



全国名校名师讲义精粹

中学教材学习讲义

高中物理
选修3-4

杜志建 主编

审订

郭玉珊 清华附中特级教师
孟卫东 清华附中特级教师
翟 蕾 北大附中高级教师
王颖水 郑州一中特级教师
涂木年 广州六中特级教师

郑晓龙 首都师大附中特级教师
王志伟 北京一中特级教师
冯定应 杭州学军中学特级教师
金凤义 南京金陵中学高级教师
廖晓林 江西临川一中特级教师

配 人民教育版
内含教材课后习题答案



汕头大学出版社

责任编辑：胡开祥

封面设计：魏普文化

中学教材学习讲义

《中学教材学习讲义》采用“讲一例一练”互动的独特模式，三位一体、一书多用，让你在减少课业负担的同时，真正地提高学习能力，引领你通向令人羡慕的成功之路！

—— 安振平 陕西省数学特级教师

天星教育《中学教材学习讲义》，帮你将名师请到身旁；天星教育《中学教材学习讲义》，帮你掌握点石成金的学习术；天星教育《中学教材学习讲义》，帮你迈入心仪已久的名校殿堂！

—— 傅新华 湖北省语文特级教师

《中学教材学习讲义》系列图书充分体现新课标精神，将“自主学习”与“技能拓展”完美融合，注重知识的迁移与能力的培养。书中对新课标高考的权威分析以及对最新高考题的精辟诠释，让你在同步学习中方向明确、有的放矢！

—— 刘作敏 辽宁省政治特级教师

ISBN 978-7-81120-215-1



9 787811 202151

01 >

2B

TXF8004R2100

定 价：190.00元（共10册）



全国名校名师讲义精英

中学教材学习讲义

高中物理

选修3-4

丛书主编：杜志建

本册主编：高京臣

本册副主编：张立银 刘彬 杜玉振

张启振 鹿敦超 张翠玲

汕头大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中学教材学习讲义. 物理: 选修/杜志建主编. —汕头:
汕头大学出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-81120-215-1

I. 中... II. 杜... 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(2007)第 174811 号

中学教材学习讲义·物理·选修

策 划: 杜志建

责任编辑: 胡开祥

封面设计: 魏晋文化 

出版发行: 汕头大学出版社
(广东省汕头市汕头大学内)

印 刷: 许昌裕达印刷有限公司

开 本: 890mm × 1240mm 1/16

版 次: 2009 年 7 月第 2 版

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 190.00 元(共 10 册)

ISBN 978-7-81120-215-1

主 编: 杜志建

责任校对: 刘 娜

责任技编: 侯会锋

邮 编: 515063

电 话: 0754-2903126

印 张: 103.5

字 数: 2277 千字

版权所有 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换。



喻旭初 语文学科特级教师。金陵中学学术委员会委员，现任全国中学语文教学研究会学术委员、南京市中学语文教学研究会会长、江苏省青少年写作研究会副会长、中国叶圣陶研究会理事。主编各类语文书籍12种，发表文章60余篇。



郭玉珊 数学学科特级教师。现任清华附中数学教研组组长，兼任吉林省青年教师协会理事、吉林省中学数学专业委员会理事、东北师大数学系教育硕士学位外校指导教师等；先后被评为全国中小学青年教师学科带头人、吉林省中小学青年教师学科带头人、吉林市优秀教师、优秀班主任等；发表了多篇论文或教学辅导文章。



安和平 数学学科特级教师。中国数学奥林匹克高级教练员，曾先后担任陕西数学会普及工作委员会副主任，陕西省教育学会学术委员会委员，陕西省中学数学教学研究会常务理事。《中学数学教学参考》高考试题研究组核心成员，主编高考、中考、竞赛图书多套，参与高校教材《中学数学研究》、《数学教育学导论》，以及北京师范大学版本高中新课程数学教材的编写。



齐智华 数学学科特级教师。享受国务院政府特殊津贴的有突出贡献的数学教育专家。中国数学奥林匹克教练，全国数学联赛命题专家；21世纪“全国中小学教师继续教育核心课培训教材”数学主编；中国科学院心理所《示范演练教学法》特聘教研员；MPA、MBA研究生入学考试辅导专家。



谢晓林 英语学科特级教师。江西省抚州市首批学科带头人，曾先后获得“全国中小校园丁奖”“全省优秀外语教师”等荣誉称号；2001年8月被授予抚州市首届享受市政府特殊津贴拔尖人才；被编入《中国当代教育名人辞典》、《中国专家名人辞典》等数十本大型工具书中；发表论文或文章900多篇；出版论著80余本。



李洪奇 英语学科特级教师。现任广州市外语综合高中英语科长、广州市特级教师协会副秘书长、全国创新学习研究会常务理事。2005年9月，经广州市教育局批准赴英国利兹城市大学进修。主编、参编、审校12部学术专著，发表学术论文数十篇。



高卫东 物理学科特级教师。清华附中任教，新课标实验教材编写课题组成员，教育部全国理科实验班任课教师，清华附中理科班办公室主任，积极投身教学改革，参加并完成了多项教改科研课题，在高考复习、会考复习、实验班教学等方面有独到的建树。



