



王杏村等著

物理

与 · 8
能力目标
中学生学科

中国城市经济社会出版社

国家教委“七五”重点科研项目
中学生学科能力目标与培养丛书

中学生学科能力目标与培养

物 理

王杏村 陈友琦 陈广福 著
周淑慎 陈继蟾

中国城市经济社会出版社

1990·北 京

中学生学科能力目标与培养

物 理

王杏村等 著

中国城市经济社会出版社出版发行

(北京东城区西总布胡同64号)

新华书店经销

通县建新印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 8.375 字数: 170千

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

ISBN 7-5074-0251-7/G.069

印数: 1—3000 定价: 4.15元

序

滕 纯

今年是党的十一届三中全会的十周年，也是我国改革、开放的十周年。为了纪念三中全会十周年，加快改革的步伐，我国理论界正在对十年改革中的理论工作进行回顾和总结。

从教育理论来说，我们感到：我国在教育理论和教育实践方面有一个可喜的变化，就是从过去重视传授知识转变为既重视传授知识又重视培养能力。这个进展也可以说是在教育理论特别是教学论上的一个突破。

80年代以来，随着教育改革的推进，培养能力的问题已变成教育界的热门话题。许多教育理论工作者和教学第一线的教师，对什么是能力，怎样培养学生的能力以及知识、技能和能力的关系，进行了深入的研究和探讨。但是，我们也感到对能力的概念、结构、层次，还处于模糊不清的状态，有待于进一步研究解决。比如，有的书上提出培养学生几种能力，有的提出十几种，有的提出二十几种。据不完全统计，从不同方面、不同角度、不同层次，各种提法大约有100多种。在众说纷纭面前，需要通过研究和实验，把能力问题加以系统化、规范化，理出头绪来，以便广大教师有所遵循。

就以中学而论，根据我国社会、经济、科技发展的需要，迎接21世纪的挑战，应该培养中学生具有哪些能力，能力的

结构是什么样的，分哪些层次，哪些是基本的能力，哪些是派生出来的能力，都需要分门别类地加以研究。

一方面从理论上把什么是能力，能力的概念，中学阶段培养学生具备哪些能力，各科教学怎样培养和发展学生的能力等基本理论问题搞清楚。更重要的是要在教学实践中具体落实，通过各科教学切切实实地把学生的能力培养出来。这就需要明确制订出中学各科教学培养目标及其测定的方法。

由中央教育科学研究所教育心理研究室副研究员李镜流同志负责的《中学各科学学习能力培养目标及其实验研究》，正是为了解决上述问题而提出的科研课题。这个课题已于1987年7月经审议批准列为“七五”期间国家教委级教育科研重点项目之一。

鉴于培养能力的问题是当前教学改革中一个复杂的理论问题和实际问题，不是单靠少数专业研究人员所能解决的，而是需要依靠教学第一线的教师积极参加才行，为此，本课题从北京、天津两市邀请了60多位有丰富的教学经验、有相当的理论素养和研究能力的各科优秀教师和校长，参加了本课题研究。这种合作研究，不仅充分地体现了理论工作者和实际工作者相结合的正确科研方向，而且有力地说明了一个问题：以教育改革为目标的教育科学研究和实验，如果没有教师的积极参加，是不会成功的。只有教师积极参加的教育改革的研究和实验，才是真正的改革。

教育改革的研究和实验当然要依靠专业的教育理论工作者，更要依靠在教学第一线搞改革、搞实验的教师。随着改革的深入发展，在我国中小学教师和校长中间，正在孕育、

成长着一批研究型的教师和校长、学者型的教师和校长，在他们中间会涌现出我们所希望的教育家。今后，在教育改革中，我们要注意发现、扶植有先进教育思想的改革家，为培养我国的教育家创造条件。

经过两年的辛勤探索、刻苦钻研，《中学各科学学习能力培养目标及其实验研究》的阶段性成果即将问世。本书是教育理论工作者和教学第一线的教师、校长集体智慧的结晶，也可以说是教育科研联合攻关的一次有益的尝试，对帮助广大教师培养与发展学生的能力，将会起到积极推动作用。

