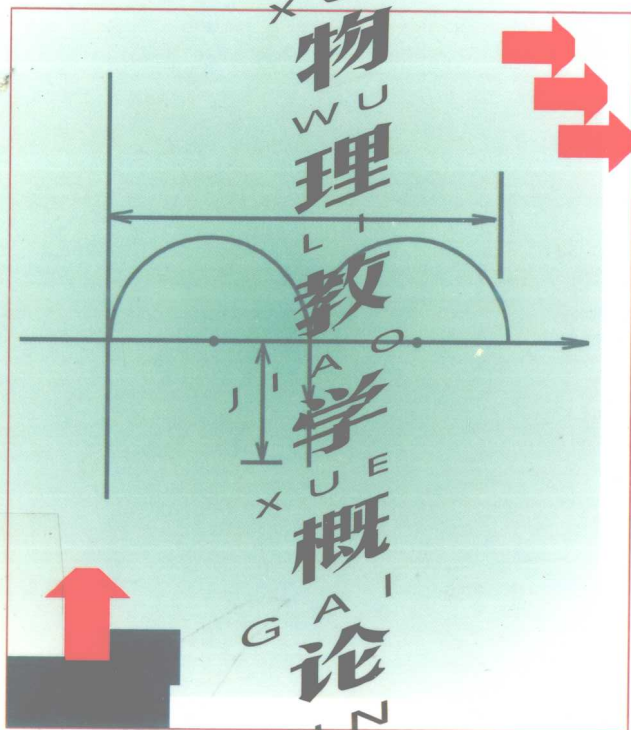


俞礼钧 全葆 兰红霞 编

现代
X I A N
D A I
中
Z H O N G
学
X U E
物
W U
理
教
学
概
论
G A I
L U N



● 中学数理化教师提高丛书

华中科技大学出版社

中学数理化教师提高丛书

现代中学物理教学概论

俞礼钧 全葆兰红霞 编

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据 现代中学物理教学概论 / 俞礼钧 等编

现代中学物理教学概论 / 俞礼钧 等编
武汉: 华中科技大学出版社, 2001年3月
ISBN 7-5609-2397-6

- I. 中…
II. ①俞… ②全… ③兰…
III. 物理课-中学-教学参考资料
IV. G634

现代中学物理教学概论

俞礼钧 等编

责任编辑: 李立鹏

封面设计: 刘 卉
责任监印: 张正林

出版发行: 华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编: 430074

电话: (027)87545012

经 销: 新华书店湖北发行所

录 排: 武汉皇荣文化发展有限责任公司

印 刷: 湖北省通山县印刷厂

开本: 850×1168 1/32

印张: 10.5

字数: 245 000

版次: 2001年3月第1版

印次: 2001年3月第1次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5609-2397-6/G · 326

定价: 12.50元

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行部调换)

总 序

切实加强中学教师队伍特别是青年教师队伍的建设，是教育面向 21 世纪的一项紧迫的战略任务。为了帮助中学数理化教师提高思想与业务素质以及教学能力、教研能力、科研能力，促进中学教育教学质量的提高，我们组织编写了这套《中学数理化教师提高丛书》。

本丛书遵循以下编写原则：充分考虑 21 世纪经济建设与教育发展的需要，认真总结多年来中学教育改革的经验，以及开展中学教师继续教育的研究成果；编著的内容源于中学、又高于中学，努力挖掘中学知识与大学知识之间的联系；对中学有关知识内容，抓住实质深刻阐述、并适度拓广、插漏补缺、重点提高；努力做到应用正确的哲学与方法论和先进的教育理论指导所撰内容，并融为一体，注重科学性、时代性、系统性、实用性与可读性；尽量不与已有中学教师进修书籍重复，做到有创新的见解，有独到的分析，有新颖的内容，有作者的研究成果。丛书由郑隆炘、王心宽等 10 多位教授、专家组成编委会，由在中学数理化教育方面有研究成果与实践经验的教授、专家，以及有研究实力的中青年同志撰稿，其阅读对象是各类中等学校数理化教师、教研工作者、大学理工专业学生、高中阶段部分成绩优秀的学生，以及高中以上文化程度的自学者。

