

冲刺



奥林匹克竞赛辅导

高中物理

总主编 何舟
本书主编 黄其实 (特级教师)

揭示奥赛命题规律

传授赛场解题秘诀

一代名师

为你的冲刺引路

为你的成功喝彩



吉林教育出版社

冲刺



奥林匹克竞赛辅导

高中物理

总主编 何舟
本书主编 黄其实 (特级教师)
副主编 李启洪
撰稿 汤移星 胡介征 黄昌友
陈显智



NAIF68/08

吉林教育出版社

(吉)新登字 02 号

封面设计:周建明

责任编辑:王世斌 陈 刚

冲刺金牌奥林匹克竞赛辅导

高中物理

总主编 何 舟

本册主编 黄其实(特级教师)



吉林教育出版社 出版 发行

南京天德印务有限公司印刷 新华书店经销



开本:850×1168 毫米 1/32 印张:15.375 字数:508 千字

2002 年 8 月吉林第 1 版 2002 年 8 月江苏第 1 次印刷

本次印数:14000 册

ISBN 7 - 5383 - 4328 - 8/G·3949

定价:17.80 元

凡有印装问题,可向承印厂调换

冲刺金牌 权威作者、策划人阵容

总主编：何舟

各册主编

名牌大学

- 马传渔 南京大学数学系教授、国家级奥林匹克教练
丁蔚 南京大学化学化工学院教授、国家级奥林匹克教练
倪其道 中国科技大学化学与材料学院教授、国家级奥林匹克教练
葛军 南京师大数学与计算机学院副教授、国家级奥林匹克教练
殷实 东南大学物理系教授
汪忠 南京师大生命科学学院教授
张德钧 南京师大化学与环境科学学院享受国务院特殊津贴学者

金牌之乡

湖南省

- 叶冬陵 湖南省长沙市周南中学高级教师 黄其实 湖南省长沙市教科所特级教师
朱沁太 湖南省长沙市明德中学特级教师 朱震钧 湖南省长沙市第十六中学高级教师
高建军 湖南省长沙市第一中学高级教师、奥林匹克教练

江苏省

- 丁志祥 江苏省南通第一中学高级教师 刘友开 江苏省淮安市教委高级教师
周桂良 江苏省常州市教研室特级教师 南冲 江苏省物理学会秘书长
杨维中 江苏省南京市教研室特级教师 臧继宝 江苏省南京市市政府督学
冯惠恩 江苏省南京市雨花台中学特级教师、奥林匹克教练
岑芳 江苏省南京市教研室高级教师、奥林匹克教练
孙夕礼 江苏省南京市教研室高级教师、奥林匹克教练

浙江省

- 任学宝 浙江省杭州市学军中学特级教师、奥林匹克教练

北京市

- 邓均 北京大学附属中学奥林匹克一级教练 陈效师 中国少年儿童出版社编审
李新彪 北京市中国人民大学附属中学特级教师 王俊鸣 北京市第十二中学特级教师

安徽省

- 宋世骏 安徽省马鞍山市教研室特级教师 张善福 安徽省合肥市庐阳区教研室高级教师
俞成功 安徽省合肥市教研室高级教师 杨盛楠 安徽省安庆市教研室高级教师
胡祖明 安徽省安庆市第一中学特级教师 马云霞 安徽省马鞍山市教研室高级教师
李富彩 安徽省合肥市庐阳区教研室特级教师

结识名教练

冲刺金牌

主编简介



黄其实

湖南省特级教师，长沙教育学院客座教授。曾任长沙市电子工业学校副校长、长沙市教育科学研究所副所长、长沙市物理教学专业委员会理事长，现任湖南省物理教学专业委员会理事。

