

中小学 **新** 课程教学艺术丛书

新课程背景下高中物理教师教学教研必备

高中物理

教学与解题艺术

XINKECHENG BEIJINGXIA

GAOZHONG WULI JIAOXUEYUJIETI YISHU

郭 铨 著

中国林业出版社

责任编辑：刘开运 何蕊 裴振华

封面设计：夏季林风工作室

“中小学新课程教学艺术丛书”

- 小学心理健康教育案例指导解读
- 中学心理健康教育案例指导解读
- 语文立体化教学艺术
- 高中数学教学与解题艺术
- 高中物理教学与解题艺术

- 初中生100个困惑和建议
- 高中生100个困惑和建议
- 中学生研究性学习操作手册
- 小学典型范例作文分类诊所
- 初中典型范例作文分类诊所

“中小学教学艺术丛书”

“中小学教学艺术丛书”是在“九五”国家重点课题“面向21世纪我国中小学教师队伍建设和教师教学艺术研究”成果的基础之上，集全国优秀中小学教师的教学艺术成就著集成，2003年3月，中国教育学会将该项目“中小学教学艺术”立项为“现代教学艺术研究”“十五”重点课题。

“中小学教学艺术丛书”陆续出版，旨在提高中小学教师的教学艺术水平，促进全面实施素质教育，是中小学教师培训的理想教材和参考书。

课堂教学

- 小学语文备课艺术
- 小学数学备课艺术
- 语言艺术
- 口语交际艺术
- 说课艺术
- 开讲艺术
- 板书艺术
- 掀起课堂小高潮艺术
- 激发学习兴趣艺术
- 课堂组织艺术
- 课堂调控艺术
- 课堂提问艺术
- 结尾艺术
- 小学语文课堂教学艺术
- 小学数学课堂教学艺术
- 小学英语课堂教学艺术
- 小学思想品德课堂教学艺术
- 小学科学课堂教学艺术
- 小学艺术课堂教学艺术
- 初中语文课堂教学艺术
- 初中数学课堂教学艺术
- 初中英语课堂教学艺术

理论研究

- 中小学教学艺术实用全书
- 中国当代著名教学流派
- 刘显国反馈教学法研究
- 教改教研艺术
- 反馈教学艺术
- 学法指导艺术
- 语文德育渗透艺术
- 活动课教学设计艺术
- 多媒体设计运用艺术
- 教法选择艺术
- 评课艺术
- 心理健康教育艺术
- 家庭语文教育艺术

能力培养

- 培养能力艺术
- 语文练习设计艺术
- 小学数学练习设计艺术
- 复习备考艺术
- 小学数学解题训练艺术 I
- 小学数学解题训练艺术 II
- 小学作文训练艺术
- 初中数学解题训练艺术
- 初中物理解题训练艺术
- 初中化学解题训练艺术
- 初中作文训练艺术
- 小学语文课堂活动课教学百例
- 小学数学课堂活动课教学百例
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学一年级)
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学二年级)
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学三年级)
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学四年级)
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学五年级)
- 奥数之星创新思维训练艺术(小学六年级)
- 奥数之星创新思维综合训练艺术

“新课程背景下教师教学实用基本功丛书”

- 校本教研与科研基本功
- 教法运用与学法指导基本功
- 课前预设与课堂生成基本功

ISBN 978-7-5038-4720-2



9 787503 847202 >

定价：25.00 元

中小学新课程教学艺术丛书

高中物理教学与解题艺术

郭 铨 著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高中物理教学与解题艺术/郭铨著. —北京: 中国林业出版社, 2007. 1
(中小学新课程教学艺术丛书)
ISBN 978-7-5038-4720-2

I. 高... II. 郭... III. 物理课—教学法—高中 IV. G633.702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 001249 号

出版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: 010-66174569

发行: 新华书店北京发行所

印刷: 北京昌平百善印刷厂

版次: 2007 年 1 月第 1 版第 1 次

开本: 880mm×1230mm 1/32

印张: 12.5

字数: 480 千字

印数: 3000 册

定价: 25.00 元

序

高中物理是中学阶段教学难度偏大的一门课程，它同时也是高考中区分度显著、选拔功能很强的学科。教师在给学生传授物理知识的同时，向学生介绍物理学思想方法与研究方法，培养学生的创新意识与实践能力，也是高中物理最重要的教学目标之一。

