

王后雄学案

---

# 教材完全解读

---

总策划：熊辉



修订版

---

## 高二物理(上)

---

丛书主编：王后雄

本册主编：刘明



中国青年出版社

王后雄学案

# 教材完全解读

## 高二物理（上）

主编：刘 明  
编委：童喜旺 张为民  
童春红 徐永红  
秦莲英 汪淑文  
周良昊 喻立新  
刘作明 刘桂珍  
刘永根 秦宏洲  
刘光明 张文军  
张春燕 郑燕生  
胡和清 徐立新



中国青年出版社

**(京)新登字 083 号**

**图书在版编目(CIP)数据**

教材完全解读. 高二物理. 上: 2006 年修订版/刘明主编. —4 版. —北京:  
中国青年出版社, 2006  
ISBN 7-5006-5314-X

I. 教... II. 刘... 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 021491 号

策 划:熊 辉  
责任编辑:李 扬  
封面设计:小 河

**教材完全解读**  
**高二物理**  
**2006 年修订版**

**中国青年出版社出版 发行**

社址:北京东四 12 条 21 号 邮政编码:100708

网址:www.cyp.com.cn

编辑部电话:(010)64034328

北京中青人出版物发行有限公司电话:(010)64066441

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷 新华书店经销

889×1194 1/16 14.25 印张 334 千字

2003 年 7 月北京第 1 版 2006 年 5 月北京第 4 版 2006 年 5 月第 11 次印刷

印数:157001—162000

定价:20.70 元

本书如有任何印装质量问题,请与出版部联系调换

联系电话:(010)84035821



高二物理(上)全书知识结构图解..... 1

高二物理学习方法..... 2

## 第八章 动量

第一节 冲量和动量..... 4

第二节 动量定理..... 10

第三节 动量守恒定律..... 15

第四节 动量守恒定律的应用..... 22

第五节 反冲运动 火箭..... 30

实验 验证动量守恒定律..... 35

单元知识梳理与能力整合..... 39

知识与能力同步测控题..... 42



## 第九章 机械振动



第一节 简谐运动..... 44

第二节 振幅、周期和频率..... 44

第三节 简谐运动的图象..... 49

第四节 单摆..... 53

第五节 简谐运动的能量 阻尼振动..... 57

第六节 受迫振动 共振..... 57

实验 用单摆测定重力加速度..... 61

单元知识梳理与能力整合..... 65

知识与能力同步测控题..... 66

## 第十章 机械波

第一节 波的形成和传播..... 68

第二节 波的图象..... 72

第三节 波长、频率和波速..... 78

第四节 波的衍射..... 84

第五节 波的干涉..... 84

第六节 驻波..... 88

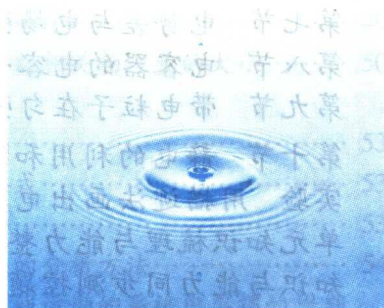
第七节 多普勒效应..... 88

第八节 次声波和超声波..... 88

单元知识梳理与能力整合..... 93

知识与能力同步测控题..... 96

期中测试卷..... 98





# 目

# 录

## 第十一章 分子热运动 能量守恒



第一节	物质是由大量分子组成的	100
第二节	分子的热运动	103
第三节	分子间的相互作用力	106
第四节	物体的内能 热量	110
第五节	热力学第一定律 能量守恒定律	115
第六节	热力学第二定律	115
第七节	能源 环境	115

## 第十二章 固体、液体和气体

第一节~第七节(略)

第八节	气体的压强	121
第九节	气体的压强、体积、温度间的关系	121
实验	用油膜法估测分子的大小	126
单元知识梳理与能力整合		128
知识与能力同步测控题		130



## 第十三章 电场

第一节	电荷 库仑定律	132
第二节	电场 电场强度	137
第三节	电场线	142
第四节	静电屏蔽	147
第五节	电势差 电势	151
第六节	等势面	158
第七节	电势差与电场强度的关系	158
第八节	电容器的电容	165
第九节	带电粒子在匀强电场中的运动	171
第十节	静电的利用和防止	179
实验	用描迹法画出电场中平面上的等势线	182
单元知识梳理与能力整合		185
知识与能力同步测控题		188



## 期末测试卷

## 答案与提示

# 物理与方法

## 阅读索引

### 第八章 动量

#### 第一节 冲量和动量

1. 冲量的概念 ..... 4
2. 动量的概念 ..... 5
3. 冲量的计算方法 ..... 5
4. 动量与动能的区别及其联系 ..... 6
5. 冲量与功的区别 ..... 6
6. 平抛运动中的动量、冲量问题 ..... 7

#### 第二节 动量定理

1. 动量定理 ..... 10
2. 动量定理的理解与应用要点 ..... 10
3. 应用举例 ..... 11
4. 对系统应用动量定理的方法 ..... 11
5. 动量定理的应用技巧 ..... 12

#### 第三节 动量守恒定律

1. 动量守恒定律 ..... 15
2. 动量守恒定律成立的条件 ..... 16
3. 运用动量守恒定律解题的基本步骤和方法 ..... 16
4. 对动量守恒定律的理解 ..... 16
5. 由多个物体组成的系统的动量守恒 ..... 17

#### 第四节 动量守恒定律的应用

1. 碰撞问题 ..... 22
2. 爆炸问题 ..... 22
3. 动量守恒定律应用中的临界问题 ..... 23
4. 碰撞类问题的拓展 ..... 24
5. 人船模型 ..... 24

#### 第五节 反冲运动 火箭

1. 反冲运动 ..... 30
2. 火箭 ..... 30
3. 反冲运动的速度分析 ..... 31
4. 反冲运动中移动距离问题分析 ..... 31

#### 实验 验证动量守恒定律

1. 实验目的 ..... 35
2. 实验原理 ..... 35
3. 实验器材 ..... 35
4. 实验步骤 ..... 35
5. 注意事项 ..... 36

6. 其他的验证动量守恒定律的方法 ..... 36
- 单元知识梳理与能力整合

1. 知识结构 ..... 39
2. 动量定理的理解要点 ..... 39
3. 动量守恒定律的理解要点 ..... 39
4. 动量守恒条件 ..... 39
5. 本章主要体现的思维方法 ..... 39
6. 多体问题及临界问题处理方法 ..... 40
7. 处理动力学问题的常用思路和方法 ..... 40

### 第九章 机械振动

#### 第一节 简谐运动

#### 第二节 振幅、周期和频率

1. 振动 ..... 44
2. 简谐运动的特点 ..... 44
3. 周期 ..... 45
4. 频率 ..... 45
5. 振幅 ..... 45
6. 简谐运动中位移、回复力、速度、加速度的变化规律 ..... 46
7. 简谐运动的多解性与对称性 ..... 46

#### 第三节 简谐运动的图象

1. 振动图象 ..... 49
2. 物理意义 ..... 49
3. 根据简谐运动图象分析简谐运动情况的基本方法 ..... 49
4. 如何比较各时刻相关物理量的大小 ..... 50

#### 第四节 单摆

1. 单摆 ..... 53
2. 单摆的周期公式 ..... 53
3. 单摆的应用 ..... 53
4. 摆钟快慢问题的分析方法 ..... 54
5. 在作匀变速直线运动的系统中单摆的周期问题 ..... 54

#### 第五节 简谐运动的能量 阻尼振动

#### 第六节 受迫振动 共振

1. 简谐运动的能量 ..... 57
2. 阻尼振动 ..... 57

3. 各种振动的特点	58
4. 共振	58
实验 用单摆测定重力加速度	
1. 实验内容	61
2. 误差的分析	62
3. 其他测重力加速度的方法	62
4. 思维定势的突破	63
单元知识梳理与能力整合	
1. 知识结构	65
2. 重要公式	65
3. 自由振动、受迫振动及共振的比较	65