陈世华 化学学科特级教师。湖北省优秀化学教师，2005年荣获湖北省化学化工学会颁发的首届“湖北省中学化学奖”。1999年至今，在《中国教育报》等68种国家级、省级刊报上发表化学教育教学文章1600余篇，出版专著5部，被多家杂志社聘为特约作者。



林祖荣 生物学科特级教师。任教北京师范大学附属实验中学，长期从事高三复习教学与研究工作。主编《高中生物新课程理念与实施》等专著；参与新课程初中《生物》教材（苏科版）、新课程高中《生物》教学参考（人教版）等书的编著工作。人教版高中新课标教材、北师大版九年义务教育新课标教材培训团专家。应邀到全国各地作新课程改革及高考辅导专题讲座百余场。



张法英 生物学科特级教师。河北省首批骨干教师、河北省生物教学专业委员会会员。曾连续两届当选石家庄市人大代表，获得过“专业技术拔尖人才”的称号和“特殊贡献奖”。多次参加大型模拟考试的命题工作，在《生物学通报》等杂志以及全国生物教学研讨会上发表或交流论文多篇，主编、参编教学辅导用书20多部。



章道君 政治学科特级教师。政府专项专家津贴获得者，现为北京师范大学良乡附中政治科教研组长、北京市政治教育研究会理事、房山区政治教育学会会长。担任全国《思想政治》部分实验教材的主编，并被人民教育出版社聘为全国实验教材培训团专家。



刘作敏 政治学科特级教师。大连市劳动模范、大连市优秀教师标兵、辽宁省中学思想政治课教学典型、大连政治名师工作室理事长、中国教育电视台2004年“中国考生”栏目政治主讲教师。先后在《思想政治课教学》等报刊杂志上发表教学研究和高考指导文章近40篇，并有多部书稿出版。



陈启洪 地理学科特级教师。中国地理学会会员、深圳市福田区学科带头人。应邀参编《中学地理教学方法辞典》等9本专业书籍，《高中地理教学要体现地理学思想》等论文分获全国、省、市一等奖。2002年入选《中国专家名人辞典》，2007年8月福田区教育局为其设立高中学段的第一个“名师工作室”。



何凡 历史学科特级教师。浙江省中学历史教学研究会理事；杭州市历史教研大组副组长。曾获杭州市教育系统先进工作者、杭州市第六届中学学科优秀教研组长、杭州市教委直属中学优秀教师等荣誉。建立和完成的省级立项课题《关于史地学科社会教育功能的探索与实践》获省一等奖。在国家级和省级刊物共发表学术论文和教学论文70余篇，共30余万字。

**范佳琳 2007年河南高考理科状元**

毕业学校：安阳一中 总分：705分 现就读：北京大学

状元寄语：在所有奖品中有一项我最难忘，那是我考班级第一名时老师奖给我的两本天星教辅，我如获至宝，后来就一直使用天星图书。她们伴我走过了高中三年，我相信，助我成功的天星，也同样会成为千万学子攀登高峰的助力！

**何宇征 2007年重庆高考理科状元**

毕业学校：巴蜀中学 总分：703分 现就读：清华大学

状元寄语：高考的路，难免有坎坷，难免有曲折，但我庆幸我找到了天星。天星教辅体系完整，讲解细致全面，题目新颖，难度把握得当，让我少走了很多弯路。天星指路，榜上有名！

**张友植 2007年湖北高考文科状元**

毕业学校：大冶一中 总分：627分 现就读：北京大学

状元寄语：第一次接触天星，是看到老师备课时用的《中学教材学习讲义》，后来我也买了一本，就此我与天星结下了不解之缘。天星教辅注重总结解题规律，对解题方法的归纳系统、全面。选择天星，我是幸运的！

**赵子波 2007年辽宁高考理科状元**

毕业学校：锦州中学 总分：689分 现就读：香港科技大学

状元寄语：选择一本好的教辅图书，就等于选择了一位权威名师为自己的高考保驾护航。从高一到高三，从《中学教材学习讲义》到《高考复习讲义》，这些书内容丰富，对知识点的讲解深入透彻，是我高考路上的好帮手！

**刘玉洁 2007年河北高考理科状元**

毕业学校：保定一中 总分：708分 现就读：清华大学

状元寄语：天星教辅是我整个高中时期的良师益友，《中学教材学习讲义》同步指导我的学习；《试题调研》迅速及时地传递高考动态，是我复习备考的风向标。她们增强了我直面高考的信心，使我在面对各类试题时都游刃有余。

**张璐 2007年陕西高考文科状元**

毕业学校：西安高新一中 总分：672分 现就读：清华大学

状元寄语：天星教辅品种齐全、实用性强，能满足不同层次学生的需求，在我的同学当中一度掀起了使用天星教辅的热潮。希望更多的学弟学妹们结伴天星，相信梦想不再遥远！

**曹妍 2006年安徽高考文科状元**

毕业学校：合肥一中 总分：678分 现就读：北京大学

状元寄语：刚进入高三，我就暗自下决心要通过一年的奋战来实现自己心中渴望已久的梦想，但随着时间的流逝，我心里越来越不踏实。正是这个时候，我认识了天星。是她，教我于迷茫之中，为我指明了行进的方向。

