

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

## 超级练

### 物理 2

必修

浙江教育出版社

普通高中课程标准实验教材

PUTONG GAOZHONG KECHENG BIAOZHUN SHIYAN JIAOCAI

# 随堂纠错

SUITANGJIUCUO

主 编 赵力红

编 者 赵力红 汪燕青 洪小华 吕仕明

# 超 级 练

物理 2 必修

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. 2: 必修 / 赵力红著. —杭州: 浙江教育出版社, 2006.11

配人教版

ISBN 7-5338-6718-1

I. 随... II. 赵... 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 134364 号



随堂纠错超级练

物理 2 必修

主 编 赵力红  
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 10  
字 数 260 000  
版 次 2006 年 11 月第 1 版  
印 次 2006 年 11 月第 1 次  
印 数 00 001—16 000  
书 号 ISBN 7-5338-6718-1/G·6688  
定 价 13.00 元

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjeb.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(郑州中学)

庄志琳(桐乡高级中学)

朱建国(杭州外国语学校)

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)

郑青岳(玉环县教育局教研室)

林金法(温岭中学)

施 亿(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)

枯 荣(绍兴市教育局教研室)

徐 勤(杭州学军中学)

潘健男(湖州第二中学)

冯任几(湖州中学)

刘 岩(杭州第十四中学)

许军国(宁波市教育局教研室)

朱恒元(义乌中学)

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)

苗金德(绍兴鲁迅中学)

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)

胡 辛(杭州第二中学)

高 宁(杭州市第四中学)

鄢伟友(金华市教育局教研室)

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。

### 学习DIY

由学生自己总结本阶段的成功与不足,明确今后的努力方向。

### 拓展阅读

提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

### 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。

### 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,题量适宜,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。

### 自我测试卷

参照高考题型,提供囊括本章知识要点及考点的试题,供学生自我测评。

## 第五章 机械能及其守恒定律

### 5.1 追寻守恒量

#### 教材解读

#### 1. 动能和势能

#### 1. 对伽利略斜面实验的再认识

#### 典例剖析

例1 滚球是人们喜爱的一项体育运动,……你认为这个“滚球”是什么?为什么?

解析 滚球在运动过程中,其动能和势能不断地相互转化。

答案 见解析。

#### 同步训练

#### 理解巩固

2. 相互作用的物体系统既\_\_\_\_\_而具有的能叫做势能。

#### 发展提高

6. 对于伽利略斜面实验,若小球与斜面间的摩擦力及空气阻力不能忽略,……这种情况还能说明小球在运动过程中能量是不变的吗?

#### 高考链接

7. (2000·上海卷)行驶中的汽车制动后滑行一段距离,最后停下;……上述不同现象中所包含的相同的物理过程是\_\_\_\_\_。

#### 拓展阅读

英格兰石阵之谜

图5.1-5 英格兰石阵之谜 英格兰石阵之谜。

#### 自我测试卷

#### 一、选择题

1. 光滑水平面上有一个质量为 $30\text{ kg}$ 的物体,……则拉力做功为\_\_\_\_\_。

1. 相等 守恒 动能 能 2. 位置 运动 3. A、D、F 4. C、E 5. C

#### 参考答案

#### 参考答案

提供全书所有习题的标准答案。

## 出版前言

作为深入贯彻新课程标准精神、全面体现最新教学理念的一个新的尝试,我社精心编辑出版了这套“随堂纠错超级练”丛书,以满足当前高中各科教学的急需。

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,回顾往年高考的考点与热点,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,遵照《浙江省高中新课程实验教学指导意见》的要求,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。其中,“理解巩固”是全体学生在模块学习后要达到的要求,重在学科基本概念、理论以及知识的理解与记忆;“发展提高”是指部分学生在模块学习后可以达到的较高要求,旨在提高学生对所学知识、概念、原理的应用以及与生产生活的结合能力;而“高考链接”则是根据知识点选择历年有代表性的高考真题,让学生试做,以同步了解往年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,本书在同步训练及自我测试卷部分的附栏,预留了一定空间,以方便学生进行自我“纠错在线”和归纳、总结、记录纠错心得。

为了更好地与当前的实际教学模式接轨,实践“自我学习”的精神,除上述板块外,我们还增加了“拓展阅读”,提供与教材有关的阅读资料,让学生通过阅读与探究拓展视野,发散思维,形成开放的学习平台。