## 第十章 机械波

### 第一节 波的形成和传播

1. 机械波的形成	68
2. 机械波形成的条件	68
3. 波的分类	68
4. 波的传播特点	69
5. 振动和波动的比较	69
6. “带动看齐”法分析质点的振动方向	69

### 第二节 波的图象

1. 波的图象的特点	72
2. 由波的图象可以明确的几点	72
3. 振动图象和波动图象的比较	73
4. 根据某时刻的波形图画另一时刻波形图的方法	73
5. 根据波传播的方向确定质点振动方向	74

### 第三节 波长、频率和波速

1. 波长 $\lambda$	78
2. 频率	78
3. 波速	78
4. 波长、频率和波速之间的关系	78
5. 波长 $\lambda$ 、波速 $v$ 、频率 $f$ 的决定因素	78
6. 根据两个时刻的波形图, 判断可能出现的波动情况, 从而求 $v, \lambda, T$	79
7. 波动问题的多解	79
8. 波动图象与振动图象相联系问题的求解	80

### 第四节 波的衍射

### 第五节 波的干涉

1. 波的衍射	84
2. 波的叠加原理	84
3. 波的干涉	85
4. 振动加强点和减弱点的判断方法	85

### 第六节 驻波

### 第七节 多普勒效应

### 第八节 次声波和超声波

1. 驻波的概念	88
2. 驻波的特点	88
3. 驻波的本质	88
4. 管(弦)乐器发声原理	88
5. 多普勒效应	89
6. 次声波和超声波	89
7. 利用空气柱的共鸣现象测定声波的波长	89
8. 多普勒效应中接收到的频率 $f'$ 的讨论	90

### 单元知识梳理与能力整合

1. 知识网络图示	93
2. 波的图象、传播方向、质点振动方向三者间关系	93
3. 关于机械波的多解问题	93

## 第十一章 分子热运动 能量守恒

### 第一节 物质是由大量分子组成的

1. 分子的大小	100
2. 阿伏加德罗常数	100
3. 分子间有间隙	100
4. 阿伏加德罗常数的应用和有关分子的估算	101

### 第二节 分子的热运动

1. 扩散现象	103
2. 布朗运动	103
3. 布朗运动与扩散现象的区别	104
4. 热运动的特点	104
5. 对布朗运动示意图的理解	104

### 第三节 分子间的相互作用力



1. 分子间同时存在相互作用的引力和斥力 .....	106
2. 分子力的特征 .....	106
3. 图解法分析分子力 .....	107
4. 分子力做功正负的判断 .....	107
5. 分子间的相互作用力在生产上的应用 ...	107
<b>第四节 物体的内能 热量</b>	
1. 温度 .....	110
2. 分子动能 .....	110
3. 分子势能 .....	110
4. 物体的内能 .....	111
5. 改变内能的两种方式 .....	111
6. 物体内能改变的判断方法 .....	112
7. 区别几个概念 .....	112
<b>第五节 热力学第一定律 能量守恒定律</b>	
<b>第六节 热力学第二定律</b>	
<b>第七节 能源 环境</b>	
1. 热力学第一定律 .....	115
2. 能量守恒定律 .....	115
3. 永动机不可能制成 .....	116
4. 热传导的方向性 .....	116
5. 第二类永动机 .....	116
6. 热力学第二定律 .....	116
7. 热力学第三定律 .....	117
8. 热力学第一定律的应用和分析方法 .....	117
9. 热力学第一定律和热力学第二定律的区别 .....	117
10. 学会用能量守恒的观点分析热力综合问题 .....	118

## 第十二章 固体、液体和气体

第一节~第七节(略)

第八节 气体的压强

第九节 气体的压强、体积、温度间的关系

1. 气体分子运动的特点 .....	121
2. 气体压强的产生 .....	121
3. 气体的压强、体积、温度间的关系 .....	121
4. 气体压强的微观解释及分析思路 .....	122

5. 大气压强产生的本质 .....	122
<b>实验 用油膜法估测分子的大小</b>	
1. 实验原理 .....	126
2. 实验器材 .....	126
3. 实验步骤 .....	126
4. 注意事项及操作技巧 .....	126
5. 实验误差分析 .....	127
<b>单元知识梳理与能力整合</b>	
1. 知识清单 .....	128
2. 规律归纳总结 .....	128

## 第十三章 电场

第一节 电荷 库仑定律

1. 电荷、电荷守恒定律 .....	132
2. 物体带电的实质及方式 .....	132
3. 点电荷及元电荷 .....	133
4. 库仑定律 .....	133
5. 电荷守恒定律与库仑定律的综合应用 ...	134
6. 库仑定律与牛顿定律及动量守恒定律的综合 应用 .....	134
7. 叠加原理 .....	134

第二节 电场 电场强度

1. 电场和电场的基本性质 .....	137
2. 电场强度 .....	137
3. 电场力 .....	137
4. 点电荷电场的场强 .....	138
5. 场强的叠加 .....	138
6. 电场强度的求解方法 .....	138
7. 等量异种和等量同种点电荷连线和中垂线 上电场强度的变化规律 .....	139

第三节 电场线

1. 电场线的定义 .....	142
2. 电场线的性质 .....	142
3. 电场线在描述电场中的作用 .....	142
4. 匀强电场 .....	143
5. 常见的几种电场的电场线的特点与画法 .....	143
6. 电场线与运动轨迹 .....	144



#### 第四节 静电屏蔽

1. 金属导体的微观结构 ..... 147
2. 静电感应现象及静电平衡 ..... 147
3. 静电屏蔽 ..... 148
4. 静电感应过程中电荷移动方向的判定方法  
..... 149

#### 第五节 电势差 电势

1. 电场力做功的特点 ..... 151
2. 电势差 ..... 151
3. 电势 ..... 151
4. 电势能 ..... 152
5. 比较电荷在电场中某两点电势能大小的方法  
..... 153
6. 电场中电势高低的判断和计算方法 ..... 153
7. 电势能与电势的关系 ..... 153
8. 电势与场强的比较 ..... 154

#### 第六节 等势面

#### 第七节 电势差与电场强度的关系

1. 等势面的概念 ..... 158
2. 几种典型电场的等势面 ..... 158
3. 等势面的特点 ..... 159
4. 匀强电场中电势差跟电场强度的关系 ..... 159
5. 等势面与电场线的关系 ..... 160
6. 电场强度三个公式的区别对比 ..... 160
7. 等势面的两个特例 ..... 161

#### 第八节 电容器的电容

1. 电容器 ..... 165
2. 电容 ..... 165
3. 平行板电容器 ..... 166
4. 两类典型电容器问题的求解方法 ..... 166
5. 静电计在电容器问题中的应用 ..... 167

#### 第九节 带电粒子在匀强电场中的运动

1. 带电粒子的加速 ..... 171
2. 带电粒子在电场中的偏转 ..... 171

3. 示波器 ..... 172
4. 带电粒子在电场中运动的解题思路 ..... 173
5. 高考试题对本内容考查的分析 ..... 173
6. 带电粒子在匀强电场与重力场的复合场中  
运动 ..... 173
7. 用能量的观点处理带电粒子在电场中的运动  
..... 174

