



高中新教材同步导学丛书

共享名校资源
齐奏高考凯歌

读“福建名校”
上北大、清华

把名校搬回家
把名师请进家

缔造高考传奇
奔向美好前程

名校 学案

主 编：翁乾明
执行主编：张 安

物 理

高中二年级（全一册）



福建教育出版社

《名校学案》编委会

高中新教材同步导学丛书



名校学案

高中二年级(全一册)

物理

主 编：翁乾明
执行主编：张 安

《名校学案》编委会编
福建教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

名校学案·物理·高中二年级 (全一册) / 《名校学案》
编委会. —福州: 福建教育出版社, 2004. 8 (2006. 7 重印)
(高中新教材同步导学丛书)
ISBN 7-5334-3951-1

I. 名… II. 名… 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 (2004) 第 080506 号

责任编辑: 吴梅琴

封面设计: 谢从荣 季凯闻

高中新教材同步导学丛书

名校学案·物理

高中二年级 (全一册)

《名校学案》编委会

主编 翁乾明

出 版 福建教育出版社

(福州梦山路 27 号 邮编: 350001 电话: 0591-83726971

83725592 传真: 83726980 网址: www.fep.com.cn)

经 销 福建闽教图书有限公司

印 刷 福建省金盾彩色印刷有限公司

(福州鼓楼区湖前江厝路 5 号 邮编: 350013)

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16

印 张 9.25

字 数 348 千

版 次 2005 年 8 月第 2 版

2006 年 7 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 7-5334-3951-1/G·3148

定 价 11.90 元

如发现本书印装质量问题, 影响阅读,
请向出版科 (电话: 0591-83726019) 调换。

本册执行主编简介

张 安：福建师大附中特级教师，全国优秀教师。现任福建师大附中物理教研组长，福建省物理学会常务理事，福州市物理学会副理事长，福建师大物理系兼职副教授、教育硕士导师。曾有十余篇论文发表于各种正式刊物上，编著或主编过多种教学辅助用书，对中学物理教学有较深的造诣。

高中新教材同步导学丛书

语文 高中一年级（上、下）	地理 高中三年级（全一册）
语文 高中二年级（上、下）	思想政治 高中一年级（上、下）
语文 高中三年级（全一册）	思想政治 高中二年级（上、下）
数学 高中一年级（上、下）	思想政治 高中三年级（全一册）
数学 高中二年级（上、下）	物理 高中一年级（全一册）
数学 高中三年级（选修Ⅰ）（全一册）	物理 高中二年级（全一册）
数学 高中三年级（选修Ⅱ）（全一册）	物理 高中三年级（全一册）
英语 高中一年级（上、下）	化学 高中一年级（全一册）
英语 高中二年级（上、下）	化学 高中二年级（全一册）
英语 高中三年级（全一册）	化学 高中三年级（全一册）
生物 高中二年级（上、下）	中国近代现代史（上、下）
生物 高中三年级（全一册）	世界近代现代史（上、下）
地理 高中一年级（上、下）	中国古代史（全一册）
地理 高中二年级（全一册）	

高中毕业班总复习指要

语文（高中毕业班总复习指要）	数学（高中毕业班总复习指要）
英语（高中毕业班总复习指要）	物理（高中毕业班总复习指要）
化学（高中毕业班总复习指要）	思想政治（高中毕业班总复习指要）
历史（高中毕业班总复习指要）	地理（高中毕业班总复习指要）
生物（高中毕业班总复习指要）	

高考适应性训练

语文（高考适应性训练）	数学（高考适应性训练）
英语（高考适应性训练）	物理（高考适应性训练）
化学（高考适应性训练）	思想政治（高考适应性训练）
历史（高考适应性训练）	地理（高考适应性训练）
生物（高考适应性训练）	

高考测试与评价

语文（高考测试与评价）	数学（高考测试与评价）
英语（高考测试与评价）	物理（高考测试与评价）
化学（高考测试与评价）	思想政治（高考测试与评价）
历史（高考测试与评价）	地理（高考测试与评价）
生物（高考测试与评价）	

泉州第一中学



敦品力学

校长：赖东升

泉州第五中学



严谨 勤奋 求实 进取

校长：洪强

龙岩第一中学



弘毅守志，任重道远

校长：林居

南平第一中学



诚毅勤实

校长：吴永石

三明第二中学



团结 严谨 求实 创新

校长：邱伟

《福建名校系列》丛书编委名单

主 任：李 迅、陈江汉

执行主任：黄 旭

编 委：（以姓氏笔画为序）

任 勇（厦门第一中学 校长）

李 迅（福州第一中学 校长）

吴永源（南平第一中学 校长）

邱 伟（三明第二中学 校长）

陈江汉（厦门双十中学 校长）

林 群（龙岩第一中学 校长）

郑 勇（福州第三中学 校长）

洪立强（泉州第五中学 校长）

翁乾明（福建师大附中 校长）

黄 旭（福建教育出版社 副社长、副总编辑）

赖东升（泉州第一中学 校长）

出版说明

名校就是品牌，名校就是旗帜，名校代表了某种方向。名校的精髓是名师。为此，福建教育出版社组织了一批名校的名师合力编写《名校学案——高中新教材同步导学》丛书。丛书以培养能力为导向，以新课改理念为指针，以高考获胜为目标，以期让优秀学生潜能得到最大限度发挥，让比较好的学生更上一个台阶，让一般学生进入良好的行列。

