

配套人教版现行教材 体现新课改教育理念

2004修订版

互动

New 新课堂  
高二物理

丛书主编 师 达  
学科主编 叶禹卿



首都师范大学出版社  
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

配套人教版现行教材 体现新课改教育理念

2004修订版

互动

新课堂

高二物理

New

丛书主编 师 达  
学科主编 叶禹卿



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

# 《互动新课堂》丛书 编委会

|      |                                                    |
|------|----------------------------------------------------|
| 丛书主编 | 师 达                                                |
| 学科主编 | 数学\齐家瑞<br>语文\程汉杰      物理\叶禹卿<br>英语\齐平昌      化学\裴大彭 |
| 本册作者 | 王 彬   段景煊   蔡相微   张惠珠<br>高江涛                       |

## 图书在版编目(CIP)数据

互动新课堂·高二物理/师达,叶禹卿主编. -北京:首都师范大学出版社,  
2002. 6(2004 修订)

ISBN 7-81064-393-2

I. 互… II. ①师… ②叶… 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 027244 号

书 名 互动新课堂·高二物理(2004 修订版)  
 责任著者 叶禹卿  
 责任编辑 张晓梅  
 标准书号 ISBN 7-81064-393-2/G·263  
 出版发行 首都师范大学出版社(68418523 68982468)  
 地 址 北京西三环北路 105 号  
 网 址 www.cnup.cnu.cn  
 印刷单位 北京嘉实印刷有限公司  
 开 本 890×1240 1/32 13 印张 371 千字  
 2004 年 6 月第三版 2004 年 6 月第一次印刷  
 印 数 42,001~57,000 册  
 定 价 19.80 元

# 序

(2004修订版)

互动新课堂

## 在互动中学会思考、学会学习

《互动新课堂》丛书于2002年出版后,得到了广大师生的充分肯定。对书中呈现的教育理念表示极大认同;对书中高水平的知识解析和学习能力指导给予极大赞许;对书中“双栏互动”“双专题”设计所蕴含的魅力和启迪表示极大的兴趣。为回报广大师生的厚爱,我们在认真研讨师生意见的基础上,对本丛书进行了精心修订,从而使本书的特点更加凸显,更具指导性,更实用,更好用。

**(1)正确诠释和处理知识、能力的辩证关系,在知识的掌握和能力的培养上给学生以高层次指导。**知识是人类认知世界的成果,它包括经验和系统的科学理论两个层面;能力则是指一个人顺利完成某种活动任务的个性心理品质和基本条件。一方面,知识为能力的发展提供基础。另一方面,掌握知识的速度与质量依赖于能力的发展。一个知识渊博的人,其见解往往深刻,其思考和处理问题的能力肯定比一个没有知识或知识面狭窄的人强得多。从一定意义上讲,能力的实质是能根据现实的新情况,对既有的知识进行重组或充实新的知识,继而对知识做出正确的选择并及时转化为合理的操作程序,从而实现问题从初始状态向目标状态转化,最终得以顺利解决。总而言之,大量的知识的占有是能力形成的基础,特别是在进入知识经济的21世纪更是如此。我们之所以强调这个问题,就是想告诉中学生朋友们,在知识与能力的关系上;在“素质教育”与所谓“应试教育”问题上;在课堂教学与课外活动关系上;在培养能力、素质与提高高考成绩关系上不可偏废,不要走极端。从心理学上讲,中学阶段是感知发展,求知欲极为强烈的人生阶段。青少年朋友要充分利用这一黄金时段,注意课堂学习,注重知识积累,为成功打下坚实的知识基础。我们在编写本书时,首开“双专题”(知识专题、能力专题)设计之先,解析知识、能力、素质的辩证关系。重知识,又重能力。重知识,关键是抓核心知识点,打下牢固的基础;重能力,关键是掌握解决问题的思路、方法、规律,培养学会学习的能力。



