

路路通



高二物理

与新教材同步 重点中学名师主笔

◆丛书主编 / 莫志斌
◆本册主编 / 魏晓红

● 知识要点通晓

● 典型例题通析

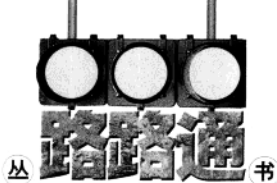
● 综合能力通训

● 课本习题通解

● 单元考点通测



◆ 湖南师范大学出版社



◆丛书主编 / 莫志斌

◆丛书副主编 / 陈来满 何宪才

高二物理

◆本科主编 / 朱孟德

◆本册主编 / 魏晓红

◆撰稿 / 杨 飞

刘光仕

汤新文

魏晓红

何宗罗

◆湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

路路通丛书·高二物理 / 莫志斌主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2002.6

ISBN 7—81081—169—X/G·109

I. 路 ... II. 莫 ... III. 物理课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 036264 号

路路通丛书·高二物理

丛书主编: 莫志斌

本册主编: 魏晓红

策划组稿: 何海龙

责任编辑: 莫 华 李 飞

责任校对: 张小兵

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南岳阳印刷厂印刷

730×988 16开 15.25印张 382千字

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

印数: 1—8200册

ISBN7—81081—169—X/G·109

定价: 16.00元

【 前 言 】

《路路通丛书》是一套涵盖中学主要课程(语文、数学、英语、物理、化学)的同步学习辅导用书,根据人民教育出版社最新教材编写。丛书含金量高,特点鲜明,主要体现在以下几个方面:

一、名师主笔。作者来自湖南师范大学附属中学、长郡中学等湖南省重点中学教学第一线的优秀骨干教师。

二、内容适用。丛书紧密结合教材内容,先抓住课本知识要点进行梳理,然后精辟讲解三种难度不一的、涉及中(高)考点的题目(基础题、提高题、强化题),基础一般的同学可以循序渐进,基础较好的同学可以直接攻坚,从中可以掌握学习方法,少走弯路,举一反三。而后则是名师们精心编排的最新的题库,以训练你的综合能力(从后面的答案可以知道自己“能量”的大小)。当然,接着的课本习题解答与提示更具有实用性和启发性。至于每个单元的考点测试题(附答案)则是检验阶段性学习成果的一把好“尺子”。

三、体例新颖。丛书包括五个栏目:知识要点通晓、典型例题通析、综合能力通训、课本习题通解、单元考点通测。体例是依照学生的学习规律而设计的,它主要是能让学生掌握巧学方法,提高综合能力。它不仅能同时满足不同学习程度的学生的需要,而且能使更快、更牢固地掌握课堂内外知识,逐步提高分析、解决问题的能力。

四、版式独特。丛书采用国际流行开本,每个版面配有精美的图片,内芯小五号字体,容量更加丰富。

每年暑假推出新书,上下册合为一本,买一本用一年,不但经济合算,而且便于预习与复习,起到有备而“战”、温故而知新的作用。

高三年级的图书根据教育部考试中心《2002年普通高等学校招生全国统一考试说明》编写。初三用书亦与中考紧密结合,实用价值更大。

受教材改版等因素影响,丛书个别分册体例稍有差异。

丛书编写过程中错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2002年6月

前 言

4472/07

[目 录]

第十章 机械波	(1)
第一节 波的形成和传播	(1)
第二节 波的图象	(3)
第三节 波长、频率和波速	(6)
* 第四节 波的反射和折射	(9)
第五节 波的衍射	(11)
第六节 波的干涉	(13)
第七节 驻波	(15)
第八节 多普勒效应	(16)
第九节 次声波和超声波	(16)
单元考点通测	(19)
第十一章 分子热运动 能量守恒	(23)
第一节 物体是由大量分子组成的	(23)
第二节 分子的热运动	(25)
第三节 分子间的相互作用力	(27)
第四节 物体的内能	(29)
第五节 改变内能的两种方式	(31)
第六节 热力学第一定律 能量守恒定律	(32)
第七节 热力学第二定律	(34)
第八节 能源 环境	(34)
单元考点通测	(37)
第十二章 固体和液体	(40)
第一节 固体	(40)
第二节 固体的微观结构	(41)
第三节 液体	(42)
第四节 毛细现象	(44)
第五节 液晶	(44)
单元考点通测	(46)
第十三章 气体	(49)

