

新编

奥林匹克基础知识及素质教育丛书

高中物理

主编：由峻

上册

展开思想的翅膀
活跃在奥林匹克广场上
为了明天的成功
哪怕今天爬爬墙打
让我们手挽手
深掘智慧的力量
奋斗——前进
这里是绿色的牧场



科学技术文献出版社

新编奥林匹克基础知识 及素质教育丛书

在教材的基础上提高 在提高的基础上飞跃

全国著名品牌：十年磨一剑

名校权威新编：真诚新奉献

考试深入指导：透彻而全面

辅助学生学习：提高在当年

高中数学（上、下册） 26.00元

高中物理（上、下册） 35.00元

高中化学（上、下册） 38.00元

高中生物 21.00元

计算机（上、下册） 24.00元

注：邮费按书款总价另加20%邮挂费

☎ 邮购热线：(010)68515544-2172

ISBN 7-5023-3234-0



9 787502 332341 >

ISBN 7-5023--3234-0/G · 711

定价：35.00元（上册15.00元 下册20.00元）

◇新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书

高中物理

(上册)

主 编 由 峻

编 者 秦家达 马凌风 高玉镶

唐 擎 王小天

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

高中物理/由岐主编. -北京:科学技术文献出版社,1999.3

(新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书)

ISBN 7-5023-3234-0

I. 高… II. 由… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G633

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 40271 号

出 版 者:科学技术文献出版社

图 书 发 行 部:北京市复兴路 15 号(公主坟)中国科学技术信息研究所大楼
B 段/100038

图 书 编 务 部:北京市西苑南一院 8 号楼(颐和园西苑公汽站)/100091

邮 购 部 电 话:(010)68515544-2953

图书编务部电话:(010)62878310,(010)62877791,(010)62877789

图书发行部电话:(010)68515544-2945,(010)68514035,(010)68514009

门 市 部 电 话:(010)68515544-2172

图书发行部传真:(010)68514035

图书编务部传真:(010)62878317

E-mail:stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑:王亚琪 王 琦

责 任 编 辑:郭昊昊

责 任 校 对:梁文彦

责 任 出 版:周永京

封 面 设 计:孟朝阳

发 行 者:新华书店北京发行所

印 刷 者:三河市富华印刷厂

版 (印) 次:1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

开 本:850×1168 32 开

字 数:302 千

印 张:11.25

印 数:1—10000 册

定 价:35.00 元(上册 15.00 元 下册 20.00 元)

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书主要涉及高中物理力学、热学、电学、光学和物理实验五部分。每部分均由“概念与规律”、“思路与方法”、“练习与训练”、“答案与提示”四部分组成。“概念与规律”部分阐述了进一步学习物理所必要的理论知识;“思路与方法”讲述了各种类型题目的思维模式;“练习与训练”中提供了足够的自我训练材料;“答案与提示”给读者以必要的启发和提示。源于教材、高于教材、自成体系。语言流畅,通俗易懂。

本书可供准备参加竞赛的学生、辅导教师及力争在物理高考中取得好成绩的学生阅读。

科学技术文献出版社 向广大读者致意

科学技术文献出版社成立于 1973 年,国家科学技术部主管,主要出版科技政策、科技管理、信息科学、农业、医学、电子技术、实用技术、培训教材、教辅读物等图书。

我们的所有努力,都是为了使您增长知识和才干。

前 言

近些年来,世界范围内的学科奥林匹克竞赛方兴未艾。我国自参赛以来,不断取得优异成绩。1997年,我国参加在阿根廷布宜诺斯艾利斯举办的第37届世界数学奥林匹克竞赛,6名选手均获金牌,并取得了团体第一名的好成绩。学生参加各学科的奥林匹克竞赛活动,不但为国家争得了荣誉,也已成为他们丰富学习内容、增长知识、提高各门功课学习成绩的重要方式之一。

为了帮助广大中小学生完整、准确、全面地掌握各门功课的学习内容,在日常的学习和参加奥林匹克竞赛活动中取得好的成绩,同时为了配合目前中小学素质教育,我们邀请了京内外著名奥校具有多年教学与辅导经验的权威老师,编写了这套《新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书》。

参加本丛书编写工作的老师,全部来自于教学第一线,具有扎实的基础理论功底和丰富的教学实践经验。他们结合自己多年教学、科研和奥校辅导的经验,在总结各类奥林匹克竞赛教学讲义、习题解答及辅导材料的基础上,博采众家之长,形成了本丛书独具特色的风格和特点:

(1)学科门类齐全。全套丛书共18分册,涵盖数学、物理、化学、生物、计算机5个学科,跨越小学、初中、高中三个阶段,是目前此类图书中覆盖学科最广、教学内容最全、实用性最强的奥林匹克竞赛系列丛书之一。

(2)普及与提高并重。各册书紧密配合本年级的教学进度,选择基础性强、应用性广、具有代表性的教学内容作为专题,进行重点讲解,旨在提高大多数学生的学习水平。同时又根据各学科竞赛的实际需要,选择针对性强的专题,以点带面,重点讲解。

(3)科学准确,结构合理。各分册按照学科特点进行科学编排,内容繁简适当。对于教学中的重大疑难问题,分析透彻,注重科学性和准确性。重点、难点部分举一反三,力求使学生在理解的基础上,学会灵活运用。

(4)新颖独特,趣味性强。各分册力求做到选题典型、新颖有趣,例题讲解富有启发性,注意培养学生独立思考的能力。注重从学习方法、分析思路和解题技巧上,全方位、多角度地培养学生对各种知识的综合运用能力。

为便于学生掌握各门功课的学习要领,各分册除对基础知识进行系统讲解外,还配备有一定数量的练习,并附有提示及答案,供同学们根据自己的实际情况有选择地使用。

我们真诚地希望本套丛书能对同学们参加奥林匹克竞赛和各类学科竞赛有所裨益,能有助于我国中小学生全面提高各门功课的学习成绩。书中如有错漏或不当之处,欢迎读者批评指正。

新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书

主要作者简介

- 吴文虎 中国计算机学会普及委员会主任
国际信息学奥林匹克中国队总教练
清华大学计算机系教授
- 吕 品 全国计算机教材审查委员会委员
北京信息学奥林匹克学校副校长
中学高级教师
- 刘 尧 北京教育学院化学教研室主任、教授
- 陆 禾 北京 14 中化学特级教师
北京市有突出贡献的专家
- 黄儒兰 北京教育局化学教研室主任
中学特级教师
- 冯士腾 北京宣武区教育学会秘书长
中学特级教师
- 李方烈 北京宣武区中学数学教研室主任
中学特级教师
- 赵欣如 北京师范大学生物系教授
中国生物奥林匹克竞赛委员会委员
- 曹保义 北京师范大学二附中副校长
生物教研组组长
中学高级教师

- 高建军 湖南长沙一中生物教研组组长
中学高级教师
- 石长地 首都师范大学研究生处教师
数学奥林匹克专业研究生毕业
教育学硕士
- 贺贤孝 辽宁师范大学数学系教授
辽宁数学教育学会副会长
- 杨 骞 辽宁师范大学数学系副教授
大连市奥林匹克学校校长
- 由 峻 北京市宣武区中学教研室主任
- 秦家达 北京市 66 中物理教研组组长
中学高级教师
- 高玉镶 北京师范大学附中物理高级教师
- 马凌风 北京市 15 中物理教研组组长
中学高级教师
- 王健子 北京市 15 中物理高级教师

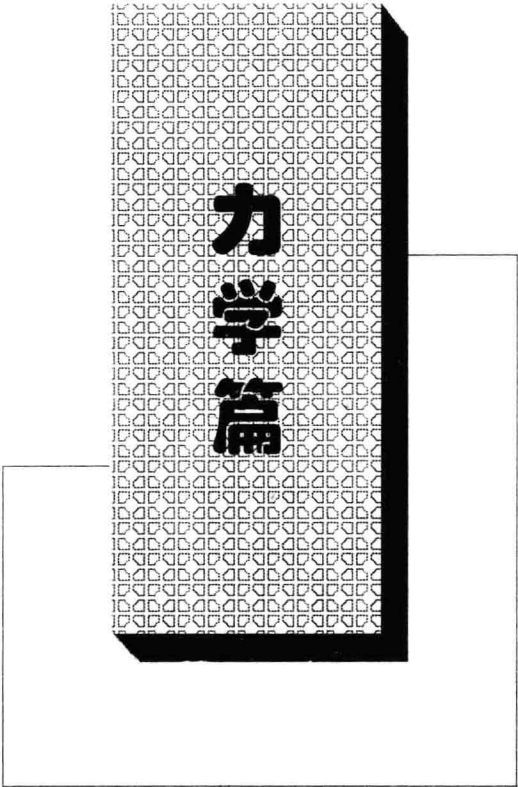
目 录

力学篇

第一章	质点运动学	(3)
第二章	力 物体的平衡	(43)
第三章	牛顿运动定律	(91)
第四章	动能定理 动量定理	(138)
第五章	动量守恒定律 机械能守恒定律	(180)
第六章	振动和波	(223)

