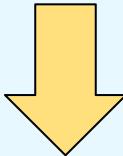


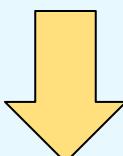
中学物理学的基本理论

讨论思路

学习是如何发生的？



学生是如何学习物理的？



为了促进学生的学习应如何设计物理教学？

第6章 中学物理学习的基本理论

6.1 行为学习理论

6.2 认知学习理论

6.3 建构主义学习理论

6.4 物理学习的原则

 目录 | CONTENT

6.1 行为学习理论

6.1.1 行为学习理论的基本观点

6.1.2 操作条件反射理论

6.1.3 行为学习理论

你认为以下情境中有哪些地方是相同的？

- 一位教师对一名学生说：“我为你感到骄傲。你的物理成绩非常突出。”
- 一位教师提问完一位学生后说道：“答得非常好。”
- 一位教师特别地赞扬了一个带来一份关于全球变暖问题剪报的学生。

上面都是应用**行为学习理论**的例子

行为学习理论强调**用显性或看得见的行为判断和决定学习是否已经发生**

行为学习理论：

强调**外部环境**对人的学习的决定作用，认为学习过程就是有机体在一定条件下形成**刺激与反应的联系**，从而获得**新经验**的过程，对学习的解释强调**可观察的行为**。

- (1) 学习的含义：学习是外部可观察到的行为变化，是刺激—反应联结的行程过程。
- (2) 学习结果：使有机体形成刺激—反应 (S—R) 的联结。
- (3) 学习过程：通过不同方式建立刺激与反应的联系。
- (4) 学习条件：学习发生的原因在于学习的外部条件（外部强化），
研究学习就在于研究其外部条件。

斯金纳把**行为**分成两类：

- (1) 应答行为，这是由**已知的刺激引起**的反应；
- (2) 操作行为，是由**有机体自身发出**的反应，与任何已知刺激物无关。

操作行为跟应答行为是不同的。

- 应答行为涉及**肌肉和腺体的反应**，包括反射反应，如分泌唾液、分泌消化液、打寒战或者心跳和呼吸加速等。
- 操作行为涉及到**肌肉系统（肌肉接受意识的控制）**产生诸如谈话、走路、进食和解决问题等行为。

斯金纳把条件反射分为两类

- 与应答行为相应的是**应答性反射**,称为刺激(S)型;与操作行为相应的是**操作性反射**,称为反应(R)型。
- S型条件反射是强化与刺激直接关联, R型条件反射是强化与反应直接关联。

斯金纳认为, 人类行为**主要是由操作性反射构成**的操作行为, 操作行为是作用于环境而产生结果的行为。

在学习情境中, **操作行为更有代表性**。斯金纳很重视 R型条件反射, 因为**这种反射可以塑造新行为**, 在学习过程中尤为重要。

在教学方面，斯金纳提出的后果与强化两个概念对物理教学有重要的意义。

- (1) 后果。斯金纳发现令人愉快的结果**加强**行为，而令人不快的结果会**削弱**行为。**愉快的结果称为强化物，而不好的结果称为惩罚。**
- 如果人们在无意中作出某种行为之后得到了奖赏，人们以后就会多作出这类行为，如果人们无意中作出的某种行为导致了惩罚，则以后会回避这种行为，会尽可能少做这种行为。
 - **是行为的后果而不是行为前的刺激决定了行为的保持或消退**

(2) 强化。强化物是指反应发生概率增加或维持某种反应水平任何刺激。

- 斯金纳区别了两种强化类型：正强化和负强化。当在环境中增加某种刺激，有机体反应概率增加，这种刺激就是正强化物。当某种刺激在有机体环境中消失时，反应概率增加，这种刺激便是负强化物。
- 是行为的后果而不是行为前的刺激决定了行为的保持或消退

强化物的两个来源：一级强化物和二级强化物

- 一级强化物：可以使个体**内在的生理需求和欲望**得到满足，包括所有**在没有任何学习发生的情况下**起强化作用的刺激。如食物和水等满足生理基本需要的东西。
- 二级强化物：包括那些在**开始时不起强化作用**的刺激如**权利、财富**等。
二级强化对物理教师来说极具价值，又称为条件强化，可分为**社会强化**和**活动强化**。

(1) 社会强化。

- 教师用社会强化来强化可以很有效地得到想要的课堂效果和学习效果，尤其是**表扬**，对物理教师来说是个**强有力的工具**
- 但表扬并不能非常频繁地使用，为了使表扬或称赞有效，**表扬或称赞应只有当一个真正值得称道的成绩或行为已经发生后才能给予。**
- 老师的称赞应详实**具体地指出**关于值得注意的行为或表现的一些细节，以帮助学生了解他的成功，
- 最后，称赞应该**真正的、真诚的和可信的**。
- 社会行为可分为四种，**称赞**（如好、正确、回答得好等），**面部表情**（如笑、眨眼、点头等）、**贴近**（如与学生一起走路、跟他们坐在一块、与学生一起吃饭、帮学生捡起掉在地上的东西等）和**身体接触**（拍拍头、握手等）这些行为在物理教学中是常见的

(2) 活动强化 (普雷马克原理)

根据心理学家大卫·普雷马克的发现，喜欢的活动可以用来强化不喜欢的活动。根据普雷马克原则，**高频活动能够作为低频活动的强化物。**

- 因此教师可以创设一个情境，在该情境中，如果学生完成了他不愿意做的活动时**允许他参与一个他喜欢的活动。**

- 行为学习理论的基本原则：强化那些你愿意看到被重复的行为。
- 教学中使用强化的主要原则：在课堂上增加预期的行为变化。
 - (1) 教师应确定从学生身上预期出现的行为，并在它们出现时加以强化。
 - (2) 向学生解释预期的行为，当他们表现出预期的行为，强化这种行为，并且解释为何要强化。

斯金纳的操作性反应的概念可通过多种途径用于物理课堂，但下面三条是最重要的。

1、课堂提问

教师在课堂上最为常见的教学行为就是提问学生。问题可以**面向全班、小组或个人提出**，有效的提问涉及这样一个程序：

- (1) 教师问一个问题。
- (2) 教师**停顿至少3秒**给学生思考问题的机会
- (3) 教师叫一个**学生回答**。
- (4) 教师对学生的回答**作出回应**
表扬或重复强调学生的观点。

6.1.3

行为学习理论在教学上的应用

2. 制造课堂气氛

斯金纳的工作可以应用到建立一种积极的课堂气氛，由教师回应学生的成功，而非失败。

- 举例来说，老师不是指出学生什么地方做得不对，而是指出他们在什么地方做对了。
- 当学生部分正确地回答了教师的问题，教师应该肯定答案的正确方面，以强化学生的回答。

表 2-1-1 建立积极的学习环境的步骤

步骤 1：分析环境	步骤 2：列出积极的强化物清单	步骤 3：选择即将实施的行为的序列	步骤 4：实施计划，保持记录的行为和作出改变
找出要强化的积极的而学生又不愿意做的行为；哪些行为会受到惩罚，惩罚的频率有多高，这些行为是否受到压制	明确学生喜爱的活动（学生可以提供这些信息）。考虑使用处罚的行为，作为强化物	实施积极的强化计划。与其惩罚迟到的学生，不如表扬按时上学的学生	确保课堂规则是明确的；确保学生知道如何获得强化；实施强化计划

3、程序教学与计算机辅助教学

斯金纳设计了通过一个学习材料控制学生学习进度的教学机器。

教学机器通常使用问答或填空的方式，对正确的答案给予强化，确认这些答案后，学生就可以进行下一步的学习。

教学机提供一个使学生可以按自己的进度来学习的环境。

编好各门学科的课本和作业本，教科书配备了一卡，这种卡可插入教学机的卡口，当学生通过每个问题后，他们滑动卡，正确的答案会出现。

6.1.3

行为学习理论在教学上的应用

根据操作条件反射理论，在教育过程中，教师**应多用正强化的手段来塑造学生的良好行为，用不予强化的方法来消除消极行为，而应慎重地对待惩罚。**

行为学习理论有其**局限性**，其单纯以时间接近和强化来解释刺激和反应的联结，主要关注个体行为或操作的变化，没有涉及学习的内部心理过程，所以只能解释外显的行为，**不能解释学习历程的内在变化。**

问题：

行为学习理论对物理教学的启示有哪些？

启示1：

启示2：

启示3：

问题：

行为学习理论对物理教学的启示有哪些？

1. 强调确定可观察的和可测量的学习结果（行为目标、任务分析和标准参照评估）。
2. 预先对学习者作出评估以确定教学应该从哪里开始（学习者分析）。
3. 运用强化影响业绩（实际奖赏，形成性反馈）。
4. 运用线索、塑造和练习以确保形成刺激 - 反应之间的强有力联系（从简单到复杂的练习序列，运用提示）。