(2)首开“双栏互动学习新方式”，在互动中思考，在互动中碰撞出思维火花。编精品教辅书，必须改变传统的教学模式和教辅书的传统内容体例结构模式。中国是一个文明古国，成形的学校教育，从孔夫子算起也有2500多年的历史了。教育历史悠久，这对知识的传承、文化的积累，对中华民族博大精深的传统文化形成具有决定性意义。但同时其负面影响也显而易见，这就是中国教育的“师道尊严”和缺乏创新能力。本书在倡导新的学习方式上做了大胆探索。一改以往教辅书老师(作者)一讲到底，学生(读者)被动接受的局面，而采用互动双栏结构，一边讲“是什么?”，一边解析“为什么?”，分别设置了“命题意图”、“解题思路”、“解后反思”、“方法技巧归纳”等栏目，以及“提示”、“评点”、“注意”“想一想”等启示性警句，引导学生(读者)在思考中步步深入，在探究中品味顿悟的喜悦。师生互动，双向沟通，方寸图书宛如一个启发式大课堂。而双色印刷，用色彩凸显知识的重点、难点、考点；用色彩凸显对解题思路、方法、程序、规律的总结和归纳，使这个大课堂更加精彩靓丽。

(3)编精品教辅书，既要帮助学生摆脱“题海”战术纷扰，但也不要走向另一个极端。适度做题训练是非常必要的，做练习题是提高学科水平的重要环节。做题时往往会遇到一些“难题”、“怪题”，“怪题”、“偏题”是不可取的，对“难题”则应当下功夫研究。所谓难题有两种，一种是综合性强的题目，另一种是与实际联系比较密切的题目。在前一种题目中，需要使用多个概念、规律，需要把所学过的知识有机地联系在一起，有时还需要用到其他学科的知识进行整合。在后一种题目中，需要分析研究实际问题，从大量事实中找出事物所遵循的规律，用已知的概念、原理通过知识迁移、推导、拓展，去解决未知问题。对于这两种难题，必须下功夫研究，逐步提高自己的能力。

(4)编精品教辅书，应该告诉学生一个根本的学习方法，就是要学会思考，学会学习。毛主席说：要想知道梨子的滋味，你就必须亲自尝一尝。但是要想知道天下梨子的滋味，并不需要，也不可能把天下的梨子都尝一尝。怎么办呢?这就要掌握学习的方法，培养学习能力。掌握知识的速度和质量依赖于能力的发展，能力可使知识迁移，知识迭加。知识获得也好，能力获得也好，主要不是老师教会的，而是自己学会的，自己思考会的。“才以用而日生，思以行而不竭”，“学而不思则罔”。本丛书着重于体现能力中心、能力立意，力求做到明确目的、探索规律、分析原因、培养能力、适当练习，通过典型例题的示范解析，演示规律、演示方法，培养学生学会学习，提高学习能力。这也是本书的匠心所在。

本丛书以教育部制订的现行全日制中学教学大纲为依据，配套人教版现行教材。按学科分年级编写，计有：初一数学、语文、英语，初二数学、语文、英语、物理，初三数学、语文、英语、物理、化学；高一数学、语文、英语、物理、化学，高二数学、语文、英语、物理、化学，高三数学、语文、英语、物理、化学总复习，总计27册。每年6月份出版发行。

参与本丛书编写的还有：张盛如、陈图麟、郝克亮、祝晔、李兆宜、王世武、董锋、孟晓琳、李葆芬、张虹、吴锁红、曹强利、许立群、何梅、姚蓉、吴娅茹、侯会兰、李绍珍、王萍、王玉昆、齐先代、孙晓华、王立红。

本丛书主编、学科主编及部分编者均为北京市的特级教师或教授。本书的出版，我们不敢妄言其好，因为它最终要接受市场的检验，接受中学师生朋友们的检验。但我们可以无愧地说，我们是以老师的良知，尽心尽力去做这套书的。我们相信修订版一定会继续得到广大师生的喜欢。