#### 第十节 静电的利用和防止

1. 静电的利用 ..... 179
2. 静电的危害与防止 ..... 179

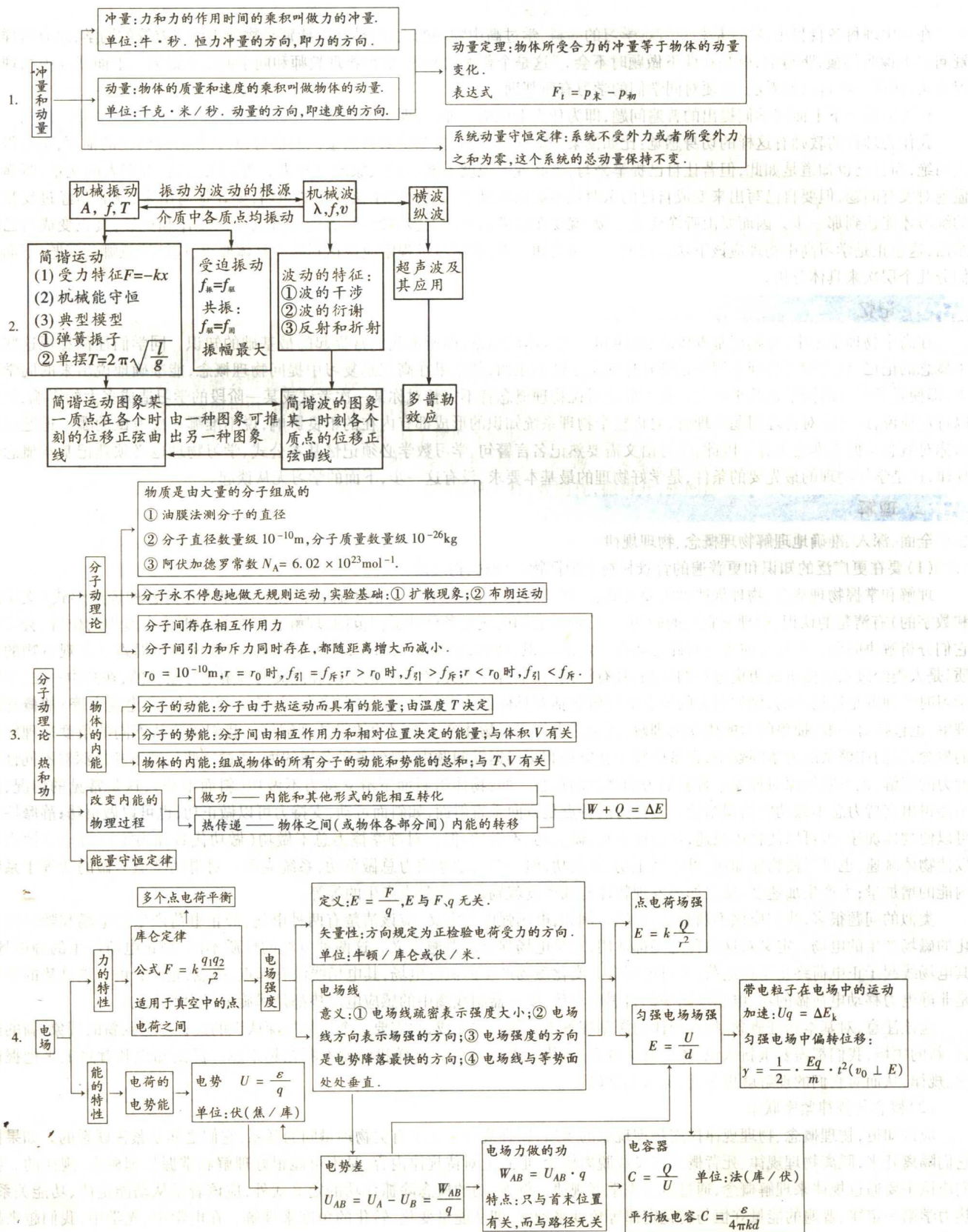
#### 实验 用描迹法画出电场中平面上的等势线

1. 实验目的 ..... 182
2. 实验原理 ..... 182
3. 实验器材 ..... 182
4. 实验步骤 ..... 182
5. 注意事项 ..... 183
6. 实验误差的来源及分析 ..... 183
7. 本实验的创新 ..... 183

#### 单元知识梳理与能力整合

1. 电场力的性质 ..... 185
2. 电场能的性质 ..... 185
3. 电容器、电容 ..... 185
4. 带电粒子在电场中的运动 ..... 185
5. 电场强度的计算方法 ..... 185
6. 电场力做功的计算方法 ..... 186
7. 电场中电势高低的判断方法 ..... 186
8. 电势能大小的比较 ..... 186
9. 处理平行板电容器的基本思路 ..... 186
10. 求解带电体在电场中平衡问题的一般思维  
程序 ..... 186
11. 用等效法处理带电体在叠加场中的运动  
..... 186
12. 用能量观点处理带电体在电场中的运动  
..... 186

# 高二物理(上)全书知识结构图解







## 高二物理学习方法

在高中理科各科目中,物理是相对较难学习的一科,学过高中物理的大部分同学,特别是物理成绩中差等的同学,总有这样的疑问:“上课听得懂,听得清,就是在课下做题时不会。”这是个普遍的问题,值得物理教师和同学们认真研究。下面就高中物理学习方法,浅谈一些自己的看法,以便对同学们的学习有所帮助。

首先分析一下上面同学们提出的普遍问题,即为什么上课听得懂,而课下不会做?

我作为理科的教师有这样的切身感觉:比如读某一文学作品,文章中对自然景色的描写,对人物心理活动的描写,都写得令人叫绝,而自己也知道是如此,但若让自己提笔来写,未必或者说就不能达到人家的水平来。听别人说话,看别人的文章,听懂看懂绝对没有问题,但要自己写出来变成自己的东西就不那么容易了。又比如小孩会说的东西,要让他写出来,就必须经过反复写的练习才能达到那一步。因而要由听懂变成会做,就要在听懂的基础上多多练习,方能掌握其中的规律和奥妙,真正变成自己的东西,这也正是学习高中物理应该下功夫的地方。功夫如何下,在学习过程中应该达到哪些具体要求,应该注意哪些问题,下面我们分几个层次来具体分析。

### 1. 记忆

在高中物理学习中,应熟记基本概念、规律和一些基本的结论,即所谓我们常提起的最基础的知识。同学们往往忽视这些基本概念的记,认为学习物理不用死记硬背这些文字性的东西,其结果在高三总复习中提问物理概念,能准确地说出来的同学很少,即使是补习班的同学也几乎如此。我不敢绝对说物理概念背不完整对你某一次考试或某一阶段的学习造成多大的影响,但可以肯定地说,这对你对物理问题的理解,对你整个物理系统知识的形成都有内在的不良影响,说不准哪一次考试的哪一道题就因为你概念掌握不准而失分。因此,学习语文需要熟记名言警句、学习数学必须记忆基本公式、学习物理也必须熟记基本概念和规律,这是学好物理的最先要的条件,是学好物理的最基本要求,没有这一步,下面的学习无从谈起。

### 2. 理解

全面、深入、准确地理解物理概念、物理规律

(1)要在更广泛的知识 and 更普遍的背景材料上把握物理概念、物理规律。

理解和掌握物理概念、物理规律就需要对概念、规律的提出、建立有一定的了解,对概念、规律内容的各种表达形式(文字的和数字的)有清楚的认识,能理解它们的确切含义,理解它们的成立条件和适用范围,理解它们在物理理论大厦中的位置,会应用它们分析问题。在复习前考生对此已经有一定的认识、理解,但是应该知道,基本物理概念、物理规律揭露了客观事物的本质,是人类经过长期曲折的历史过程的结晶,具有深刻的、丰富的意义,对它们的实质和意义的理解是分层次的,在高中一、二年级学习时的理解是低层次的,例如对力的概念的理解包括对具体的力(重力、弹力、摩擦力、电场力、安培力、洛伦兹力等)的概念的理解,也包括对一般、抽象的力的概念的理解,还包括力作用于物体产生不同的效果的理解等。我们需要从不同的角度来理解力的概念,我们在繁杂的力学问题中,在带电粒子在电场和磁场运动问题中,遇到各种各样的力,通过这些问题不断加深对不同性质的力的理解,也不断加深对抽象的普遍的力的概念的理解。如:物体沿斜面下滑支持力不做功(斜面不动),这是常见的情况,但不能得出支持力总不做功的错误结论。支持力的特点是方向垂直斜面,如斜面可动,支持力可以做正功,也可以做负功;静摩擦力可以使物体加速,也可以使物体减速,可以做正功、做负功、不做功,但一对静摩擦力总不做功(做功代数和为零);滑动摩擦力可以使物体减速,也可以使物体加速,可以做正功、做负功,但一对滑动摩擦力总做负功,系统克服一对滑动摩擦力做的功等于系统内能的增加量;力产生加速度,反之如果发现物体有加速度就判定一定是力产生的等等。