6.2 认知学习理论

6.2.1 认知学习理论的基本观点

6.2.2 皮亚杰的认知发展理论

6.2.3 维果茨基的认知发展理论

6.2.4 布鲁纳的发现学习理论

6.2.5 奥苏贝尔的有意义学习理论

6.2.6 认知信息加工理论

- 阅读下面的一些情境，谈一谈和学生的物理学习有什么关系？

1、你能回答下面的问题吗？

用细线穿过条形磁铁的中心悬挂起来，用如图所示的带电棒，慢慢靠近磁铁，磁铁将向哪个方向偏转？

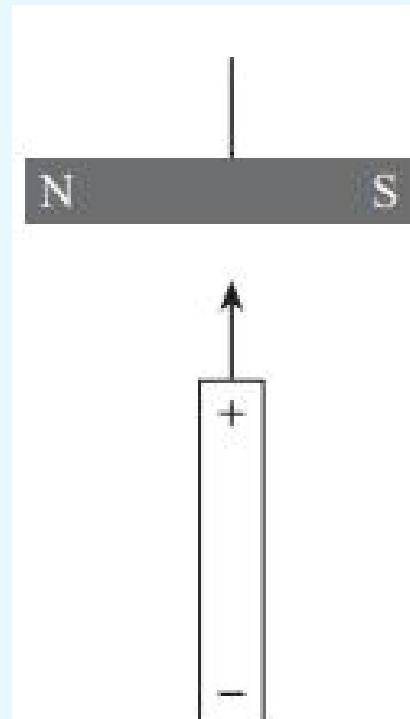


图 2-2-1

- 阅读下面的一些情境，谈一谈和学生的物理学习有什么关系？

1、你能回答下面的问题吗？

问题：用细线穿过条形磁铁的中心悬挂起来，用如图所示的带电棒，慢慢靠近磁铁，磁铁将向哪个方向偏转？

(磁铁不会偏转，因为静电荷和静磁极之间不会产生力的作用。)

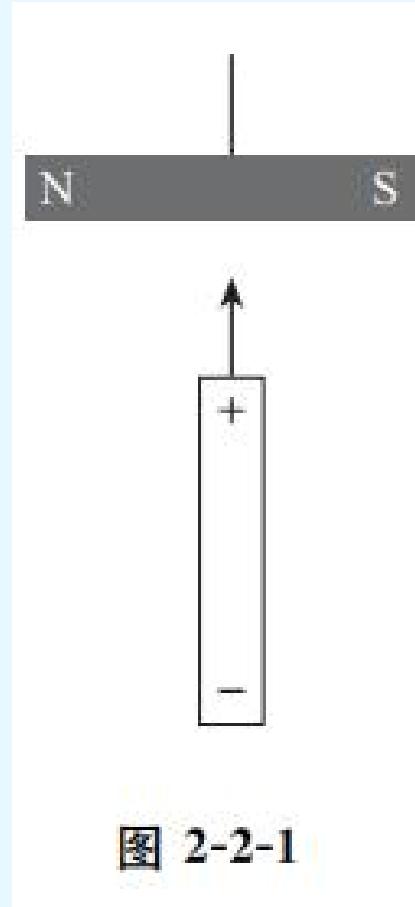


图 2-2-1

2. 一项国际象棋的经典研究

在一项研究中，让一位国际象棋大师。一位 A 级高手（水平很高但不是大师）和一名新手 5 秒时间观看一盘中局对弈国际象棋棋盘布局。5 秒后，棋盘被盖住，让每一个试验者在另一个棋盘上重构观察的棋局。

- 这一过程重复多次，直到完全正确重现出观察的棋局。在第一次试验中，大师正确地放了很多棋子，远高于 A 级高手，而 A 级高手比初学者多很多，他们摆放的棋子数分别是 16、8、4。
- 然而，这样的结果只有在棋子的放呈现出有规律的棋路时才会发生。当棋子随机放时，同样观察 5 秒，大师、A 级高手和初学者的记忆重现情况差不多——他们都只正确地摆放了 2 或 3 颗棋子。
- 这种记忆能力的表现差异是由于**识别模式的不同**造成的。专家记下的是一个，而初学者记下的是单个的不相关的棋子的位置。

6.2

认知学习理论

学习物理的目的在于**获得物理知识的深层理解**，在物理教学中如何帮助学生提高有利于生活应用的**科学理解能力**。认知学习理论向我们提供了一套可用来观察教与学的新式透镜。

认知是指认识的过程以及对认识过程的分析。它包括感知、领悟和推理等几个比较独特的过程，这个术语含有意识到的意思。**认知的构造**是现代教育心理学家试图**理解学生学习心理的核心问题**。

根据学习的认知观点，学习者积极地调整他们的**心理结构**，以弄清他们经历的周围世界的意义。学习者的心理结构通过已有的**知识与接受的信息之间的相互作用**而不断地得到修正。早期的认知观点涉及如何获得知识，目前的观点强调**知识是如何建构的**。

1. 学习者在学习中发挥积极作用

认知学习理论认为，学习主动参与到学习中。以理解获得经验的意义，他们寻求信息，以满足他们的好奇心，他们根据新的信息，以调整自己的知识，并相应地改变自己的行为。

2. 学习者选择处理信息

人类的大脑对来自外界刺激是有选择性的，只有那些在特定的时间和地点被认为是重要的刺激才能进入我们的大脑。其他刺激可能得到短暂的注意或完全被忽视。

3、学习者建构知识，而不是记录信息

来自学习者环境的信息不只是记录在他们的大脑中，经由选择的信息，通过与大脑中现有知识的分析比较而建构其意义。不同学习者会有不同的学习结果，这主要取决于学习者的先验知识和信念。

4、已有知识和信念影响知识的建构

学习者以自己已有知识理解新信息。已有知识是从过去的经验和有意义的信息解释中获得的。用先前的知识去理解新信息，学习者也许会误解新信息。

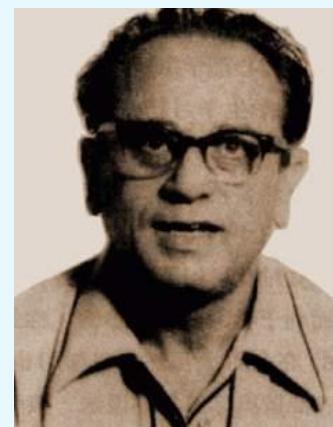
5. 学习是学习者心理的变化行为

学习理论关注的重点是**学习导致行为的改变**，与行为学习理论不同的是，认知学习理论认为**学习是一个人的心理结构的变化**，正是这种变化所形成的能力，显示出不同的行为。心理结构可能是学习者**头脑中的图式、信念、目标、期望和其他成分**。但是有关这些的变化，并不总是立即导致行为的改变。

6.2.1

认知学习理论的基本观点

认知学习理论有多种理论，其中皮亚杰的认知发展理论、维果茨基的认知发展理论，布鲁纳发现学习理论、奥苏贝尔的有意义学习理论、认知信息加工理论对物理教学的影响最大。



6.2.2

皮亚杰的认知发展理论

皮亚杰是20世纪最具影响的发展心理学家。他从发生学的角度，研究了人类认识的起源问题，创立了关于**儿童认知发展的理论发生认识论**（*Genetic Epistemology*），并从建构的角度加以解释。

1. 认知发展的因素

在皮亚杰的理论中最重要的理念是，**心理结构**（也称**认知结构**）是来自**有机体和环境的相互作用**的过程，这个过程称为**自我调整或平衡**。心理结构不是单独来自生物体或环境，而是来自生物体在环境中的活动。这个理念，即**个体构建心理结构**。在所有认知理论中，是一个基本原则。



1. 认知发展的因素

皮亚杰认为有3个影响认知结构发展的因素：**经验，社会环境和成熟**。经验是至关重要的，因为个体与环境的互动构建新的认知结构。

皮亚杰区分两种类型的经验，一类是**物理的经验**，是指个体作用于物体，获得物体的特性；另一类是**逻辑—数理的经验**，是指个体理解动作与动作之间相互协调的结果，在皮亚杰看来，知识来源于动作（动作起着组织或协调作用），而非来源于物体。因此，**与实物的接触**对个体思维的发展是必不可少的。

6.2.2

皮亚杰的认知发展理论

社会环境指社会互动和社会传递。包括社会生活，文化教育、言语交流等。社会环境对认知发展的影响主要是指**他人与学生之间的社会交往和教育的作用**。皮业杰认为，社会环境只能促进或延缓儿童的认知发展。而不能对儿童的认知发展起决定性的作用。

成熟是指机体的成长特别是指**神经系统和内分泌系统的成熟**。成熟是认知发展的一个重要条件。它为形成新的行为模式和思维方式提供了一种可能性。

2. 认知发展的过程

皮亚杰理论体系中的一个核心概念是图式，图式是指个体对世界的知觉、理解和思考的方式，是表征特定概念、事物或事件的认知结构，它影响对相关信息的加工过程。

在皮亚杰认知发展理论中，图式是指一个有组织可重复的行为模式或心理结构，是一种认知结构的单元。我们可以把图式看作是心理活动的框架或组织结构。在皮亚杰看来，图式可以说是认知结构的起点和核心，或是人类认识事物的基础。因此，图式的形成和变化是认知发展的实质。

