

丛书主编：师 达

新概念

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高一物理

新概念学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高一物理

学科主编：刘汉文

本册主编：潘义彬

编者：潘义彬

陈振发

马东平

兰天

黄刚

贺文元

肖克平

肖克平

张与雄

王灵丽

胡启胜

马海波

柯良才

蕲河春

郑文能

骆学森

石松

秦真

图书在版编目 (CIP) 数据

新概念学科竞赛完全设计手册. 高一物理 / 师达主编.
—2 版. —北京: 中国少年儿童出版社, 2002.6
ISBN 7—5007—3785—8

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 032166 号

奥 赛 急 先 锋

高一物理



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 转 31

印 刷: 南京通达彩印有限公司

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: 228 千字

印 张: 10.375 印张
2002 年 7 月南京第 1 次印刷
印 数: 1—10000 册

ISBN 7—5007—3785—8/G · 2552

(全四册) 总定价: 51.20 元 本册定价: 12.80 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。

NPAE 70/63

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师生的心田中。

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, 中学生的数学学

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；二是指书中对近年奥赛解题思路、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

第一章 运动学	(1)
一、运动的基本概念、运动的合成与分解.....	(1)
二、匀变速直线运动	(10)
三、抛物运动	(18)
四、质点的圆周运动、刚体的圆周运动	(27)
第二章 静力学	(36)
一、力学中的三种力	(36)
二、共点力作用下物体的平衡	(45)
三、力矩、定轴转动物体的平衡条件、重心	(57)
四、一般物体的平衡、稳度	(67)
第三章 动力学	(81)
一、牛顿运动定律	(81)
二、力和直线运动	(92)
三、力和曲线运动.....	(104)
四、非惯性系.....	(120)
第四章 机械能	(130)
一、功和功率.....	(130)
二、动能定理.....	(138)
三、机械能、功能关系.....	(146)
四、万有引力、天体的运动.....	(157)
第五章 动量	(166)
一、动量和冲量.....	(166)
二、动量守恒.....	(173)



三、碰撞·····	(185)
四、动量和能量·····	(198)
参考答案与提示 ·····	(213)

第一章 运动学

一、运动的基本概念、运动的合成与分解

【知识要点】

$$\text{平均速度 } v = \frac{x - x_0}{t} = \frac{s}{t}$$

$$\text{瞬时速度 } v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\text{平均加速度 } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{瞬时加速度 } a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

运动的合成与分解 一个物体同时参与几个运动时,各个分运动可以看做是独立进行的,它们互不影响,物体的实际运动可以看成是这几个分运动迭加而成的,这一原理叫运动的独立性原理.它是运动的合成与分解的依据.在进行运动的分解时,理论上,只要遵从平行四边形法则,分解是任意的,而实际中既要注意分速度有无实际意义,又要注意某一分速度能否代表所要求解的分运动的速度.分运动与分运动、分运动与合运动之间除遵从矢量运算法则外,运动的同时性也是联系各个方向上的分运动和合运动的桥梁.

相对运动 运动的合成包括位移、速度和加速度的合成.一般情况下把质点对地面上静止的物体的运动称为绝对运动,质点对运动参照系的运动称为相对运动,而运动参照系对地的运动称为牵连运动,由坐标系的变换公式 $v_{A \text{ 对 } B} = v_{A \text{ 对 } C} + v_{C \text{ 对 } B}$



可得到 $v_{\text{绝对}} = v_{\text{相对}} + v_{\text{牵连}}$

位移、加速度也存在类似关系.

运动的合成与分解, 一般来说包含两种类型, 一类是质点只有绝对运动, 如平抛物体的运动; 另一类则是质点除了绝对运动外, 还有牵连运动, 如小船过河的运动. 解题中难度较大的是后一类运动. 求解这类运动, 关键是列出联系各速度矢量的关系式, 准确地作出速度矢量图.

【范例剖析】

●例 1 一物体以大小为 v_1 的初速度竖直上抛, 假设它受到大小不恒定的空气阻力作用, 上升的最大高度为 H , 到最高点所用时间为 t , 从抛出到回到抛出点所用时间为 T , 回到抛出点速度大小为 v_2 , 求下列两个过程中物体运动的平均速度、平均速率、平均加速度.

