

全日制普通高级中学教材

QUANRIZHI PUTONG GAOJI ZHONGXUE JIAOCAI

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

# 超级练

## 物理

高二(全)

浙江教育出版社

全日制普通高级中学教材

QUANRIZHI PUTONG GAOJI ZHONGXUE JIAOCAI

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

主 编 姜水根

编 者 姜水根 王家祥 杨祖荫 邬志林 杨继林  
杨榕楠 何 琰 贺佩霞 何博纳 陈青华  
袁张瑾 陈伟峰 叶建勇

## 超 级 练

### 物 理

高二(全)

浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

随堂纠错超级练. 物理. 高二(全) / 姜水根编.  
杭州: 浙江教育出版社, 2006.8

ISBN 7-5338-6540-5

I. 随... II. 姜... 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(2006)第 089391 号



随堂纠错超级练

物 理 高二(全)

主编 姜水根

出 版 浙江教育出版社  
(杭州市天目山路 40 号 邮编: 310013)  
发 行 浙江省新华书店集团有限公司  
总 策 划 邱连根  
责任编辑 周延春  
装帧设计 韩 波  
责任校对 郑德文  
责任印务 吴梦菁  
图文制作 杭州富春电子印务有限公司  
印刷装订 杭州杭新印务有限公司

开 本 880 × 1230 1/16  
印 张 22.5  
字 数 762 000  
版 次 2006 年 8 月第 1 版  
印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷  
印 数 0001-7180  
书 号 ISBN 7-5338-6540-5/G·6510  
定 价 29.50 元

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

网 址: www.zjeph.com

版权所有 翻印必究

## 《随堂纠错超级练》丛书编委会

(以姓氏笔画为序)

方青稚(台州中学)

史定海(鄞州中学)

许军国(宁波市教育局教研室)

朱建国(杭州外国语学校)

任美琴(台州回浦中学)

伊建军(杭州高级中学)

沈金林(平湖中学)

杨志敏(杭州市教育局教研室)

郑日锋(杭州学军中学)

周业宇(丽水市教育局教研室)

姜水根(宁波效实中学)

赵力红(富阳中学)

高宁(杭州市第四中学)

郑伟友(金华市教育局教研室)

冯 凭(湖州中学)

汤国荣(绍兴市教育局教研室)

朱恒元(义乌中学)

任学宝(杭州学军中学)

任富强(慈溪中学)

沈玉荣(杭州学军中学)

沈骏松(嘉兴市教育研究院)

李兆田(嘉兴高级中学)

苗金德(绍兴鲁迅中学)

施 忆(浙江省教育厅教研室)

赵一兵(杭州高级中学)

胡伯富(杭州市教育局教研室)

徐 勤(杭州学军中学)

潘健男(湖州第二中学)

丛书总策划 邱连根



## 栏目设置及使用说明

### 名师引路

揭示重点,剖析难点,点拨学法,提供学习心理辅导。

### 解题方略

分类题型,总结问题解决的一般规律,并揭示解题技巧。

### 纠错在线

供学生记录做题过程中出现的错误,提倡随时总结自己的不足之处。

### 教材解读

归纳学习要点,梳理知识脉络,方便理解与记忆。

### 典例剖析

选择“基题”,分析解题思路与方法,提供表达示范。

### 同步训练

#### 理解巩固

提供理解、巩固基本知识和技能的基题。覆盖教材要点,强化重点,题量适当,注重实效。

#### 发展提高

提供提升知识层次、发展学生解决问题能力的优秀试题。

#### 高考链接

列举历年高考中与本节有关的真题,让学生同步了解高考命题的要求与特点。

### 复习题

参照高考题型,提供囊括本章知识要点及考点的试题,供学生复习总结。

### 参考答案

提供全书所有习题的标准答案。



### 复习题

### 参考答案



为适应高中段教学的需要,在广泛征求师生意见的基础上,我社组织了全省一线的部分优秀教师,编写了这套“随堂纠错超级练”丛书。

这是一套涵盖高中各主要学科,包括课堂教学和阶段复习各环节的同步实战型丛书。丛书名即反映了其主要特点:随堂,就是基本知识随堂通;纠错,就是出现错误当堂纠;超级练,就是巩固提高分层练。

在设计模块时,我们根据方便、实用的原则,花大力气进行了创新优化:

**提炼教材精华,涵盖知识考点** “教材解读”板块,本着“双基”的要求和高考命题的导向,用简练的文字,从识记知识、能力目标与发展提高三个维度归纳整理教材内容,分析学习重点与难点,揭示高考考点与热点,辨疑解惑,为学生指点迷津。

**荟萃典例基题,剖析解题方略** “典例剖析”板块,科学选择各类范例“基题”,先通过多角度的详细剖析,给学生示范解题过程,再在分类题型的基础上,总结各类习题的一般解法与规律,以举一反三,提高解题能力。

**精选名题范例,循序梯级设置** “同步训练”板块,本着循序渐进、层级提高的原则,将配套练习按照教学的内在规律分成三个训练梯次:理解巩固、发展提高和高考链接。前两类练习,可供不同学力的学生同步或分段使用;后一类练习,根据知识点选择历年有代表性的高考真题,让学生试做,以同步了解高考命题的基本特点。所有这些练习题目,除了荟萃历年来各级各类试卷的名题范例以外,更有许多体现近年高考走向、凝聚名师心得的创新题目。