我们深信，这套丛书的出版，将对中学师资队伍建设与中学理科教育改革，起到积极的促进作用。

《中学数理化教师提高丛书》编委会

1996 年 4 月于武汉

序 言

这套丛书的出版是一件很有意义的工作。由于笔者工作范围之限，只能对数学方面提出一点看法。如果还多少有一些想法对其它学科也有些作用，则甚至有一些喜出望外了。

自文化大革命结束以来，中学教育无论在数量和质量方面都有了飞跃的发展。比之当时百废待兴的局面自然是今非昔比。尽管在未来几十年中改革和发展都还会有极多复杂的情况出现，但是总可以采取比较“正规”的，按教育客观规律办事的方法，临时性的措施应该更少一些了。因此，中学教师的继续教育问题就亟待更有系统地提出与解决了。

当然，可以要求中学教师都有更高的学历；如果满足不了，也可以用某种形式来补一补课；也可以开一些研讨会等等来帮助解决某些问题，但是根本之图是要求中学教师能多读一点书。这样就提出了一个问题，读什么书？怎样读书才能有用？有不少人认为教什么就学什么就行了，不少人（包括高等师范院校相当一批师生在内）已经感到念这么多高等数学是没有用的。有不少人认为这违反了“师范性”反而造成思想不安、队伍不稳，如此等等。也有完全相反的看法，认为只有多念更高深的数学课程，本科完了还有研究生，这样才能从“根本上”提高水平，从“根本上”稳定队伍，从“根本上”解决师范性问题。那么什么是“师范性”呢？为人“师表”，应该有什么样的“规范”呢？作为一个教师，特别是一个中学教师，他的工作对象是“人”，是十来岁思想最活跃，最具可塑性的人，要去塑造一个人，有思想政治的要求，有道德情操的要求，当然还有生活能力、劳动技能等等，而从数量上“作大头”的仍是科学文化方面的要求。对于一个数理化教师，不但要求他以自己的思想情操去感化学生，更要求他能从自己的专

业方面去塑造一个人。当然，例如一个数学教师不应该以为自己的学生将来很多人成为数学家。但是，数学不只是谋生技能，更不能只是进入高一级学校的敲门砖。从这门科学中，我们看到人类是怎样解决他们面临的许多问题，又怎样从具体问题形成了许许多多数学定理、数学理论，……，人们曾经不只是为了某个具体的目的去研究一个具体的数学问题，而是追求深层次的真理，又怎样由此而造出美好的世界。这就是创造，我们现在常说要培养“能力”。其实，哪里有什么“抽象的能力”，如果不进行创造的实践而侈谈“能力”的培养，犹之乎不下水而谈游泳的道理一样。一个十来岁的孩子解一个简单的数学题，他可能在创造，而范进60岁中举，哪怕是中了状元也没有什么创造，也谈不上什么能力。当然，写八股文也算一种“能力”吧！问题不在于是念高等数学还是初等数学，而在于如何对待这孩子能够接受的知识，是一个态度问题。我不相信这里有什么固定的方法，更没有什么诀窍。可以看一看每一个事业有成的人，几乎都受到一两中学教师的影响，而这位教师的影响，最深刻的不仅在于具体的知识，而在于他的情操，他对待科学的态度等等，即在于他自己的科学素质。

我们常说把大学的知识和中学知识结合起来，其实这是培养高的科学素质的根本之途。有一些历史的经验：19世纪末到本世纪初的德国大数学家克莱因，写了一部名著《高观点下的初等数学》。应该感谢湖北教育出版社，愿意赔本出这本书，其实这是作者多年利用假期为中学教师讲课的教材，而且实际上把自己研究的成果都讲给教师们听。直至今日我们再读这本书仍感到富有启发，使人思如泉涌，可以懂得许多自以为再也没有问题的东西，一句话，可以懂得什么叫把大学和中学结合起来。我愿每一个有志于提高自己数学水平的数学教师推荐这本书，条件是这位教师应该读过相当于大学一、二年级的数学课程。另一个范例是前苏联的经验：其中最宝贵的是，第一流的数学家，甚至是数学大师，也

都愿意为中学教师的提高尽心尽力，最近一位同志翻译了前苏联的大数学家辛钦写的《数学分析八讲》，看一下这位名重一时，贡献卓著的概率论大师，是怎样讲最基本的数学分析知识，从什么是实数，什么是函数开始，而且并不超过大学一年级的内容，看一下他的讲法和我们自己对这门最基本的数学课程的理解，相距何在，就知道为了提高自己的“素质”还要下多少功夫。现在大家都在讲素质教育，如果在科学文化方面也要提出素质问题而不只是谋生技能，更不是进入高一级学校的敲门砖的话，那么最重要的是教师的素质。