教学是一门艺术，在教学中如何体现全面提高学生的综合素质，构建师生互动和谐的教学氛围，教师在教学中所起的作用至关重要，而教师的认知结构和驾驭教材的能力也会对教学过程和结果产生直接的影响。在物理课堂教学中，教师不仅要向学生讲授物理概念和规律，更应该深刻剖析它们的内涵和外延、适用范围以及相似概念的区别与联系，在全面拓展学生知识视野的同时，通过联想、推理、探究、转化等方式提高学生逻辑思维的多向性与深刻性。

物理习题教学同物理概念规律教学以及物理实验教学一起构成了物理教学的三大板块，在习题教学中教师一定要教给学生分析物理问题的方法，养成良好的学习习惯；而学生正确解题过程的形成则来自对概念规律的深刻理解和熟练运用知识的应变能力。当

前，面对着高考大跨度的知识迁移，对能力方面要求的进一步加强，以及灵活多变、不可预测等特点，在以科学的训练替代“题海战术”的同时，必须立足于求新、求活、求实。所谓“求新”，就是要在教学中突出内容新、手段新、方法新，提倡创新思维，杜绝盲目引进，避免重复演练；所谓“求活”，就是要突出物理学科的特点，讲究教学艺术，方法灵活多变；所谓“求实”，就是要强调过程与结果的统一，坚持系统性，突出针对性，侧重实效性。

我从事高中物理教学教研三十余年，在长期的教学实践中深感教育科研对于教师自身素质的提高以及良好教学效果取得的重要性，现在系统地加以总结，将自己历年来发表在国家刊物上的一百余篇物理教学论文重新补充修改，结合个人手中积累的大量资料并参照高考的最新动态，取其精华归纳整理，编辑成册，以供青年教师及高中毕业班学生借鉴参考，由于作者水平有限，在书中难免有疏漏之处，恳请广大读者赐教。

郭 铃

2007年1月于

北京师范大学燕化附属中学

目 录

序

第一部分 高中物理的思想方法与研究方法的艺术

1. 物理规律的适用范围 (3)
2. 物理公式的增量式 (7)
3. 物理解题中的情景转换 (12)
4. 物理解题中隐含条件的挖掘 (17)
5. 物理解题中界点的选择 (24)
6. 中学物理中的初始条件问题 (28)
7. 中学物理中的边界条件问题 (32)
8. 物理的极值条件与极值 (36)
9. 中学物理中的平均值问题 (41)
10. 如何发挥物理图像的解题功能 (45)
11. “微元法”在物理解题中的应用 (49)
12. “矢量法”在物理解题中的应用 (54)
13. 频闪照像原理在物理中的应用 (60)
14. 物理问题中的“管道模型” (64)
15. “半能损失”物理过程的分析 (69)

第二部分 高中物理重点知识整合与专题训练的艺术

- 第一章 力学板块 (75)
 1. 匀速直线运动中的物理问题 (75)



2. 追及和相遇问题与安全行车	(79)
3. 力的合成分解与物体的受力平衡	(84)
4. 重力、万有引力与重力加速度	(89)
5. 滑动摩擦力的分析与计算	(96)
6. 张力的分析、计算与测量	(101)
7. 介质阻力和阻力的分析方法	(105)
8. 静力学问题的图解方法	(108)
9. 轻杆物理模型的力学特征	(112)
10. 物块—弹簧竖直方向的组合模型	(117)
11. 运动定律中的九大关系	(121)
12. 渡河问题的讨论分析与图解	(126)
13. 平抛运动中常用的分析方法	(130)
14. 圆周运动经典问题例析	(136)
15. 天体运动问题中的相似概念	(141)
16. 天体运动中的速度和加速度	(146)
趣味物理 : 地月系统的拉格朗日平动点	(150)
17. “万有引力”中的极值问题	(153)
趣味物理 : 太阳系远日行星发现简史	(156)
18. 卫星问题的理论与应用	(159)
趣味物理 : 从同步卫星到登天缆绳	(164)
19. 升降机中的力学模块问题	(168)
20. 传送带问题的分析方法	(173)
21. “机械能”相似概念规律的辨析	(178)
22. 系统机械能守恒的实例分析	(183)
23. 摩擦力做功和摩擦生热	(188)
24. 板—块物理模型的图像分析	(191)
25. 碰撞问题可能情况的判定	(196)
26. “振动和波”图像问题的导读	(199)
27. “还原法”在“振动和波”中的应用	(206)
趣味物理 : 水波趣谈	(209)

