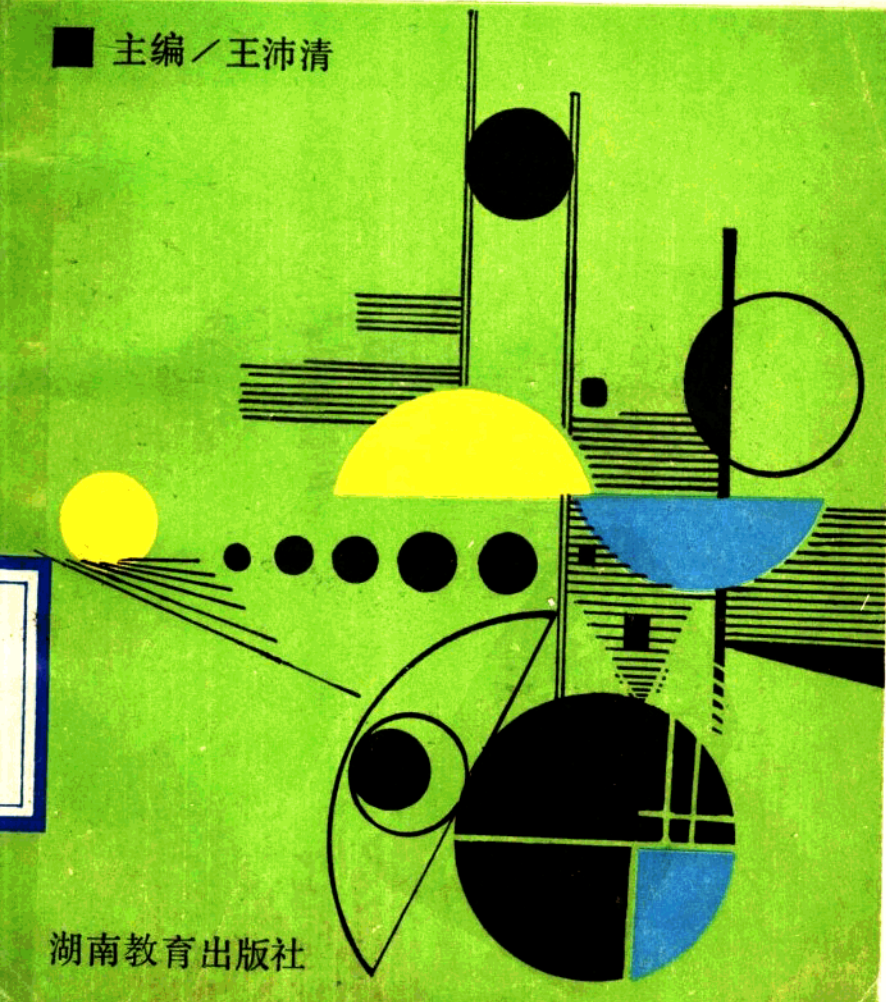


怎样分析和解答 中学物理问题

(新编本)

■ 主编 / 王沛清

湖南教育出版社



怎样分析和解答 中学物理问题

主编 王沛清

编者 王沛清 凌仲时

张兰兰 金永昌

刘 跃 施三山

湖南教育出版社

怎样分析和解答中学物理问题
(新编本)

王沛清 编

责任编辑：董树岩

湖南教育出版社出版发行

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

787×1092毫米 32开 印张：10.5 字数：230,000

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

印数：1—3,700

ISBN 7—5355—1407—3/G·1402

定 价：3.30元

前 言

本书初版于80年代初，在短短的3年内修订两次，重版10多次，累计印数达200万册以上，获1981年湖南畅销书奖。现在，应广大读者的要求，重新出版了这一新编本。

在新编本中，除保留原版的优点外，编者进一步从知识、题型、方法三方面，对提高读者分析和解答物理问题的能力，作出了更全面的阐述，针对性地提出了熟练地掌握物理基础知识及知识结构化、物理模型与物理问题，常见物理题型的特点、物理问题的隐含条件、临界态问题、思维定势对分析解答物理问题的影响等读者最感兴趣的问题。结合介绍了对分析和解答中学物理问题很有价值的六种思维方法、两种解题方法、十种数学方法和规范的书写方法，使读者能更深入地认识中学物理问题的特点，有效地提高分析和解答物理问题的能力。