热学篇

热学	(261)
----------	-------



力学篇

第一章 质点运动学

力学的研究对象是机械运动,它是指宏观物体之间(或物体内部各部分之间)的相对位置随时间的变化,它是自然界中最简单、最基本的运动。通常力学分为运动学、动力学和静力学。运动学只描述物体的运动,不涉及引起运动和改变运动的原因。质点是物理学中一个理想化模型,即忽略物体的形状和大小,仅把物体视为一定质量的点。为了突出研究对象的主要性质,暂不考虑一些次要因素而引入的理想化模型,是物理学中重要的研究方法之一。本章所涉及的质点运动学,重点是匀变速直线运动、抛体运动和匀速圆周运动。

【概念和规律】

一、参考系与坐标系

作为研究物体运动时所参照的物体(或彼此相对静止的物体群)称作参考系。一般说来,研究物体运动时,只要描述方便,参考系的选择是任意的。在高中阶段,多数情况都是把地球或相对地球静止的物体选为参考系(惯性系)。为了定量地描述质点的位置,还要在选定的参考系上设置坐标系,通常采用直角坐标系。从坐标原点到质点位置所引的矢量 r 称为径矢,质点的位置可用 r 来定量描述。 r 随时间 t 变化的关系式 $r = r(t)$ 称为运动方程。在直角坐标系中, r 可分解为 x 、 y 、 z 三个分量。质点的运动情况可用如下三个运动方程定量描述:

$$x = x(t)$$

$$y = y(t)$$

$$z = z(t)$$

质点沿 x 轴作直线运动时,只需一个方程:

$$x = x(t)$$

就可以了。当质点在 x 、 y 平面上作曲线运动时,需要如下两个方程:

$$x = x(t)$$

$$y = y(t)$$

把上述运动方程中的时间 t 消去,就得出质点坐标 x 、 y 、 z 所满足的轨迹方程。

二、位移与路程

位移是描述质点位置变化的物理量。其大小是从初位置到末位置间的距离。其方向规定为从初位置指向末位置。对于沿 x 轴作直线运动的质点,其位移 $x = x_2 - x_1$,方向从 A 指向 B ,如图 1-1-1 所示。

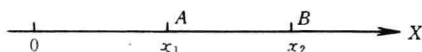


图 1-1-1

如果质点在 xoy 平面内运动,从 A 点运动到 B 点,其位移 $s = r_2 - r_1$,它符合矢量合成的平行四边形法则,亦可写为 $r_1 + s = r_2$,方向由 A 指向 B ,如图 1-1-2 所示。

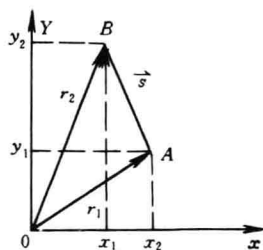


图 1-1-2

由图也可得出位移的解析式: $s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$,它与 x 轴夹

角为 ϕ , 则 $\phi = \arctg \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ 。

路程是指质点实际运动轨迹的长度, 它是标量, 而位移是矢量, 两者根本不同。只有当质点沿直线做方向不变的运动时, 路程才与位移的大小相同。在运动学中给出的运动方程, 多数情况均给出位移对时间变化的方程。

三、速度与速率

速度是描述质点运动快慢和方向的物理量。对于匀速直线运动, 其速度是位移跟所用时间之比值, 即 $v = \frac{s}{t}$, 对同一匀速运动, v 是与 t 无关的恒量。对于变速直线运动, 就要引入平均速度 $\bar{v} = \Delta s / \Delta t$ 和瞬时速度 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta s / \Delta t$ 两个概念来描述。它们的几何意义可从图 1-1-3 明显看出: $\bar{v} = \tg \theta$, $v_A = \tg \phi$ 。对于不同时间内的平均速度大小, 其对应的割线斜率不同; 对于不同时刻的瞬时速度, 对应的切线斜率亦不同。从根本上讲, 速度是位移对时间的变化率。