第二章 电磁学板块	(212)
1. 静电感应与导体接地	(212)
2. “静电场”疑点辨析	(217)
3. 电场电路中的平行板电容器	(220)
4. 电路元件的归并与重组	(224)
5. 电路中开关与滑动变阻器的使用	(228)
6. 电路中的“节点电流法”及其应用	(231)
7. 电动机问题的分析求解	(236)
8. 电阻测量系统误差的消除	(240)
9. 电路中的电流表和电压表	(243)
10. 非理想电表的特点与使用	(247)
11. 怎样使用有刻度无标度的电表	(250)
12. 电学实验中的两个不宜	(254)
13. 保险丝电路的特性分析	(259)
14. 电路故障问题的分析与检测	(263)
15. 电路暗箱的设计与求解	(266)
16. 必须考虑粒子重力的情况	(269)
17. 复合场粒子运动问题的初等解法	(273)
18. 磁场问题物理图形的设计与简化	(277)
19. 带电小球下落进入电场磁场问题	(281)
20. 带电摆球在磁场中正常摆动的条件	(285)
21. 电偏与磁偏侧移大小的比较	(289)
22. 用“动圆法”分析带电粒子的圆周运动	(291)
23. 地磁场基本问题概述	(296)
24. 磁通量概念的内涵与外延	(299)
25. 如何判断电势的高低与计算电势差	(303)
26. 法拉第电磁感应定律的应用	(308)
27. 电磁感应中的磁变模型	(315)
28. 电磁感应中的图像问题	(319)
29. 电学五项技术在实际中的应用	(324)



30. 物理传感器的原理与应用	(330)
31. 交变电流与理想变压器	(333)
第三章 热学 光学 原子物理板块	(340)
1. 热力学第一定律与气体问题的整合	(340)
趣味物理 : 布朗和布朗运动	(344)
2. 光学中的运动学问题	(347)
3. 几何光学中常见的角	(351)
4. 日月食现象的分析与估算	(356)
趣味物理 : 光速与光速的测量	(359)
5. 红光与紫光比较结果的判定	(363)
6. 波的干涉与光的干涉	(368)
7. 卢瑟福模型与玻尔模型	(373)
趣味物理 : 与日地系统相关的物理估算问题	(376)
8. 原子物理中的能量问题	(380)
9. 核反应方程的分类与计算	(386)
趣味物理 : 恒星演化的可能归宿与估算	(389)

第一部分

高中物理的思想方法 与研究方法的艺术



1 物理规律的适用范围

物理规律是物理现象的科学反映,任何一个通过实验总结出来的物理规律都有其适用范围.由于物理学的研究对象是有限的和有界的,因此,物理规律只有在确定的范围内才有意义,一般地,当条件发生变化时,物理规律的表达形式也要发生相应的变化.当我们用物理规律去描述复杂的研究对象和变化过程时,尽管物理公式是主要工具,但由于物理规律的综合性和多变性,要想尽量准确地加以描述,还需要有一些与之相适应的科学方法.

1.1 物理规律适用范围的几种类型

第一种类型:适用范围存在着明确的界限.

如用伏安法测电阻通常有两种接法:电流表的外接法和内接法,在具体涉及到接法的选择问题时,从相对误差的角度分析,这两种接法之间存在着明确的界限:当 $R_x < \sqrt{R_A R_V}$ 时,采用外接法误差较小;当 $R_x > \sqrt{R_A R_V}$ 时,采用内接法误差较小;而当 $R_x = \sqrt{R_A R_V}$ 时,两种接法是一样的.