这里我们有意不谈对数学有特殊重要性的解题，训练问题，也没有讲到有特殊作用的数学竞赛问题，这是需要专门讨论的。但是，可以说一句，这不会和上面讲的一切矛盾。

十分高兴，现在有一批有志者在本世纪之末开始编写这一套丛书，决心在这个方向上走上踏实的一步。尽管征途漫漫，困难重重，也不能以上面提到的大师们和他们的经典著作来要求于这丛书。方向是正确的，工作是十分有意义的，希望读者会从这丛书中得到启发，得到益处，更希望有更多的有志者投入这个工作。

齐民友

1996年6月1日于珞珈山

前 言

中学物理教学论是学科教学论的一个分支，是一门新兴的学科，在科学系统、内容结构和理论体系方面，经过国内外学者不断的探索，现在可以认为学科体系已经基本上建立起来了。当然随着社会的进步，科学技术的发展，教育的普及和提高，物理教育研究还会不断向前发展。

由于物理教学论的研究对象、理论体系、内容结构等方面，内容丰富，涉及广泛，为了迎接知识经济时代的到来，适应 21 世纪经济建设和教育发展的需要，帮助中学物理教师更新教育观念，改革教育方法，优化教育、教学过程，本书概括论述中学物理教学中的有关理论问题。物理教师共同的愿望是改进教学，提高教学质量，努力实现教学现代化和科学化。但是，在实际工作中，每当迈步改革时，往往会为方向不明、策略不力所困惑，这些问题只有在现代教育思想、教学理论的指导下，得以解决。

本书在编写过程中，力求把学习理论放在重要的位置，突出学生的主体作用，使教师的教学策略建立在学习规律的基础上；同时尽量结合教学实践，特别是当前中学物理教改实例作归纳性的论述，并注意融入国内、外有关方面研究的最新成果。但由于编写时间紧迫，又限于我们的水平，缺点、错误在所难免，我们恳望读者给予批评指正。我们参阅了多种教育和物理文献，引用了许多有价值的资料，在此，对原作者谨致谢意。

本书第一、二、三、八章由全葆执笔，第四、五章由俞礼钧执笔，第六、七章由兰红霞执笔。全书由俞礼钧负责审定。

编者 2000 年 9 月

目 录

第一章 物理教学的认识论基础	(1)
§ 1.1 发生认识论与物理教学	(1)
§ 1.2 辩证唯物主义认识论与物理教学	(10)
§ 1.3 科学认识论与物理教学	(20)
§ 1.4 物理教学过程的认识论基础	(53)
第二章 系统科学与物理教学	(80)
§ 2.1 系统科学与物理教学	(80)
§ 2.2 系统科学的基本原理与教学原则	(96)
§ 2.3 现代教学原则体系简介	(102)
第三章 结构论与物理教学	(105)
§ 3.1 结构论的基本思想	(105)
§ 3.2 物理学的理论体系结构	(108)
第四章 物理教学的模式	(127)
§ 4.1 物理教材对应的教育模式	(127)
§ 4.2 中学物理导学——讨论模式	(133)
§ 4.3 中学物理指导——探索模式	(140)
§ 4.4 中学物理目标——掌握模式	(144)
§ 4.5 中学物理图表——竞赛模式	(149)
§ 4.6 教学流派及物理教学模式发展趋势	(154)
第五章 物理教学艺术	(166)
§ 5.1 物理教学艺术的原则	(166)
§ 5.2 物理教学艺术的组织形式	(175)
§ 5.3 物理教学艺术的表现形式	(184)

§ 5.4	物理教学的实验艺术	(200)
§ 5.5	物理教学的组织艺术	(205)
§ 5.6	物理教学的语言艺术	(211)
第六章	物理课程论	(218)
§ 6.1	物理课程的基本原理	(218)
§ 6.2	中学物理课程分析	(227)
§ 6.3	国外中学物理课程、教材简介	(236)
§ 6.4	物理课程的改革	(248)
第七章	物理学习论	(253)
§ 7.1	学习及学习理论概述	(253)
§ 7.2	物理学习的内容	(263)
§ 7.3	物理学习的过程	(272)
第八章	物理教学技术的发展	(279)
§ 8.1	现代教育技术梗概	(279)
§ 8.2	物理教学技术的发展	(284)
§ 8.3	物理教学评价	(297)
参考文献		(319)