**警示易入歧途,督促随堂自纠** 根据心理学关于认知就是反馈纠错过程的原理和高考状元们都注重自我纠错的成功实践,本书在同步训练及复习题部分的附栏,预留了一定空间,以方便学生进行自我“在线纠错”和归纳、总结、记录纠错心得。

此外,每章后均附有复习题,供学生复习总结。

在编排上,为了使各模块条理清晰、方便实用,我们采用了左右分栏、上下切块的版面设计,大致做到了知识体系一目了然,复习翻检信手拈来。

限于水平和时间,本丛书必定存在疏漏和不足,恳切希望得到批评指正,以便我们进一步修订和提高。

## 第八章 动量

|                     |      |
|---------------------|------|
| 第一节 冲量和动量 .....     | (1)  |
| 第二节 动量定理 .....      | (6)  |
| 第三节 动量守恒定律 .....    | (10) |
| 第四节 动量守恒定律的应用 ..... | (17) |
| 第五节 反冲运动 火箭 .....   | (22) |
| 实验一 验证动量守恒定律 .....  | (27) |
| 复习题 .....           | (31) |

## 第九章 机械振动

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第一节 简谐运动 .....         | (34) |
| 第二节 振幅、周期和频率 .....     | (38) |
| 第三节 简谐运动的图象 .....      | (42) |
| 第四节 单摆 .....           | (46) |
| 第六节 简谐运动的能量 阻尼振动 ..... | (51) |
| 第七节 受迫振动 共振 .....      | (54) |
| 实验三 用单摆测定重力加速度 .....   | (58) |
| 复习题 .....              | (61) |

## 第十章 机械波

|                    |      |
|--------------------|------|
| 第一节 波的形成和传播 .....  | (64) |
| 第二节 波的图象 .....     | (69) |
| 第三节 波长、频率和波速 ..... | (74) |
| 第四节 波的衍射 .....     | (79) |
| 第五节 波的干涉 .....     | (82) |
| 第七节 多普勒效应 .....    | (86) |
| 第八节 次声波和超声波 .....  | (89) |
| 复习题 .....          | (91) |

## 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 .....    | (94)  |
| 第二节 分子的热运动 .....         | (98)  |
| 第三节 分子间的相互作用力 .....      | (101) |
| 第四节 物体的内能 热量 .....       | (105) |
| 第五节 热力学第一定律 能量守恒定律 ..... | (110) |
| 第六节 热力学第二定律 .....        | (114) |
| 第七节 能源 环境 .....          | (114) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 实验四 用油膜法估测分子的大小 ..... | (120) |
| 复习题 .....             | (123) |

## 第十二章 固体、液体和气体

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第八节 气体的压强 .....           | (126) |
| 第九节 气体的压强、体积、温度间的关系 ..... | (129) |
| 复习题 .....                 | (131) |

## 第十三章 电场

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第一节 电荷 库仑定律 .....          | (134) |
| 第二节 电场 电场强度 .....          | (138) |
| 第三节 电场线 .....              | (142) |
| 第四节 静电屏蔽 .....             | (147) |
| 第五节 电势差 电势 .....           | (149) |
| 第六节 等势面 .....              | (153) |
| 第七节 电势差与电场强度的关系 .....      | (157) |
| 第八节 电容器的电容 .....           | (160) |
| 第九节 带电粒子在匀强电场中的运动 .....    | (165) |
| 实验五 用描迹法画出电场中平面上的等势线 ..... | (171) |
| 复习题 .....                  | (174) |

## 第十四章 恒定电流

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第一节 欧姆定律 .....             | (177) |
| 第二节 电阻定律 电阻率 .....         | (181) |
| 第三节 半导体及其应用 .....          | (184) |
| 第四节 超导及其应用 .....           | (187) |
| 第五节 电功与电功率 .....           | (188) |
| 第六节 闭合电路欧姆定律 .....         | (192) |
| 第七节 电压表和电流表 伏安法测电阻 .....   | (197) |
| 实验六 描绘小灯泡的伏安特性曲线 .....     | (201) |
| 实验七 测定金属的电阻率 .....         | (204) |
| 实验八 把电流表改装为电压表 .....       | (207) |
| 实验十 测定电源电动势和内阻 .....       | (211) |
| 实验十二 用多用电表探索黑箱内的电学元件 ..... | (215) |
| 实验十三 传感器的简单应用 .....        | (219) |
| 复习题 .....                  | (222) |

## 第十五章 磁场

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第一节 磁场 磁感线 .....          | (224) |
| 第二节 安培力 磁感应强度 .....       | (229) |
| 第三节 电流表的工作原理 .....        | (235) |
| 第四节 磁场对运动电荷的作用力 .....     | (239) |
| 第五节 带电粒子在磁场中的运动 质谱仪 ..... | (245) |
| 第六节 回旋加速器 .....           | (252) |
| 复习题 .....                 | (257) |

## 第十六章 电磁感应

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第一节 电磁感应现象 .....              | (260) |
| 第二节 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小 ..... | (265) |
| 第三节 楞次定律——感应电流的方向 .....       | (271) |
| 第四节 楞次定律的应用 .....             | (276) |
| 第五节 自感现象 .....                | (281) |
| 第六节 日光灯原理 .....               | (281) |
| 复习题 .....                     | (286) |

## 第十七章 交变电流

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 第一节 交变电流的产生和变化规律 .....  | (289) |
| 第二节 表征交变电流的物理量 .....    | (294) |
| 第三节 电感和电容对交变电流的影响 ..... | (298) |
| 第四节 变压器 .....           | (303) |
| 第五节 电能的输送 .....         | (308) |
| 实验十一 练习使用示波器 .....      | (313) |
| 复习题 .....               | (317) |

