

丛书主编：师 达

新概念

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高三物理

新概念

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

学科竞赛完全设计



- ◆高一数学 ◆高一化学 ◆高中计算机信息工程
- ◆高二数学 ◆高二化学 ◆高中生物
- ◆高三数学 ◆高三化学 ◆高中语文基础
- ◆高一物理 ◆高一英语 ◆高中语文阅读
- ◆高二物理 ◆高二英语 ◆高中语文写作
- ◆高三物理 ◆高三英语

责任编辑：惠 玮

装帧设计：一校编辑

ISBN 7-5007-5660-7



9 787500 756606 >

ISBN7-5007-5660-7/G·4451

(全三册) 总定价：29.40 元 本册定价：9.80 元

奥赛急先锋

高三物理

中国少年兒童出版社

新概念学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高三物理

学科主编：刘汉文

本册主编：张国铭 江向东 潘义彬

编者：翁连生 王 胜 何明亮

潘义彬 吴宝生 王跃涛

石 松 常 青 黄 刚

张国铭 江向东 靳 向

中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新概念学科竞赛完全设计手册. 高三物理 / 师达主编.
—2 版. —北京: 中国少年儿童出版社, 2002.6
ISBN 7-5007-5660-7

I. 新… II. 师… 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 (2002) 第 032163 号

奥赛急先锋

高三物理



出版发行:

中国少年儿童出版社

出版人:

主 编: 师 达
责任编辑: 惠 玮
责任校对: 刘 新

装帧设计: 钱 明
封面设计: 徐 枝
责任印务: 栾永生

社 址: 北京东四十二条二十一号
电 话: 010-64032266

邮政编码: 100708
咨询电话: 65956688-31

印 刷:

经 销: 全国新华书店

开 本: 850×1168 1/32
2002 年 6 月北京第 1 次修订
字 数: 162 千字

印 张: 7.375 印张
2002 年 7 月南京第 1 次印刷
印 数: 1—10000 册

ISBN 7-5007-5660-7/G·4451

(全三册)总定价: 29.40 元 本册定价: 9.80 元

图书若有印装问题, 请随时向本社出版科退换
版权所有, 侵权必究。

11411290/2

前 言

国际数学奥林匹克 (International Mathematical Olympiad 简称 IMO), 是一种国际性的以中学数学为内容、以中学生为参赛对象的竞赛活动。第一届国际数学奥林匹克于1959年夏天在罗马尼亚举行, 当时只有保加利亚、捷克、匈牙利、波兰、罗马尼亚和前苏联派代表队参赛, 竞赛活动每一年举办一次, 1980年因故停办一次。以后每年的国际数学奥林匹克参赛国都在不断地增加, 参赛规模都在不断地扩大, 如同国际体育奥林匹克竞赛一样, 国际数学奥林匹克也已深深地扎根于广大中小学教师的心田中。

在我国奥林匹克竞赛活动始于1956年, 当时在著名数学大师华罗庚教授的亲自参与并指导下, 在北京举办了首次数学奥林匹克竞赛。“文革”后全国性及地区性的各级各类数学竞赛活动如雨后春笋, 深受师生的厚爱。1986年我国首次正式派代表队参加国际奥林匹克数学竞赛, 并取得骄人的成绩。更为可喜的是, 中学生的数

科竞赛活动影响并带动了物理学、化学、生物学、计算机学、俄语、英语等学科的竞赛活动,在相应的国际各学科竞赛活动中,我国都取得了令世人瞩目的优异成绩,充分显示了中华民族的勤劳、智慧,也证明了改革开放后的我国基础教育在国际上是处于领先地位的。各学科竞赛活动的深入发展,也强有力地推动了课堂的学科教学,培养了大批有个性有天赋的中华学子。奥林匹克竞赛活动在40多年的历史中,形成了自己特有的人才培养模式;形成了自己特有的教材、辅导书系列;形成了一套完整的竞赛考试、评估机制。这对改变我国目前基础教育教材版本单一,人才培养模式单调,千军万马挤“普高”独木桥的状况,应该说具有很大积极意义。

奥林匹克教材及辅导图书相对于现行中学教材而言,最大的优势就在于它承认并适应学生的个体差异,在培养个人特长,开发个人潜能,造就拔尖人才方面具有独特的功能。

本书在内容编写上的主要特点有:

1、本书对近年奥林匹克竞赛活动具有集成性。这里所说的集成性含义有二:一是指书中收集到的例题、习题是近几年国内外竞赛和中高考优秀试题;二是指书中对的年奥赛解题思路、方法进行了总结归纳,具有全新的解题方略。