在本书中，编者还依据自己多年来高考阅卷积累的原始资料，系统而全面地分析了自1977年以来，连续15年的高考物理试题的特点，以及学生在答卷中常犯的错误，使本书更具有阅读价值。

本书供中学生阅读，也可作为中学物理教师以及广大物理教育工作者的参考读物。

编者

1991年12月

目 录

第一章 正确分析和解答中学物理问题的基础	(1)
第一节 熟练地掌握物理基础知识.....	(1)
第二节 认识物理问题的特点.....	(21)
第三节 掌握分析解答物理问题的方法.....	(90)
第二章 怎样分析解答力学问题	(183)
第一节 力和物体平衡.....	(183)
第二节 直线运动.....	(192)
第三节 牛顿运动定律.....	(198)
第四节 匀速圆周运动 万有引力.....	(209)
第五节 动量和动量守恒.....	(216)
第六节 机械能.....	(220)
第七节 振动和波.....	(225)
第三章 怎样分析解答热学问题	(237)
第一节 分子运动论 热和功.....	(237)
第二节 固体、液体和气体的性质.....	(241)
第四章 怎样分析解答电学问题	(256)
第一节 电场.....	(256)
第二节 恒定电流.....	(264)
第三节 磁场 电磁感应.....	(277)
第四节 交流电 无线电技术.....	(295)
第五章 怎样分析解答光学问题	(304)

第一节 光的反射和折射.....	(304)
第二节 光的本性.....	(313)
第六章 怎样分析解答原子物理问题.....	(319)

第一章 正确分析和解答中学物理问题的基础

中学物理问题有着各种不同的形式，必须掌握物理基础知识，灵活运用多种方法，才能将它解答出来。所以，“题型”、“知识”、“方法”是构成中学物理问题的三要素，而熟练地掌握物理基础知识、认识物理问题的特点。灵活地运用有关方法，就成了正确分析和解答中学物理问题的基础。本章中，将结合同学们的学习实际，论述这三方面的有关问题。

第一节 熟练地掌握物理基础知识

通常我们所说的物理基础知识，是指重要的物理事实（物理实验）、物理概念和物理规律，它们是构成物理学“大厦”的骨架。当然，在掌握这些物理基础知识的同时，还必须将它们结构化，找出知识间的联系，分清主次，突出重点，抓住关键，以便于在分析和解答物理问题中灵活运用。

一、注重物理实验，提高实验能力

物理实验是建立物理理论的基础，在中学物理中涉及的物理实验可以归纳为以下四种类型：

第一、验证物理规律的正确性，如验证平行四边形定则、牛顿第二定律、机械能守恒定律、玻义耳—马略特定律等。

第二、研究实验现象，从中分析总结出规律，如研究平抛物体的运动、研究电磁感应现象等。

第三、解决实际问题，如用于打点计时器测瞬时速度和加速度、用单摆测重力加速度、画等势线、测金属电阻率、测电池电动势和内电阻、用万用电表测电阻、测玻璃的折射率、测凸透镜焦距等。

第四、观察某种物理现象，如用卡尺观察光的衍射现象等。

在各类实验中，同学们要努力提高自己的实验能力。很多物理问题的解答都与实验能力的考查紧密联系在一起，这主要表现在以下三个方面：

1. 能否正确使用基本测量仪器。在中学阶段要求正确使用的基本测量仪器有：刻度尺、托盘天平、弹簧秤、量筒、温度计、电流表、电压表、螺旋测微计、秒表、万用电表等。为了正确地分析和解答有关的实验题，对上述基本测量仪器应：

①明确仪器的测量范围和精密程度；

②对某些仪器（如万用电表、螺旋测微计等），使用前能正确地调节零点，或记下有无零点误差；

③能按仪器的使用规则和程序进行操作（例如对滑线变阻器要掌握降压和分压两种不同的接线方法等）；

④能正确读取、记录数据（如螺旋测微计、电表的读数等）。

2. 能否掌握实验操作技能。这类实验问题主要体现在“组装”和“判别故障”两方面。“组装”就是根据实验目的和原理，把各个仪器、部件、设备等组装起来。在组装中要求做到仪器布局合理，便于观察和操作，组装正确、简单，实验前按规则检查或进行预备性调节。例如，按实验要求将电路元件连线等实验题即属此类。“判别故障”的实验题就是给出不正常的实验现象，要求指出故障的原因及排除故障的方法。

3. 能否正确运用公式法或图象法（如牛顿第二定律实验的

$a = \frac{1}{m}$ 图象、测电源电动势和内阻的 $I-U$ 图象等), 正确处理实验数据, 归纳得出结论。对于实验图象要求会画, 能识别, 在某些情况下还要能变换 (如反映气体状态的 $p-V$ 图象和 $p-T$ 图象之间的变换)。

二、理解物理概念

在中学物理中, 涉及很多重要的物理概念, 如力、能、功、质量、速度、加速度、动量、场、量子等等, 物理概念既反映了物理事实中最本质的内容, 又是掌握物理规律的基础, 在物理学习中有着举足轻重的作用。

为了正确地分析和解答中学物理问题, 必须正确地理解有关的物理概念, 而对物理概念的理解主要有以下几方面的要求:

1. 明确概念的物理意义

每个物理概念都反映着一定的物理现象和过程的本质属性, 明确概念的物理意义就是要明确该概念所反映的是什么样的物理现象和过程的什么本质属性。例如, 速度这个物理概念就是针对物体机械运动过程, 反映运动过程中物体运动方向和运动快慢不同这种本质属性; 加速度是针对变速运动过程, 反映速度变化快慢不同这种本质属性等等。

这种本质属性的总和叫概念的内涵。在物理课中, 对各个不同的概念都给它下了定义。下定义就是揭示概念的内涵。例如, 力的概念是这样定义的: “力是物体的相互作用”。该定义揭示了这一概念的两条内涵: ①力是指物体间的一种作用 (这种作用可以从物体的形变或运动状态的变化上反映出来); ②力是物体间的相互作用, 必须有两个物体才能谈得上力的作用。

又如, 课本上对“压力”的概念是这样定义的: “垂直作用在

物体表面上的力叫压力。”该定义揭示了压力这一概念的内涵，①是一种力；②是两物体直接接触时发生的；③作用点在受力作用物体的表面上；④力的方向与物体表面垂直（不一定竖直向下）。对定义语句中随意添加字句，提出一些似是而非的说法，是理解概念混淆不清的根源。例如，在压力定义的“垂直”两字后加“向下”，或将置于斜面上物体的重力沿斜面垂直方向的分力（ $mg\cos\theta$ ）看作就是物体对斜面的压力等等，往往导致解题时出现各种错误。

类似的错误在解题中也大量出现，如认为：

- ①当物体的加速度减小时，速度也一定减小；
- ②物体沿某方向运动，它一定在该方向上受到力的作用；
- ③摩擦力始终阻碍物体运动，摩擦力只能对物体作负功；
- ④物体从同一高度由静止沿不同的光滑斜面滑到底端时的动量都相等；
- ⑤物体浸没在液体内部越深，它受到的浮力也越大；
- ⑥电场强度为零的地方，电势一定为零；电势为零的地方，电场强度也一定为零等等。

由此启示我们：课本上物理概念的定义是概念准确而精炼的表述，为了能正确地分析和解答中学物理问题，很有必要对定义的叙述“咬文嚼字”，扣住定义句中关键性的字、词、词组，准确地揭示并理解概念的内涵。

2. 区分物理量的定义式与计算式

许多物理概念不仅定性，而且还定量地反映了客观事物的本质属性，这类物理概念称为物理量（如速度、加速度、电场强度、电阻等）。对于物理量的定义，一般还可以用数学式表达出来，这就是物理量的定义式。例如，表达电容器的本质属性就涉及到“电容”、“充电”、“放电”、“串并联”、“击穿”等许多

物理概念，而电容这一概念就可以用数学式 $C = \frac{Q}{U}$ 表达出来，

电容这一物理概念又称物理量， $C = \frac{Q}{U}$ 就是该物理量的定义

式。依此类推， $v = \frac{s}{t}$ 、 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 、 $\rho = \frac{m}{V}$ 、 $R = \frac{U}{I}$ 、 $E = \frac{F}{q}$