(1) 在上升过程中.

(2) 整个运动过程中.

【思路分析】 由于物体的运动是一般变速运动, 故平均速度、平均速率和平均加速度都要严格按定义式求.

解 (1) 上升过程路程和位移大小均为 H , 故平均速率和平均速度大小相等, 均为 $\bar{v} = \frac{H}{t}$, 平均速度方向竖直向上. 平均加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - v_1}{t} = \frac{-v_1}{t}$.

(2) 运动的全过程位移为 0, 路程为 $2H$, 平均速度大小为 0. 平均速率为 $\bar{v}' = \frac{2H}{T}$. 速度的变化量 $\Delta v' = -v_2 - v_1$, 平均加速度 $a = \frac{\Delta v'}{\Delta t'} = \frac{-(v_2 + v_1)}{T}$.

两个过程中的加速度均为负, 它表示两个过程中的加速度方向与初速度方向相反, 即加速度方向都是竖直向下.



说明 在直线运动中, 必须注意用正负号表示矢量方向.

●例2 高为 H 的灯柱顶部有一小灯, 灯下有一高为 h 的行人由灯柱所在位置出发, 沿直线方向在水平面上背离灯柱而去. 设某时刻该人的行走速度为 v_0 , 试求此时行人头顶在地面的投影的前进速度 v .

[思路分析] 影的运动为一般变速运动, 没有什么特定的规律可运用, 由于影的运动与头顶的运动存在一定的联系, 根据光的直线传播特征, 可以找出影的位移与头顶的位移的关系, 再根据速度的定义即可得到影运动的速度.

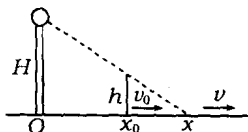


图 1-1-1

解 如图 1-1-1 所示, 当行人位于 x_0 位置时, 其头顶在水平面上的投影位于 x , 由三角形的相似比得 $\frac{x}{x - x_0} = \frac{H}{h}$

$$\text{故 } x = \frac{H}{H - h} x_0$$

$$\text{又 } \because v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \bigg|_{\Delta t \rightarrow 0} = \frac{H}{H - h} \frac{\Delta x_0}{\Delta t} \bigg|_{\Delta t \rightarrow 0}$$

$$\text{而 } \frac{\Delta x_0}{\Delta t} \bigg|_{\Delta t \rightarrow 0} = v_0$$

$$\therefore v = \frac{H}{H - h} v_0$$

说明 要注意题中并未给出人作匀速运动的特殊情况, 故不能用匀速运动规律来解答题.

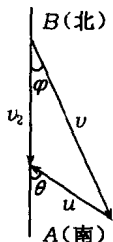
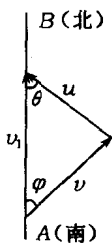
●例3 一架飞机以相对于空气为 v 的速率从 A 向正北方向飞向 B, A 与 B 相距为 l . 假定空气相对于地速率为 u , 且方向偏离南北方向有一角度 θ , 求飞机在 A、B 间往返一次所需时间为多少? 并就所得结果, 对 u 和 θ 进行讨论.

[思路分析] 由于风速的影响, 飞机往返于 A、B 两地时, 往



返速度不同. 两地距离是一定的, 求时间关键是求出飞机的合速度.

解 由公式 $v_{\text{机地}} = v_{\text{机气}} + v_{\text{气地}}$ 可得到往返时速度矢量图如图 1-1-2 所示, 其中飞机相对于风的速度 v 与南北方向交角为 φ , 由图可得 $\frac{\sin \theta}{v} = \frac{\sin \varphi}{u}$



(a) 往程图

(b) 返程图

因此 $\sin \varphi = \frac{u}{v} \sin \theta$, $\cos \varphi =$

$$\sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta}$$

图 1-1-2

故往程速度大小 $v_1 = u \cos \theta + v \cos \varphi$

$$= u \cos \theta + v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta}$$

$$\text{往程时间 } t_1 = \frac{l}{v_1} = \frac{l}{u \cos \theta + v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta}}$$

$$\text{返程速度大小 } v_2 = v \cos \varphi - u \cos \theta = v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta} - u \cos \theta$$

$$\text{返程时间 } t_2 = \frac{l}{v_2} = \frac{l}{v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta} - u \cos \theta}$$

$$\begin{aligned} \text{往返总时间 } t = t_1 + t_2 &= \frac{l}{u \cos \theta + v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta}} + \\ &\quad \frac{l}{v \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta} - u \cos \theta} \end{aligned}$$



$$= \frac{2l}{v} \frac{\sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \sin^2 \theta}}{1 - \frac{u^2}{v^2}}$$

