

中学物理 观点问题 典型例题

郭鸣中 龚廉光 唐果南
· 四川教育出版社 ·

· ZHONGXUE WULI GUANDIAN FANGFA DIANXING WENTI ·

·

G634.75 / 4

中学物理 观察 方法 典型

期限表

请于下列日期前将书还回

	1993	
96	年 7	月 1

郭鸣中 龚廉光 唐果南 编著

四川教育出版社

一九九二年成都



0000049366

SAI31/05370598

(川) 新登字 005 号

责任编辑：陈卫平

封面设计：田 丰

技术设计：王 凌

中学物理观点·方法·典型问题

四川教育出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

四川新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张10.75 插页2 字数226千

1992年8月第一版

1992年8月第一次印刷

印数：1—4260 册

ISBN7—5408—1717—8/G·1639 定价：3.58 元

前 言

物理学是同学们既爱又怕的一门学科。爱是因为它不但有极其广泛的应用，而且所研究的现象十分有趣。怕是感到“学起来容易，做起来难”，“记住了所有学过的定律、公式，但就是不会做题”。解题难成了学习物理的一大障碍。造成这一障碍的原因是多方面的。就学生方面来说，除了知识、技能、学习习惯等方面存在一些缺陷外，没有树立起物理学的基本思想观点，没有把握住物理学的思想方法，也是一个重要原因。

作者根据自己在长期的中学物理教学实践中积累的经验 and 教学研究的成果，经过系统整理，写成本书，希望能对同学们树立正确的物理观点、把握物理学的思想方法有所启发；在思维的灵活性、深刻性和分析解决实际问题的技能技巧方面有所提高；对解决“物理易学、题难做”的困惑有所帮助。

本书的知识选材主要依据中学物理教学大纲（修订本）对必修课和高三选修课的要求，并兼顾现行大纲的要求，以满足不同读者的需要。全书分为两篇：第一篇（一至四章）介绍物理学的一些主要的思想观点和相应的通用的思想方法；第二篇（五至九章）分析几种典型的物理问题的特征和处理该类问题的思路和技巧。

本书在介绍思想观点、方法和典型物理问题时，都是通

过对实例的剖析，并着重思路的分析来阐明的。在选择实例时，以力学内容为主，同时兼顾热、电、光、原子物理的内容，使同学们在高中一年级学习力学过程中，就可对全书有全面的了解。读者在阅读本书时，对那些涉及到尚未学过的知识的实例，可以先跳过去不读。随着知识学习的发展，在高中三年中反复阅读本书，就能逐步加深对观点、方法和技巧的理解，逐步实现应用观点自觉化，使用方法熟练化。

为了帮助读者巩固和检查阅读效果，提高应用正确的观点和方法去独立分析问题的能力，本书每章末都留有少量练习题，并对其中难度较大的题目在书后的答案中附有提示。希望同学们在做这些练习题时，要独立地应用有关思想观点、方法和熟悉典型问题的分析方法为主要目的，以简明、清晰、巧妙为衡量解答优劣的标准，不要只满足于解出答案。

在撰写本书时，参考了《物理教学》、《物理教师》、《物理通报》等杂志以及部分省市的高考预选试题，在此谨向有关作者致以谢意。

本书引论、第一、三、五、七章由郭鸣中撰写，第二、四、六章由龚廉光撰写，第八、九章由唐果南撰写，全书由龚廉光统稿。

限于作者的学识水平，在中学物理中通俗介绍物理学研究的基本思想、观点和方法，而又不失准确，实非易事，不妥之处在所难免。恳请广大读者提出宝贵意见。

作者

1992年8月

目 录

引论	(1)
物理问题三要素——目标、条件、联系	(1)
解答物理问题的基本环节	(4)
1. 目标分析 (4) 2. 已知条件分析 (6)	
3. 目标与条件联系的分析 (7)	
知识、技能与观点、方法的关系	(8)
物理学的观点、方法的特征	(9)
第一篇 中学物理的基本观点和方法	(12)
第一章 理想化观点与理想化方法 (物理模型法)	
可简化和纯化的复杂事物	(13)
理想化观点和理想化方法	(15)
三类物理模型	(18)
一些典型模型的特性分析	(20)
物理模型的形象化	(25)
物理模型的数学化	(28)
物理模型的识别和迁移	(33)
实验中的物理模型及理想实验	(35)
怎样才能用好理想化方法	(36)
练习题	(39)
第二章 系统的观点与隔离-整体法	(42)