1988年7月于北京

目 录

序.....	滕 纯 (1)
第一章 物理学科能力培养目标.....	(1)
一、关于物理学科能力的定义.....	(1)
二、能力培养的基本途径.....	(2)
三、物理学科能力培养目标.....	(4)
四、物理学科能力培养方法.....	(11)
第二章 如何实现高中物理学科能力目标.....	(14)
力学.....	(14)
一、力、物体的平衡.....	(14)
二、直线运动和曲线运动.....	(26)
三、牛顿定律和万有引力定律.....	(44)
四、动量和能量.....	(61)
五、机械振动和机械波.....	(82)
热学.....	(97)
电学.....	(111)
一、静电场.....	(111)
二、稳恒电流.....	(120)
三、磁场.....	(129)
四、电磁感应.....	(134)
五、交流电流.....	(139)
六、电子技术.....	(145)

光的本性·····	(150)
原子和原子核·····	(157)
第三章 如何实现初中物理学科能力目标·····	(160)
一、长度、质量和密度及其测量·····	(160)
二、机械运动·····	(164)
三、力·····	(169)
四、压强和浮力·····	(174)
五、简单机械、功和能·····	(186)
六、热学知识·····	(195)
七、关于热量的计算·····	(203)
八、热功转化和热机·····	(211)
九、电流的规律·····	(214)
十、电磁感应·····	(225)
十一、光的初步知识·····	(229)
作者附记·····	(233)
把学科能力的培养提到教育目标的高度	
——课题论证报告(节录)·····	李镜流(235)
中学学科能力研究协作组附记·····	(258)

第一章 物理学科能力培养目标

一、关于物理学科能力的定义

我们用心理学的能力的定义来给物理学科能力下定义是远远不够的。首先，把能力说成是一种心理特征，不够准确，因为个性心理特征是反映一个人的心理特点、征象，一个人的情绪、气质、性格、兴趣、思维方式、习惯等等，都可以看作是他的心理特征，能力这种特征与其他心理特征有什么区别呢？能力究竟是什么样的心理特征呢？所以，仅从心理特征上去定义能力尚比较模糊。我们认为，能力首先是人的一种心理品质，就物理学科能力来看，不论物理学科的学习能力还是物理学科的科研能力，它反映一个人从事物理学科的学习或科研的心理品质的高低。其次，把能力说成是顺利完成活动的条件，也不尽然，能力指向活动、完成活动，能力也可以不指向活动，而指向活动的主体——人的自身，它调节自己、控制自己，使自己适应并胜任于活动；同时，能力也可以不指向客体 and 主体，而是以潜在形态存在于人的身上。事实上，任何一个中学生，都存在着学好物理的潜能，可是，为什么有许多学生不能完成物理学习任务呢？原因极多，从学生本身上找，可能是适应性问题，虽然他存在着学好物理的可能性，他对眼前的学习活动还不那么适应，导致学习落后；也可能是他的学习情感问题，他根本就不喜

欢物理科，他怎能学好呢？还可能是一个学习决策问题。他从来就是靠死记硬背去应付功课的，这种学习决策对其它学科也许有效，但对物理学习就必然无效。由此证明，个体学生要顺利地完成学习活动，存在着极多的因素，学生没有顺利地完物理学习，并不等于他没有学习能力，只能说他的学习潜能没有挖掘出来，尚未变成实际的能力。

根据我们的研究，我们提出物理学科能力的定义。这就是：

物理学科能力，是个体学生的一种学习心理品质。是学习者适应并胜任于学习物理活动和调节自身的心理可能性与现实性相统一的品质。

1. 我们所说的物理学科能力，是学生的学习能力，不是物理学家的科研能力；
2. 它是学生个体的一种学习心理品质；
3. 这种品质要适应和胜任于学习活动和调节自己的学习行为；
4. 这种品质是可能性与现实性的统一，教师的任务就是将学生这种可能性的品质变为现实性的品质，即所谓能力开发和能力培养。

二、能力培养的基本途径

能力培养的基本途径是什么呢？这是我们要回答的另一个问题。虽然心理学关于能力的定义尚有争论，但是，现代心理学关于能力形成和发展有一个基本的命题，可以作为我们研究能力培养的基本立论，这个命题是：“能力是在活动中

形成和发展的。一个人从事的活动越多样，能力发展就越全面；从事的活动越复杂，能力发展水平就越高。”可见，物理学科能力培养，特别是中学生，必须在教师的指导下，在学生的自我学习的多种活动中才能形成发展，也就是说在教与学的实践过程中，通过多种层次的活动来培养学生的学习能力，这也是当前教学改革中要探索和研究的问题。