孕育新一代教改理念的新教材将逐步进入校园。在这场“教育改革”中，考试内容和模式也将逐渐变化，新的学习策略正在生成。新陈代谢之际，各大名校的教学优势、学习策略将成为“杀手锏”。编写这套教辅读物，就是为了使这种学习策略能够成为众多学生容易共享的资源。同时，精心打造一套优质的高中同步导学的教辅品牌也是我们多年的夙愿。

市场上教辅读物林立。而在我省高考实行自主命题形势下，由省内各学科名师主理的直接备战高考的辅导用书却是凤毛麟角。众所周知，省内一线名师是我省高考自主命题人才库的重要组成部分，因此，我们这套丛书具有不言而喻的实战性和权威性。

本丛书与教材同步配套，从高一到高三全程贯通，涵盖各科，丛书结合随堂教学并注重导学，着力于基础知识基本能力的全面掌握，并结合渗透学生分析问题和解决问题能力的培养，主要面向一、二级达标校的学生。同时以点带面，全面提升其他各级中学教学水平和学业成绩，力求为提高我省高中教学质量和高考成绩作出贡献。

丛书力求体现教改新理念，又避免花哨，从栏目设置到内容编写，做到简明实用，返璞归真，从而真正体现了学生的主体地位。

丛书以章或单元、节或课为单位编写；结构上分为“知识结构”，“学法导航”（含重点难点提示和典型例题剖析），“同步训练”（分A、B类，A类题是巩固基础，适当提高；B类题是能力题或综合性题；注*号题供学有余力的学生练习），“单元小结”，“单元检测”，“综合测试”，以及详细的“参考答案”。在行文上，使用学生乐于接受的平易晓畅的语言。选题上体现时代感，突出人文性。

本书由卢士豪、范淑秋、温青执笔编写，由温青负责统稿。

我们将密切跟踪教改动态，了解高考新情况，对丛书加以修改完善，同时欢迎读者及时指出书中的疏误，便于我们改正，为广大师生提供更优质的服务。

福建教育出版社

2006年5月



目 录

Contents

第八章 动量

第一节 冲量和动量	1
第二节 动量定理	2
第三节 动量守恒定律	3
第四节 动量守恒定律的应用	4
第五节 反冲运动 火箭	6
第六节 实验: 验证动量守恒定律	7
单元小结	8
单元检测 (A)	8
单元检测 (B)	9

第九章 机械振动

第一节 简谐运动	11
第二节 振幅、周期和频率	12
第三节 简谐运动的图象	13
第四节 单摆	15
第五节 实验: 用单摆测定重力加速度	16
第六节 相位	17
第七节 简谐运动的能量 阻尼振动	18
第八节 受迫振动 共振	19
单元小结	20
单元检测	20

第十章 机械波

第一节 波的形成和传播 波的图象	22
第二节 波长、频率和波速	23
第三节 波的衍射和干涉	25
第四节 驻波	26
第五节 多普勒效应 次声波和超声波	26
单元小结	27
单元检测	28

第十一章 分子热运动 能量守恒

第一节 物体是由大量分子组成的	30
第二节 实验: 用油膜法估测分子的大小	31
第三节 分子的热运动 分子间的相互作用力	32
第四节 物体的内能 热量	33
第五节 热力学第一定律 能量守恒定律	35





第六节 热力学第二定律 能源 环境	36
单元小结	37
单元检测	38

第十二章 固体、液体和气体

第一节 固体 固体的微观结构	39
第二节 液体 表面张力 毛细现象 液晶	39
第三节 伯努利方程 湍流现象	39
第四节 气体的压强	40
第五节 气体的压强、体积、温度间的关系	41
单元检测	42

第十三章 电场

第一节 电荷 库仑定律	44
第二节 电场 电场强度	45
第三节 电场线	47
第四节 静电屏蔽	48
第五节 电势差 电势	50
第六节 等势面	51
第七节 电势差与电场强度的关系	53
第八节 电容器的电容	54
第九节 带电粒子在匀强电场中的运动	56
第十节 静电的利用和防止	57
第十一节 实验：用描述法画出电场中平面上的等势线	57
单元小结	59
单元检测 (A)	59
单元检测 (B)	60