第一节	气体的状态参量	(49)
第二节	气体实验定律	(52)
第三节	理想气体状态方程(1)	(56)
第四节	理想气体状态方程(2)	(59)
第五节	气体分子动理论	(62)
* 第六节	饱和汽和未饱和汽	(64)
* 第七节	空气的湿度	(64)
单元考点通测		(69)
第十四章 电场		(72)
第一节	电荷 库仑定律	(72)
第二节	电场 电场强度	(76)
第三节	电场线	(80)
第四节	电场中的导体	(83)
第五节	电势差 电势	(86)
第六节	等势面	(89)
第七节	电势差与电场强度的关系	(93)
第八节	电容器 电容	(96)
第九节	带电粒子在匀强电场中的运动	(99)
第十节	静电的利用和防止	(104)
单元考点通测		(107)
第十五章 恒定电流		(111)
第一节	欧姆定律	(111)
第二节	电阻定律 电阻率	(114)
第三节	电功和电功率	(116)
第四节	闭合电路欧姆定律	(120)
第五节	电压表和电流表	(124)
第六节	电阻的测量	(126)
单元考点通测		(132)
第十六章 磁场		(136)
第一节	磁场 磁感线	(136)
第二节	安培力 磁感应强度	(139)
第三节	电流表的工作原理	(142)
第四节	磁场对运动电荷的作用	(144)
第五节	带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	(147)
第六节	回旋加速器	(151)
第七节	安培分子电流假说 磁性材料	(152)
单元考点通测		(155)
第十七章 电磁感应		(159)
第一节	电磁感应现象	(159)

第二节 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	(162)
第三节 楞次定律——感应电流的方向	(166)
第四节 楞次定律的应用	(169)
第五节 自感	(173)
第六节 日光灯原理	(175)
第七节 涡流	(175)
单元考点通测	(179)
第十八章 交变电流	(184)
第一节 交变电流的产生和变化规律	(184)
第二节 表征交变电流的物理量	(186)
第三节 电感和电容对交变电流的影响	(189)
第四节 变压器	(191)
第五节 电能的输送	(194)
第六节 三相交变电流	(197)
第七节 感应电动机	(197)
单元考点通测	(201)
第十九章 电磁场和电磁波	(205)
第一节 电磁振荡	(205)
第二节 电磁振荡的周期和频率	(207)
第三节 电磁场	(209)
第四节 电磁波	(209)
第五节 无线电波的发射和接收	(211)
第六节 电视 雷达	(211)
单元考点通测	(214)
学生实验	(217)
实验一 用油膜法估测分子的大小	(217)
实验二 用描迹法画出电场中平面上的等势线	(218)
实验三 描绘小灯泡的伏安特性曲线	(220)
实验四 测定金属的电阻率	(222)
实验五 把电流表改装成电压表	(224)
实验六 研究闭合电路欧姆定律	(226)
实验七 测定电源电动势和内阻	(227)
实验八 练习使用示波器	(230)
实验九 用多用电表探索黑箱内的电学元件	(232)
实验十 传感器的简单应用	(234)

机械波

第一节

波的形成和传播

知识要点 通晓



1. 机械波和形成机械波的条件:机械振动在介质中的传播,形成机械波.要形成机械波必须同时具备两个条件,即有振源和有传播振动的介质.

2. 机械波的形成及本质:把介质看成是由大量质点构成的物质,相邻的质点间有相互作用力.当介质中的某一质点发生振动时,就会带动它周围的质点振动起来,这些质点的振动又会带动各自周围的质点发生振动.这样振动就在介质内逐渐传播开来而形成机械波.

以绳波为例.设想把绳分成许多小段,每一小段相当于一个质点.当相邻质点间的相对位置发生变化时,就有力(弹性力或张力)的作用,当第1个质点在外力作用下做周期为 T 的上下振动时,第2、3、4……个质点也相继振动起来,它们只是重复着第1个质点的振动,周期也是 T ,但各质点开始振动的时间一个比一个晚.正是这种有序的依次振动,才形成“波浪”.若第1个质点只振动一次,则在绳上只有一个凸起的波形在传播.若第1个质点不断地上下振动,就可看到一个接一个凸起和凹下的波形沿绳传播开去.