## 第十八章 电磁场和电磁波

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第一节 电磁振荡 .....       | (320) |
| 第二节 电磁振荡的周期和频率 ..... | (320) |
| 第三节 电磁场 .....        | (326) |
| 第四节 电磁波 .....        | (326) |
| 第五节 无线电波的发射和接收 ..... | (330) |
| 第六节 电视 雷达 .....      | (330) |
| 复习题 .....            | (333) |
| 参考答案 .....           | (336) |





## 第八章 动量

### 第一节 冲量和动量

#### 教材解读



#### 1. 冲量

在物理学中,力  $F$  和力的作用时间  $t$  的乘积  $Ft$  叫做力的冲量。冲量是矢量,既有大小,又有方向,通常用符号  $I$  表示,即  $I = Ft$ 。

#### 2. 力的冲量的物理意义

描述力作用于物体一段时间的累积效应,力越大,作用时间越长,力的冲量就越大。冲量是过程量,不存在某时刻的冲量,理解冲量要兼顾力和时间这两方面的因素。

#### 3. 冲量的单位

在国际单位制中,冲量的单位是牛秒,符号是  $\text{N} \cdot \text{s}$ 。

#### 4. 冲量的方向

冲量的方向由力的方向决定。

#### 5. 动量

在物理学中,物体的质量  $m$  和速度  $v$  的乘积  $mv$  叫做动量。动量是矢量,既有大小,又有方向,通常用符号  $p$  来表示,即  $p = mv$ 。

#### 6. 力的动量的物理意义

动量是状态量,具有瞬时性。通常说物体的动量是指某一时刻或某一位置处的动量,物体在不同时刻的瞬时速度不同,则物体所对应的动量也不同。

#### 7. 动量的单位

在国际单位制中,动量的单位是千克米每秒,符号是  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 。动量的单位跟冲量的单位是相同的:  $1 \text{ N} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。

#### 8. 动量的方向

物体动量的方向与物体的瞬时速度方向相同。动量相等是指大小相等,且方向也相同。



#### 1. 关于冲量的计算

(1) 公式  $I = Ft$  只适用于计算恒力的冲量。也可以用图象法示之。在  $F-t$  图线下方围成的面积,数值上等于力在这一段时间内的冲量,如图 8-1 所示。

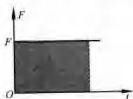


图 8-1

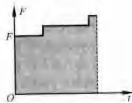


图 8-2

(2) 变力的冲量可利用图象或动量定理进行计算。如图 8-2 所示,  $F-t$  图线下方围成的面积,数值上等于变力在这一段时间内的冲量。

#### 名师引路

请对照左栏,仔细阅读教材,思考以下问题:本节教材有哪些知识要点?具体内容是什么?请尽可能地用自己的话表述出来。

冲量和动量的概念,在历年的高考中出现的频率较高,主要考查对冲量、动量的物理意义的理解,尤其是它们的矢量性备受关注。此类题通常以选择题和计算题的形式出现,常与动量定理相结合,以碰撞为背景命题。

因为冲量和动量都是矢量,故在处理问题时,如果是一维情形,应取定一个正方向。如果不是一维情形,则应作图用平行四边形定则或三角形定则求之。

## 名师引路

MINGSHIYINLU

(3) 如果物体受到几个力的作用,要求这几个力对物体的冲量,可以先求出合力再乘以力作用的时间;也可以先求出每个力的冲量,再求出它们的矢量和.若各个力的作用时间不等,应当用后一种方法.

## 2. 关于动量的几点说明

(1) 动量的瞬时性.通常说物体的动量是指物体在某一时刻的动量.计算物体在某一时刻的动量,应取物体在该时刻的瞬时速度.

(2) 动量的矢量性.物体的动量的方向与物体的瞬时速度方向相同.动量的计算遵循平行四边形定则;动量相等必须是大小相等、方向相同.

(3) 动量的相对性.由于物体的速度跟参考系的选择有关,所以物体的动量也跟参考系的选取有关.选择不同的参考系,同一运动物体的动量可能不同.但通常情况下,物体的动量都是指相对于地面参考系的动量.

## 3. 关于动量增量的求法

(1) 因为动量  $p = mv$ , 是矢量,只要速度  $v$  的大小和方向两者中任何一个发生变化,动量  $p$  就发生变化.所以做变速运动的物体,其动量时刻在改变.如做自由落体运动的物体,其动量的方向不变,大小时刻在变;做匀速圆周运动的物体,其动量的大小不变,方向时刻在变;做平抛运动的物体,其动量的大小和方向都时刻在变.

(2) 动量增量  $\Delta p = p_2 - p_1$ , 式中  $p_1$  为初始时刻的动量,  $p_2$  为末时刻的动量.由于动量是矢量,所以  $\Delta p$  也是矢量,运算时遵循平行四边形定则.具体计算时应注意:

① 如果初、末动量  $p_1$  和  $p_2$  在一直线上,则先设定一个正方向,  $p_1$  和  $p_2$  中凡方向与正方向一致的取正值,相反的取负值.运算结果  $\Delta p$  是正值,则说明  $\Delta p$  的方向与设定的正方向一致,反之则相反.

② 如果初、末动量  $p_1$  和  $p_2$  的方向不在一直线上,则可用平行四边形定则(或矢量三角形法)求矢量差的方法来求动量的增量,如图 8-3 所示.也可建立  $xOy$  直角坐标系,把初、末动量分解到  $x$  和  $y$  方向,分别求得  $\Delta p_x = p_{2x} - p_{1x}$ ,  $\Delta p_y = p_{2y} - p_{1y}$ , 则动量增量大小为  $\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2}$ , 其方

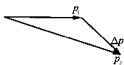


图 8-3

向可用  $\Delta p$  与  $x$  方向的夹角  $\theta$  表示,即  $\tan \theta = \frac{\Delta p_y}{\Delta p_x}$ . 对有些比较特殊的平面运动问题,求动量增量时,可根据题目的具体情况选用最简单的方法解决.

## 4. 关于动量与动能的区别与联系

(1) 动量是矢量,动能是标量.

(2) 动量的改变取决于力  $F$  与力在作用时间  $t$  的冲量;而动能的改变取决于力  $F$  所做的功  $W$ .

(3) 动能  $E_k$  与动量  $p$  的关系:  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$ , 故动量  $p = \sqrt{2mE_k}$ . 因此一个物体的动能发生变化,其动量必定改变;但动量发生变化时,其动能不一定改变,如动量方向改变而大小不变的情况.

## 解题方略

JITIEFANGLU

这里提供的,是本节习题的主要题型及一般解法.阅读后,你理解老师是如何思考并解决问题的吗?你有什么启发?你还有更好的解法吗?

例 1 本例主要考查学生对冲量概念的理解.

(1) 冲量是力对时间的累积效应,冲量大,是指  $F$  与  $t$  的乘积大,并不一定是力大.而物体动量的变化取决于物体所受的合力的冲量.

## 典例剖析

例 1 关于力的冲量,下列说法正确的是

( )

- A. 力越大,力的冲量就越大
- B. 作用在物体上的力很大,力的冲量不一定大
- C.  $F_1$  与其作用时间  $t_1$  的乘积  $F_1 t_1$  等于  $F_2$  与其作用时间  $t_2$  的乘积  $F_2 t_2$ , 则这两个力的冲量相同
- D. 静置于水平地面上的物体受到水平推力  $F$  的作用,经过时间  $t$  仍处于静止,则此推力的冲量为零

**解析** 由冲量的定义可知,力的冲量  $I$  是力  $F$  与其作用时间  $t$  的乘积  $Ft$ ,冲量的大小由这两个物理量共同决定,力越大,力的冲量不一定大,故选项 B 正确。

冲量是矢量,若两个冲量相同,必须冲量大小相等,且方向也相同,对于选项 C,这两个力的冲量的大小相等,方向不一定相同,故选项 C 错误。

对于选项 D,物体所受的合力的冲量为零,因此推力的冲量应为  $Ft$ 。

**答案** B

**例 2** 关于物体的动量,下列说法正确的是

- ( )
- A. 某一物体的动量改变,一定是速度大小改变  
B. 某一物体的动量改变,一定是速度方向改变  
C. 某一物体的速度改变,其动量一定改变  
D. 某一物体的运动状态改变,其动量一定改变

**解析** 由动量的定义  $p=mv$  可知,动量  $p$  与速度  $v$  具有瞬时对应性,速度改变(速度的大小或方向改变或两者都改变),其对应的动量便发生改变,故选项 C 正确。物体的运动状态改变是指速度的改变,故选项 D 也正确。

**答案** C、D

**例 3** 如图 8-4 所示,一质量  $m=0.1 \text{ kg}$  的小球,在  $t=0$  时以初



图 8-4

速度  $v_0=20 \text{ m/s}$  水平抛出。求抛出后物体在  $t_1=\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$  和  $t_2=2 \text{ s}$  时的动量,并求出从  $t_1$  到  $t_2$  时间内物体的动量增量。(g 取  $10 \text{ m/s}^2$ )

**解析** 在平抛运动中,小球的速度大小与方向时刻在变,由平抛运动的规律可分别得到小球在  $t_1=\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$  和  $t_2=2 \text{ s}$  时的速度,进而得到这两个时刻的动量。由于平抛过程中水平速度不变,所以水平动量不变,改变的仅仅是竖直方向的动量,因而求解  $t_1$  到  $t_2$  时间内动量的改变可归结为只求竖直方向上的动量改变。

求在  $t_1=\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$  时小球的速度。水平速度:  $v_{x1}=v_0=20 \text{ m/s}$ , 竖直速度:  $v_{y1}=gt_1=10 \times \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}=\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}$ , 所以:  $v_1=\sqrt{v_{x1}^2+v_{y1}^2}=\sqrt{20^2+\left(\frac{20\sqrt{3}}{3}\right)^2} \text{ m/s}=23.1 \text{ m/s}$ ,  $v_1$  的方向用其与水平方向的夹角表示为:  $\tan\theta_1=\frac{v_{y1}}{v_{x1}}=\frac{3}{20}=\frac{\sqrt{3}}{3}$ , 即:  $\theta_1=30^\circ$ 。

求在  $t_2=2 \text{ s}$  时小球的速度。水平速度:  $v_{x2}=v_0=20 \text{ m/s}$ , 竖直速度:  $v_{y2}=gt_2=20 \text{ m/s}$ , 所以:  $v_2=\sqrt{v_{x2}^2+v_{y2}^2}=\sqrt{20^2+20^2} \text{ m/s}=28.3 \text{ m/s}$ , 显然  $v_2$  与水平方向的夹角为  $45^\circ$ 。