2. 认知发展的过程

皮亚杰认认知结构的发展，是3种不同的心理过程：同化、顺应和平衡的结果。认知发展是个人与环境相互作用的结果。相互作用的性质是适应。它涉及这三个过程：

(1) 同化（ Assimilation ）。

在认知发展理论中，同化是指个体对刺激输入的过滤或改变的过程。个体在感受到刺激时。把它们纳入头脑中原有的图式之内。使其成为自身的一部分。在皮亚杰看来心理同生理一样，也有吸收外界刺激并使之成为自身的一部分的过程。所不同的是涉及的变化不是生理性，而是机能性的。

(2) 顺应 (Accommodation)。

顺应是指有机体调节自己内部结构以适应特定刺激情境的过程。顺应是与同化伴随而行的。

就本质而言，同化和顺应是两个互补的过程，同化主要是指个体对环境的作用，即修改人对环境的知觉以适应图式；顺应主要是指环境对个体的作用，即改变图式以适应环境。

同化几乎总是发生顺应的必要条件，在了解某个新事件之前，新经验一定会与经验相联系。

(3) 平衡 (Equilibration)。

平衡是指个体能够用**现有图式对新事物进行解释和反应**的认知状态。

但这种平衡不会永远持续下去。当出现用当前知识与技能不足于应对的情况时,认知就产生了失衡 (Disequilibrium) 它激发个体去探究所观察环境的意义。

平衡过程是皮亚杰认知发展理论的核心之一，平衡状态不是绝对静止的，一种较低水平的平衡状态，通过个体与环境的相互作用，就会过渡到一种较高水平的平衡状态，平衡的这种连续不断的发展，就是整个认知发展的过程。

3、认知发展的阶段

皮亚杰理论认为认知发展不是一种数量上简单累积的过程，而是**认知图式不断重建的过程**，根据**认知图式的性质**，可以把认知发展划分成几个不同的阶段。

皮亚杰的认知阶段具有三个特点：

第一，阶段出现的**顺序是固定不变的**，既不能跨越，也不能颠倒。因而这些阶段具有普遍性。

第二，每一阶段有其**独特的认知图式**。这些相对稳定的图式决定了个体行为的一般特征，

第三，认知图式的发展是一个**连续不断建构**的过程。每一阶段都是前一阶段的延伸。前一阶段的图式是后一阶段图式的先决条件并被后者所取代。

3、认知发展的阶段

皮亚杰借用逻辑和数学的概念来分析说明认知发展的过程。他把运算 (operation) 水平作为认知发展阶段的依据。他认为，心理运算具有4个特征，

第一，运算是一种内化的动作。

第二，运算是一种可逆的内化动作。

第三，运算具有守恒性。

第四，运算不是孤立存在的。

3、认知发展的阶段

(1) 感知运动阶段 (Sensor Motor Stage)。

儿童从出生到两岁左右，处于这一时期的儿童主要是靠感觉和动作（如反射行动、玩、模仿别人等非言语行为）来认识周围世界的。他们这时还不能区分自己和外部世界，因而“显示出一种根本的自身中心化”。

在本阶段的早期，如果一个物体从儿童的视野中被移走，儿童就会忘记了这个物体（看不到就想不到），其行主要是自然的和无计划的。儿童在这个时期还没有达到运算的水平，他们所具有的只是一种图形的知识，即仅仅是对刺激的认识，

3、认知发展的阶段

(2) 前运算阶段 (Preoperational Stage)。

儿童2~7岁处于的运算阶段。前运算阶段划分为两个子阶段，符号阶段和直觉阶段。在**符号阶段**，儿童能够识别**有一定含义的符号**（例如文字、记号）。

在这一阶段，**语言**在心理表象和对周围世界的理解方面逐渐显示出重要性。在**直觉阶段**，儿童的**感知**主导着他们的思维，思维仍然以**自我为中心**。这时他们的思维还**缺乏可逆性**，不注意改变自己的观点，对他们来说。物体的变化就是数量的变化。儿童还没有运算的可逆性，因而**没有守恒性**。

3、认知发展的阶段

(3) 具体运算阶段 (Concrete Operational Stage)。

具体运算阶段开始于7岁左右，并延伸到12~14岁。儿童的思维开始变得更加协调，更加理性，更像成人。**自我为中心的观念和泛灵论（把自然的事物看成有生命的）在消弱。**在具体运算阶段，儿童的思维**已具有可逆性和守恒性，但这种思维运演还离不开具体事物的支持。**

3、认知发展的阶段

(4) 形式运算阶段 (Formal Operational Stage)。

学生能够科学地进行思考。他们能进行**心智操作**。如得出结论，验证假设，总之**扩展了逻辑运算或形式运算**，我们称之为推理模式，包括理论推理，组合推理、比例推理. 控制变量和概率推理。

根据皮亚杰的理论，大多数学生在高中应该能够表现出这些推理模式，然而，研究表明。许多学生**并没有发展这些推理能力**。事实上。这可能是科学教育的愿望和目标。而不是学生的认知的描述。

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

- (1) **教学设计应以学生原有认知为基础，鼓励并诱导学生用自己的想法处理并解决问题，当学生的想法有错误时，应设法让学生体会原有认知的矛盾，然后再引导其修正或重建已有的知识体系。**
- (2) **与同伴的互动能够促进更高水平的理解。在教学过程中应提供学生彼此之间，相互讨论及交换意见的时间，使学生有机会体验到自己想法的矛盾及参考别人的不同想法。**

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

(3) 困惑问题能够使学生产生不平衡并激发他获得新的理解。促进学生认知发展的关键在于学习者是否发生认知冲突的心理状态，亦即学习者是否意识到当前的信息与原有认知的矛盾，而产生修正原有想法的意愿。

(4) 课程和教学要适应学生的认知发展。根据皮亚杰的观点，如果个体没有达到某个认知发展阶段而要发展与之相应的能力是不可能的。同样，如果个体缺乏相应的经验也不能发展其相应的能力。因此，课程与教学必须适应学生的发展。

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

(5) 学生通过**实践体验**会学到更多，课程与教学要为学生提供与客体发生相互作用的机会。根据皮亚杰的观点，学生是在与客体相互作用的过程中认识事物、建构知识的。因此应尽量使学生**学习的知识与实际现象的意义相结合**。

例如，在学习电路的概念时，给学生一根导线、一个灯泡和一节电池，让他们用这些材料使灯泡发亮。有了这些经验，学生就能更好地建构关于电路的认知结构。

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

(6) 同化、顺应和平衡的循环构成了学习环（ Learning Cycle ）教学策略的理论基础。

罗伯特 " 卡普拉斯 (Robert Karplus) 及其同事在科学课程改善研究 (Science Curriculum Improvement study . SCIS) 中基于皮亚杰的认知发展理论提出的一种科学学习模式。该模式包括

"探索 (Exploration)"

"概念的介绍 (Concept Introduction) "

" 概念的运用(ConceptApplication) "

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

概念的探索阶段

主要目的是使学生将自己的观念、经验与所学的内容联系起来。

在这一阶段，学生通过他们的直接参与来探索，教师用最简洁的指导语将新的材料介绍给学生，其作用在于使学生能够运用所学的知识和概念，引起探索的兴趣，激发并保持他们对材料的好奇心。

在这一阶段要以学生的自主探索为中心，教师的指导不要太多。更不要直接告诉他们答案。

6.2.2

皮亚杰的认知发展理论

4、皮亚杰的认知发展理论在教学中的应用

概念的介绍阶段

教师在学生前一阶段探索的基础上。让他们说明所操作的物体和事件之间的关系，然后由教师把课程手册或者教材上的**概念术语告诉学生**。在这一阶段中**可以给予较多的指导**。

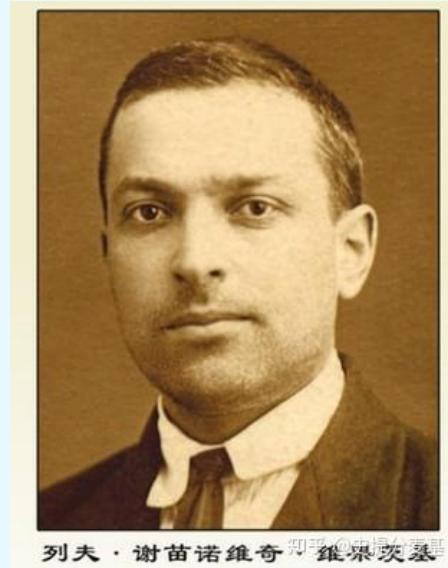
概念的运用阶段

要求学生将所学到的**概念知识或者技巧应用**到新的情境中去。教师鼓励学生寻找用来说明他们所发现的运用概念的例子，允许学生对**他们所学的知识进行归纳**，以此强化所获得的新知识，从而达到更深入的理解。