编委会



第8章  
动量

|                    |    |
|--------------------|----|
| 【图解知识结构】           | 1  |
| 【点击重点难点】           | 1  |
| 一、知识专题             | 1  |
| 专题一 动量和冲量          | 1  |
| 专题二 动量定理           | 3  |
| 专题三 动量守恒定律         | 7  |
| 专题四 动量守恒定律的应用      | 11 |
| 专题五 反冲运动 火箭        | 15 |
| 专题六 实验“验证动量守恒定律”   | 16 |
| 二、能力专题             | 17 |
| 专题一 利用 $F-t$ 图线求动量 | 17 |
| 专题二 用动量定理求平抛运动问题   | 18 |
| 专题三 动量守恒与相对运动      | 19 |
| 专题四 推导证明题          | 21 |
| 专题五 论证题            | 22 |
| 专题六 联系实际题          | 25 |
| 专题七 设计实验           | 27 |
| 三、学习效果评价           | 28 |
| 参考答案               | 32 |

第9章  
机械振动

|                      |    |
|----------------------|----|
| 【图解知识结构】             | 33 |
| 【点击重点难点】             | 33 |
| 一、知识专题               | 34 |
| 专题一 振动 简谐振动          | 34 |
| 专题二 简谐振动的图像          | 37 |
| 专题三 单摆               | 39 |
| 专题四 实验               | 43 |
| 二、能力专题               | 48 |
| 专题一 判定物体的运动是否为简谐振动   | 48 |
| 专题二 在重力、弹力、摩擦力作用下物体的 |    |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 运动 .....                        | 49 |
| 专题三 弹簧振子振动过程分析 .....            | 50 |
| 专题四 摆球振动的动量和机械能 .....           | 52 |
| 专题五 简谐振动、自由落体、下滑运动的<br>比较 ..... | 53 |
| 专题六 联系实际题 .....                 | 54 |
| 三、学习效果评价 .....                  | 57 |
| 参考答案 .....                      | 61 |

## 第10章

### 机械波

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 【图解知识结构】 .....          | 62 |
| 【点击重点难点】 .....          | 62 |
| 一、知识专题 .....            | 62 |
| 专题一 机械波 .....           | 62 |
| 专题二 波的图像 波长、频率、波速 ..... | 63 |
| 专题三 波中质点的振动 .....       | 69 |
| 专题四 波的干涉和衍射 .....       | 73 |
| 二、能力专题 .....            | 76 |
| 专题一 可能波速的推算 .....       | 76 |
| 专题二 描绘波的图像 .....        | 79 |
| 专题三 振动图像和波形图像 .....     | 82 |
| 三、学习效果评价 .....          | 84 |
| 参考答案 .....              | 85 |

## 第11章

### 分子热运动 能量守恒

|                     |    |
|---------------------|----|
| 【图解知识结构】 .....      | 86 |
| 【点击重点难点】 .....      | 86 |
| 一、知识专题 .....        | 86 |
| 专题一 物质由大量分子组成 ..... | 86 |
| 专题二 分子热运动 .....     | 88 |
| 专题三 分子间的相互作用 .....  | 89 |
| 专题四 内能 .....        | 91 |



|                        |     |
|------------------------|-----|
| 专题五 热力学第一定律 能量守恒 ..... | 93  |
| 专题六 热力学第二定律 .....      | 95  |
| 二、能力专题 .....           | 96  |
| 专题一 分子的大小和间距计算 .....   | 96  |
| 专题二 能的转化和守恒定律综合题 ..... | 99  |
| 专题三 论述题 .....          | 103 |
| 专题四 探索题 .....          | 104 |
| 三、学习效果评价 .....         | 108 |
| 参考答案 .....             | 112 |