2、恰当处理奥赛和课内学习的关系。本书章节结构的设置既遵循奥赛的规则,同时又参照了中小学教学大纲和现行教材。从内容上讲既能保证学生在各级奥赛中取得好名次;同时又能对应课堂教学,从知识和能力的层面

上强化课内学习，帮助考生在中高考中取得优异成绩。

3、正确处理知识积累与能力培养、打好基础与研究难题的关系。知识的占有是能力形成的基础，掌握知识的速度与质量依赖于能力的发展。只有打好坚实的基础，才会具有研究难题，探究未知的能力。书中设计了一些“难题”。“难题”不同于“怪题”、“偏题”，“怪题”、“偏题”不可取。对“难题”则应下功夫研究。所谓“难题”有两种：一种是综合性强的题，另一种是与实际联系比较密切的题。解析综合性强的题需要使用多个概念、规律，需要把学过的知识有机地联系在一起，有时还需要用到其他学科的知识进行整合。解析联系实际的题需要分析研究实际问题，从大量事实中找出事物所遵循的规律，光靠对知识的死记硬背是不行的。对于这两种“难题”，必须下功夫研究，这种不间断的研究、探究，并持之以恒，就一定会形成学科特长，就一定会在不远的将来成长为拔尖人才。

本丛书含数、理、化、语文、英语、生物学、信息学（计算机）七科，跨小学、初中、高中三个阶段，共40册。

本丛书由师达总体策划并担任丛书主编，由刘汉文、周向霖、金新担任学科主编，由北京、浙江、江苏、湖北重点中小学校的特级、高级老师编写，尤其是湖北黄冈市教研室的著名老师们的加盟，更使本丛书增辉。《新概念学科竞赛与题解方略》将帮助每一位学生、家长、老师实现心目中的理想与渴望，我们衷心祝愿每一位朋友成功。

书中难免有一些缺憾，望广大师生及学生家长指正，以便再版时订正。

好学生终于有了训练本

· 本 · 书 · 特 · 色 ·

着眼于课本 落脚于奥赛

把握基础知识 培养创新能力

解题层层递进 另辟提高蹊径

好学生不能不读的训练本

目 录

第十章 磁场、电磁感应	(1)
一、磁场对电流的作用力.....	(1)
二、磁场对运动电荷的作用力	(12)
三、电磁感应定律	(39)
四、自感和互感	(60)
第十一章 交流电与电磁波	(67)
一、交流电	(67)
二、整流与滤波	(82)
三、电磁振荡与电磁波	(88)
第十二章 光学	(95)
一、光的反射、平面镜	(95)
二、光的折射、全反射.....	(104)
三、棱镜与透镜.....	(118)
四、光的波动性.....	(131)
五、光的粒子性.....	(141)
第十三章 原子物理	(147)
一、原子结构.....	(147)
二、原子核.....	(152)
参考答案与提示	(160)

第十章 磁场、电磁感应

一、磁场对电流的作用力

【知识要点】

1. 磁场

在磁场和电流的周围空间,存在着一种特殊的物质,这种物质能够对放入其中的铁磁性物质、电流或另外的磁极有力的作用,这种物质称为磁场.

2. 磁感强度

磁感强度是用来反映磁场强弱的物理量,是一个矢量,它的方向与放在该处的小磁针的北极所指的方向相同.

$$\text{定义式 } B = \frac{F}{IL}$$

物理意义 空间中某点的磁感强度等于垂直于磁场方向的通电直导线受到的磁场力 F 与电流强度和导线长度乘积 IL 的比值.

3. 磁感线

为了形象地描述空间中某点的磁场,人们引入了磁感线.它是一组假想的闭合曲线.曲线上任一点的切线方向代表了该点的磁场方向,磁感线的疏密则代表了该点磁场的强弱.磁感线是闭合的,在磁体的外部由 N 极指向 S 极,在磁体的内部由 S 极指向 N 极.磁感线不会相交.

4. 匀强磁场

磁场中的 B 的大小、方向处处都相同的区域叫匀强磁场.由



于磁感线是闭合的,因而匀强磁场只可能是某些磁场的局部.如两个相距很近的异名磁极之间,通电螺线管内部的磁场.

5. 电流的磁场

通电直导线周围的磁场方向可以用右手定则来判断.根据毕奥—萨伐尔定律,真空中无限长的通电直导线周围的磁场有

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

其中 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$

无限长通电螺线管的磁场方向可用右手螺旋定则判断.设无限长通电螺线管通有电流 I ,单位长度上有 n 匝线圈,则管内磁感强度 $B = \mu_0 nI$,而管外的磁感强度为零.