在波的传播过程中,介质中的质点本身并不随波一起迁移,向前传播的只是运动形式和能量.

3. 机械波的两基本形式:横波和纵波.若质点的振动方向与波的传播方向垂直,则叫横波.若质点的振动方向与波的传播方向在同一直线上,则叫纵波.横波是凸、凹(即波峰、波谷)相间,而纵波是疏部与密部相间.

典型例题 通析



例1 关于机械波的以下说法中,正确的是().

- A. 波动是振动在介质中的传播过程
- B. 波的传播过程也是一个能量传播过程
- C. 波的传播过程中,介质的各质点一方面在各自的平衡位置附近振动,另一方面又沿着波的传播方向移动

D. 机械波在真空中也能传播

解析 由机械波的定义可知选项 A 正确. 由波的形成和本质可知, 选项 B 正确, C 错误. 由机械波形成的两个条件可知, D 错误. 所以正确答案为 A、B.

例 2 关于振动和波, 下列说法正确的是().

- A. 有机械振动, 就一定形成机械波
- B. 如果振源停止振动, 在介质中的波动也立即停止
- C. 在传播波的介质中各质点均做受迫振动, 先振动的质点靠弹性力策动相邻质点振动
- D. 介质中先振动的质点靠弹性策动力做功, 将自身能量传播给相邻质点

解析 有机械振动, 但如果没有传播机械振动的介质, 就不可能形成波. A 错. 已经振动起来的质点已具有能量, 当振源停止振动时, 由能的转化和守恒定律可知, 波动不会立即停止, B 错. 由波的形成可知, 后一个质点总是在前一个相邻质点的弹性力作用下跟着相继振动起来的, 每个质点都做受迫振动, 质点间的弹性力充当策动力, 前一个质点将能量传递给后一个质点, 也是通过弹性策动力做功来实现. 所以正确答案为 C、D.

例 3 图 10-1(a) 中, 有一条均匀的绳, 1、2、3、4……是绳上一系列等间隔的点, 现在有一列简谐横波沿此绳传播. 某时刻, 绳上 9、10、11、12 四点的位置和运动方向如图(b)所示(其他点的运动情况未画出), 其中点 12 的位移为零, 向上运动, 点 9 的位移达到最大值. 试在图(c)中画出再过 $\frac{3}{4}$ 周期时点 5、6、7、8 的位置和运动方向, 其他点不必画.

解析 为了求出 5、6、7、8 各点过 $\frac{3}{4}$ 周期时的位置 and 运动 (a) 方向, 可先求出 9、10、11、12 四点过 $\frac{3}{4}$ 周期时的位置 and 运动方 (b) 向, 再根据波形成的特点得出此时 5、6、7、8 各点的情况.

从图示时刻再经 $\frac{3}{4}$ 周期时, 质点 9 处于平衡位置, 向上运 (c) 动, 质点 12 到达负的最大位移处, 由波形成的特点 and 对称性可推知, 质点 6 此时达到正的最大位移处, 质点 5 已经过了正的最大位移位置正向平衡位置运动. 5、6、7、8 各点的位置 and 运动方向如图 10-1(c) 所示.

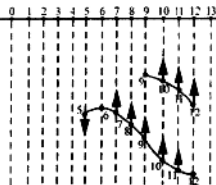


图 10-1



- 机械波是在_____中的传播.
- 机械波可以分为横波和纵波. _____叫横波, _____叫纵波.
- 波在传播振动这一运动形式的同时, 还将_____传递出去, 波是传递_____的一种方式.
- 下列所述情况下形成的波哪些属于横波().
 - A. 沿绳传播的波
 - B. 音叉振动形成的声波
 - C. 手提螺旋弹簧上下振动而形成的波
 - D. 从地震源传出的地震波

5. 关于机械波,下列说法中正确的是()。

- A. 由某振源产生的波,介质中各质点的振动周期都与振源的周期相同
- B. 在机械波的传播过程中,波上的各个质点都沿着波形成的曲线运动
- C. 在机械波的传播过程中,波上的各个质点都沿着波的传播方向向前迁移
- D. 发声体振动时形成的声波只能在空气中传播