6.2.3

维果茨基的认知发展理论

维果茨基是著名的心理学家，社会文化历史学派的创始人。他主要研究儿童心和教育心理，着重探讨思维与言语，教学与发展的关系问题。维果茨基的主要贡献是提出“**文化历史发展理论**”强调认知过程中学习者所处社会文化历史背景的作用。并提出了“**最近发展区**”(the Zone of Proximal Development) ”的概念。



列夫·谢苗诺维奇·维果茨基

1、关于儿童的日常概念与科学概念

维果茨基则区分了两种概念：自发概念和科学概念

- **自发概念**是儿童对日常经验反映的概念产物，是“自下而上的知识”，**科学概念**是正规教育的产物，是“自上而下的知识”
- 维果茨基认为，儿童自发概念的发展是从**具体到抽象**，而科学概念的发展则正好相反，在将一个科学概念运用到具体事例中去时，学生的思维是从**抽象到具体**。

2、儿童是在社会和文化环境中建构自己的知识

维果茨基认为儿童认知发展是在个人经验和原有知识的基础上与社会相互作用中实现的，认知的发展既依靠生理因素，如生长和成熟，更多的是社会文化因素，像家庭学校和其他环境。维果茨基的社会建构理论包括以下要点：

(1) 文化背景从两个方面影响儿童的发展：一是学习的内容，即我们通常所说的知识，二是思维的过程或是方法，维果茨基称其为智力的自适应的工具。

6.2.3

维果茨基的认知发展理论

(2) 儿童认知发展需要一个**辩论或讨论的过程** (Dialectical Process)。儿童过程需要具有**解决问题的经验**，而且需要在这个过程中**和别人分享**，例如和父母、教师、兄妹和同伴分享。

(3) 儿童开始学习解决问题的时候，需要**成人的引导**，逐渐地这种引导的主动权会转移到儿童自身。

(4) 成人将在**一定文化背景下存在的知识转移**给儿童，他们之间相互交往的主要形式是**语言**。

(5) 在学习过程中，儿童自己的**语言是他们智力适应的主要工具**。最后，儿童可以用**内部语言** (Internal Language) 来指导自己的行为。

6.2.3

维果茨基的认知发展理论

(6) 内化是一种学习过程，因而内化就是增加知识和获得思维工具，这些知识和工具最初存在于儿童的外部，主要通过语言来实现内化。

(7) 在儿童自己能做什么和儿童在帮助之下能够做什么，这两者之间存在差异，维果茨基把这种差异称为最近发展区

(8) 由于儿童学习会受到文化背景的很大影响。而且儿童解决问题要通过成人的协助，所以孤立地考虑儿童自身是不正确的，这样的研究并不能说明儿童获得新能力的过程。

(9) 儿童周围的文化环境和他们进行社会交往的对象，如父母和比其更有能力的同伴。对儿童智力的发展具有重要意义。

3、维果茨基认知发展理论在教学中的应用

- (1) 由于学习主要在**学习者与他人的合作、互动中产生**，因而合作学习、交互式教学应该得到重视。
- (2) 维果茨基提出的最近发展区的概念对于教育具有重要的启示，由于教学应着眼于儿童的潜能发展，教师就不应只给儿童提供一些他们能独立解决的作业，而应**布置一些有一定难度，需要在得到他人的适当帮助下才能解决的任务**。

3、维果茨基认知发展理论在教学中的应用

(3) 借助于适当的成人的帮助，儿童常常能完成原来他们自己单独无法完成的任务，因而教师应该为儿童提供“**脚手架**”。脚手架是成人根据儿童成绩水平的变化而不断调整的帮助，脚手架不仅能产生直接的效果，还有助于培养儿童逐渐具有**独立解决问题的能力**。

(4) **评测方法必须考虑儿童的最近发展区**。儿童自己能独立做什么，表示了儿童真实水平；而儿童在成人帮助下能够完成什么，代表了他们具有潜力发展的水平。在设计评价方法时，应该同时考虑儿童的实际发展水平和他们具有的潜力发展水平。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

布鲁纳 (J. S . Bruner) 是美国20世纪60年代理科课程改革的先锋人物，他的**结构课程论和发现学习的思想**对理科课程与教学改革产生了深刻的影响。

1. 学习的过程

学习的本质不是学生被动地接受知识，而是**主动地获取知识**，并通过把**新获得的知识和已有的认知结构联系起来**，积极地建构其知识体系。而构建良好的认知结构常常需要经过新知识的**获得**、知识的**转化**、评价等过程。



6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

- 学习活动首先是应该**新知识的获得**。他强调指出，新知识可能是以前知识的提炼。也可能与原有知识相违背。
- 运用各种方法将它们**变成另外的形式以适合新任务**。并获得更多的知识。
- **评价是对知识转化的一种检查**，通过评价可以核对我们处理知识的方法是是否适合新的任务，或者运用得是否正确。

因此，教师应该明确所要构建的学生的**认知结构包含哪些组成要素**，并采取有效措施来帮助学生**获得，转化和评价**知识，使学科的知识结构转化为学生的认知结构，使书本的死的知识变为学生的活的知识。

2、关于儿童的认知发展

布鲁纳将人类对其环境中的周围事物，经知觉而将外在事物或事件转换为内在心理事件的过程称为**认知表征**（Cognitive Representation），或称为**知识表征**（Representation of Knowledge）。意指人类经由认知表征的过程获得知识。

布鲁纳认为，人类的方式即**智力的发展是随着年龄而发展**。

2. 关于儿童的认知发展

他将儿童智力的发展分为3个阶段。

第一阶段是动作表征阶段（Enactive Representation Stage），年龄在一至五六岁。

这一阶段儿童主要是依靠动作（由做中学）对付外部世界，缺乏逻辑思维能力，行动调节主要依赖于直观感受。

第二阶段是形象表征阶段（Iconic Representation Stage），年龄在五六岁至十岁左右。

这一阶段儿童开始借助经验的意向解决问题，开始产生逻辑思维，但仍离不开具体事物的形象支持（由观察中学），其心理运算还处于低级阶段。

2、关于儿童的认知发展

第三阶段是**符号表征阶段**（Symbolic Representation Stage），年龄在十岁至十四五岁。这个阶段的儿童有能力（由思考中学）对某些**具体观念加以形式化或公式化的表达**，但其**心理运算能力还比较薄弱**。特别是知识的贫乏限制了他们思维能力的发展，扩大知识范围，提高知识水平，将十分有利于他们智力的发展。

布鲁纳认为，此**表征系统是依序发展而互相平行并存**，亦即每一新的认知方式发展出来后，前一阶段认知方式仍继续发生认知作用。

2、关于儿童的认知发展

皮亚杰与布鲁纳的观点最大差异在于：

- 1) 皮亚杰以年龄来区分认知发展阶段，且认为各阶段明确划分，有上下阶层的关系。
- 2) 布鲁纳则认为儿童智力发展未必受年龄的绝对限制，且各阶段是互相平行并存的。

3、关于发现学习的特征

在布鲁纳看来，学生的认知发展，虽然受环境的影响，但主要是独自遵循自己特有的认知程序。教学是要帮助学生形成获得智慧或认知的成长。他认为教师的任务是要把知识转换成一种适应正在发展着的学生的形式，而表征系统发展的顺序，可作为教学设计的模式。由此，他提倡发现学习（Discovery Learning）的方法。

(1) 强调学习过程。布鲁纳认为，在教学过程中，学生是一个积极的探究者。教师的作用是要创设一种学生能够独立探究的情境，而不是提供现成的知识。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

(2) 强调直觉思维。直觉思维的本质是映象或图像性的，所以教师在学生的探究活动中要帮助学生形成丰富的想象，防止过早语言化与其指示学生如何做，不如让学生自己试着做边做边想。

(3)强调内在动机。增加学习材料本身的趣味性，将教师必须说的转变为学生思考的内容。布鲁纳认为，学生具有三种最基本的内在动机，即好奇内驱力（即求知欲）、胜任内驱力（即成功的欲望）和互惠内驱力（即人与人之间和睦相处的需要）。这三种基本的内在动机都具有自我奖励的作用，因而其效应不是短暂的而是持久的

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

教师如果善于促进并调节学生的探究活动，便可激发他们的这些内在动机，从而有效地达到预定的学习目标。布鲁纳更重视的是形成学生的内部动机，或把外部动机转化成内部动机。

布鲁纳认为，让学生向自己的能力提出挑战。所以，他提出要形成学生的**能力动机**(competence Motivation),就是使学生有一种求得才能的驱力。事实表明，**对自己能力是否具有信心，对学生学习的成绩有一定影响。**

