

《特级教师帮你复习》丛书

名誉主编 · 谷超豪 主编 · 陈怀良

# 特级教师

帮你复习

· 高中物理 ·

主编 · 张越

5

焦

耳

牛顿

华东师范大学出版社

《特级教师帮你复习》

名誉主编 · 谷超豪 主编 · 陈怀良

# 特级教师

## 帮你复习

· 高中物理 ·

主编 · 张越

编写者 · 王祖善 潘益善 谭玉美

张甫楠 张越

# 5



# 焦

# 耳

# 牛 顿

华东师范大学出版社

责任编辑 刘万红

## 特级教师帮你复习

·高中物理·

主编 张 越

华东师范大学出版社出版发行

(上海中山北路 3663 号 邮政编码 200062)

新华书店上海发行所经销

江苏句容市排印厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 19.25 字数 480 千字

1998 年 8 月第 1 版 1999 年 1 月第 3 次印刷

印数 22 001 - 37 000 本

ISBN7-5617-1822-5/G·827

定价 18.00 元

## 出版说明

特级教师具有坚实的知识基础、精到的业务专长和丰富的教学经验,在长期教学过程中培育了一批又一批优秀学生。他们重视对学生学习方法的指导,注重培养学生良好的学习习惯;对基础不同、进步程度不同的学生,采用不同的教学方法来提高他们的文化知识素质,发展他们的个性特长。为了让广大中学生,无论是平时学习,还是复习迎考,都能得到特级教师的指导和点拨,使学习成绩达到自己理想的水平,能进理想的学校,“圆一个大学梦”,我们继《特级教师帮你学》丛书出版之后,又编辑出版了《特级教师帮你复习》丛书。

《特级教师帮你复习》丛书,是根据教育部有关“变应试教育为素质教育”的要求,以现行全日制中学教学大纲和中考要求、高考考纲为依据,结合人民教育出版社和各地新编的教材进行编写,普遍适用于全国各地中学生。

本丛书由上海中学、上海市三女中、市西中学、上海师大附中、向明中学、复旦大学附中、格致中学、曹杨二中等一批上海市重点中学的特级教师和高级教师,上海中学生数学奥林匹克学校的高级教练,以及师范大学的教授和副教授编写。

考试,尤其是中考和高考,中学生都极为重视。本丛书作者凭借自己参加中学教材编写以及中考、高考命题和阅卷的经验,采用全新的视角,根据中考、高考的重点及难点,将初中和高中的文化知识分别加以梳理、总括和深化,撮其实用的内容精要,选其典型范例,设计了最佳的综合能力训练题,为广大中学生提供科学的复习方法,帮助他们进行全面系统的复习,切实提高他们运用所学知

识分析问题、解决问题的实际能力。因此,全书有较高的可读性和较强的实用性。

中国科学院院士、原中国科技大学校长、复旦大学数学研究所所长、著名数学家谷超豪教授担任《特级教师帮你复习》丛书的名誉主编,并撰写了序言。谷超豪教授十分关心中学基础教育和本丛书编写工作,我们深表敬意。

书中若有不当之处,谨请专家和广大师生提出宝贵意见,以便今后修订,使这套丛书真正成为每一位中学生学习知识、复习迎考的好帮手。

华东师范大学出版社

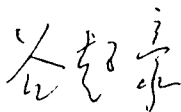
1998年4月

## 序

中学生读点内容适合自己的课外读物,有助于拓宽思路,学好功课,打好文化知识基础。

“温故而知新”,复习也是学习中的一个重要环节。复习,不仅能弄懂平时还没有懂的内容,而且是一个消化、整理和记忆的过程。通过复习,还可以做到熟能生巧,进一步培养思维能力和创造能力。

华东师范大学出版社编辑出版《特级教师帮你复习》丛书,各册均由教学经验丰富的上海市特级教师负责编写。希望《特级教师帮你复习》丛书能成为广大中学生复习和准备考试的良师益友。



1998年2月  
于上海复旦大学

## 前 言

本书由上海交大附中、上海师大附中、向明中学等重点中学特级教师,以人民教育出版社新版教学大纲、教材为依据,兼顾上海等地课程标准进行编写。编写过程中,作者尽可能体现素质教育的要求,并尽可能将自己从事高中物理教学的丰富经验和参加教材编写、会考高考命题的体会融汇其中。

本书各章分为“重点难点述要”、“范例难题解析”、“实验方法指要”三部分,每章都附有“习题精编”,包括比较基本的单元练习题和提高要求的能力训练题以及综合练习题。书中还精心设计了一套高考适应性测试题。

