

中学数理化读物



X X X X X X X

X X X X X X X X

X X X X X X X X X

WULI SHUOLITI
LIXI

物理说理题例析

福建人民出版社

中学数理化读物

物理说理题例析

康锦堂 杨奕初编著 林应茂审校

福建人民出版社

一九八三年·福州

物理说理题例析

康锦堂 杨奕初

*

福建人民出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 5.75印张 126千字

1983年4月第1版

1983年4月第1次印刷

印数: 1—32,400

书号: 7173·563 定价: 0.48元

编 者 的 话

学习中学物理，必须比较系统地掌握物理基础知识及其应用；必须培养自己实验技能、思维能力和运用数学解决物理问题的能力。不论是对于物理基础知识的理解和运用，或是发展各方面的能力，最好要在老师的指导下，一方面通过实验与观察，充分地了解物理现象，另一方面通过读书和练习，学会说理，做到掌握物理现象的本质和规律性，学习才能相得益彰，全面发展。

本书介绍的说理问题，指的是用语言文字记叙、说明、论证物理问题，即对物理问题进行解说或展开论理。实际上，有关数学运算的问题，广义地说也属于说理问题。但是，由于有关数学运算的问题在许多物理书籍中已作了较多的介绍，本书对这类问题就不多讲了。

限于篇幅，本书不可能完全涉及说理问题的各个方面，只能就说理问题的主要部分和主要方面，例如说理题的类型及其解答要领，说理中的推理论证方法和文字表达等问题，作较简要的介绍。对解答说理问题与学习物理的其它共性问题，例如必须搞清物理概念和规律，必须做好物理实验，必须学会运用唯物辩证的观点和方法，必须明确物理过程和图景，等等，本书不作细述。

为了便于读者的理解，编写时，我们注意精选例题，通过分析或正反对比，逐层论析，阐述论点。所选例题，不少是我们多年的中学教学和教研实践中逐步积累起来的，也

有些是从各类资料，其中包括历年全国高考试题中搜集来的，很适合中学生课外学习，也适合中学教师教学时参考。

说理问题涉及的知识面较广，解答的方法又灵活多样，所以，解答说理问题不可能一成不变地照套一种模式，更不可以死记硬背某些条文。因此，如果把本书所提供的一些要领和方法，当作一种供套用的一成不变的模式或供背诵的条文，就恰恰与本书的撰著目的相违背。

在本书的编写过程中，我们参考了许多书籍，其中有教育部组织十一所高等院校编写的《普通逻辑》（上海人民出版社，1979年10月版）和《自然辩证法讲义》（人民教育出版社，1979年8月版），还引用了人民教育出版社编写的《全日制十年制中学物理课本》的一些段落。

本书初稿写就后，承蒙福建省物理学会理事长、福州大学教授林应茂同志审阅校订；福州大学讲师高锦雀同志为本书进行文字加工，福建教育印刷厂康哲力同志为本书编绘图稿，一些老师和学生审读了本书的部分章节。我们在此一并表示深切的谢意。

限于我们的水平，加之时间匆促，书中难免有疏漏谬误之处，恳请读者批评指正。

康锦堂 杨奕初

1982.4于福州

目 次

第 1 篇 物理说理问题的类型及其解答要领

第一章	物理概念的阐释	1
第一节	阐释物理量的意义	2
第二节	给物理概念下定义	9
第三节	举例说明物理概念	16
第二章	物理规律的阐释	23
第一节	物理规律适用范围的阐释	23
第二节	物理规律之间联系的分析	28
第三节	应用图象阐释物理规律	33
第四节	应用物理理论解释物理规律	38
第三章	物理现象的解释	42
第一节	现象特征的描述	42
第二节	现象变化条件的分析	45
第三节	运动情况的推断	50
第四节	物体系统状态变化的分析	55
第五节	现象本质的揭示	59
第六节	因果关系的分析	61
第七节	应用物理理论解释现象	68
第四章	物理装置的剖析	72
第一节	装置组成和作用的说明	72
第二节	装置操作的阐述	81
第三节	装置结构特点的阐释	84

第四节	装置工作原理的阐释	86
第五章	物理方法的阐释	95
第一节	方法的表述	95
第二节	方法的物理原理的分析	97
第三节	方法的综合阐述	98
第六章	物理实验的阐释	103
第一节	实验原理的分析	103
第二节	实验步骤的阐述	111
第三节	实验结论的分析	113
第四节	仪器安装方法的阐述	114
第 2 篇 物理说理问题的推理、论证和文字表达		
第一章	推理	118
第一节	演绎推理	119
第二节	归纳推理	126
第三节	归纳和演绎的辩证关系	132
第二章	论证	138
第一节	论证的组成	138
第二节	关于论题的规则	140
第三节	关于论据的规则	143
第四节	关于论证方式的规则	148
第五节	反证法	154
第三章	文字表达	157
第一节	叙述在表达物理问题中的应用	157
第二节	说明在表达物理问题中的应用	161
第三节	用词的注意事项	166

物理说理问题的类型 及其解答要领

中学物理基础知识，主要有物理概念和物理规律（包括定律、原理、定理、法则、定则）。

要真正掌握物理基础知识，一方面必须正确地深刻地理解物理概念和物理规律的物理意义、适用范围以及它们之间的有关联系；另一方面，必须善于灵活运用这些基础知识解释物理现象，剖析物理装置，阐释物理方法，阐释物理实验。物理说理问题包括了上述各种要求。因此，通过物理说理问题的练习，可以达到对物理基础知识的正确理解和灵活运用。

下面，分六章对各种类型的说理问题及其解答要领加以分析。

第一章 物理概念的阐释

在中学阶段要学好物理，首先要懂得物理概念。怎样才能懂得物理概念呢？一般地说要从两个方面加深认识：首先，人们在进行观察或实验的基础上，借助比较、归类、分析、综合、概括等思维方法，抽象出物理现象的共同属性，初步形成了有关的物理概念；然后，又在运用物理概念分析和解

决问题的过程中，加深对概念的理解。

对于物理概念，要特别注意它的物理意义。但是，要掌握物理意义，不能靠死记硬背，而要靠理解。

正确理解物理概念的物理意义，必须通过必要的练习。本章着重介绍三类阐释物理概念的物理意义问题的练习。

第一节 阐释物理量的意义

有一类物理概念，是用以量度物质的属性或描述物质运动的状态量值的。例如，本节中将讲到的量度物质惯性的量——质量，描述物体运动快慢和方向的量——速度，描述物体运动变化的快慢和方向的量——加速度，等等。这些量值，都是物理量。

对于物理量，要特别注意它的物理意义。通过说理题的练习，可以逐步正确和深刻地理解物理量的意义。下面，举例说明这类问题的类型及其解答要领。

一、说明物理量的意义

〔例1·1〕我们通常说的“电灯的亮度”、“在某段时间内消耗的电”，应当分别用什么物理量来表示？并举例说明。

〔答〕电灯的亮度，用电功率来表示，即单位时间里消耗的电功来表示，例如100W的电灯比15W的电灯亮，因为100W的电灯每秒钟内消耗100焦耳的电能，而15W电灯每秒钟内只消耗15焦耳的电能。

在某段时间内消耗的电，是指消耗的电能量，也可以用电功来表示，即电流在这段时间内通过电灯所做的功来表示，例如100W电灯用10小时，消耗了1千瓦小时的电能，即

电流通过灯丝发热做了 3.6×10^6 焦耳的功。

〔例1·2〕试说明速度、速率、加速度的物理意义。

〔答〕速度是描述物体运动的方向和位置变化快慢的物理量。

速率是描述物体运动快慢的物理量。

加速度是描述速度变化的快慢和方向的物理量。

〔例1·3〕穿过某个面积的磁场变化，用什么物理量来表示？

〔分析〕一个物理量的提出，使一种现象的变化有了明确的含义。例如，有了磁通量这个物理量，穿过某个面的磁场的变化，就有了明确的含义。所谓穿过某个面的磁场的变化，就是穿过这个面的磁通量的变化。

〔答〕穿过一个面积的磁场的变化，用穿过这个面的磁通量的变化来表示。

由以上三例，可以看出解答这类问题必须掌握以下要领：

其一，必须明确一个物理量是描述、反映或表示什么物理问题的。

例如，电功率是反映电流做功快慢的物理量，或者表示电流在1秒钟内所做的功。明确了它的物理的意义，我们在理解问题、提出问题和回答问题时就不至于出差错。比如，有人问：“你家里的电视机一小时要花多少瓦电？”提问人显然是对电功率或电功率的单位（瓦）的物理意义不明确。正确的发问，应是“你家里的电视机消耗的电功率是多少瓦？”或是“你家里的电视机一小时消耗多少度电？”同样，我们在接触生产、生活和科学技术实际时，对于无线广播台发射功率、大功率发电机等“功率”的含义，也就容易理解了。

其二，必须注意容易混淆的一些物理量的区别或联系。

例如，初学物理，有时容易将电功与电功率相混淆。电功指的是电能一段时间里的累计，而电功率指的是做功的“能力”。做功“能力”强的，不等于所做的功就多。例如，15瓦的灯用了十个小时与100瓦的电灯用了一个小时相比，显然15瓦的灯要比100瓦的灯多消耗50焦耳的电能；但是，就“做功的能力”，即亮度，显然是100瓦的灯强，即电功率大。把100瓦和15瓦的灯分别接在额定电压的电路路上，可以分别通过控制用电的时间，使15瓦的灯消耗的电能比100瓦的大，但无论如何不可能使15瓦的灯比100瓦的亮。诚然，让15瓦的灯与100瓦的同时接在额定电压电路路上，不论此后的什么时刻，拿它们消耗的电功相比，100瓦的灯消耗的电功当然要大，因为电功率 $p = W/t$ ，当时间 t 一样， p 大的，消耗的电功 W 也大。

再如，速度和速率、速度与加速度，也是容易混淆的概念。

速度包括大小与方向，速率仅包含大小。所以说速度是表示物体运动位移的大小和方向变化的程度的矢量，速率是表示物体运动快慢的标量。

再如，速度和加速度是两个不同的概念。虽然它们都分别表示一种“变化的程度”，但速度是表示“运动的位移变化的程度”，而加速度是表示“速度的变化的程度”。

二、阐释表示物理量公式的意义

物理量常用比值来表示。用比值表示某一物理量就建立了这一物理量的公式。例如，用位移跟时间的比值来表示运动位移变化的程度，建立了速度的公式

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t};$$

用速度的改变跟时间的比值来表示速度改变的程度，建立了加速度的公式

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_t - \vec{v}_0}{t - t_0},$$

用电场中某点的电荷受到的电场的作用力跟它的电量的比值，来表示电场的力的特性，建立了电场强度的公式

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

用电荷在电场中的电势能跟它的电量的比值，来表征电场的能的特性，建立了电势的公式

$$U = \frac{\varepsilon}{q},$$

用电容器所带的电量跟它的两极间电势差的比值，表征电容器的特性，建立了电容公式

$$C = \frac{Q}{U}.$$

列出了公式，并不等于理解了公式的物理意义。要真正理解公式的意义，还必须通过练习。下面，举几个例题加以说明。

〔例1·4〕“做加速运动的物体，受到一个逐渐减少的力的作用，力的方向跟原来速度的方向相同，那么这个物体的速度必然变小”，这种说法对吗？为什么？

〔正确的答案〕不对。物体受力的方向与原来速度的方向相同，这个力必然使物体产生加速度，继续做加速运动，而不是作减速运动。不过，加速度的值将逐渐减少，物体速度的变化变慢，作变加速运动，而不作匀变速运动。

〔错误的答案〕对。因为加速度变小，运动变慢。

〔对错误的分析〕产生错误的主要原因，一方面是对“力是产生加速度的原因”认识肤浅，错误地认为“力是产生速度的原因”，由此推出“力变大，速度随着变大；力变小，速度随着变小；力等于零，物体就静止”的错误。另一方面，是对加速度和速度这两个物理量的意义不明确，把它们混同对待，错误地认为“加速度变小，速度必定变小。”实际上，物体受力方向与速度方向相同必然加速，受力方向运动方向相反必然减速，与力的变大或变小都无关。

〔例1·5〕“电容器不带电，它的电容就不存在”，这种说法对吗？为什么？

〔正确的答案〕不对。电容是表征电容器特性的物理量，它由电容器大小、形状、电介质决定，而不随自己所带的电量的多少而改变。例如从平行板电容器的决定式

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi K d},$$

可以看出，它同带的电量无关。而 $C = \frac{Q}{U}$ 表明电容器所带电量和电压成正比，电容是比例常数。

〔错误的答案〕对。根据公式

$$C = \frac{Q}{U},$$

由于 $Q = 0$ ，所以 $C = 0$ ，即电容不存在。

〔对错误的分析〕产生错误的原因，主要是没有理解 $C = \frac{Q}{U}$ 的物理意义，没有理解“电容”这一物理量的决定因素，而是片面地用纯数学运算去理解电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 。

〔例1·6〕有一个同学说“物体的质量与所受外力成正比，跟加速度成反比”。这种说法对吗？为什么？

〔正确的答案〕不对。质量表示物体所含物质的多少，又是惯性的量度，它不随所受外力的大小而变化，更谈不上成正比，也不随加速度的变化而变化。

〔错误的答案〕对。根据公式

$$m = \frac{F}{a},$$

则 $m \propto F$, $m \propto \frac{1}{a}$ 。

〔对错误的分析〕产生错误的原因，同上一例题一样，没有正确地理解公式的物理意义，而是片面地用数学运算去理解公式 $m = F/a$ ，作出了荒谬的判断和推论。如果按照这种错误答案，即“ A （质量）与 B （外力）成正比， A （质量）与 C （加速度）成反比”，那么可以得出：“加速度（ C ）与力（ B ）成反比”，这不是违背牛顿第二定律吗？如果“物体的质量与所受的外力成正比”是正确的结论，那么，把大米放在水压机上压，100公斤的大米不就变成几百公斤了吗？这样何必种大米，岂不多此一举吗？如果“物体的质量与加速度成反比”，那么，一个质量为50千克的人坐在加速的汽车上，就可能变成二、三十千克，反过来物体不受外力，质量也变为零，物质就不存在了！这岂不荒唐吗？可见，忽视物理意义将会导致多么荒谬的结论。

〔例1·7〕物体速度等于零时，加速度一定也等于零，对吗？为什么？

〔分析〕解答一个问题首先要弄清题目所提的物理现象及其发生或存在的条件，然后根据这些条件选用有关的定律、公式或概念进行解决。对一个公式则要了解那一个量是自变数，那一量是常数，那一量是函数，是谁决定谁，不能

随意解释。

本题所指物体速度等于零，是不附加条件的，它包括所有速度等于零的情况。可分为两种情况：(1) 相对观察者为静止的物体，各时刻速度都为零，我们可将它看成速度等于零的匀速直线运动，所以它的加速度 $a=0$ 。(2) 是变速运动的物体，即时速度等于零。如竖直上抛体到最高点速度为零，简谐振动的物体在最大位移时速度为零。这种情况下，显然加速度 $a \neq 0$ 。

〔正确的答案〕不对，因为物体的加速度是由作用在物体上的力的合力所决定的，只要合力不等于零，加速度就不等于零，而与速度是否为零无关。如静止的物体，加速度为零是因为它受力平衡，与它速度为零无关。简谐振动物体在最大位移时速度为零，加速度却是最大值， $a = \frac{F_m}{K} = -\frac{KA}{m}$ 。竖直上抛体在刚达最高点时，速度为零，这时在重力作用下，加速度仍为 $-g$ 。

〔错误的答案〕对，因为 $a=v/t$ ，所以当 $v=0$ ，则 $a=0$ 。

〔对错误的分析〕上述错误是由于对物理公式的意义的错误理解引起的。由此可见要正确理解物理公式，必须注意：

其一、注意决定式和定义式的区别和联系。一个物理量的决定因素往往是由实验导出的，有时可从理论上导出，常用一些公式表示，如物体加速度 $a = \frac{F_{合}}{m}$ ，向心力 $F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$ ，点电荷的电场中一点的电场强度 $E = \frac{KQ}{r^2}$ ，平行板电容器的电容 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi Kd}$ ，一段电路上的电流 $I = \frac{U}{R}$ 等等。另一些公式则是导出物理量的定义式，如加速度 $a =$

$\frac{\Delta v}{\Delta t}$, 电场强度 $E = \frac{F}{q}$, 电容器电容 $C = \frac{Q}{U}$, 等等, 其中 a 、 E 、 C 都是常数。这些公式各有它的物理意义, 但不表明这些物理量的决定因素, 因此用后面的一类公式说物理量的变化什么时候变为零, 是错误的。所以每个公式必须明确它的物理意义和适用条件, 明确公式中那一物理量是常数, 那一物理量是自变数, 那一物理量是函数。如电容器电容公式 $C = \frac{Q}{U}$, 说明一个电容器的电压和带电量成正比, 电容 C 是它们的比值, 是常数。

其二, 要从物理意义和物理现象的实际来理解公式, 不能搞纯数学运算。

有些同学离开客观实际, 不想想公式的物理意义和适用条件, 随便抓来, 只凭公式的乘除关系乱加解释。例如, 说电容器的电容 $C = \frac{Q}{U}$, 和它的电量成正比, 和它的电压成反比。当电容器不带电时, 因为 $Q=0$, 所以电容 $C=0$ 等。又如, 说 m 与 F 成正比, 与 a 成反比等。这种离开物理现象的客观实际, 离开公式的物理意义, 凭公式乱解释, 是学习方法上的唯心观点, 是学习物理的大忌, 应注意改正和防止。

第二节 给物理概念下定义

一、什么是给物理概念下定义

下定义, 就是用精炼、明确的语言揭示概念的本质或含义 (也叫作概念的内涵)。

〔例1·8〕什么是力?

〔答〕力是物体对物体的作用。

在这一说明中, 虽然仅用了几个字, 却简明地揭示了力

的本质或含义。它包含三个组成部份：

“力”——被定义概念；

“是”——联结词；

“物体对物体的作用”——定义概念。

定义就是由被定义概念、定义概念和联结词等三个部份组成的。

二、下定义的方法

列宁同志在《唯物主义和经验批判主义》一文中指出：

“下‘定义’是什么意思呢？这首先就是把某一个概念放在另一个更广泛的概念里。”^①

在〔例1·8〕中，首先是把“力”这一概念放在另一个更广泛的概念——“作用”里面。作用，指的是人或事物在一定的环境条件下产生的影响和变化的功能。如自然科学中的作用有化学作用、物理作用……等等；在物理作用中，除了力的作用外，还有串联电路的分压作用，并联电路的分流作用……等等。可见，“作用”的含义比“力”广泛得多。我们把这一例中的“作用”这一概念在逻辑学中叫做“属”。

在“作用”这一属中，有许许多多的“种”，“物体对物体的作用”只是其中的一“种”，它与其它作用的差别叫做“种差”。

定义说明是为了指出被说明对象的本质、特点，同时将被说明对象与其周围易相混淆的对象分别开来。因此，常用通过揭示邻近的属和种差的方法来下定义。这种方法可用下列公式表示：

被下定义概念 = 种差 + 邻近的属。

即 (力) = (物体对物体的) (作用)。

① 《列宁选集》第二卷，人民出版社1972年版，第146页。