6. 在均匀介质中有一个波源,它的振动频率为 3 Hz,如果该波源从平衡位置开始向上振动,则 1 s 内完成了_____次全振动;这段时间内形成的横波有_____个波峰。

第二节 波的图象

知识要点



1. 波的图象的物理意义:描述某一时刻各个质点离开平衡位置的位移情况。波的图象的物理意义与振动图象的物理意义有着本质上的区别。振动图象反映的是同一个质点在不同时刻相对于平衡位置的位移;而波的图象反映的是各个不同质点在同一时刻相对于平衡位置的位移。

2. 简谐波的波动图象是正弦或余弦曲线。若已知某一时刻的波形图,根据图象可以知道:

- (1)该波的振幅和波长;
- (2)某质点在该时刻的位移;
- (3)某质点在该时刻的运动方向;
- (4)某质点在 Δt 时间内通过的路程;
- (5)这一时刻的 Δt 之前或经 Δt 之后的波的图象。

典型例题



例 1 如图 10-2 所示,为某列简谐横波在 t 时刻的波形图。求:

- (1)该波的振幅;
- (2)此时刻 E 质点的位移值;
- (3) F 质点在 t 至 $t + \Delta t$ 时刻这段时间内的路程 ($\Delta t = \frac{1}{4}T$);
- (4)该时刻 C 质点的运动方向。

解析 (1)由图可知,该波的振幅为 5 cm;

(2)此时刻 E 质点的位移为 -5 cm;

(3) F 质点此时位于平衡位置,再经 $\frac{1}{4}T$,它应运动到离平衡位置最远处,则在 $\frac{1}{4}T$ 时间内通

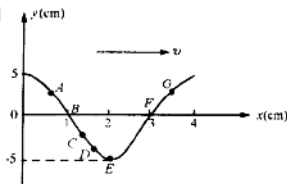


图 10-2

过的路程为 $S = A = 5 \text{ cm}$;

(4)由波的图象判断某质点的运动方向有两种方法.方法一:根据波形成的原理来判断.在波的形成过程中,后一个质点总比前一个质点晚运动.当相邻的前一个质点达到某个状态时,后一个质点要过一段时间才能达到这个状态.在图 10-2 中,要判断质点 C 的运动方向,可选与它相邻的、离波源比它近的、且处于特殊位置的 B 质点为参考点, B 质点此时达到平衡位置, C 质点要晚些时间才能达到这个状态,所以 C 质点的运动方向向上.

方法二:“逆藤摸瓜”法:这里的“逆”是指逆着波的传播方向,“藤”代表波形曲线.用手指逆着波的传播方向沿曲线移动,若手指上行,则这些质点的运动方向向上;若手指下行,则运动方向向下.

例 2 在上题的图 10-2 中, (1) A 、 E 、 G 三个质点,哪一个最先回到平衡位置? (2) A 、 E 、 G 三个质点此时谁的加速度最大? 它们的加速度方向各如何?

解析 (1)谁先回到平衡位置,由质点所在位置离平衡位置的距离及此时的运动方向共同决定.用上题中的判断方向可知, A 质点运动方向向上, E 质点此时瞬时速度为零,运动趋势向上, G 质点此时运动方向向下,显然 G 质点最先回到平衡位置.

(2)由简谐振动规律可知,质点的加速度值与所受的回复力值成正比,而回复力值又与质点离开平衡位置的位移值成正比,因此,离开平衡位置的位移越大,加速度就越大.所以 A 、 E 、 G 三个质点中, E 的加速度最大.加速度的方向与回复力方向相同,与位移方向相反.因此, A 质点的加速度向下, E 质点的加速度向上, G 质点的加速度也向下.加速度的方向与回复力方向一样,总指向平衡位置.

例 3 在图 10-2 中,若已知波的传播速度 $v = 1 \text{ cm/s}$,试分别画出经过 1 s 后和图示时刻 1 s 之前的波形图象.

解析 在波的传播过程中,不同时刻介质中各质点的位移不同,所以不同时刻有不同的波形曲线.由于各个质点的振动状态都沿着波的传播方向向前传播,因此画经 Δt 时间以后的波形图只要将原来的波形曲线整体沿传播方向移动一段距离即可.若画 Δt 之前的波形图,则将曲线整体逆着传播方向移动一段距离.

