



面向中等和中等以上学生

以奥林匹克培训的成功思路

实现考场夺魁的世纪梦想

↑10省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺北大清华

高二物理

总主编：何舟
本册主编：何雪平

吉林教育出版社

10省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺

北大清华

高二物理



总 主 编	何 舟
本册主编	何雪平 (奥林匹克教练员)
副 主 编	黄俊生
撰 稿	卢新渠 赵 军 涂后胜 易永红 范凤霞 陈文华

吉林教育出版社

(吉)新登字 02 号

封面设计:周建明

责任编辑:王世斌 魏 丹 陈 刚

10省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺北大清华

高二物理

总 主 编 何 舟

本册主编 何雪平

吉林教育出版社 出版 发行

新华书店经销

山东莒南县印刷厂印刷

开本:880×1230 毫米 1/32

印张:12.25

本次印数:10000 册

字数:368 千字

2002 年 6 月第 3 版第 4 次印刷

ISBN 7-5383-1770-8/G·1548

定价:14.80 元

凡有印装问题,可向承印厂调换

十省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺 外国语学校
名牌高中
北大清华 丛书

编委会

主 任 何 舟

副主任	邓 均	北京大学附属中学	奥林匹克一级教练
	刘红娟	天津市教学研究室	教研员
	张润秀	浙江省教育厅教研室	特级教师 全国优秀教师
	臧继宝	江苏省南京市教研室	市政府督学
	孟蔚时	安徽省教育科学研究所	综合研究室主任
	黄建国	江西省教学研究室	副主任
	李松华	福建省普教教研室	理科主任
	陈启新	福建省普教教研室	教研员
	黄汉寿	山西省教育科学研究所	特级教师
	彭运锋	广西教育学院教研部	主任 副研究员
	白承宗	云南省教育科学院	特级教师

编委	王 岚	王春景	王蟠龙	兰 虹	朱宇辉	朱承信
	王建明	朱建廉	孙夕礼	刘江田	江敬润	李果民
	李松华	李新华	张玉心	张洪潭	张润秀	张晋平
	陈 俊	陈伟荣	陈宗杰	吴立民	吴庆芳	陆 云
	陆 静	苏克芬	肖声贵	时利民	何雪平	杨盛楠
	余燕凌	林为炎	林昌贵	金本钺	郑梦如	官思渡
	赵 龙	祝传武	侯建飞	姜鸿翔	夏 芹	夏恩威
	唐凤兰	唐树楷	唐哲源	唐淑华	桂自力	徐昭武
	钱瑞云	黄复华	黄鸿琦	章美珍	章乘铭	潘娉姣
	彭士侠	蒋国补	蔡金涛	蔡肇基	臧继宝	滕 云

结识名师

冲刺北大清华

主编简介



何雪平

江西省高安中学物理高级教师。1983年毕业于江西宜春师专，1991年江西师大本科函授毕业，宜春市物理学科带头人，江西省物理教学专业委员会理事，中国教育学会教育实验研究会会

员，全国首批国家级骨干教师班学员，长期从事奥林匹克竞赛辅导工作。

1995年获江西省优秀班主任称号。1998年获江西省第五届物理优质课大奖一等奖；同年10月，在第十五届全国物理竞赛中，所辅导的团队获三个一等奖、两个二等奖、团体总分第二名；11月在华东六省一市物理年会上讲授观摩课《楞次定律》。1999年8月，所带班级高中升学率100%，重点率78%，本科率98%；2000年3月与范小辉等人合著《高中物理实验技能训练》，由南京师范大学出版社出版发行；同年7月与黄晓标等人合著《新·高中课程目录·素养·评价丛书》（高三年级），由江西教育出版社出版发行；并灌制《高二物理·高中3+X学习辅导》VCD光盘两张，由红星音像出版社出版发行。