第十四章 恒定电流

第一节 欧姆定律	62
第二节 电阻定律 电阻率	63
第三节 半导体及其应用 超导及其应用	64
第四节 电功和电功率	65
第五节 闭合电路欧姆定律	66
第六节 电压表和电流表	68
第七节 伏安法测电阻	69
第八节 实验：描绘小灯泡的伏安特性曲线	70
第九节 实验：测定金属的电阻率	71
第十节 实验：把电流表改装为电压表	73
第十一节 实验：测定电源电动势和内阻	74
第十二节 实验：用多用电表探索黑箱内的电学元件	76





第十三节 实验:传感器的简单应用	77
单元小结	78
单元检测 (A)	78
单元检测 (B)	79

第十五章 磁场

第一节 磁场 磁感线	81
第二节 安培力 磁感应强度	82
第三节 安培力的应用 电流表的工作原理	83
第四节 磁场对运动电荷的作用	85
第五节 带电粒子在磁场中的运动	86
第六节 质谱仪 回旋加速器	88
单元小结	90
单元检测 (A)	90
单元检测 (B)	91

第十六章 电磁感应

第一节 电磁感应现象	93
第二节 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	94
第三节 楞次定律——感应电流的方向	96
第四节 楞次定律的应用	97
第五节 自感现象 日光灯原理 涡流	99
单元小结	101
单元检测 (A)	101
单元检测 (B)	102

第十七章 交变电流

第一节 交变电流的产生和变化规律	105
第二节 表征交变电流的物理量	106
第三节 电感和电容对交变电流的影响	108
第四节 变压器	109
第五节 电能的输送	111
第六节 三相交变电流	112
第七节 实验:练习使用示波器	113
单元小结	114
单元检测 (A)	114
单元检测 (B)	115



第十八章 电磁场和电磁波

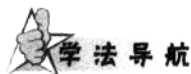
第一节 电磁振荡 电磁振荡的周期和频率	117
第二节 电磁场 电磁波	118
第三节 无线电波的发射和接收 电视 雷达	119
单元小结	120
单元检测	120
综合测试一 (第八~十章)	122
综合测试二 (第十三、十四章)	125
综合测试三 (第十五~十八章)	128
综合测试四 (第十三~十八章)	130
参 考 答 案	133





第八章 动量

第一节 冲量和动量



重点难点提示

本节课要理解动量、冲量的概念，明确其矢量性，会正确计算同一条直线上的动量变化。

问题一：为什么要引入冲量的概念？对于一定质量的物体，力所产生的改变物体速度的效果是由力 F 与力的作用时间 t 的乘积 Ft 这个物理量来决定。为了描述力对时间的累积效果，将力和力作用时间的乘积定义为冲量 $I = Ft$ 。力的冲量总是与某一过程（ t 反映一个过程）相对应，因而冲量是一个过程量。基于同样的思路，引入了动量的概念。

问题二：动量是矢量，动量的变化量是不是矢量？如何计算动量的变化量呢？可类比速度 v 、速度的变化量 $\Delta v = v_1 - v_0$ ，物体动量的变化量 $\Delta p = p' - p$ ，式中 p 、 p' 、 Δp 均为矢量，其运算遵循矢量运算规则即平行四边形定则。当 p 、 p' 在同一直线上时，可选定一个正方向后将矢量运算简化为代数运算。请思考：若 Δp 为正值，则说明什么？为负值呢？

问题三：动量 $p = mv$ 、动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，如何区分？两者都与 m 、 v 有关，都是状态量。前者描述物体的运动状态，后者表示一种能量。但动量是矢量，动能是标量，两者在数值上的关系是 $E_k = p^2 / (2m)$ 。

典型例题剖析

例1 如图8-1所示，在一水平桌面上放着一个质量为 $m = 1.0 \text{ kg}$ 的物体，它与桌面间的动摩擦因数 $\mu = 0.20$ ，当物体受到一个大小为 $F = 10 \text{ N}$ 、方向与水平面成 $\theta = 30^\circ$ 角的推力作用后，求在 $t = 10 \text{ s}$ 内此物体所受各力的冲量及外力对物体的总冲量。（ $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

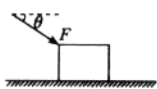


图8-1

分析与解 物体的受力如图8-2所示；重力 mg 、地面支持力 F_N 、外力 F 和摩擦力 F_f 。由于这四个力及它们的

合力都是恒力，可直接用 $I = Ft$ 求得。

$$F_N = mg + F \sin \theta = 15 \text{ N},$$

$$F_f = \mu F_N = 3.0 \text{ N},$$

$$F_{\text{合}} = F \cos \theta - F_f = 5.7 \text{ N}.$$

各力的冲量如下：

$$I_G = mgt = 100 \text{ N} \cdot \text{s}, \text{ 方向竖直}$$

向下；

$$I_F = Ft = 100 \text{ N} \cdot \text{s}, \text{ 方向与水平面成 } 30^\circ \text{ 角斜向右下方；}$$

$$I_N = F_N t = 150 \text{ N} \cdot \text{s}, \text{ 方向竖直向上；}$$

$$I_f = F_f t = 30 \text{ N} \cdot \text{s}, \text{ 方向水平向左；}$$

$$I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t = 57 \text{ N} \cdot \text{s}, \text{ 方向水平向右。}$$

