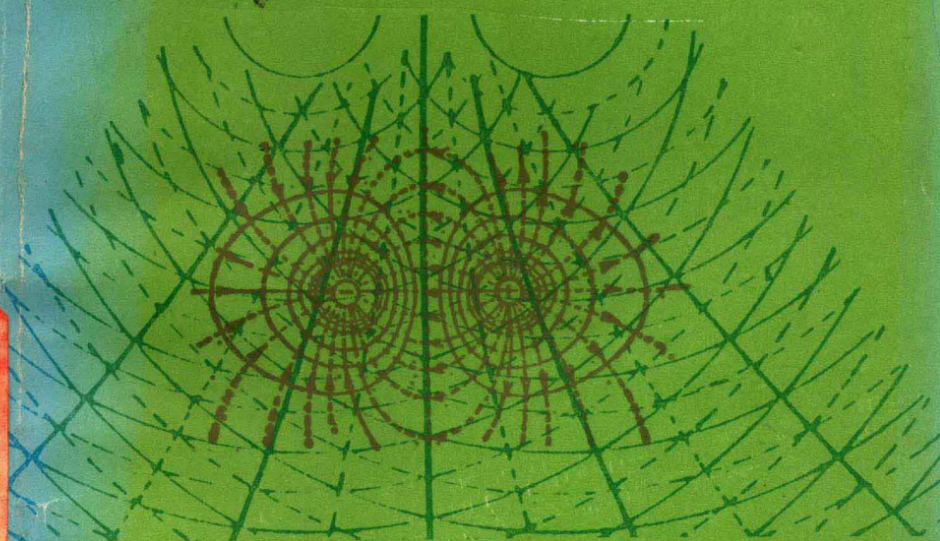


高中物理 能力培养指导

唐慰常 编著



贵州教育出版社

高中物理能力培养指导

唐慰常 编著

贵州教育出版社

内 容 简 介

本书系在贵阳一中三十多年执教高中物理的作者（特级教师）教学经验和科研成果的总结。该书按高考物理对能力的要求，对物理知识的深层次理解，作了细致地分析；对整体知识的综合应用，总结出一套行之有效的思路和方法；特别是对高考重点中的重点——力学、热学和力学、电磁学和力学、其它部分和力学的两体两段问题，设计了较完整的思路，在理论上有新颖的见解，在课堂教学中深受学生欢迎，对学生提高高考成绩有很大的帮助。

本书适合高中毕业班系统复习时使用，也适合高一、高二学生自学。

序 言

《高中物理能力培养指导》一书，在我的学生的要求和有关教师的热情支持下，现在出版了。这本书是我从事物理教学三十多年的经验总结，是坚持结合教学工作开展教材教法研究的成果的总结，全书以《全日制中学物理教学大纲》和高考物理《考试说明》为依据，以提高学生分析与解决物理问题的能力为目标，在长期研究物理高考特点的基础上，为高中学生编写的。

本书分为十八章，每一章设若干专题，每一个专题集中解决一个方面的高考重点问题，包括对物理概念和规律的理解分析及其应用方法，若干相关概念和规律的综合分析及其综合应用和方法，物理题的分析与解答的思路、方法和技巧，且每一专题都精选若干题目进行分析和练习（附有答案），使学生通过知识的归纳整理——思路、方法和技巧总结——习题的评讲与练习达到提高能力的目的。

本书具有如下特点：

1. 深入挖掘物理知识的内在联系，努力提高学生综合应用物理知识解决物理问题的能力。本书不仅对易混淆难理解的知识进行了细致的分析，而且对重要规律的用法，特别是对内在联系紧密的若干公式的综合应用思路和方法，介绍了作者的观点，为学生完成高难度题目，打下牢固的理论基础。

2. 突出学生思维能力培养的指导，总结出一整套完整地分析

解决物理问题的经验，特别是针对高考物理中的重要题型——两体两段问题，介绍了作者在多年来教学中提炼出来的、深受学生喜爱的整体思路和方法，可使读者耳目一新。

3. 精心选编例题，使能力训练落到实处。基本训练题附有答案，综合题有较详细的分析与解答，重点题有解题思路总结和技巧点拨，这对于教师上课和学生自学都很方便。书中还介绍了历年高考中的好题和难题，这对于学生开阔思路，掌握方法无疑是很有好处的。