目 录



- 第一讲
- 第二讲
- 第三讲
- 第四讲



- 第五讲
- 第六讲

- 第七讲



- 第八讲
- 第九讲
- 第十讲
- 第十一讲
- 第十二讲
- 第十三讲
- 第十四讲

第十章 机械波

- 波的形成 波长、频率和波速
- 波的图象
- 波的叠加和波的干涉
- 波的传播

- 1
- 9
- 20
- 27

第十一章 分子热运动 能量守恒

- 分子动理论
- 功与热
- 固体和液体的微观结构及性质

- 32
- 37
- 44

第十三章 气 体

- 求解气体压强中的力学问题
- 液柱(活塞)移动问题
- 气体的变质量问题
- 理想气体的图象及其应用
- 认清变化过程找出解题关键
- 力、热综合问题
- 气体分子动理论 饱和汽和未饱和汽、空气湿度

- 52
- 61
- 71
- 80
- 90
- 101
- 110



第十五讲

第十六讲

第十七讲

第十八讲



第十九讲

第二十讲

第二十一讲

第二十二讲

第二十三讲



第二十四讲

第二十五讲

第二十六讲

第二十七讲

第二十八讲



第二十九讲

第十四章 电 场

库仑定律、电场强度 (116)

电场的能的性质：电势、电势差、
电势能、电场力做功 (125)

电场中的导体、电容器、带电粒
子在电场中的运动 (134)

电场实验 (149)

第十五章 恒定电流

欧姆定律 电阻定律 (157)

电功 电功率 (166)

电动势 闭合电路的欧姆定律 (174)

电压表和电流表 (184)

电阻的测量 (192)

第十六章 磁 场

安培定则和左手定则 (206)

磁场对电流的作用力 (214)

磁场对通电线圈的作用 磁力矩 (224)

带电粒子在磁场中的运动 (233)

带电粒子在复合场中的运动 (246)

第十七章 电磁感应

洛伦兹力在近代技术中的应用 (255)



第三十讲
第三十一讲
第三十二讲
第三十三讲
第三十四讲



第三十五讲
第三十六讲
第三十七讲

第三十九讲



第一学期

第二学期

电磁感应现象及楞次定律
法拉第电磁感应定律
法拉第电磁感应定律应用
电磁感应中的图象 自感现象
电磁感应现象中动力学问题的
分析

第十八章 交变电流

交变电流的产生和变化规律
变压器和电能的输送
电感和电容对交变电流的影响
三相交电流
振荡电路和电磁波

期中测试
期末测试
期中测试
期末测试

参考答案

262

273

286

299

308

319

328

336

342

347

352

357

362

368

第十章 机械波

第

讲

波的形成 波长、频率和波速

冲刺北大清华

热点
聚焦

图 1-1 所示的直线连续介质中,选出相距为 a 等间隔排列的点 0、1、2、3、...、10 等 11 个点.这些质点分别以自己的位置为中心,以 b 为振幅,从 0 点向右顺次滞后 1s 垂直于它们的排列方向向上开始做简谐运动,周期 $T = 8s$.

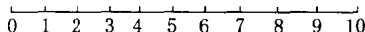


图 1-1

(1)从 0 点开始的振动经 4s 后各点的位置如何?请在图 1-2 中用实线画出.

图 1-2

(2)从 0 点开始振动后第一次出现如图 1-3 所示的波形,需要多少时间?

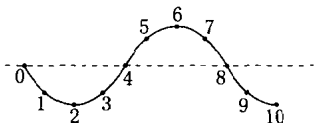


图 1-3

(3)离 0 点距离为 x 的 P 点比 0 点滞后_____开始振动,因此 0 点开始振 t 秒后 P 点的位移 $y =$ _____.

要想准确地回答好上述问题,必须明确几点:每个质点的运动规律是相同的,不同的是相邻的后一质点比前一质点晚振动 1s,那么,(1)质点 0 开始振动了 4s 时,都有哪些质点在振动呢?这些质点都在什么位置呢?(2)质点 10 第一次到图

示位置要振多久? 而它又是什么时候开始振动的? (3) 根据对前面两个问题分析, 可否推广总结出一个规律?