(4)强调信息提取。

布鲁纳对记忆过程持比较激进的观点。他认为，人类记忆的首要问题不是贮存，而是提取。尽管这从生物学上来讲未必可能，但现实生活要求学生这样。因为学生在贮存信息的同时，**必须能在没有外来帮助的情况下提取信息**。提取信息的**关键在于如何组织信息，知道信息贮存在哪里和怎样才能提取信息**

4、知识结构的重要性

布鲁纳认为，掌握事物的结构，就是以使许多别的东西与它有意义地联系起来的方式去理解它。要帮助学生了解那些看来似乎是无关的新的事实是相互有关的，而且与他已有的知识也是有关的

所谓“学科的基本结构”是指这门学科中的基本概念、基本原理、基本态度和方法，以及它们之间的相互联系。强调使学生参与知识的建构、结构的学习过程，掌握知识的整体与事物之间的普遍联系，而不是掌握零星的经验或知识的结论。

布鲁纳认为掌握了学科的基本结构，有利于理解，有利于记忆，有利于迁移，有利于要有利于缩小“高级”和“初级”知识之间的差别

5. 学习的准备性

布鲁纳认为，我们的学校过去以过分困难为理由，把许多重要学科的教学推迟。这里他提出了这样一个命题：**任何学科的基础都可以用某种形式教给任何年龄阶段的任何人。**

任何学科的最基本的观念是既简单又强有力的。他主张要**向儿童提供挑战性但是合适的机会使其发展步步向前**，这可引导智慧发展。

5. 学习的准备性

布鲁纳提出了教师运用发现法教学的4个原则。

(1)好奇心(Curiosity)。

布鲁纳认为，经验应设计成有助于学生愿意学习并能够学会的形式。他把这叫作对学习的诱因。布鲁纳认为，学习和解决问题的渴望可以由设计问题的活动激活，在这种活动中，学生将探讨问题解决的办法。探索问题解决办法的主要条件是“是否存在一些不确定性的因素”，这直接关系到学生对问题解决的不确定性和含糊不清之处的好奇心。

教师可设计一些矛盾事件活动引起学生兴趣，激发他们的好奇心。

- 例如，教师可以在罐子里装水，然后问学生可以往罐子里投多少枚硬币而不让水溢出来？
- 由于大多数学生认为只可以放进几枚硬币，当老师能够把五十多枚硬币放进去而没有任何水外溢，他们的好奇心就被引起了。这项活动随后导致学生对表面张力，大小的罐子，罐子装得多满等变量进行探索。在这项活动中，学生受到鼓励用瓶水和硬币进行自己的实验去探索各种解决这一问题的办法

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

(2)知识结构(Knowledge Structure)。

布鲁纳表示：“一个学科的知识结构必须以指定的方式建构，以便它能够最容易被学习者掌握”

布鲁纳认为，任何领域的知识(物理、化学、生物和地球科学)或该领域内的问题或概念(万有引力定律、原子结构、稳态、地震波)都可以以三种方式或模式呈现：用一套动作来表示(动作式表征)，用一组代表概念的图片或图形来表示(形象性表征)和用一套象征性的或逻辑性的陈述来表示(符号性表征)。不同的概念，动作、图像和符号会有所不同，但布鲁纳认为，知识可以用这三个形式来表示。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

(3)顺序(Sequence)。

布鲁纳认为，教学应引导学生按一定的顺序去学习内容提高学生“掌握、转化和迁移”所学东西的能力。一般顺序应当从动作开始（动手、具体的）、到图像（视觉的）、再到象征性（用文字或数学符号来说明）。不过，这个顺序将依赖于学生的心智发展水平和认知表征方式

(4)反馈(Feedback)。

为了提高学习效率，学生还必须获得反馈，知道学习的结果如何。学生学习的效果，取决于教师何时、按何种步调给予学生矫正性反馈，即要适时地让学生知道学习的结果，如果错了，还要让他们知道错在哪里以及如何纠正。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

让学生有效地知道学习的结果，取决于：

- ①学生在**什么时候、什么场合接受到**矫正性信息，过早，易使学生慌乱，从而阻扰其探究活动的进行；过晚，易使学生失去受帮助的机会，甚至有可能接受不正确的信息。
- ②假定学生接受的矫正性信息的时间、场合都是合适的，那么学生**在什么条件下可以使用**这些矫正性信息。
- ③学生接受的矫正性信息的**形式**

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

例如，学生在发现学习过程中，要经历尝试、检索、检验等阶段。

- 反馈信息应在学生将自己实验结果与目的要求作比较时给予，才是最有效的。如果在此之前给予反馈，学生要么不理解，要么变成学生记忆的额外负担；
- 如果在这之后给予，那么就不能为学生下一轮问题解决提供指导，布鲁纳把这种反馈形式称为(中介反馈)

布鲁纳还认为，学生利用矫正性信息的能力与他们的内部状态有关。

- 如果学生内驱力太强而处于焦虑状态，那么，提供矫正性信息不会有有多大用处。
- 另外，如果学生有种妨碍学习的心理定势的话，学习往往会觉得异常困难，这时，学习的每一步骤都需要及时给予反馈。布鲁纳称这种反馈为“即时反馈”。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

- 若要使矫正性信息有效用，必需用一种能帮助学生解决问题的方式来表现。如果仅仅告诉学生“对”，这并没有什么用处；如果仅仅告诉学生“不对”，反而有害无益，因为这样做除了伤害学生的心情之外，对学生毫无帮助。
- 最后，布鲁纳提请人们注意，教学的目的在于使学生能独立学习、独立解决问题。提供矫正性反馈也有可能会产生副作用，即会使学生一直依赖于教师的指正。因此，教师必须采取适当措施，使学生最终能自行地把矫正机制引入学习中去。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

7.发现法在教学中的应用

所谓发现法，就是教师向学生提出有关问题，引导学生学习、搜集有关资料，通过积极思考，自己体会、“发现”概念和原理。它是一种以培养学生独立思考、发展探究性思维为目标，以基本材料为内容，使学生通过再发现的步骤来进行学习的教学方法。

布鲁纳指出，发现不只限于寻求人类尚未知晓的事物的行为，它包括用自己的头脑亲自获得知识的一切形式。教学应当让学生自己把事物整理就绪，使学生自己成为发现者。在教学中运用发现法，其灵活性和自发性都很大，没有固定的模式，要根据不同学科和不同学生的特点来进行。

7.发现法在教学中的应用

据不同学科和不同学生的特点来进行。一般来说，发现法教学大致包括以下几个步骤

第一，提出和明确使学生感兴趣的问题

第二，使学生对问题体验到某种程度的不确定性，以激发探究的欲望

第三，提供解决问题的各种假设

第四，协助学生搜集和组织可用于做结论的资料。

第五，组织学生审查有关资料，得出应有结论。

第六，引导学生运用分析思维去验证结论，最终使问题得到解决。

6.2.4

布鲁纳的发现学习理论

7.发现法在教学中的应用

在整个过程中，教师要向学生提供材料，让**学生亲自发现**应得的结论或规律，使学生成为发现者。

在布鲁纳看来，教师的主要作用在于：鼓励学生有发现的**自信心**，激发学生的好**好奇心和求知欲**，帮助学生**寻找新问题与已有知识的联系**，训练学生**运用知识解决问题的能力**，协助学生进行**自我评价**，启发学生进行**对比**

7.发现法在教学中的应用

发现法主要适用于以下三种情况：

- 第一种情况是，在概念教学时，教师**先呈现概念的例证**，但不直接告诉这些例证的共同特征或本质属性，教师**要求学生辨别**，提出假设，检验假设，直到他们**概括出一类事物的共同特征或本质属性**。学生在提出和检验假设时，教师可以**作出肯定或否定的表示**
- 第二种情况是，在教规则或原理时，**教师只提供规则或原理的例证**，而不呈现规则或原理本身。
- 第三种情况是，**利用先前学得的知识去解决新的问题**，通过对新的问题的解决，进一步发现新的规则，并学会解决问题的策略。

7.发现法在教学中的应用

- 由于发现法的有效性**取决于学生已有知识经验的丰富性和一定的思维能力**，所以，一般来说，学生的年级越高，越适宜使用发现法。结构教学关注重学科知识结构的教学和按照最佳教学顺序进行教学。
- **发现学习法强调学习的主动性**，强调学习的认知过程，重视**认知结构、知识结构和学生的独立思考**在学习中的重要作用，这些思想都是应当充分肯定和提倡的。

7.发现法在教学中的应用

- 发现法也有其不利的一面，如**教学时间过长，降低了教师的主导作用等。**
- 应当注意，所谓按照**最佳顺序进行教学**，是要求教师在教学中要**考虑学生的智力水平和知识基础**，在已有的知识基础上，以适合学生智力水平的方式和方法进行教学，而不是把高、深、难的任何知识，不加选择、不加处理地教给任何智力水平的学生。任何教学方法和学习方法都各有其利弊，教师**在教学中只有扬长避短，才能收到良好效果。**