4. 课堂实践和社会效果好。最近几年作者在高三执教时，大体都按这本书的教学设计进行，在95—96年度中，把此书的一稿印发给学生，进行系统地复习，学生反映很好，在90年代作者三次执教高三物理，所教学生两次获得省物理高考第一名（92届为100分满分，96届为146分），两次屈居第二（92届99分、94届为149分），三年中名列省前三名的学生共7人次（两个第一、两个第二和三个第三）。班及格率最高达98%，班平均分最高超省平均分37分。这说明此书对尖子学生和一般学生都有较好的效果。在90年代，作者还就高中物理教学问题，两次（92、93年）在贵州省教科所举办的高考复习研讨班上、两次（95、96年）在省中学物理教学研究会的学术年会上作过论文发言或经验介绍，两次（91、96年）在华东、中南、西南十省（区）中学物理教学研讨会上作过论文交流或大会发言，两次（93、94年）在《物理教师》上发表文章，均受到有关专家、教授和老师们的的好评。

借此机会向所有支持、关心和帮助过此书出版的专家、老师和同学表示深切的谢意。

由于作者水平有限，难免有不当之处，恳切希望读者赐教。

作者

1997. 3 于贵阳一中

目 录

第一章 匀变速运动	(1)
专题一 物理概念及其综合分析.....	(1)
专题二 匀变速直线运动的公式及其应用方法.....	(3)
专题三 两段问题的思路与方法.....	(7)
专题四 竖直上抛运动	(17)
专题五 两体问题的思路和方法	(20)
专题六 综合题的分析与解答	(26)
专题七 速度和加速度的测示原理	(28)
专题八 匀变速曲线运动 平抛	(31)
第二章 力 物体的平衡	(37)
专题一 力	(37)
专题二 物体受力分析方法	(43)
专题三 力的合成与分解的方法	(46)
专题四 物体的平衡	(55)
第三章 牛顿运动定律	(64)
专题一 牛顿运动定律的基础知识	(64)
专题二 一体一段问题的分析与解答	(67)
专题三 一体两段问题的分析与解答	(74)
专题四 两体一段问题的分析与解答	(81)
第四章 圆周运动 万有引力定律	(94)

专题一	匀速圆周运动	(94)
专题二	变速圆周运动	(102)
专题三	两体圆周运动	(104)
专题四	万有引力定律	(105)
第五章	机械能	(110)
专题一	功和功率	(110)
专题二	动能定理及其应用	(117)
专题三	动能定理和运动学公式综合应用	(125)
专题四	动能定理解答变力做功和曲线运动问题	(131)
专题五	机械能守恒定律及其应用	(133)
第六章	动量	(139)
专题一	动量定理及其应用	(139)
专题二	动量定理与运动学公式的综合应用	(144)
专题三	动量守恒定律	(149)
专题四	碰撞	(154)
专题五	动量守恒定律和其它公式的综合应用	(158)
第七章	机械振动和机械波	(166)
专题一	简谐振动	(166)
专题二	机械波	(176)
第八章	力学综合题的分析与解答	(184)
专题一	恒力作用下物体做直线运动的综合题 的分析和解答	(184)
专题二	变力作用和曲线运动综合题分析和 解答的思路和方法	(196)
附 录	力学综合题精选	(200)
第九章	分子运动论 热和功	(210)
专题一	分子运动论	(210)
专题二	物体的内能 能的转化和守恒定律	(213)

第十章 气体的性质	(218)
专题一 气体的状态和状态参量.....	(218)
专题二 气体实验定律.....	(222)
专题三 理想气体状态方程.....	(224)
专题四 理想气体状态方程的综合应用.....	(233)
附 录 气体状态方程综合题精选.....	(244)
第十一章 电场	(250)
专题一 电场的性质.....	(250)
专题二 电场中的导体 电容器.....	(259)
专题三 带电物体在电场中的运动.....	(263)
第十二章 稳恒电流	(276)
专题一 稳恒电流的基本概念和规律.....	(276)
专题二 物理概念和规律的综合分析与应用.....	(278)
专题三 电路分析与基本计算训练.....	(283)
专题四 二阶段电路的综合分析和计算.....	(288)
专题五 实验电路.....	(299)
第十三章 磁场	(309)
专题一 磁场的性质.....	(309)
专题二 安培力作用下通电导体运动的综合分析.....	(313)
专题三 带电粒子在匀强磁场中的运动.....	(315)
专题四 带电粒子在电磁场中运动的综合题 的分析与解答.....	(318)
第十四章 电磁感应	(326)
专题一 电磁感应的基础知识.....	(326)
专题二 电磁感应的综合分析.....	(334)
第十五章 交变电流 电磁振荡	(343)
专题一 交变电流.....	(343)
专题二 变压器及远距离输电.....	(346)