他长期从事教育工作，几十年如一日，刻苦钻研，博采众长，勤于实践和探索，形成了“亲、严、细、活”的教育方法和启发思维、培养能力、调动学生学习主动性的教学特色；主持并制订实验方案、撰写实验报告的教育科研课题《中学学科教学渗透德育》研究获湖南省第三届教育科研成果一等奖，并在全省推广，主持并参与的教育科研课题中获市一等奖的一个、市三等奖的二个，获长沙市社会科学优秀成果奖一个、长沙市社会科学成果三等奖一个；发表有价值的教学实践和理论研究论文 30 多篇；正式出版的专著有《中学学科教学渗透德育》丛书，《2001 届高考“3+综合”综合能力测试题》；主编各年度中考复习指导丛书；参编湖南省职高教材《物理》《高中物理考试解题精典》《新编奥林匹克初中物理竞赛讲座》等五部教学论著；辅导教师参加全省教学竞赛获一等奖的四名，参加全国教学竞赛获一等奖的二名，前后参与个别辅导并参加各类赛事获奖的教师达 10 余名；连续数年为长沙市奥林匹克物理竞赛培训班授课。





黄其实

全国中学生物理竞赛（对外可称中国物理奥林匹克竞赛）是在中国科协领导下，由中国物理学会主办的群众性的课外学科竞赛活动。这项活动得到教育部的同意和支持。组织竞赛的目的是促进中学生提高学习物理的主动性和兴趣，改进学习方法，提高学习能力；促进学校开展多样化的物理第二课堂活动，活跃学习空气，培养学生的创新意识和实践能力；发现具有突出才能的青少年，以便更好地对他们进行培养。

全国中学生物理竞赛开始于 1984 年，每学年举行一次，至今已举行 18 届，参赛人数累计已逾 160 万，是国家级的最高层次的物理竞赛，组织严密，信度高，倍受中学师生欢迎和高等院校的重视，在社会上也已引起极大关注。

竞赛分为预赛、复赛和决赛。预赛由全国竞赛委员会统一命题，采取笔试的形式，所有在校的中学生都可以报名参加。在预赛中成绩优秀的学生由地、市、县推荐，可以参加复赛。复赛包括理论和实验两部分，理论部分由全国竞赛委员会统一命题，满分为 140 分；实验部分由各省、自治区、直辖市竞赛委员会命题，满分为 60 分。根据复赛中理论和实验的总成绩，由省、自治区、直辖市竞赛委员会推荐成绩优秀的学生参加决赛。决赛由全国竞赛委员会命题和评奖。每届决赛设一等奖、二等奖的名额为参加决赛人数的六分之一和三分之一，还没有三等奖。此外，还设总成绩最佳奖、理论成绩最佳奖、实验成绩最佳奖和女同学成绩最佳奖等单项奖。

从第 2 届（1985 年）开始，从全国中学生物理竞赛的一、二等奖获得者中选出我国准备参加国际物理奥林匹克竞赛的集训队，经过短期培训，从中选出正式参加的代表队。从 1986 年我国





首次参加在英国举行的第 17 届国际物理奥林匹克竞赛，至今已派代表队参加了 16 届，参赛中学生全部获奖，所获奖牌数位居参赛各国的前列。

为帮助有志冲刺竞赛奖牌的中学生，我们特组织了长期从事高中物理教学和物理竞赛培训工作的特级、高级教师，编写了这本辅导书。本书在课程《大纲》和教材的基础上，按照高于《大纲》、高于教材的要求进行编写，并依据《全国中学生物理竞赛内容提要》的顺序，将常赛问题系列分设若干“讲”，便于同学们的自学阅读。每“讲”内又设有针对性很强的若干栏目。“赛点归纳”和“趋势预测”对常赛的问题及其命题的主要形式作了揭示和分析，并根据近年来竞赛试题的特点，对今后竞赛问题的命题方式和内容、知识与能力的要求进行了预测。“闯关秘诀”则揭示了解题时应具备的技能、方法、能力和思路。“赛题解读”选择了一些典型、新颖、适用的赛题，着重介绍如何分析物理问题，如何建立物理模型，如何挖掘隐含条件，如何运用数学工具，如何寻找最佳解法等，力图在分析和解决复杂的物理问题的正确思路和方法方面作提供一些范例。我们希望读者在接触这些例题时，着重体会其分析和解决问题的思路和方法，让自己在思路和方法方面受到启迪，收到实效。“冲刺训练”所提供的题目，是为了帮助读者进行独立练习，其中有些题目较大的难度，它们达到了竞赛要求的水平，有的题本身就是历届竞赛试题。

