

最新
修订

发散 思维 辅导

高中二年级
物理



安徽教育出版社

高中二年级
GAOZHONG ER NIANJI

物 理
WU LI

发散思维 辅导

编写者：陈兆金 王兴桃



安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理发散思维辅导. 二年级 / 陈兆金, 王兴桃编写.
2 版. —合肥: 安徽教育出版社, 2001.7
ISBN 7-5336-2126-3

I. 高... II. ①陈...②王... III. 物理课—高中—
教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 042500 号

责任编辑:王冰平 装帧设计:黄彦
出版发行:安徽教育出版社(合肥市跃进路1号)
网 址:<http://www.ahep.com.cn>
经 销:新华书店
排 版:安徽飞腾彩色制版有限责任公司
印 刷:合肥杏花印务股份有限公司
开 本:850×1168 1/32
印 张:9.625
字 数:300 000
版 次:2001 年 7 月第 2 版 2001 年 7 月第 1 次印刷
定 价:10.20 元

发现印装质量问题,影响阅读,请与我社发行部联系调换
电话:(0551)2651321 邮 编:230061

再 版

说 明

发散思维作为一个新的教研课题，已受到广大师生的高度重视。发散思维即求异思维，它的图示就是从一点出发，向思维空间发出的一组射线，犹如夜空中一道道闪电，激发学生思维的火花。

发散思维具有多向性、变异性、独特性的特点，即思考问题时注重多途径、多方案，解决问题时注重举一反三、触类旁通，这与物理知识的思维特征极为相似，历史上许多重要的物理发现来源于发散性思维，因此在中学阶段，结合物理教学，正确培养和发展学生的发散思维能力，对造就创造型人才，至关重要。

有鉴于此，我们约请具有长期教学经验的教师，编写了这套《中学物理发散思维辅导》。本书紧扣教学大纲和现行物理课本，按年级分册，各册书均按现行课本章节编写，每章均由：知识系列、发散点分析、发散思维辅导、基础性发散思维训练题、提高性发散思维训练题五部分组成。



训练题大多是以课本中的习题为基础，围绕下述各种发散思维形式，加以改造设置的。家长借此可以检查学生对课本各章节知识的掌握程度，学生借此可以评估课堂学习效果。

全书的结构框架如下：

知识系列——将课本各章知识加以归纳、概要，为引导学生发散思维首先奠定基础。

发散点分析——指明各章知识网络中进行发散思维的“结点”，启发和诱导学生逐步进入发散思维空间。

发散思维辅导——借助具体实例，采用题型发散、解法发散、纵横发散、变更命题发散、转化发散、构造发散、逆向发散、分解发散、综合发散等多种形式，对学生进行多思、多解、多变的解题辅导。

☆题型发散是将由发散点出发的典型问题，变换其题型，进行发散思维。

☆解法发散则通过一题多解、多题一解等方法，进行发散思维。

☆纵横发散是通过两个或多个发散点间的联系，以及发散点与其他知识点间的联系，借助例题进行发散思维。

☆变更命题发散是通过变更命题形式，或维持原命题的条件而改变结论，或改变原命题的条件而维持原结论不变，或同时改变原命题的条件、结论来进行发散思维。

☆转化发散是通过保持原命题的实质而变换其形式来进行发散思维。

☆构造发散是通过逻辑思维和丰富的联想，恰当地构造出某些元素，使问题变成新元素，或变成新元素之间的一种新的组合形式，从而使问题得以解决的一种发散思维。

☆逆向发散是由目标至条件的定向思考的一种发散思维。

☆分解发散是把一个命题分解成一些单纯命题并逐个加以分析和解决的发散思维。

☆综合发散是通过教材各章发散点之间的联系，物理各科之间的相互联系，物理与其他学科之间的联系来进行发散思维。

基础性发散思维训练题——按照上述发散思维的类型，编拟强调基础，以巩固知识为主，突出与课本同步的适量题目，其中有些题目是对课本练习题加以改造而成的。

提高性发散思维训练题——按照上述发散思维的类型，配置既强调知识又突出能力，尤其是信息迁移能力的题目。这部分内容有一定的梯度和难度。

本套书自 1991 年初版以来，深受中学师生欢迎。大家普遍认为这是一套有利于中学各年级学生学习，以及毕业班学生综合复习的课外读物。因此，现结合 2001 年教材改革的实际情况和广大读者的建议，修订再版，欢迎购阅。



第一章 机械波	1
知识系列	1
发散点分析	1
发散思维辅导	8
基础性发散思维训练题	20
提高性发散思维训练题	23
第二章 分子热运动 能量守恒	26
知识系列	26
发散点分析	27
发散思维辅导	30
基础性发散思维训练题	37
提高性发散思维训练题	39
第三章 气体	42
知识系列	42
发散点分析	42
发散思维辅导	49
基础性发散思维训练题	79
提高性发散思维训练题	87
第四章 电场	96
知识系列	96
发散点分析	96
发散思维辅导	100
基础性发散思维训练题	126
提高性发散思维训练题	130
第五章 恒定电流	133
知识系列	133
发散点分析	133
发散思维辅导	141
基础性发散思维训练题	165

目 录

提高性发散思维训练题·····	172
第六章 磁场·····	179
知识系列·····	179
发散点分析·····	179
发散思维辅导·····	182
基础性发散思维训练题·····	197
提高性发散思维训练题·····	200
第七章 电磁感应·····	206
知识系列·····	206
发散点分析·····	206
发散思维辅导·····	210
基础性发散思维训练题·····	234
提高性发散思维训练题·····	240
第八章 交变电流·····	245
知识系列·····	245
发散点分析·····	245
发散思维辅导·····	251
基础性发散思维训练题·····	267
提高性发散思维训练题·····	271
第九章 电磁场与电磁波·····	277
知识系列·····	277
发散点分析·····	277
发散思维辅导·····	281
基础性发散思维训练题·····	289
参考答案·····	292

第一章

机械波

知识系列

波的形成和传播	波源 介质	
	横波 纵波	
波的基本参量	波长 频率 波速	
波的性质	波的反射	反射定律
	波的折射	折射定律
	波的衍射	衍射条件
	波的干涉	干涉条件
		* 驻波
数学描述	波的图象	
	多普勒效应	

发散点分析

本章发散点是波的形成和传播、波的图象、振动图象和波的图象的区别及联系、波动过程在时空中的周期性。

一、波的形成和传播

1. 机械波

机械振动在介质中的传播,叫做机械波。



2. 形成机械波的条件

(1) 波源

能够不断得到能量补充而保持持续振动的物体(或质点),叫做波源.

(2) 介质

能够传播波源的振动和能量的物质,叫做介质.

波源和介质是形成机械波的两个必备条件.

3. 机械波的传播特征

(1) 相邻质点的依次“带动”

振动在介质中传播时,介质中各质点均在各自的平衡位置附近做受迫振动,后面质点在前面质点的带动下重复并落后前面质点的振动,故各质点振动步调不一致,这就形成了波.

(2) 波是传递能量的一种重要方式

波在介质中传播时,介质中前面质点对相邻的后面质点做正功,将其运动形式及机械能传递给后面质点(质点本身并不随波迁移).

波的传播过程是振源的运动形式和能量的传递过程.对于在一条直线上传播的理想简谐波来说,参与波动的各质点将完全重复振源的振动,即每个质点的振动频率(或周期)、振幅和振源的频率(或周期)、振幅完全相同.即波的频率、周期和振幅(能量)由振源决定,与介质无关.

4. 机械波的基本类型

(1) 横波

质点的振动方向与波的传播方向垂直的波,叫做横波.横波在传播时呈现出凹凸相间的波形,如绳子上的波.

(2) 纵波

质点的振动方向与波的传播方向在同一直线上的波,叫做纵波.纵波在传播时呈现出疏密相间的波形,如弹簧上的波或空气中的声波.

5. 波的公式

(1) 波长(λ)

两个相邻的、在振动过程中对平衡位置的位移总是相等的质点间的距离,叫做波长.实质上就是振动在一个周期里在介质中传播的距离.在简谐波(简谐运动在介质中形成的波)的图象中,两个相邻的波峰之间的距离或两个相邻的波谷之间的距离等于一个波长.

(2) 波速(v)

波在单位时间内传播的距离,叫做波速.

波在同种均匀介质中是匀速传播的.波的传播速度决定于介质本身的特性,同一列波在不同的介质中传播,波速不同.

(3) 波的频率(f)和周期(T)

波的频率和周期,即振源的频率和周期与传播波的介质无关.

(4) 波的公式

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{或} \quad v = \lambda f.$$

6. 波的基本性质

(1) 波的基本性质

几列波在空间相遇时,能够保持各自的状态而不互相干扰,这就是波的一个基本性质.

(2) 波的叠加原理

在几列波重叠的区域里,任何一个质点的总位移,都等于这些波分别引起的位移的矢量和,这就是波的叠加原理.

波的叠加原理是理解波的干涉的重要基础.

7. 波的反射与折射

波遇到障碍物会返回来继续传播的现象叫波的反射.反射角等于入射角,反射波的波长、频率和波速都跟入射波的相同.

波从一种介质射入另一种介质时,传播的方向发生改变的现象叫波的折射.入射角 i 与折射角 r 之间满足 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$, 其中 v_1 和 v_2 分别是波在对应介质中的波速.在波的折射中,波的频率不变,波速和波长都发生了改变.

8. 波的干涉

频率相同的两列波叠加,使某些区域的振动加强,某些区域的振动减弱,并且振动加强和振动减弱的区域互相间隔,这种现象叫做波的干涉.

频率相同、相位(振动步调)差恒定的两个波源(相干波源)发出的波在同一种介质中叠加时,能够产生稳定的干涉图样.

9. 波的衍射

波绕过障碍物继续传播的现象,叫做波的衍射.

当障碍物或孔的尺寸比所传播的波的波长小,或者跟波长相差不多时,能够发生明显的衍射现象.



干涉现象和衍射现象是波的特有现象。

10. 多普勒效应

由于波源与观察者之间有相对运动,使观察者感觉到波的频率发生变化的现象。

二、波的图象

1. 简谐波的图象

(1) 简谐波的图象

用横坐标表示在波的传播方向上介质中各质点的平衡位置,用纵坐标表示某一时刻各质点对其平衡位置的位移,连接各质点位移矢量末端得到的曲线,叫做波的图象,如图 1-1 所示。

无论是简谐纵波还是简谐横波,任何时刻波的图象都是正弦(或余弦)曲线,但对横波来说,其波的图象同其波形是相像的。在中学主要研究横波的图象。

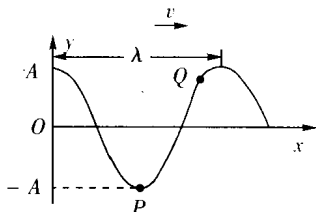


图 1-1

(2) 图象的意义

波的图象记录的是某一时刻沿波的传播方向上介质中各质点对平衡位置的位移。

(3) 图象的作用(以图 1-1 为例)

① 描述振幅,如 OA 。

② 描述波长,如 λ 。

③ 描述某一时刻介质中各质点对平衡位置的位移。如 P 质点此时刻的位移为 $-A$ 。

2. 简谐横波图象的研究

某一时刻的波形图、质点振动方向、波传播方向,称之为波的图象三要素。通常利用图象研究的问题有:

(1) 质点的运动状态与波动方向

若已知某简谐横波在某时刻的波形及波的传播方向,求该时刻某质点的振动方向,可利用图象确定“振源”,如图 1-2 中,若波沿 x 轴正向传播,视质点 A 为振源;若波沿 x 轴负向传播,视质点 F 为振源,再利用下述方法中的任一方法确定。

① 上、下坡法 对于数学上讲的“五点作图法”中的特殊质点(如图中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 点),总是波峰上质点向下振动,波谷上质点向上振动(数学上称作上、下坡法则).根据沿着波的传播方向上各质点依次振动的理论,则可确定任意质点在该时刻的振动方向.

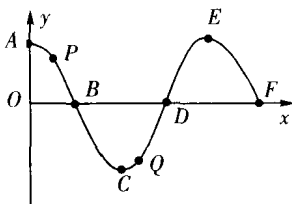


图 1-2

② 位移临摹法 对于介质中相距小于 $\lambda/4$ 的任意两个质点(如图中 A 质点和 P 质点),总是后振动的质点临摹先振动的质点的振动,则在以后某一适当时刻 t' ,后一质点会发生与前一时刻 t 、前一质点相同的位移,由此类推,则可确定任意质点在时刻 t 的振动方向.