点评 冲量是矢量，必须明确指出大小和方向。分析某一物体时，须分清是某个力的冲量（不一定要分解）还是合力的冲量（即总冲量）。

例2 一个质量为 5 kg 的小球从 20 m 高的地方自由下落，与坚硬的地板碰撞后，以相等的速率反向弹起，则物体在着地前瞬间的动量是多少？物体下落过程中重力的冲量多大？在与地板碰撞的过程中，物体的动量变化了多少？（ $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

分析与解 本题所求的动量和冲量是矢量，且在同一直线上，因此，选定正方向后就可使用“ $\pm$ ”号表示矢量的方向并进行计算。

取竖直向下为正方向，则：

$$\text{物体着地前速度 } v_1 = \sqrt{2gh} = 20 \text{ m/s},$$

$$\text{物体着地前瞬间的动量 } p_1 = mv_1 = 100 \text{ kg} \cdot \text{m/s},$$

$$\text{物体下落时间 } t = \frac{v_1}{g} = 2 \text{ s},$$

$$\text{重力的冲量 } I = mgt = 100 \text{ N} \cdot \text{s},$$

$$\text{碰撞过程中动量的变化量 } \Delta p = mv' - mv_1 = (-100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) - (100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) = -200 \text{ kg} \cdot \text{m/s},$$

负号表示与规定的正方向相反，即为竖直向上方向。

点评 体会动量是状态量，对应于某一瞬间（位置），而冲量、动量的变化量是过程量，对应于某一段时间（过程）。



1. 对于任何一个质量不变的物体，下列说法正确的是（ ）。

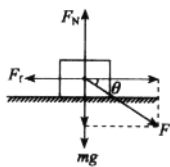


图8-2





- A. 物体的动量发生变化, 其速率一定变化
 B. 物体的动量发生变化, 其速度一定变化
 C. 物体的速率发生变化, 其动量一定变化
 D. 物体的速率发生变化, 其动量不一定变化
2. 一个物体在与水平面成 θ 角的恒定拉力 F 作用下, 处于静止状态. 在力 F 作用的 t 时间内 ().
 A. 拉力 F 对物体的冲量大小为 Ft
 B. 拉力 F 对物体的冲量大小为 $Ft \cos \theta$
 C. 拉力 F 对物体的冲量大小为零
 D. 合外力对物体的冲量大小为零
3. A、B 两物体相向运动, 在某一时刻, A 自东向西、动量大小为 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, B 自西向东, 动量大小为 $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. 规定自东向西的方向为正, 则此刻 A、B 两物体的动量之差为 ().
 A. $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ B. $-5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 C. $25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ D. $-25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
4. 从距地面竖直高度为 h 处自由落下一物体, 不计空气阻力, 碰地后又弹回同样的高度, 则全过程中, 物体的动量随时间变化的函数图象应为 (向下为正方向) 图 8-3 中的 ().

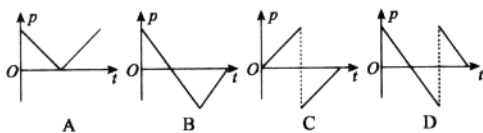


图 8-3

5. 质量为 2 kg 的物体在光滑水平面上以 4 m/s 的速度匀速直线运动 5 s . 在这一过程中, 物体的重力做功为 _____, 物体重力的冲量为 _____, 合外力的冲量为 _____. (g 取 10 m/s^2)
6. A 球质量是 B 球质量的 4 倍, 当两球的动量相等时, A、B 两球的动能之比为 _____; 当两球的动能相等时, A、B 两球的动量大小之比为 _____.
7. 物体 A 的质量为 10 kg , 原来静止在水平面 B 上, 设 A、B 间动摩擦因数为 0.4 , $g = 10 \text{ m/s}^2$. 现有水平推力 $F = 50 \text{ N}$ 作用在 A 上, F 持续作用 4 s . 求在此过程中物体所受各力的冲量及外力对物体的总冲量.

- 8* 如图 8-4 所示, 质点 A 的质量为 m , 某时刻它从图示位置以角速度 ω 绕 O 按逆时针方向, 做半径为 R 的匀速圆周运动. 与此同时, 另一质点 B 位于 OA 连线上, 在恒力 F

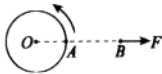
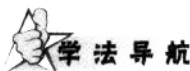


图 8-4

的作用下, 从静止开始向右做直线运动. 试问: 当 F 满足什么条件时, 质点 A、B 的动量有可能相同?

第二节 动量定理



重点难点提示

本节课要理解动量定理的确切含义和表达式, 知道动量定理既适用于恒力也适用于变力, 能用动量定理解释有关现象和处理有关问题.

问题一: 你能用牛顿运动定律和运动学规律推导动量定理表达式吗?

$$\text{因为 } F = ma = m \frac{v' - v}{t} = \frac{mv' - mv}{t}, \text{ 所以 } Ft = mv' - mv.$$

这一过程有助于大家准确地理解动量定理的含义:

(1) 合外力产生物体的加速度, 变形后可知是合力的冲量等于物体动量的变化. 动量定理与牛顿第二定律是一致的. 动量定理虽由牛顿运动定律推导出, 但一样适用于变力情形.

(2) 合外力 F 也可理解为动量的变化率, 即 $F = \frac{mv' - mv}{t}$.

(3) 动量定理的表达式是矢量式, 冲量 (过程量) 描述的是物体动量 (状态量) 的变化, 不是动量本身.

(4) 冲量的单位 “ $\text{N} \cdot \text{s}$ ” 与动量的单位 “ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ ” 是等效的, 但不能混用.

(5) 动量定理的研究对象是质点 (单个物体或可视为单个物体的系统).

问题二: 用动量定理解释一些常见现象, 如打击、碰撞、缓冲时, 有何共性? 此类问题的共性是动量的变化 Δp 一定, 由 $Ft = \Delta p$ 可知, 合外力作用时间越长, 合外力越小; 合外力作用时间越短, 合外力越大. 解释时应用大家熟悉的 “控制变量法”.

典型例题剖析

例 一质量为 200 g 的小球, 从 1.25 m 高处自由下落到一厚软垫上, 若从小球接触软垫到小球陷至最低点经历的时间 $t = 0.20 \text{ s}$, 则这段时间内软垫对小球的平均作用力是多大? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

分析与解 小球运动分为两个过程: 自由下落过程、





与软垫的接触过程。

下落过程: $v = \sqrt{2gh} = 5 \text{ m/s}$ 。

取竖直向下为正方向, 从接触软垫到陷至最低点, 小球受重力 mg 、软垫的平均作用力 F 的作用。由动量定理得:

$$mgt + Ft = 0 - mv,$$

$$F = -\frac{mv}{t} - mg = -7 \text{ N}, \text{ 负号表示方向为竖直向上。}$$

点评 合外力的冲量改变物体的动量, 正确受力分析防止遗漏哪个力; 动量定理应用时必须规定正方向, 已知量代入方程时须连同正负号一起代入, 未知量、待求量可以不加“+、-”号, 计算结果产生的正负号表示方向。



同步训练

- 跳高时要铺上一层软垫的目的是()。
 - 减小运动员受到的冲量
 - 减小运动员动量的变化
 - 减小运动员受到地面的冲力
 - 减少运动员的运动时间
- 下列说法正确的是()。
 - 物体做匀速直线运动时, 物体受到的合外力的冲量为零
 - 当物体受到的合外力为零时, 物体的动量一定为零
 - 作用在物体上的合外力越小, 物体的动量变化量越小
 - 物体做匀速圆周运动半周, 物体受到的合外力冲量为零
- 甲、乙两物体质量相等, 以相同的初速度在粗糙的水平面上滑行, 甲物体比乙物体先停下来, 下面说法正确的是()。
 - 甲物体所受的冲量大
 - 乙物体所受的冲量大
 - 两物体所受的冲量相同
 - 两物体所受的阻力相同
- 质量为 2 kg 的物体, 以 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 的初速度滑到水平面上, 物体与水平面间的滑动摩擦力大小为 4 N , 以初速度方向为正方向, 则 12 s 时间内物体受到的冲量为()。($g = 10 \text{ m/s}^2$)
 - $48 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - $-48 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - $20 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - $-20 \text{ N} \cdot \text{s}$
- 一个质量为 0.3 kg 的弹性小球, 在光滑的水平面上以 6 m/s 的速度垂直撞到竖直墙上, 碰撞后小球沿相反方向运动, 反弹后的速度大小与碰撞前相同, 则碰撞前后小球速度变化量的大小 Δv 和碰撞过程中墙对小球做功的大小 W 为()。
 - $\Delta v = 0$
 - $\Delta v = 12 \text{ m/s}$
 - $W = 0$
 - $W = 10.8 \text{ J}$

- 质量为 $m = 1.0 \text{ kg}$ 的小球, 从 20 m 高处自由下落到水平地面上, 反弹后上升的最大高度为 5.0 m , 小球与地面接触的时间为 0.1 s 。求在接触时间内, 小球受到地面的平均作用力多大? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- 质量为 m 的物体静止放在足够大的水平桌面上, 物体与桌面间的动摩擦因数为 μ , 有一水平恒力 F 作用于物体上, 使物体加速前进, 经 t_1 时间撤去 F 后, 物体运动的总时间多长?

- 质量相等的两个物体 A 和 B , 并排着静止在光滑的水平面上, 某时刻 A 受到水平恒力 F 作用开始运动, 同时 B 受到一个同向的瞬间冲量 I 也开始运动, 求两个物体经过多长时间到达同一位置?

第三节 动量守恒定律



学法导航

重点难点提示

本节课要明确动量守恒定律的研究对象, 守恒条件, 表达式, 适用范围及基本的解题方法。

问题一: 如何正确理解动量守恒的条件: “不受外力或者所受外力之和为零”? 首先要明确系统的概念, 由相互作用的物体 (两个以上) 构成的整体称为物体系统。动量守恒定律研究的是一个相互作用的系统在某一过程中动量变化的规律。由定律的推导过程可知, 系统内物体相互作用的内力 ($F = -F'$) 的冲量大小相等、方向相反, 各自改变了相互作用的物体的动量, 但系统的总动量不变。若系统“不受外力或者所受外力之和为零”, 则系统无外力的冲量或者外力冲量之和为零, 系统的动量就不会发生变化, 即系统动量守恒。

问题二: 你能从不同的角度理解动量守恒定律的多种表达式及其意义吗? 可以从以下几个方面来理解: (1) $p = p'$, 系统相互作用前总动量 p 等于相互作用后总动量 p' ;





(2) $\Delta p = 0$, 系统总动量增量为零; (3) $\Delta p_1 = -\Delta p_2$, 相互作用的两个物体组成的系统, 两物体动量的变化大小相等、方向相反; (4) $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$, 相互作用的两个物体组成的系统, 作用前的动量和等于作用后的动量和。

值得一提的是, 上述不论哪一种表达式均为矢量式, 应注意矢量的方向性。各式中的速度应是相对于同一参考系的 (一般是相对地面)。

典型例题剖析

例 如图 8-5 所示, 小球 A 以速度 v_0 向右运动时与静止的小球 B 发生碰撞, 碰后 A 球以 $\frac{1}{2}v_0$ 的速率



图 8-5

弹回, 而 B 球以 $\frac{1}{3}v_0$ 的速率向右运

动, 求 A、B 两球的质量之比。

分析与解 以 A 和 B 为研究的系统, 它们所受的合外力为零, 则 A、B 的总动量守恒。以 A 球的初速度方向为正方向, 则有 $m_A v_0 = m_A (-\frac{1}{2}v_0) + m_B (\frac{1}{3}v_0)$, 可得:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\frac{1}{3}v_0}{\frac{3}{2}v_0} = \frac{2}{9}.$$

点评 动量守恒定律是系统式、矢量式, 在应用时一定要选定研究系统, 设定正方向。



同步训练

- 在下列几个物理过程中, 所选的系统动量守恒的有 ()。
 - 原来静止在光滑水平面上的小车, 人从水平方向跳上小车, 人和车作为一系统
 - 运动员将铅球推出, 以运动员和铅球为一系统
 - 从高空自由下落的重物落于静止在地面上的车厢中, 以重物 and 车厢为一系统
 - 光滑的水平面上放一斜面, 斜面也光滑, 物体沿此斜面自由下滑, 以物体和斜面为一系统
- 甲、乙两船漂浮在静止的水面上, 甲船上的人通过轻绳牵引乙船, 水的阻力不计, 在乙船靠近甲船的过程中 ()。
 - 两船的位移大小相同
 - 两船受的冲量大小相同
 - 两船的动量大小相同
 - 两船的速度大小相同
- 质量为 M 的小车在光滑水平地面上以速度 v_0 匀速向右运动, 当车中的沙子从底部的漏斗不断漏出时, 车子的

速度将 ()。

- 减小
- 不变
- 增大
- 无法确定

- 一辆平板车停止在光滑的水平面上, 车上人 (原来静止) 用大锤敲打车的左端, 如图 8-6 所示; 在锤的连续敲打下, 这辆平板车将 ()。

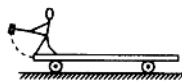


图 8-6

- 左右振动
- 向左运动
- 向右运动
- 静止不动

- 质量为 $m_1 = 2 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 5 \text{ kg}$ 的两辆静止小车压缩一根轻弹簧后放在光滑的水平面上, 放手后让小车弹开, 今测得 m_2 受到的冲量是 $10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 。

(1) 在此过程中, m_1 的动量增量是 ()。

- $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- $-2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- $-10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(2) 弹开后两车的总动量为 ()。

- $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- 0
- 无法确定

- 光滑水平面上有两个小球在同一直线上运动, A 小球质量为 $m_1 = 2 \text{ kg}$, 以 $v_1 = 2 \text{ m/s}$ 的速度向东运动; B 小球质量为 $m_2 = 3 \text{ kg}$, 以 $v_2 = 1 \text{ m/s}$ 的速度向西运动。两小球碰撞后, A 小球的速度大小为 0.2 m/s , 则 B 小球的速度大小为 _____ m/s 。

- 质量为 80 kg 的人, 以 10 m/s 的水平速度跳上一辆迎面驶来的、质量为 200 kg 、速度为 5 m/s 的车上, 则此后车的速度是多大?

- 在平直的公路上, 质量为 M 的汽车牵引着质量为 m 的拖车匀速行驶, 速度为 v 。在某时刻拖车脱钩了, 若汽车的牵引力保持不变, 在拖车刚刚停止运动的瞬间, 汽车的速度多大?

第四节 动量守恒定律的应用



重点难点提示

本节课是动量守恒定律的重要应用——处理碰撞、爆炸等问题。此类问题由于作用时间极短、相互作用的内力极大 (远大于外力), 认为外力的冲量可以忽略不计, 因此





系统动量守恒。此应用体现了在具体问题中突出主要矛盾，忽略次要矛盾，建立恰当物理模型的思维方法。

问题：初学动量守恒定律时，同学们会感到与以往的解题方式不同，应用时有一定困难，你对此有没有做些总结？应用动量守恒定律解题时要注意以下几点：（1）动量守恒定律是对系统列式，系统要满足守恒条件，即两类情景：①系统所受的合外力等于零；②作用时间极短，内力远大于外力。（2）动量守恒方程是矢量式，列式前一般应选定正方向。代入数据时，已知量要带正、负号，未知量则不带符号，计算结果会自行产生。（3）动量守恒列式只涉及守恒过程的某两个状态（始末状态），不需要考虑过程的细节（如加速度、时间等），这是应用动量守恒定律解题的优势所在。

典型例题剖析

例1 如图8-7所示，设车厢长度为 L ，质量为 M ，静止于光滑的水平面上。车厢内有一质量为 m 的物体以初速度 v_0 向右运动，与车厢来回碰撞 n 次后，静止在车厢中，这时车厢速度的大小和方向分别是（ ）。

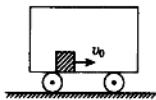


图8-7

- A. v_0 ，水平向右
B. 0
C. $mv_0/(m+M)$ ，水平向右
D. $mv_0/(M-m)$ ，水平向右

分析与解 以物体与小车为系统，碰撞 n 次，外力的合力为零，系统动量守恒。物体静止在车厢中是相对静止，意味着 n 次相互作用后 $v_1' = v_2' = v$ 。

因此有： $mv_0 = (m+M)v$ ，

所以 $v = \frac{mv_0}{m+M}$ ，方向与 v_0 同向，即水平向右。

故选项C正确。

点评 应用动量守恒定律时只需要考虑过程的始末状态，不需要考虑过程的细节。这正是应用动量守恒定律解题的优越性。

例2 如图8-8所示，质量为 m_2 的物体2静止在光滑的水平面上，它的左侧与一水平轻弹簧相连，质量为 m_1 的物体1以水平速度 v_0 从左侧向右正对弹簧运动，通过弹簧与物体2正碰。求：

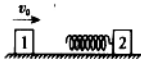


图8-8

- （1）弹簧可获得的最大弹性势能；
（2）物体1与弹簧分离时的速度。

分析与解 （1）两物体组成的系统所受合外力为零，系统动量守恒；又只有弹力做功，系统机械能守恒。当两物体速度相等时，距离最近，弹簧的弹性势能最大，则：

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v,$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + E_{pm},$$

$$\text{解得：} E_{pm} = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_0^2.$$

（2）这以后，两物体在弹力作用下，物体1继续减速，物体2继续加速，直到物体1与弹簧脱离，这时弹簧的弹性势能为零。

$$\text{同理有：} m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2,$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2,$$

$$\text{解得：} v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0.$$

点评 本题是一道比较综合的力学题目，系统动量守恒的同时机械能也守恒。解题的关键在于过程的分析与确定，以及隐含条件的挖掘。



同步训练

1. 质量为 m 的小球A，在光滑水平面上以速度 v_0 与质量为 $2m$ 的静止小球B发生正碰，碰撞后，A球的速率为原来的 $\frac{1}{3}$ ，那么碰后B球的速度可能值是（ ）。

- A. $\frac{1}{3} v_0$ B. $\frac{2}{3} v_0$ C. $\frac{4}{3} v_0$ D. $\frac{5}{3} v_0$

2. 小车停在光滑的地面上，A、B两人站在车的两端，如图8-9所示，这两人同时开始匀速相向运动，发现小车向左运动。分析小车运动的原因可能是（ ）。

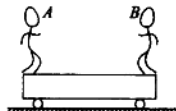


图8-9

- A. 如果A、B的质量相等，则A的速率比B的大
B. 如果A、B的质量相等，则A的速率比B的小
C. 如果A、B的速率相等，则A的质量比B的大
D. 如果A、B的速率相等，则A的质量比B的小
3. 在光滑的水平面上，两球沿球心连线以相等的速率相向而行，并发生碰撞，下列现象可能的是（ ）。
- A. 若两球质量相同，则碰后以某一相等速率互相分开
B. 若两球质量相同，则碰后以某一相等速率同向而行
C. 若两球质量不同，则碰后以某一相等速率互相分开
D. 若两球质量不同，则碰后以某一相等速率同向而行
4. 质量分别为1 kg和4 kg的小球A和B，在水平桌面上沿同一直线相向运动，B球速率为5 m/s。碰撞后B球以1 m/s的速度反弹，A球以1.5 m/s的速度反弹，则A球碰撞前的速率为_____，A球所受冲量的大小为_____。
5. 质量均为 M 的两艘冰船静止在光滑的冰面上，轴线在一条直线上，船头相对。质量为 m 的小孩从A船跳入B船，又立刻跳回A船，则最后两船速度大小之比是多少？