由此得,小球在抛出后第  $\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$  时的动量大小为:  $p_1=mv_1=0.1 \times 23.1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}=2.31 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与水平方向成  $30^\circ$  角斜向下。小球在抛出后第  $2 \text{ s}$  时的动量大小为  $p_2=mv_2=0.1 \times 28.3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}=2.83 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与水平方向成  $45^\circ$  角斜向下。这段时间内的动量增量即为在竖直方向上的动量增量,即

$$\Delta p = mv_{y2} - mv_{y1} = \left( 0.1 \times 20 - 0.1 \times \frac{20\sqrt{3}}{3} \right) \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.85 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

**答案**  $2.31 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与水平方向成  $30^\circ$  角斜向下;  $2.83 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与水平方向成  $45^\circ$  角斜向下;  $0.85 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(2) 冲量是矢量,两个冲量相等,必须是两个冲量的大小相等,方向相同,缺一不可。

(3) 冲量与功的区别要理清:求一个力的冲量时,我们不必要求物体在力的作用下要发生运动,例如静止在水平桌面上的物体,其受到的重力和支持力对物体都有冲量,而这两力对物体却不做功,因为没有在力的方向上发生位移。

**例 2** 本例主要考查学生对动量概念的理解。动量是矢量,它的大小等于物体质量与速度的乘积,它的方向与速度方向相同。对于一定质量的物体,动量改变,它可以是动量大小的变化,也可以是动量方向的变化,或是动量的大小、方向都发生了变化。

**例 3** 计算动量时不能只顾其大小而不顾其方向,否则这一概念就失去其作为描述物体运动状态的物理量的意义。比如:若忽视了动量的矢量性,则做匀速圆周运动的物体的动量是不变的,它在同一直径两端的运动状态就是一样的,这就使匀速圆周运动与匀速直线运动混淆了。动量是矢量,有方向,切记!

## 纠错在线

JUECUIXIAN

做题的目的,是评估自己的学习效果,提高解题的准确率与速度。每次做题时,你都应该认真、仔细。题目做错是正常的,但作业完成后,务必将做错的那些习题标出来,分析出错的原因,这样你就可以在纠错中不断进步。

做对 \_\_\_\_\_ 题;

做错 \_\_\_\_\_ 题;

原因分析 \_\_\_\_\_

## 同步训练



- 一木块在水平地面上滑动,则 ( )
  - 重力对木块的冲量为零
  - 弹力对木块的冲量为零
  - 合外力对木块的冲量为零
  - 合外力对木块的冲量可能不为零
- 以速度  $v_0$  竖直向上抛出一物体,空气阻力大小恒定,关于物体受到的冲量,以下说法正确的是 ( )
  - 物体上升阶段和下降阶段所受的重力的冲量方向相反
  - 物体上升阶段和下降阶段所受的空气阻力的冲量方向相反
  - 物体在下降阶段所受的重力的冲量大于上升阶段所受的重力的冲量
  - 物体从抛出到返回抛出点,物体所受空气阻力的总冲量为零
- 关于某物体在运动过程中的下列说法,正确的是 ( )
  - 在任何相等的时间内,物体受到的冲量都相同且不为零,则物体一定做匀变速运动
  - 如果物体的动量大小保持不变,则物体一定做匀速运动
  - 只要物体的加速度不变,物体的动量就不变
  - 只要物体的速度不变,物体的动量就不变
- 一质量为  $5\text{ kg}$  的物体放在光滑水平面上,受到一个  $F=50\text{ N}$  的恒力作用,作用的时间为  $2\text{ s}$ ,在这段时间里,力  $F$  的冲量大小是 \_\_\_\_\_  $\text{N}\cdot\text{s}$ ,若把物体钉在桌面上,力  $F$  也作用  $2\text{ s}$ ,则力  $F$  的冲量大小是 \_\_\_\_\_  $\text{N}\cdot\text{s}$ .
- A、B、C 三个小球质量相等, A、C 两球分别以初速度  $v_0$  竖直上抛和平抛, B 球做自由落体运动,经相同时间,三球所受重力的冲量之比为 \_\_\_\_\_.
- 质量为  $m$  的物体放在水平地面上,在与水平面成  $\theta$  角、大小为  $F$  的拉力作用下由静止开始运动,如图 8-5 所示,经过时间  $t$ , 速度达到  $v$ . 在这段时间内,拉力  $F$  的冲量大小是 \_\_\_\_\_, 方向为 \_\_\_\_\_; 重力的冲量大小是 \_\_\_\_\_, 方向为 \_\_\_\_\_.
- 一物体质量为  $2\text{ kg}$ , 沿直线运动.  $t_1$  时刻速度  $v_1=10\text{ m/s}$ , 方向向右. 如在  $t_2$  时刻, 物体的速度为: (1)  $15\text{ m/s}$ , 方向向右; (2)  $5\text{ m/s}$ , 方向向右; (3)  $5\text{ m/s}$ , 方向向左. 试求在这三种情况下, 此物体的动量增量.