## 第12章

### 固体、液体和气体

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....                  | 113 |
| 【点击重点难点】 .....                  | 113 |
| 一、知识专题 .....                    | 113 |
| 专题一 晶体和非晶体 .....                | 113 |
| 专题二 液体的表面张力 .....               | 117 |
| 专题三 气体的状态参量 .....               | 119 |
| 专题四 理想气体的状态方程及气体三定律 .....       | 122 |
| 专题五 气体状态变化图像 .....              | 128 |
| 专题六 实验题 .....                   | 132 |
| 二、能力专题 .....                    | 134 |
| 专题一 气态方程与阿伏伽德罗常数 .....          | 134 |
| 专题二 气体的变质量问题 .....              | 135 |
| 专题三 气体连接体问题 .....               | 137 |
| 专题四 气态方程、功、热力学第一定律<br>综合题 ..... | 139 |
| 专题五 气态方程与牛顿定律综合 .....           | 142 |
| 专题六 联系实际题 .....                 | 143 |
| 三、学习效果评价 .....                  | 145 |
| 参考答案 .....                      | 148 |

## 第13章

### 电场

|                |     |
|----------------|-----|
| 【图解知识结构】 ..... | 149 |
| 【点击重点难点】 ..... | 149 |



|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 一、知识专题 .....                   | 149 |
| 专题一 电荷 库仑定律 .....              | 149 |
| 专题二 电场强度和电势 .....              | 155 |
| 专题三 等势面 .....                  | 160 |
| 专题四 匀强电场中电势与电场强度的关系 .....      | 162 |
| 专题五 电场中的导体 .....               | 166 |
| 专题六 电容器 电容 .....               | 168 |
| 二、能力专题 .....                   | 173 |
| 专题一 带电粒子在匀强电场中的加速与偏转 .....     | 173 |
| 专题二 带电粒子在重力场和匀强电场中的平衡与运动 ..... | 177 |
| 专题三 应用动能定理、能量守恒解答带电粒子运动 .....  | 181 |
| 专题四 电场中的动量守恒 .....             | 187 |
| 专题五 重力场和匀强电场中的单摆 .....         | 188 |
| 专题六 带电粒子在交变电场中的运动 .....        | 191 |
| 专题七 联系实际题 .....                | 195 |
| 专题八 演示实验和学生实验 .....            | 196 |
| 三、学习效果评价 .....                 | 197 |
| 参考答案 .....                     | 200 |

## 第14章 恒定电流

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....         | 201 |
| 【点击重点难点】 .....         | 201 |
| 一、知识专题 .....           | 201 |
| 专题一 欧姆定律 .....         | 201 |
| 专题二 电阻定律 电阻率 .....     | 204 |
| 专题三 电功和电功率 .....       | 206 |
| 专题四 闭合电路的欧姆定律 .....    | 208 |
| 专题五 描绘小灯泡的伏安特性曲线 ..... | 213 |
| 专题六 测定金属的电阻率 .....     | 216 |
| 专题七 把电流表改装为电压表 .....   | 220 |



|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 专题八 测定电源电动势和内阻 .....          | 222 |
| 专题九 用多用电表探索黑箱内的电学<br>元件 ..... | 227 |
| 二、能力专题 .....                  | 230 |
| 专题一 电路结构的分析和电路图的简化 .....      | 230 |
| 专题二 电路中的电流表和电压表 .....         | 233 |
| 专题三 开关、变阻器对电路结构的影响 .....      | 236 |
| 专题四 电源的输出功率 .....             | 242 |
| 专题五 含有直流电动机的电路 .....          | 244 |
| 专题六 电路中各点电势的确定 .....          | 246 |
| 专题七 含有电容器的电路 .....            | 249 |
| 专题八 电路设计 电路故障排除 .....         | 253 |
| 三、学习效果评价 .....                | 256 |
| 参考答案 .....                    | 259 |

## 第 15 章

### 磁 场

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....                     | 260 |
| 【点击重点难点】 .....                     | 260 |
| 一、知识专题 .....                       | 260 |
| 专题一 磁场 磁感应强度 .....                 | 260 |
| 专题二 磁场对通电导线的作用 .....               | 264 |
| 专题三 通电线圈在磁场中的运动 .....              | 266 |
| 专题四 磁场对运动电荷的作用 .....               | 270 |
| 二、能力专题 .....                       | 279 |
| 专题一 通电导线在磁场和重力场中的<br>运动 .....      | 279 |
| 专题二 带电粒子在匀强电场、磁场中的<br>平衡与运动 .....  | 282 |
| 专题三 带电粒子在匀强电场、磁场和重力<br>场中的运动 ..... | 290 |
| 专题四 重力场、匀强电场磁场中的单摆 .....           | 295 |
| 专题五 联系实际题 .....                    | 298 |