**姜君 2006年贵州高考理科状元**

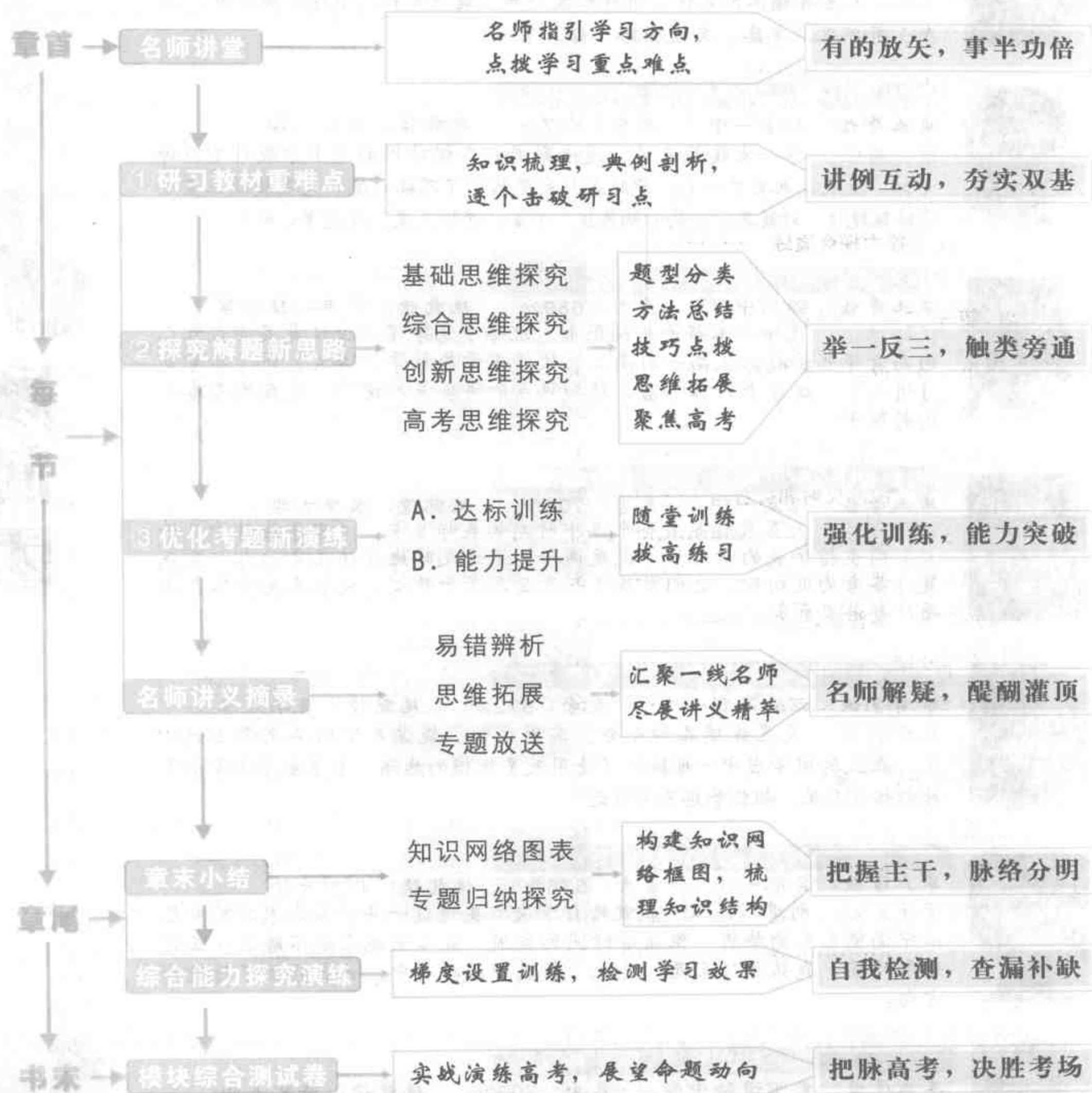
毕业学校：贵阳清华中学 总分：703分 现就读：清华大学

状元寄语：我自信，因为我有天星这张王牌，是她助我在刀光剑影、枪林弹雨的高考战场上所向披靡、战无不胜。感谢天星把我锻造成勇敢而自信的强者！

使用说明

立足教材，引领课标，把脉高考，以同步学习特点为编写基准，从学生学习实际出发，精心摘录名校名师讲义，全面梳理教材重难点，帮助学生构建全面系统的知识网络！

体例优化组合，为您展示名篇精华：



目录

CONTENTS

最新文理科目录

1 第十一章 机械振动

第1节 简谐运动	2
第2节 简谐运动的描述	7
第3节 简谐运动的回复力和能量	12
第4节 单摆	16
第5节 外力作用下的振动	21
章末小结	25
◆ 综合能力探究演练	26

29 第十二章 机械波

第1节 波的形成和传播	30
第2节 波的图象	34
第3节 波长、频率和波速	40
第4节 波的反射和折射	46
第5节 波的衍射	50
第6节 波的干涉	53
第7节 多普勒效应	58
章末小结	61
◆ 综合能力探究演练	62