系统、系统观点.....	(42)
分析与综合.....	(45)
局部隔离-隔离法	(46)
1. 隔离研究对象 (46) 2. 隔离物理过程 (56)	
整体隔离-整体法	(61)
隔离-整体法 (分析-综合法)	(66)
应用隔离-整体法的几点注意.....	(75)
练习题.....	(80)
第三章 因果观点与推理方法.....	(84)
原因、条件、结果及其辩证关系.....	(84)
因果观点与推理方法.....	(86)
演绎推理和归纳推理.....	(89)
1. 演绎推理 (89) 2. 归纳推理 (91)	
正反推理.....	(94)
1. 正向推理 (94) 2. 反向推理 (94)	
3. 递推推理 (97) 4. 正反推理 (100)	
假设推理	(104)
1. 反证法 (107) 2. 归谬法和分类归谬 (109)	
3. 穷举法 (111) 4. 极端法 (114)	
5. 外推法 (119) 6. 虚设法 (120)	
比较推理	(123)
1. 寻同析异法与比例法 (124) 2. 相异相似法	
(类比推理) (126)	
练习题	(132)
第四章 等效观点与等效方法	(136)
几种物理等效观点	(137)

1. 物理对象的等效 (137)	2. 物理条件的等效 (142)
3. 物理过程的等效 (146)	4. 研究方法的等效 (152)
等效法	(155)
常用等效措施	(156)
1. 等效代换 (156)	2. 等效假设 (161)
3. 等效优选 (165)	
怎样才能用好等效法	(174)
练习题	(176)
第二篇 中学物理典型问题分析	(180)
第五章 对称性问题分析	(181)
什么是对称性	(181)
对称性的表现形式及其应用意义	(182)
对称分类和常用对称变换	(184)
1. 空间变换 (185)	2. 时间变换 (186)
对称法	(187)
用电路结构的对称性简化电路计算	(192)
虚拟对称	(195)
1. 补偿法 (196)	2. 镜像法 (199)
如何才能用好对称法	(203)
练习题	(205)
第六章 守恒问题分析	(208)
守恒问题的特点	(208)
动量守恒问题分析	(212)
能量守恒问题分析	(220)
电荷守恒问题分析	(230)
质量守恒问题分析	(234)
怎样才能处理好守恒问题	(237)

练习题	(239)
第七章 动态问题分析	(242)
准静态过程	(242)
分析准静态过程的思路和方法	(249)
趋稳过程	(251)
趋稳过程的特征和处理方法	(256)
临界状态和临界过程	(259)
临界过程的基本特征和处理方法	(267)
练习题	(269)
第八章 不定解问题分析	(274)
发散型不定解问题	(274)
多选题答案的构成机制和求解思路	(277)
1. 判断式多选题 (278) 2. 等值异形式多选题	
(282) 3. 隐含式多选题 (284)	
通式型多解计算题	(291)
讨论题的基本特征和求解思路	(294)
不定解方程的定解处理方法	(299)
练习题	(306)
第九章 估算问题分析	(309)
中学物理中的估算	(310)
1. 在审题过程中运用估算	(310)
2. 在解答选择题中应用估算	(312)
3. 在求解实验题的过程中应用估算	(316)
4. 对一些微观、宇观问题进行数量级估算	(319)
估算题的基本特征和求解思路	(320)
练习题	(325)

引 论

物理学是研究物质运动的最基本的规律和物质的基本结构的科学。物理学的知识和研究方法，在各种自然科学中和生产技术领域内有广泛的应用。学习物理，不仅要系统地掌握物理的基本知识，同时还要学习物理学研究问题的思想观点和方法。本书就是为帮助同学们理解、掌握和运用物理学的思想观点和思想方法而写的。作为深入讨论怎样用物理学的思想观点、方法去解决物理问题的准备。这里先就认识、分析物理问题，领会、掌握物理学的观点方法的一些共同问题，作稍为细致的讨论，为同学们阅读和理解本书对物理问题的分析打下一些基础。