$U = \frac{W}{q}$ 、 $B = \frac{F}{IL}$ 等等，均属于物理量的定义式。

另外有一类表达物理量的公式，它们是从定义式出发，联系具体条件而得出的计算物理量大小的关系式，这类关系式称为计算式，如 $R = \rho \frac{L}{S}$ 等。

在分析和解答物理问题中，必须注意：定义式不反映物理量间的函数关系，所以不能依据定义式讨论各物理量之间的关系，但对计算式则无此限制。例如，我们可以依据导体电阻的计算式 $R = \rho \frac{L}{S}$ ，认为“导体的电阻 R 与其长度 L 成正比，与其

横截面积 S 成反比”，但不可依据导体电阻的定义式 $R = \frac{U}{I}$ ，认为“导体的电阻 R 与其两端的电压 U 成正比，与其通过的电流 I 成反比”。

3. 在运用中加深理解概念

对于物理概念，仅能记住定义或定义式，是很不够的，还必须学会运用物理概念来分析和解答有关的物理问题。在运用过程中，暴露知识缺陷，加深对概念的理解。同时，进一步提高灵活运用概念，分析和解答物理问题的能力。

在各种类型的物理问题中，有一部分是需要在掌握物理概念的基础上，才能正确作答的。同学们可以从下面列举的几个例题中，领略这类问题的特点。

【例1—1】 指出图1—1所示的A、B、C、D情况中（B中表示一带电金属导体， a 、 b 为导体内部任意两点），那些 a 、 b 两点电势相等，电场强度矢量也相同。

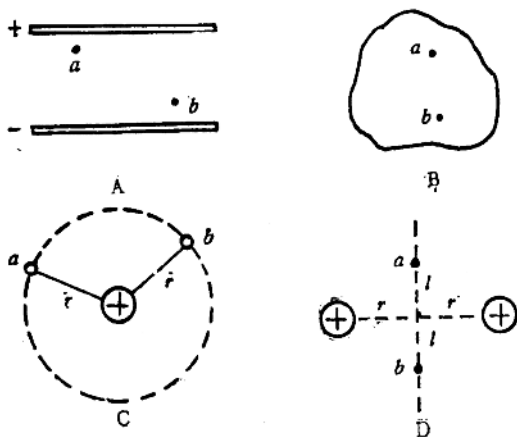


图1—1

提示：在B情况中， a 、 b 两点的电势相等，电场强度矢量也相同。在A情况中， a 、 b 两点的电场强度矢量相同，但电势不相等。在C、D情况中， a 、 b 两点的电势相等，但电场强度矢量不相同。

【例1—2】 某地强风的风速约为 $v = 20 \text{ m/s}$ 。设空气的密度 $\rho = 1.3 \text{ kg/m}^3$ 。如果把通过横截面积 $S = 20 \text{ m}^2$ 的风的动能全部转化为电能，则电功率多大？

提示：如图1—2所示，在时间 t 内通过横截面积 S 的空气质量 $m = \rho S v t$ 。按照电功率、动能的概念，可以推导得出以下关系式，

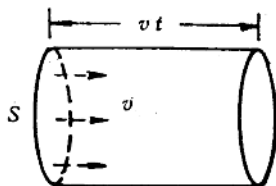


图1—2

$$P = \frac{E_K}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \rho S v t \cdot v^2}{t} = \frac{1}{2} \rho S v^3.$$

代入数据得 $P \approx 10^6 \text{ W}$.