此题中,波传播的距离 $\Delta x = v\Delta t = 1 \times 1 = 1 \text{ cm}$,画 1 s 后的波形图时将原曲线整体向右移 1 cm,画 1 s 前的波形图时将原曲线整体向左移 1 cm.所以 1 s 后的图象如图 10-3 中的虚线所示,1 s 前的图象如图 10-4 中的虚线所示.

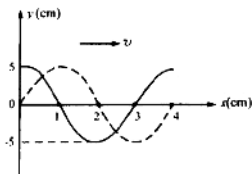


图 10-3

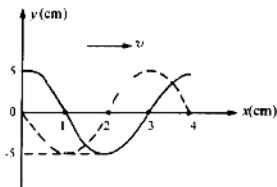


图 10-4



1. 波的图象与振动图象比较,其相似之处有().
- A. 纵坐标都表示质点离开平衡位置的位移 B. 从纵坐标上都可直接得出振幅
- C. 形状都是正弦或余弦曲线 D. 都是描述质点在不同时刻的位移
2. 若已知一列简谐横波某时刻的图象,则().

- A. 如果知道传播方向,就可确定波的各质点在这一时刻的振动方向
- B. 只要知道波形图上某一点的振动方向就可确定波的传播方向
- C. 波的图象中的坐标原点就是波源
- D. 波形图的横轴的正方向就是波的传播方向

3. 一列简谐横波在某一时刻的波形如图 10-5 所示,图中质点 P 此刻的运动方向向下, P、Q 两质点此刻均在平衡位置上,则以下的判断中正确的是().

- A. 这列波的传播方向向左 B. 这列波的传播方向向右
- C. Q 质点此时的运动方向沿曲线的切线方向
- D. 此刻后再经半个周期, Q 质点又处于平衡位置,且运动方向向下

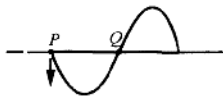


图 10-5

4. 如图 10-6 所示,实线为某列简谐横波在 t 时刻的波形图,虚线为 $t + \Delta t$ 时刻的图象,且 Δt 很小,则关于质点 1、2 在时刻 t 的速度方向的叙述正确的是().

- A. 质点 1 的速度方向向下,质点 2 的速度方向向上
- B. 质点 1 和 2 的速度方向都向下
- C. 质点 1 和 2 的速度方向都向上
- D. 因不知道波的传播方向,所以无法确定

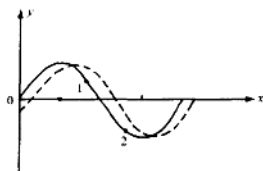


图 10-6

5. 如图 10-7 所示的简谐横波沿 x 方向传播,则以下说法正确的是().

- A. 自图示时刻开始, P 点比 Q 点先回到平衡位置
- B. 质点 P 和 Q 同时回到平衡位置
- C. 此刻 P、Q 两质点的速度大小相等 D. 此刻 P、Q 两质点的加速度值相等

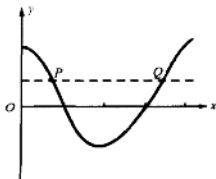


图 10-7

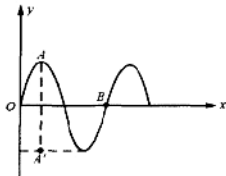


图 10-8

6. 如图 10-8 所示的绳波上的 A 点经过 0.1 s 后第一次到达 A' 点, 已知 $\overline{AA'} = 4$ cm, 则这列波的振幅为 _____ cm; 振动周期为 _____ s; 当 A 点运动到 A' 时, B 点处于 _____ 位置; 若已知传播方向向右, 请在图中画出经 0.1 s 后的波形图.

课本题题通解

- (1) 解: a. 1 s 后和 4 s 后波沿 x 轴正方向传播的距离分别为 $\Delta x_1 = v\Delta t_1 = 0.5 \times 1 = 0.5$ m, $\Delta x_2 = v\Delta t_2 = 0.5 \times 4 = 2$ m. 分别将曲线整体沿 x 正方向移动 0.5 m 和 2 m 就得到 1 s 后和 4 s 后的波形曲线, 如图 10-9 所示. 4 s 后的曲线与 t 时刻的曲线恰好重合.