65 第十三章 光

第1节 光的折射	66
第2节 光的干涉	72
第3节 实验:用双缝干涉测量光的波长	76

第4节 光的颜色 色散	81
第5节 光的衍射	85
第6节 光的偏振	89
第7节 全反射	92
第8节 激光	96
章末小结	99
◆ 综合能力探究演练	100

103 第十四章 电磁波

第1节 电磁波的发现	104
第2节 电磁振荡	108
第3节 电磁波的发射和接收	113
第4节 电磁波与信息化社会	117
第5节 电磁波谱	119
章末小结	122
◆ 综合能力探究演练	123

125 第十五章 相对论简介

第1节 相对论的诞生	126
第2节 时间和空间的相对性	129
第3节 狭义相对论的其他结论	132
第4节 广义相对论简介	135
章末小结	137
◆ 综合能力探究演练	137

模块综合测试卷	140
习题答案全解全析	143
教材课后习题答案	166

学习索引

名师讲义摘录

思维拓展

关于简谐运动的位移-时间图象	6
振动图象的作用	11
学习简谐运动应注意的几个问题	15
判断质点振动方向的常用方法	38
光的反射和折射与机械波的反射和折射的对比	49
光穿过平行玻璃砖的规律	71

专题放送

圆锥摆模型	20
波的多解问题	44
干涉现象中的加强点与减弱点	57
阻尼振荡与无阻尼振荡	112

第十一章

机械振动

名师
讲堂

本章主要学习机械振动中运动规律最简单、最基本的一种周期性运动,即简谐运动.通过对弹簧振子和单摆的分析,认识物体做简谐运动的条件,掌握简谐运动的数学表达式及特点,结合振动图象,认识图象的实质并能利用图象判断做简谐运动物体的速度、加速度、回复力的方向,能判断做简谐运动物体回复力的来源,能从能量转化角度认识简谐运动、阻尼振动和受迫振动,掌握单摆周期公式及用单摆测重力加速度的方法.

在学习本章知识的时候,需要用到运动学、动力学和能量等方面的知识,综合性比较强,机械振动比前面学过的各种运动更复杂,引入的相位、回复力、位移、振幅、周期、频率等概念,学习过程中应结合具体的实验真正理解这些物理量的意义.

本章的重点是理解和掌握简谐运动的相关概念和运动规律,难点是利用简谐运动的特点(周期性、对称性等)解题,以及理解简谐运动的图象问题.在新标高考中,考查的热点也将集中在这两类问题上.

——清华附中特级教师 孟卫东

本章参考清华附中、北京四中、浙大附中、
广东省实验中学课堂讲义.



第1节 简谐运动

我们知道,地震往往会给人们带来灾难性的损失,这是地面以及建筑物振动的结果;当汽车在桥上驶过时,我们会感到整个桥都在振动;当微风吹起时,树叶或小树枝会来回摇摆;轻轻拨动琴弦,会流淌出醉人的旋律,而这源于琴弦的振动.振动是我们在日常生活中经常接触到的一种运动形式,对它的研究意义重大.

1. 研习教材重难点

研习点1 弹簧振子

1. 振动

(1) 定义

物体(或物体的一部分)在平衡位置附近所做的往复运动,称为机械振动,简称振动.

(2) 平衡位置

机械振动中的平衡位置是指物体停止振动时所在的位置.

归纳总结

机械振动中的物体可能做直线运动,也可能做曲线运动,所以其运动的轨迹可能是直线,也可能是曲线.

2. 弹簧振子

弹簧振子是指小球和弹簧所组成的系统.弹簧振子是一个理想模型,一个轻质弹簧(不计质量)连接一个物体(质点),弹簧的另一端固定,这样就构成了一个弹簧振子,如图11-1-1所示.



图11-1-1

弹簧振子具有以下特点:

- (1) 不计弹簧的质量.
- (2) 与弹簧连接的物体(振子)可视为质点.
- (3) 不计阻力.

研习点2 弹簧振子的 $x-t$ 图象

1. 研究弹簧振子的振动

如图11-1-2所示,当弹簧振子振动时,沿垂直于振动的方向匀速拉动纸带,笔尖就在纸带上画出一条振动曲线.

在拉动纸带得到图象时,只有纸带匀速运动,纸带移动的距离才与时间成正比,这样纸带拉动一定的距离对应振子振动一定的时间.

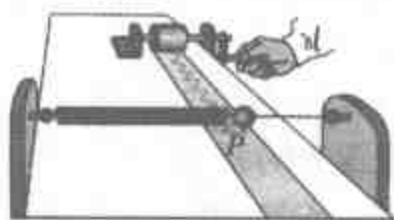


图11-1-2

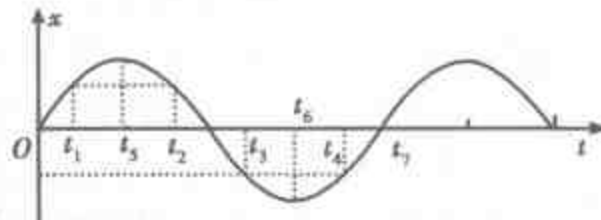


图11-1-3

2. 图象的建立

用横坐标表示振动物体运动的时间 t ,纵坐标表示振动物体运动过程中相对于平衡位置的位移 x ,建立坐标系,如图11-1-3所示.

3. 振动图象的意义

振动图象反映了振动物体的位移随时间变化的关系.