专题三 电磁振荡和电磁波·····	(349)
第十六章 光的反射和折射·····	(353)
专题一 光的反射和折射定律·····	(353)
专题二 光的反射和折射的综合应用·····	(357)
专题三 透镜和透镜成像·····	(363)
第十七章 光的波动性和微粒性·····	(373)
专题一 光的波动性·····	(373)
专题二 光子说 波粒二象性·····	(378)
第十八章 原子和原子核·····	(382)
专题一 原子的结构·····	(382)
专题二 原子核·····	(385)
例题参考答案·····	(392)

第一章 匀变速运动

专题一 物理概念及其综合分析

一、物理概念 包括质点、时间和时刻、路程和位移、速度和加速度。

1. 质点 不考虑物体的大小和形状，而把物体看作一个有质量的点，叫做质点；物体平动或者物体的大小和形状在所研究的运动中可以忽略时，可以把物体当作为质点。

2. 时间和时刻 主要应分清它们的区别，时间是两个时刻之差。在时间坐标轴上(见图 1-1)，时刻相当于坐标轴上的一点，时间相当

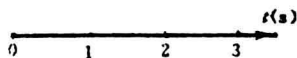


图 1-1

于轴上一段距离。在实际问题中，第 1 秒、第 2 秒都是 1 秒钟时间，而不是时刻。1 秒末、8 点钟都是讲的时刻，而不是时间。

3. 路程和位移 路程是指质点运动实际轨迹的长度，是标量。位移是指质点位置的变化，是矢量。它的方向由始点指向终点，大小



图 1-2

是始点到终点的直线长度。如图 1-2 示, 表示质点从 A 点沿弧线运动到 B 点, $\widehat{ACB}$ 弧长表示路程, 而位移的大小由 AB 直线表示, 方向由 A 指向 B。

一般说来, 路程不等于位移。在物体向着一个方向做直线运动时, 也只能讲位移大小跟路程相等。

4. 速度 速度是描述物体运动快慢的物理量。

平均速度: 在变速直线运动中, 物体运动的位移跟所用时间的比值, 叫做这段时间的平均速度, 可以用公式表示: $\bar{v} = s/t$

瞬时速度: 物体在某一时刻或在某一位置的速度, 叫做瞬时速度。可以认为瞬时速度是物体经过某一点时, 在极短时间内的平均速度。

速度是矢量, 它的大小叫速率。

5. 加速度 加速度是描述物体速度变化快慢物理量。一般说来, 速度变了, 物体就有加速度。

在匀变速直线运动中, 速度的变化量记为 $\Delta v = v_t - v_0$ 。对应的时间记为 t , 则加速度 a 定义为 Δv 与 t 的比值, 即

$$a = \Delta v / t$$

加速度是矢量, 它的方向就是 Δv 的方向。

在匀变速直线运动中, 加速度的大小和方向都不变。

二、物理概念的综合分析 以上所述的物理概念之间有一定的联系, 但要特别注意它们的差异, 由于它们反映物体运动的不同性质, 因而不能无条件地讲“位移大, 速度就大”, 也不能无条件地讲“速度变化大, 加速度就大”, 在进行实际问题的分析判断时, 要严格地进行逻辑推理, 然后得出结论。切忌“想当然”、“我觉得”的错误做法。

三、典型应用

【例 1】(学生完成) 下列关于速度和加速度的提法, 正确的有

A. 速度很大, 加速度可能很小

- B. 速度变化很大，加速度可能很小
 C. 速度方向水平向右，加速度方向可能水平向左
 B. 速度方向变了，加速度方向可能不变

【例 2】(学生完成) 在物体做直线运动时，

- A. 速度为零时，加速度可能不为零
 B. 加速度为零时，速度可能不为零
 C. 速度为零时，加速度可能最大
 D. 加速度为零时，速度可能最大

【例 3】(学生完成) 判断以下说法中，哪些是错误的？

- A. 物体的速度大小不变，加速度就一定为零
 B. 物体的加速度大小不变，速度大小就一定变化
 C. 物体的位移为零，加速度就一定为零
 D. 物体的加速度为零，位移就一定为零