此外,每章后均附有自我测试卷,供学生自我测评。

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。同时,为了方便教师教学,我们还配套了《教师用书》。除此书的全部内容外,《教师用书》还涵盖了部分题目的解题提示、所有计算题的详细过程、以及一些学生常见错误的归纳及剖析。

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。

# 《随堂纠错超级练》丛书读者意见反馈卡



尊敬的读者：

感谢您使用本丛书。为了不断提高本丛书的质量，更好地为您服务，我们恳切希望您在使用过程中，对本丛书内容的科学性、习题的新颖和难易度，以及本丛书的整体设计、印刷质量等方面提出宝贵意见与建议，我们将认真地对待您的来信并及时加以改进。

来信请寄：浙江教育出版社中学理科编辑室收(地址：杭州市天目山路40号，邮编：310013)；或发送电子邮件到zjyy@zjcb.com；也可直接送当地新华书店经理室。

(请沿此线剪下)



您是从什么渠道获取本书的？

---

---

本书中，您觉得对您较有帮助的栏目有哪些？为什么？

---

---

您觉得本书存在哪些问题？该如何改进？

---

---

您觉得本书的习题难度是否合适，题量设计是否合理，例题的讲解是否到位？

---

---

本书中，您发现了哪些错误？

---

---

对于本书，您有哪些好的建议？

---

---



|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第五章 机械能及其守恒定律 .....     | 1  |
| 5.1 追寻守恒量 .....         | 1  |
| 5.2 功 .....             | 4  |
| 5.3 功率 .....            | 10 |
| 5.4 重力势能 .....          | 16 |
| 5.5 探究弹性势能的表达式 .....    | 20 |
| 5.6 探究功与物体速度变化的关系 ..... | 24 |
| 5.7 动能和动能定理 .....       | 28 |
| 5.8 机械能守恒定律 .....       | 35 |
| 5.9 实验:验证机械能守恒定律 .....  | 44 |
| 5.10 能量守恒定律与能源 .....    | 49 |
| 自我测试卷 .....             | 53 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第六章 曲线运动 .....      | 57  |
| 6.1 曲线运动 .....      | 57  |
| 6.2 运动的合成与分解 .....  | 62  |
| 6.3 探究平抛运动的规律 ..... | 69  |
| 6.4 抛体运动的规律 .....   | 74  |
| 6.5 圆周运动 .....      | 82  |
| 6.6 向心加速度 .....     | 89  |
| 6.7 向心力 .....       | 93  |
| 6.8 生活中的圆周运动 .....  | 99  |
| 自我测试卷 .....         | 109 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第七章 万有引力与航天 .....   | 112 |
| 7.1 行星的运动 .....     | 112 |
| 7.2 太阳与行星间的引力 ..... | 116 |
| 7.3 万有引力定律 .....    | 119 |



|                     |     |
|---------------------|-----|
| 7.4 万有引力理论的成就 ..... | 125 |
| 7.5 宇宙航行 .....      | 129 |
| 7.6 经典力学的局限性 .....  | 136 |
| 自我测试卷 .....         | 141 |
| 课题研究 潮汐现象 .....     | 144 |
| 参考答案 .....          | 147 |





## 第五章 机械能及其守恒定律

### 5.1 追寻守恒量

#### 教材解读

##### 基本知识

##### 1. 势能和动能

相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能；物体由于运动而具有的能量叫做动能；势能和动能之和叫做机械能。

##### 2. 能量

能量是一个描述物质(或系统)运动状态的物理量,是物质运动的一种量度。物质是运动的,且运动的形式又是多种多样的,相对于各种不同的运动形式,就有各种不同形式的能量。自然界中的能量主要有机械能、热能、光能、电磁能和原子能等。

##### 深入理解

##### 1. 对伽利略斜面实验的再认识

关于伽利略的斜面实验,我们在学习第四章牛顿第一定律时已经有所了解,这一理想实验对牛顿第一定律的发现起到了极其重要的作用。现在,让我们从一个新的角度再来讨论一下这个理想实验。

如图 5.1-1 所示,当小球沿斜面 A 从  $h$  高处由静止开始滚下时,小球的高度不断减小,而速度不断增大,这说明小球凭借其位置而具有的某个量不断减小,而由于运动而具有的某个量不断增大。当小球从斜面底沿另一个斜面 B 向上滚时,小球的位置不断升高,而速度不断减小,说明小球凭借其位置而具有的某个量不断增大,由于运动而具有的某个量逐渐减小。如果斜面是光滑的,且空气阻力也可忽略,当小球到达斜面 B 的  $h$  高度时,速度为 0。小球好像“记得”自己起始的高度,这说明某种“东西”在小球运动过程中是不变的。而这种“东西”即为能量。