物理问题三要素——目标、条件、联系

构成一个物理问题，有三种要素，即问题的目标、条件及它们之间的联系。对于一个物理问题，要同时从这三个方面去认识和分析，才可能全面、正确的理解题意。

〔例1〕 汽车由A点出发，沿水平直路做匀加速运动，加速度为 a_1 。接着又做加速度大小为 a_2 的匀减速运动，到达B点时停下来。AB间的距离为 s 。求汽车运动的时间。

分析与解：本题的直接目标是求汽车由A至B运动的时间。与这个目标有直接联系的已知条件有：汽车应看做质点；整个过程的初速度为零，末速度为零，总位移为 s ；前段

做匀加速直线运动，后段作匀减速直线运动，其加速度均为已知（相应两段的运动规律，如位移公式、速度公式等也应看做已知）。与所求的时间 t 直接相联系的是前后两段运动的时间 t_1 和 t_2

$$t = t_1 + t_2 \quad (1)$$

与已知总位移 s 直接相联系的是前后两段的位移 s_1 和 s_2

$$s = s_1 + s_2 \quad (2)$$

为了求得 t ，必须先找出 t_1 、 t_2 及 s_1 、 s_2 与已知条件 a_1 、 a_2 的联系，这是本题隐含的间接目标。为此，必须对汽车的运动分段用运动学公式进行计算。例如，设汽车第一阶段的末速度为 v_{t1} ，第二阶段的初速度为 v_{02} ，则有

$$v_{t1} = a_1 t_1 \quad v_{t2} = 0 = v_{02} - a_2 t_2$$

$$\text{即 } t_1 = v_{t1} / a_1 \quad t_2 = v_{02} / a_2 \quad (3)$$

$$\text{以及 } v_{t1}^2 = 2 a_1 s_1 \quad v_{t2}^2 = 0 = v_{02}^2 - 2 a_2 s_2$$

$$\text{即 } s_1 = v_{t1}^2 / 2 a_1 \quad s_2 = v_{02}^2 / 2 a_2 \quad (4)$$

联系(1)–(4)式，可看出，要把问题的目标 t 与总位移 s 联系起来，还需要找到 v_{t1} 与 v_{02} 的联系。由题中关于匀减速运动接着匀加速运动的已知条件，设汽车运动至C点时，由加速运动改作减速运动，此时速度为 v_c ，则应有

$$v_c = v_{t1} = v_{02} \quad (5)$$

将(3)(5)代入(1)式，(4)、(5)代入(2)式，得

$$t = v \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) \quad (6)$$

$$s = \frac{v_c^2}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) \quad (7)$$

由(6)、(7)式不难看出,问题的目标总时间 t 通过两段的初末速度为同一速度 v_c ,与两段的已知加速度 a_1 、 a_2 和总位移 s 联系起来了,由此由两式可解出

$$\bar{t} = \sqrt{2s(a_1 + a_2)/a_1 a_2} \quad (8)$$

由于有多个导出公式,本题解法较多.例如,从匀变速的平均速度公式出发,由(2)、(5)可得

$$s = s_1 + s_2 = \frac{0 + v_c}{2} \cdot t_1 + \frac{v_c + 0}{2} \cdot t_2 = \frac{v_c}{2}(t_1 + \bar{t}_2)$$

联系(1)式得

$$s = v_c \bar{t} / 2 \quad (9)$$

由(7)、(9)两式不难求得(8)式.

从此例分析和解答中,我们可以看出,对一个物理问题的分析过程,无论它有多么复杂,都总是围绕着物理问题的三要素进行的.概括起来,就是:明确目标;找出与目标直接相关的已知条件;寻求目标与已知条件直接或间接的联系.这里要特别注意的是围绕目标寻找已知条件.例如,本题的题意中还隐含着汽车所受的合外力的总功和总冲量均为零,汽车的重力势能不变等等.但与本题求运动时间的目标无关,我们无须去找出或应用它们.根据题意和目标去“筛选”所需的已知条件,分析的中心是寻求目标与条件的联系,这是分析任何一个物理问题的基本指导思想.学习和掌握这一指导思想,才能做到思路清晰、有的放矢;缩短分析过程和解题时间.

