



# 重难点手册

★  
新课标

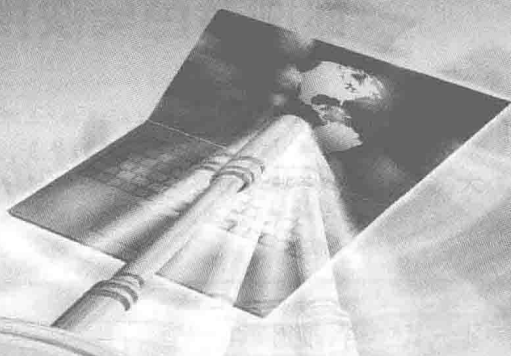
## 高中物理

选修 3-4

张立稳 主编

- ★四千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十六年书业的畅销品牌

配人教版



# 重难点手册

配人教版

## 高中物理

选修 3-4

主 编 张立稳

★十六年书业的畅销品牌  
名师的在线课堂  
学子的制胜宝典



华中师范大学出版社

## 新出图证(鄂)字 10 号

### 图书在版编目(CIP)数据

重难点手册——高中物理选修 3-4(配人教版)/张立稳 主编。—3 版。

—武汉:华中师范大学出版社,2009.12 (2010.5 重印)

ISBN 978-7-5622-4026-6

I. 重… II. 张… 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(2009)第 128296 号

### 重难点手册——高中物理选修 3-4(配人教版)

---

主编:张立稳

责任编辑:胡小忠

责任校对:王 炜

封面设计:新视点

选题设计:第一编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社©

社址:武汉市珞喻路 152 号

邮编:430079

销售电话:027-67867371 027-67861549 027-67863040

传真:027-67863291

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:黄冈市新华印刷有限责任公司

督印:章光琼

字数:366 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:11.75

版次:2009 年 12 月第 3 版

印次:2010 年 5 月第 2 次印刷

定价:19.00 元

欢迎上网查询、购书

---

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

# 体例特色与使用说明

- **新课标：**贯彻新课标精神，定位新课标“三维”目标，贴近新课标高考大纲要求，注重学习规律和考试规律的整合，全面提升考试成绩和综合素质。
- **大突破：**突破传统的单向学习模式，将教材知识、拓展知识和隐性方法类知识植入新课堂，立体凸现学科知识结构和解题方法规律，破解高考“高分”瓶颈。

## 自主学习——教材导学，突出重点

以教材内容为蓝本，以落实基本知识、基本概念和基本规律为重点，梳理整合，引导自学，强化知识网络结构，实现认知快速有效迁移。

## 合作学习——问题释疑，突破难点

切中教材中的教学难点和疑点，以问题为主线，设问质疑、引发互动、激活思维、加深理解，从而释疑解难，真正提高辨析问题的能力与交流与合作的能力。

## 研究学习——方法展示，探究规律

以相关题型的问题求解为主线，引导思路、展示方法、探究规律，学会用一种方法解决一类问题，用多种知识和方法解决综合问题，切实提高分析解题能力，并掌握探究问题的一般方法。

## 创新学习——视野拓展，综合应用

以典型实例为依托，联系实际，创设情境，突出 STS 思想，体现学以致用。



## 第十一章

## 机械振动

### 11.1 简谐运动 简谐运动的描述

#### 自主学习——教材导学，突出重点

##### 1. 机械振动

振动现象在自然界中是广泛存在的。钟摆的摆动，水中浮标的上下浮动，指物行走时发出的振动，树叶在微风中的摇曳，都是振动。一切发声的物体都在振动，地震是我们脚下大地的强烈脉动，振动与我们的生活密切相关。

**定义：**物体(或物体的一部分)在平衡位置附近的往复运动，叫做机械振动，简称振动。

**想一想** 振动有什么运动特征？物体产生机械振动的条件是什么？

【提示：周期性和对称性，有回到平衡位置力的作用。】

##### 2. 弹簧振子

如图 11-1-1 所示，把一个有孔的小球安在弹簧的另一端，弹簧的另一端固定，小球套在光滑的水平杆上，可以在杆上滑动，两者之间的摩擦不计，弹簧的质量相比小球的质量可以忽略，这样的系统就组成了弹簧振子。小球原来静止时的位置称为平衡位置，当小球离开平衡位置并释放后，小球将在平衡位置两侧往复运动，这样的系统就称为弹簧振子。