## 第16章 电磁感应

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 专题六 推导论述题 ..... | 302 |
| 三、学习效果评价 .....  | 306 |
| 参考答案 .....      | 309 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....                    | 310 |
| 【点击重点难点】 .....                    | 310 |
| 一、知识专题 .....                      | 310 |
| 专题一 电磁感应现象 .....                  | 310 |
| 专题二 法拉第电磁感应定律 .....               | 313 |
| 专题三 楞次定律及其应用 .....                | 316 |
| 专题四 自感 .....                      | 322 |
| 二、能力专题 .....                      | 325 |
| 专题一 应用法拉第电磁感应定律解题 .....           | 325 |
| 专题二 电磁感应、直流电路综合 .....             | 328 |
| 专题三 电磁感应、直流电路、磁场、<br>物体运动综合 ..... | 333 |
| 专题四 电磁感应中的功和能 .....               | 337 |
| 专题五 电磁感应现象中的图像 .....              | 347 |
| 三、学习效果评价 .....                    | 352 |
| 参考答案 .....                        | 356 |

## 第17章 交变电流

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....          | 357 |
| 【点击重点难点】 .....          | 357 |
| 一、知识专题 .....            | 357 |
| 专题一 交变电流的产生和变化规律 .....  | 357 |
| 专题二 表征交变电流的物理量 .....    | 360 |
| 专题三 变压器 .....           | 365 |
| 专题四 电能的远距离输送 .....      | 367 |
| 专题五 三相交流电 .....         | 370 |
| 二、能力专题 .....            | 374 |
| 专题一 感应电动势的瞬时值和平均值 ..... | 374 |



## 第 18 章 电磁场和 电磁波

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 专题二 与交变电流有关的图像问题 ..... | 379 |
| 专题三 交流发电机对外输电 .....    | 381 |
| 专题四 变压器的应用 .....       | 382 |
| 专题五 论证题 .....          | 384 |
| 三、学习效果评价 .....         | 385 |
| 参考答案 .....             | 387 |

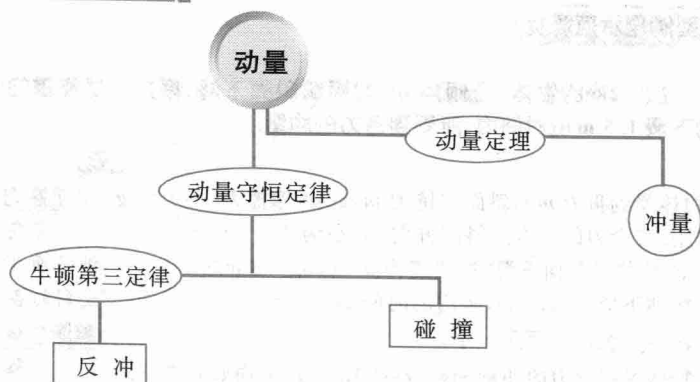
|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 【图解知识结构】 .....            | 388 |
| 【点击重点难点】 .....            | 388 |
| 一、知识专题 .....              | 388 |
| 专题一 电磁振荡 .....            | 388 |
| 专题二 $LC$ 振荡电路的周期和频率 ..... | 392 |
| 专题三 电磁场和电磁波 .....         | 394 |
| 专题四 无线电波的发射和接收 .....      | 395 |
| 二、能力专题 .....              | 398 |
| 专题一 电磁振荡和自感现象 .....       | 398 |
| 三、学习效果评价 .....            | 399 |
| 参考答案 .....                | 401 |