【例1—3】 电场强度的定义式为 $E = \frac{F}{q}$ 。

A. 该定义式只适用于点电荷产生的电场； B. 式中 F 是放入电场中检验电荷所受的力， q 是检验电荷的电量； C. 库仑定律公式 $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中， $\frac{K q_2}{r^2}$ 是点电荷 q_2 产生的电场在点电荷 q_1 处的场强大小，而 $\frac{K q_1}{r^2}$ 是点电荷 q_1 产生的电场在点电荷 q_2 处的场强大小； D. 式中 F 是放入电场中检验电荷所受的力， q 是产生电场的电荷的电量。

提示：依据电场强度的概念，B、C是正确的。

【例1—4】 如图1—3所示，水平传送带上放置质量为50千克的货物A，A与传送带之间的滑动摩擦系数为0.2，最大静摩擦力与滑动摩擦力相同。当货物和传送带一道向前匀速直线前进100米，摩擦力做功多大？若传送带以1.5米/秒²或4米/秒²的加速度向前作匀加速直线运动，当货物（相对于地面）前进100米，摩擦力对货物所做的功各是多大？

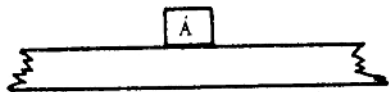


图1—3

分析：在第一种情况下，因为 $f=0$ ，所以 $W=0$ 。很容易出现的错误是 $W = Fs = \mu mg \cdot s = 0.2 \times 50 \times 10 \times 100 = 10^4$ (焦耳)。

在第二种情况下, $f=ma=50\times 1.5=75$ 牛顿, $W=fs=75\times 100=7.5\times 10^3$ (焦耳)。

在第三种情况下, 由于货物与传送带间的摩擦力, 最大只能达到 $f=\mu mg=0.2\times 50\times 10=100$ 牛顿, 所以货物在传送带上相对于地面最大只能产生 $a=\frac{\mu mg}{m}=\mu g=0.2\times 10=2$ 米/秒² 的加速度, 而不能随同皮带以 4 米/秒² 的加速度向前运动。相对于地面前进 100 米, 摩擦力所作的功为 $W=\mu mg\cdot s=0.2\times 50\times 10\times 100=10^4$ (焦耳)。

三、掌握物理规律

物理规律是物理学习的重要内容, 它包括物理定律、定理、原理、定则和方程等许多方面, 如牛顿第二定律、动量定理、功的原理、左手定则、理想气体状态方程等。大多数物理问题的解答都涉及到各种各样的物理规律, 因此掌握物理规律是正确分析和解答中学物理问题的基础。对于学习中涉及的物理规律, 我们应当从以下几方面去掌握它:

1. 了解建立物理规律依据的实验事实, 或用到的推理方法。

2. 理解规律的物理意义, 这主要包括:

①规律是针对什么物理现象和过程, 即规律成立的条件;

②规律涉及哪些物理概念;

③规律反映了这些概念间存在何种关系。

例如, 动量守恒定律是这样叙述的: “相互作用的物体, 如果不受外力作用, 它们的总动量保持不变。”

这条规律适用的条件是: “不受外力作用的、相互作用的物体”。

涉及的物理概念是: “物体动量之和 (总动量)”。

反映概念之间的关系是“保持不变”。

又如，闭合电路的欧姆定律是这样叙述的：“闭合电路里的电流强度，跟电源的电动势成正比，跟整个电路的电阻成反比。”

这条规律适用的条件是“闭合电路”。

涉及的物理概念是“电流强度”、“电源电动势”、“整个电路的电阻”。

反映概念之间的关系是：“成正比”、“成反比”。

3. 正确表述物理规律

物理规律主要有语言表述和数学表述两种表达方式。对于语言表述的物理规律，我们应当按规律成立的条件、涉及的概念及之间的关系，从表述语句中，领略规律的科学性、严密性和完整性。例如，楞次定律是这样叙述的：“感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。”这一表述非常精辟、严密、完整，我们应当领略到：“磁场”、“阻碍”、“变化”是核心。因此，在运用楞次定律来分析和解答有关物理问题时，就应当遵循以下四个步骤：①原来的磁场（即引起感应电流的变化磁场）是什么方向；②穿过闭合回路的磁通量是增加还是减少；③根据楞次定律确定感应电流引起的磁场的方向；④利用安培定则确定感应电流的方向。很多同学由于不能正确理解楞次定律所说明的问题，在解题中企图一步得出结论，甚至认为“感应电流的磁场总是和外磁场相反”，当然会引起解题错误。其实，这句话的意思是“磁场”“阻碍”“变化”，并非“磁场”“阻碍”“磁通量”。也就是说，当外磁场的磁通量增加时，感应电流的磁场必定和外磁场的方向相反，以阻碍这种磁通量（增加）的变化；而当外磁场的磁通量减少时，感应电流的磁场，又必须和外磁场的方向相同，以阻碍这种磁通量（减少）的变化。由此可见，正确地表述物理规律，并理解其中的含义，对于分析和解