6. 安培力

磁场对电流的作用力,称为安培力.计算式:

$$F = BIL \sin \theta \quad (\text{其中 } \theta \text{ 是 } B \text{ 与 } I \text{ 的夹角})$$

安培力的方向可由左手定则判定. $F \perp B$ $F \perp I$ 即 $F \perp S_{BI}$, F 的方向垂直于 B 与 I 所决定的平面.

7. 磁力矩

匀强磁场对通电线圈的安培力的力矩

$$M = NBIS \cdot \cos \theta$$

式中 N 为线圈匝数, S 为线圈横截面积, θ 为线圈平面与磁感线夹角,当线圈平面与 B 平行时,力矩最大.力矩的大小与转轴的位置无关.

磁场对电流作用这一节,在竞赛试题中多以安培力、磁力矩求解问题出现,要结合微元分析法,等效分析法,结合力学规律,电学中电路规律分析.

【范例剖析】

●例1 如图 10-1-1 所示,把轻质导线圈用绝缘细线悬挂在磁体 N 极附近,磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直于线圈平面,



当线圈内通入如图方向的电流后,判断线圈如何运动?

[思路分析] (1)电流元分析法;(2)等效分析法

解 (1)电流元分析法:这是常规思路,把立体图改画为平面图如图 10-1-2 所示,在圆环上、下两小段电流元受力如图,显然,合力向左,因此线圈向左运动.

(2)等效分析法:可以把环形电流等效为条形磁铁如图 10-1-3 异名磁极相吸.也可以把条形磁铁等效为环形电流如图 10-1-4,然后结合平行电流分析法,同向电流相吸.

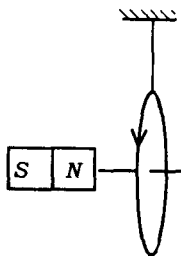


图 10-1-1

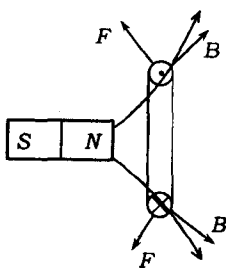


图 10-1-2

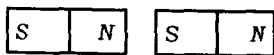


图 10-1-3

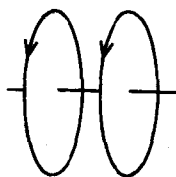


图 10-1-4

评注 这是处理这类问题的常见方法,要熟练掌握.

●例 2 在磁感应强度 $B=0.5\text{ T}$ 的匀强磁场中,放置一通以电流 $I=2\text{ A}$ 、半径 $R=10\text{ 厘米}$ 的金属圆环,环平面和磁场方向垂直,如图 10-1-5 所示,求圆环内部的张力为多大?

[思路分析] 假设将此金属环分成若干相等的小段,小到每段都可看成直线的程度,根据左手定则,每段都受到沿半径方向向



外的安培力,这使得整个圆环受到的安培力的合力为零,又使得每一小段产生一定的张力,且张力处处相等.任取半个圆环,如图 10-1-6 所示,则此半圆环受到的安培力和另外半个圆环给它的拉力必定相互平衡.

解 任取半个圆环,该半圆环受到的安培力为

$$F = BI \cdot 2R,$$

所以 $2T = BI \cdot 2R,$

$$T = BIR = 0.5 \times 2 \times 0.1 = 0.1 \text{ 牛}.$$

半圆环两端受到的拉力与环内部的张力大小相等,即圆环各段的张力均为 0.1 牛.

说明 公式 $F = BIL$ 应用时要注意 L 是导体的有效长度,或者为等效长度.所谓等效长度,当导线不是直线时,可以以导线在磁场中两个端点的连线为等效长度.

● **例 3** 有一质量为 $m = 0.05\text{kg}$,宽 $L = 0.2\text{m}$ 的 π 形匀质导线,其两边下端插入两水银浅槽里,并用导线与电源线相连,整个装置放在垂直纸面向里,磁感强度为 $B = 2\text{T}$ 的匀强磁场中,如图 10-1-7 所示,在电键 K 接通后经时间 Δt 导线跳离水银槽并坚直升高 $h = 3.2\text{cm}$,

不计导线跃起时切割磁感线的影响,问在通电时间内通过导线横截面的电量是多少?