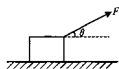


图 8-5



- 一个物体以某一初速度从粗糙斜面的底部沿斜面向上滑, 物体滑到最高点后又返回



到斜面底部,则下述说法正确的是

- ( )
- A. 上滑过程中重力的冲量小于下滑过程中重力的冲量  
B. 上滑过程中摩擦力的冲量与下滑过程中摩擦力的冲量大小相等  
C. 上滑过程中弹力的冲量为零  
D. 上滑与下滑的过程中合外力冲量的方向相同
10. 在倾角为  $37^\circ$  的较长光滑斜面上,有一质量为  $5\text{ kg}$  的物体由静止开始下滑,  $2\text{ s}$  内物体所受重力的冲量大小为  $\text{N} \cdot \text{s}$ ; 弹力的冲量大小为  $\text{N} \cdot \text{s}$ ; 合力的冲量大小为  $\text{N} \cdot \text{s}$ , 方向为  $\text{N} \cdot \text{s}$ . ( $g=10\text{ m/s}^2$ )
11. 质量为  $3\text{ kg}$  的物体从  $5\text{ m}$  高处自由下落到水泥地面后被反弹到  $3.2\text{ m}$  高处,则在这一整个过程中物体动量变化的大小为  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ , 物体与水泥地面作用过程中动量变化的大小为  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ . ( $g=10\text{ m/s}^2$ )
12. 一质量为  $2\text{ kg}$  的小球从距水面  $5\text{ m}$  高处由静止开始下落, 不计空气阻力, 入水后在水中匀速下沉, 已知水深为  $10\text{ m}$ . 求从小球开始下落到它到达水底的过程中小球所受各力的总冲量. (取  $g=10\text{ m/s}^2$ )
13. 质量为  $1\text{ kg}$  的物体, 当其速率由  $3\text{ m/s}$  变为  $4\text{ m/s}$  时, 它的动量增量的大小不可能是 ( )  
A.  $1\text{ kg} \cdot \text{m/s}$     B.  $5\text{ kg} \cdot \text{m/s}$     C.  $7\text{ kg} \cdot \text{m/s}$     D.  $9\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
14. 如图 8-6 所示, 在水平桌面上放着一个质量为  $m=1.0\text{ kg}$  的物体, 它与桌面的动摩擦因数  $\mu=0.20$ . 当物体受到一个大小为  $F=10\text{ N}$ , 方向与水平面成  $\theta=30^\circ$  角的推力后, 求在  $t=10\text{ s}$  内此物体所受各力的冲量及合外力对物体的总冲量. (取  $g=10\text{ m/s}^2$ )

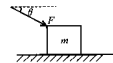


图 8-6



- ( )
15. (1994 · 全国卷) 若物体在运动过程中受到的合外力不为零, 则  
A. 物体的动能不可能总是不变的    B. 物体的动量不可能总是不变的  
C. 物体的加速度一定变化    D. 物体的速度方向一定变化
16. (1993 · 全国卷) 如图 8-7 所示, 物体质量为  $m$ , 由静止开始从  $A$  点沿斜面从  $h_1$  高处下滑到地面, 随后又沿另一斜面从  $h_2$  高处到  $B$  点停止. 若在  $B$  点给物体一瞬时冲量, 使物体从  $B$  点沿原路返回到  $A$  点, 需给物体的最小冲量值是  $\text{N} \cdot \text{s}$ .
17. (2001 春 · 全国卷) 如图 8-8 所示, 质量为  $m=0.10\text{ kg}$  的小钢球以  $v_0=10\text{ m/s}$  的水平速度抛出, 下落  $h=5.0\text{ m}$  时撞击一钢板, 撞后速度恰好反向, 则钢板与水平面的夹角  $\theta=$ , 刚要撞击钢板时小球动量的大小为  $\text{N} \cdot \text{s}$ . (取  $g=10\text{ m/s}^2$ )

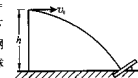


图 8-8

纠错在线

JULY 2012

这些高考真题你会做吗? 做不出没有关系, 因为你至少已了解了与本节知识有关的高考命题的一些路数。

## 第二节 动量定理

## 名师引路

MINGSHIYINLU

动量定理中的力必须是物体所受的合外力,这就要求在受力分析时不能出错,既不能“张冠李戴”,把其他物体所受的力当成是该物体所受的力;也不能“丢三落四”,把某个力丢掉;更不能“无中生有”,把原本没有的力假想出来。

动量定理是矢量式,求解前必须先选定正方向,无论是力还是动量,“顺我者正,逆我者负”。

在处理高考中有关动量定理的试题时,首先要明确题目所描述的物理过程,弄清物理现象所发生的条件,并尽可能地用简洁的语言及式子表达出来,同时要注意相关模型的建立和应用。

## 教材解读



## 1. 动量定理

物体所受合力的冲量等于物体的动量变化,即  $I_{\text{合}} = \Delta p$  或  $F_{\text{合}} \cdot t = p' - p = mv' - mv$ 。

## 2. 动量定理中的力

动量定理中的力是物体所受的合力,合力的冲量方向与物体动量增量的方向一致。

## 3. 动量定理的适用范围

动量定理不仅适用于恒力,也适用于变力。对于变力的情况,公式  $F \cdot t = p' - p$  中的  $F$  应理解为变力在作用时间内的平均值。

## 4. 动量定理的应用

在实际情况下,为了获得较大的作用力,除增大动量的变化量外,同时还可以缩短作用时间;为了减小作用力,在动量变化一定的情况下,常采取延长作用时间的措施。



## 1. 对动量定理的理解

(1) 动量定理反映了合外力的冲量是动量变化的原因。

(2) 动量定理的表达式是矢量式,它说明合外力的冲量跟物体动量的变化不仅大小相等,而且方向总是相同的。

中学阶段运用动量定理计算的主要是一维的问题,处理这类问题时要注意正方向的规定。规定好正方向之后,物体所受的各外力中,与正方向一致的力取正值,反之取负值;与正方向一致的动量取正值代入,反之取负值。求得的力、动量或速度为正值,说明其方向与规定的正方向一致,为负值则说明与规定的正方向相反。