本书对于高中一、二年级学生同步学习和会考复习,以及高三学生高考总复习,均有裨益;也可供教师教学参考。

本书所选内容和习题都有一定的深度和思维量。读者应先对教材上所学内容认真复习,理解其基本要求;然后详细阅读本书,做好每一个习题;并针对自己的薄弱环节重点研读,力求做到触类旁通,便能收到事半功倍之效。

根据教育部门的“现行普通高中物理教学内容调整范围”规定,有些教学内容不作为考试要求,本书相关内容均作了“\*”标记。

书中若有不足之处,请读者提出宝贵意见,以便修订。

物理特级教师 张 越

1998年5月

于上海师大附属中学

# 目 录

<b>第一章 力和物体的平衡</b> .....	(1)
重点难点述要.....	(1)
范例难题解析.....	(5)
实验方法指要.....	(17)
习题精编.....	(18)
<b>第二章 物体的运动</b> .....	(35)
重点难点述要.....	(35)
范例难题解析.....	(39)
实验方法指要.....	(54)
习题精编.....	(55)
<b>第三章 牛顿运动定律</b> .....	(67)
重点难点述要.....	(67)
范例难题解析.....	(71)
实验方法指要.....	(87)
习题精编.....	(89)
<b>第四章 物体在重力作用下的运动</b> .....	(107)
重点难点述要.....	(107)
范例难题解析.....	(111)
习题精编.....	(124)
<b>第五章 圆周运动 万有引力定律</b> .....	(138)
重点难点述要.....	(138)
范例难题解析.....	(143)
习题精编.....	(158)



综合练习一	(174)
<b>第六章 动量和动量守恒</b>	(183)
重点难点述要	(183)
范例难题解析	(186)
实验方法指要	(200)
习题精编	(201)
<b>第七章 机械能和能量守恒</b>	(212)
重点难点述要	(212)
范例难题解析	(222)
习题精编	(241)
<b>第八章 振动和波动</b>	(255)
重点难点述要	(255)
范例难题解析	(261)
实验方法指要	(275)
习题精编	(276)
<b>第九章 分子物理学 气体性质</b>	(294)
重点难点述要	(294)
范例难题解析	(302)
实验方法指要	(316)
习题精编	(316)
综合练习二	(330)
<b>第十章 电场</b>	(340)
重点难点述要	(340)
范例难题解析	(344)
习题精编	(360)
<b>第十一章 恒定电流</b>	(378)
重点难点述要	(378)
范例难题解析	(384)

实验方法指要·····	(392)
习题精编·····	(395)
<b>第十二章 磁场</b> ·····	(413)
重点难点述要·····	(413)
范例难题解析·····	(416)
习题精编·····	(427)
<b>*第十三章 电磁感应</b> ·····	(442)
重点难点述要·····	(442)
范例难题解析·····	(447)
实验方法指要·····	(460)
习题精编·····	(462)
<b>第十四章 交流电 电磁振荡和电磁波</b> ·····	(478)
重点难点述要·····	(478)
范例难题解析·····	(481)
习题精编·····	(489)
<b>第十五章 光的反射和折射</b> ·····	(500)
重点难点述要·····	(500)
范例难题解析·····	(505)
实验方法指要·····	(515)
习题精编·····	(517)
<b>第十六章 光的本性 原子和原子核</b> ·····	(532)
重点难点述要·····	(532)
范例难题解析·····	(538)
习题精编·····	(550)
<b>高考适应性练习</b> ·····	(561)
<b>附:参考答案</b> ·····	(571)

# 第一章 力和物体的平衡

## 【重点难点述要】

### 1. 正确理解弹力

弹力是一种接触力,只有相互接触的物体间才有可能产生弹力,但是否一定存在弹力,必要条件是是否存在形变。实际问题中,由于微小形变难以观察到,因此在较多情况下,判断接触物体间是否存在弹力,是根据物体的运动状态,并运用物体的平衡情况来判定的。如图 1-1 所示,静止在水平板 B 和挡板 A 之间的光滑小球,挡板 A 对小球有否弹力作用? 小球虽与 A 板接触,但没有产生形变的条件,没有弹力的作用。因为小球在竖直方向受到重力和 B 板对它的支持力已能达到平衡。若 A 板对它有弹力,小球在水平方向就不可能平衡,小球不能静止。如果小球放在如图 1-2 的两个挡板之间,则两挡板与小球接触处都产生了形变,都对小球有弹力作用,才能使小球处于平衡状态。