知识是客观的，可以从书本上、课堂中学来。能力是主观的，只能从思考、理解、实践中得到。知识是前提和基石，能力是知识在解决问题的探索过程中形成的心理过程的积累。我们相信那些扎扎实实地学习，并且对基础知识都真正掌握的读者会从自己对这些训练题的独立解答中得到提高并享受到成功的喜悦的。我们预祝本书的每一位读者都获得成功！



全国中学生物理竞赛内容提要

编者按：2000年，全国中学生物理竞赛委员会第十九次全体会议同意对《全国中学生物理竞赛内容提要》作适当的调整和补充。考虑到适当控制预赛试题难度的精神，提要中新补充的内容用“※”符号标出，作为复赛题和决赛题增补的内容，预赛试题仍沿用原规定的内容提要，不增加修改补充后的内容。新规定的《全国中学生物理竞赛内容提要》将从2002年起实行。

一、理论基础

力 学

1. 运动学

参照系 质点运动的位移和路程、速度、加速度 相对速度 矢量和标量 矢量的合成和分解 匀速及匀变速直线运动及其图象 运动的合成 抛体运动 圆周运动 刚体的平动和绕定轴的转动 ※质心 质心运动定理

2. 牛顿运动定律 力学中常见的几种力

牛顿第一、二、三运动定律 惯性参照系的概念 摩擦力 弹性力 胡克定律 万有引力定律 均匀球壳对壳内和壳外质点的引力公式（不要求导出）开普勒定律 行星和人造卫星运动 ※惯性力的概念

3. 物体的平衡

共点力作用下物体的平衡 力矩 刚体的平衡条件 重心 物体平衡的种类

4. 动量

冲量 动量 动量定理 动量守恒定律 反冲运动及火箭

5. ※冲量矩※质点和质点组的角动量※角动量守恒定律

6. 机械能

功和功率 动能和动能定理 重力势能 引力势能 质点及均匀球壳壳内和壳外的引力势能公式（不要求导出） 弹簧的弹性势能 功能原理 机械能守恒定律 碰撞

7. 流体静力学

静止流体中的压强 浮力

8. 振动

简谐振动 $[x = A\cos(\omega t + \alpha)]$ 振幅 频率和周期 相位振动的图象

参考圆 振动的速度和加速度 由动力学方程确定简谐运动的频率 阻尼振动 受迫振动和共振(定性了解)

9. 波和声





横波和纵波 波长、频率和波速的关系 波的图象 波的干涉和衍射
(定性) ※驻波 声波 声音的响度、音调和音品 声音的共鸣 乐音和
噪声 ※多普勒效应

热 学

1. 分子动理论

原子和分子的量级 分子的热运动 布朗运动 温度的微观意义
分子力 分子的动能和分子间的势能 物体的内能

2. 热力学第一定律

热力学第一定律

3. ※热力学第二定律

※热力学第二定律 ※可逆过程与不可逆过程

4. 气体的性质

热力学温标 理想气体状态方程 普适气体恒量 理想气体状态方程
的微观解释(定性) 理想气体的内能 理想气体的等容、等压、等温和绝热
过程(不要求用微积分运算)

5. 液体的性质

液体分子运动的特点 表面张力系数 浸润现象和毛细现象(定性)