弹簧振子是理想化处理后的弹簧与小球组成的系统，其理想化条件为：

- (1) 弹簧的质量比小球的质量小得多，可以忽略不计。
- (2) 小球需体积很小，可当做质点处理。
- (3) 忽略一切摩擦及阻力作用。

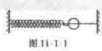


图 11-1-1

#### 合作学习——问题释疑，突破难点

**问题 1** 弹簧振子的运动是简谐运动，那么在简谐运动中质点的位移、速度、加速度是怎样变化的？

**释疑** 简谐运动是变加速运动，运动物体的位移、速度、加速度的变化具有周期性。

(1) 位移：振动物体的位移是物体相对于平衡位置的位移，它总是以平衡位置为始点，方向由平衡位置指向物体所在的位置，位移的大小等于这两个位置之间的距离，物体经平衡位置时位移方向发生改变。

#### 研究学习——方法展示，探究规律

##### 简谐运动图像应用的基本方法

简谐运动图像能够反映简谐运动的运动规律，因此将简谐运动图像跟具体的运动过程联系起来讨论简谐运动的一种基本方法。

(1) 从简谐运动图像可直接读出在不同时刻的位移值，从而知道位移、随时间的变化情况。

#### 创新学习——视野拓展，综合应用

**例题** 一弹簧振子做简谐运动，周期为  $T$ ，则( )。

- A. 若  $t$  时刻和  $(t+\Delta t)$  时刻振子运动位移的大小相等，方向相同，则  $\Delta t$  一定是  $T$  的整数倍
- B. 若  $t$  时刻和  $(t+\Delta t)$  时刻振子运动速度的大小相等，方向相反，则  $\Delta t$  一定是  $T/2$  的整数倍
- C. 若  $\Delta t = T$ ，则在  $t$  时刻和  $(t+\Delta t)$  时刻振子运动的加速度一定相等
- D. 若  $\Delta t = T/2$ ，则在  $t$  时刻和  $(t+\Delta t)$  时刻弹簧的长度一定相等

# ——新课标《物理重难点手册》新突破

- **讲实用：**完全同步于新教材，导-学-例-训四位一体，落实课程内容目标和考纲能力要求，揭密高考解题依据和答题要求，破解重点难点。
- **大品牌：**十多年的知名教辅品牌，一千多万学子全程参与，十余万名物理教师的倾力实验，堪称学习规律与考试技术深度融合的奇迹，缔造着使用效果显著、发行量惊叹的神话。

## 达标评价——夯实基础，能力提升

以新课程标准为依据，精心设计符合新的课程标准的训练题，摒弃题海战术，控制训练层次，确保训练适度，旨在培养学生的学科思想和学科精神。

## 章末整合总结

对每章的重点、难点、考点知识和解题规律进行科学的梳理和提炼，优化知识结构，最新高考题例释，帮助您认识高考考查类型、角度和深度，全面提高复习和考试水平。

## 达标检测题

根据课程标准要求，按照高考题型设计，分章精选达标检测试题。自我检测，自我诊断，实现课程目标要求，在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面得到同步提升。

## 参考答案与提示

所有训练题、达标检测题均配有参考答案，中档题及难度较大的题都给出了提示或详解，便于自我诊断时参考。

### 达标评价——夯实基础，能力提升

#### 夯实基础

1. 如图1所示为一质点做简谐运动的图象，在 $t_1$ 、 $t_2$ 两时刻，这个质点的( )。
- A. 加速度相同 B. 位移相同  
C. 速度相同 D. 以上都不对



图1

2. 一质点做简谐运动的振动图象如图1所示，由图可知

#### 能力提升

1. 如图1所示，弹簧振子在BC间做简谐运动，O为平衡位置，BC间距离是10 cm，B→C运动时间是1 s，则( )。
- A. 振动周期是1 s，振幅是10 cm  
B. 从B→O→C振子做了一次全振动  
C. 经过两次全振动，通过的路程是40 cm  
D. 从B开始经过3 s，振子通过的路程是30 cm