速率是质点的路程跟时间的比值, 它是标量。质点做直线运动(方向不变)时, 速率可看为速度的大小。

四、加速度

它是描述速度改变快慢的物理量。其定义式是 $a = \Delta v / \Delta t$, 它是矢量, 其方向总与速度改变量 Δv 方向一致。对

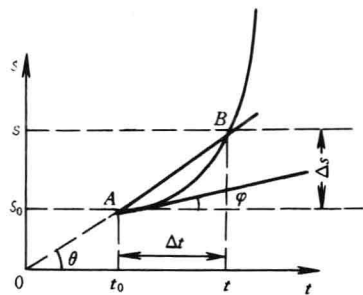


图 1-1-3

于匀变速直线运动, 其加速度定义式可写为 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$; 对于匀速圆周运动的向心加速度, 其数学表达式可写为 $a = v^2 / r$ 或 $\omega^2 r$ 。据牛

顿第二定律可知,加速度的决定式为 $a = \sum F/m$, 即加速度大小跟物体所受合外力成正比, 跟物体的质量成反比; 加速度的方向总与合外力方向一致。要正确理解加速度是速度对时间的变化率, 不能把加速度 a 与速度 v 及速度的改变量 Δv 混淆起来。以水平弹簧振子作简谐振动为例, 如图 1-1-4 可知振子 P 在 B 、 C 间往复做变加速运动, 即振子从 $B \rightarrow O$ 或从 $C \rightarrow O$ 过程中, 作加速度变小的加速运动; 振子从 $O \rightarrow C$ 或 $O \rightarrow B$ 过程中, 作加速度绝对值变大的减速运动。振子在平衡位置 O 时, 其加速度为 O 而速度为最大值; 振子在 B 、 C 两位置的瞬时速度为 0 而加速度绝对值均达最大值。在学习物理概念时, 要特别注意区别物理量、物理量的变化与物理量对时间的变化率。这正如哲学中所述: 只有认识矛盾的特殊性才能区分事物。

五、匀变速直线运动

它的特点是: 质点沿直线运动, 在任何相等的时间内速度的改变量均相同, 即加速度为恒量的运动。它有两个基本方程

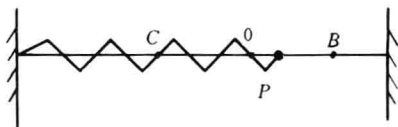


图 1-1-4

$$v_t = v_0 + at \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

(1) 式反映了速度 v_t 是时间 t 的一次函数; (2) 式反映了位移 s 是时间 t 的二次函数。设初速 v_0 为正方向时, 匀加速度运动的加速度 a 应为正值; 匀减速运动的加速度 a 应为负值。在下面图 1-1-5 中甲图为匀变速直线运动的 $s-t$ 图像, 其中 (1) 曲线为匀加速运动; (2) 曲线为匀减速运动。乙图为匀变速直运动的 $v-t$ 图像, 其中 (1) 线为匀加速运动; (2) 线为匀减速运动。对于 $v-t$ 图像, 应正确理解它在 v 轴上的截距为初速度 v_0 ; 它的斜率为加速度; 图线与两坐标轴所围

面积的数值表示位移 s_0 的大小。

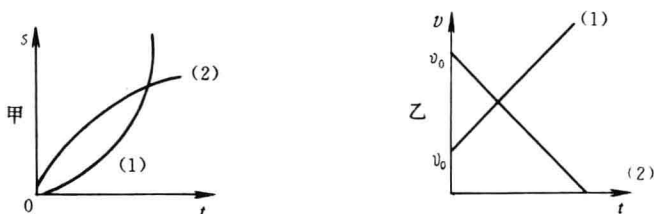


图 1-1-5

根据(1)、(2)两个基本公式,可导出两个重要推论:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as$$

$$\bar{v} = (v_0 + v_t)/2 \text{ 或 } s = (v_0 + v_t)t/2$$

不难看出,以上四式包括了五个物理量: v_0, v_t, a, t, s , 每个公式分别含有四个物理量。一般知道其中三个物理量,就可以求另外两个物理量。下面讨论几个特例:

(1) 令 $a = 0$, 可导出 $v_t = v_0 = \text{恒量的匀速直线运动方程}$, 即 $S = vt$ 。

(2) 令 $v_0 = 0$, 可导出初速度为零的匀加速直线运动的三个公式:

$$v_t = at \quad (v_t \text{ 正比于 } t)$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad (s \text{ 正比于 } t^2)$$

$$v_t^2 = 2as \quad (v_t \text{ 正比于 } \sqrt{s})$$

(3) 只在重力作用下的自由落体运动和竖直上抛运动, 即 $a = g$ 的匀变速直线运动

自由落体运动: