机械波

建模

推理

归纳

推理

多普勒效应

横波

反射

折射

干涉

衍射

纵波

小

结

* 基本概念和基本规律

**机械波**：机械振动在介质中的传播。

**横波**：介质中质点的振动方向与波的传播方向垂直的波。

**纵波**：介质中质点的振动方向与波的传播方向在同一直线上的波。

**波的周期**：介质中任意一个质点完成一次全振动所需要的时间，与波源振动的周期相等，用符号 *T* 表示。

**波的频率**：介质中任意一个质点完成全振动的次数与所用时间之比，与波源的频率相等，用符号 *f* 表示。

**波长**：振动在介质中经过一个周期 *T* 传播的距离，也是介质中运动状态完全相同的两个相邻质点间的距离，用符号 *λ* 表示。

**波速**：机械波在介质中传播的速度，由介质的性质决定，用符号 *v* 表示。

**波的反射**：波在传播中遇到障碍物时发生的背离障碍物传播的现象。

**波的折射**：波在传播中从一种介质进入另一种介质时发生了传播方向偏折的现象。

**波的干涉**：两列振动情况相同的波源产生的波在某区域相遇时，在相遇区域的某些位置质点的振幅较大，振动加强；某些位置质点的振幅较小，振动减弱；且振动加强和减弱区域相互间隔、分布稳定的现象。

**波的衍射**：波绕过障碍物继续传播的现象。

**多普勒效应**：当波源与观察者发生相对运动时，观察者接收到的波的频率高于或低于波源频率的现象

* 基本方法

通过建构机械波模型，感受通过抽象、归纳得出结论的方法。

通过观察、分析波的传播现象，感受基于证据进行解释、论证的方法。

* 知识结构图

**复习 巩固**

**与**

1. 一列多米诺骨牌依次倒下，球场看台上的“人浪”此起彼伏。这些现象能否认为是波的传播？
2. 空气中一列声波的频率是 200 Hz，它的周期是多少？如果这列声波在水中传播，它的周期是多少？如果在水中这列声波的波长为 7.4 m，则这列声波在水中的传播速度是多少？
3. 如图 3–45 所示为一列沿 *x* 轴正方向传播的横波在某时刻的波形图。此时位于 *x* = 3 cm 的质点经过 *T* 后的坐标为多少？

*x*/m

1

2

3

4

5

*O*

*y*/cm

1

−1

−2

2

图 3–45

图 3–46

*x*/m

2

4

6

8

10

*O*

*y*/cm

1. 如图 3–46 所示为一列沿 *x* 轴正方向传播的横波在某时刻的波形图，波源位于坐标原点 *O*，从 *t* = 0 时开始振动。波速为 2 m/s，分别画出 *t* = 3.5 s 和 *t* = 6.5 s 两个时刻的波形图。
2. *A*、*B* 两波相向而行，在某时刻的波形与位置如图 3–47 所示，已知波的传播速度为 *v*，图中标尺每格长度为 *l*，在图中画出又经过 *t* = 时的波形。

*P*

*A*

图 3–48

*A*

*B*

*l*

图 3–47

1. 在一根水平绷紧的弹性绳上，质点 *A* 从零时刻开始上下做简谐运动，经时间 *t* 形成的波形如图 3–48 所示。若规定向上方向为质点离开平衡位置位移 *y* 的正方向，画出质点 *A* 从零时刻开始做简谐运动的振动图像。
2. 一列横波沿 *x* 轴正方向传播。当平衡位置位于 *x*1 = 10 m 的质点 *A* 位于波峰时，平衡位置位于 *x*2 = 140 m 的质点 *B* 位于波谷；在 *A*、*B* 之间有 6 个波峰，振源的振动周期为 0.2 s。这列波的波速为多大？质点 *B* 从波谷开始经多少时间位于波峰？
3. 一列横波沿 *x* 轴正方向传播，其波速为 1 m/s，频率为 2.5 Hz，振幅为 4 cm。在 *x* 轴上有 *P*、*Q* 两点，*xQ* − *xP* = 3.9 m。某时刻 *P* 处的质点位于平衡位置上方最大位移处，再经过多少时间 *Q* 处质点也位于平衡位置上方的最大位移处？在这段时间内该质点经过的路程是多少？
4. 如图 3–49（a）、（b）、（c）所示分别反映了飞机以三种不同速度在空中（不考虑空气的流动）水平飞行时产生声波的情况。图中一系列圆表示飞机不同时刻发出的声波传播到的位置，*A* 点表示飞机的位置。分析说明哪张图中飞机飞行的速度最大。最大速度约为声波速度的多少倍？

图 3–49

*A*

*A*

*A*

(a)

(b)

(c)

1. 在利用发波水槽观察水波的衍射实验中，若改变挡板的方向和位置可观察到水波通过挡板后的不同情况。在图 3–50 中画出水波在挡板后的传播情况。

图 3–50

*a*

Ⅰ

Ⅱ

*b*

图 3–51

1. 两波源 Ⅰ、Ⅱ 在水槽中形成的水波示意图如图 3–51 所示，其中实线为波峰，虚线为波谷。此时 *a*、*b* 两点分别处于波谷与波谷、波峰与波峰叠加的状态。因此，这两个位置的振动始终加强。你是否认同此说法，说明理由。
2. \* 在静止的水面上，一个波源 *S* 做垂直水面、周期为 *T* 的振动，所产生的波沿水面以大小为 *u* 的速度向各个方向传播，波源开始振动后经过 Δ*t* 时间，在水面上看到的图像如图 3–52（a）所示，图中实线表示波峰。则：

（1）说明图（a）中的图像为什么是一系列的同心圆？波长为多少？

（2）如果波源不动，水流以速度 *v* 沿某一方向流动，那么波源开始振动后经过 Δ*t* 时间时，站在岸上的人将看到的图像是图（b）中的哪一个？说明判断的理由。

图 3–52

*v*

*v*

Ⅰ

Ⅱ

(a)

(b)

## 复习与巩固解读

1．参考解答：从波的运动形式角度，两种现象都与波的传播类似。从机械波传播的原因而言，多米诺骨牌依次倒下可以看作是一个脉冲波的传播，人浪则不可。

命题意图：知道波的特点和波传播的条件。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅱ）。

2．参考解答：声波在空气中的周期 *T* = = = 0.005 s。这列声波在水中的周期也是 0.005 s。这列声波在水中的速度 *v* = = m/s = 1 480 m/s。

命题意图：知道描述述波的几个物理量之间的关系，根据关系进行简单的运算。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学本质（Ⅰ）。

3．参考解答：经过 *T* 后该点的坐标为（3，2）。因波传播时质点不会随波迁移，该质点在 *x* 轴的坐标不变，为 *x* = 3 cm。在横波的传播过程中，质点振动方向与波的传播方向垂直。横波沿 *x* 轴正方向传播，图示时刻坐标为（3，0）的质点振动方向沿 *y* 轴正方向。经过 *T* 周期后，该质点位于正向最大位移处，为 *y* = 2 cm。

命题意图：知道波的传播与质点振动之间的关系，由关系做出推理。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅱ）；科学推理（Ⅰ）。

4．参考解答：如图 6 所示。

*x*/m

2

4

6

8

10

*O*

*y*/cm

12

*t* = 3.5 s

*t* = 6.5 s

命题意图：知道描述波传播的各物理量及相互之间的关系，理解波传播的特点。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅲ）；科学推理（Ⅱ）。

5．参考解答：如图 7 所示。

*A*

*B*

提示：先找出两个“子波”在相遇时的情况，因初始时刻两个“子波”中心刚好相距 14*l*，故 *t* = 时刻两个“子波”的中心重合；画好两个“子波”后，再叠加。

命题意图：知道波速决定于介质；能画出某时刻两列波传播的图形；能根据波的叠加原理画出某时刻的波形。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅲ）；科学推理（Ⅱ）。

6．参考解答：如图 8 所示。

*y*

*O*

*t*

图 8

命题意图：能根据波形及波的传播方向，推断波中质点的运动方向；会画出某质点的振动图像。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）；科学本质（Ⅰ）。