讨论: (1) 当风速 $u = 0$ 时, $t = t_0 = \frac{2l}{v}$

(2) 当风沿南北方向即 $\theta = 0$ 时, $t = \frac{t_0}{1 - \frac{u^2}{v^2}}$

(3) 当风沿东西方向即 $\theta = 90^\circ$ 时, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2}}}$

●例4 如图 1-1-3 所示, 一辆汽车以速度 v_1 在雨中行驶, 雨滴落下的速度 v_2 与竖直方向偏前 θ 角, 求车后的一捆行李不会被雨淋湿的条件.

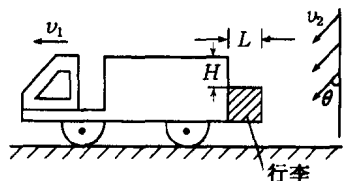


图 1-1-3

〔思路分析〕行李在车厢后方, 要不被雨淋湿, 车厢必须挡住可能落到行李上的雨, 即雨相对于车的速度方向如图所示.

解 如图 1-1-4, 雨滴相对于车的速度

$$v_{\text{雨车}} = v_{\text{雨地}} - v_{\text{车地}} = v_2 - v_1$$

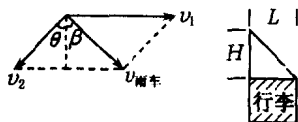


图 1-1-4

$$\text{由图可得 } \tan \beta = \frac{v_1 - v_2 \sin \theta}{v_2 \cos \theta}$$

要行李不被雨淋湿, 则有 $\tan \beta \geq$

$$\frac{L}{H}$$

$$\text{故所求条件是 } \frac{L}{H} \leq \frac{v_1 - v_2 \sin \theta}{v_2 \cos \theta}$$



●例5 一人站在到离平直公路距离为 $d = 50\text{m}$ 的 B 处,公路上有一汽车以 $v_1 = 10\text{m/s}$ 的速度行驶,如图 1-1-5 所示.当汽车在与 B 相距 $l = 200\text{m}$ 的 A 处时,人立即以 $v_2 = 3\text{m/s}$ 的速度奔跑.为了使 B 跑到公路上时,能与车相遇,问:(1)人奔跑的方向与 AB 连线的夹角 θ 为多少?(2)经多长时间人赶上汽车?(3)若其它条件不变,人在原处开始匀速奔跑时要与车相遇,最小速度为多少?

【思路分析】人和车都做匀速运动,故人相对于车的运动也为匀速运动,因此,以车为参照系,根据运动的合成与分解的知识和匀速运动的规律即可求解.

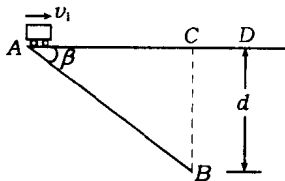


图 1-1-5

解 (1)以汽车为参照系,人做匀速运动,故要人能与车相遇,必须人相对于车的速度 v_3 沿 AB 方向.根据三角形法则可以得到如图 1-1-6 所示矢量三角形.由正弦

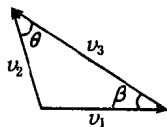


图 1-1-6

定理得 $\frac{v_2}{\sin \beta} = \frac{v_1}{\sin \theta}$ 即 $\sin \theta = \frac{v_1}{v_2} \sin \beta$.