(3) 由  $Ft = p' - p$  可得  $F = \frac{p' - p}{t}$ ,该式说明了物体所受的合外力等于物体动量的变化率,即物体动量变化的快慢取决于物体所受的合外力,受合外力大的物体,动量变化得快;受合外力小的物体,动量变化得慢,而物体动量变化的大小则取决于合外力的冲量。

(4) 动量定理不仅适用于单个物体,也适用于由多个物体组成的系统。因此运用动量定理分析求解问题时,能否正确、灵活地选取研究对象非常重要。

## 2. 关于动量定理的应用

(1) 定性解释。利用动量定理可对很多物理现象进行解释,一般可分为两种类型:

①在动量变化  $\Delta p$  一定的情况下,如果需要增大作用力,必须缩短作用时间,常见的情形是“硬碰硬”,如用铁锤钉钉子,鸡蛋碰石头等;如果需要减小作用力,必须延长作用时间——缓冲作用,如汽车上的安全带、施工人员的安全帽、蹦极运动中的橡皮绳等都能起到延长作用时间,减小作用力的效果。

②在合力  $F$  一定的情况下,如果需要使动量变化减小,必须缩短作用时间;如果需要使动量变化增大,必须延长作用时间,如汽车行驶速度过大时,不易刹车等。

(2) 定量计算。一般可分为两种类型:

①运用公式  $I = \Delta p$  求变力的冲量,如果物体受到大小或方向改变的力的作用,则不能简单地用  $I = Ft$  求变力的冲量,这时可以求出该力作用下物体动量的变化  $\Delta p$ ,等效替



换变力的冲量,注意变更单位.如求匀速圆周运动向心力的冲量,因为向心力是变力,故不能直接由公式  $I = Ft$  求得,需用动量定理求解,由动量的增量确定合外力的冲量.

②运用公式  $\Delta p = Ft$  求恒力作用下的物体动量的变化.例如,一物体做平抛运动,求在其抛出  $t$  时间内动量的变化.由于平抛物体只受重力作用,所求动量的变化即等于重力的冲量,重力是恒力,其冲量  $I = mgt$ ,这里动量的变化也为  $\Delta p = mgt$ .

### 3. 运用动量定理解题的步骤

(1) 确立研究对象.研究对象可以是一个物体,也可以是两个以上物体组成的系统.

(2) 确定运用动量定理的物理过程,即确定在哪一段时间内运用动量定理.

(3) 因中学物理范围内,一般只涉及在同一直线上运用动量定理进行处理的问题,所以在分析同一直线上的问题时,要确定一个正方向.

(4) 分析运动过程中物体受力情况.如物体受恒力作用,且各恒力作用时间相同,则可写出合力冲量的表达式  $I_{\text{合}}$ ,即  $(F_1 + F_2 + \dots)t$ ,它的正负由其是否与正方向一致决定.如各恒力作用的时间不同,则可根据所定正方向给出各力冲量矢量和的表达式,即  $F_1 t_1 + F_2 t_2 + \dots$ .

(5) 分析运动过程始末的动量,并由所定正方向作出动量增量的表达式  $mv_2 - mv_1$ .

(6) 由(4)(5)结合,列出动量定理方程.

(7) 解动量定理方程.

### 4. 关于动量定理与牛顿第二定律的区别

动量定理可由牛顿第二定律推导得到,但它们仍有区别:

(1) 牛顿第二定律反映的是力与加速度之间的瞬时对应关系;动量定理反映的是在一个过程中力对时间的积累与该过程中始、末两状态物体动量变化量之间的关系.

(2) 两者的适用范围不同;牛顿第二定律只适用于宏观物体的低速运动情况,对高速运动的物体及微观粒子不适用,而动量定理却是普遍适用的.

## 典例剖析

**例1** 玻璃杯从同一高度落下,掉在石头上比掉在草地上容易碎,这是由于玻璃杯与石头的撞击过程中(认为撞击过程均不反弹) ( )

A. 玻璃杯受到的冲量较大

B. 玻璃杯的动量变化较大

C. 玻璃杯的动量变化较快

D. 玻璃杯受到的作用力较大

**解析** 杯子碎掉是由于撞击力大于杯子所能承受的最大力.玻璃杯与地面撞击的过程中,受到的撞击力大,就容易碎掉.

玻璃杯从同一高度落下,着地时其速度相等,则其动量也相等,玻璃杯无论是与石头还是与草地碰撞,最终动量均变为零,由此可见,玻璃杯的动量的变化是相等的,所受合外力的冲量也是相等的,选项A、B错误.但玻璃杯与石头相撞时作用时间较短,所以动量变化较快,合外力也较大.而合外力是撞击力和重力的合力,重力恒定,合外力越大意味着撞击力越大,杯子越易碎,所以选项C、D正确.

