1. 如图 3-6 甲, 两列沿相反方向传播的横波, 形状相当于正弦曲线的一半, 上下对称, 其振幅和波长都相等。它们在相遇的某一时刻会出现两列波“消失”的现象, 如图乙。请判断: 从此时刻开始  $a$ 、 $b$  两质点将向哪个方向运动?

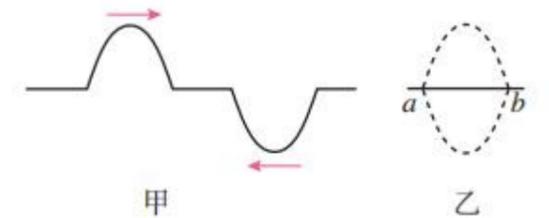


图 3-6

2. 振源  $A$  从 0 时刻开始带动细绳上各点上下做简谐运动, 振幅为 0.2m。0.4s 时绳上形成的波形如图 3-7 所示。规定向上为质点振动位移的正方向, 试画出  $A$  点的振动图像。

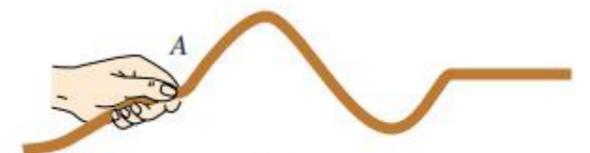


图 3-7

3.图 3-8 中的 a 是一列正弦波在某时刻的波形曲线, b 是 0.2s 后它的波形曲线。试求这列波可能的传播速度。

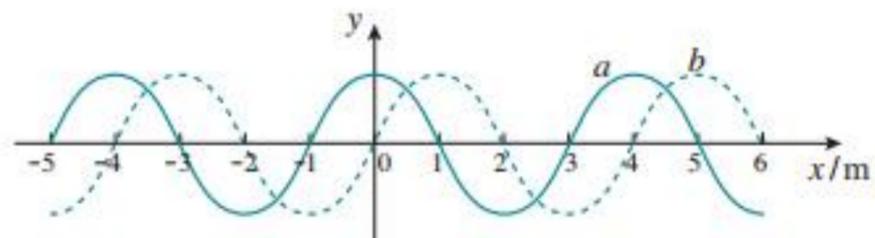


图 3-8

4.如图 3-9, S 点是波源, 振动频率为 100Hz, 产生的简谐波向右传播, 波速为 80m/s。波在传播过程中经过 P、Q 两点, 已知 SP 为 4.2m, SQ 为 5.4m。

- (1) 在某一时刻  $t$ , 当 S 点通过平衡位置向上运动时, P 点和 Q 点是处于波峰还是处于波谷, 或者处于其他位置?
- (2) 取时刻  $t$  为时间的起点, 分别作出 S、P、Q 三点的振动图像。



图 3-9

5.在学校运动场上 50m 直跑道的两端, 分别安装了由同一信号发生器带动的两个相同的扬声器。两个扬声器连续发出波长为 5m 的声波。一同学从该跑道的中点出发, 向某一端点缓慢行进 10m。求在此过程中他听到扬声器声音由强变弱的次数?

6.如图 3-10, 一列简谐横波在  $x$  轴上传播, 图甲和图乙分别为  $x$  轴上 a、b 两质点的振动图像, 且  $x_{ab}$  为 6m。试求出这列波的波长与波速?

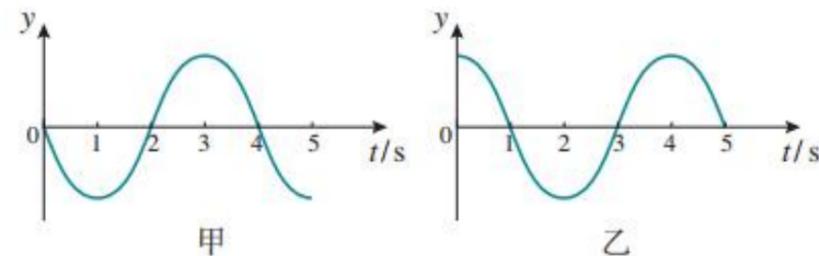


图 3-10

7.两列简谐横波分别沿  $x$  轴正方向和负方向传播, 两波源分别位于  $x=-0.2\text{m}$  和  $x=1.2\text{m}$  处, 两列波的波速均为 0.4m/s, 波源的振幅均为 2cm。图 3-11 为 0 时刻两列波的图像, 此刻平衡位置在  $x=0.2\text{m}$  和  $x=0.8\text{m}$  的 P、Q 两质点刚开始振动。质点 M 的平衡位置处于  $x=0.5\text{m}$  处。(1) 求两列波相遇的时刻。

- (2) 求 1.5s 后质点 M 运动的路程。

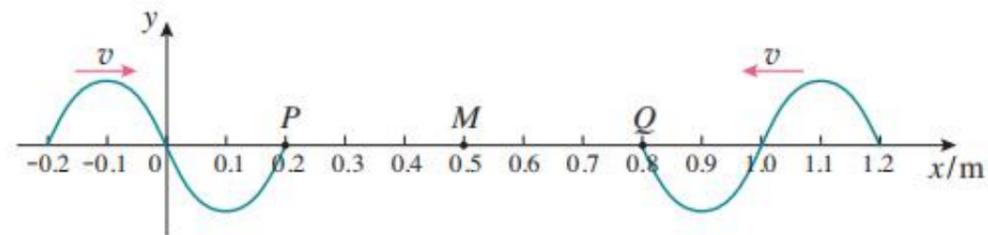


图 3-11