



奥林匹克金牌之路丛书

# PHYSICS

物理

# 高考

# 到竞赛

张大同 彭大斌 编著

$E=ma$

陕西师范大学出版社





奥林匹克金牌之路丛书

PHYSICS

物理

高考

到竞赛

张大同 彭大斌 编著

陕西师范大学出版社



**图书代号:JF179200**

**图书在版编目(CIP)数据**

高考到竞赛·物理/张大同编著. - 西安:陕西师范大学出版社,2000.11

(奥林匹克金牌之路丛书)

ISBN 7-5613-2130-9/G·1536

I.高… II.张… III.物理课-高中-升学参考资料

IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 76050 号

---

**责任编辑** 杨雪玲

**装帧设计** 陶安惠

**责任校对** 郭健娇

**出版发行** 陕西师范大学出版社

**社 址** 西安市陕西师大 120 信箱(邮政编码:710062)

**E-mail:** nuph@pub, xaonline.com

**经 销** 新华书店

**印 刷** 西安兰翔印刷厂

**开 本** 850×1168 1/32

**印 张** 12.125

**字 数** 296 千字

**插 页** 2

**版 次** 2001 年 1 月第 1 版

**印 次** 2001 年 1 月第 1 次

**定 价** 12.50 元

---

开户行:西安工行小寨分理处 账 号:216-144610-44-815

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与发行科联系、调换。

电 话:(029)5251046(传真) 5233753 5307864

## 金牌之路作者阵容

- |      |      |            |
|------|------|------------|
| 张大同  | 特级教师 | (华东师大二附中)  |
| 彭大斌  | 特级教师 | (长沙一中)     |
| 李安   | 特级教师 | (湖南师大附中)   |
| 刘诗雄  | 特级教师 | (武钢三中)     |
| 江文哉  | 特级教师 | (福建师大附中)   |
| 罗增儒  | 教授   | (陕西师范大学)   |
| 高建军  | 高级教师 | (长沙一中)     |
| 黄国强  | 高级教师 | (湖南师大附中)   |
| 傅丹齐  | 高级教师 | (武钢三中)     |
| 欧阳郁华 | 高级教师 | (华中理工大学附中) |
| 吴云   | 高级教师 | (华中师大一附中)  |
| 蒋少增  | 高级教师 | (郑州四中)     |



金牌之路出版人：高经纬

金牌之路整体策划：王佰铭

金牌之路整体设计：陶安惠

## 作者简介

**张大同**,特级教师。1948年4月出生於上海,畢業於華東師範大學,現在華東師範大學第二附中任教。兼任上海市物理學會理事,1991年被破格晉升為上海市高級教師,1994年被評為上海市物理特級教師。

長期從事培養物理尖子人才的工作,積累了豐富的經驗,取得了優異的成績。自1991年至今,他輔導的學生總計獲得國際中學生物理奧林匹克競賽金牌6塊(22屆2塊,25屆1塊,26屆1塊,27屆1塊,31屆1塊)。16人進入過國家集訓隊;獲全國中學生物理競賽一等獎14人次、二等獎11人次;獲上海市物理競賽一等獎109人次。

**彭大斌**,特級教師。教育部基礎教育課程教材發展中心課程諮詢委員會委員,湖南省政協委員。1964年畢業於湖南師大物理系,迄今一直執教於長沙市一中。教學業績突出,受到多種表彰和獎勵,包括被國家教育部和人事部共同授予“全國模範教師”的稱號,被湖南省人民政府授予“湖南省優秀專業技術工作者”稱號,四次榮獲“湖南省神箭英才導師獎”等。所教學生在歷屆高考和各類競賽中均列湖南省之前茅,先後已有15名學生代表湖南省參加全國中學生物理競賽決賽,在決賽中曾取得過全國第1、3、4名等好名次,並有3名學生被選入國家代表隊分別參加了第21、24、27屆國際物理奧林匹克競賽,取得1塊金牌和2塊銅牌。