## 第8章

# 动量

### 图解知识结构



### 点击重点难点

本章的重点是：动量，冲量；动量定理及其应用；动量守恒定律及其应用（碰撞、反冲等），难点是动量定理和动量守恒定律的应用。

## 一、知识专题

**题解**：关键是抓核心知识点，即：重点、难点、考点。



### 专题一 动量和冲量

#### 专题内涵解读

动量是描述物体机械运动状态的物理量，是物体机械运动的一种量度。动量是矢量，其大小为质量与速度的乘积，其方向与速度方向相同，数学表达式为  $p = mv$ ，动量的单位为  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 。

动量是瞬时量,随物体运动速度的变化而改变.动量是状态量,由物体在各时刻的运动状态决定.

冲量  $I = F\Delta t$  也是一个矢量.冲量是一个过程量,用来描述力对时间的积累效应.冲量的方向与冲力  $F$  的方向相同.冲量的单位是  $\text{N} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ N} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ .

如果冲力  $F$  的大小、方向都不变,冲量为  $F\Delta t$ .若力的方向不变、大小改变,可认为  $F$  是平均冲力,冲量仍可写作  $F\Delta t$ .当力的大小、方向都变化时,可以分成若干小段,求出各小段的冲量,再用矢量合成方法求总的冲量,即  $I = \sum F_i \Delta t_i$ .

### 典型例题示范解析

**例 1** 质量  $2 \text{ kg}$  的物体,沿倾角  $30^\circ$  的粗糙斜面下滑,摩擦力是物重的  $0.2$  倍.求该物下滑  $1.5 \text{ m}$  的时间内,所受到各力的冲量.

解:物体受到重力  $mg$ 、斜面支持力  $mg\cos\theta$ 、摩擦力  $f = 0.2mg$  的作用.三个力的合力沿斜面方向,大小为  $F = mg\sin\theta - f = 0.3mg$ .物体沿斜面下滑,加速度为  $a = 0.3g = 3 \text{ m/s}^2$ .

物体下滑  $s = 1.5 \text{ m}$ ,所用的时间  $t$ :

$$s = at^2/2, t = \sqrt{2s/a} = 1 \text{ s}.$$

物体受到重力的冲量  $mg \cdot t = 20 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向竖直向下.

斜面支持力的冲量  $mg\cos\theta \cdot t = 10\sqrt{3} \text{ N} \cdot \text{s}$  或  $17 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向垂直斜面向上.

摩擦力的冲量  $f \cdot t = 4 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向平行于斜面向上.

合力的冲量为各力冲量的矢量和,  $F \cdot t = 6 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向平行于斜面向下.

### 互动

#### 命题意图:

考查学生计算沿斜面下滑的物体受到的各力的冲量.

#### 解题点拨:

此题根据牛顿第二定律算出加速度,再根据位移公式算出时间.最后,根据冲量的定义计算冲量的大小,并说明冲量的方向.

**例 2** 乒乓球以  $15 \text{ m/s}$  的速度沿水平方向飞来,运动员以  $20 \text{ m/s}$  击球速度将球水平抽杀返回.设球质量为  $20 \text{ g}$ .求乒乓球被击前后动量的变化.

### 互动

解:设球被拍击后返回的方向为正方向,则初动量  $p_1 = mv_1 = 0.02 \times (-15) = -0.3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ;末动量  $p_2 = mv_2 = 0.02 \times (20) = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ;动量的变化

$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv_2 - mv_1 = 0.4 - (-0.3) = 0.7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

#### 命题意图:

考查学生计算动量和动量变化.

#### 解题点拨:

动量是矢量.计算动量变化时,先要选定正方向,与正方向相同的动量为正,与正方向相反的动量为负,计算动量变化时,不仅要代入数值,还需代入.

3 如图8-1所示,一个质量为0.2kg的钢球,以2.0m/s的速度斜射到坚硬的大大理石板上,入射的角度是 $45^\circ$ ,碰撞后被斜着弹出,弹出的角度也是 $45^\circ$ ,速度仍为2.0m/s.请用作图法求出钢球动量变化的大小和方向.