- b. 在时刻 t, 质点 A 的速度方向向下, 质点 B 的速度方向向上.

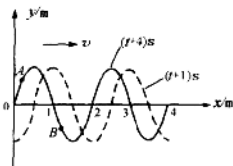


图 10-9

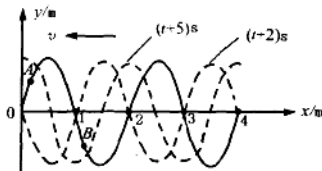


图 10-10

- (2) 解: a. 将 t 时刻波形曲线分别沿 x 轴的负方向移动 $\Delta x_1 = v\Delta t_1 = 0.5 \times 2 = 1$ m, $\Delta x_2 = v\Delta t_2 = 0.5 \times 5 = 2.5$ m, 即得所求. 如图 10-10 所示.

- b. 在时刻 t, 质点 A 的速度方向向上, 质点 B 的速度方向向下.

- (3) 解: a. 此时 a 质点最先回到平衡位置.

- b. 此时 c 质点最先回到平衡位置.

第三节

波长、频率和波速

知识要点通解

1. 波长: 对平衡位置的位移总是相等的两个相邻点间的距离, 叫做波长. 在横波中, 两个相邻波峰(或两个相邻波谷)之间的距离等于波长. 在纵波中, 两个相邻密部(或两个相邻疏部)之间的距离也等于波长.

2. 频率: 波的频率就等于振源的振动频率. 同一列机械波, 从一种介质进入到另一种介质中传播时, 波的频率是不变的.

3. 波速: 波速是指波在介质中的传播速度. 波速由介质本身的性质决定, 在不同的介质中,

波速不同。

4. 波长、频率、波速三者的关系： $v = \lambda f$ 。此式对电磁波、光波也适用。

典型例题



例1 如图 10-11 所示，为一列简谐横波的波形图。已知波速为 20 cm/s，方向沿 $+x$ 方向，则：(1) 该波的周期为多少？(2) 在波的传播方向上，与 B 质点相距一个波长和半个波长的质点分别是哪些？(3) 画出经 0.25 s 后的波形图。

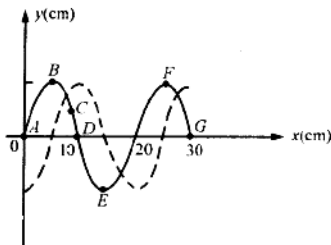


图 10-11

解析 (1) 由图可得： $\lambda = 20$ cm，则：

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2}{20} = 0.01 \text{ (s)}.$$

(2) 与 B 质点相距一个波长的是质点 F；与 B 质点相距半个波长的质点是 E。

(3) $\Delta t = 0.25 \text{ s} = \frac{1}{4} T$ ，因为一个周期内传播的距离就等于一个波长，因此，将波形沿 $+x$ 方向移 $\frac{1}{4} \lambda$ ，就可得到 0.25 s 后的波形，如图 10-11 中的虚线所示。

例2 a、b 是水平绳上的两点，相距 42 cm，一列正弦波沿绳传播，方向从 a 至 b，每当 a 点经过平衡位置向上运动时，b 点正好到达下方负的最大位移处，则此波的波长可能是()。

A. 56 cm

B. 24 cm

C. 168 cm

D. 33.6 cm

解析 根据波的传播规律，可画出符合题意的一种波形，如图 10-12 中的实线所示，此时 a、b 间的距离等于 $\frac{1}{4} \lambda$ 。显然，图中虚线所示的波形图也合题意，此时 a、b 间的距离等于 $1 \frac{1}{4} \lambda$ 。由此可推知，当 a、b 间的距离为 $(n + \frac{1}{4}) \lambda$ 时，均符合题意，设 AB 间的距离为 s，则：

$$s = (n + \frac{1}{4}) \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots),$$

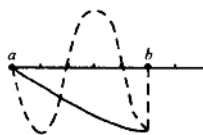


图 10-12

$\therefore \lambda = \frac{4s}{4n+1}$, 将 n 依次取 $0, 1, 2, \dots$ 代入得, λ 为 $168 \text{ cm}, 33.6 \text{ cm}, \dots$

所以本题应选答案 C 和 D.