第一章 物理教学的认识论基础

§ 1.1 发生认识论与物理教学

皮亚杰“发生认识论”的创始人是瑞士著名儿童心理学家皮亚杰。他从20世纪50年代开始集合世界各国著名心理学家、逻辑学家、语言学家、控制论学者、数学家、物理学家等共同研究儿童认识的发生、发展问题，在日内瓦建立了“发生认识国际研究中心”。经过多年的研究在儿童认识、智力、活动或思维发展的研究上形成一整套完整的科学体系。本节重点介绍“发生认识论”的几个基本理论以及对物理教学的指导意义。

一、儿童智力结构论

皮亚杰的结构主义认知心理学认为儿童心理结构的发展涉及到图式、同化、顺应和平衡四个方面，其中图式作为一个核心概念提出来的。

1. 图式——动作的结构或组织

图式最初来自先天遗传，一经和外界接触，在适应环境的过程中图式就不断变化、丰富和发展起来。可把它简单地看作概念或类别，也可用索引储存器来类比，其中每一索引卡片代表一个图式，新生婴儿只有很少的图式。随着儿童的成长，他的一些图式渐渐扩大（变得更加概括化，更加分化）并逐渐地变为“成熟”。个体之所以能对外界刺激作出这样或那样的反应，是因为这些图式对输入的刺激进行处理和鉴别。图式体现于（或反映于）外部行为中，但图式不仅仅是行为，图式是内部的结构，行为是结构的结果，在认知活动中反复出现的行为模式作为反映图式而被

概念化。儿童的感觉运动图式发展为成人的图式。

2. 同化——把环境因素纳入机体已有的图式或结构之中，以加强和丰富主体的动作

个体能对刺激作出反应，是因为个体具有能够同化这种刺激的某种图式，而且个体总是把它原有的结构强加给正要处理的刺激物，即刺激物被迫去适合个体的结构。

例如：儿童看见“牛”却说它是“狗”，那是因为儿童头脑里只有“狗”的索引卡片，无法同化“牛”，但这一外来刺激在图式中最接近于“狗”，所以他认定这一刺激为“狗”。只有当儿童的图式逐渐丰富，精确时才能分辨四条腿的各类动物。同化是认识过程的一个成份，个体藉以有意识的去适应并组织环境，但它不是图式变化的原因。

3. 顺应——改变主体动作以适应客观变化

当个体面临一个新的刺激物时，它试图把它同化到原有的一些图式中去。有时一刺激物无法被同化到原有的某一图式中去，个体必须创造一个能容纳这一刺激物的新图式或修改原有的图式以便这一新的刺激物能符合于这种图式，这就是顺应。

“顺应”与“同化”恰相反，它是指个体被迫去改变他原有的图式以适合新的刺激物。因此，顺应是新图式的创造或旧图式的修改。顺应导致认知结构的发展、变化。顺应一旦发生，个体就能再次去试图同化这新刺激物。由于结构已经改变刺激物就易于被同化。同化是图式的量的增加过程，顺应是图式的质的变化过程。同化导致生长、顺应导致发展。同化与顺应逐渐地协调与整合是认知结构的生长与发展的原因。然而，同化与顺应所产生的相对量非常重要：假如个体总是去同化刺激物而不去顺应刺激物，这样最后将会得出少数几个很粗略的图式而不能发现事物的差异，许多事物被看成类似的东西。如前面所述“牛”、“狗”分不清，甚至于将所有四条腿的动物都

称之为“狗”。相反，假如个体总是去顺应刺激物而不同化刺激物，这将导致他具有大量很细小、很少概括性的图式。许多事物被看成是不相同的，致使不能去发现类似的东西。

同化与顺应之间的“均衡”皮亚杰称之为“平衡”。

4. 平衡——认知的均衡状态

当认知上的不平衡出现时，个体就有去寻求平衡的动机，即进一步的同化和顺应。对于新的刺激物（或再次感受到旧的刺激物），个体总是试图把这一刺激物同化到一个原有的图式中。如果成功了，与特殊刺激事件有关的平衡就暂时达到了；如果个体不能同化这一刺激，那么他试图通过修改某一图式或创造新图式以顺应这一刺激。当完成这一顺应时，对刺激物的同化就继续进行下去，并达到了平衡。

平衡不是静态力的平衡，也不是热力学中熵的增加，而是动态平衡，平衡即调节，是不断成熟的内部组织与外部环境的相互作用和协调。通过这种动态平衡实现儿童思维结构或心理结构的不断发展和变化。

二、内因、外因相互作用理论

皮亚杰的理论体系认为儿童的认知展要得以继续进行的话，只有儿童作用于环境，只有在主体与客体的相互作用中认识结构的发展才能得到保证。只有当儿童的感知朝向环境时，这种发展才会出现。如儿童在环境中活动，在空间中运动，摆弄客体，并用眼睛和耳朵去探索，这样他就吸收原始的组织或要素，并对此进行同化和顺应。这些动作导致图式的发展。

客体的知识不可能只通过阅读，观看图片或倾听人们的谈话而获得。

我们对客体的建构仅仅取决于我们作用于客体的程度。（沃兹沃思 1978）。从过程论的观点看，皮亚杰的发生认识论可用下图表示：

活动 \longleftrightarrow 图式 \longleftrightarrow 同化 \longleftrightarrow 顺应 \longleftrightarrow 平衡。人的认识的生长发展从出生到成人在所有的发展水平上都是按这种方式进行着：人的认识来源于活动，活动既有感知性的又有概念化的，对应着感知运动水平的活动是“感知活动”，对应着运算阶段（包括具体运算和形式运算）的活动是同化了的或概念化了的。在活动的基础上建立起认识的图式。人们总是用自己已经具有的图式去认识事物，如果一个事物能纳入已有图式，这就是同化；反之，如果一个事物不能纳入已有图式，就得调整改造已有图式，这就是顺应。同化与顺应的平衡使主体能再建客体，客体符合主体结构，于是新的图式、认知结构在人脑中形成。为下一阶段的认识打下基础。认识就是在这样一个内在结构连续组织和再组织的过程中发生、发展。

三、认知发展阶段论

认识发展阶段论认为认识发展的过程是一个内在结构连续的组织和再组织过程，过程的进行是连续的和经常的，但它造成的结果是不连续的，因此发展有阶段性。

1. 皮亚杰关于儿童认知发展分为如下四个主要阶段

(1) 感觉运动智力时期（零岁~2岁）。在此期间行为主要是运动的。“认知”的发展是可以观察到的，但此阶段儿童还不能运用概念去“思维”。

(2) 前运算思维阶段（2岁~7岁）。这一时期是语言以及概念的迅速发展，使儿童日益频繁地用表象符号代替外界事物，具有了表象思维。

(3) 具体运算阶段（7岁~10岁）。此阶段儿童形成了把逻辑思维运用于具体问题的能力。

(4) 形式运算阶段（10岁~15岁或更大些）。形式运算就是命题运算思维，这种思维形式可以在头脑中把形式和内容分开，可以离开具体事物根据假设来进行的逻辑推演的思维。此阶段儿童

已能运用逻辑思维于各类问题，认知结构达到其最高的发展水平。皮亚杰“发展阶段说”认为人的认识，自降生以后要经历“若干不同质的阶段而达到成人的完成阶段”。各阶段之间有其独特的逻辑，有一贯性。处于某一阶段的儿童的认识方式是从前一阶段派生出来的，而又引导后一阶段的认识。这种阶段顺序是不容颠倒也不能超越。因此，成人同儿童认识上的差异，不独是知识的量差异，更主要的是认知结构（质）上的差异。

皮亚杰的思维发展阶段划分如图 1-1 所示。

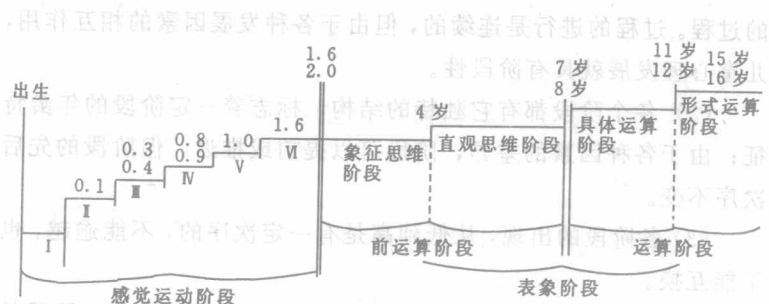


图 1-1

这是依据“运算”的有无分类的。所谓“运算” (operation) 是指“将一个七零八落的内心活动（思考）按照某种逻辑结构加以系统化。”