而 $\sin \beta = \frac{d}{l}$

$$\therefore \sin \theta = \frac{v_1 d}{v_2 l} = \frac{10}{3} \cdot \frac{50}{200} = \frac{5}{6}$$

解得 $\theta = 56.5^\circ$ 或 123.5°

故人能与汽车相遇的条件是 $56.5^\circ \leq \theta \leq 123.5^\circ$

(2)在图 1-1-6 中,由正弦定理得 $\frac{v_2}{\sin \beta} = \frac{v_3}{\sin(180^\circ - \theta - \beta)}$

代入数据解得 $v_3 = 11.85\text{m/s}$ 或 $v_3' = 8.03\text{m/s}$

将 v_3 值代入 $t = \frac{l}{v_3}$ 解得 $t = 16.9\text{s}$ 或 $t' = 24.9\text{s}$, 即人追赶



的时间 t 应满足 $16.9\text{s} \leq t \leq 24.9\text{s}$

(3) 在速度矢量图中, 不难看出, 当 $\theta = 90^\circ$ 即 $v_2 \perp v_3$ 时, v_2 最小. 故人奔跑的最小速度为 $v_{2\min} = v_1 \sin \beta = 2.5\text{m/s}$.

练 习 一

1. 一质点在半径 $R = 1\text{m}$ 的圆周上按顺时针方向运动, 开始时刻位置在 P 点, 如图 1-1-7 所示, 质点运动的路程与时间的关系为 $s = \pi t^2 + \pi t$, 式中, s 的单位为 m , t 的单位为 s , 试求: (1) 质点从 P 点出发, 绕圆周运行一周的平均速度大小和平均速率. (2) 质点在第 1s 至 1.1s 间, 1s 至 1.0001s 间的平均速度大小、平均速率各为多少?

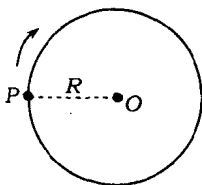


图 1-1-7

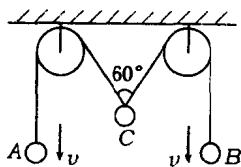


图 1-1-8

2. 如图 1-1-8 所示, 两个相同的小球 A 、 B 通过轻绳绕过定滑轮带动 C 球上升, 某时刻连接 C 球的两绳夹角为 60° , A 、 B 速度均为 v , 求此时 C 球的速度.

3. 甲乙两船在静水中划行速度分别为 $v_{\text{甲}}$ 、 $v_{\text{乙}}$, 两船从同一渡口过河, 若甲船以最短时间过河, 乙船以最短航程过河, 结果两船在同一地点到岸, 求两船过河时间之比 $\frac{t_{\text{甲}}}{t_{\text{乙}}}$.

4. 如图 1-1-9 所示, 细绳绕过定滑轮将重物 m 和小车连在一起, 当车以恒定速度 v 向右运动时, 试分析在重物上升过程中, 其速度和加速度的变化情况.

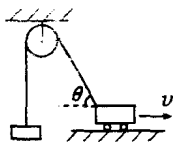


图 1-1-9

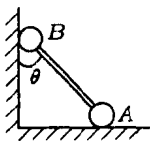


图 1-1-10

5. 如图 1-1-10 所示, 一刚性杆两端各拴一小球 A 、 B , A 球在水平地面上, B 球靠在竖直墙上, 在两球发生滑动过程中, 当杆与竖直夹角为 θ 时, A 球速度为 v , 求此时 B 球的速度.

6. 如图 1-1-11 所示, 一个不透光的球壳内有一发光点, 球壳可绕垂直于纸面的水平轴以角速度 ω 匀速转动, 由于球壳上开一小孔, 因而有一细束光线在竖直面内转动, 在离转轴距离为 d 处有一竖直墙, 当光线与竖直墙夹角为 θ 时, 屏上光斑速度为多少?

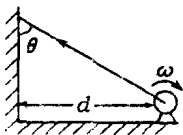


图 1-1-11

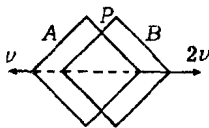


图 1-1-12

7. 如图 1-1-12 所示, 两个边长相同的正方形线框相互叠放, 且沿对角线方向, A 有向左的速度 v , B 有向右的速度 $2v$, 求交点 P 的速度.

8. 如图 1-1-13 所示, 有一河面宽 $L = 1\text{km}$, 河水由北向南流动, 流速 $v = 2\text{m/s}$, 一人相对于河水以 $u = 1\text{m/s}$ 的速率将船从西岸划向东岸.

(1) 若船头与正北方向成 $\alpha = 30^\circ$ 角, 船到达对岸要用多少时间? 到达对岸时, 船在下游何处?

(2) 若要使船到达对岸的时间最短, 船头应与岸成多大的角