**答案** C、D

**例2** 用长为  $L = 0.1$  m 的轻绳系一质量为  $m = 0.2$  kg 的小球,在光滑水平面上以  $v = 2$  m/s 的速率做匀速圆周运动.求半个周期的时间内绳子拉力的冲量.

**解析** 绳子拉力提供小球做圆周运动的向心力,  $F = m \frac{v^2}{L}$ , 其大小不变而方向时刻改变.对于变力的冲量,无法直接用公式  $I = Ft$  求解,只能借助于动量定理求解.

如图8-9所示,从A点开始计时,经半个周期运动到B点,取B点速度的方向为正方向,则有:  $p_1 = -mv = -0.2 \times 2$  kg·m/s =  $-0.4$  kg·m/s,  $p_2 = mv = 0.2 \times 2$  kg·m/s =  $0.4$  kg·m/s, 动量增

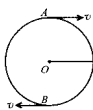


图8-9

**例1** 这是一道以生活实例为载体的题目,解题时主要应用动量定理进行定性分析.这类题目一般有两种类型:一类是物体动量变化一定时,力作用时间越短,力就越大;另一类是作用力一定时,力的作用时间越长,动量的变化就越大.同学们要认真区分,不要混淆.

**例2** 这是一类求变力冲量的问题,一般采用动量定理进行求解.

# 解题方略

例3 解决这类问题,在运用动量定理时,必须先确定研究对象,作受力分析,选取时间范围,选定正方向,落实各矢量的正负,然后列方程。在求得解后,必要时,要对解的结果作一下分析。比如从第一种方法得到的  $F_N$  表达式  $F_N = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t} + mg$  可知,同样的动量改变量  $(mv_2 - mv_1)$ ,若  $\Delta t$  越小,则作用力  $F_N$  就越大,就如例1中所分析的情况。玻璃杯掉在石头上,因为没有缓冲,则  $\Delta t$  很小,玻璃杯受到地面的作用力将会很大,杯易摔破。

# 纠错在线

量为:  $\Delta p = p_B - p_A = [0.4 - (-0.4)] \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。

由于  $\Delta p > 0$ ,说明  $\Delta p$  的方向与所选的正方向相同。

小球做匀速圆周运动,绳子拉力提供向心力,由动量定理可得绳子拉力的冲量:  $I = \Delta p = 0.8 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向与 B 点速度的方向相同。

答案  $0.8 \text{ N} \cdot \text{s}$ ,方向与 B 点速度的方向相同

例3 质量为  $m = 1.0 \text{ kg}$  的小球从  $20 \text{ m}$  高处自由下落到水平地面上,反弹后上升的最大高度为  $5.0 \text{ m}$ ,小球与地面接触的时间为  $0.1 \text{ s}$ ,求在接触时间内,小球受到地面的平均作用力多大?(取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

解析 本题运用动量定理求解,研究对象为小球。本题可从不同的时间范围分析这一问题,相应的可有两种方法:一种以与地面接触的时间为时间范围,另一种以开始下落到回跳到  $5.0 \text{ m}$  高处为时间范围。

解法一 在小球与地面接触的时间内运用动量定理,触地前小球向下速度的大小为:  $v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$ 。触地后小球向上反弹的速度大小为:  $v_2 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$ 。在球与地面接触的时间  $\Delta t = 0.1 \text{ s}$  的时间内,小球受到地面对它向上作用力  $F_N$ 、重力  $mg$ 。若取向上为正方向,列出动量定理方程:  $(F_N - mg)\Delta t = mv_2 - mv_1$ ,则  $F_N = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t} + mg = \frac{1.0 \times 10 - 1.0 \times (-20)}{0.1} \text{ N} + 1.0 \times 10 \text{ N} = 310 \text{ N}$ ,  $F_N$  值为正,说明地面对小球的作用力方向向上。

解法二 在小球开始下落到小球回跳到  $5 \text{ m}$  高处的一段时间内运用动量定理,小球所受的重力与地面支持力的作用时间不同,但仍可求得这段时间内二力的冲量,即:  $I - F_N \Delta t = mg(t_1 + \Delta t + t_2)$ 。其中,  $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{10}} \text{ s} = 2 \text{ s}$ ,  $t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 5}{10}} \text{ s} = 1 \text{ s}$ 。因初末动量都为零,所以  $I = \Delta p = 0$ ,即  $F_N = \frac{mg(t_1 + \Delta t + t_2)}{\Delta t} = \frac{1.0 \times 10 \times (2 + 0.1 + 1)}{0.1} \text{ N} = 310 \text{ N}$ ,方向向上。

答案  $310 \text{ N}$

# 同步训练



- 物体受到的冲量越大,则物体的 ( )  
A. 动量一定越大 B. 动量的变化一定越大  
C. 动量变化率一定越大 D. 速度一定越大
- 某物体受到一个  $I = -6 \text{ N} \cdot \text{s}$  的冲量作用,则 ( )  
A. 物体的动量增量方向一定与规定的正方向相反  
B. 物体原来的动量方向一定与这个冲量方向相反  
C. 物体的末动量一定是负值  
D. 物体的动量一定减小
- 下面关于物体动量和冲量的说法正确的是 ( )  
A. 物体所受合外力的冲量越大,则它的动量也越大  
B. 物体所受合外力的冲量不为零,则它的动量一定要改变  
C. 物体动量增量的方向,就是它所受冲量的方向  
D. 物体所受合外力越大,则它的动量变化就越快
- 下述几种运动中,在任何相等时间内,物体动量的变化总是相等的运动是 ( )  
A. 匀变速直线运动 B. 匀速圆周运动  
C. 自由落体运动 D. 平抛运动
- 子弹水平射入一个置于光滑水平面上的木块,则 ( )