【例 4】(学生完成) 一个物体运动时，速度大小始终不变，则

- A. 它的加速度大小可能不变 B. 它的加速度可能在变小
 C. 它的加速度可能在变大 D. 它的加速度方向可能改变

专题二 匀变速直线运动的 公式及其应用方法

一、运动公式组 包括两个基本公式和两个导出公式：

基本公式： $v_t = v_0 + at$ (1)

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

导出公式： $v_t^2 = v_0^2 + 2as$ (3)

$$s = \frac{1}{2} (v_0 + v_t) t \quad \text{..... (4)}$$

注意：以后讨论问题时，约定这四个公式始终用上述编号。

二、公式的相互关系 可以证明，从上述四个公式中的任意两个公式，可以推导出其余两个公式。

例如，用公式 (3) (4) 推导出 (1) (2)：把 (4) 式的 s 代入 (3) 式得：

$$v_t^2 = v_0^2 + a(v_0 + v_t)t$$

即
$$v_t^2 - v_0^2 = a(v_0 + v_t)t$$

所以
$$v_t = v_0 + at$$

联 (3) (4) 式消去 v_t ，可得：

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

其他两两相互推导的证明，有兴趣的读者可自己完成。

三、公式组的应用方法 在应用以上公式解答题目时，要注意公式的矢量性、综合性和选择性。

1. 矢量性 公式中的位移 s ，速度 v_0 和 v_t ，加速度 a 都是矢量。

当物体做匀加速直线运动时，以初速度方向为正，则加速度亦为正值，表示二者方向相同。当物体做匀减速直线运动时，以初速度方向为正，则加速度为负值，负号表示加速度方向跟初速度方向相反。物体做匀减速运动时，如果公式中的“ a ”仅表示加速度的大小（正值），则公式应改写为：

$$v_t = v_0 - at$$

$$s = v_0t - \frac{1}{2}at^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2as$$

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$$

最后一个公式的形式没有变化。但是，当末速度方向跟初速度方向相反时，应带负值进行计算。

2. **综合性** 对于较难的题目,要注意综合分析。要分析运动过程,要综合两个公式解题。

前面讲过,这四个公式中的任意两个都可推导出其余两个,因而可以说用两个公式做题,就等效于用四个公式做题,从逻辑上讲,任选两个公式解题,都能解出答案,则就有六种解法(四个公式中任选两个公式的方法有六种)一般情况下,六种解法中常有简解和繁解,应当培养识别简解和繁解的能力。从公式本身分析,(2)式和(3)式中,时间 t 、初速度 v_0 和末速度 v_t 都出现平方项,如果 t 、 v_0 或 v_t 是未知数,应用(2)式或(3)解题,一般说来解答计算过程就较繁,而不如用(1)式和(4)解答简单。

3. **选择性** 以上四个公式,含有五个物理量,又可用两个公式联合解题,因而知道其中三个物理量,余下的两个未定量就一定能算出来。为了解答简捷,所选用的公式,应尽量包含所求量和已知量,应尽量不包含题目不给不求的未知量。

四、典型应用研究 在以下的过程中,重点研究六种解法的可行性和简解的判断方法。

【例 5】物体以一定的初速度做匀减速直线运动,加速度大小为 a ,经过时间 t 停止运动,求物体的位移 s 。

【分析】本题已知 a 、 t 和 $v_t=0$,要求位移 s ,但四个公式都含有两个未知数,因而要用两个公式,才能解出答案。

【解 1】
$$v_t = v_0 - at = 0$$

$$s = v_0 t - at^2/2$$

用代入法消去 v_0 得:

$$s = at^2 - at^2/2 = at^2/2$$

【解 2】
$$v_t = v_0 - at = 0$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2as = 0$$

消去 v_0 后得:

$$a^2 t^2 = 2as$$

可得

$$s = at^2/2$$

【解 3】

$$v_t = v_0 - at = 0$$

$$s = (v_0 + v_t) t/2 = v_0 t/2$$

消去 v_0 得:

$$s = at^2/2$$

【解 4】

$$s = v_0 t - at^2/2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2as = 0$$