“发展阶段”说认为每个人的认识个体发育史，大体都是经历这四个阶段。在感觉运动水平阶段，儿童还没显示出任何自我意识，没有分出主体和客体，以后逐步产生主体、客体的分化，形成人的认识。但认识还限于实物动作水平。这种感觉运动格局还不是概念，不能在思维中被应用。前运算阶段是从感觉运动格局到概念过渡的一个中介阶段。这阶段主要是将感觉运动格局的活动内化，形成表象格局。这已是向思维中的概念发展，但还不是真正的概念，是一种“前概念”。具体运算阶段，这个阶段的运算

一般还离不开具体事物的支持，还不能组成一个结构的整体，但是从这个阶段开始，一般地标志着概念性工具的发展的一个决定性的转折点。形式运算阶段是和成人思维接近的达到成熟的思维形式，此时已达到了逻辑思维阶段。总之，每一个体的认识发展都是从感性形式显示出来，然后才进入到以概念形式显现出来的理性（思维）阶段。

2. 发展阶段理论的要害

(1) 儿童心理发展过程是一个内在结构连续的组织 and 再组织的过程。过程的进行是连续的，但由于各种发展因素的相互作用，儿童心理发展就具有阶段性。

(2) 各个阶段都有它独特的结构，标志着一定阶段的年龄特征；由于各种因素的差异，阶段可以提前或推迟，但阶段的先后次序不变。

(3) 各阶段的出现，从低到高是有一定次序的，不能逾越，也不能互换。

(4) 每一个阶段都是形成下一阶段的必要条件，前一阶段的结构是构成后一阶段的基础。

(5) 发展的每一新水平，是许多因素的一个新融合，新结构。

认知发展是一种累积方式，在川流不息地进行，发展中的每新的一步都是和以前的发展水平整合在一起的。皮亚杰还强调：“不同阶段行为模式特点并不是直线式地彼此接替，而是以锥体层的方式（直立的或颠倒的）相互连续发生”。

皮亚杰的儿童认识发展过程的理论充分体现了儿童认识过程的连续性与阶段性的统一，儿童心理或思维发展的年龄特征的稳定性与可变性的统一以及儿童认识过程中的量变到质变的辩证统一规律。

3. 发生认识论的两个显著特点

(1) 发生认识论用发展的观点研究个体认识过程，它研究个体认知心理的起源和历史。皮亚杰指出：“发生认识论的目的，就

在于研究各种认识的起源，从低级形式的认识开始，并追踪这种认识向以后各个水平的发展情况，一直追踪到科学思维并包括科学思维。”这就补充了传统的认识论研究。传统认识论主要从社会的角度、研究组成一定社会关系的人的认识特点。也就是群体认识的形成和发展，皮亚杰把康德哲学中的各种认识范畴，变成了心理学的实验研究课题，对于个体认识的发生、发展作了深入探讨。比一般心理学更有深度，也为哲学认识论的研究提供了很有价值的材料。

(2) 发生认识论是一门跨学科的边缘科学。皮亚杰的《发生认识论原理》和《发生认识论》两本著作，系统地论述了知识的心理发生、知识的生物发生以及古典逻辑、数学、物理等科学的认识问题。发生认识论的特有问题是认识的成长问题；从一种不充分的较贫乏的认识向在深度、广度上都较为丰富的认识过渡。广义的发生认识论问题包括所有科学认识的进展问题，即在某一特定阶段上的认识水平问题，和从一个阶段到下一阶段的过渡问题；认识的有效性问题，认识的结构问题。因此，发生认识论研究各门科学中的认识论问题，亦即研究各门学科中的哲学问题。把认识论和儿童心理学紧密结合起来，是发生认识论研究的途径。

四、皮亚杰的发生认识论对物理教学的意义

从皮亚杰的发生认识论可看到认识发展的一个略图，物理知识的学习过程是学生的认知过程，是在教师的指导下认识物理世界的过程，虽然认识中的同化、顺应、平衡是别人无法替代的，只能由学生个体去进行，然而，教学中如何引导学生顺利地进行同化、顺应过程，这是教师的“引导”所在。教师首先必须掌握学生在同化、顺应、平衡过程中的规律，要清楚在学生学习物理之前已在大脑中存在的许多前物理观念的图式，它还没形成物理概念，但是有些观念是与物理规律一致的，而有些则是错误的。物