奥苏贝尔(D.P. Ausubel)是与布鲁纳同时代美国认知教育心理学家，与布鲁纳不同的是，奥苏贝尔强调接受学习的重要性，提出了**有意义学习理论 (Meaningful Learning Theory)**。

1. 学习分类

为了说明意义学习，奥苏贝尔从两个维度对学习进行了分类：

- (1) 根据学习进行的方式，学习分为**接受学习 (Reception Learning)**与**发现学习 (Discovery Learning)**
- (2) 根据**学习材料与学习者原有知识结构**的关系，把学习分为**机械学习 (Rotearning)**与**意义学习 (Meaningful Learning)**。

	接受学习	有指导的发现学习	自主的发现学习
意义学习	<p>所学的全部内容都以确定形式，呈现给学习者，学习者不需要任何独立的发现。</p> <p>不是任意地，而是在实质上(不是字面上)同学习者已经知道的东西联系起来，以及如果学习者采取相应地学习心向。</p>	<p>学习的内容不是现成给予的，而是在指导下由学习者自己发现，然后加以内化。</p> <p>不是任意地，而是在实质上(不是字面上)同学习者已经知道的东西联系起来，以及如果学习者采取相应地学习心向。</p>	<p>学习的内容不是现成给予的，而是在指导下由学习者自己独立发现，然后加以内化。</p> <p>不是任意地，而是在实质上(不是字面上)同学习者已经知道的东西联系起来，以及如果学习者采取相应地学习心向。</p>
机械学习	<p>所学的全部内容都以确定形式，呈现给学习者，学习者不需要任何独立的发现。</p> <p>完全是由任意的联想，缺乏使学习课题成为有潜在意义的课题所必需的有关知识准备；学习者采用一种任意的逐字逐句的学习心向把材料内化。</p>	<p>学习的内容不是现成给予的，而是在指导下由学习者自己发现，然后加以内化。</p> <p>完全是由任意的联想，缺乏使学习课题成为有潜在意义的课题所必需的有关知识准备；学习者采用一种任意的逐字逐句的学习心向把材料内化。</p>	<p>学习的内容不是现成给予的，而是在指导下由学习者自己独立发现，然后加以内化。</p> <p>完全是由任意的联想，缺乏使学习课题成为有潜在意义的课题所必需的有关知识准备；学习者采用一种任意的逐字逐句的学习心向把材料内化。</p>

6.2.5

奥苏贝尔的有意义学习理论

奥苏贝尔认为，**发现学习不一定是意义学习，接受学习也不一定是机械学习。**

- 1) 如果教师讲授得法，并不一定导致学生的机械接受学习，发现学习也不一定保证学生的学习是有意义的。
- 2) 如在实验教学中，学生只是按“菜谱式”操作，而不清楚自己正在做什么和为什么这样操作，也属于机械学习。

强调：鉴于**言语讲授是课堂教学的基本形式**，他提出学生的学习是**有意义的接受学习**。

2. 有意义学习的实质

所谓有意义学习，就是将符号所代表的新知识与学习者认知结构中已有的适当观念建立起非人为的和实质性的联系的过程。

认知结构：奥苏贝尔所定义的认知结构是一个人的观念的全部内容与组织或一个人在某个知识领域的观念的内容与组织。认知结构中原有的知识是“观念的支架”，或称之为起固定作用的观念。

有意义学习的过程就是新观念被认知结构中起固定作用的观念同化、贮存并相互作用，原有的观念同时发生变化，新知识纳入原有的认知结构中，从而获得意义。

3.有意义学习的条件

从客观条件来看，有意义学习的材料本身必须具有逻辑意义，在学习者的心
理上是可以理解的，是在其学习能力范围之内的。从主观条件来看：

- 1) 首先，学习者认知结构中必须具有能够同化新知识的适当的认知结构；
- 2) 其次，学习者必须具有积极主动地将符号所代表的新知识与认知结构中的适当知识加以联系的倾向性；
- 3) 最后，学习者必须积极主动地使这种具有潜在意义的新知识与认知结构中的有关旧知识发生相互作用，使认知结构或旧知识得到改善，使新知识获得实际意义即心理意义。

以上条件必须同时具备，才能实现实质性意义学习。

4.有意义学习的心理机制

- 1) 同化这一概念用于学习，最初是由皮亚杰提出来的，它指的是个体把客体纳入已有的图式中去，从而引起图式的量的变化。皮亚杰主要应用同化这一概念来说明**儿童认知发展的内部机制**
- 2) 奥苏贝尔则将其引入学习理论领域，用以探索学生内部的心理机制，从而赋予了同化新的内涵，即学生能否获得新知识，主要取决于学生**个体的认知结构中是否已有了相关的概念。**

4.有意义学习的心理机制

奥苏贝尔认为，一个完整的学习过程包括三个阶段：即习得、保持和再现。

1) 在习得阶段，学习得来的新观念同认知结构中已有的适当观念发生联系，从而使新观念为旧观念所同化，学习者认知结构中适当可利用的观念愈多，新旧观念的性质愈接近，就愈易于发生同化。

意义：学生认知结构中一旦有概括和包摄水平高于新知识的原有固定观念时，新观念和新信息的获取和保持才最有成效。因此，同化是由习得转化为保持的机制，有了同化，才能使新知识牢固地保持在记忆中。

4.有意义学习的心理机制

2) 在**保持阶段**, 新旧观念是否能顺利地保持在记忆中, 从而实现有意义的学习, 主要取决于三个因素:

第一, 在认知结构中是否有适当的、**起固定作用的观念可以利用**;

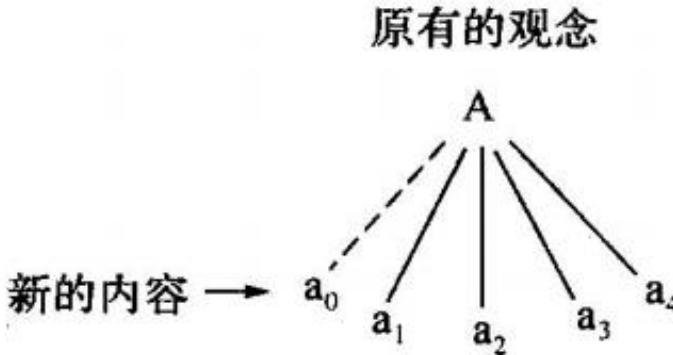
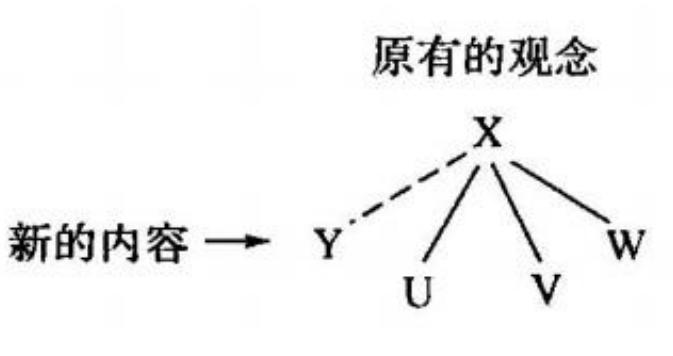
第二, 新的学习内容与同化它的**固有观念的分化程度**;

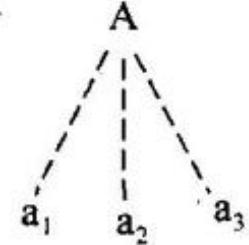
第三, 认知结构中原有的, 起固定作用的观念的**稳定性和清晰度**。

4.有意义学习的心理机制

3) 在**再现阶段**，新的意义从同化它的原有观念分离。这样学习过程就是一个旧观念同化新观念的过程，奥苏贝尔称自己的学习理论为“同化论”。原有观念一般通过三种方式对新观念进行同化，即**类属学习、总括学习、并列结合学习**

表1 新旧知识的三种同化模式

同化模式	具体阐释	图示
下位学习	<p>派生类属过程</p> <p>新的学习内容仅仅是学生已有的、包摄面较广的命题的一个例证,或是能从已有命题中直接派生出来的。例如,儿童已知道“猫会爬树”,那么“邻居家的猫正在爬门前那棵树”这一新命题,就可以从属于已有的命题</p>	 <p style="text-align: center;">原有的观念 A a₀ a₁ a₂ a₃ a₄</p>
	<p>相关类属过程</p> <p>当新内容扩展、修正或限定学生已有的命题,并使其精确化时,表现出来的是相关的下位,例如,儿童已知“平行四边形”这一概念的意义,那么,我们可以通过“菱形是四条边一样长的平行四边形”这一命题来界定菱形。在这种情况下,通过对“平行四边形”予以限定,产生了“菱形”这一概念</p>	 <p style="text-align: center;">原有的观念 X Y U V W</p>