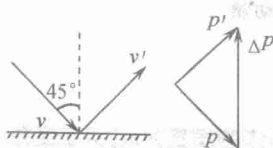


图 8-1

解: 初动量

$$p = mv = 0.2 \times 2.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s};$$

末动量

$$p' = mv' = 0.2 \times 2.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s};$$

作矢量三角形如图8-1所示,由图可求得

$$\Delta p = p' - p = 0.4\sqrt{2} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \\ = 0.57 \text{ kg} \cdot \text{m/s}, \text{方向竖直向上.}$$

### 互动

#### 命题意图:

培养学生应用矢量三角形求解初动量和末动量不在一条直线上时,动量的变化问题的能力.

提示:  $\Delta p = p' - p$  的意义是动量变化等于末动量和初动量的矢量差,若末动量和初动量的方向不一致,则具体计算时要用平行四边形法则或三角形法则,请理解图8-1中所表示的规则:初动量和末动量的起点在一起,而动量变化是用从初动量的末端到末动量的末端的有向线段来表示的.



## 专题二 动量定理

### 专题内涵解读

动量定理的内容是:物体所受的合外力的冲量等于其动量的变化,即  $I = \Delta(mv)$  或  $F\Delta t = mv_2 - mv_1$ , 式中  $v_1$ 、 $v_2$  分别为物体受到冲力前、后的速度.

动量定理是一个矢量式,它不仅反映了各量之间的数量关系,也反映了各量之间的方向关系.若建立坐标,应当有  $I_x = \Delta(mv)_x$ ,  $I_y = \Delta(mv)_y$ ,  $I_z = \Delta(mv)_z$ . 在中学阶段,只要求会分析、处理一维(即只在一个方向变化)的问题,可以用正、负号表示矢量的方向.与规定的正方向相同时,动量或冲量取正;否则取负.

动量定理描述了一个过程,说明了物体在受到外力的冲量后,它运动状态变化的情况.我们可以通过动量的变化求物体受到的冲量,也可以通过冲量确定动量的变化.

根据动量定理可知,物体动量的变化由外力  $F$ 、外力作用时间  $\Delta t$  共同确定.当一个物体的动量变化一定时,作用的时间越长,冲力就越小;作用的时间越短,冲

力就越大. 根据这个道理, 在生产和生活中, 经常采用加大或减小作用时间的办法, 减小或加大物体所受到的冲力.

用动量定理解决问题时, 要认真分析物体的受力情况及其运动状态的变化情况; 要特别注意动量和冲量的方向, 按选定的方向确定动量、冲量等物理量的正负; 要选定物体的初、终态, 确定在初、终态的动量.

### 典型例题示范解析

**例 1** 如图 8-2 所示, 在光滑水平面上, 一物体的质量为  $m$ , 初速度为  $v_1$ . 当受到一个牵引力作用时间  $t$  后, 物体的速度为  $v_2$ , 已知牵引力与水平方向成  $\theta$  角. 求牵引力在时间  $t$  内的冲量.

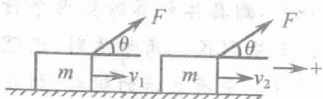


图 8-2

**解法 1:** 设牵引力为  $F$ , 则牵引力的冲量是  $Ft$ . 物体动量的变化是  $mv_2 - mv_1$ .

请特别注意:  $Ft \neq mv_2 - mv_1$ .

动量定理告诉我们, 物体动量的变化是合力冲量造成的结果, 在本题中  $F$  不是合力. 合力是  $F \cos \theta$ , 所以

$$F \cos \theta t = mv_2 - mv_1,$$

牵引力的冲量为:

$$Ft = \frac{mv_2 - mv_1}{\cos \theta}.$$

**解法 2:** 由动量定理的分量式

$$\Sigma F_x \cdot t = \Delta p_x,$$

可得  $F \cos \theta t = mv_2 - mv_1$ ,

题目要求牵引力的冲量, 所以

$$Ft = \frac{mv_2 - mv_1}{\cos \theta}.$$

### 互动

#### 命题意图:

帮助学生用二种方法计算牵引力的冲量.