6. 固体的性质

晶体和非晶体 空间点阵 固体分子运动的特点

7. 物态变化

熔解和凝固 熔点 熔解热 蒸发和凝结 饱和汽压 沸腾和沸点
汽化热 临界温度 固体的升华 空气的湿度和湿度计 露点

8. 热传递的方式

传导、对流和辐射

9. 热膨胀

热膨胀和膨胀系数

电 学

1. 静电场

库仑定律 电荷守恒定律 电场强度 电场线 点电荷的场强 场强
叠加原理 均匀带电球壳壳内的场强和壳外的场强公式(不要求导出) 匀
强电场 电场中的导体 静电屏蔽 电势和电势差 等势面 点电荷电场
的电势公式(不要求导出) 电势叠加原理 均匀带电球壳壳内和壳外的电
势公式(不要求导出) 电容 电容器的连接 平行板电容器的电容公式
(不要求导出) 电容器充电后的电能 电介质的极化 介电常数

2. 稳恒电流



欧姆定律 电阻率和温度的关系 电功和电功率 电阻的串、并联
 电动势 闭合电路的欧姆定律 一段含源电路的欧姆定律 ※基尔霍夫定
 律 电流表 电压表 欧姆表 惠斯通电桥 补偿电路

3. 物质的导电性

金属中的电流 欧姆定律的微观解释 液体中的电流 法拉第电解定
 律 气体中的电流 被激放电和自激放电(定性) 真空中的电流 示波器
 半导体的导电特性 P型半导体和N型半导体 晶体二极管的单向导电
 性 三极管的放大作用(不要求机理) 超导现象

4. 磁场

电流的磁场 磁感强度 磁感线 匀强磁场 安培力 洛伦兹力 电
 子荷质比的测定 质谱仪 回旋加速器

5. 电磁感应

法拉第电磁感应定律 楞次定律 ※感应电场(涡旋电场) 自感系数
 互感和变压器

6. 交流电

交流发电机原理 交流电的最大值和有效值 纯电阻、纯电感、纯电容
 电路 整流、滤波和稳压 三相交流电及其连接法 感应电动机原理

7. 电磁振荡和电磁波

电磁振荡: 振荡电路及振荡频率 电磁场和电磁波 电磁波的波速
 赫兹实验 电磁波的发射和调制 电磁波的接收、调谐、检波

光 学

1. 几何光学

光的直进、反射、折射 全反射 光的色散 折散率与光速的关系 平
 面镜成像 球面镜成像公式及作图法 薄透镜成像公式及作图法 眼睛
 放大镜 显微镜 望远镜

2. 波动光学

光的干涉和衍射(定性) 光谱和光谱分析 电磁波谱

3. 光的本性

光的学说的历史发展 光电效应 爱因斯坦方程 光的波粒二象性

近代物理

1. 原子结构

卢瑟福实验 原子的核式结构 玻尔模型 用玻尔模型解释氢光谱
 玻尔模型的局限性 原子的受激辐射 激光

2. 原子核

原子核的量子 天然放射现象 放射线的探测 质子的发现 中子的



发现 原子核的组成 核反应方程 质能方程 裂变和聚变 “基本”粒子

※夸克模型

3. ※不确定关系 ※实物粒子的波粒二象性

4. ※狭义相对论 爱因斯坦假设 时间和长度的相对论效应

$$p = mv = m^0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}, E = mc^2$$

5. ※太阳系 银河系 宇宙和黑洞的初步知识

数学基础

1. 中学阶段全部初等数学(包括解析几何)
2. 矢量的合成和分解 极限、无限大和无限小的初步概念
3. 不要求用微积分进行推导或运算

二、实验基础

1. 要求掌握国家教委制订的《全日制中学物理教学大纲》中的全部学生实验。

2. 要求能正确地使用(有的包括选用)下列仪器和用具:

米尺 游标卡尺 螺旋测微器 天平 秒表 温度计 量热器 电流表 电压表 欧姆表 万用电表 电池 电阻箱 变阻器 电容器 变压器 开关 二极管 光具座(包括平面镜、球面镜、棱镜、透镜等光学元件在内)。