所以

$$v_0^2 = 2as$$

消去 v_0 得:

$$s = \sqrt{2ast} - at^2/2$$

可解出

$$\sqrt{s} = \sqrt{\frac{a}{2}} t$$

$$s = at^2/2$$

【解 5】

$$s = v_0 t - at^2/2$$

$$s = (v_0 + v_t) t/2 = v_0 t/2$$

消去 v_0 得,

$$s = at^2/2$$

【解 6】

$$v_t^2 = v_0^2 - 2as = 0 \quad v_0^2 = 2as$$

$$s = (v_0 + v_t) t/2$$

消去 v_0 得,

$$s = \sqrt{2ast}/2$$

显然

$$s = at^2/2$$

可见,用任意两个公式解答,都能解出答案,共计六种解法。在应用公式 $v_t^2 = v_0^2 - 2as$ 解答的【解 4】较为复杂,这主要是因为 v_0 是未知量,该公式是 v_0 的二次方程。

由本题解答还可以看出:末速度的零的匀减速运动,公式可以写成

$$v_0 = at \quad s = at^2/2 \quad v_0^2 = 2as \quad s = v_0 t/2$$

跟初速度为零的匀加速运动的公式完全对称。

【例 6】水平面上一个物体以初速度 $v_0 = 10$ 米/秒开始做匀减速运动,加速度大小为 4.0 米/秒²,求 (1) 物体位移为 12 米时

的时间？(2) 物体运动 3.0 秒钟时，位移多大？

【分析】 物体在水平面上做匀减速运动，要注意它停下来后就将保持静止状态，因而运动的最长时间和最大位移分别为

$$t_M = v_0/a = 2.5 \text{ 秒}$$

$$s_M = v_0^2/2a = 12.5 \text{ 米}$$

【解答】 由 $s = v_0 t - at^2/2$

得 $12 = 10t - 2t^2$

$$t^2 - 5t + 6 = 0$$

可解得 $t_1 = 2 \text{ 秒}$ $t_2 = 3 \text{ 秒}$

与 $t_M = 2.5 \text{ 秒}$ 对比，答案应为 $t_1 = 2 \text{ 秒}$ ， t_2 应舍去。

由于物体运动 2.5 秒钟已经停下。所以 3.0 秒的位移，就是运动的最大位移，即为 12.5 米。

由本题解答可以看出：解答匀减速运动的题目，自觉地分析并算出运动到末速度为零的时间和位移，在解答中很重要。以后还会看到物体做匀减速运动，有的时候还会反向运动（例如竖直上抛运动），在这种情况下，求出这个时间和位移也很重要。

专题三 两段问题的思路与方法

一、两段问题的一般思路和方法

1. 两段问题的含义 两段问题是指题目中一个物体的运动，按题意可分为前后两个阶段，例如，物体从斜面上滑下，后来又在水平面上运动，就是一个物体的两段问题。

这类问题较为普遍，其解答又能够较好地锻炼学生的能力，学生应该很好地掌握分析解答的思路和方法。

2. 两段问题的思路 这个思路可概括为十六个字：两段分析，两段关系，两段列式，综合求解。

两段分析：用画运动示意图的方法，分析两段运动的性质和

条件。

两段关系：仍用画运动示意图的方法，找出两段的联系条件，特别是隐含的条件。

两段列式：选用恰当的公式，列出两段的具体表达式，两段运动性质相同的题目，常常要同一个公式用两次，列出两段的两个表达式。

综合求解：综合分析各表达式的关系，注意已知量和未知量的关系，解出答案。解答这类问题的数学方法，一般有方程法、比例法和函数图象法等。

二、两段问题方程法 两段问题方程法，是指列式后用解方程组的方法求出答案。

【例 7】 雨滴从屋檐自由落下，经过窗子的时间为 0.20 秒，如果屋檐高出窗子的下边 1.8 米，求窗子的高度是多少？（ $g=10$ 米/秒²）

【分析】 题目把雨滴的自由落体运动，分解为加速度相等的两段，为了便于分析，画出运动示意图如图 1-3 示。

【解答】

两段分析：两段加速度皆为 g ，经过第 2 段 h_2 的时间为 $t_2=0.20$ 秒。

两段关系：通过两段的总时间为 $t=t_1+t_2$ ，总位移为 $h_1+h_2=1.8$ 米。

两段列式：

$$\text{对前段 } h_1: \quad h_1 = gt_1^2/2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{对整段:} \quad h_1 + h_2 = g(t_1 + t_2)^2/2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

由 (2) 式解出 $t_1 + t_2 = 0.60$ 秒

所以 $t_1 = 0.40$ 秒

不难解得 $h_1 = 0.80$ 米， $h_2 = 1.0$ 米

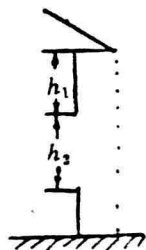


图 1-3