# 《奥林匹克金牌之路》丛书书目

## 竞赛辅导系列

|                |      |         |
|----------------|------|---------|
| 小学数学竞赛辅导       | 罗增儒  | 15.00 元 |
| 初中数学竞赛辅导       | 刘诗雄  | 13.50 元 |
| 初中物理竞赛辅导       | 彭大斌  | 9.50 元  |
| 初中化学竞赛辅导       | 李 安  | 9.00 元  |
| 初中英语竞赛辅导(一年级用) | 王 俊  | 7.00 元  |
| 初中英语竞赛辅导(二年级用) | 欧阳郁华 | 7.50 元  |
| 初中英语竞赛辅导(三年级用) | 欧阳郁华 | 10.00 元 |
| 高中数学竞赛辅导       | 刘诗雄  | 19.00 元 |
| 高中物理竞赛辅导       | 张大同  | 17.00 元 |
| 高中化学竞赛辅导       | 李 安  | 18.00 元 |
| 高中计算机竞赛辅导      | 江文哉  | 15.00 元 |
| 高中生物竞赛辅导       | 高建军  | 15.00 元 |
| 高中英语竞赛辅导(一年级用) | 吴 云  | 8.50 元  |
| 高中英语竞赛辅导(二年级用) | 傅丹齐  | 12.00 元 |
| 高中英语竞赛辅导(三年级用) | 张邦瑞  | 11.00 元 |

## 竞赛解题指导系列

|            |     |         |
|------------|-----|---------|
| 小学数学竞赛解题指导 | 罗增儒 | 15.50 元 |
| 初中数学竞赛解题指导 | 罗增儒 | 14.50 元 |
| 初中物理竞赛解题指导 | 彭大斌 | 7.00 元  |
| 初中化学竞赛解题指导 | 李 安 | 7.00 元  |
| 高中数学竞赛解题指导 | 罗增儒 | 15.50 元 |
| 高中物理竞赛解题指导 | 张大同 | 13.00 元 |
| 高中化学竞赛解题指导 | 李 安 | 14.00 元 |

## 高考到竞赛系列

|          |     |         |
|----------|-----|---------|
| 高考到竞赛·数学 | 罗增儒 | 16.00 元 |
| 高考到竞赛·物理 | 张大同 | 12.50 元 |
| 高考到竞赛·化学 | 李 安 | 15.50 元 |
| 高考到竞赛·英语 | 蒋少增 | 12.50 元 |



# 前言

由陕西师范大学出版社策划、出版的奥林匹克金牌之路丛书,以其一流的作者、精良的内在质量,赢得了读者的认可。自出版以来,一直常销不衰。1999年度被评为全国教育图书优秀畅销书。

为了满足市场需要,完善本丛书的体系,形成规模效应,我们借势而动,对已出版的初、高中数、理、化进行了修订。新增了计算机、生物、英语三个科目。形成三大系列:竞赛辅导系列、竞赛解题指导系列、高考到竞赛系列。这三大系列图书跨越小学、初中、高中三个阶段,门类齐全,成龙配套,适用于不同层次的读者。在知识方面,以教材的加深加宽为基础,有较低的起点、较高的落点、较宽的跨度。在能力方面,通过课本知识与课外知识的相互渗透,使不同层次的学生都有机会能力超前。所聘请的作者均为全国各科竞赛方面的权威人士。

**高考到竞赛**图书的设计思路:

以高考为起点,以竞赛为落点,以专题系统讲授为特点。把两个层次的目标结合起来,使读者“退可站稳高考脚跟,进可摘取竞赛金牌”。

### 高考到竞赛图书的出版目的:

瞄准高考、覆盖竞赛。强化综合训练,拓展解题视野。使高中学生提早做好应考和夺冠的准备,达到高考和竞赛双丰收。

每章设三部分内容:

#### 第一部分,知识要点。

1. 高考基本要点。结合 3 + X 最新的高考动向,将高考要求的内容列出并作出简要阐释。

2. 提高与延伸。参照高中竞赛大纲的要求,将提高和延伸的知识部分加以详释。

#### 第二部分,典型例题。

围绕高考、竞赛的重点和热点,设置达到高考要求、适应竞赛需要的典型例题,使读者从中获得洞察力和创造机智。

#### 第三部分,训练题。

有针对性地选择和设计一些对高考、竞赛有指导意义的名题、佳题、新题。为读者提供一个强化知识、开阔视野、提高素质能力的机会。

最后附有训练题的参考答案,对较难的题目,给出了解答提示。

《金牌之路》丛书选题策划组

2000年11月





目  
录

---

|              |              |           |
|--------------|--------------|-----------|
| <b>第 1 章</b> | <b>静力学</b>   | <b>1</b>  |
| 一、知识要点       | .....        | 1         |
| 二、典型例题       | .....        | 8         |
| 三、训练题        | .....        | 16        |
| <b>第 2 章</b> | <b>运动学</b>   | <b>23</b> |
| 一、知识要点       | .....        | 23        |
| 二、典型例题       | .....        | 30        |
| 三、训练题        | .....        | 41        |
| <b>第 3 章</b> | <b>动力学</b>   | <b>47</b> |
| 一、知识要点       | .....        | 47        |
| 二、典型例题       | .....        | 55        |
| 三、训练题        | .....        | 67        |
| <b>第 4 章</b> | <b>能量和动量</b> | <b>73</b> |
| 一、知识要点       | .....        | 73        |
| 二、典型例题       | .....        | 82        |

|       |     |
|-------|-----|
| 三、训练题 | 102 |
|-------|-----|

|              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| <b>第 5 章</b> | <b>振动和波</b> | <b>111</b> |
|--------------|-------------|------------|

|        |     |
|--------|-----|
| 一、知识要点 | 111 |
| 二、典型例题 | 126 |
| 三、训练题  | 136 |

|              |            |            |
|--------------|------------|------------|
| <b>第 6 章</b> | <b>热 学</b> | <b>141</b> |
|--------------|------------|------------|

|        |     |
|--------|-----|
| 一、知识要点 | 141 |
| 二、典型例题 | 152 |
| 三、训练题  | 167 |

|              |            |            |
|--------------|------------|------------|
| <b>第 7 章</b> | <b>电 场</b> | <b>175</b> |
|--------------|------------|------------|

|        |     |
|--------|-----|
| 一、知识要点 | 175 |
| 二、典型例题 | 180 |
| 三、训练题  | 210 |

|              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| <b>第 8 章</b> | <b>恒定电流</b> | <b>215</b> |
|--------------|-------------|------------|

|        |     |
|--------|-----|
| 一、知识要点 | 215 |
| 二、典型例题 | 221 |
| 三、训练题  | 256 |

|              |                |            |
|--------------|----------------|------------|
| <b>第 9 章</b> | <b>磁场 电磁感应</b> | <b>262</b> |
|--------------|----------------|------------|

|        |     |
|--------|-----|
| 一、知识要点 | 262 |
| 二、典型例题 | 268 |
| 三、训练题  | 306 |

|               |             |     |
|---------------|-------------|-----|
| <b>第 10 章</b> | <b>光 学</b>  | 313 |
| 一、            | 知识要点·····   | 313 |
| 二、            | 典型例题·····   | 326 |
| 三、            | 训练题·····    | 362 |
|               | <b>参考答案</b> | 369 |

# 第 1 章 静力学

## 一、知识要点

### (一) 力学中三种不同性质的力

#### 1. 重力

(1) 地球上的物体受到的重力是由地球对物体的吸引力而产生的,重力的方向总是竖直向下,重力的作用点在物体的重心上.

(2) 重力的大小可由下列各种方法中的一种求得.例如,可用弹簧秤直接测出;可由公式  $G = mg$  计算出;也可以用静止时物体对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力求出等.

#### 2. 弹力

(1) 弹力产生在直接接触又发生弹性形变的物体之间,通常所称的拉力、压力、支持力等都是弹力.

(2) 弹力的方向总是与接触面垂直.如压力总是垂直于支持面指向支持物;支持力总是垂直于支持面而指向被支持物;拉力总是沿着绳(或杆)指向绳(或杆)的收缩方向.