解答物理问题的基本环节

从例1的分析解答过程中我们还可以看出，物理问题的解答包含着下列基本环节：

①根据题意明确目标和与目标相关的已知条件；②根据研究对象的状态或过程的特征，寻求目标与已知条件的联系；③按照一定的顺序，运用物理规律和条件说明(论证)或推导出所需要的结果。

这三个环节中，①和②是解题的基础，③是按照一定的逻辑顺序把①和②的分析用文学或数学论证表达出来。各种物理问题，因其性质、表现形式和复杂程度不同，分析解答问题时所采用的思想方法不同，具体的解题步骤和表述方式可能不同，但总是包含着这三个基本环节。

显然，不能认清问题的解答目标，分析不准已知条件以及目标和条件的联系，就无法解答任何一个物理问题。因此下面我们对怎样分析目标、条件及其相互联系作稍为细致的讨论。至于分析中必然要用到的思想观点和方法，将在第一篇内论述。

1. 目标分析

问题的目标就是要求我们求解的结论。如果结论可以用数学形式来表述，就叫做目标表达式。如例1中的(8)式，它反映了目标与已知条件的直接联系。

问题的目标分显目标和隐目标两种。像例1那样目标明显，目标表达式中直接反映了目标与条件联系，这样的问题目标就叫显目标。然而，很多物理问题，往往题目给的目标的意义不是明白清楚的，需要分析才能发现；或者问题明白提出的目标，不是我们解决问题所直接分析的目标，这类目

标就叫做隐目标。

〔例2〕 甲、乙两队拔河，甲队胜。试分析甲队胜的原因。

分析：此题表面看来，目标是说明甲队胜的理由。如果我们因此而以甲队为研究对象，从甲、乙队的相互作用中去找原因(目标)，由于两队的相互作用力是大小相等的，这就比较困难。如果从甲队胜就对应着乙队败，而所谓乙队败，就是乙队的运动状态发生了变化，从乙队的运动状态为什么会发生变化去寻找原因，也就是把“乙队为什么败”作为本题分析的目标，则问题就比较容易得到解决。

解：以乙队为研究对象，乙队败，就是乙队由静止开始发生了向着甲队方向运动。这个运动包含着乙队整体向甲队方向移动和乙队中队员身体绕脚转动两种可能性。以乙队整体为研究对象，假设地面水平(没有这个假设，只是受力分析稍为复杂一些)，当甲队对乙队的水平拉力大于乙队受到的最大静摩擦力时，乙队就会向甲队移动而导致失败。以乙队中每一个人为研究对象，若每一个人受到的使他向甲队方向转动的力矩大于他受到的使他背离甲队方向转动的力矩，则乙队整体将向甲队方向转动而最后导致败北。所以乙队受到的合力方向指向甲队，或甲队对乙队的作用力使乙队每个人受到的向甲队方向转动的力矩大于向背离甲队方向转动的力矩，是甲队胜的原因。

从此例的分析中看出，“挖出”题目的隐含目标往往是展开思路、解决问题的关键。例2中“乙队失败的原因”和例1中寻找 t_1 、 t_2 、 s_1 、 s_2 与已知条件的关系等这类隐含目标，是为了达到直接目标而必须解决的目标，属于间接隐含目标。

2. 已知条件分析

能否挖掘出隐含目标，常常取决于已知条件的分析。例如，在例2中，如果我们不能从“甲队胜”这个已知条件分析出“乙队败”这个条件，我们就不能把“甲队胜的原因”的目标转化为“乙队败的原因”的目标。

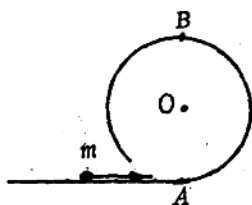
所谓“已知条件”，是指在问题所涉及的范围内，题目明白告诉的和经过分析能够知道的全部情况，包括对于研究对象、物理状态、物理过程、研究对象与外界的相互关系以及有关的概念、规律(定理、法则)、理论及其表达式等的了解和掌握。