4. 振动的位移

在机械振动中,位移是指从平衡位置指向某一位置的有向线段.

归纳总结

振动的位移是以平衡位置为起点的,所以振动位移的方向总是偏离平衡位置.在图象 $x-t$ 中,某时刻该位置在 t 轴的上方,表示该位置的位移为正,如图11-1-3中的 t_1 、 t_2 时刻;某时刻该位置在 t 轴的下方,表示该位置的位移为负,如图11-1-3中的 t_3 、 t_4 时刻.

典例1 图11-

1-4所示是用频闪照相的方法获得的弹簧振子的位移-时间图象,下列有关该图象的说法正确的是

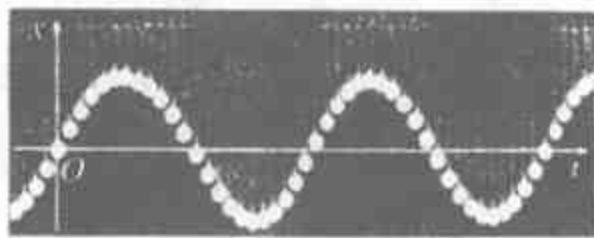


图11-1-4

- A. 该图象的坐标原点是建立在弹簧振子小球的平衡位置
- B. 从图象可以看出小球在振动过程中是沿 t 轴方向移动的
- C. 为了显示小球在不同时刻偏离平衡位置的位移,让底片沿垂直 x 轴方向匀速运动
- D. 图象中小球的疏密显示出相同时间内小球位置变化快慢不同

[研析] 从图象中能看出坐标原点在平衡位置,A项对.横轴虽然是由底片匀速运动得到的位移,但已经转化为时间轴,小球



只在 x 轴上振动,所以B项错,C项对.因图象中相邻小球之间时间相同,疏处说明位置变化快,而密处说明位置变化慢,D项对.

【答案】ACD

研习点3 简谐运动及其图象

1. 简谐运动

如果质点的位移与时间的关系遵从正弦函数的规律,即它的振动图象($x-t$ 图象)是一条正弦曲线,这样的振动叫做简谐运动.

(1)简谐运动是最基本、最简单的振动.

(2)简谐运动的位移随时间按正弦规律变化,所以它不是匀速运动,而是变力作用的运动.

2. 简谐运动的速度和加速度

(1)速度

在简谐运动中,规定振子向某一方向振动的速度为正,则向相反方向运动的速度即为负.在 $x-t$ 图象上,表现为向 x 轴正方向运动,则速度为正;向 x 轴负方向运动,则速度为负.

(2)加速度

水平弹簧振子的加速度是由弹簧弹力产生的,在平衡位置时,弹簧的弹力为零,故加速度为零;在最大位移处,弹簧的弹力最大,故加速度最大.不管弹簧是拉伸或压缩,弹力对振子的作用力方向总是指向平衡位置,即加速度的方向总是指向平衡位置.加速度随位移的增大而增大,随位移的减小而减小.

典例2 一弹簧振子做简谐运动,下列说法正确的是

- A. 位移为负,则速度为正,加速度也一定为正
- B. 振子通过平衡位置时,速度为零,加速度为零
- C. 振子通过平衡位置时,加速度相同,速度相同
- D. 振子通过相同的位置时,加速度相同,速度不一定相同

【解析】位移为负,速度可能为正,选项A错;振子通过平衡位置时,加速度为零,但速度不为零且方向可能相反,选项B、C错;加速度随位移的改变而改变,故选项D对.

【答案】D

2. 探究解题新思路



题型一 简谐运动性质的理解

典例1 下列说法中正确的是

- A. 弹簧振子的运动是简谐运动
- B. 简谐运动就是指弹簧振子的运动
- C. 简谐运动是匀变速运动
- D. 简谐运动是机械运动中最简单、最基本的一种

【解析】通过本节的学习可以知道,弹簧振子的运动是简谐运动,但是简谐运动有许多种,如摆钟的摆锤的运动(单摆)、水中浮标的上下微小的浮动等;

因为简谐运动的合外力不是恒力,所以简谐运动不是匀变速运动;

简谐运动是机械振动中最基本、最简单的一种,而不是机械运动中最基本、最简单的一种.注意区分“振动”与“运动”.

综上所述只有选项A正确.

【答案】A

技巧点拨 简谐运动是物体运动的一种特殊形式,要认识它的运动特点,一方面要把这种运动与其他运动相对比,另一方面可以从受力情况去分析.

拓展·变式 下列运动属于简谐运动的是 ()

- A. 活塞在气缸中的往复运动
- B. 拍皮球时,皮球的上下往复运动
- C. 音叉叉股的振动
- D. 小球在左右对称的两个斜面上来回滚动

题型二 对简谐运动图象的认识

典例2 如图11-1-5所示,简谐运动的图象上有 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 六个点,其中:

(1)与 a 点位移相同的点有哪些?

(2)与 a 点速度相同的点有哪些?

(3) b 点离开平衡位置的最大距离有多大?

【解析】(1)位移是矢量,位移相同意味着位移的大小和方向都要相同,可知与 a 点位移相同的点有 b 、 e 、 f .