类似的问题很多,我们应该不断总结、归纳。例如,电场强度的定义,应该清楚有两种电场:静止电荷产生的电场和随时间变化的磁场产生的电场。定义对这两种电场都适用,它是电场强度的普遍定义。这两种电场的性质不同,静止电荷产生的静电场,其电场线起于正电荷终止于负电荷,不可能闭合。变化磁场产生的涡旋电场,其电场线没有起点、终点,是闭合的。电动势的本质是非静电力移动电荷做的功,电感线圈中的自感电动势、变压器副线圈中的感应电动势都是涡旋电场力产生的。

应该注意,对基本物理概念、物理规律的深刻理解不可能一次完成,它需要一个反复加深认识的过程。遇到新的现象、新的问题、新的领域,我们都需要重新认识、体会有关概念、规律的准确含义。这样我们就不断在越来越广泛的知识 and 背景上来把握概念、规律,从而对它们的理解就更全面、深入和准确。

(2)概念与规律紧密联系

应该知道,物理概念、物理规律揭露物理现象的本质,物理规律建立了有关物理量间的联系,它们之间是紧密联系的。如果把它们隔离开来,脱离物理规律、死背概念定义或脱离概念、形式上对待规律内容,是不可能很好理解和掌握物理概念、规律的。我们应该主要通过规律来理解概念,通过概念来掌握规律。例如:功的概念除抓住功的定义式外,应该着重从动能定律、功能关系、热力学第一定律、普遍的能量守恒与转化定律等角度来理解,即从能量变化、转化的角度来理解。在电学中、光学中,我们越来越着重从能量转化来理解功,如光电效应中电子脱离金属的逸出功是从能量转化来理解的;动量概念应联系动量定理、特别是动量守恒定律来理解;电阻概念应该联系欧姆定律、焦耳定律等来理解。电阻的定义式,按欧姆定律,我们来体会电阻的阻碍作用。串联电阻、并联电阻的等效电阻也由  $U$  与  $I$  的比来理解。从焦耳定律来体会电阻是消耗电能转化为内能的元件等。



(3) 比较易混淆的物理概念、规律. 比较容易混淆的物理概念、规律的异同、区别和联系有利于准确理解概念、规律的准确含义. 例如: 动量和动能都是描述物体运动状态的, 都与物体的质量、速度有关. 但动量是矢量, 与动量有关的规律是动量定理和动量守恒定律, 动能是标量, 与动能有关的规律是动能定理、机械能守恒定律、功能关系等. 动量的大小与动能间存在关系; 做功与传热都是改变物体内能的两种方式, 在使物体内能变化上功与热量是等效的, 功、热量、能量的单位也相同. 但传热发生在存在温度差的两物体之间, 是物理间内能传递的一种方式. 做功与两物体间的温度差无关, 是物体间其他形式能与内能转化的一种方式; 还有电场强度、电场力、电势的区别、联系等.

### 3. 积累

积累是学习物理过程中记忆后的工作. 在记忆的基础上, 不断搜集来自课本和参考资料上的许多有关物理知识的相关信息, 这些信息有的来自一题, 有的来自一道题的一个插图, 也可能来自一小段阅读材料等等. 在搜集整理过程中, 要善于将不同知识点分析归类, 在整理过程中, 找出相同点, 也找出不同点, 以便于记忆. 积累过程是记忆和遗忘相互斗争的过程, 但是要通过反复记忆使知识更全面、更系统, 使公式、定理、定律的联系更加紧密, 这样才能达到积累的目的, 绝不能像狗熊掰棒子式的重复劳动, 不加思考地机械记忆, 其结果只能使遗忘的比记忆的还多.

### 4. 总结

物理知识是分章分节的, 物理考纲要求之内容也是一块一块的, 它们既相互联系, 又相互区别, 所以在物理学习过程中要不断进行小综合, 等高三年级知识学完后再进行系统大综合. 这个过程对同学们能力要求较高, 章节内容互相联系, 不同章节之间可以互相类比, 真正将前后知识融会贯通, 连为一体, 这样就逐渐从综合中找到知识的联系, 同时也找到了学习物理知识的兴趣.

要善于总结, 把所学的物理知识、物理规律理解清楚, 切忌一知半解, 模糊不清.

各种物理规律总是寓于力学、运动学、电学、光学、原子物理等形形色色的物理现象之中, 它们联系密切又千变万化. 因此, 学习物理除了要勤于思考、善于分析外, 也要学会总结, 提纲挈领, 把“厚书”变“薄”, 又要学会举一反三, 联系到与之相联系的知识, 会将“薄书”变“厚”. 这样, 将知识系统化, 纲领化, 就如同鱼网一样, 收的拢, 撒得开, 张网撒一片, 收网几条线. 物理知识必然井然有序, 条理分明.

对于每一章的复习, 勤于总结, 首先要学会写一个“知识结构小结”, 可以包括: 全章几个部分? 分别讲了些什么? 各部分之间的关系如何? 哪些是重点? 这章学了哪些物理现象、概念、规律、公式? 这些规律是如何得来的? 各概念的物理意义是什么? 它们与规律之间有什么关系? ……

知识小结应当提纲挈领, 层次分明, 内容准确. 小结的形式可以多样化, 文字型、方框图、表格式、树型结构等等均是可以采用的.

其实, 小结的过程, 也是认识再提高的过程. 每次认真做完一次知识小结, 就如同登上一个新的高峰, 立足高处, 俯瞰全局, 奇景观, 尽收眼底. 经过总结的知识, 既易融会贯通, 又便于理解和记忆.

物理学习最忌讳的就是对所学的知识一切都模糊不清, 各知识点混淆在一起, 变成了一锅粥. 遇到题目, 觉得是这个知识点的, 又觉得是那个知识点的, 分不清楚, 左右为难. 现在有些同学觉得拿起题目无从下手, 我想大概就在于不善小结, 各知识点模糊不清的缘故吧.

### 5. 提高

有了前面知识的记忆和积累, 再进行认真综合, 就能在解题能力上有所提高. 所谓提高能力, 说白了就是提高解题、分析问题的能力, 针对一题目, 首先要看是什么问题——力学, 热学, 电磁学, 光学还是原子物理, 然后再明确研究对象, 结合题目中所给条件, 应用相关物理概念、规律, 也可用一些物理一级、二级结论, 才能顺利求得结果. 可以想象, 如果物理基本概念不明确, 题目中给的条件或隐含的条件看不出来, 或解题所用的公式不对或该用一、二级结论, 而用了原始公式, 都会使解题的速度和正确性受到影响, 考试中得到高分就成了空话. 提高首先是解决问题熟练, 然后是解法灵活, 而后在解题方法上有所创新. 这里面包括对同一题的多解, 能从多解中选中一种最简单的方法; 还包括多题一解, 一种方法去顺利解决多个类似的题目. 真正达到灵巧运用, 信手拈来的程度.

综上所述, 学习物理大致有六个层次, 即首先听懂、而后记住、练习会用、逐渐熟练、熟能生巧、有所创新, 从基础知识最初目标, 最终达到学习物理的最高境界.

在物理学习过程中, 依照从简单到复杂的认知过程, 对照学习的六个层次, 逐渐发现自己所在的位置及水平, 找出自己的不足, 进而确定自己改进和努力的方向.

高中阶段的学习是为大学学习做准备的, 对同学们自学能力提出了更高的要求, 以上所述的物理学习的基本过程——记忆、理解、积累、总结、提高就是对自己自学能力的培养过程, 掌握了学习的方法, 对物理有了兴趣, 了解了物理这门实验学科与实际结合比较紧密的特点, 经过自己艰苦的努力, 一定会把高中物理学好.



## 第八章 动量

## 第一节 冲量和动量

## 重难点解读

## 1. 冲量的概念

(1) 冲量的定义:力和力的作用时间的乘积叫做力的冲量,冲量是描述力对物体作用的时间累积效应的物理量.例如,汽车启动时,为了达到一定的速度,必须要有牵引力并且还得作用一段时间.当汽车牵引力较大时,它在较短时间就可以达到这个速度;而当汽车牵引力较小时,就需要较长时间才达到这个速度.可见力和力作用时间的乘积可以用来描述力的作用效果.力的冲量记为  $I = Ft$ ,只要力和力的作用时间的乘积保持不变,它对物体的作用效果就应该是一样的.特别要注意不能把力对物体的冲量说成是“物体的冲量”.