(3) 弹力的大小跟形变有关,在弹性限度以内,弹簧的弹力大小  $f$  与形变  $x$  (伸长或缩短的长度)的关系可用胡克定律来表示,即  $f = kx$ ,式中  $k$  为劲度系数,它取决于弹簧本身的性质.

#### 3. 摩擦力

(1) 静摩擦力是产生于相互接触、处于相对静止状态但有相对运动趋势的两个物体之间的作用力.静摩擦力的方向总是与接触面相切,并与相对运动趋势的方向相反.静摩擦力的最大值叫做最大静摩擦力  $f_m$ .  $f_m$  和两物体之间的压力  $N$  成正比,即  $f_m = N\mu_s$ ,式中的  $\mu_s$  称为静摩擦因数.当外力大于最大静摩擦力时,物体开始运动.此

时物体受到滑动摩擦力的作用.

(2) 滑动摩擦力是产生于相互接触且有相对运动的两个物体之间的作用力. 滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反. 滑动摩擦力的大小  $f$  跟两个物体表面间压力的大小  $N$  成正比,  $f = \mu_k N$ . 式中  $\mu_k$  称为动摩擦因数, 其大小取决于两个物体的材料的性质及接触面的粗糙程度等.

在竞赛中, 对重力和弹力的要求和高考中基本相同, 对摩擦力就有一些新的要求.

(1) 高考中外力、摩擦力方向和相对运动或相对运动趋势方向往往都是一维的, 竞赛中却经常扩展到二维甚至三维, 请看这样一个问题:

在倾角为  $\alpha$  的斜面上, 如果物块  $A$  和斜面之间的静摩擦因数和动摩擦因数分别为  $\mu_s$  和  $\mu_k$ , 有一个水平力  $F$  作用在物块上(图 1-1). 当  $F$  力由零逐渐增大时, 让我们来分析物块的情况.

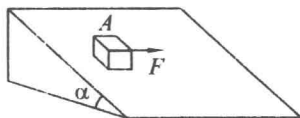


图 1-1

在倾斜平面内, 物块共受到三个力: 重力  $mg$  的一个分力  $F_1 = mg \sin \alpha$ , 拉力  $F$  和摩擦力  $f$ . 其中  $F_1$  的大小、方向都不变.  $F$  的方向不变, 大小逐渐增大.  $f$  的大小、方向都在变化(图 1-2). 当  $f$  达到最大值  $mg \cos \alpha \cdot \mu_s$  时, 物块开始滑动, 此时的

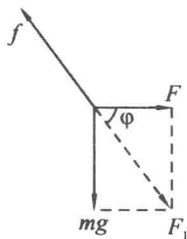


图 1-2

$$\begin{aligned} F' &= \sqrt{(mg \cos \alpha \cdot \mu_s)^2 - (mg \cdot \sin \alpha)^2} \\ &= mg \sqrt{\cos^2 \alpha \cdot \mu_s^2 - \sin^2 \alpha} \end{aligned}$$

虽然是由于  $F$  力的作用使物块开始滑动, 但物块的滑动方向并不沿  $F$  力的方向. 物块滑动后  $F$  力可减小到

$$F'' = \sqrt{(mg \cos \alpha \cdot \mu_k)^2 - (mg \cdot \sin \alpha)^2}$$

便可以使物块斜向下做匀速运动. 其运动方向和水平方向的夹角为

$$\begin{aligned}\varphi &= \sin^{-1} \frac{F_1}{f} \\ &= \sin^{-1} \frac{mg \cdot \sin \alpha}{mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu_k} \\ &= \sin^{-1} \frac{\tan \alpha}{\mu_k}\end{aligned}$$

如果再允许  $F$  力在垂直于斜面的平面内转动一个方向(该平面和斜面交线平行于斜面底边),问  $F$  为什么方向时可以最小,那就变成一个三维的问题了.

(2) 竞赛中常用到摩擦角的概念,如果用  $f_k$  表示滑动摩擦力,  $N$  表示正压力,那么  $\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{f_k}{N}$  叫做滑动摩擦角. 同样如用  $f_m$  表示最大静摩擦力,那么  $\varphi_0 = \text{tg}^{-1} \frac{f_m}{N}$  叫做静摩擦角. 在两个接触面的性质确定之后,摩擦角的大小是不会变的.