3. 有些没有见过的仪器,要求能按给定的说明书正确使用,例如电桥、电势差计、示波器、稳压电源、信号发生器等。

4. 除了国家教委制订的《全日制中学物理教学大纲》中规定的学生实验外,还可安排其他的实验来考查学生的实验能力,但这些实验所涉及到的原理和方法不应超过本提要第一部分(理论基础),而所用仪器应在上述第2、3指出的范围内。

5. 对数据处理,除计算外,还要求会用作图法。关于误差,只要求直读示数时的有效数字和误差、计算结果的有效数字(不作严格的要求)和主要系统误差来源的分析。

三、其他方面

物理竞赛的内容有一部分有较大的开阔性,主要包括以下方面:

1. 物理知识在各方面的应用. 对自然界、生产和日常生活中一些物理现象的解释。

2. 近代物理的一些重大成果和现代的一些重大信息。

3. 一些有重要贡献的物理学家的姓名和他们的主要贡献。



目 录

主编寄语	(1)
全国中学生物理竞赛内容提要	(1)

第一讲

物体的平衡

1

赛点归纳	(1)
趋势预测	(1)
闯关秘诀	(2)
赛题解读	(2)
冲刺训练	(28)

第二讲

物体的运动

34

赛点归纳	(34)
趋势预测	(34)
闯关秘诀	(34)
赛题解读	(35)
冲刺训练	(50)

第三讲

牛顿运动定律

55

赛点归纳	(55)
趋势预测	(55)
闯关秘诀	(55)
赛题解读	(56)
冲刺训练	(73)

第四讲

冲量和动量

78

赛点归纳	(78)
趋势预测	(78)
闯关秘诀	(78)
赛题解读	(79)
冲刺训练	(96)



第五讲

机 械 能

102

赛点归纳	(102)
趋势预测	(102)
闯关秘诀	(102)
赛题解读	(103)
冲刺训练	(126)

第六讲

圆周运动和万有引力

133

赛点归纳	(133)
趋势预测	(133)
闯关秘诀	(133)
赛题解读	(134)
冲刺训练	(156)

第七讲

振 动 和 波

160

赛点归纳	(160)
趋势预测	(160)
闯关秘诀	(160)
赛题解读	(161)
冲刺训练	(175)

第八讲

热力学第一定律

178

赛点归纳	(178)
趋势预测	(178)
闯关秘诀	(178)
赛题解读	(179)
冲刺训练	(202)

第九讲

气 体 的 性 质

207

赛点归纳	(207)
趋势预测	(207)
闯关秘诀	(207)
赛题解读	(208)



冲刺训练.....(226)

第十讲

静 电 场

232

赛点归纳.....	(232)
趋势预测.....	(232)
闯关秘诀.....	(232)
赛题解读.....	(233)
冲刺训练.....	(251)

第十一讲

恒 定 电 流

259

赛点归纳.....	(259)
趋势预测.....	(259)
闯关秘诀.....	(259)
赛题解读.....	(260)
冲刺训练.....	(285)

第十二讲

磁 场

292

赛点归纳.....	(292)
趋势预测.....	(292)
闯关秘诀.....	(292)
赛题解读.....	(293)
冲刺训练.....	(313)

第十三讲

电 磁 感 应

320

赛点归纳.....	(320)
趋势预测.....	(320)
闯关秘诀.....	(320)
赛题解读.....	(321)
冲刺训练.....	(344)

第十四讲

交 变 电 流

353

赛点归纳.....	(353)
趋势预测.....	(353)





闯关秘诀	(353)
赛题解读	(354)
冲刺训练	(364)

第十五讲

几何光学

372

赛点归纳	(372)
趋势预测	(372)
闯关秘诀	(372)
赛题解读	(373)
冲刺训练	(385)

第十六讲

物理光学 原子物理

388

赛点归纳	(388)
趋势预测	(388)
闯关秘诀	(388)
赛题解读	(389)
冲刺训练	(394)

参考答案 (399)

第十八届全国中学物理竞赛

 试题及参考答案 (448)

第三十二届国际物理奥林匹克竞赛

 试题与解答 (458)