领悟例 1 如图 1-4 所示为一列可以传播振动的质点静止在 x 轴上, 它们在 x 轴上的间隔距离相等. 先使质点 1 做简谐运动, 开始振动时的运动方向垂直 x 轴垂直沿纸面向下. 当振动传到质点 13 时, 质点 1 刚好完成一次全振动. 试画出此时质点 1 到质点 13 的波的示意图.

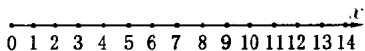


图 1-4

解题思路 依题意知: 距离质点 1 和质点 13 位移相等的质点 7 此刻经平衡位置向上运动, 质点 4 和质点 10 分别在上下最大位移处. 因此可知此时的波的形状如图 1-5.

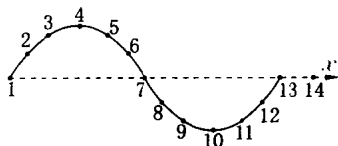


图 1-5

学习一得

波是沿 x 轴方向传播的, 而各质点的运动是垂直于 x 方向的. 在波的传播过程中, 各质点都没有沿 x 方向迁移.

思路点拨 像队形是由人排列成的一样, 波形是由介质中的质点排列成的. 所以作波形图的关键是找出一些特殊质点的位置.

例 2 一列简谐波沿 x 轴正方向传播, 某时刻的波形图如图 1-6 所示. 图中 P 、1、2……各质点到 x 轴的垂直距离都相等. 在 1 到 12 的这些质点中, 位移和 P 点相同的点是_____; 加速度和 P 点相同的点是_____; 速度和 P 点相同的点是_____.

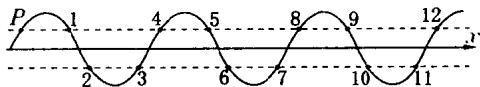


图 1-6

解题思路 与 P 点位移相同的质点有 1、4、5、8、9、12;
与 P 点加速度相同的质点有 1、4、5、8、9、12;
与 P 点速度相同的质点有 3、4、7、8、11、12.

思路巧点拨 (1)各质点的位移是指相对各自平衡位置的位移;

(2)各质点皆做简谐运动,加速度与位移成正比;

(3)各质点的速度方向要根据此刻的位置确定.

例 3 如图 1-7 所示,标明的各质点之间的距离均为 1m,当 $t=0$ 时,点 1 开始向上振动,经 0.1s 达到最大位移,此时波传播到点 3,则以下结论中正确的是().

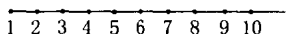


图 1-7

A. 波的传播速度是 10m/s,周期是 0.4s

B. 波的频率是 2.5Hz,波长是 4m

C. 再经 0.1s,波传播到点 7,点 4 达到最大位移

D. 波传播到点 10 时,共经历了 0.45s,而质点 8 达到最大位移处

解题快车道 点 1 经 0.1s 由平衡位置到最大位移处,说明波的

周期 $T = 4 \times 0.1 = 0.4(\text{s})$.

频率 $f = \frac{1}{T} = 2.5(\text{Hz})$.

又在此时间内波传播了 2m,所以波速

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2}{0.1} = 20(\text{m/s}).$$

波长 $\lambda = vT = 20 \times 0.4 = 8(\text{m})$.

再经 0.1s,波再传播 2m,即传播到了点 5.

波要传播到点 10,需时间

$$t = \frac{9}{20} = 0.45(\text{s}).$$

而点 8 已振动了 0.1s,恰在最大位移处.

可见,正确的是 D.

思路巧点拨 (1)分析清楚质点的运动规律;

(2)熟悉波速的计算公式 $v = \frac{s}{t} = \frac{\lambda}{T}$ 的应用.

例 4 一列简谐波在 $t_1=0$ 时刻的波形图如图 1-8 所示,已知该波向右传播,在 $t_2=0.7\text{s}$ 时距 O 点为 2.5m 的质点 P 刚好出现第

二次波峰.试求:

- (1)该波的传播速度;
- (2)距 O 为 6m 的 Q 点第一次出现波谷的时刻 t_3 .