〔思路分析〕 开关 K 闭合时,在导线起跳的 Δt 时间内,导线受向上的安培力和向下的重力作用,因电路中电阻很小,电流很强,磁场也很强,故安培力远大于重力,所以重力可忽略不计,近似

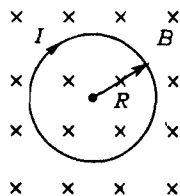


图 10-1-5

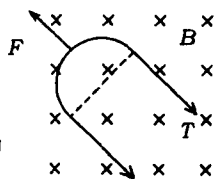


图 10-1-6

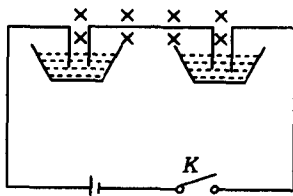


图 10-1-7



地认为导线加速过程中只受安培力作用,当导线向上离开水银槽后,做竖直上抛运动。

解 设导线在受磁场力作用下加速运动的末速度为 v (也是导线离开水银槽后做竖直运动的初速度), π 型匀质导线的质量为 m , 起跳过程中所用时间为 Δt , 则

导线在起跳的过程中, 由动量定理得:

$$BIL \cdot \Delta t = mv - 0 \quad (1)$$

导线在通电的时间 Δt 内通过的电量为:

$$Q = I \Delta t \quad (2)$$

导线离开水银槽做竖直上抛运动的过程中, 机械能守恒

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 \quad (3)$$

$$\text{联立解(1)(2)(3)得: } Q = \frac{mv}{BL} = \frac{m \sqrt{2gh}}{BL}$$

$$\therefore Q = \frac{\sqrt{0.05 \times 2 \times 10 \times 32 \times 10^{-2}}}{0.2 \times 2} = 0.1 \text{ C}$$

说明 1. 抓住主要的, 忽略次要的, 是研究物理问题的一个重要方法, 本题中重力与安培力相比, 重力很小, 可以忽略, 也必须忽略, 否则, 将无法解此题。2. 力学规律在电磁学中同样适用, 要注意应用。

● **例 4** 如图 10-1-8, 两个相同的均匀圆环用三根硬直导线 AA' 、 CC' 、 DD' 相连接, 此三线互相平行且分别与两端面的环面垂直, 已知 $\angle AOC = \angle A'O'C' = 60^\circ$, $\angle COD = \angle C'O'D' = 120^\circ$, 每个圆环的全长电阻均为 6Ω , AA' 的电阻为 1Ω , DD' 和 CC' 的电阻均为零。 CC'

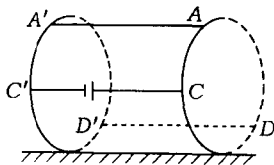


图 10-1-8

上还接有一个直流电源, 此装置放置在绝缘水平台面上, 所在区域



还有竖直方向的匀强磁场. 求

(1) 若通过电源的电流为 1A , 则通过 DD' 中的电流为多大?

(2) 若不计此装置各部分的重力, 试指出此装置放置(维持 AA' 为水平)时的平衡位置. 并说明此平衡属何种平衡.

【思路分析】 为得出此装置对应的等效电路图、可以想像地将此装置自其一端向另一端“压缩”至一个平面内得到如图 10-1-9 所示的情况, 并且注意到图中除 DD' 段和 CC' 段电阻为零外, 其余各段均有对应的不为零的电阻, 并将 D 和 D' 点重合为一点 D , 则图 10-1-9 又可以画成常见形式的电路图如图 10-1-10, 结合题给的已知条件, 很容易得出图 10-1-10 中 $R_1 = R_2 = 2\Omega$, $R_3 = R_4 = 1\Omega$, $R_5 = R_6 = 3\Omega$, $R_7 = 1\Omega$. 由于对称性, 将 D 的上下两部分拆开并不影响原电路, 故图 10-1-11 与图 10-1-10 是等效的, 又由图 10-1-9 可见, 流过 AA' 中的电流与流过 DD' 中的电流之和为流过电源的电流. 由此可根据图 10-1-11 求出流过 AA' 的电流(即流过 R_7 中的电流)来求出 DD' 中的电流.

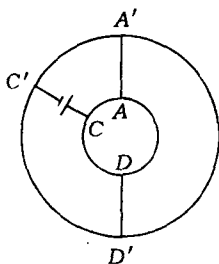


图 10-1-9

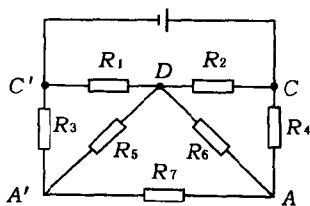


图 10-1-10

解 (1) 设图 10-1-11 中 $CAA'C'$ 这一支路的总电阻为 $R_{\text{下}}$, 则

$$\begin{aligned} R_{\text{下}} &= R_4 + R_{\text{并}} + R_3 \\ &= R_4 + \frac{(R_5 + R_6)R_7}{R_5 + R_6 + R_7} + R_3 \end{aligned}$$