#### 点评:

这道题从表面上看, 好像是由于牵引力的作用才使物体的速度由  $v_1$  变到  $v_2$ , 那么牵引力的冲量应该等于物体动量的变化. 这就是这道概念性极强的题在学生中错误率较高的原因.

本题中物体受三个力, 即重力, 地面给的支持力和牵引力. 力和时间的乘积是力的冲量, 所以重力、支持力跟牵引力一样, 都有各自的冲量. 在未加牵引力前, 重力的冲量(时间与本题给出的  $t$  无关)和支持力的冲量等值反向, 总冲量为零, 所以物体的动量  $mv_1$  保持不变. 当加牵引力后, 支持力不再等于物体的重力, 所以在  $t$  内其冲量不能抵消. 如果只考虑牵引力的冲量, 并写出  $Ft = mv_2 - mv_1$ , 显然由于未计及重力与支持力之差的冲量, 所以结论是错误的.

引起物体动量变化的是物体所受各种力的冲量的矢量和, 它等效于物体所受合力的冲量. 我们常碰到的情况是物体在一维空间动量的变化, 所以用动量定理的分量式处理是方便的.



**例2** 一个300g的垒球,以20m/s的速度飞来,运动员以棒击之,球以30m/s的速度反方向飞回。设击球时间为0.02s,求棒对球的平均作用力。

解:设球飞来的方向为正方向,则

$$v_0 = 20 \text{ m/s}, v_t = -30 \text{ m/s},$$

因为  $Ft = m(v_t - v_0)$ ,

$$\text{所以 } F = \frac{m(v_t - v_0)}{t} = \frac{0.3(-30 - 20)}{0.02} \\ = \frac{-0.3 \times 50}{0.02} = -750 \text{ N}.$$

棒对球平均作用力为750N,方向与原球运动方向相反。

### 互动

#### 命题意图:

培养学生应用动量定理研究棒击垒球问题。

提示:注意动量、冲量都是矢量,选定正方向后,用正、负号表示其方向。



**例3** 锻锤的锤头从静止开始做自由落体运动,经1s碰到工件,冲击工件的时间为0.05s。求工件受到的平均冲力是锤头重力的多少倍?

### 互动

#### 命题意图:

培养学生应用动量定理研究锤头冲击工件问题。

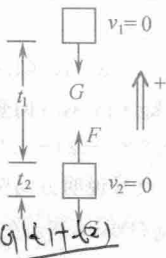
#### 解题点拨:

第一步按理应选工件为研究对象,它受到的平均冲力就是待求量,但工件的其他受力情况未知,无法列出其动量定理方程。工件与锤头之间的相互作用力是一对作用与反作用力,所以如能求出工件给锤头之力,问题迎刃而解。如果选锤头为研

解法1:选锤头为研究对象,设重力为 $G$ ,作出其受力的图示,标明初、末速的情况,选向上为正方向,如图8-3所示。在 $(t_1 + t_2)$ 这段时间中锤的动量虽有变化,但这段时间之始、末两端锤的动量均为零。由动量定理,在时间 $(t_1 + t_2)$ 内锤受的总冲量(矢量和)为零。

$$Gt_1 + Gt_2 - Ft_2 = 0, \quad Ft_2 = G(t_1 + t_2) \\ F = G \cdot \frac{t_1 + t_2}{t_2} = G \cdot \frac{1 + 0.05}{0.05} = 21G.$$

图8-3



这样,得出本题的解,工件受到的平均冲力大小为锤重的21倍,方向向下。

解法2:如果读者对上述解题过程还有疑虑,那么也可分阶段计算,取向下为正方向(取正方向是任意的,以方便为准)。在 $t_1$ 的始、末

$$Gt_1 = mv_1,$$