③ 平移图象法 对于已知波速和 t 时刻波形的简谐横波图象,可将波峰或波谷沿波动方向平移 $\Delta x = v \cdot \Delta t$ (如 $\Delta t = T/4, \Delta x = \lambda/4$),以求得 t' ($t' = t + \Delta t$)时刻波的图象,则可确定任意质点在时刻 t 的振动方向.运用此法的关键是,若为确定波峰、波谷或平衡位置的质点的振动方向, Δt 取 $T/4$ 较为适宜;若为确定任意质点(如图 1-2 中质点 P 、质点 Q)的振动方向, Δt 取小于 $T/4$ 较为适宜.

反之,若已知某质点在时刻 t 的振动方向,也可求得波的传播方向.

(2) 不同时刻的波动图象与波速

根据波峰或波谷在 Δt 时间内沿波的传播方向推进距离 Δx ,再根据时间 Δt 与周期 T (还有波长 λ)的关系,由匀速直线运动的速度公式求波速 v ,如图 1-3 所示.如果波动方向未知,要注意波传播的双向性.若图中实线为 $t=0$ 时刻的波形,虚线为 $t' = t + \Delta t$ 时刻的波形,则:

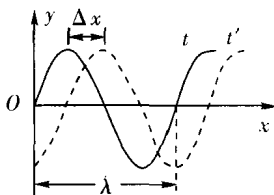


图 1-3

① 当 $\Delta t < T$ 时(设向右、向左传播的速度为 $v_{\text{右}}$ 、 $v_{\text{左}}$),有

$$v_{\text{右}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad v_{\text{左}} = \frac{\lambda - \Delta x}{\Delta t}.$$

② 当 $\Delta t > T$ 时,有

$$v_{\text{右}} = \frac{n\lambda + \Delta x}{\Delta t}, \quad v_{\text{左}} = \frac{(n+1)\lambda - \Delta x}{\Delta t}.$$

其中 $n=1, 2, 3, \dots$

(3) 质点所经过的路程

因为参与波动的各质点只在各自的平衡位置振动, 一个周期内各质点经过的路程为 4 倍振幅, 即 $4A$ (时间 Δt 小于 1 个周期 T 时, 此结论不一定成立), 故在时间 Δt 内质点所经过的路程通常为 $s = \frac{\Delta t}{T} \cdot 4A$.

三、振动和波动的区别与联系

1. 振动和波动的区别与联系

		振 动	波 动
区 别	运 动 现 象	是单个质点(或物体)的往复运动, 是变速运动.	是弹性介质中很多质点的集体振动, 这些质点开始振动的时刻依次不同, 是匀速传播过程.
	运 动 原 因	质点(或物体)由于外界作用离开了平衡位置, 同时受到回复力作用.	弹性介质的某一部分受到了扰动, 形变产生的弹力又引起其近邻部分做同样运动, 各部分质点均受到回复力作用.
联 系		振动和波动都是质点(或物体)的周期性运动. 就构成弹性介质的每个质点来看, 所呈现的是振动; 而就介质整体来看, 所呈现的是波动. 振动是波动的成因, 波动是振动的传播.	

2. 振动图象和波的图象的区别

名称 内涵	振 动 图 象	波 的 图 象
物理意义	描述单个质点(或物体)在不同时刻对平衡位置的位移.	描述弹性介质中各质点在某一时刻对平衡位置的位移.
横 坐 标	表示质点(或物体)振动的时间.	表示波的传播方向上各质点的平衡位置 and 空间位置.
极值含义	相邻的两个正的(或负的)最大值之间的距离等于振动周期(T).	相邻的两个正的(或负的)最大值之间的距离等于波长(λ).
描述物理量	振幅 A 、周期 T 、质点(或物体)在不同时刻的位移和振动方向.	振幅 A 、波长 λ (在已知波速 v 时可求得 $T = \lambda/v$ 或 $f = v/\lambda$)、各质点在同一时刻的位移 x 和在波动方向已知的条件下各质点的振动方向.
给定时间 间隔内的 曲 线	对于给定时间 $t_0 \rightarrow t$, 相对于原点是一个正弦(或余弦)曲线. 表示在这段时间内振动质点(或物体)位移随时间的变化情况.	对于给定时间 $t_0 \rightarrow t$, 相对于原点是无数个正弦(或余弦)曲线, 其中 $t = t_1, t_2, t_3, \dots$ 表示在这段时间内, 不同时刻、不同质点位移变化情况.

一、波的形成和传播

例 1

[2000 年上海高考题] 如图 1-4 所示, 沿波的传播方向上有间距均为 1 m 的六个质点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f , 均静止在各自的平衡位置, 一列横波以 1 m/s 的速度水平向右传播, $t=0$ 时到达质点 a , a 开始由平衡位置向上运动, $t=1$ s 时, 质点 a 第一次到达最高点, 则在 $4\text{ s} < t < 5\text{ s}$ 这段时间内()

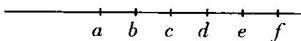


图 1-4

- (A) 质点 c 的加速度逐渐增大 (B) 质点 a 的速度逐渐增大
(C) 质点 d 向下运动 (D) 质点 f 保持静止

解析 振动在媒质中传播的过程形成机械波. 理解波动形成的物理机制是解答本题的关键, 可利用波动图象进行分析.

依题意, $t=0$ 时质点 a 开始由平衡位置向上运动, 在 $t=1$ s 时, 质点 a 第一次到达最高点, 因此有 $\frac{T}{4} = 1\text{ s}$, 即周期 $T=4\text{ s}$, 又波速 $v=1\text{ m/s}$, 则波长 $\lambda=vT=4\text{ m}$, 作出 $t=5\text{ s}$ 时刻质点 a 到质点 f 平衡位置之间范围内的波形图如图 1-5 虚线所示.

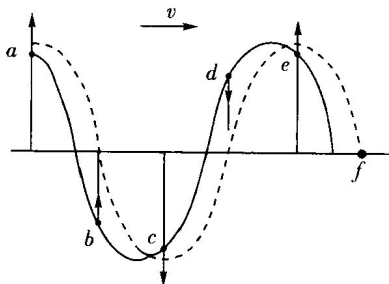


图 1-5

若时刻 t 满足 $4\text{ s} < t < 5\text{ s}$, 则在 t 时刻波形图线如图 1-5 中实线所示. 在此时刻, 质点 a 向上振动, 速度逐渐减小, 故选项 (B) 错误; 质点 c 向下振动, 加速度逐渐增大, 即选项 (A) 正确; 质点 d 向下振动, 选项 (C) 正确; 质点 f 尚未振动, 选项 (D) 正确.

本题答案: (A)、(C)、(D).

横向发散

发散题 如图 1-6 所示,橡皮绳上有相距 12 m 的 A、B 两点,一列简谐横波在绳上由 A 向 B 传播,在 A 点处出现第一个波峰时开始计时,经过 4s, A 点处第九次出现波峰, B 点处第三次出现波峰,则这列波在绳上传播的速度大小为()

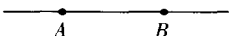


图 1-6

- (A) 1 m/s (B) 2 m/s (C) 3 m/s (D) 4 m/s

解析 根据 A 点处第九次出现波峰, B 点处才第三次出现波峰的题意可知, A、B 两处的质点振动步调一致;因为是在 A 点处出现第一个波峰开始计时的,到该处第九次出现波峰,历时应为 8 个周期,计 4s(已知),所以周期 $T = 0.5\text{s}$;而在此时间内 B 点处第三次出现波峰,说明该处质点已完成两次全振动,则 A、B 间距离等于 6 个波长,时间差为 6 个周期,即 $\Delta t = 6T = 6 \times 0.5\text{s} = 3\text{s}$,由波的公式不难求出波速 $v = s_{AB}/\Delta t = 4\text{m/s}$.

本题答案:(D).

纵向发散

发散题 [1999 年上海高考题] 一列简谐横波向右传播,波速为 v ,沿波传播方向上有相距为 L 的 P、Q 两质点,如图 1-7 所示.在某时刻 P、Q 两质点都处于平衡位置,且 P、Q 间仅有一个波峰.经过时间 t , Q 质点第一次运动到波谷,则 t 的值可能有()

- (A) 1 个 (B) 2 个 (C) 3 个 (D) 4 个

解析 本题考查波的传播方向、质点的振动方向和波形之间的关系.要根据两质点的振动位置、某段时间后一质点的位置和波的传播方向确定波形.还必须对可能出现的情况作全面考虑.

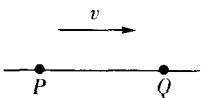


图 1-7

由题意知, P、Q 间的波形可能性有图 1-8 中四种情况.

在图(a)中, $t = \frac{3L}{v}$; 在图(b)中 $t = \frac{L}{4v}$; 在图(c)中 $t = \frac{3L}{4v}$; 在图(d)中 $t = \frac{L}{6v}$,故选项(D)正确.