如图 1-3, 在一个圆心为  $O$ 、半径为  $R$  的半圆形碗中, 搁着一根长为  $l$  的匀质筷子( $l < 2R$ ), 筷子和碗之间的静摩擦因数为  $\mu_s$ , 问筷子静止时和水平方向的最大夹角  $\theta$  是多少?

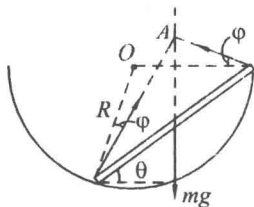


图 1-3

当筷子将要滑动时, 两端都达到了最大静摩擦力, 由于摩擦角已定, 所以碗面对筷子两端的作用力  $F_1$ 、 $F_2$  的方向都已定. 再根据平衡的三力必共点, 可知  $F_1$ 、 $F_2$  和  $mg$  三力应过  $A$  点. 接下来便可用几何知识解出  $\theta$  角.

## (二) 力的合成和分解

### 1. 力的合成

求几个已知力的合力叫力的合成, 合力的概念实质上是通过等效的方法, 用一个力去代替几个力的作用效果.

### 2. 力的分解

求一个已知力的分力叫力的分解.

力的合成与分解只是一种研究问题的方法. 实际上并不存在合

力或分力所对应的施力物体.从这个意义上来说,力的合成与分解中所指的合力与分力,只是力所产生的作用的等效代替.

### 3. 力的平行四边形法则

平行四边形法则是矢量合成的普遍法则,对于任何矢量的合成都适用.力是矢量,它的合成本则是以分力的线段做邻边的平行四边形的对角线来表示合力的大小和方向,如图 1-4 所示.

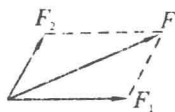


图 1-4

当有多个力需要合成时,还常用多边形法则和正交分解法则.如有如图 1-5 所示的四个力需要合成,可用多边形法则,将各个力依次首尾相接,最后从第一个力的始端到最末一个力的终端的连线,即表示合力  $\Sigma F$  (图 1-6).也可用正交分解法:将各个力都置于一个  $x-y$  坐标系中(使尽量多的力在  $x$ 、 $y$  轴上),然后将每一个力都分解到  $x$ 、 $y$  轴上去(图 1-7),再求出  $x$ 、 $y$  方向上的合力  $\Sigma F_x$  和  $\Sigma F_y$ ,最后求得合力

$$\Sigma \vec{F} = \Sigma \vec{F}_x + \Sigma \vec{F}_y$$

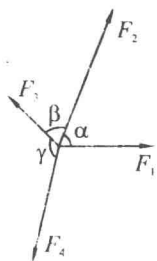


图 1-5

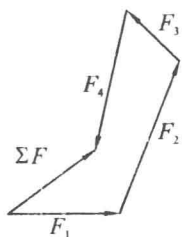


图 1-6

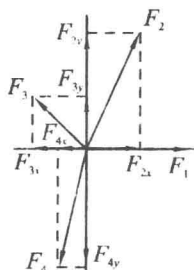


图 1-7

竞赛中还要求掌握平行力的合成和分解.

#### (1) 同向平行力的合成

两个平行力  $F_A$  和  $F_B$  相距  $AB$ , 则合力  $\Sigma F$  的大小为  $\vec{F}_A + \vec{F}_B$ , 作用点  $C$  满足  $F_A \cdot AC = F_B \cdot BC$  的关系(图 1-8).



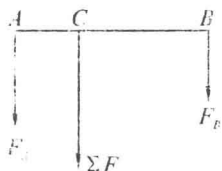


图 1-8

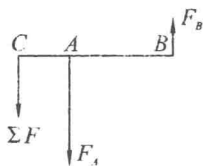


图 1-9

(2) 反向平行力的合成

两个大小不同的反向平行力  $F_A$  和  $F_B$  ( $F_A > F_B$ ) 相距  $AB$ , 则合力  $\Sigma F$  的大小为  $F_A - F_B$ , 与  $F_A$  同向, 作用点  $C$  满足  $F_A \cdot AC = F_B \cdot BC$  的关系(图 1-9).