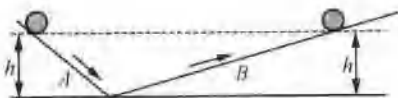


图 5.1-1

##### 2. 对势能概念的理解

我们把相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能。可见,说到势能,必须有相互作用的物体,而且一定与其位置有关。例如,小球受到地球施于它的重力作用,当伽利略把小球从桌面提高到斜面上起始点的高度时,他就赋予了小球一种形式的能量——势能。当我们将弹簧拉伸或者压缩时,弹簧各部分发生相互作用,各部分的位置相对于原始位置发生了变化,我们也就赋予了弹簧一定的势能。同样,若构成物质的分子之间有相互作用,也就存在凭借其位置而具有的势能。

##### 3. 引入能量概念的重要性

伽利略的斜面实验,使我们认识到引入能量概念的重要性。

#### 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。

“追寻守恒量”是本章的第一节。教科书这样安排,主要是为了使大家了解守恒思想的重要性。在自然界中的一切运动,无论属于何种运动形式,反映什么样的物质特性,都要满足一定的“守恒定律”。这一节是从一个较高的角度,给同学们一种观点,并希望大家在今后的学习中都要养成从这一高度去认识问题的习惯。同时,这种物理思想也将渗透在本章学习的全过程中。



## 解题方略

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** 正如教科书所指出的,“记得”并不是物理学的语言。在摩擦力和空气阻力小到可以忽略的条件下,小球能准确地返回到同它开始点相同的高度。在物理学中,我们把这一事实说成是“有某一量是守恒的”,并且把这个量叫做能量。

**例2** 对物理现象作出合理的猜想,是科学探究的重要环节之一。感兴趣的同学不妨自制一个滚摆,然后对上述猜想进行实验验证。

## 纠错在线

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\_\_\_\_\_。

## 典例剖析

**例1** 荡秋千是人们喜爱的一项体育运动,如图 5.1-2 所示。如果空气阻力和秋千各部分的摩擦力可以忽略不计,秋千就会不停地摆动下去,这说明秋千在运动过程中有一个保持不变的“东西”。你认为这个“东西”是什么?为什么?

**解析** 秋千在运动过程中,其动能和势能不断地相互转化。如果没有摩擦阻力,秋千好像“记得”自己初始的高度一样。也就是说,动能和势能在相互转化中的总量保持不变,也即能量保持不变。

**答案** 见解析

**例2** 如图 5.1-3 所示,将一个带轴的轮子用两根细线悬挂起来,使轮轴处于水平状态,做成一个滚摆。旋转滚摆,让细线绕在轴上;然后由静止开始释放滚摆,滚摆就会边旋转边下落,绕在轴上的细线也随之不断退出;到达最低点后,滚摆又会边旋转边上升,细线又随之逐渐绕在轴上,如此不断交替运动。试分析滚摆运动过程中的能量转化情况。在阻力小到可以忽略的情况下,猜想一下:滚摆每次都能回升到起始点的高度吗?请说明你猜想的依据。

**解析** 在滚摆向下运动的过程中,滚摆的高度不断降低,下落速度和旋转速度不断增大,滚摆的势能转化为动能;在滚摆向上运动的过程中,滚摆的高度不断增加,上升速度和旋转速度不断减小,滚摆的动能又转化为势能。依据能量守恒定律,在阻力小到可以忽略的情况下,滚摆机械能的总量保持不变,滚摆每次都应该能回升到起始点的高度。

**答案** 见解析



图 5.1-2

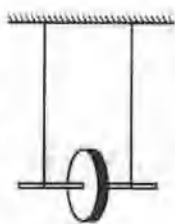


图 5.1-3

## 同步训练

### 理解巩固

- 伽利略在斜面实验中发现了具有启发性的事实:无论斜面  $B$  比斜面  $A$  陡还是缓,小球总会在斜面上的某点停下来。此点距斜面底端的竖直高度与它出发时的高度\_\_\_\_\_。在物理学中,我们把这一事实说成是“有某一量是\_\_\_\_\_的”,并且把这个量叫做\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。
- 相互作用的物体凭借其\_\_\_\_\_而具有的能叫做势能。物体由于\_\_\_\_\_而具有的能叫做动能。势能和动能可以相互转化。
- 下列各项中,你认为可能会守恒的是\_\_\_\_\_,肯定不守恒的是\_\_\_\_\_。  
A. 电量 B. 力 C. 信息 D. 能量 E. 思想 F. 物质的量
- 伽利略斜面实验使人们认识到引入能量概念的重要性。在此理想实验中,能说明能量在小球运动过程中不变的理由是\_\_\_\_\_  
A. 小球滚下斜面时,高度降低,速度增大