图1

### 体验高考——经典题例，全真感悟

1. (2005·广东卷)一质点做简谐运动的图象如图1所示，下列说法中正确的是( )。
- A. 质点振动频率是1 Hz  
B. 在10 s内质点经过的路程是20 cm  
C. 在4 s末质点的速度为零  
D. 在 $t=1$  s和 $t=3$  s两时刻，质点位移大小相等、方向相同

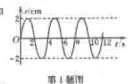


图1

## 第十一章章末整合总结

### 知识网络构建

物体在平衡位置附近所做的往复运动  
必要条件：要有回复力

自由振动：也称固有振动，系统只在内力作用下的振动  
阻尼振动：振动系统受到阻力作用外的摩擦力或其他阻力作用时的振动，为耗散振动  
受迫振动：振子受到驱动力，跟驱动力和外力的共同作用  
受迫振动的频率=驱动力的频率  
当 $f_0$ 接近 $f$ 时，振幅增加，当 $f_0=f$ 时，振幅最大

### 规律方法整合

1. 简谐运动的周期性和对称性  
(1) 周期性  
简谐运动的力学特征是受到回复力的作用做周期性的往复运动，具体表现为运动特征：位移、速度、加速度都随周期性变化，其动能和势能也做周期性变化，机械能守恒。  
(2) 远离平衡位置时，由于 $F=-kx=ma$ ， $x$ 增大， $F$ 增大， $a$ 增大， $v$ 与 $v$ 反向，故 $v$ 减小，动能减小。

## 第十一章达标检测题

- 一、选择题(每小题4分，共40分)
1. (天津高考题)一单摆做小角度摆动，其振动图象如图所示，以下说法中正确的是( )。
- A.  $t_1$ 时刻摆球速度最大，悬线对它的拉力最小  
B.  $t_1$ 时刻摆球速度为零，悬线对它的拉力最小  
C.  $t_2$ 时刻摆球速度为零，悬线对它的拉力最大  
D.  $t_2$ 时刻摆球速度最大，悬线对它的拉力最大

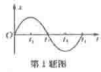


图1



## 参考答案

## 与提示

### 第十一章 机械振动

#### 11.1 简谐运动 简谐运动的描述

- 【1】1. C [2]  $\omega_1$ 和 $\omega_2$ 两时刻对应的两点关于平衡位置对称，故位移和加速度一定等大反向，A、B错误，速度大小相等，方向可能相同也可能相反，故C正确，D错误。

## 《高中物理重难点手册》编委会

主 编	张立稳				
编 委	李毓洪	胡晓萍	许晓云	李国庆	
	杨宇红	李玉白	杨辅斌	谭 永	
	程 嗣	汪适中	高永山	柴晓莉	
	程首宪	丁庆红	黄鼎三	邓永忠	
	周望洲	李爱平	刘延松	梁依斌	
	曾少平	许胜祥	陈乾坤	李双文	
	王 强				

# 目 录

第十一章 机械振动 .....	(1)
11.1 简谐运动 简谐运动的描述 .....	(1)
方法展示, 探究规律	
◇◇简谐运动图象应用的基本方法◇◇ .....	(9)
11.2 简谐运动的回复力和能量 .....	(21)
方法展示, 探究规律	
◇◇简谐运动的分析方法◇◇ .....	(26)
11.3 单摆 .....	(34)
方法展示, 探究规律	
◇◇单摆应用问题的分析方法◇◇ .....	(42)
11.4 外力作用下的振动 .....	(56)
方法展示, 探究规律	
◇◇共振问题的应用和分析方法◇◇ .....	(62)
第十一章章末整合总结 .....	(71)
第十一章达标检测题 .....	(77)
第十二章 机械波 .....	(81)
12.1 波的形成和传播 波的图象 .....	(81)
方法展示, 探究规律	
◇◇波动图象的应用及分析方法◇◇ .....	(89)