已知条件也有显条件和隐条件两种。题目直接告诉或提示的属于显条件。凡没有明白提示和需分析、推理才能知道的条件都属于隐条件。显然，解题的重点应放在对隐条件的分析上。

隐条件分为两类。第一类是已经知晓，应该掌握的概念、定理、定律、法则、理论及其各种表述，以及有关的运算、运算法则等。这种条件在物理问题中一般都不会明白提示或告诉。这一类条件对于所有遵循某一运动规律的各种不同的物理问题都存在且确定不变，只需根据题意决定取舍。识别和取舍这类条件，主要取决于对知识的正确理解和掌握。例如，在例1中，汽车做匀变速运动，所有匀变速运动的公式对于汽车运动的问题都是已知的，主要是根据求汽车的运动时间这一目标和其他已知条件的情况，对公式进行选择，使分析解答简化。

第二类隐条件是与问题的具体特点有关的条件。它随问题的具体情况的不同而不同，需要对题目所描述的现象、过

程、所给定的具体数据、图形、以及其他已知条件的情况作具体分析才能发现。而且首先是挖掘其有无，然后才是筛选或取舍。如下图所示。例如要求下图中小球沿竖直面内的光滑圆轨运动，在A点所需的最小初速度值，就要根据“沿……圆轨运动”和“最小初速度”分析出小球通过最高点B时，轨道的压力 $N = 0$ 这个条件，才能找到 $mg = mv_B^2/R$ 这个方程。通常所遇到的“难题”，主要就难在第二类隐条件的分析上。找出第一类隐条件是解题的基础，而能否“挖出”第二类隐条件，则是能否正确解答问题的前提。



含有隐条件的难题，通常都设置有“关卡”，常常用现象隐含本质，用对一种现象、过程、条件的描述，隐含另一种现象、过程、条件，需要具体问题具体分析。有的隐条件甚至要在定量分析过程中才能发现（参看例3·2）本书各章的例题有许多对隐条件和隐目标的分析，请读者阅读它们时注意领会。

3. 目标与条件联系的分析

分析目标与条件的联系是解决物理问题的中心。这种联系也有两类。第一类是由概念、规律、理论联系。例如例1中的(3)、(4)式；又如要问理想气体在等压膨胀过程中内能的变化情况，就要用气体定律分析出气体升温这一隐条件，再用分子运动论联系这一条件和气体内能变化这个目标。

第二类是各对象、过程之间同种物理量的联系。例如追及问题中，两个物体的位移、速度、运动时间的联系；两个

电阻串联或并联时，每一个电阻的电流、电压与电路的总电流、总电压之间的联系就属于对象间的联系。例1中的(1)、(2)、(5)式，就属于过程间的联系。第二类联系随问题的不同而不同。与第二类隐条件一样，是我们在解题时要着力分析的。

知识、技能与观点、方法的关系

对于一个学科的学习来说，最基础的是对这个学科的概念、规律等基础知识以及相应技能的理解和掌握。这是学习的基本目的之一。

没有掌握物理学科的基本知识，对于简单的物理现象也无法解释，就不能去驾驭和控制客观世界；在解决物理问题时，会出现“似曾相识，下笔就错”，甚至读不懂题，“不知其所云”的情况。同样，平时不注意训练自己的实验技能，物理作图技能(如作矢量图、示意图、物理图像以及光路图等技能)和用数学表达物理问题的技能等，就会影响自己对物理问题的理解和解答，在处理稍为复杂的问题时，就会出现表达不清或力不从心的现象。因此，掌握物理知识和技能，是分析解决问题的前提。

但是，在学习物理的时候，如果只注意去记住概念的定义，死背规律，而不注意理解物理概念是怎样通过分析现象的特征而抽象出来的，不注意物理对象、条件、过程是怎样从实际中抽象为模型的，不重视理解用怎样的观点和方法去分析、认识物理现象和过程，就必然会出现“记住了定律、公式，做不起题”的现象，出现只能依样画葫芦，不能独立分析解决问题的现象。所以学习和掌握物理学的观点、方法，是学习物理的又一基本目的。实际上，观点、方法与知