- B. 小球滚上斜面时,高度增加,速度减小  
C. 小球总能准确地到达与起始点相同的高度  
D. 小球能在两斜面之间永不停止地来回滚动

### 发展提高

5. 17世纪初,伽利略在研究发现了“摆球的等高性”规律。如图5.1-4是他当时研究的装置图(叫伽利略摆)。将小铁球拉到一定高度,然后释放,观察小球能摆多高,在哪个位置速度最大。在铁架上再夹一根细杆,使得小球运动到最低点时,挂小球的细线能被这个细杆挡住。将小球拉到与先前同样的高度,然后释放,观察小球能摆多高,在哪个位置速度最大。做一下这个实验,你得出的结论是什么?想一想,这说明了什么?

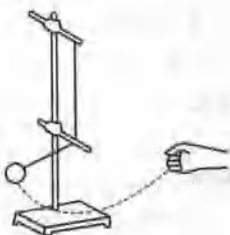


图 5.1-4

6. 对于伽利略斜面实验,若小球与斜面间的摩擦力及空气阻力不能忽略,小球将不能达到与起始点相同的高度,而是在两个斜面间来回滚动,且所能达到的高度越来越低,最终停在斜面的底部。这种情况还能说明小球在运动过程中能量是不变的吗?

### 高考链接

7. (2000·上海卷)行驶中的汽车制动后滑行一段距离,最终停下;流星在夜空中坠落并发出明亮的光焰;降落伞在空中匀速下降;条形磁铁在下落过程中穿过闭合线圈,线圈中产生电流。上述不同现象中所包含的相同的物理过程是 ( )
- A. 物体的动能转化为其他形式的能量  
B. 物体的势能转化为其他形式的能量  
C. 物体的机械能转化为其他形式的能量  
D. 物体的机械能消失了

### 拓展阅读

#### 英格兰石头阵之谜

图5.1-5是著名的史前遗迹巨石阵——英格兰石头阵。它位于英格兰东南部的索尔兹伯里附近一个叫阿姆斯伯里的小村庄。

巨石阵又称索尔兹伯里石环、环状列石、太阳神庙、史前石桌等,是欧洲著名的史前时代文化神庙遗址,约建于公元前4000~2000年,属新石器时代末期至青铜器时代。

这个巨大的石建筑群位于一个空旷的原野上,占地大约110 000 m<sup>2</sup>,由许多整块的蓝砂岩组成,每块重约50 t。这些石柱排成圆形,最高的石柱高达10 m,有一些巨石横架在

### 纠错在线

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

### 学习DIY

请回顾一下本节的内容概要,主要题型。问问自己:概念清楚了吗?解题正确率与速度如何?



## 学习DIY

ATTHORITY

两根竖立的石柱上。巨石阵的英文名称是“Stonehenge”。它的前一半“stone”意为“石头”，后一半在现代英语词典中已查不到了，据考证它来自古代英语，意思是“高高悬挂着”。

巨石阵的主体，是几十根巨大的石柱，它们排成几个完整的同心圆，巨石阵的外围是直径约 90 m 的环形土沟与土岗，内侧紧挨着的是 56 个圆形坑。石阵中心的巨石最高的有 8 m，平均质量大约 30 t，更有不少重达 7 t 的巨石横架在石柱的上面。

自从巨石阵被发现以来，人们对它的出现一直在猜测，但是至今意见仍然没有统一。

科学技术落后的古代，人们费了那么大的努力垒起这么一座“石头城”究竟想干什么？这个令人困惑不解的问题引起考古学家和每年数十万来自世界各地游客的注意。1963 年，波士顿大学天文学教授霍金斯提出了惊人的学说，他认为巨石阵事实上是一部可以预测及计算太阳和月亮轨道的古代计算机。当时这个理论的确引起了极大的震撼，却也招来了不少批评，但是近代学者的研究却发现，他的说法正确性越来越高。牛津大学的霍金斯认为，巨石阵中几个重要的位置，似乎都是用来指示太阳在夏至那天升起的位置。而从反方向看刚好就是冬至日太阳降下的位置。