力的冲量是一个过程量.在谈及冲量时,必须明确是哪个力在那段时间上的冲量.

(2) 冲量的矢量性:因为力是矢量,所以冲量也是矢量.但冲量的方向一般并不是力的方向,如果在作用时间内作用力为恒力(大小和方向都不变)时,冲量的方向与力的方向是一致的.在动量定理一节中,我们会知道,冲量的方向是物体动量变化的方向.

(3) 冲量的单位:冲量的单位由力的单位和时间的单位共同决定,在国际单位制中,冲量的单位是牛·秒,国际符号为  $N \cdot s$ .

(4) 力和冲量的区别及联系:力  $F$  和力的冲量  $Ft$  都是描述力对物体作用的物理量,都是矢量.但力是瞬时作用量,有力的作用,物体的运动状态就会发生变化,即产生加速度,而力的冲量是一个与时间有关的过程作用量,要改变物体的速度必须经过一段时间的作用才能实现.此外,冲量的方向有时不是力的方向.

(5) 冲量的计算:冲量的表达式  $I = Ft$  只适用于计算恒力的冲量,要计算变力的冲量一般可利用动量定理.对于多个恒力的作用,即计算合外力的冲量,可分两种情况:第一种情况,当各个力作用的时间相同时,  $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} \cdot t$ ;第二种情况,当各个力作用的时间不等时,  $I_{\text{合}} = F_1 t_1 + F_2 t_2 + F_3 t_3 + \dots$ , 是每个力冲量的矢量和.

## 名师诠释

◆ [考题1] 如图 8-1-7 所示,在倾角  $\alpha = 37^\circ$  的斜面上,有一质量为  $m = 5\text{kg}$  的物体沿斜面滑下,物体与斜面间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ,求物体下滑 2s 的时间内,物体所受各力的冲量及合力的冲量.(取  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ )

[解析] 重力的冲量为  $I_G = mgt = 5 \times 10 \times 2\text{N} \cdot \text{s} = 100\text{N} \cdot \text{s}$ , 方向竖直向下.

支持力的冲量  $I_{F_N} = F_N t = mg \cos \alpha \cdot t = 5 \times 10 \times \cos 37^\circ \times 2\text{N} \cdot \text{s} = 80\text{N} \cdot \text{s}$ , 方向垂直于斜面向上.

摩擦力的冲量  $I_{F_f} = F_f t = \mu mg \cos \alpha \cdot t = 0.2 \times 5 \times 10 \times \cos 37^\circ \times 2\text{N} \cdot \text{s} = 16\text{N} \cdot \text{s}$ , 方向沿斜面向上.

合力的冲量  $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t = (mgsin\alpha - \mu mg \cos \alpha) t = (5 \times 10 \times \sin 37^\circ - 0.2 \times 5 \times 10 \times \cos 37^\circ) \times 2\text{N} \cdot \text{s} = 44\text{N} \cdot \text{s}$ , 方向沿斜面向下.

[答案]  $I_G = 100\text{N} \cdot \text{s}$ ,  $I_{F_N} = 80\text{N} \cdot \text{s}$ ,

$I_{F_f} = 16\text{N} \cdot \text{s}$ ,  $I_{\text{合}} = 44\text{N} \cdot \text{s}$ .

[点评] 物体沿斜面下滑过程中,受重力、支持力和摩擦力的作用,由于各力都是恒力,可以由公式  $I = Ft$  求冲量;由于各力同时作用于物体,合力的冲量可由合力乘以时间求得,即  $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t$ .

合力的冲量也可由各外力冲量的矢量和求出,即  $I_{\text{合}} = I_G \sin \alpha - I_{F_f} = (100 \times 0.6 - 16)\text{N} \cdot \text{s} = 44\text{N} \cdot \text{s}$ ;力的冲量只与  $F$  和  $t$  有关,与物体的运动状态无关,若物体静止在斜面上,各力的冲量的求解方法与本题的方法相同.

◆ [考题2] 如图 8-1-8 所示,质量相同的 A、B 两物体,从高度相同的两光滑斜面的顶端无初速度下滑到各自斜面底端的过程中( ).

- A. 重力的冲量相同      B. 弹力的冲量相同  
C. 合力的冲量相同      D. 以上说法均不对

[解析] 选 D. 如图 8-1-9 所示,由于物体在斜面上加速下滑,加速度  $a$  及合外力沿斜面向下.将重力  $mg$  正交分解成  $G_1$  与  $G_2$ ,  $F_N$  的大小等于  $G_2$ . 合力为  $G_1 = mgsin\theta = ma$ ,  $a = gsin\theta$ . 又设斜面长为  $s$ , 下滑时间为  $t$ , 则有

$$s = \frac{h}{\sin\theta} = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} gsin\theta \cdot t^2, t = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{1}{\sin\theta}}$$

由于  $\alpha \neq \beta$ , 故  $t_A \neq t_B$ , 由重力的冲量  $mg \cdot t$  可知, A 选项错误. 由于  $\alpha \neq \beta$ , A、B 所受合外力的方向都沿各自的斜面向下, 合力的冲量的方向不同, C 选项错误. 同理, 斜面支持力  $F_N$  的方向垂直于各自的斜面, 方向不同, 故弹力的冲量方向不同, B 选项错误.

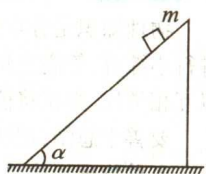


图 8-1-7

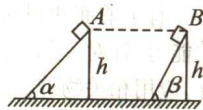


图 8-1-8

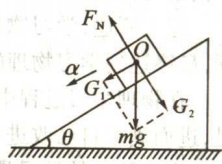


图 8-1-9

## 2. 动量的概念

(1) 动量的定义: 物体的质量和运动速度的乘积叫做物体的动量, 记作  $p = mv$ . 动量是动力学中反映物体运动状态的物理量, 是状态量. 在谈及动量时, 必须明确的是物体在哪个时刻或哪个状态所具有的动量. 在中学阶段, 动量表达式的速度一般是以地球为参照物的.

(2) 动量的矢量性: 动量是矢量, 它的方向与物体的速度方向相同, 服从矢量运算法则.

(3) 动量的单位: 动量的单位由质量和速度的单位共同决定, 在国际单位制中,  $N \cdot s$  与动量的单位  $kg \cdot m/s$  是等价的, 但这两个单位不能混用.

(4) 动量的变化: 动量是矢量, 当动量发生变化时, 动量的变化为  $\Delta p = p_x - p_m$ . 应运用平行四边形定则进行运算. 如图 8-1-1 所示, 当初态动量和末态动量不在一条直线上时, 动量变化由平行四边形定则进行运算. 动量变化的方向一般与初态动量和末态动量的方向不相同. 当初、末动量的方向在一直线上时可通过选定正方向将  $\Delta p = p_x - p_m$  化成代数运算.

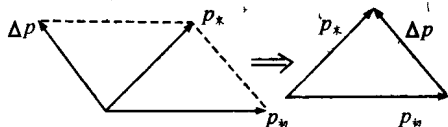


图 8-1-1

(5) 动量与速度的区别: 动量和速度都是描述物体运动状态的物理量. 它们都是矢量, 动量的方向与速度的方向相同. 速度是运动学中描述物体运动状态的物理量, 在运动学中只需知道物体的快慢, 而无须知道物体的质量. 例如两个运动员跑百米, 是比速度的大小, 而无须考虑运动员的质量; 动量是动力学中描述物体运动状态的物理量, 可以直接反映物体受到外力的冲量后, 其机械运动的变化情况, 动量是与冲量及物体运动变化的原因相联系的.



## 方法技巧

### 3. 冲量的计算方法

(1) 若物体受到大小、方向都不变的恒力作用, 力的冲量的数值等于力与作用时间的乘积, 冲量的方向与恒力方向一致; 若力的方向不变, 大小随时间均匀变化, 则该力的冲量可以用平均力计算; 若力为一般变力则不能直接计算冲量.