再比如阿基米德定律,虽然明确指出了“浸在液体中的物体受到向上的浮力,浮力的大小等于物体排开液体的重力.”但实际应用中,对于物体漂浮在液面上、悬浮在液体中和沉在液体底部时,具体的计算过程是不一样的,这说明了在统一之中还要根据情况区别对待.

第二种类型:适用范围不存在明显界限,但因实际需要,做了人为规定.

如求解单摆振动的周期公式在给出了熟悉的结果 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 的同时,也对适用范围作了明确规定,即摆角小于 10° ,这意味着只有在振幅很小的条件下,才能将单摆的振动看作简谐运动.理论上的进一步分析表明,即使摆角达到 30° ,摆的振动作为简谐运动处理误差也不超过 2% ,但既然已经作出了摆角小于 10° 的规定,这就与 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 一起构成了单摆周期公式的完整内容.

第三种类型:适用范围不存在明显界限,也未作出具体的人为规定.

经典力学中的牛顿运动定律只适用于解决低速下物体的运动,中学物理中宏观物体的运动正属于这个范围.然而在微观领域里,对于高速运动的粒子来说,尽管经



典力学已不再适用,但这时并没有明确规定物体的速度多大时必须改用相对论力学。

以中学物理中介绍过的回旋加速器为例,粒子在 D 型盒中运动的周期由公式 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 给出,当粒子的速度被加速到一定值时,由于相对论效应,粒子质量发生变化, T 不再是常数,这时如果加在 D 型盒两极间交变电场的频率不变的话,粒子不能再被同步加速,所以在这类问题中相对论效应是不能忽略的,且如果粒子的动能相同,则粒子的质量越小,速度便越大,相对论效应也越显著,如能量达到 0.2MeV 的电子,其质量达到静质量的约 1.5 倍。

再如理想气体的状态方程,当然只适用于压强不太大、温度不太低的情况,但此时同样也没有明确规定具体的压强和温度的范围,因此,如果在低温或高压的条件下仍然将实际气体当做理想气体处理就会严重背离实际情况,造成极大偏差。

有这样一个估算问题:将空气视为理想气体,求一个气泡在水下多深处可以恰不上浮到水面?解答者以水下气泡中空气的密度在高压下与水的密度恰好相等为条件,利用理想气体的状态方程推算出大约在 7800m 深的水下将会出现这种情况,其实这个结果并不合理,因为在那样深的水底,压强达到近千个大气压的条件下,气态方程早已不再适用。

1.2 如何准确地描述物理规律

公式、图像和表格当然是描述物理规律的三种主要方式,但对于如何实现将物理规律准确描述,还要有一些符合实际的具体方法。

1.2.1 建立理想模型和利用理想化条件

物理理想模型是个科学概念,是为了便于研究而建立的一种高度抽象的理想客体,它完全忽略了次要方面的矛盾和特征,突出了客观事物的主要矛盾和主要特征,使用理想模型,可以使问题的处理过程大为简化而又不会发生太大的偏差。理想化条件和理想模型相似,是建立理想模型的必要手段。比如在研究几何光学时,可以完全忽略因透镜对不同色光折射率不同而出现的位置色差,就是一种理想化条件,但如果在所研究的问题中出现的实际情况与理想情况相距甚大,就不能随意外推,扩大使用理想化条件的范围。比如研究抛体运动时,若以 20° 仰角, 550m/s 的初速发射一枚炮弹,从理论上计算其射程为 19.5km ,但实际射程只有 8.1km ,说明对速度很大的物体是不宜使用空气阻力忽略不计的理想化条件的。

有这样一道关于带电粒子在电场中运动的习题:如图 1 所示,平行板电容器竖直放置,板间距离 $d=0.70\text{m}$,板长 $l=0.75\text{m}$,两板间电压 $U=210\text{V}$,在两板中间竖直中

心线正上方距极板 $h=2.45\text{m}$ 高处有一带电小球, $m=1.0\times 10^{-2}\text{kg}$, $q=2.0\times 10^{-3}\text{C}$, 将小球静止释放后下落并通过板间电场, 求带电小球飞离电容器时的速度大小。

题目考查了自由落体规律、运动独立性原理、带电粒子在电场中的运动等诸多方面知识。从内容上来看, 无疑是一道较好的综合题, 但数据设计上有两处值得推敲: ①对于这种板间距离同线度几乎相等的电容器, 如果仍忽略边缘效应而将极板间电场当做匀强电场处理在做法上欠妥; ②题目虽未给出板的宽度, 但如果按极板为正方形计算一下, 由 $C=\frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ 算出其电容仅为 7pF 左右, 这样其所带电荷量 $Q=CU$ 大约只有 $1.4\times 10^{-9}\text{C}$, 与带电小球所带电荷量相比, 可以忽略不计。这种不合理情况的出现, 是单纯追求数字运算的方便, 随意扩大使用理想化条件范围的结果。

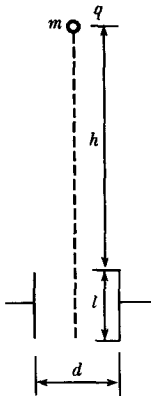


图 1

又如在初中物理中, 有一类涉及灯泡功率的问题, 如“将 220V , 40W 的白炽灯接到 110V 电路中, 其实际功率多大?”通常的做法是认为灯丝电阻不随温度的变化而改变, 则得出实际功率为 10W 。实际上灯丝电阻理论上的计算值 1210Ω 是其正常发光时的热态电阻, 如果用多用电表测一下其冷态时的电阻, 仅为 260Ω 左右, 这时如果根据导体电阻随温度改变的公式 $R=R_0(1+\alpha t)$ 计算, 取 $t=2000^\circ\text{C}$, 金属钨的电阻温度系数 $\alpha=0.0045(^\circ\text{C})^{-1}$, 算出的结果其误差也在 1 倍以上, 产生这么大的误差原因在于在高温下导体电阻随温度改变时已经不再按线性规律变化, 因此, 这类习题是没有实际意义的, 如果不利用伏安特性曲线就很难给出较准确的结果。

1.2.2 多因素问题忽略次要因素和复杂问题的简化处理

用重力代替万有引力的问题: 由于地球自转的影响, 万有引力在垂直地轴方向的一个分量要充当维持地球自转的向心力, 另一个分力才是所谓的重力。根据力的合成的平行四边形定则, 可以导出结果 $mg=m_{g_0}(1-\frac{\omega^2 R}{g_0}\cos^2\varphi)$, 实际情况是: 在两极(大小相差最大的地方)不超过 0.3% , 在 45° 纬度圈上(方向相差最大的地方)偏角不超过 $6'$, 因此, 在一般计算中用重力代替万有引力是完全可以的。

再比如对气球升空问题的讨论, 与气球上升过程中所受浮力相关的因素有四个: ①空气的温度(10km 内平均每上升 1km 温度下降 6.5°C); ②空气的平均摩尔质量(越是高层大气, 空气的平均摩尔质量越小); ③重力加速度(随高度增加而递减, 但即使到了 30km 高度, 其减小量也不超过地面的 1%); ④大气的压强, 其中前三项的影



响与大气压强的影响相比皆可忽略,这样就可将复杂问题看成单因素问题。

1.2.3 对待不同情况采用不同方法

当物理量在不同时空范围内变化时如果差异很大,或者物理规律在不同条件下遵从不同的变化过程,这时不能使用同一性原理,应该根据情况区别对待,例如关于物体势能的讨论。实际上势能应该由引力势能给出,当物体从距地心 r_1 处升至距地心 r_2 处(无论沿什么路径),其引力势能的改变:

$$\Delta E_p = -\frac{GmM}{r_2} - \left(-\frac{GmM}{r_1}\right) = \frac{GmM}{r_1 r_2} (r_2 - r_1), \text{ 只有在地球表面附近,才能认为}$$