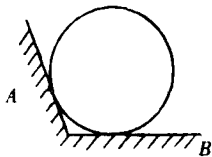


图 1-1

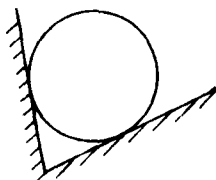


图 1-2

弹力的方向总是跟使物体发生形变的外力方向相反,具体地说,压力或支持力的方向垂直于支持面而指向被压迫或被支持的物体,拉力和张力的方向是沿着绳指向绳收缩的方向。如图 1-3 所

示,线下端拴一小球靠在光滑的大球面上,小球受到的弹力为线的拉力  $T$  和大球对小球的支持力  $N$ ,要注意  $N$  的方向是在两个球心  $O$ 、 $O'$  的连线上,因为接触面是球面,弹力方向垂直球面的切面。又如如图 1-4 所示,半球形光滑容器对直棒  $AB$  作用的弹力,在  $A$  点的弹力  $N_A$  方向垂直于球面在  $A$  点的切面,沿半径方向指向球心  $O$ ,而在  $C$  点要注意接触面不是球面,而是棒  $AB$  的面,所以弹力  $N_C$  应垂直  $AB$  的方向。

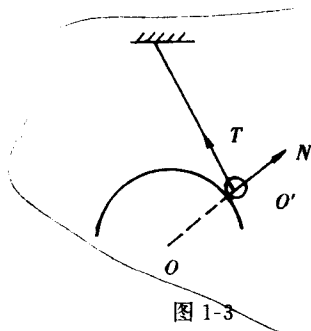


图 1-3

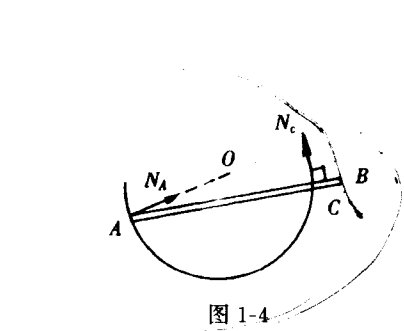


图 1-4

## 2. 摩擦力不一定是阻力

摩擦力总是阻碍物体间的相对运动,不是总是阻碍物体的运动,也不总是跟物体的运动方向相反,也就是说摩擦力不一定是阻力。如人在地面上行走,人的脚与地面的接触点相对于地面有向后的运动趋势,地面对人就产生向前的静摩擦力,这时摩擦力是动力而不是阻力。又如自行车在运动过程中,后轮是主动轮,因为地面对后轮施加的静摩擦力是向前的,是自行车运动中的动力,但前轮受到地面的滚动摩擦力方向是与自行车运动方向相反,是阻力。工厂里用传送带运送产品的过程中,起动时,被传送的产品受到的静摩擦力的方向与它的实际运动方向相同,是动力;而当传送带在制动时,产品受到的摩擦力与运动方向相反,是阻力。因此摩擦力可以是动力,也可以是阻力,要根据具体情况分析决定。

### \* 3. 正确分析物体的受力情况

在分析物体的受力情况时,一般可按下列步骤进行:(1) 确定研究对象;(2) 采用隔离分析,即将研究对象单独画出;(3) 注意受力分析顺序,在力学中一般按重力、弹力、摩擦力的顺序进行。在地面上的物体都要受到重力的作用,在分析物体受力情况时要注意不能把重力与正压力混为一谈,重力是万有引力,正压力是弹力,性质完全不同,但在很多情况下这两个力的量值相等,所以容易混淆。弹力包括压力、支持力、拉力、推力等,一切与被研究物体有关联的其他物体,一般都是施力物体,对被研究的物体都有力的作用。除了在题目中有“摩擦不计”、“在光滑的面上”等明显不计摩擦力的叙述以外,都要考虑到摩擦力的存在,并且要搞清楚是静摩擦还是滑动摩擦,摩擦力的方向怎样等等;(4) 合理地画出受力图。在分析受力时,要防止“添力”和“漏力”。找不到施力物体的力是不存在的,这是防止“添力”的有效措施之一。

### 4. 合力不一定大于分力

我们知道合力作用在物体上产生的效果,跟它的几个分力共同作用的效果相同,但不能简单地把合力理解为几个分力的代数和。因为力是矢量,所以合力是分力的矢量和,两个分力的矢量和遵循平行四边形法则。如图 1-5 所示,一个物体受到两个力:

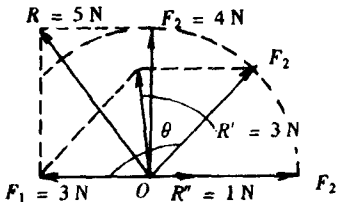


图 1-5

$F_1 = 3\text{N}$ ,  $F_2 = 4\text{N}$ , 当  $F_1$ 、 $F_2$  的夹角为  $0^\circ$  时,合力大小为  $7\text{N}$ ;  $F_1$ 、 $F_2$  的夹角  $\theta = 90^\circ$  时,合力  $R = 5\text{N}$ ; 当  $\theta = 132.8^\circ$  时,合力  $R' = 3\text{N}$ ;  $\theta$  再增大,合力就小于  $3\text{N}$ ;  $\theta = 180^\circ$  时,合力  $R''$  为  $1\text{N}$ 。可见合力不一定大于每个分力,也可小于分力。

### 5. 正交分解法

多个共点力合成的一般方法是正交分解法。正交分解法广泛运用于共点力运算,其方法和步骤如下:

先把每个力沿正交的两个方向( $x$ 轴和 $y$ 轴)分解成两个分力,如图 1-6(a)所示, $F_1$ 分解为 $F_{1x}$ 和 $F_{1y}$ , $F_2$ 分解为 $F_{2x}$ 和 $F_{2y}$ , $F_3$ 分解为 $F_{3x}$ 和 $F_{3y}$ ,然后求得 $x$ 方向的合力

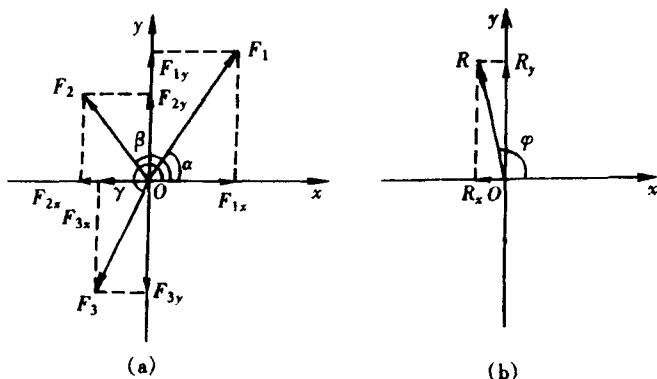


图 1-6

$$R_x = F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta + F_3 \cos \gamma,$$

$y$ 方向的合力

$$R_y = F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta + F_3 \sin \gamma,$$

最后解得合力

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2},$$

合力与 $x$ 轴的夹角

$$\varphi = \arctan \frac{R_y}{R_x},$$

如图 1-6(b)所示。

### 【范例难题解析】

\* 1. 如图 1-7 所示, 放在斜面上的物体  $A$ , 受到一个沿斜面向上的力  $F$  作用, 试分析物体  $A$  的受力情况。

解: 此题不能简单地肯定  $A$  受几个力的作用, 因为物体  $A$  受到的摩擦力的大小和方向是和  $A$  在斜面上的运动状况有密切的联系, 所以, 需作以下的几种情况分析。

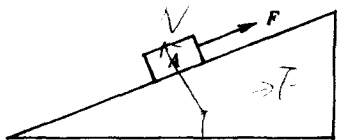


图 1-7

(1) 如果  $A$  物体在斜面上向上运动, 摩擦力  $f$  向下,  $A$  受到重力  $G$ 、斜面对  $A$  的支持力  $N$ 、拉力  $F$  和摩擦力  $f$  四个力的作用, 如图 1-8(a) 所示; 如果  $A$  物体向下运动, 则摩擦力  $f$  向上,  $A$  受到  $G$ 、 $N$ 、 $F$ 、 $f$  四个力作用。如图 1-8(b) 所示。

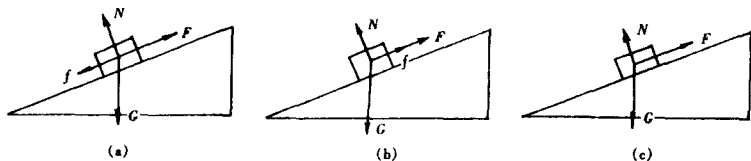


图 1-8

(2) 如果物体  $A$  静止在斜面上, 则有三种可能: (i) 当拉力  $F$  大于  $N$  和  $G$  的合力时, 物体有向上运动的趋势, 静摩擦力  $f$  向下, 并且四个力的合力为零, 受力图也如 1-8(a) 所示。(ii) 当拉力  $F$  小于  $N$  和  $G$  的合力时, 物体有向下运动的趋势, 静摩擦力  $f$  向上, 四个力的合力仍为零, 受力图如 1-8(b) 所示。(iii) 当拉力  $F$  等于  $N$  和  $G$  的合力时, 物体没有运动的趋势, 所以没有摩擦力, 物体  $A$  只受  $G$ 、 $N$ 、 $F$  三个力作用, 这三个力的合力为零, 如图 1-8(c) 所示。