冲刺金牌奥林匹克竞赛辅导



竞赛辅导



第一讲

物体的平衡



纵观近5年来全国物理竞赛试题和国际物理奥赛试题,本讲知识是竞赛热点,几乎每年的全国赛题中均有出现.常见问题有:

1. **有关摩擦力的问题.** 摩擦力是发生在有相对运动或相对运动的趋势的两物体间的一种力.竞赛中常考察二维甚至三维情况下的摩擦力问题.
2. **共点力作用下物体的平衡问题.**
3. **一般刚体的平衡问题.**
4. **讨论题.**即要求考生根据题干提供的条件,将各种可能出现的情况充分讨论清楚.
5. **与生产、生活和科研实践相联系的问题.**这类问题要求考生有较高的抽象、概括能力,要深刻理解题意,建立物理模型.



本讲内容是力学的基础知识.力的概念是贯穿力学乃至整个物理学的重要概念.本讲知识还常与后面的知识(如牛顿定律、动量、功和能、气体压强、电磁学等)结合起来进行考查.

1. **对摩擦力知识的考查**是本讲的一个热点,有时单独考察摩擦力知识,有时与其他知识结合在一起.对于摩擦力的问题,要特别注意分清是静摩擦力还是滑动摩擦力,摩擦力的方向总是与相对运动或相对运动趋势的方向相反.
2. **从历届竞赛的试题来看,一般刚体的平衡问题**仍是本讲知识的竞赛热点.解决这类问题要求考生有较高的理解能力、空间想象能力、推理能力和分析综合能力.
3. **注意与生产、生活和科研实践的联系.**近几年的赛题中有一部分直接来源于生产、生活和科研实践,考查学生理论联系实际的能力,这是今后命题的一种趋势.





关键 秘诀

1. 合理选择研究对象.

研究对象找得不好,关系到下一步如何进行受力分析,关系到解题的繁简.对于多个物体组成的平衡系统,要善于将关键物体隔离开来,灵活运用整体法和隔离法,做到能分能合,该分就分,该合就合.应根据题设条件,确定先求什么后求什么.一般思路是两条:一是遵循先整体后局部,先外力后内力的思路;二是遵循先局部后整体,先内力后外力的思路.

2. 对物体进行正确的受力分析.

解决物体平衡问题,关键是做好受力分析,受力分析是解决力学问题的基础和先决条件,受力分析不正确,必将导致结果的错误.在对物体进行受力分析时按场力(包括重力、电场力、磁场力等)、弹力、摩擦力、其他力的次序分析;在解决与气体、液体有关的问题时,还要考虑气体、液体的压力.在对物体进行受力分析时,必须做到不添力、不漏力.要能正确画出受力图,将抽象的文字叙述形象化.

3. 建立恰当的坐标系.

平衡类问题,常常要求合力.对于共面非平行力系,在选择坐标轴时,应尽量多的力落在坐标轴上.

4. 巧妙选择转动轴.

解决平衡问题,转动轴选择恰当与否,将直接影响到解题的难易程度,甚至影响到能否正确求解.选择转动轴的技巧是选多个未知力通过的点为转动轴,这样,这些力的力矩都为0,就可使解题过程简化.



1998·全国中学生物理竞赛试题

一个质量为 m 、管口截面积为 S 的薄壁长玻璃管内灌满密度为 ρ 的水银,现把它竖直倒插在水银槽中,再慢慢向上提起,直到玻璃管口刚刚与槽中的水银面接触.这时,玻璃管内水银的高度为 h .现将管的封闭端挂在天平的一个盘的挂钩上,而在天平另一个盘中放砝码,如图 1-1 所示.要使天平平衡,则所加砝码的质量等于_____

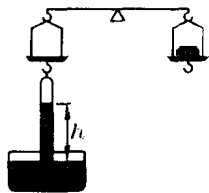


图 1-1

全解 $m + \rho h S$.

辨析 本题为一般的平衡问题,根据 $F_{\text{左}} = F_{\text{右}}$ 可求解.