平行力的合成常用来求物体的重心. 求重心的常用方法有分隔法与负质量法两种. 如图 1-10 的棒锤, 假设匀质球  $A$  质量为  $M$ , 半径为  $R$ ; 匀质棒  $B$  质量为  $m$ , 长度为  $l$ , 求它的重心. 第一种方法是将它分隔成球和棒两部分, 然后用同向平行力合成的方法找出其重心  $C$ .  $C$  在  $AB$  连线上, 且  $AC \cdot M = BC \cdot m$  (图 1-11). 第二种方法是将棒锤看成一个对称的“哑铃”和一个质量为  $-M'$  的球  $A'$  的合成(图 1-12), 用反向平行力合成的方法找出其重心  $C$ .  $C$  在  $AB$  连线上, 且  $BC \cdot (2M + m) = A'C \cdot M$ . 不难看出两种方法的结果都是  $BC = \frac{M(R + \frac{l}{2})}{M + m}$ .

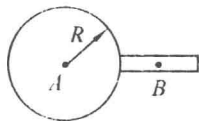


图 1-10

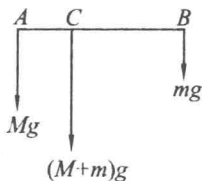


图 1-11

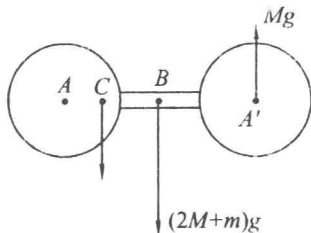


图 1-12

### (三) 物体的平衡

物体处于静止或匀速运动状态叫做平衡状态,平衡物体的受力有一定的特征.

#### 1. 共点力作用下物体的平衡

作用在物体上的几个力,如果它们的作用线交于一点,就叫做共点力.

共点力的平衡条件:合力等于零,即

$$\sum F = 0$$

#### 2. 有固定转动轴的物体的平衡

在转动的物体中,如有一个固定不动的点,这个点就是固定转动轴.从转动轴到力的作用线的垂直距离叫做力臂  $L$ ,力臂和力的乘积叫做力矩  $M$ , $M = F \times L$ ,力矩的单位是  $\text{N} \cdot \text{m}$ (不能写成  $\text{J}$ ).

有固定转动轴的物体的平衡条件:顺时针方向的力矩之和,等于反时针方向的力矩之和.即

$$\sum M_{\text{顺}} = \sum M_{\text{反}}$$

高考只要求分析以上两种情况的平衡物体,竞赛则将研究对象扩展到了一般的刚体,即受的既不是共点力,也没有固定转轴的物体.

受共点力作用的物体,其平衡的充分必要条件是合外力等于零( $\sum F = 0$ ).有固定转轴的物体,其平衡的充分必要条件是合力矩等于零( $\sum M = 0$ ).而对一般刚体,则要把 $\sum F = 0$ 和 $\sum M = 0$ 合起来才是它平衡的充分必要条件,其中任一条,只是它平衡的必要条件.因此,在解一般刚体平衡的问题时,可以列出三个联列方程: $\sum F_x = 0$ , $\sum F_y = 0$ 和 $\sum M = 0$ .这里需要说明的是:

(1)  $x$ 、 $y$  坐标的方向可以任意选取,但必须互相垂直.

(2)  $\sum M = 0$  方程的转轴可根据需要任意选取,一般原则是使尽量多的力的力臂为零.

(3)  $\sum M = 0$  方程只能列一个,取其他转轴再次列出是无效的.

如图 1-13 所示,在一倾角为  $\theta$  的粗糙斜面上,有一个被水平绳拉住最高点的圆柱体处于静止状态.小球重为  $G$ ,求斜面对小球的静摩擦力和绳子的拉力  $T$ .