要想使物理学科能力培养有计划地、有针对性地、有成效地开展，必须明确制定物理学科能力的培养目标，而要科学地制定物理学科的能力培养目标，就必须考察物理学科的教与学的客观过程的特点。我们认为物理学科的教与学的基本过程是按照观察、思维、应用的顺序进行的，即在观察物理现象的基础上，通过思维加工形成概念建立规律，然后运用知识分析和解决物理问题。所谓“思维加工”，指的是按照科学的思维过程（包括分析、综合、抽象、概括等）和科学的思维形式（包括概念、判断、推理等）进行思维。物理学科能力的培养目标，应该根据这个基本过程来提出，我们在下一节中将详细来论述这个问题。从物理学科的教与学的基本过程来看，大体可以确定物理学科能力的培养目标主要是观察能力、思维能力和综合运用知识分析和解决问题的能力。这些能力要区分为初中、高中两个层次进行，初中的重点在于感性认识方面的基本能力，要在养成习惯培养兴趣上下功夫。高中的重点在于对物理理性认识的综合分析和应用，以及联系实际解决问题的能力。

三、物理学科能力培养目标

我们提出以下六个方面的能力要求，作为物理学科的学习能力的培养目标。

(一) 培养学生对物理现象的观察能力

1. 对物理实验有目的地、持久地、细心地观察；对生活中物理现象观察的习惯。

2. 培养学生掌握科学的观察方法。

观察方法主要有整体观察法——即抓住物理现象的全过程，能从整体上把握所观察的物理现象，其次是多维度观察法——即从不同角度、不同侧面、不同层次去揭示物理现象的主要的、本质的特征。第三是分析观察法——即剖析物理现象的成因、变化条件及结果。

3. 用口头或文字正确地、有条理地描述所观察到的物理现象。

描述所观察到的现象是观察能力的一种表现，不能描述所观察的现象，这就等于没有观察。因此，能用口头或文字描述所观察到的现象，应该属于观察能力的一部分。

4. 在观察中提出问题的能力。

不仅能正确地描述观察到的现象，并能从观察中发现问题和提出问题，这说明了观察者的细致性和思维的深刻性，因此，在观察中提出问题是观察能力和思维能力的结合产物。

总之，培养学生有目的和持久的观察能力，掌握与使用科学的观察方法，正确地描述和善于提出问题的能力，形成观察的兴趣，具有科学的观察态度和养成良好的观察习惯，是物理学科观察能力的培养的基本内容。

（二）培养学生对物理实验的操作能力

1. 培养学生准确、熟练地掌握中学物理实验的基本仪器的使用技能。

2. 根据实验目的和原理，能否独立地、正确地完成实验操作过程，是培养学生实验能力的关键，也是学生实验能力水平的考察。

3. 对实验误差进行初步的定性分析能力。

要对测量结果的误差作出估计，不是一件容易的事。所以在中学，并不要求学生估计误差，但是培养学生根据实验原理和仪器的情况及实验环境等客观情况，对实验可能出现的系统误差，作出物理的定性分析，对提高学生物理分析能力是有益的。

4. 根据有效数字的运算法则，初步处理数据。

在测量中，一般说来，只要求学生读到测量仪器最小分量的十分之几。在利用测量数据进行运算中，要求学生根据有效数字运算法则来进行。

5. 对中学物理中一些主要定律，独立设计验证性实验的创造能力。

在中学生中提倡和鼓励 学生根据所学知识进行独创性的实验设计，是十分主要的，但不可能要求很高。

总之，培养学生掌握基本仪器的使用技能，在教师指导下排除实验中一些简单故障，独立地完成实验操作任务，学会初步地处理和分析实验误差及实验数据，在教师指导下能初步提出验证物理定律的实验设计，这些都是物理学科实验能力的培养的基本内容。

(三) 培养学生对物理知识的逻辑推理 和抽象概括的思维能力

1. 从物理事实出发，通过抽象概括形成物理概念及初步学会建立理想化物理模型的能力。

从物理事实出发，建立概念，这是一种抽象概括能力，物理学上所有概念都是这样形成的。

物理模型也是通过抽象概括而建立的，理想化物理模型是一种物理思维模式，也是一种物理研究的重要方法，物理学的各部分知识体系几乎都是建立在本部分的一些模型的基础之上的，因此，我们应该使中学生了解模型的意义以及其建立的原则，这是物理思维能力培养中不可缺少的，只有善于提出物理模型的人，才是真正具有创造思维的人，物理学发展证明了这一点。