12.2 波长、频率和波速 .....	(99)
方法展示, 探究规律	
◇◇1. 波动问题的多值解分析方法◇◇ .....	(103)
◇◇2. 根据波动图象与振动图象的联系解决问题的基本方法◇◇ .....	(107)
12.3 波的反射和折射 波的衍射 .....	(117)
方法展示, 探究规律	
◇◇解释波的传播过程中特有现象的基本思路◇◇ .....	(124)
12.4 波的干涉 多普勒效应 .....	(131)
方法展示, 探究规律	
◇◇运用波的叠加原理求解干涉问题的方法◇◇ .....	(137)
第十二章章末整合总结 .....	(145)
第十二章达标检测题 .....	(152)
第十三章 光 .....	(157)
13.1 光的折射 .....	(157)
方法展示, 探究规律	
◇◇光的折射问题的分析方法及其规律的应用◇◇ .....	(166)
13.2 光的干涉 实验: 用双缝干涉测量光的波长 .....	(176)
方法展示, 探究规律	
◇◇光的干涉问题分析和判断方法◇◇ .....	(183)
13.3 光的颜色 色散 .....	(191)
方法展示, 探究规律	
◇◇光的色散相关问题的分析思路◇◇ .....	(195)
13.4 光的衍射 光的偏振 .....	(204)
方法展示, 探究规律	
◇◇光的图样问题的分析方法◇◇ .....	(210)



13. 5 全反射 激光 .....	(217)
方法展示, 探究规律	
◇◇应用全反射解决实际问题的基本方法◇◇ .....	(225)
第十三章章末整合总结 .....	(236)
第十三章达标检测题 .....	(244)
第十四章 电磁波 .....	(248)
14. 1 电磁波的发现 .....	(248)
方法展示, 探究规律	
◇◇1. 准确理解麦克斯韦电磁场理论◇◇ .....	(252)
◇◇2. 电磁波与机械波的区别与共性◇◇ .....	(252)
14. 2 电磁振荡 .....	(257)
方法展示, 探究规律	
◇◇1. LC回路中产生振荡电流的分析◇◇ .....	(261)
◇◇2. 电磁振荡与机械振动类比, 从而深刻认识电磁振荡◇◇ .....	(262)
14. 3 电磁波的发射和接收 电磁波与信息化社会 .....	(268)
方法展示, 探究规律	
◇◇1. 准确理解电磁波的发射、传播和接收◇◇ .....	(274)
◇◇2. 利用雷达确定物体位置的原理◇◇ .....	(274)
14. 4 电磁波谱 .....	(280)
方法展示, 探究规律	
◇◇各种频率的电磁波的特性比较及产生机理◇◇ .....	(285)
第十四章章末整合总结 .....	(292)
第十四章达标检测题 .....	(295)



第十五章 相对论简介 .....	(299)
15.1 相对论的诞生 时间和空间的相对性 .....	(299)
方法展示, 探究规律	
◇◇ “时间延缓”与“长度收缩”的正确理解 ◇◇ .....	(305)
15.2 狭义相对论的其他结论 广义相对论简介 .....	(308)
方法展示, 探究规律	
◇◇ 相对论的几个重要公式 ◇◇ .....	(313)
第十五章章末整合总结 .....	(316)
第十五章达标检测题 .....	(320)
参考答案与提示 .....	(323)



## 第十一章

# 机械振动

### 11.1 简谐运动 简谐运动的描述



#### 自主学习——教材导学,突出重点

#### 1. 机械振动

振动现象在自然界中是广泛存在的. 钟摆的摆动, 水中浮标的上下浮动, 担物行走时扁担的颤动, 树梢在微风中的摇摆, 都是振动. 一切发声的物体都在振动, 地震是我们脚下大地的剧烈振动, 振动与我们的生活密切相关.

定义: 物体(或物体的一部分)在平衡位置附近的往复运动, 叫做机械振动, 简称振动.

**想一想** 振动有什么运动特征? 物体产生机械振动的条件是什么?

[提示: 周期性和对称性; 有回到平衡位置力的作用.]