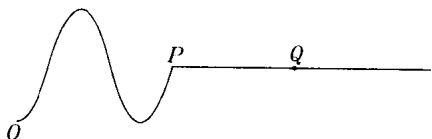


图 1-8

解题快车道

(1)由 P 点的振动情况有

$$t_2 - t_1 = T + \frac{3}{4}T,$$

所以得该波的周期

$$T = \frac{4}{7}(t_2 - t_1) = \frac{4}{7} \times 0.7 = 0.4(\text{s}).$$

波速

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{0.4} = 5(\text{m/s}).$$

(2)设时刻 t 点 Q 开始振动,则

$$t = t_1 + \frac{s}{v} = 0 + \frac{3.5}{5} \Delta S = 0.7(\text{s}).$$

所以它第一次出现波谷的时间是

$$t_3 = 0.7 + 0.1 = 0.8(\text{s}).$$

思路巧点拨

(1)由现有的图形要分析出各点的起振方向都是向下的;

(2)要知点 Q 何时出现波谷,先必须了解它何时起振.

例 5 如图 1-9(a)所示,在弹性绳上的甲、乙两点相距 15m ,一列简谐横波沿绳传播,经过一段足够长的时间后开始计时,得到图 1-9(b)所示的振动图象.试求该波的波长.

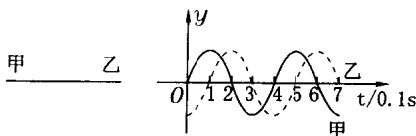


图 1-9(a)

图 1-9(b)

解题快车道 由两质点的振动图象可知,这列波的周期为 $T = 0.4\text{s}$,作出 $t = 0$ 时,甲、乙之间波的图形,并先假设波长 $\lambda > 15\text{m}$.

由于波的传播方向不明确,分两种可能的情况考虑:

(1)若波由甲向乙传播,波形如下图

1-10所示,则有两点间的距离 $s = \lambda/4$,

而题目对波长没有限制,故应有关系

$$s = (k + \frac{1}{4})\lambda = 5\text{m}.$$

图 1-10

$$\lambda = \frac{60}{4k+1}\text{m}.$$

波速

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{150}{4k+1}\text{m/s}.$$

(2)若波是由乙向甲传播的,则两点间的

波形图如图 1-11 所示.

于是有 $\lambda = \frac{60}{4k+3}\text{m}.$

$$v = \frac{150}{4k+3}\text{m/s}. (k = 0, 1, 2, \dots)$$

图 1-11

思路巧点拨 (1)根据某一时刻两质点的振动情况确定它们之间可能的

波形;

(2)按波形找出波长与两质点间距离的关系;

(3)写出波长的表达式,用波长、周期、波速关系求波速.

精彩小结

1. 在遇到要求作波形图的问题时,要注意以下几点:

(1)波传播的方向;

(2)波传播的介质中各质点开始振动的方向与振源的起振方向相同;

(3)在所考虑的时间内,振动传播到的位置.

2. 波速的计算公式 $v = \frac{s}{t} = \frac{\lambda}{T}$ 常常是联系质点振动和波的桥梁.

“热点聚集”的答案:(1)图略;(2)16s;(3) $\frac{x}{a}, y = b \sin \frac{\pi}{4}(t - \frac{x}{a})$.

动手探索

一、练习

- 在均匀介质中,各质点的平衡位置在同一条直线上,相邻两质点间的距离为 a .如图 1-12(a).振动由质点 1 向右传播,质点 1 开始振动的速度方向竖直向上,经过时间 t ,前 13 个质点第一次形成如图 1-12(b)

所示的波形,则该波的周期是_____,波长是_____.