同化模式	具体阐释	图示
上位学习	<p>当学生学习一种包摄性较广,可以把一系列原有概念从属于其下的新命题时,新学习的内容便与学生认知结构中已有概念产生了一种上位关系。如儿童往往是在熟悉了“胡萝卜”、“豌豆”和“菠菜”这类下位概念之后,再学习“蔬菜”这一上位概念的</p>	<p>新学习的观念 A →</p>  <p>原有的观念</p>
组合学习	<p>当学生有意义地学习与认知结构中已有概念既不产生下位关系,又不产生上位关系的新命题时,就产生了组合意义。例如,质量与能量,冷热与体积,遗传与变异,需求与价格之间的关系。这类关系的学习,虽然既不从属于学生已掌握的有关概念,也不能总括原有的概念,但它们之间仍然具有某些共同的关键特征。根据这些共同特征,新学习的内容与已有知识的关系是并列地组合在一起的,从而产生了一种新的关系——组合关系</p>	<p>新学习的观念 A→B—C—D</p>

5.先行组织者

奥苏贝尔认为人们关于某一学科知识在头脑中组成一个有层次的结构，**最具有包容性的观念应处于这个层次结构的顶点，其下面是包容范围较小和越来越分化的具体知识。**根据人们认识新事物的自然顺序和认知结构的组织顺序，教材的呈现也应遵循由**整体到细节**的顺序。

因此，奥苏贝尔提出了教材的组织和呈现应遵循**不断分化和综合贯穿的原则。**

具体的应用策略：**先行组织者**，即是先于学习任务本身呈现的一种引导性的材料，**它的抽象、概括和综合水平高于学习任务，并且与认知结构中原有的观念和新的学习任务相关联。**设计先行组织者目的是帮助学生把其已有的观念和新材料或概念连接起来。

6.2.5

奥苏贝尔的有意义学习理论

6.有意义学习理论在教学中的应用

(1)有意义学习理论应用要点。奥苏贝尔认为学习是以组织严密的推演的方式进行的。奥苏贝尔的理论在实践中包括三个阶段，**呈现先行组织者，呈现学习任务或材料，强化认知组织。**奥苏贝尔有意义学习理论在教学中的应用要点表2-2-1所示。

表 2-2-1 奥苏贝尔的学习理论应用要点

阶段一：先行组织者	阶段二：呈现学习任务或材料	阶段三：强化认知组织
澄清课程的目的。 呈现先行组织者。 把先行组织者和学生已有的知识联系起来。	使新材料的组织明确。 使学习材料的逻辑顺序明确。 呈现学习材料,让学生进行意义学习。	使新信息和先行组织者联系起来。 促进积极的接受学习。

6.有意义学习理论在教学中的应用

(2)用概念图(Concept Map)进行有意义学习

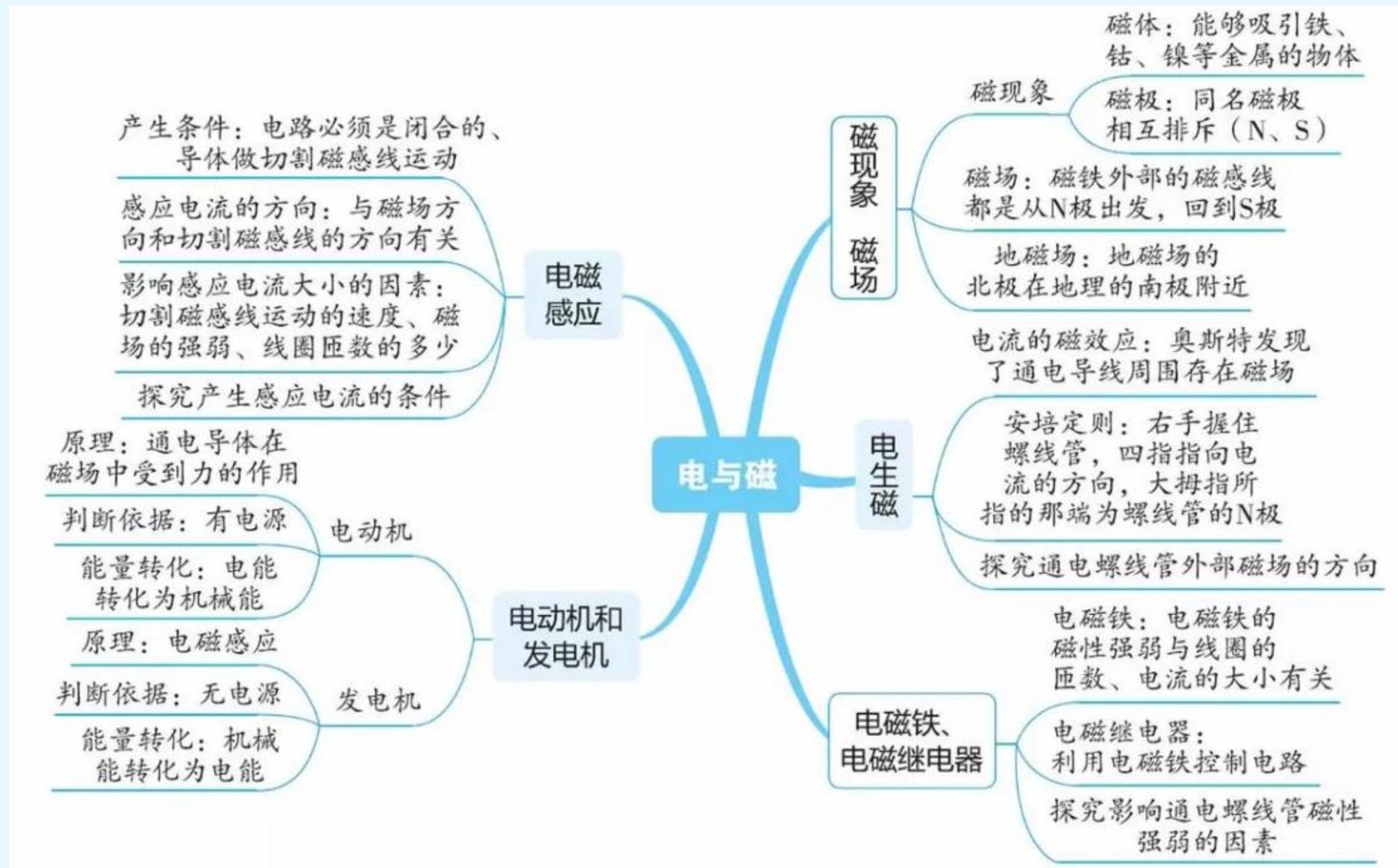
建立在奥苏贝尔的有意义学习理论基础上，诺瓦克(Joseph I. Novak)提出了一个教学理论，用概念图来表示概念和命题间的意义联系。概念图是一种“可视化的地图”，显示我们连接概念的意义时所通过的路径。诺瓦克认为概念图是分等级的：更普遍、更具包容性的概念放在概念图的顶部，而更具体、包容性较低的则放在底部

6.有意义学习理论在教学中的应用

(2)用概念图(Concept Map)进行有意义学习。

概念图是教师确定学生已有观念的性质的工具。概念图可使学习的关键概念之间的关系更明显，显示了新信息和学生已经知道的信息间的联系。

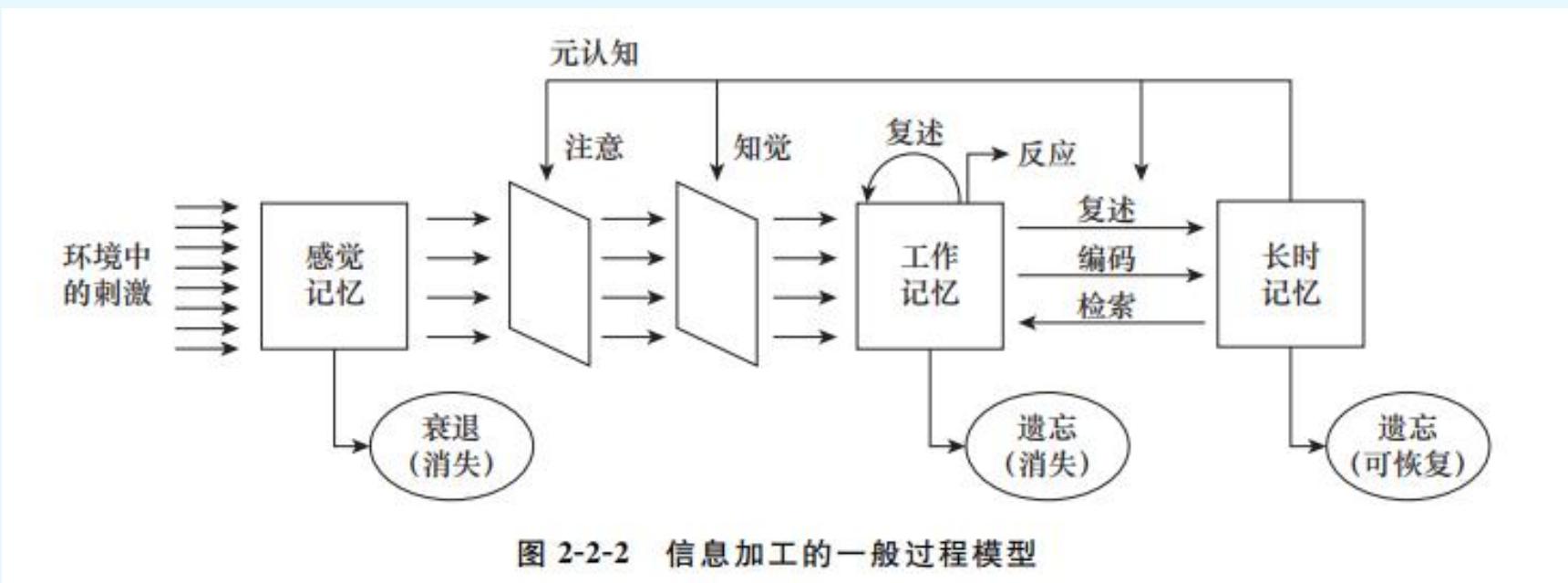
- 概念图在教学之前呈现，可作为**先行组织者**；
- 在教学之中呈现，可用于课堂**开展有意义的讨论**；
- 在教学之后呈现，可用于本节的**总结**。
- 概念图也可以用于**诊断和评价**学生对概念的理解。