#### 2. 弹簧振子

如图 11-1-1 所示, 把一个有孔的小球安在弹簧的一端, 弹簧的另一端固定, 小球穿在光滑的水平杆上, 可以在杆上滑动, 两者之间的摩擦不计, 弹簧的质量相比小球的质量可以忽略, 这样的系统就组成了弹簧振子.

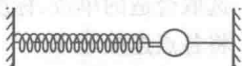


图 11-1-1

小球原来静止时的位置称为平衡位置, 当小球拉离平衡位置并释放后, 小球将在平衡位置两侧往复运动. 这样的系统就称为弹簧振子.

弹簧振子是理想化处理后的弹簧与小球组成的系统. 其理想化条件为:

- (1) 弹簧的质量比小球的质量小得多, 可以忽略不计.
- (2) 小球需体积很小, 可当做质点处理.
- (3) 忽略一切摩擦及阻力作用.

### 3. 弹簧振子的位移—时间图象

研究物体的运动,人们总是想办法来获取运动物体的信息,如跟踪和描绘物体运动的轨迹或建立位移—时间图象,即振动图象.

图象可以利用物理量间的函数关系直接画出来,也可以利用描点法,通过实验数据画出来. 振动图象可以用在振动物体上固定一个记录装置的办法画出. 例如在弹簧振子的小球上安置一支记录用的笔 $P$ ,在下面放一条白纸带(如图11-1-2),当小球振动时,沿垂直于振动方向匀速拉动纸带,笔 $P$ 就在纸带上画出了一条振动曲线. 纸带的运动必须是匀速的,这样,纸带运动的距离就可以代表时间. 如图11-1-3所示,可对应作出弹簧振子的位移—时间图象.

**想一想** 为什么纸带运动的距离可以代表时间?

**做一做** 用数码相机和电脑绘制小球运动的 $x-t$ 图象. 请参阅教材中相关内容进行操作.

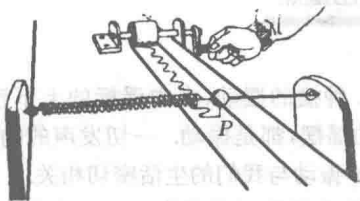


图 11-1-2

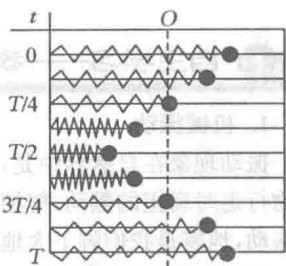


图 11-1-3

### 4. 简谐运动及其图象

(1) 描述简谐运动的图象是一条正弦(或余弦)曲线,如图11-1-4所示.

**作法:** 横轴表示时间,纵轴表示位移,根据数据选取合适的单位、标度. 先描点,然后用平滑的曲线将各点连接起来.

**图象的物理意义:** 反映了质点做简谐运动时位移随时间变化的关系,即 $x-t$ 关系.

(2) 如果质点的位移与时间的关系遵从正弦(或余弦)函数的规律,即它的振动图象( $x-t$ 图象)是一条正弦(或余弦)曲线,这样的振动叫做简谐运动. 简谐运动是最简单、最基本的振动.

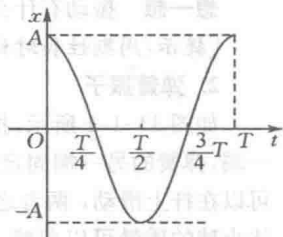


图 11-1-4

**注意** ① 振动图象不是质点的运动轨迹,而是描述任意时刻质点的位移关系. ② 质点的位移随时间的变化是不均匀的,即质点做变速直线运动.

想一想 振动图象在什么情况下是正弦曲线？在什么情况下是余弦曲线？

**例 1** 如图 11-1-5 所示是某质点做简谐运动的振动图象. 根据图象中的信息, 回答下列问题:

- (1) 质点离开平衡位置的最大距离有多大？
- (2) 在 1.5 s 和 2.5 s 两个时刻, 质点分别向哪个方向运动？
- (3) 质点在第 2 s 末的位移是多少？

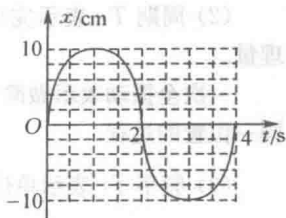


图 11-1-5

**导析** 分析此类问题时, 首先要理解好图象与振动的物体的实际振动过程的对应. 然后才能正确地做出解答.

**解答** (1) 质点离开平衡位置的最大距离就是  $x$  的最大值 10 cm.

(2) 在 1.5 s 时刻以后的时间质点位移减少, 因此质点是向平衡位置运动, 在 2.5 s 时刻以后的时间质点位移增大, 因此质点是背离平衡位置运动.

(3) 质点在 2 s 末是在平衡位置, 因此位移为零.

**拓展** 质点在前 4 s 内运动的路程是多大? [答案: 40 cm.]

想一想 在数学课中, 我们利用单位圆绘制正弦函数的图象. 事实上, 做匀速圆周运动的质点的投影的运动规律与简谐运动相同. 如图 11-1-6、图 11-1-7 所示, 由此, 你能从中认识它的哪些物理意义?

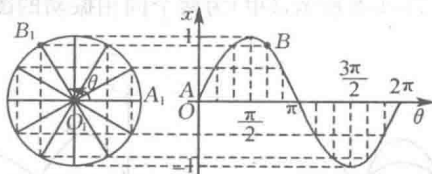


图 11-1-6 单位圆和正弦曲线

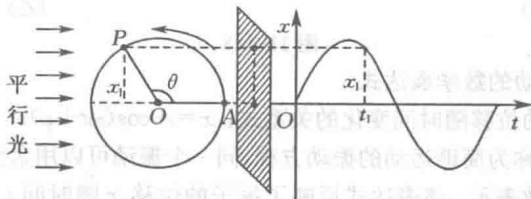


图 11-1-7 做匀速圆周运动的质点的投影的运动规律与简谐运动相同

### 5. 描述简谐运动的物理量

(1) 振幅  $A$ : 表示振动强弱的物理量. 数值上等于振动物体离开平衡位置的最大距离. 振幅是标量. 振幅的两倍表示的是做振动的物体运动范围的大小.

(2) 周期  $T$ : 表示完成一次全振动所需要的时间, 是反映振动快慢的物理量.

一次全振动表示做简谐运动的物体在相邻的两次以完全相同的情况通过同一位置的过程.

(3) 频率  $f$ : 表示单位时间内全振动的次数,  $f = \frac{1}{T}$ . 单位是赫兹(Hz).

简谐运动的周期和频率是由振动物体本身的性质决定的, 与振幅无关, 所以分别称为固有周期和固有频率. 周期与频率都是表示物体振动快慢的物理量.

例如, 一面锣, 它能发出一种声音. 用锤敲锣发出响亮的锣音, 锣音很快弱下去但不会变调; 摆动着的秋千, 虽然摆动幅度发生了变化, 但频率不会变化; 弹簧振子在实际的振动中, 振子会逐渐停下来, 但其振动频率是不变的. 这些都说明所有能振动的物体, 都有自己的固有周期或固有频率.

**做一做** 自己制作一个弹簧振子, 观察其运动. 分别改变其振子的振幅、弹簧的劲度系数和振子的质量, 看其周期和频率是否发生变化?

(4) 相位: 用来描述周期性运动在各个时刻所处的不同振动状态.

通常利用相位来比较两振动物体振动步调是同相还是反相, 是相位超前还是相位滞后. 如图 11-1-8 所示, (甲) 为两个同相振动的图象, (乙) 为两个反相振动的图象.

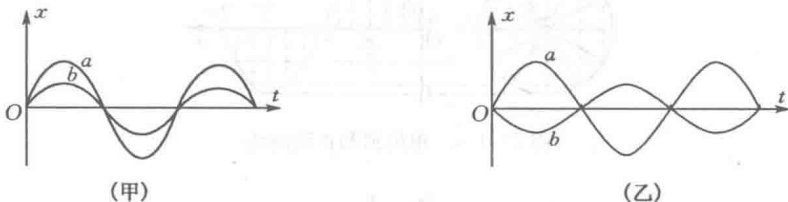


图 11-1-8

### 6. 简谐运动的数学表达式

简谐运动的位移随时间变化的关系式:  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

① 上式也称为简谐运动的振动方程, 同一个振动可以用余弦函数表示, 也可以用正弦函数表示. 该表达式反映了振子的位移  $x$  随时间  $t$  按正弦或余弦规律变化的情况.