这些巨大的石头究竟是怎么搭建起来的呢？要知道，如此巨大的石头，它的势能也是巨大的。史前时代当然没有大型吊车等工具，先人是如何把这些重达数十吨的大石头高高架起来的呢？

一位中国的退休老人王金甲认为是用垫升法成就了巨石阵，许多人认为王金甲的这个说法有一定道理，但是这究竟是不是古人修建巨石阵时所采用的方法，还需要进一步论证。

也有一些专家提出，当时的人们可能利用了冰川时期特殊的地貌，将这些石块运送到了这里，但是在索尔兹伯里平原上没有任何冰川的痕迹。

英格兰石头阵至今仍是谜。



图 5.1-5

## 5.2 功

### 教材解读

#### 基本知识

##### 1. 功与能量变化的关系

如果物体在力的作用下能量发生了变化，那么这个力一定对物体做了功。

##### 2. 功的概念及表达式

如果一个物体受到力的作用，并且在力的方向上发生了一段位移，这个力就对物体做了功。功是标量，单位是焦耳，符号是 J。力和物体在力的方向上发生的位移，是做功的两个不可缺少的因素。功的表达式为： $W=Fl$ 。当力的方向与运动方向成某一角度  $\alpha$  时，其表达式为： $W=Fl\cos\alpha$ 。

### 名师引路

MINGSHIYINLU

本节的重点是功的基本概念及正确算法，难点是对功的感性认识及对负功的理解。功是一个比较抽象的概念，建议在学习中采用对比的方法，将初中、高中物理中功的概念中不同的关键词语进行对比理解，以加深对高中物理

## 3. 正功和负功

由  $W = Fl \cos \alpha$  可知:

当  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  时,  $W = 0$ 。即当力  $F$  和位移  $l$  垂直时, 力  $F$  对物体不做功。

当  $\alpha < \frac{\pi}{2}$  时,  $W > 0$ , 力对物体做正功。

当  $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$  时,  $W < 0$ , 力对物体做了负功, 或者说是物体克服该力做了功。

## 4. 合力的功

当物体在几个力的共同作用下发生了一段位移时, 这几个力对物体所做的总功, 等于各个力分别对物体做功的代数和, 也等于这几个力的合力对物体所做的功。

## 深入理解

## 1. 关于功的公式的进一步理解

(1) 公式  $W = Fl \cos \alpha$  只能用于求恒力做的功。如果是变力, 无论是力的大小变化, 还是力的方向变化, 都不能直接用  $W = Fl \cos \alpha$  求功的大小。

(2) 要想用功的公式求变力的功, 可以把物体的位移分成若干足够小的小段, 在每一小段上变力可视为恒力, 这样求出各小段上各力所做的功, 再把各小段上所做的功加在一起, 就等于变力在整个过程中所做的功。

(3) 当  $F$ 、 $l$ 、 $\alpha$  都确定后, 力对物体做的功  $W$  也确定了, 跟物体做什么运动(匀速运动或变速运动)无关, 也跟物体同时受到的其他力无关。

## 2. 理解正、负功的意义

功是标量, 所以功的正、负不表示方向, 功的正、负也不表示功的大小。比较功的大小时, 要看功的绝对值, 绝对值大的做功多, 绝对值小的做功少。功的正、负仅仅表示动力对物体做功还是阻力对物体做功。或者说, 功的正、负表示是力对物体做了功, 还是物体克服这个力做了功。

在实际问题中, 一个运动的物体往往不只受一个力的作用。在物体发生一段位移的过程中, 所受到的所有力里, 有的是动力, 有的是阻力, 还可能存在对物体的位移没有直接影响的其他力。例如, 用一个水平的力  $F$  拉物体在粗糙的水平面上运动, 如图 5.2-1 所示, 这时我们说  $F$  对物体做了正功, 而摩擦力  $F_f$  对物体也做了功, 显然  $F_f$  与  $F$  的功是有区别的:  $F_f$  做的功是负功, 也可说成是物体克服阻力  $F_f$  做功; 而支持力  $F_N$  和重力  $G$  就没有做功。特别要注意的是功的正、负号并不表示大小, 正功并不一定比负功大。

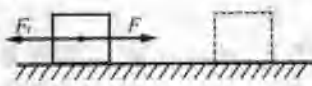


图 5.2-1

## 3. 正确应用功的公式

应用功的公式计算功, 首先必须弄清要求的是哪个力对哪个物体所做的功, 再确定力的大小和方向、位移的大小和方向, 然后代入公式求功。要注意的是, 公式只适用于恒力所做的功。