2. 从已有定律或实验结果出发，通过科学推理建立新的物理定律的能力。

由已知推导未知，由实验事实总结规律，是培养物理思维能力的重要方面，在推导或总结过程中，要注意物理依据的可靠性、逻辑的严密性以及推理的思维形式等问题，才能使推导建立在科学的推理方法上。

3. 对物理现象初步学会研究其微观机制及提出假设的能力。

物理学科中，对象的机制研究和假设的提出，这是一种创造性思维的训练和培养。从宏观到微观，从现象到本质，都需要我们根据事实进行创造性的思维加工，才能作出正确的判断，这方面能力的培养是相当重要的。

4. 根据物理规律总结解题思路的能力。

从规律本身中引出解题思路，是一种对学生进行抽象概括能力的培养。总之，这种从规律中引出方法，达到运用知识解决问题的目的，是一种培养思维能力的过程。

5. 在教师指导下，通过阅读教材形成自己的知识结构的能力。

所谓知识结构，就是抓住某部分知识的中心，并以此中心将有关知识点组织起来，形成一个知识网络。在教师指导下，使学生学会在自己阅读教材的基础上，将知识点组织起来的能力，也就是一种总结概括能力，是思维能力培养的重要方面。同时，有利于学生从宏观整体上来把握知识，这是学生综合运用知识的基础，也是学生记忆和理解知识的重要手段。

总之，物理模型的抽象概括；从已知到未知的科学推理；从宏观到微观，从现象到本质的分析；以及解题思路和知识结构的总结综合，都是物理学科思维能力培养的基本内容。

(四) 正确理解、掌握物理概念和规律的能力，即学会学习物理的能力

1. 从分析物理过程或分析物理实验的基础上理解物理概念的形成过程和物理定律建立的依据。

任何一个物理概念的形成，总是建立在物理过程的分析基础之上的，任何一个物理定律总是有它的实验基础或推导依据的，了解概念的形成过程和定律的建立依据，这是理解和掌握物理知识的根本，尤其是一些比较抽象的概念更需要使学生了解其形成的具体物理过程。使学生懂得分析定律建立的实验事实或推导依据，也是掌握学习物理的要领，使学生树立用物理实验解决问题的意识。

2. 从物理量的定义式来理解物理概念的实质。

物理概念的量化，形成物理量，而物理量有严格的定义，表述定义的数学公式叫做定义式。可见，物理量的定义式反映了一个物理概念的质和量两个方面。概念的质是指概念所反映的物理现象的物理本质属性，概念的量是指概念的数值意义。如果物理量是矢量，从定义式中还可看出其方向意义。抓住了物理学各部分知识的物理量的定义式，我们就能很好地来理解各部分知识的物理概念。因此，引导学生从物理量的定义式来理解物理概念，是对学生学会学习物理学科的一种能力培养。

3. 从各个物理量之间的互相关系中理解物理概念及掌握物理定律。从区分容易混淆的问题中理解物理概念。

物理概念的量化形成了物理量，各个有关联的物理量之

间的定量关系形成了物理定律、物理定理和原理。从定义式出发可以正确理解物理概念，进一步再从概念之间的关联上来理解概念，这也是一种能力培养。

4. 从阅读课文和课外读物中加深对物理概念和规律的理解，增强自学能力。

(五) 运用数学知识分析和解决物理问题的能力

1. 正确理解物理公式的物理意义。

物理公式大体可分为三类：一是物理量的定义式；二是物理量的决定式，这类公式大体是根据实验或推导得出的物理定律或定理；三是物理量之间的关系式。不管哪一类物理公式，都应注意不要把它们纯数学化，也就是要区别物理公式与数学公式的不同点。物理公式大都是受到物理内容的制约，数学公式大都是抽掉了具体内容的数量关系。因此，必须从物理意义上来理解和掌握物理公式。

2. 用数学方法表述物理概念和物理规律。

科学认识的一般规律往往在开始阶段只是对事物进行定性的描述和研究，而后研究它们的量的规律性，只有进行精确的定量的研究，才能更深入地认识事物的本质。任何一门学科只有在充分地运用数学时，才算达到真正完善的地步。物理学的发展完全遵循这种规律，物理概念的定性研究转化为定量的描述，而形成物理量，各有关联的物理量之间的定性关系的分析，转化为定量的表述而形成物理定律，这是物理学由定性转化为定量的基本内容，而中学物理学定量化的