② 式中  $A$  表示振动的振幅.

③ 式中  $\omega$  是圆频率(或称为角频率),也表示简谐运动的快慢,与简谐运动的周期  $T$  及频率  $f$  的关系是:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ . 所以振动方程也可以写作  $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$  或  $x = A \cos(2\pi ft + \varphi)$ .

④ 式中  $(\omega t + \varphi)$  表示振子在  $t$  时刻所处的状态,代表简谐运动的相位,由于  $t$  为变量,所以相位在不停地变化,相位每增加  $2\pi$ ,振子完成一次全振动. 相位是描述周期性运动在各个时刻所处的不同状态的物理量. 其中  $\varphi$  为  $t=0$  时的相位,称为初相. 当同一振动分别用余弦函数和正弦函数表示时初相不同,如上式改写成正弦表达式,则  $x = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2} + \varphi\right)$ ,即初相应为  $\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)$ .

**例 2** 一个小球和轻质弹簧组成的系统,按  $x_1 = 0.05 \cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$  cm 的规律振动.

(1) 求振动的振幅、周期、频率和初相;

(2) 另有一简谐运动  $x_2 = 0.05 \cos\left(8\pi t + \frac{5}{4}\pi\right)$  cm. 求它们的相位差.

**导析** 分析和求解此类问题时,关键是掌握并理解简谐运动的表达式中各物理量所表示的物理意义.

**解答** (1) 结合简谐运动的振动方程

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \text{ 及 } \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f,$$

可知: 振幅  $A = 0.05$  cm, 周期  $T = \frac{2\pi}{8\pi} \text{ s} = \frac{1}{4} \text{ s}$ ;

频率  $f = \frac{1}{T} = 4$  Hz, 初相  $\varphi = \frac{\pi}{4}$ .

(2)  $x_1$  和  $x_2$  为频率相同、振幅相等、相位不同的振子,其相位差

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \left(8\pi t + \frac{5}{4}\pi\right) - \left(8\pi t + \frac{1}{4}\pi\right) = \pi.$$

说明振子 2 的相位比振子 1 的相位超前  $\pi$ .

**拓展** 试画出  $x_1$  和  $x_2$  的位移—时间图象,从而进一步理解相位及相位差的物理意义.

### 合作学习——问题释疑,突破难点

**问题 1** 弹簧振子的运动是简谐运动,那么在简谐运动中振子的位移、速

度、加速度是怎样变化的?

**诠释** 简谐运动是变加速运动,运动物体的位移、速度、加速度的变化具有周期性。

(1) 位移: 振动物体的位移是物体相对于平衡位置的位移. 它总是以平衡位置为始点, 方向由平衡位置指向物体所在的位置, 位移的大小等于这两个位置之间的距离. 物体经平衡位置时位移方向发生改变。

(2) 速度: 简谐运动是变加速运动. 物体经平衡位置时速度最大, 物体在最大位移处时速度为零, 且物体的速度在最大位移处改变方向。

(3) 加速度: 物体处在最大位移处时加速度最大, 物体处在平衡位置时加速度最小(为零). 物体经平衡位置时, 加速度方向发生变化。

如图 11-1-9 所示, 在简谐运动中, 振子的位移、速度及加速度的变化关系如下表:

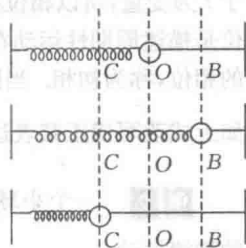


图 11-1-9

振子的运动	位移	加速度	速度
O→B	增大, 方向向右	增大, 方向向左	减小, 方向向右
B	最大	最大	0
B→O	减小, 方向向右	减小, 方向向左	增大, 方向向左
O	0	0	最大
O→C	增大, 方向向左	增大, 方向向右	减小, 方向向左
C	最大	最大	0
C→O	减小, 方向向左	减小, 方向向右	增大, 方向向右