$r_1 r_2 \approx R^2$, 这时才有 $\Delta E_p = \frac{GmM}{R^2} \Delta h \approx mg \Delta h$, 因此,重力势能实际上只是引力势能在一定条件下的近似,这种情况体现在竖直上抛这类运动中,当被抛出物体初速很小、上升高度不大的情况下,根据动能与重力势能相互转化的机械能守恒定律求解是完全正确的,但如果物体竖直上抛的初速很大、物体能够上升很高时仍按此法处理就不妥了,比如对以 5m/s 和以 5km/s 初速上抛物体的研究过程就是完全不同的。

考虑空气阻力时落体运动的规律是一个相当复杂的问题,中学物理只讲了空气阻力忽略不计的自由落体运动,处理方法是极为简化的,实际的情况是阻力与速度的关系要因物体形状、阻尼介质和物体的运动速度而异:速度较小时,可以认为阻力与速度的一次方成正比,低速物体(如炮弹)可以认为阻力与速度的平方成正比;当物体的运动速度接近声速时,阻力与速度的平方成正比的关系也不适用了。尽管如此,这一类有阻尼物体的运动仍有共同特点,即只要存在阻力就存在物体下落的极限速度,这一点不同于自由落体不存在极限速度的情况。

1.2.4 给出符合实际情况的经验公式

当外界条件发生变化时,物理量的值一般也要随之改变,经验公式就是为了较准确地描述变量之间这种函数关系而引入的近似做法之一。建立经验公式首先要收集大量准确数据,在此基础上确立与它有关的相关因素以及具体的关联方式,最后再确定系数。

如:水的沸点随压强变化的公式: $t = 100 + 0.0367(p - 760) - 2.3 \times 10^{-6}(p - 760)^2$ (p : mmHg, t : $^{\circ}\text{C}$)

不同纬度海平面的重力加速度: $g = 9.0780490 \times (1 + 0.0052884 \sin^2 \varphi - 0.0000059 \sin^2 2\varphi)$ (φ : 纬度, g : 重力加速度 m/s^2)

经验公式来自实践,是与实际情况符合得很好的数学模型,它准确揭示了量变过程中的普遍规律,是科学实验中一种常用的方法。

2 物理公式的增量式

增量式是物理公式经常采用的一种形式,它不仅揭示了物理问题在变化过程中的基本规律和特点,而且可以从量变的角度提供一系列继续深入研究的科学方法,是解决物理问题的重要工具之一。

2.1 各类不同形式的物理增量式

2.1.1 与一般形式兼容的增量式

某些物理公式在表述时,既可写成一般形式也可写成增量形式。例如爱因斯坦质能方程 $E=mc^2$ 和常用的 $\Delta E=\Delta mc^2$, 电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$ 和增量式 $C=\frac{\Delta Q}{\Delta U}$, 类似情况还有热学中的查理定律可以写成 $\frac{P}{T}=\frac{\Delta P}{\Delta T}$; 研究变压器问题时,可以把副线圈中加绕或拆去的若干匝当作另一个独立的副线圈来处理的 $\frac{u}{n}=\frac{\Delta u}{\Delta n}$ 等。变量存在正比关系是增量式兼容的充分必要条件,因数学中只有过原点的直线 $\frac{y}{x}$ 与任意一段的 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 才具有等价意义。

2.1.2 不同物理模型的不同增量表达式

同一个法拉第电磁感应定律 $E=\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$, 在磁场不随时间变化的条件下,可以写成 $E=B\frac{\Delta S}{\Delta t}$; 在有效面积不随时间变化的条件下,可以写成 $E=S\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。(当然还有更为复杂的 B 、 S 均变化的情况,中学物理一般不研究)此时不同形式的增量式是由不同物理模型来提供的,前者为切割模型,后者为磁变模型。

2.1.3 只含单一变量的增量式

在一些物理公式中经常可以见到只把其中一个物理量写成增量式的形式,例如热力学第一定律 $W+Q=\Delta E$, 气体在等压膨胀过程中所做的功 $W=P \cdot \Delta V$, 动能定理 $W=\Delta E_k$ 等,这类公式普遍反映了用过程量来量度状态量变化时的情况,其特点是公式中的状态量总是以增量的形式来出现。