(2)速度也是矢量,速度相同则要求速度的大小和方向都要相同,可知与 a 点速度相同的点有 d 、 e .

(3) b 点离开平衡位置的最大距离即为振动物体最大位移的大小,由图知最大距离为2 cm.

【答案】(1) b 、 e 、 f (2) d 、 e (3)2 cm

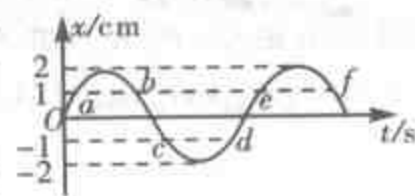


图 11-1-5

方法探究 应用简谐运动的图象不但可以从图象中直接读出某时刻质点的位移大小和方向、速度方向、质点的最大位移;也可比较不同时刻质点位移的大小与方向、速度的大小和方向;还可以预测一段时间后质点位于平衡位置的正向或负向、质点位移的大小与方向、速度的方向和其大小的变化趋势。

拓展·变式2 如图11-1-6所示为某简谐运动的图象,若 $t=0$ 时,质点正经过 O 点向 b 运动,则下列说法正确的是 ()

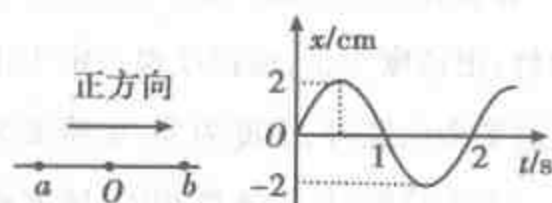


图11-1-6

- A. 质点在0.7 s时,正在远离平衡位置运动
- B. 质点在1.5 s时的位移最大
- C. 1.2 s到1.4 s,质点的位移在增大
- D. 1.6 s到1.8 s,质点的位移在增大



思维探究

典例3 如图11-1-7所示,物体 A 置于物体 B 上,一轻质弹簧一端固定,另一端与 B 相连,在弹性限度内, A 和 B 一起在光滑水平面上做往复运动(不计空气阻力),并保持相对静止,则下列说法正确的是

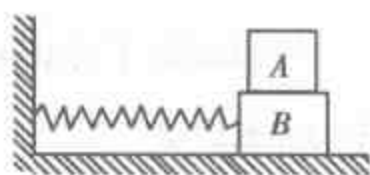


图11-1-7

- A. A 和 B 均做简谐运动
- B. 作用在 A 上的静摩擦力大小与弹簧的形变量成正比
- C. B 对 A 的静摩擦力对 A 做功,而 A 对 B 的静摩擦力对 B 不做功
- D. B 对 A 的静摩擦力始终对 A 做正功,而 A 对 B 的静摩擦力始终对 B 做负功

【解析】 物体 A 、 B 保持相对静止,在轻质弹簧的作用下做简谐运动,故A项正确。对 A 、 B 整体由牛顿第二定律得 $-kx = (m_A + m_B)a$,对 A 由牛顿第二定律得 $f = m_A a$,解得

$f = -\frac{m_A k}{m_A + m_B} x$,故B项正确。在靠近平衡位置的过程中, B 对 A 的静摩擦力做正功,而 A 对 B 的静摩擦力做负功;在远离平衡位置的过程中, B 对 A 的静摩擦力做负功,而 A 对 B 的静摩擦力做正功,故选项C、D错误。

【答案】 AB

考向指南 简谐运动是最简单、最基本的机械振动,对于简谐运动的考查经常渗透到其他内容(如机械波)的题目中进行综合考查,所以应当引起同学们的高度重视。

拓展·变式3 如图11-1-8所示,光滑水平地面上放有一个弹簧振子,已知滑块质量 $m = 0.1 \text{ kg}$,弹簧的劲度系数为 $k = 62.5 \text{ N/m}$,将滑块从平衡位置 B 向左移4 cm,由静止释放后滑块在 A 、 C 间振动,问:

滑块在何处的速度最大? 滑块的最大速度是多少?(设系统在 A 处时具有的弹性势能为0.05 J)

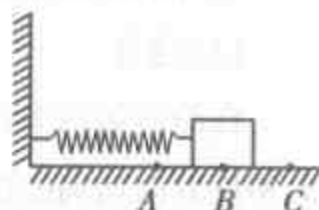


图11-1-8



思维探究

高考中对该部分内容的考查多集中在简谐运动过程中各物理量的变化规律以及图象问题等基础知识上。应掌握简谐运动中各物理量的变化规律与正确分析各量变化的特点;同时应注意振动中各物理量的物理意义,特别是位移的概念与直线运动中的区别。

3. 优化考题新演练

A 达标训练

1. 下列判断正确的是 ()
 - A. 运动员原地用头上下颠足球,足球做机械振动
 - B. 运动员原地单手上下快速拍篮球,篮球做简谐运动
 - C. 弹簧振子在粗糙水平面上的振动是简谐运动

- D. 一端固定的簧片所做的振动是简谐运动
2. 做简谐运动的物体,下列说法中正确的是 ()
 - A. 位移的大小是随时间变化的
 - B. 通过平衡位置时,物体速度最大,加速度也最大
 - C. 物体在做加速运动时,加速度一定减小
 - D. 物体在做减速运动时,加速度一定减小
3. 图11-1-9表示某质点做简谐运动的图象,以下说法正确