$$= \frac{20}{7} \Omega$$

又设由 R_2 、 R_1 组成的支路的电阻为 $R_{\text{上}}$, 则 $R_{\text{上}} = R_1 + R_2 = 4\Omega$

以 I 表示流过电源的总电流, 则流过 R_4 的电流 I_4 为

$$I_4 = \frac{R_{\text{上}}}{R_{\text{上}} + R_{\text{下}}} I = \frac{7}{12} I$$

流过 R_7 的电流 I_7 为 $I_7 = \frac{R_5 + R_6}{R_5 + R_6 + R_7} I_4 = \frac{6}{7} I_4 = \frac{1}{2} I =$

流过 DD' 的电流为 $I_{DD'} = I - I_{AA'} = I - I_7 = 0.5A$

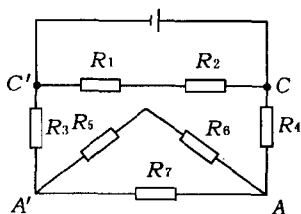


图 10-1-11

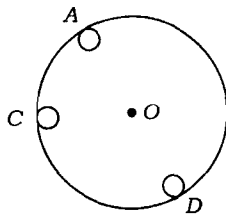


图 10-1-12

[思路分析] 为研究此装置的平衡位置, 作其侧视图如图 10-1-12. 由于对称, 两环受到的磁场力互相平衡, 由此只需考虑 AA' 、 CC' 、 DD' 三棒的受力 F_A 、 F_C 、 F_D 即可. 由于磁场为竖直方向, 故 F_A 、 F_C 、 F_D 三力均为水平方向, 又根据三棒中的电流大小和方向可知

$$F_A = F_D = \frac{1}{2} F_C$$

且 F_A 与 F_D 同向, 与 F_C 反向, 故此三力的合力为零, 作为平衡条件则只需讨论它们对此装置的力矩即可, 在图 10-1-12 中, 设想以圆心 O 为转轴, 由于 A 、 D 恰位于圆的一直径的两端, 则 F_A 和 F_D 对 O 的合力矩为零, 而平衡条件要求三力的合力矩为零, 必



须有 F_C 对 O 点的力矩为零, 则 F_C 的作用线必过 O 点, 这样的状态对应着 C 必位于环的一条水平直径上.

解 (2) 由上分析, C 位于环的一条水平直径上时, 此装置可以处于平衡状态, 此时, A 可能位于 C 的上方, 也可能位于 C 的下方, 以下就此两种情况分别来研究平衡的种类.

① 若 A 位于 C 的上方, 如图 10-1-13, 设磁场方向向上, A 、 C 、 D 中的电流方向如图所示, 则三个力 F_A 、 F_C 、 F_D 的方向如图. 设环由

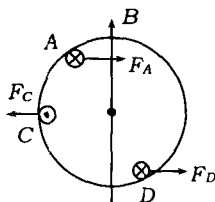


图 10-1-13

此位置逆时针方向转动一个小角度, 则转动后 F_A 、 F_D 对 O 点的合力矩仍为零, 而 C 将移至环的水平直径的下方, 此时 F_C 对 O 点产生顺时针方向的力矩, 此力矩将使环回到原来的平衡位置. 同样, 环若由此平衡位置顺时针转动一个小角度, 则它将受到逆时针方向的合力矩作用而回到平衡位置. 所以, 图 10-1-13 所示的状态为稳定平衡状态. 若磁场方向和电流方向都与图 10-1-13 所示的相反时, 装置同样是处于稳定平衡状态.

若磁场方向(或者是电流方向)与图 10-1-13 所示的方向相反时, 则 F_A 、 F_C 、 F_D 的方向均对应地反向, 此时环若偏离平衡位置, 同上分析可得其合力矩(即 F_C 对 O 点的力矩)将使环继续偏离原平衡位置, 可见这是不稳定平衡.

② 同上解答可得, 若 A 位于 C 的下方, 磁场和电流方向如图 10-1-13 所示(或磁场和电流方向均与图中相反)时, 装置处于不稳定平衡状态; 而当磁场或者电流中有一个且仅有一个与图 10-1-14 中所示的方向相反时, 则装置处于稳定平衡状态.

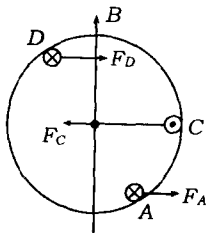


图 10-1-14

●例 5 水平放置的光滑、平行金属导轨, 相距为 l , 导轨所在平面距地面高为 h ; 导