(2) 冲量的绝对性. 由于力和时间均与参考系无关, 所以力的冲量也与参考系的选择无关.

(3) 冲量的计算公式  $I = F \cdot t$  只适用于计算恒力的冲量. 根据  $I = F \cdot t$  计算冲量时, 只考虑该力和其作用时间的两个因素, 与该冲量作用的效果无关.

(4) 冲量的运算服从平行四边形定则. 如果物体所受的每一个外力的冲量都在同一条直线上, 那么选定正

[点评] 对于冲量的计算应从受力和受力时间上去入手, 应弄清是哪个力的冲量, 该力多大, 什么方向, 然后根据冲量定义去运算. 对于冲量的比较则不仅要注意其大小, 更要注意其方向, 二者皆相同, 则谓之相同, 初学者往往只重视其大小, 而忽视其方向.

◆ [考题 3] 2005 年我国自行研制的“神舟”6 号载人飞船的成功发射与返回, 标志着我国已进入航天大国行列, 向科技大国又前进了一大步. 火箭和飞船在起飞的一小段时间内可以认为是匀加速竖直上升的, 已知某火箭总质量为 10 吨, 点火起飞后 2 秒上升 2 米的高度, 求火箭推力在这 2 秒内的冲量以及火箭动量的变化. (忽略空气阻力,  $g = 10 m/s^2$ )

[解析] 先分析火箭受力, 根据牛顿第二定律及运动学公式求出火箭推力及 2 秒末的速度, 再确定推力的冲量及火箭动量的变化. 以竖直向上为正方向. 火箭做初速度为零的匀加速直线运动.

$$\text{据 } s = \frac{1}{2} at^2, \text{ 得 } a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 2}{2^2} m/s^2 = 1 m/s^2.$$

$$\text{由 } v_t = at, \text{ 得 } v_t = 1 \times 2 m/s = 2 m/s,$$

火箭动量的变化

$$\begin{aligned} \Delta p &= p' - p = mv_t - 0 = 10 \times 1000 \times 2 kg \cdot m/s \\ &= 2 \times 10^4 kg \cdot m/s, \end{aligned}$$

方向竖直向上.

由牛顿第二定律  $F_{\text{合}} = ma$ ,

得  $F - G = ma, \therefore F = G + ma$ .

$$\begin{aligned} F &= m(g + a) = 10 \times 10^3 \times (10 + 1) N \\ &= 1.1 \times 10^5 N. \end{aligned}$$

火箭推力的冲量

$$I = F \cdot t = 1.1 \times 10^5 \times 2 N \cdot s = 2.2 \times 10^5 N \cdot s,$$

方向竖直向上.

[点评] 该题以最近我国发生的重大科技事件为材料, 这也是近几年高考出题的方向, 请同学们多留意我国或世界上近期发生的重大科技事件, 并抽象为物理模型, 加以训练.

◆ [考题 4] 足球比赛中, 一质量为 0.5 kg 的足球以 30 m/s 的水平速度向东飞来, 被某个运动员迎面一脚踢回, 球飞回时速度水平向西, 速度大小为 40 m/s, 求足球被踢前后动量的变化?

[解析] 以向东的水平方向为正方向, 由  $\Delta p = mv' - mv$ , 得:

$$\Delta p = 0.5 \times (-40) kg \cdot m/s - 0.5 \times 30 kg \cdot m/s = -35 kg \cdot m/s.$$

结果动量的变化为负值, 说明其方向水平向西, 与规定的正方向相反.

[点评] 常见错解: 由  $\Delta p = mv' - mv$ , 得:

$$\Delta p = 0.5 \times 40 kg \cdot m/s - 0.5 \times 30 kg \cdot m/s = 5 kg \cdot m/s.$$

错解分析: 产生错误的原因是忽略了动量的矢量性而错误的将动量的变化  $\Delta p = mv' - mv$  这一矢量式, 直接按标量式进行计算.

避免此类错误的方法是: 在进行动量运算前先规定正方向, 然后确定在同一直线上的各个矢量的正、负号, 最后才能将  $\Delta p = mv' - mv$  这样的矢量式转换为将各矢量带着正、负号进行运算的标量式. 这一点请同学们务必牢记于心.



方向后,每个力冲量的方向可以用正负号表示,此时冲量的运算就可简化为代数运算.

(5)冲量是过程量,讲冲量必须明确研究对象和作用过程,即必须明确是哪个力在哪段时间内对哪个物体的冲量.

(6)计算冲量时,一定要明确是计算分力的冲量还是合力的冲量.如果是计算分力的冲量还必须明确是哪个分力的冲量.

(7)在  $F-t$  图象下的面积就是力的冲量.如图 8-1-2 所示,若求变力的冲量,仍可用“面积法”表示,如图 8-1-3.

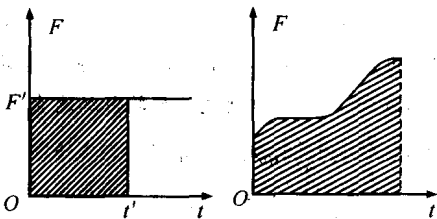


图 8-1-2

图 8-1-3



#### 4. 动量与动能的区别及其联系

	动量	动能
定义	$p = mv$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
单位	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$	J
性质	矢量	标量
物理意义	反映运动物体的作用效果,是描述物体运动状态的物理量	反映运动物体所具有的能量
联系	动量和动能都是状态量,彼此大小满足 $p = \sqrt{2mE_k}$ 或 $E_k = p^2/2m$ . 要注意 $\Delta p^2 = 2m \cdot \Delta E_k$ 未必成立.	

说明:关于过程量与状态量

过程量:要经过一段时间(或一段位移)才能实现的物理量:如位移、功、冲量等.

状态量:物体在某一时刻或某一位置所具有的物理量:如速度、动能、动量等.

#### 5. 冲量与功的区别

(1)冲量是矢量,功是标量.

(2)由  $I = F \cdot t$  可知,有力作用,这个力一定会有冲量,因为时间  $t$  不可能为零.但是由功的定义式  $W = F \cdot s \cos\theta$  可知,有力作用,这个力却不一定做功.

例如:在斜面上下滑的物体,斜面对物体的支持力有冲量的作用,但支持力对物体不会做功;做匀速圆周运动的物体,向心力对物体会产生冲量的作用,但向心力对物体不会做功;处于水平面静止的物体,重力不做功,但在一段时间内重力的冲量不为零.

◆ [考题 5] 竖直上抛一小球,后又落回原地.小球运动时所受空气阻力大小不变,则( ).

- A. 从抛出到落回原地的时间内,重力的冲量为零
- B. 上升阶段空气阻力的冲量小于下落阶段空气阻力的冲量
- C. 从抛出到落回原地的时间内,空气阻力的冲量为零
- D. 上升阶段小球的动量变化大于下落阶段小球的动量变化

[解析] 从抛出到落回原地的时间内,恒定不变的重力不为零,重力作用时间也不为零,故 A 项错误.

由牛顿第二定律知,上升到下降阶段的加速度分别为:

$$a_{\uparrow} = g + \frac{F}{m}, a_{\downarrow} = g - \frac{F}{m}$$

由运动学公式可得,上升和下降的时间分别为:

$$t_{\uparrow} = \sqrt{\frac{2H}{g + \frac{F}{m}}}, t_{\downarrow} = \sqrt{\frac{2H}{g - \frac{F}{m}}}, \text{且 } t_{\uparrow} < t_{\downarrow}$$

上升和下降阶段空气阻力的冲量分别为:  $I_{\uparrow} = F \cdot t_{\uparrow}, I_{\downarrow} = F \cdot t_{\downarrow}$ , 显然有  $I_{\uparrow} < I_{\downarrow}$ , 选项 B 正确.

从抛出到落回原地的时间内,上升阶段  $I_{\uparrow}$  的方向向下,下降阶段  $I_{\downarrow}$  的方向向上,规定竖直向上为正方向,空气阻力的冲量  $I = I_{\downarrow} - I_{\uparrow} > 0$ , 表明冲量方向向上,故选项 C 错误.