7．参考解答：由题意可知，质点 A、B 间距 *x*2 – *x*1 = 6 *λ* = 130 m，则 *λ* = 20 m。*v* = = m/s = 100 m/s。质点 B 现在位于波谷，到达波峰，需经过 （*n* + ）*T* = （2*n* + 1）0.1 s（*n* = 0，1，2，…）。

命题意图：根据证据能建立位置之间的距离与波长的关系；理解波的周期性特点。

主要素养与水平：科学推理（Ⅲ）；解释（Ⅱ）。

8．参考解答：波长 *λ* = = m = 0.4 m，则 *x*Q – *x*P = 3.9 m = 9*λ*。以 M 点为参考点，M 点与 Q 点间距离为 9*λ*，则两点振动情况完全同步。由图 9 可知，P 处的质点位于平衡位置上方最大位移处时，Q 处的质点位于平衡位置向下运动，再经过 （*n* + ）*T* = （0.4*n* + 0.3）s（*n* = 0，1，2，…），Q 处的质点也位于平衡位置上方最大位移处。这段时间内 Q 处的质点经过的路程为 16（*n* + ）cm（*n* = 0，1，2，…）。

*v*

*P*

*x*

*Q*

*M*(参考点)

图 9

命题意图：知道描述波的物理量之间的关系；能运用周期性做出合理判断。体会整体与部分之间有着紧密的关系（波是许多质点的运动表现，任一质点在不同的时刻有不同的位置特征）。

主要素养与水平：模型建构（Ⅳ）；科学推理（Ⅲ）。

9．参考解答：图（c）中飞机飞行的速度最大，飞机的速度约为声波速度的 2 倍。由图（a）、（b）、（c）可知，圆表示相同时间间隔声波传播的距离，图中最大的圆表示最早被发出的声波传播到的位置，其半径为波传播的距离，其圆心为飞机的初始位置。比较三图可得，声波传播的速度相同。A 点与大圆圆心连线的长度为波传播时飞机飞过的距离。比较可知，在相同的时间内，图（a）中飞机飞过的距离小于波传播的距离，图（b）中飞机飞过的距离等于波传播的距离，图（c）中飞机飞过的距离约为波传播距离的 2 倍。因波在同种介质中的传播速度相同，所以图（c）中飞机的速度最快，约为声波速度的 2 倍。

命题意图：能阅读图像，从获取的信息中，结合所学规律做出推理。

主要素养与水平：模型建构（Ⅳ）；解释（Ⅲ）。

10．参考解答：如图 10 所示。图（a）中，没有明显衍射现象，水波被挡板挡住。图（b）中小孔的尺寸与波长相近，有明显衍射现象。

命题意图：能在观察到的现象的基础上，用恰当的图形来表述。

主要素养与水平：运动与相互作用观念（Ⅱ）；科学推理（Ⅰ）。

（a）

（b）

图 10

11．参考解答：由图 3 – 51 可知，这两列波的波长不同，不符合相干条件，不会出现稳定的干涉图样，此说法错误。

命题意图：知道波的叠加原理；理解始终加强的含义。引导学生进行分析思考。

主要素养与水平：科学论证（Ⅱ）；质疑创新（Ⅲ）。

12．参考解答：（1）波源相对于介质静止，产生的波形自波源位置以相同的速度向各个方向传播，波峰连线到波源的距离相等，形成以波源为圆心的一系列圆周。相邻波峰的距离为一个波长，即相邻同心圆的半径之差为一个波长 *λ*。

（2）岸上人看到的图像是图（b）中的（Ⅰ）。因波源不动，水流向右运动，带动介质中的质点均匀向右移动，产生的任一波峰保持圆形往外传播，相当于外圆的圆心向右运动，后产生的波峰圆的圆心在左边，形成图（b）的 Ⅰ。

命题意图：应用所学的多普勒效应对生活中的现象做出判断，同时希望教师能创设更多的真实情境，发现问题，进行探究。

主要素养与水平：模型建构（Ⅴ）；科学论证（Ⅲ）。