的是

()

- A. t_1 、 t_2 时刻的速度相同
 B. 从 t_1 到 t_2 这段时间内,速度与加速度同向
 C. 从 t_2 到 t_3 这段时间内,速度变大,加速度变小
 D. t_1 、 t_3 时刻的加速度相同

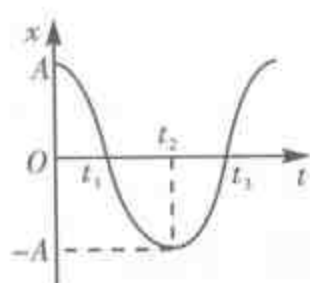


图 11-1-9

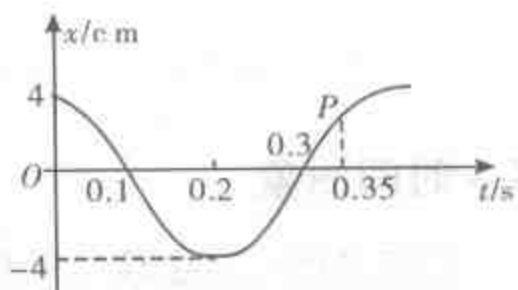


图 11-1-10

4. 某弹簧振子的振动图象如图 11-1-10 所示,将弹簧振子从平衡位置拉开 4 cm 后放开,同时开始计时,则在 $t=0.15$ s 时 ()

- A. 振子正在做加速度减小的加速运动
 B. 振子正在做加速度增大的减速运动
 C. 振子速度方向沿 x 轴正方向
 D. 振子的位移一定大于 2 cm

5. 如图 11-1-11 所示,质量为 m 的物体 A 放在质量为 M 的物体 B 上, B 与弹簧相连,它们一起在光滑水平面上做简谐运动. 振动过程中 A、B 之间无相对运动,设弹簧的劲度系数为 k ,当物体离开平衡位置的位移为 x 时, A、B 间摩擦力的大小等于 ()

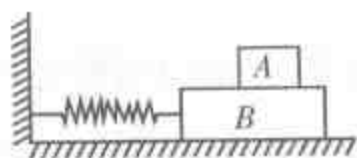


图 11-1-11

- A. 0 B. kx C. $\frac{m}{M}kx$ D. $\frac{m}{M+m}kx$

6. 如图 11-1-12 所示为某简谐运动的图象,请根据图象指出在 1 s、1.5 s、2 s 时,物体位移的方向.

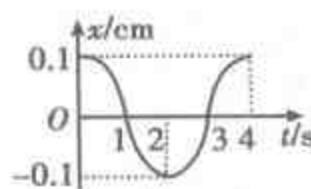


图 11-1-12

B能力提升

7. 如图 11-1-13 所示,一劲度系数为 k 的轻弹簧下端固定于水平地面上,弹簧的上端固定一质量为 M 的薄板 P,另有一质量为 m 的物块 B 放在 P 上. 向下压 B 然后突然松手,使系统上下振动,欲使 B、P 始终不分离,则轻弹簧的最大压缩量为多少?

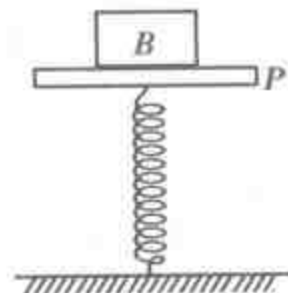


图 11-1-13



名师讲义摘录

关于简谐运动的位移-时间图象

□江苏省南京金陵中学高级教师 尹俊

1. 物理意义

简谐运动图象表示振子相对平衡位置的位移随时间变化的规律,横坐标表示时间,纵坐标表示振动物体相对平衡位置的位移,振动图象是一条正(余)弦函数图象,是同一物体在不同时刻相对平衡位置的位移,而不是质点运动的轨迹.

2. 简谐运动的图象有两种画法

(1)用照相机拍摄出振子在不同时刻的位移.以纵轴表示位移 x ,横轴表示时间 t ,根据测量的数据在坐标平面上画出各个点,并用平滑曲线将各点连接起来,我们就可得到一条正弦或余弦曲线.如图11-1-14所示.

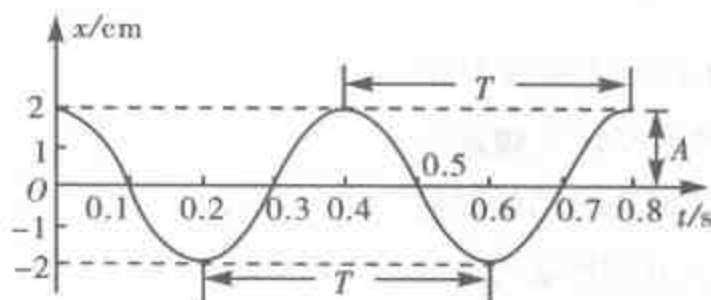


图 11-1-14

(2)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,当小球振动时,沿垂直振动方向匀速拉动纸带,笔 P 就在纸带上画出一条振动曲线,纸带的运动应该是匀速的,这样,纸带运动的距离就可以代表时间(这样的图象装置可见研习点中图11-1-2所示).

3. 创新实验设计

(1)实验原理:用磁性画写板(带磁性笔)代替绘画笔.

(2)实验器材:磁性画字板(带磁性笔)、废旧铁锁(或稍重金属块)、软轻弹簧、支架等.

将弹簧、铁锁做成弹簧振子(把磁性笔头粘附在铁锁上)固定于支架上端;将画写板放入支架和振子之间,并使磁性笔头稍稍接触且正对画写板,此时笔头由于有磁性而被吸附到画写板面上.

(3)实验过程:振子静止时向一侧推动磁性画写板,板上随即出现一横线——振子的平衡位置所在的水平线(用来建立时间坐标轴).

向下拉振子松手的同时“匀速”拉动磁性画写板,这样在画写板上就画出了清晰、逼真的振动图象.

(4)实验优点:①直观、效果明显;

②图象清晰逼真;

③操作简便易行.

第2节 简谐运动的描述

班内歌咏比赛,通常我们感觉女生的声音比男生的声音“尖细”;不同的乐器,音色不同,有的高亢、嘹亮,有的低沉、浑厚;喇叭通过纸盆的振动发出声音,纸盆振动的剧烈程度不同,音量不同.你知道这一切是由振动的哪些因素决定的吗?区别在哪里?我们可用运动学中所学的运动参量来描述各机械振动的运动形式,找出它们的不同点.

1. 研习教材重难点

研习点① 描述简谐运动的物理量

1. 振幅

(1) 定义

振动物体离开平衡位置的最大距离叫做振动的振幅.

(2) 振幅是标量,只有大小,没有方向.

(3) 振幅是用来表示振动强弱的物理量.同一振动系统,振动越强,振幅就越大,振动能量也越多.发声体的振幅越大,声音也就越强.

(4) 在国际单位制中,振幅的单位是米(m).

辨析比较

振幅、位移、路程的区别

振幅是振动物体离开平衡位置的最大距离,是标量;而位移是由平衡位置指向末位置的有向线段,是矢量;路程是运动路径的总长度,是标量.

当物体做简谐运动时,振幅是定值;位移的大小和方向时刻都在变化;路程则会持续不断地增加.

2. 周期和频率

(1) 全振动

如果振动物体的位移和速度这两个矢量经过一次往复运动均返回到初始值,这样一个完整的振动过程称为一次全振动.

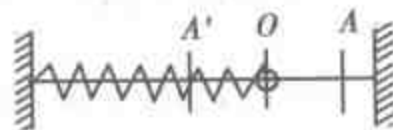


图 11-2-1

如图 11-2-1 所示,做简谐运动的物体从 $O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow A' \rightarrow O$,这样就完成了一次全振动.

从 A 点开始,一次全振动的完整过程为 $A \rightarrow O \rightarrow A' \rightarrow O \rightarrow A$.

从 A' 点开始,一次全振动的完整过程为 $A' \rightarrow O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow A'$.

(2) 振动的周期和频率

① 振动周期(T)

振动周期是指做简谐运动的物体完成一次全振动所需要的时间.

② 振动频率(f)

振动频率是指单位时间内完成全振动的次数.

③ 周期和频率的单位

在国际单位制中,周期的单位为秒(s),频率的单位为赫兹(Hz).

④ 周期和频率都是表示振动快慢的物理量.周期和频率的关系为 $T = \frac{1}{f}$.

简谐运动的周期和频率与振幅无关,由振动系统本身的性质决定,一般称为振子的固有周期和固有频率.

领悟整合

简谐运动的周期性和对称性

简谐运动的周期性是指每经过一个周期,振动物体的位移、回复力、加速度、速度以及动能、势能等物理量都变为原来的值.

简谐运动的对称性表现在:相对平衡位置对称的两点,加速度、回复力、位移均为等值反向,速度可能相同也可能等值反向,动能、势能一定相同.

如图 11-2-2 所示,物体在 A、B 间做简谐运动, O 点为平衡位置, C、D 两点关于 O 点对称,则有:

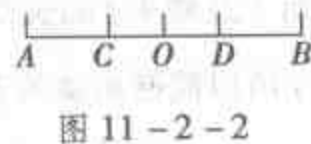


图 11-2-2

(1) 时间对称

$$t_{OB} = t_{BO} = t_{OA} = t_{AO} = \frac{T}{4}, t_{OD} = t_{DO} = t_{OC} = t_{CO}, t_{DB} = t_{BD} = t_{AC} = t_{CA}.$$

(2) 速度对称

物体连续两次经过同一点(如 D 点)的速度大小相等,方向相反.

物体经过关于 O 点对称的两点(如 C 点和 D 点)的速度大小相等,方向可能相同,也可能相反.

3. 相位

相位是物理学上为了描述周期性运动在各个时刻所处的不同状态而引入的量.

例如,两个用长度相同的悬线悬挂的小球,保持悬线始终伸直,把它们拉到相同的高度同时释放,我们说它们的相位相同,如果两个小球不同时释放,则后释放的小球的相位落后于先释放的小球的相位.

典例 1 弹簧振子从距离平衡位置 5 cm 处由静止释放,在 4 s 内完成 5 次全振动.

(1) 这个弹簧振子的振幅为 _____ cm, 振动周期为 _____ s.