例 3 一列简谐横波, 沿水平方向传播, 在传播方向上有 A, B 两点相距 6 cm , 某时刻 A 位于波峰, B 位于平衡位置且向下运动, 已知该波波长大于 3 cm , 周期为 0.1 s , 求:

(1) 若波由 A 向 B 传播, 波速最大可能是多少?

(2) 若波由 B 和 A 传播, 波速最小可能是多少?

解析 如图 10-13 所示, 若波是由 A 向 B 传播, 且当 A 位于波峰而 B 位于平衡位置并向下运动时, B 只可能位于图中的 $B_1, B_2, \dots$ 等位置, 即 A, B 间的距离 s 应满足

$$s = (n + \frac{3}{4})\lambda.$$

当 s 一定时, 取 $n=0$ 可使 λ 值最大, $\lambda_{\max} = \frac{4}{3}s = \frac{4}{3} \times 6 = 8 \text{ cm}$.

所以波速的最大值为 $v_{\max} = \frac{\lambda_{\max}}{T} = \frac{0.08}{0.1} = 0.8 \text{ m/s}$.

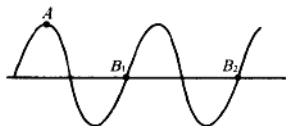


图 10-13

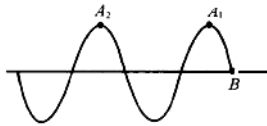


图 10-14

(2) 如图 10-14, 若波由 B 向 A 传, 且当 A 位于波峰而 B 位于平衡位置并向下运动时, A 只可能位于图中的 $A_1, A_2, \dots$ 等位置, 即 A, B 间的距离 s 应满足: $s = (n + \frac{1}{4})\lambda$. 将 $s = 6 \text{ cm}$ 代入, n 分别取 $0, 1, 2, \dots$ 得波长的可能值依次为: $24 \text{ cm}, 4.8 \text{ cm}, 2.7 \text{ cm}, \dots$, 依题意, 波长应大于 3 cm . 所以波长的最小可能值为 4.8 cm , 所以, 波速的最小可能值为 $v_{\min} = \frac{4.8 \times 10^{-2}}{0.1} = 0.48 \text{ m/s}$.



1. 关于波速、波长和频率, 下列说法正确的是().

- A. 由 $v = \lambda f$ 可知, 波速与频率成正比
- B. 同一列机械波在不同介质中传播时, 频率是相同的
- C. 同一列机械波在不同介质中的波长不同
- D. 两列波长不同的机械波在同一介质中传播时, 波长大的那列波的传播速度大些

2. 以下说法中正确的有().

- A. 波的频率与传播介质无关, 它等于波源的振动频率
- B. 两个振动情况完全相同的质点之间的距离为 1 个波长
- C. 波源振动 1 个周期, 波就向前传播 1 个波长的距离

D. 波源的振动速度与波速相等

3. 一列纵波的传播速度是 12 m/s, 相邻疏密中心间的距离是 0.4 m, 这列波的频率是 _____ Hz.
4. 一列声波, 在空气中其波长是 0.68 m, 已知空气中声速为 340 m/s, 水中的声速为 1450 m/s, 则这列声波在水中传播时的波长为 _____ m.
5. 水面上有 A、B 两只小船, 一列水波沿 AB 连线方向传播, 船每分钟上下振动 30 次, 水波传播速度为 4 m/s. 当 A 船位于波峰处时, B 恰好位于波谷处, A、B 间还存在 3 个波峰, 则 A、B 两船间沿传播方向上的距离为 _____.
6. 一列简谐横波沿水平方向传播, a、b 为传播方向上相距为 0.3 m 的两个质点, 某时刻质点 a 经平衡位置向上运动时, 质点 b 恰好经平衡位置向下运动. 若波长大于 0.1 m, 求这列简谐横波的波长可能是多少?