(4) 说明:

① 在简谐运动中, 位移、加速度两个物理量同步变化, 与速度的变化步调相反。

② 简谐运动的位移是从平衡位置指向某一位置的有向线段, 位移起点是平衡位置, 位移是矢量。

**例 3** 如图 11-1-10 所示为一弹簧振子,  $O$  为平衡位置, 设向右为正方向, 振子在  $B$ 、 $C$  间振动时( )。

- A.  $B \rightarrow O$  位移为负、速度为正      B.  $O \rightarrow C$  位移为正、加速度为负  
 C.  $C \rightarrow O$  位移为负、加速度为正      D.  $O \rightarrow B$  位移为负、速度为负

**导析** 在简谐运动过程中, 位移以平衡位置为起点, 而加速度总是指向平衡位置, 所以两者方向必定相反; 速度与位移方向可能相同, 也可能相反。

**解答** 以向右为正, 则方向向右的矢量为正, 方向向左的矢量为负。由



$B \rightarrow O$  过程中位移由  $O$  指向所在位置, 所以位移为负, 而速度由  $B \rightarrow O$ , 向右为正, 则选项 A 正确; 由  $O \rightarrow C$  过程中位移由  $O$  指向所在位置, 所以为正, 而加速度由所在位置指向平衡位置, 所以方向向左应为负, 故选项 B 正确; 由  $C \rightarrow O$  过程中位移仍为正, 加速度为负, 故 C 项不正确; 由  $O \rightarrow B$  过程中, 位移由  $O$  指向左, 故为负, 而速度也向左也应为负。

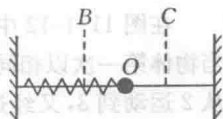


图 11-1-10

因此本题应选 A、B、D。

**拓展** 位移方向改变时, 加速度方向是否改变? 加速度方向改变时, 速度方向是否改变? [答案: 一定改变; 不改变.]

**问题 2** 做简谐运动的物体, 在通过对称于平衡位置的 A、B 两个位置时, 相应的各个物理量具有怎样的关系?

**诠释** 简谐运动具有对称性, 相对于平衡位置对称的两个点各物理量的异同点:

- (1) 位移大小相等, 方向相反。
- (2) 速度大小相等, 方向可能相同, 也可能相反。
- (3) 加速度大小相等, 方向相反。
- (4) 从平衡位置到达这两个点或从这两个点直接到达平衡位置的时间相等。

**例 4** 物体做简谐运动, 通过 A 点时的速度为  $v$ , 经过 1s 后物体第一次以速度  $v$  通过 B 点, 再经过 1s 物体紧接着又通过 B 点, 已知物体在 2s 内所走过的总路程为 12 cm, 则该简谐运动的周期和振幅分别是多大?

**导析** 此类题型的解题关键是正确理解简谐运动的对称性和速度的矢量性, 弄清题目叙述的物理情景, 正确地作出简谐运动的路径草图。解题方法是将物理过程模型化, 再分段分析、讨论, 得出正确的结论。

**解答** 物体通过 A、B 两点的速度均为  $v$ , 则根据简谐运动规律知, A、B 两点一定关于平衡位置 O 点对称, 依题意画出振动路径草图如图 11-1-11 所示。

在图 11-1-11 中, 物体从 A 向右运动到 B, 即从图中 1 运动到 2, 时间为 1s; 再从 B 经极端位置 N 又通过 B 点, 即从图中 2 运动到 3, 历时 1s, 由于 A、B 两点关于 O 点对称, 因此由图可以得出, 从 1 到 3 共经历了 0.5 个周期的时间, 即  $0.5T = 2s$ , 周期  $T = 4s$ , 且  $2A = 12cm$ , 振幅  $A = 6cm$ 。

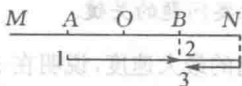


图 11-1-11

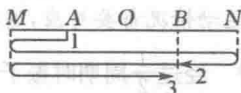


图 11-1-12