规定竖直向上为正方向,上升阶段的动量变化:

$$\Delta p_{\uparrow} = 0 - mv_1 = -m\sqrt{2a_{\uparrow}H} = -\sqrt{2mH(mg + F)}$$

$$\text{同理 } \Delta p_{\downarrow} = -mv_2 - 0 = -mv_2 = -m\sqrt{2a_{\downarrow}H} = -\sqrt{2mH(mg - F)}$$

式中负号均表示动量变化的方向竖直向下,显然,  $\Delta p_{\uparrow}$  大于  $\Delta p_{\downarrow}$  的大小,选项 D 正确.故本题选 B、D 项.

[点评] 分析比较冲量或动量的变化,可根据基本概念去思考.应注意,从抛出到落回原地的时间内,空气阻力是变力,但在上升和下降阶段分别是恒力,所以应分段计算各段的冲量,再求总冲量.千万不要认为  $I = F \cdot (t_{\uparrow} + t_{\downarrow})$ .

◆ [考题 6] 在光滑水平面上有质量均为 2kg 的 a、b 两质点,质点 a 在水平恒力  $F_a = 4\text{N}$  作用下由静止出发运动 4s,质点 b 在水平恒力  $F_b = 4\text{N}$  作用下由静止出发移动 4m. 比较这两质点所经历的过程,可以得到的正确结论是( ).

- A. a 质点的位移比 b 质点的位移大
- B. a 质点的末速度比 b 质点的末速度小
- C. 力  $F_a$  做的功比力  $F_b$  做的功多
- D. 力  $F_a$  的冲量比力  $F_b$  的冲量小

[解析] 两质点的加速度均为  $a = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} \text{m/s}^2 = 2 \text{m/s}^2$ ,

a 质点在 4 秒内的位移  $s_a = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 \text{m} = 16\text{m} > s_b = 4\text{m}$ . A 正确.

4 秒末 a 质点的速度  $v_a = at = 2 \times 4 \text{m/s} = 8 \text{m/s}$ ,

b 质点运动 4m 时的速度  $v_b = \sqrt{2as_b} = \sqrt{2 \times 2 \times 4} \text{m/s} = 4 \text{m/s}$ .  $v_a > v_b$ , B 错误.

(3)冲量是力在时间上的积累,而功是力在空间上的积累.这两种积累作用可以在“ $F-t$ ”图象和“ $F-s$ ”图象上用面积表示.

如图8-1-4所示,(a)图中的曲线是作用在某一物体上的力 $F$ 随时间 $t$ 变化的曲线,图中阴影部分的面积就表示力 $F$ 在时间 $\Delta t = t_2 - t_1$ 内的冲量.

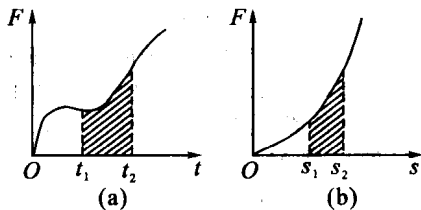


图8-1-4

(b)图中的曲线是作用在某一物体上的力 $F$ 随位移 $s$ 变化的曲线,图中阴影部分的面积就表示力 $F$ 在位移 $s = s_2 - s_1$ 上做的功.

### 6. 平抛运动中的动量、冲量问题

例:将质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小球,从距水平地面高 $h = 5\text{m}$ ,以初速度为 $v_0 = 10\text{m/s}$ 水平抛出.求(1)平抛运动过程中小球动量的增量 $\Delta p$ ; (2)小球落地时的动量 $p'$ ; (3)飞行过程中小球所受的合外力的冲量 $I$ . (取 $g = 10\text{m/s}^2$ )

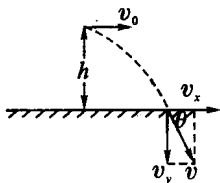


图8-1-5

分析:如图8-1-5所示,水平方向 $v_0$ 不变,故 $\Delta v_x = 0$ ;竖直方向为自由落体运动, $\Delta v_y = gt$ .

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \text{落地时间 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1\text{s}.$$

(1)因为水平方向上是匀速运动, $v_0$ 保持不变,所以小球的速度增量 $\Delta v = \Delta v_y = gt = 10\text{m/s}$ ,所以 $\Delta p = \Delta p_y = m\Delta v = 10\text{kg} \cdot \text{m/s}$ .方向竖直向下.

(2)由速度合成知,落地速度

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{10^2 + 10^2}\text{m/s} = 10\sqrt{2}\text{m/s}.$$

所以小球落地时的动量大小为

$$p' = mv = 10\sqrt{2}\text{kg} \cdot \text{m/s}.$$

由图知 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{10}{10} = 1$ ,则小球落地的动量的方向与水平方向的夹角为 $45^\circ$ 且斜向下.

(3)小球飞行过程中只受重力作用,所以合外力的冲量为 $I = mgt = 1 \times 10 \times 1\text{N} \cdot \text{s} = 10\text{N} \cdot \text{s}$ ,方向竖直向下.

小结:不在同一直线上的动量变化的求法

设初动量为 $p_1$ ,末动量为 $p_2$ ,在这一过程中动量的变化为 $\Delta p$ .这说明物体的动量从 $p_1$ 变化 $\Delta p$ 后到 $p_2$ ,如图8-1-6

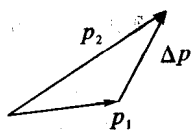


图8-1-6

图8-1-6所示,则 $p_2$ 相当于 $p_1$ 和 $\Delta p$ 的合矢量.

因此,求不在同一直线上的动量增量相当于已知合矢量 $p_2$ 和一分矢量 $p_1$ ,求另一分矢量问题.可用矢量三角形法则来求.

$$W_a = F \cdot s_a = 4 \times 16\text{J} = 64\text{J}, W_b = F \cdot s_b = 4 \times 4\text{J} = 16\text{J}. \text{C 正确.}$$

$$I_a = F_a \cdot t_a = 4 \times 4\text{N} \cdot \text{s} = 16\text{N} \cdot \text{s}, \text{由 } \frac{1}{2}at_b^2 = s_b, \text{得}$$

$$t_b = \sqrt{\frac{2s_b}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{2}}\text{s} = 2\text{s},$$

$$I_b = F_b \cdot t_b = 4 \times 2\text{N} \cdot \text{s} = 8\text{N} \cdot \text{s}, I_a > I_b, \text{D 错误. 答案:A、C.}$$

[点评] 熟练分析物体运动过程,掌握基本公式和概念是解答本题的关键.

◆ [考题7] 如图8-1-10所示,一个质量是 $0.2\text{kg}$ 的钢球,以 $2\text{m/s}$ 的速度斜射到坚硬的大理石板上,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 $2\text{m/s}$ .试求出钢球动量变化的大小和方向.

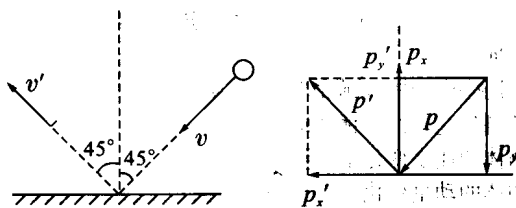


图8-1-10

图8-1-11

[解析]  $p'_x = px, \Delta p = \Delta py = \Delta py' - (-py) = p\cos 45^\circ \times 2 = \sqrt{2}mv. \Delta p$ 方向竖直向上.  $\sqrt{2}mv = \sqrt{2} \times 0.2 \times 2\text{kg} \cdot \text{m/s} = 0.57\text{kg} \cdot \text{m/s}.$

◆ [考题8] 两个质点A和B的质量都为 $m = 2\text{kg}$ ,它们的初速度方向相反,A做角速度为 $\omega = \frac{\pi}{3}\text{rad/s}$ ,速率为 $v_1 = 2\sqrt{3}\text{m/s}$ 的匀速圆周运动,B以初速度 $v_2 = \sqrt{3}\text{m/s}$ 在恒力 $F$ 作用下运动,力 $F$ 的方向与初速度方向垂直,如图8-1-12,要使某时刻二者的动量相等,求力 $F$ 的值.