2. 如图 1-9 所示, 静止的光滑球的质量是  $m$ , 球由不均匀材料组成(重心不在球心  $O$  处), 支持点  $A$ 、 $B$  的高度差为  $h$ , 水平距离为  $L$ ,  $\angle AOB = 90^\circ$ , 画出球的受力图, 并求各力的大小。摩擦不计。

解: 球平衡时, 支持点对球的弹力是法向的, 必经过  $O$  点, 因此, 重力仍应在过  $O$  点的竖直线上。

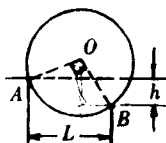


图 1-9

球的受力图如图 1-10 所示。支持力  $N_A$  和  $N_B$  的作用点、重力  $mg$  的作用点都移到球心  $O$ 。  $N_A$ 、 $N_B$ 、 $mg$  三个共点力平衡。



图 1-10

作水平线  $AE$  和  $DB$ , 并设  $AE = L_1$ ,  $DB = L_2$ , 球半径为  $R$ ,  $N_B$  与竖直线夹角  $\theta$ , 则  $L = L_1 + L_2$ 。根据  $\triangle AEO \cong \triangle BDO$ ,  $EO = DB$ ,  $DO = AE$ , 所以  $h = DO - EO = L_1 - L_2$ , 又

$$L^2 + h^2 = (L_1 + L_2)^2 + (L_1 - L_2)^2 = 2(L_1^2 + L_2^2) = 2R^2。$$

由此可知

$$R = \sqrt{\frac{L^2 + h^2}{2}}, \quad L_1 = \frac{L + h}{2}, \quad L_2 = \frac{L - h}{2}。$$

解得

$$N_A = mg \sin \theta = mg \frac{L_2}{R} = mg \cdot \frac{L - h}{\sqrt{2(L^2 + h^2)}},$$

$$N_B = mg \cos \theta = mg \frac{L_1}{R} = mg \cdot \frac{L + h}{\sqrt{2(L^2 + h^2)}}。$$

3. 在同一平面上有四个共点力, 其中  $F_1 = 10\text{N}$ ,  $F_2 = 5\text{N}$ ,  $F_3 = 8\text{N}$ , 它们与  $x$  轴正方向的夹角分别为  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $233^\circ$ 。若这四个力的合力为零, 求第四个力  $F_4$ 。



解: 可以用正交分解法解此题。

先建立坐标  $xOy$ , 按题意在坐标上画已知力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ , 它们的合力  $F'$  与轴夹角为  $\theta$ 。为了计算方便  $F_1$ 、 $F_2$  分别设在  $x$  轴、 $y$  轴上。根据  $F'$  可求出平衡力  $F_4$  的大小和方向。

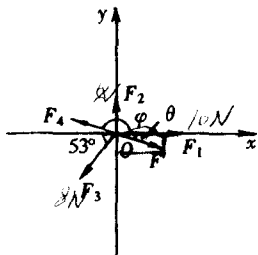


图 1-11

作图 1-11, 用正交分解法算出  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  的合力

$$\begin{aligned}
 F' &= \sqrt{F_x'^2 + F_y'^2} \\
 &= \sqrt{(F_1 - F_3 \cos 53^\circ)^2 + (F_3 \sin 53^\circ - F_2)^2} \\
 &= \sqrt{(10 - 8 \times 0.6)^2 + (8 \times 0.8 - 5)^2} \\
 &= 5.39(\text{N}), \\
 \tan \theta &= \frac{F_3 \sin 53^\circ - F_2}{F_1 - F_3 \cos 53^\circ} = \frac{8 \times 0.8 - 5}{10 - 8 \times 0.6} = 0.27, \\
 \theta &= 15.1^\circ,
 \end{aligned}$$

第四个力

$$F_4 = F' = 5.39\text{N}.$$

设  $F_4$  与  $x$  轴的夹角为  $\varphi$ , 则

$$\varphi = 180^\circ - \theta = 180^\circ - 15.1^\circ = 164.9^\circ.$$

4. 如图 1-12 所示, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力即  $F_1$ 、 $F_2$  和摩擦力作用, 木块处于静止状态。其中  $F_1 = 10\text{N}$ 、 $F_2 = 2\text{N}$ 。若撤去力  $F_1$ , 则



图 1-12