当物体在几个力的共同作用下发生一段位移时, 求这几个力的总功的方法: 一是根据功的公式  $W = Fl \cos \alpha$ , 其中  $F$  为物体所受的合外力; 二是先求各力对物体所做的功  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $\dots$ 、 $W_n$ , 再求各力所做功的代数和, 即  $W = W_1 + W_2 + \dots + W_n$ 。要注意代入时不要漏掉正、负号。

计算一个力做了多少功, 也可用  $F-l$  图象中的阴影面积表示。图 5.2-2

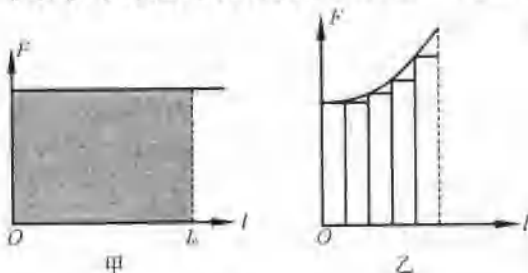


图 5.2-2

## 名师引路

中功的概念的理解。而要理解力对物体做负功这一概念, 则可以通过联系实际(如摩擦力对运动小车做负功)来帮助理解。若某一个力对物体做负功, 则这个力表现为阻力, 在实际运动过程中, 物体是在克服这个力运动, 故力对物体做负功和物体克服这个力做功这两种说法是等效的。

作用在物体上的力、物体在力的方向上发生的位移这两点是功的两个必要因素。比较力对物体所做的功时, 也就是要比较功的两个必要因素。若两个必要因素相同, 则力对物体做的功相同, 与做功环境、做功对象等其他因素无关。

应用公式  $W = Fl \cos \alpha$  计算时应注意:

(1) 首先应该明确是哪个力对哪个物体做功, 其中力  $F$  应为恒力。

(2) 做功与物体运动形式(不管是匀速或变速)无关, 也就是说当  $F$ 、 $l$  及其夹角  $\alpha$  确定后, 功  $W$  就有了确定的值。

(3) 位移  $l$  一般都以地面为参考系。

(4) 当物体同时在几个外力作用下运动时, 合外力对物体做的总功等于各个力分别对物体所做功的代数和。



# 解题方略

REVIEW

**例1** 判断各类做功情况是否相同的关键是要正确理解做功的两个必要因素是力和在力的方向上发生的位移。只要两个必要因素相同,则做功大小便相同。

**例2** 计算几个力同时对物体做功时,画出正确的受力图是解题的关键。计算结果中功的正、负符号要保留,因为它具有特定的物理意义。若只求做功多少,则取其绝对值即可。

**例3** 滑动摩擦力常做负功,但也可以做正功,本题中,摩擦力对木板做的功就是正功。木块受的摩擦力和木板受的摩擦力是一对作用力与反作用力,大小相等,方向相反,但它们所做的功的大小并不一定相等。

甲中的阴影面积表示恒力  $F$  做的功。变力做功可利用图乙所示来表示,曲线下包围的面积即为变力的功。

# 典例剖析

**例1** 水平力  $F$  作用在质量为  $m$  的物体上,使之在光滑的水平面上沿力的方向移动距离  $l$ ,恒力  $F$  做功为  $W_1$ ;若  $F$  作用于质量为  $2m$  的物体上,同样沿光滑的水平面上移动同样距离  $l$ , $F$  做功为  $W_2$ ;若  $F$  作用于质量为  $2m$  的物体上,沿粗糙的水平面上移动同样距离  $l$ , $F$  做功为  $W_3$ 。则  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$  三者的大小关系是 ( )

- A.  $W_1 = W_2 = W_3$       B.  $W_1 < W_2 < W_3$   
C.  $W_1 > W_2 > W_3$       D.  $W_1 = W_2 < W_3$

**解析** 功的两个必要因素是力和在力的方向上发生的位移。比较力所做的功,就是要比较功的两个必要因素。本题三种情况下,水平力  $F$  相同,沿水平面发生的位移相同,则两个必要因素都相同,所以各力对物体做的功必然相同。

**答案** A

**例2** 如图 5.2-3 所示,质量为  $m$  的物体沿倾角为  $\alpha$  的粗糙斜面下滑了一段距离  $l$ ,物体与斜面间的动摩擦因数为  $\mu$ 。试求物体所受各力在下滑过程中对物体所做的功,以及物体所受各力做功的代数和。

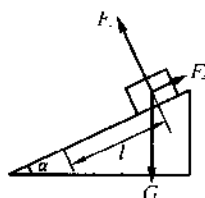


图 5.2-3

**解析** 物体下滑过程中受重力  $G$ 、弹力  $F_1$ 、滑动摩擦力  $F_2$  的作用,如图 5.1-3 所示。重力做功  $W_G = Gl \cos(90^\circ - \alpha) = mgl \sin \alpha$ ,弹力做功  $W_N = F_1 l \cos 90^\circ = 0$ ,摩擦力  $F_2 = \mu F_1 = \mu mg \cos \alpha$ ,摩擦力做功  $W_f = F_2 l \cos 180^\circ = -\mu mgl \cos \alpha$ ,为负功。物体所受各力做功的代数和为:  $W = W_G + W_N + W_f = mgl \sin \alpha - \mu mgl \cos \alpha = mgl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ 。

**答案**  $W_G = mgl \sin \alpha$ ,  $W_N = 0$ ,  $W_f = -\mu mgl \cos \alpha$ ,  $W = mgl(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

**例3** 如图 5.2-4 所示,质量为  $M$  的木板静止在光滑的水平面上,质量为  $m$  的木块以某一速度滑上木板,它们之间的动摩擦因数为  $\mu$ 。当木块与木板刚好相对静止时,木板在地面上滑动了距离  $l$ ,而木块在木板上滑动了距离  $d$ 。试求:

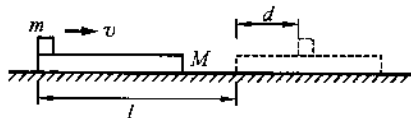


图 5.2-4

- (1) 摩擦力分别对木块与木板所做的功;  
(2) 摩擦力所做的总功。

**解析** (1) 如图 5.2-5 所示,分别对木块与木板进行受力分析。由木块相对木板运动的方向可知,木块受到的摩擦力的方向水平向左,大小为  $\mu mg$ 。由图 5.2-4 可知,木块的位移为  $(l+d)$ ,所以摩擦力对木块做的功为  $W_1 = \mu mg(l+d) \cos \pi = -\mu mg(l+d)$ 。

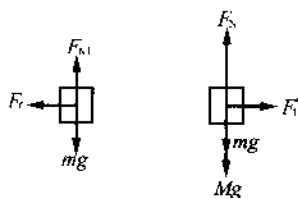


图 5.2-5

木板受到摩擦力向右,与位移同向,大小也为  $\mu mg$ ,所以摩擦力对本板做的功为  $W_2 = \mu mgl$ 。

- (2) 摩擦力所做的总功为

$$W = W_1 + W_2 = -\mu mg(l+d) + \mu mgl = -\mu mgd.$$

**答案** (1)  $-\mu mg(l+d)$ ,  $\mu mgl$  (2)  $-\mu mgd$

## 同步训练

## 基础巩固

- 关于功的概念,下列说法正确的是 ( )
  - 力对物体做的功多,说明物体的位移一定大
  - 力对物体做的功少,物体受的这个力可能并不小
  - 力对物体不做功,说明物体的位移一定等于 0
  - 力对物体做功的多少取决于力的大小和物体的位移
- 功的单位 J 用基本单位表示,就是 ( )
  - $\text{kg} \cdot \text{m/s}$
  - $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
  - $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
  - $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
- 在粗糙程度不同的水平面上推车,如果两种情况下所用的水平推力和车子通过的路程相同,则推力对车做功 ( )
  - 两种情况一样多
  - 在较光滑的水平面上所做的功多
  - 在较粗糙的水平面上所做的功多
  - 条件不足,无法比较两种情况下功的多少
- 关于 1 J 的功,下列说法正确的是 ( )
  - 把质量为 1 kg 的物体沿力  $F$  的方向移动 1 m,力  $F$  所做的功等于 1 J
  - 把质量为 1 kg 的物体竖直匀速举高 1 m,拉力所做的功等于 1 J
  - 把重 1 N 的物体沿水平方向移动 1 m,水平推力所做的功等于 1 J
  - 把重 1 N 的物体竖直匀速举高 1 m,物体克服重力所做的功等于 1 J
- 卡车用水平拉力  $F$  拉着拖车在水平路面上行驶。如果 A、B 两处相距  $l$ ,当卡车将拖车沿一直线从 A 处缓慢地移到 B 处,然后再从 B 处缓慢地移回到 A 处,在这过程中拉力  $F$  对拖车做的功是 ( )
  - 0
  - $F l$
  - $2 F l$
  - 条件不足,无法确定
- 近几年,媒体多次报道大型楼房整体移位的信息。这种整体移位大致是这样进行的:施工人员将楼房与地面脱离后,在楼房与地面之间铺上石英砂,用四个液压机水平顶推。已知楼房质量为  $4.0 \times 10^5 \text{ kg}$ ,假设楼房与地面的动摩擦因数为 0.2,楼房做匀速直线运动,则每台液压机对楼房的推力是\_\_\_\_\_ N。若顶推的位移是 20 m,则每台液压机对楼房做的功是\_\_\_\_\_ J。
- 下列关于摩擦力做功的说法中,正确的是 ( )
  - 静摩擦力一定不做功
  - 静摩擦力可以对物体做正功
  - 滑动摩擦力一定不做功
  - 滑动摩擦力做的功必为负功
- 如图 5.2-6 所示,一物体以一定的初速度沿水平面从 A 点滑到 B 点,摩擦力做功为  $W_1$ 。若该物体从 A' 点出发沿斜面上滑再下滑到 B' 点,摩擦力做功为  $W_2$ 。已知两段位移的水平分位移相等,且物体与各接触面的动摩擦因数均为  $\mu$ ,则 ( )
  - $W_1 = W_2$
  - $W_1 > W_2$
  - $W_1 < W_2$
  - 无法判断

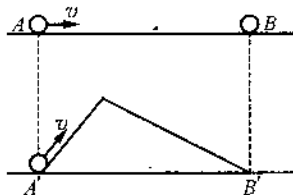


图 5.2-6

## 能力提升

- 质量  $m = 10 \text{ kg}$  的物体在力  $F$  的作用下,做下列各种运动。试分别求出力  $F$  对物体所

## 纠错在线



## 纠错在线

JUECHONGXIAN

做的功和物体克服阻力所做的功:(取  $g=9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (1) 在竖直向上拉力  $F$  作用下,物体匀速上升  $2 \text{ m}$ ;
- (2) 在水平拉力  $F$  作用下,物体在动摩擦因数  $\mu=0.2$  的水平地面上匀速移动  $2 \text{ m}$ ;
- (3) 在水平拉力  $F$  作用下,物体在动摩擦因数  $\mu=0.2$  的水平地面上以  $a=2 \text{ m/s}^2$  的加速度匀加速移动  $2 \text{ m}$ ;
- (4) 在与水平方向成  $30^\circ$  拉力作用下,物体在动摩擦因数  $\mu=0.2$  的水平地面上以加速度  $a=2 \text{ m/s}^2$  匀加速移动  $2 \text{ m}$ 。

10. 某人利用如图 5.2-7 所示的装置,用  $100 \text{ N}$  的恒力  $F$  竖直作用于不计质量的细绳的一端,将物体从水平面上的  $A$  点移到  $B$  点。已知  $\alpha=30^\circ$ ,  $\beta=37^\circ$ , 高度  $h=1.5 \text{ m}$ , 不计滑轮质量及绳与滑轮间的摩擦。求绳的拉力对物体所做的功。

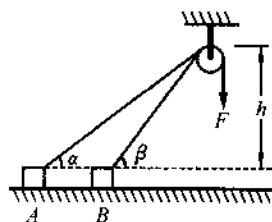


图 5.2-7

11. 质量为  $m$  的物块始终固定在倾角为  $\theta$  的斜面上,则下列说法正确的是 ( )
- A. 若斜面向右匀速移动距离  $l$ ,斜面对物块没有做功
  - B. 若斜面向上匀速移动距离  $l$ ,斜面对物块做功  $mg l$
  - C. 若斜面向左以加速度  $a$  移动距离  $l$ ,斜面对物块做功  $ma l$
  - D. 若斜面向下以加速度  $a$  移动距离  $l$ ,斜面对物块做功  $m(g+a)l$



12. (1993 · 全国卷)如图 5.2-8 所示,小物块位于光滑的斜面上,斜面位于光滑的水平地面上。从地面上看,在小物块沿斜面下滑的过程中,斜面对小物块的作用力 ( )



图 5.2-8

- A. 垂直于接触面,做功为 0
  - B. 垂直于接触面,做功不为 0
  - C. 不垂直于接触面,做功为 0
  - D. 不垂直于接触面,做功不为 0
13. (2006 · 广东卷)一个质量为  $4 \text{ kg}$  的物体静止在足够大的水平地面上,物体与地面间的动摩擦因数  $\mu=0.1$ 。从  $t=0$  开始,物体受到一个大小和方向呈周期性变化的水平