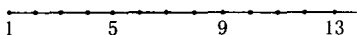


图 1-12(a)



图 1-12(b)

2. 一列简谐横波向右传播,波速为 v ,沿波传播方向上有相距 L 的 P 、 Q 两质点.如图 1-13 所示.某时刻 P 、 Q 两质点都处于平衡位置,且它们之间只有一个波峰,经过时间 t , Q 质点第一次运动到波谷.则 t 的可能值有().



图 1-13

- A. 一个 B. 二个 C. 三个 D. 四个

3. 一列简谐横波沿 AB 方向由 A 质点传到 B 质点.已知 A 、 B 相距 0.6m ,横波的波长 $\lambda > 0.5\text{m}$,在某一时刻开始计时,质点 A 正处于波峰处,经过 0.1s ,第二次回到平衡位置,此刻质点 B 又到波峰处.请作出这一时刻质点 A 、 B 之间的波形图,并计算出这列波的波速.

4. 一列纵波沿直线传播, M 、 N 是这条直线上相距 2.5m 的两质点.当 M 点第一次成为纵波密部的中心开始计时,在 14s 末 M 点第八次成为密部中心,同时 N 点也第三次成为波的密部中心.试据此条件计算该波的波长、周期和波速.

5. 投石于静水之中,圆形波沿水面向外传播,当第一个波峰的半径发展到 6m 时,第 13 个波峰恰好在圆心处,且第一个波峰传到 5m 处时所需时间为 4s ,试求水波的波长、波速和周期.

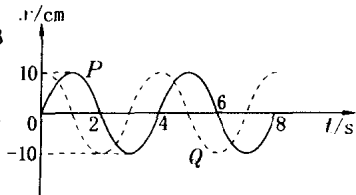


图 1-14

6. 一简谐波传播方向上的两点 P 、 Q 相距 50m ,图 1-14 是两质点的振动图象.

(1) 若 P 点距波源近,波速多大?

(2) 若 Q 点距波源近,波速多大?

7. 频率为 500Hz 的声音,录在离唱片中心轴 10cm 处,唱机的转速为 33.3r/min .

第一讲 波的形成 波长、频率和波速

(1) 10cm 处的波速是多大?

(2) 录音纹的波长是多少?

8. 一列横波沿直线传播, 在波的传播方向上有 A 、 B 两点, A 、 B 相距 1.2m, 当波刚好达到其中一点时开始计时, 波向另一点传播, 在 4s 内 A 点完成了 4 个全振动, B 点完成了 6 个全振动. 则该波的传播方向是自 _____ 点向 _____ 点, 传播速度 $v =$ _____ m/s.

9. a 、 b 是水平绳上的两点, 相距 42cm, 一列正弦横波沿此绳传播, 传播方向从 a 到 b , 每当 a 点经过平衡位置向上运动时, b 点正好到达上方最大位移处. 此波的波长可能是 ().

A. 168cm B. 84cm C. 56cm D. 24cm

10. 如图 1-15 所示, 在 $t = 0$ 时刻, 弹性绳上振源 A 正向上振动, 在 $t_1 = 0.33\text{s}$ 时刻 B 刚开始振动, 这时, A 、 B 之间有三个波峰, 且 A 点在波谷, 则 $t_2 = 0.39\text{s}$ 时刻, A 点处在 _____, B 点处在 _____.

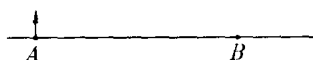


图 1-15

11. 有一沿水平方向传播的横波, 某时刻波形图如图 1-16 所示, 若 AB 相距 0.5m, 此时 A 点运动速度方向竖直向上. 经过 0.1s, B 点第一次到达波峰的位置. 则这列波的传播方向是水平向 _____ 的, 波速大小为 _____ m/s, 波的频率为 _____ Hz.

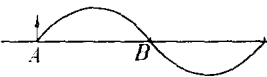


图 1-16

12. 如图 1-17 所示, a 、 b 是直线 AB 上的两点, 相距 $L = 25\text{cm}$, 今有一纵波沿 AB 传播, 传播方向同是由 A 向 B , 传播速度为 340m/s, 波的频率为 680Hz. 在此波传播过程中的某一时刻, a 点位于平衡位置, 并以 5m/s 的速度向右侧运动, 则 b 点 _____. 若在另一时刻, a 点在自己的平衡左侧 2mm 处, 则 b 点 _____.