答物理问题是多么重要。

物理规律的数学表述,主要是用数学公式或数学图象.用数学方法表述物理规律具有简洁、直观的特点,对于用数学方法表述的物理规律,我们一定要准确理解数学语言中蕴含的物理意义,以求在分析和解答物理问题中能够灵活运用。

例如,阿基米德定律可用公式表述为 $F = \rho g V$,其中 ρ 和 V 与浸入流体中的物体没有直接关系,只有当物体完全没入流体中,物体排开流体的体积才会与物体本身的体积相同。 ρ 表示被物体所排开的流体的密度,与物体本身的密度更没有多大的关系。

又如,查理定律可以用公式表述为 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$,其中温度必须采用绝对温标,而不能用摄氏温标.若用图象表示查理定律,则图1—4(a)、(b)均是错误的,只有图1—4(c)的表述方法才是正确的。这些,在运用规律分析和解答相应问题时,都必须注意。

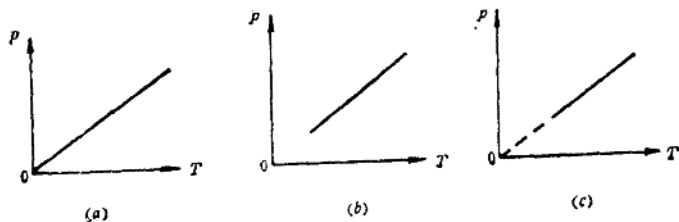


图1—4

4. 明确规律的适用范围

物理规律适用于一类物理现象,具有普遍性的一面,但物理规律又只能在一定的条件下成立,即有一定的适用范围,这体现了规律的局限性。例如:牛顿第二定律只对惯性参照系适用,对非惯性参照系就不适用了;部分电路欧姆定律对金属导体成立,但并不适用于气体导电;理想气体状态方程只能适用

于温度比较高、压强比较低的实际气体，对于温度比较低、压强比较高的实际气体，就不适用了……。即使对于应用范围很广的动量守恒定律和机械能守恒定律而言，它们也有一定的适用范围：只有当外力的矢量和为零时，系统的动量才守恒；而系统的机械能守恒，必须只能受重力和弹力作用。

在分析和解答物理问题时，弄清物理规律的适用范围是非常重要的。我们只能根据题目所给的条件，恰当地选用在此条件许可范围内成立的物理规律，才能正确地进行解答。不题目的条件，不考虑物理规律的适用范围，乱搬、错用物理规律而引起解题错误的例子是很多的。

【例1—5】 质量为2千克的炮弹，沿水平方向飞行，其动能为900焦耳，爆炸成质量相等的两块。一块沿与原方向相反的方向飞行，动能是800焦耳，求另一块的动能是多少？

分析：很多同学往往运用机械能守恒定律，求出另一块的动能为900焦耳-800焦耳=100焦耳。其实，在这种场合下，由于火药爆炸产生的爆炸力对弹块做功，系统的机械能不守恒，所以解答是错误的。在此，我们只能运用动量守恒定律（忽略重力的作用），求出另一块的速度（答案为100米/秒），从而得到它的动能为5000焦耳。

【例1—6】 质量为 M 的小车以速度 v 在光滑的水平面上运动，由车正上方离车 h 高处自由落下一个质量为 m 的物体在车中后，车的速度是 A. v ； B. $(Mv + m\sqrt{2gh})/(M+m)$ ； C. $Mv/(M+m)$ ； D. mv/M 。

分析：这是一道依据动量守恒定律来分析、解答的问题，很多同学由于没有掌握动量守恒定律的适用条件，往往错选了B。他们认为，物体 m 从 h 高处落至车中的速度为 $v = \sqrt{2gh}$ ，所以车和物体具有的总动量为 $(Mv + m\sqrt{2gh})$ ，两物体结合后总质