6. 如图 8-10 所示, 质量为 m

的人和质量均为 M 的两辆
小车 A、B 处于光滑水平面
上的同一直线上, 人以水平
速度 v_0 跳上 A 车。为了避

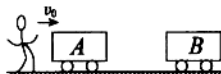
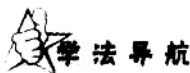


图 8-10

免 A、B 相撞, 人随即由 A 车跳上 B 车, 求人至少要以
多大的水平速度从 A 车跳向 B 车才可避免两车相撞?

第五节 反冲运动 火箭



重点难点提示

本节课要知道反冲运动的含义及特点, 并学会用动量守恒定律解释反冲现象、计算有关问题, 知道火箭是反冲运动的重要应用。

问题: 归纳课本所列举的各种反冲运动的实例, 你能否对反冲运动下个定义? 其特点又是什么? 当物体的一部分以一定的速度离开物体时, 剩余部分将获得一个反向冲量, 这种现象称为反冲运动。反冲运动在合外力为零时, 动量严格守恒; 合外力不为零时, 只要满足内力远大于外力的条件, 动量近似守恒。具体计算时应特别注意的是, 两物体的速度应相对于同一参考系 (一般是相对地面)。

典型例题剖析

例 一只小船停在平静的湖面上, 一个人从小船的一端走到另一端, 不计水的阻力, 下列说法正确的是 ()。

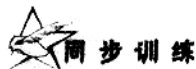
- A. 人在船上行走, 人对船的冲量比船对人的冲量小, 所以人向前运动得快, 船后退得慢
- B. 人在船上行走时, 人的质量比船小, 他们所受冲量的大小相等, 所以人向前走得快, 船后退得慢
- C. 当人停止走动时, 因船的惯性大, 所以船将会继续后退
- D. 当人停止走动时, 因总动量守恒, 故船也停止后退

分析与解 人与船组成的系统, 因走动, 人与船有相互作用的内力, 但系统所受的合外力为零 ($F_{\text{浮}} = F_{\text{重}}$), 故系统的动量守恒。由于相互作用的内力大小相等, 作用时间相等, 故他们所受的冲量大小相等。根据动量定理 $I = mv - 0$, 质量小的速度大, 故选项 A 错误、B 正确。由于系统的总动量为零且守恒, 即 $0 = m_{\text{人}} v_{\text{人}} + M_{\text{船}} v_{\text{船}}$, 当人停

止走动时 ($v_{\text{人}} = 0$), 船也停止后退 ($v_{\text{船}} = 0$), 故选项 C 错误、D 正确。

所以, 本题正确答案为选项 B、D。

点评 人船模型是一种典型的反冲运动。单个物体动量的获得是由于内力的冲量, 而一对内力的合冲量为零, 因此系统的总动量守恒。由本题抓住系统总动量为零这一特征推知: 相互作用的两物体的动量总是大小相等, 方向相反。



1. 如图 8-11 所示, A、B 两物体质量之比为 1:3, 两物体间有压缩着的弹簧, 并由细线拴住, 两物体处于静止状态。现烧断两物体间的细线, 则在弹簧弹出两物体过程中的任一瞬时, A、B 两物体的动量大小之比和速度大小之比分别是 ()。



图 8-11

- A. 1:1, 1:3 B. 1:1, 3:1
 - C. 3:1, 1:3 D. 1:3, 3:1
2. 两个物体相向运动, 碰撞后两物体都变为静止不动, 则碰撞前两物体 ()。
- A. 动量一定相同 B. 质量一定相同
 - C. 速度一定相同 D. 动量大小一定相同
3. 静止的实验火箭, 总质量为 m , 当它在极短的时间内以速度 v 喷出质量为 Δm 的高温气体后, 火箭获得的速度大小为 _____。
4. 某人在车上与车一起以 5 m/s 的速度在光滑的水平面上行驶, 人与车的质量和为 40 kg。当人竖直向上抛出一质量为 10 kg 的物体后, 人与车的速度大小为 _____。
5. 火箭喷气发动机每次喷出质量 $m = 0.2$ kg 的气体, 喷出的气体相对地面的速度为 $v = 1000$ m/s。设原来静止的火箭, 其初始质量 $M = 300$ kg, 发动机每秒喷气 20 次, 若不计地球对它的引力作用和空气阻力作用, 求火箭发动机工作 5 s 后火箭的速度达多大?

6. 如图 8-12 所示, 质量为 m 、长为 a 的汽车由静止开始从质量为 M 、长为 b 的平板车一端行驶至另一端时, 汽车产生的位移大小是多少? 平板车产生的位移大小是多少? (设地面光滑)



图 8-12