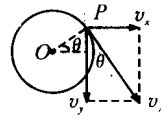
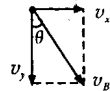
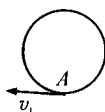


图8-1-12

图8-1-13

图8-1-14

[解析] 对于质点B做类平抛运动,要使A、B动量相等,则A、B的速度大小相等、方向相同. B的速度如图8-1-13. 由 $v_B = v_A = v_1, v_x = v_2$ 知: $v_y = 3\text{m/s}, \theta = 30^\circ$ ,由B的速度方向可知A须转到如图

8-1-14所示P点, $t = \frac{k \cdot 2\pi + \frac{4}{3}\pi}{\omega} = 6k + 4$ ,则由 $v_y = \frac{F}{m} \cdot t$ 可求得结果:

$$F = \frac{3}{3k+2}(k=0,1,2,\dots).$$

[点评] 对于平抛运动等曲线运动,通常将其分解为分运动进行考虑,对于动量、速度相等可分别从大小相等、方向相同结合讨论寻求解题途径.



## 能力·题型训练

**测试1** 水平桌面上叠放着两本书,  $B$  在  $A$  的上面, 若用猛力拉  $A$  书, 可快速抽出  $A$ ,  $B$  落在原处; 若用持续的水平力轻拉  $A$  书, 则  $B$  随  $A$  一同加速移动, 下列关于  $B$  所受冲量大小的说法中, 正确的是( )。

- A. 用猛力拉时, 冲量大    B. 用猛力拉时, 冲量小  
C. 持续拉时, 冲量大    D. 持续拉时, 冲量小

**测试2** 关于物体的动量, 下列说法中正确的是( )。

- A. 物体的动量越大, 其惯性也越大  
B. 同一物体的动量越大, 其速度一定越大  
C. 物体的加速度不变, 其动量一定不变  
D. 运动物体在任一时刻的动量方向一定是该时刻的速度方向

**测试3** 下列说法中, 正确的是( )。

- A. 做匀速圆周运动的物体的动量不变  
B. 一个物体的速度变化了动量必定变化  
C. 一个物体的动量变化了速率必定变化  
D. 凡是做曲线运动的物体动量都在变化

**测试4** 重  $100\text{N}$  的物体静止在水平面上, 物体与地面间的动摩擦因数为  $0.4$ , 现用水平推力  $F = 30\text{N}$  作用于物体上, 在  $2\text{s}$  时间内, 物体受到的合外力的冲量大小为( )。

- A.  $80\text{N}\cdot\text{s}$     B.  $60\text{N}\cdot\text{s}$     C.  $-20\text{N}\cdot\text{s}$     D.  $0$

**测试5** 图 8-1-15 的四个子图描述的是竖直上抛物体的动量增量随时间变化的曲线和动量变化率随时间变化的曲线。若不计空气阻力, 取竖直向上为正方向, 那么( )。

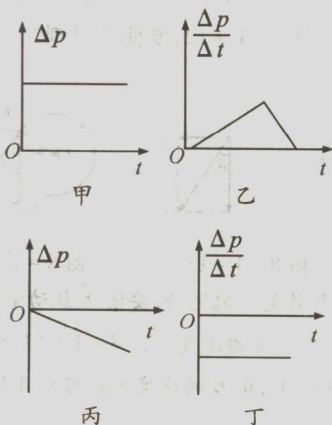


图 8-1-15

- A. 动量增量随时间变化的图线是甲图  
B. 动量变化率随时间变化的图线是乙图  
C. 动量增量随时间变化的图线是丙图  
D. 动量变化率随时间变化的图线是丁图

**测试6** 如图 8-1-16 所示, 质量为  $m$  的小滑块沿倾角为  $\theta$  的斜面向上滑动, 再经过时间  $t_1$  速度为零后又下滑, 再经过时间  $t_2$  回到斜面底面, 滑块

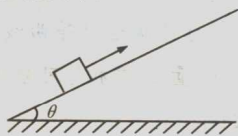


图 8-1-16

## 点击考点

## 测试要点 1

## 测试要点 2、4

## 测试要点 2

## 测试要点 6

## 测试要点 2、6

## 测试要点 2

## 测试要点 1、3

## 测试要点 3、5

## 测试要点 2

## 测试要点 2、6

## 测试要点 5

## 测试要点 3

在运动过程中受到的摩擦力大小始终为  $F_f$ , 在整个运动过程中, 重力对滑块的总冲量为( )。

- A.  $mg\sin\theta(t_1 + t_2)$     B.  $mg\sin\theta(t_1 - t_2)$   
C.  $mg(t_1 + t_2)$     D.  $0$

**测试7** 一只小球沿光滑水平地面运动, 撞向竖直的墙壁, 小球撞墙前后动量的变化  $\Delta p$  和动能的变化  $\Delta E_k$  有多种可能值, 其中正确的是( )。

- A. 若  $\Delta p$  最大, 则  $\Delta E_k$  最大  
B. 若  $\Delta p$  最大, 则  $\Delta E_k$  为零  
C. 若  $\Delta p$  最小, 则  $\Delta E_k$  最小  
D. 若  $\Delta p$  最小, 则  $\Delta E_k$  最大

**测试8** 如图 8-1-17 所示, 质量为  $m$  的小球以速度  $v_0$  水平抛出, 恰好与倾角为  $30^\circ$  的斜面垂直相碰, 其反弹速度的大小与抛出的速度大小相等, 则小球与斜面碰撞过程中受到的冲量大小为\_\_\_\_\_。

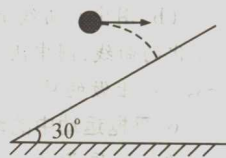


图 8-1-17

**测试9** 质量为  $0.4\text{kg}$  的小球在光滑的水平面上以  $10\text{m/s}$  的速度运动, 用一木棒猛击后, 小球以  $15\text{m/s}$  的速度向相反方向运动, 则小球动量变化的大小是\_\_\_\_\_  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ , 动量变化的方向是\_\_\_\_\_。

**测试10** 物体在水平恒力作用下, 沿水平方向做直线运动的  $v-t$  图线如图 8-1-18 所示, 比较第  $1\text{s}$  内、第  $2\text{s}$  内、第  $3\text{s}$  内三段中: \_\_\_\_\_ 物体所受的阻力最大, \_\_\_\_\_ 物体所受合力的冲量最大, \_\_\_\_\_ 物体所受合力的冲量最小。(填写“第  $1\text{s}$  内”、“第  $2\text{s}$  内”或“第  $3\text{s}$  内”)

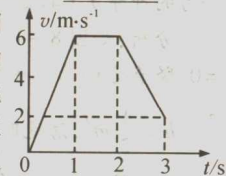


图 8-1-18

**测试11** 质量为  $m = 3\text{kg}$  的质点, 以  $v = 2\text{m/s}$  的速率绕圆心  $O$  做匀速圆周运动, 如图 8-1-19 所示, 则小球从  $A$  点到  $B$  点转过  $\frac{1}{4}$  圆周的过程中, 动量的变化量为\_\_\_\_\_, 小球从  $A$  点到  $C$  点转过半个圆周的过程中, 动量的变化量为\_\_\_\_\_, 从  $A$  点转过一周的过程中, 动量的变化量为\_\_\_\_\_。

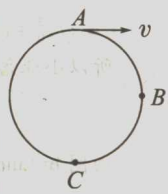


图 8-1-19

**测试12** 如图 8-1-20 所示, 质量为  $m$  的物体在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上, 由  $A$  点从静止开始下滑一段位移  $s$  到  $B$  点, 下滑过程中, 问:

- (1) 物体受哪些力的作用, 这些力作用于物体上的冲量和对物体所做的功各为多少?  
(2) 物体动量的变化如何?  
(3) 物体所受的合外力为多少? 并求合外力的冲量大小、方向及功的大小。

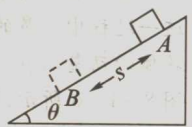


图 8-1-20