课本习题

通解



- (1) 解: 矮个子的双腿前后交替更为迅速, 如果把它们和两列波作类比, 那么, 波长可以比作步阔的大小, 即每迈一步前进的距离, 频率可以比作双腿前后交替的快慢, 则矮个子的频率大, 波速可以比作在相同时间内前进的距离, 即走路的快慢, 则并肩走时两者波速相同.
- (2) 解: 正确的计时方法是: 看到施令枪的烟雾就开始计时. 若听到枪声才计时, 由于声速比光速小得多, 就有个时间差 Δt , 其值为: $\Delta t = \frac{s}{v} = \frac{100}{340} \approx 0.29$ s, 所以记录下来的成绩将有 0.29 s 的误差.
- (3) 解: $v = \frac{s}{t} = \frac{14 \times 10^3}{10} = 1.4 \times 10^3$ m/s
- (4) 解: 每秒做两次全振动, 而横波的频率就等于振源在单位时间内完成全振动的次数, 所以波的频率为 $f = 2$ Hz. 由图可知, $3\lambda = 150$ cm $\therefore \lambda = \frac{150}{3} = 50$ cm, 由 $v = \lambda f$ 得: $v = 0.5 \times 2 = 1$ m/s.
- (5) 解: 每秒做 100 次全振动, 即 $f = 100$ Hz, 所以 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{100} = 0.1$ m.
- (6) 解: 两个相邻波峰间的距离就等于波长, 即 $\lambda = 6$ m, 所以周期 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5} = 0.4$ s.

* 第四节

波的反射和折射

知识要点

通解



1. 波的反射: 波遇到障碍物会返回来继续传播, 这种现象叫做波的反射. 声波的反射形成回声.

入射波的波线与平面法线的夹角叫做入射角,反射波的波线与平面法线的夹角叫做反射角.在波的反射中,反射角等于入射角,且反射波的波长、频率和波速都跟入射波相同.

2. 波的折射:波从一种介质射入另一种介质时,传播的方向发生改变,这种现象叫做波的折射.在波的折射中,入射角 i 、折射角 r 和波速之间满足关系式: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$. 其中 v_1 和 v_2 分别是波在介质 I 和介质 II 中的波速.

典型例题



例 1 声源、听者和障碍物在同一条直线上,声源位于听者和障碍物之间的正中点,听者与障碍物之间的距离为 24 m,听者能否区分原声和回声?(当时空气中声速为 340 m/s)

解析 人耳只能区分开相差 0.1 s 以上的两个声音.本题中,声音直接传到听者耳朵所用时间 $t_1 = \frac{12}{340}$ s,而声音传到障碍物再反射到听者耳朵所用时间为 $t_2 = \frac{12+12+12}{340} = \frac{36}{340}$ s,其时间差 $\Delta t = \frac{36-12}{340} \approx 0.07 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$,所以不能区分原声和回声.

例 2 一列声波在空气中的传播速度为 340 m/s,波长为 4 m,当这列波进入水中后,波速增大为 1445 m/s,则此声波在水中的频率为多少? 波长又为多少?

解析 波从一种介质射入另一种介质时,会发生折射,传播的方向、波速和波长都会发生变化,但波的频率不变.设空气为介质 1,水为介质 2,则:

$$f_{\text{水}} = f_{\text{空}} = \frac{v_{\text{空}}}{\lambda_{\text{空}}} = \frac{340}{4} = 85 \text{ Hz}.$$

$$\lambda_{\text{水}} = \frac{v_{\text{水}}}{f_{\text{水}}} = \frac{1445}{85} = 17 \text{ m}.$$

例 3 一列水波由深水区射到浅水区,已知入射线与两个区域的分界面的夹角为 30° ,折射线与分界面的夹角为 60° ,水波在深水区的传播速度为 1440 m/s,求水波在浅水区的传播速度.

解析 水波从深水区射入浅水区,相当于从一种介质射入另一种介质.依题意,入射角 $i = 60^\circ$,折射角 $r = 30^\circ$,依波的折射规律 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$ 得: $v_2 = \frac{\sin r}{\sin i} \cdot v_1 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \times 1440 = \frac{1440}{\sqrt{3}} \approx 831 \text{ m/s}$.

综合能力



- 要使人耳能区分自己的原声和障碍物反射回来的回声,障碍物离他的最小距离应为 _____ m.
- 一列声波从空气进入水中传播,则下列说法中正确的是().
A. 波速变大
B. 波速变小
C. 波速与波长的比值不变
D. 传播方向不变
- 夏日的雷声有时轰鸣不绝,这与 _____ 有关;在空房子里讲话,会感到声音更响,这是因为 _____