图 1-17

13. 简谐波沿 x 轴正方向传播, 已知轴上 $x_1 = 0$ 和 $x_2 = 1\text{m}$ 两处的质点的振动图象分别如图 1-18(a)、(b) 所示, 又已知此波的波长大于 1m. 则此波的传播速度 $v =$ _____ m/s.

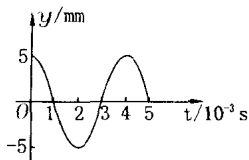


图 1-18(a)

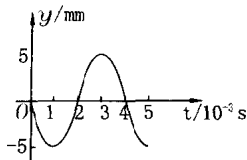


图 1-18(b)

14. 甲、乙两小船随水波上下运动,两船相距 80m,当甲船在波峰时,乙船恰好在平衡位置,经过 20s 后再观察,甲船在波谷,乙船又在平衡位置.则下面说法正确的是().

A. 水波波长最大为 320m

B. 水波波长可能是 $\frac{64}{3}$ m

C. 水波最小频率为 $\frac{1}{40}$ Hz

D. 水波最小波速为 8m/s

15. 如图 1-19 所示,波源 S 的振动频率 $f=100\text{Hz}$,产生的简谐横波分别沿水平方向朝左、右传播,波速大小 $v=80\text{m/s}$.途中经 P 、 Q 两点.已知 $SP=4.2\text{m}$, $SQ=5.4\text{m}$.

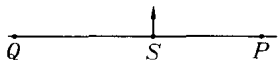


图 1-19

(1) 某时刻 t , S 点通过平衡位置向上运动,此时刻 P 、 Q 各在什么位置?

(2) 取上述时刻 $t=0$,分别做出 S 、 P 、 Q 三点的振动图象.

二、探索

16. 通过对波的形成过程的研究,我们不难发现:在传播波的介质中,每个质点相对平衡位置的位移都随时间在变化,这一变化规律我们以前用振动图像来表示,现在我们又发现,传播波的介质中各质点的位移还与质点所在位置有关,我们如何来表示这一规律呢?

第二讲

波的图象

热点聚焦

让我们一起来思考下面一个问题:

图 2-1 为一系列简谐纵波在介质中传播时某一时刻的示意图,其中竖直的短线代表一些质点的平衡位置,而小黑点代表它们此刻的实际位置.现在我们来求作这个波的图象.

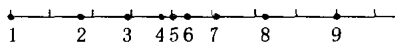


图 2-1

经过考虑之后就可以发现:波的图象与波的形状不是一回事.图象是反映两个变量间的关系曲线,它是函数关系的一种直观表现形式.

对上述问题可按以下思路来解决:

- (1)建立直角坐标系:横坐标代表质点的平衡位置,纵坐标代表此刻质点相对各自平衡位置的位移(要先选定一个方向为位移的正方向);
- (2)根据各质点的位移在坐标系中作几个坐标点;
- (3)因为是简谐波,将坐标点连成光滑的正弦曲线.

领悟捷径

例 1 一列纵波在介质中向某一方向传播,图 2-2 是某时刻波的图象,并且此时振动还只发生在 M 、 N 之间.已知此波的周期为 T , Q 质点的速度方向是向着 $-y$ 轴的.下面说法中正确的是().

- A. 波源是 M , 由波源起振开始计时, P 点振动了 T
- B. 波源是 N , 由波源起振开始计时, P 点振动了 $3T/4$
- C. 波源是 N , 由波源起振开始计时, P 点振动了 $T/4$
- D. 波源是 M , 由波源起振开始计时, P 点振动了 $T/4$

学有一得

1. 纵波是疏密波,但它的波的图象却与横波一样;
2. 为确定哪个点是波源,要确定波的传播方向;