6.2.6

认知信息加工理论

认知信息加工理论研究的是人类如何接受、识别、加工、储存和提取信息的过程，信息加工的一般过程可用如图模型所示



6.2.6

认知信息加工理论

该模型中的**感觉记忆、工作记忆和长时记忆都是信息贮存库**，用于保存信息，但其分工又有不同：外界环境中的各种刺激信息直接进入感觉记忆，被选择和注意的信息进入工作记忆，工作记忆中的信息经进一步加工后，才进入长时记忆

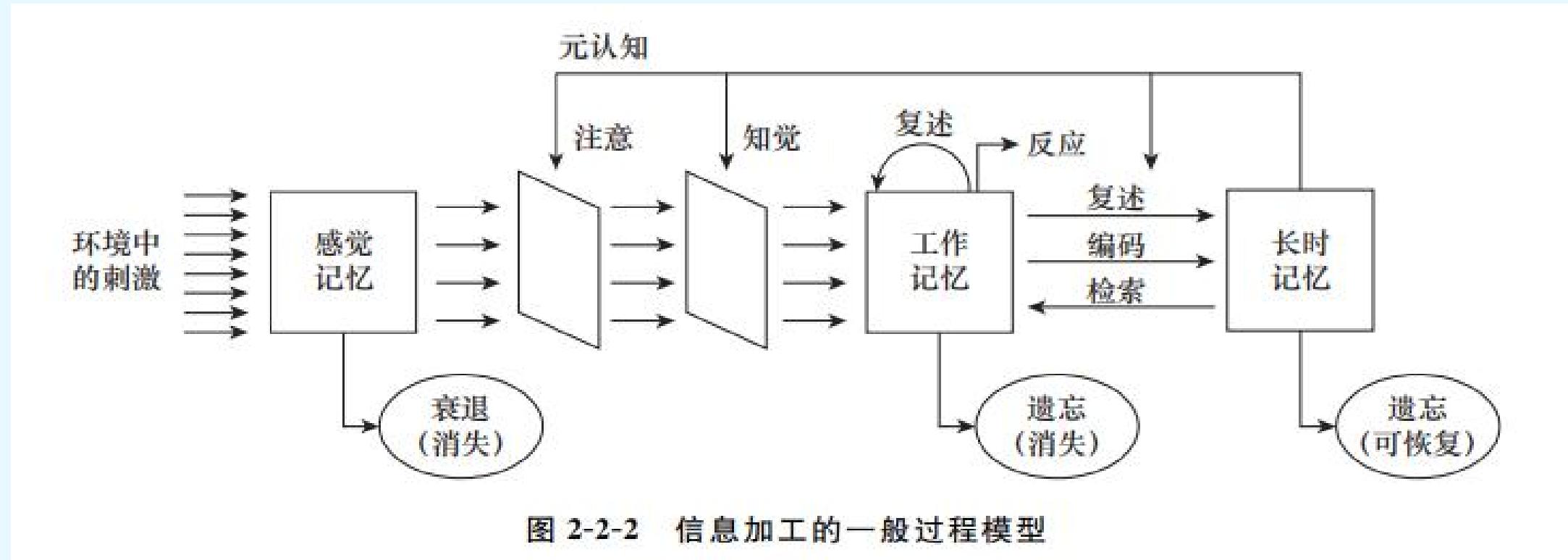


图 2-2-2 信息加工的一般过程模型

1. 感觉记忆

来自外部世界的各种信息作为**刺激**在进一步加工前都会进入感觉记忆 (SensoryMemory)。虽然这些非编码和无组织的信息只能在感觉记忆中**保持很短暂的时间 (在不足1s到大约3s之间)**，不过，重要的是信息达到这一点，否则它就不能通过注意和知觉进入。

注意是有意识地关注刺激的过程。学习者现有的知识和需求决定哪些信息进入工作记忆。知觉是使刺激获得意义的过程，意义的生成也与现有的知识有关。

给物理课程与教学的启示是，教师在教学中只有**有效地集中学生的注意力**，学生学习到的信息和体验才能进入他们的工作记忆系统

2. 工作记忆

工作记忆在历史上称为短时记忆，新的信息在这里得以保存和处理。这是我们进行思考和有意识思维的场所，在这里新的信息与长时记忆中储存的知识联系起来。

工作记忆有一些局限性：短暂的，有限的容量。研究人员发现，工作记忆对信息的保持只能持续15秒到30秒的时间，在一段时间内信息容量只有5至9项新的信息。在主动的认知过程中，如选择或组织，信息的容量会进一步减少，这时工作记忆可同时处理2或3个项目。

6.2.6

认知信息加工理论

2. 工作记忆

试着去记住下边的数据串，你就会明白在你自己大脑里的瞬时记忆的结构

3 5 2 9 7 4 3 1 0 4 8 5

看上边的数据串，大声朗读或者让别人读给你听。眼睛移开10秒后，在不看的情况下试着把数字写出来。你做得怎么样？

大多数人正确写出开始的数字和结尾的数字，但中间错得一塌糊涂。

2.工作记忆

现在用同样的做法试试下边的数字串。

1 8 4 0 1 9 2 1 1 9 4 9

如果了解中国近代史发生重大事件，我们就会注意到上面数据的形式（试着把4个为一组组起来），可能毫不费力的，甚至在一个星期以后，都能正确地把它们写出来。

第二串数据中的**每4个数一组就是一个组块**，每一个组块跟一个年份联系起来，而**不是把数据作为独立的数来看待**。有趣的是有些人看了第二串数据后，没有注意到可以把它们跟**年份联系起来组成数据组**，那么这些人记住第二串数据跟记住第一串一样困难，除非有人提醒

2. 工作记忆

工作记忆一些有趣的特点：

- (1) 工作记忆的容量虽然有限，但它可以与组块一起工作，组块可以有相当大的结构
- (2) 工作记忆不是独立于长时记忆发挥作用的。工作记忆中项目的解释和理解取决于它们在长期记忆中的存在和联系
- (3) 工作记忆中接受信息的有效组块数取决于个体的知识和心理状况（即知识是否已被激活）。

2.工作记忆

给物理课程与教学的启示是：

- (1)因工作记忆的容量有限，如果一味要求学生在短时间内掌握大量信息是不可能的，同样，**让学生记住一系列无意义的信息是非常困难的。**
- (2)**为了克服工作记忆容量的限制，新信息可以以我们熟悉的内容进行组织和联系，即将新信息组合成为一种组块。**
- (3)**让学生联想到熟悉的内容，可以帮助他们更好地记忆新信息。**

2. 工作记忆

(4) 为了防止遗忘新信息，**及时的复习**是必要的。要使当前的信息储存到长时记忆系统，可以使用**保持复述**的方法，即不断重复工作记忆中的信息。

(5) 如果长时记忆的相关信息建立了**清晰恰当的联系**，就能提高工作记忆的效率。

(6) 如果信息不能进入长时记忆，学习就一无所获。经过**编码**（信息组织和储存的方式和过程）进入长时记忆的信息才有可能学会。

3.长时记忆

与工作记忆不同的是，**长时记忆(Long-Term Memory)**的容量几乎是无限的，而且可以**相当长的时间**保持信息。下面是长时记忆的三个特征

(1)长时记忆是生成式(Productive)的。这里生成式的意思是**记忆反应是主动的**，是把长时记忆中储存的信息提取到工作记忆中并进行加工的过程。

3.长时记忆

(2)长时记忆是情境相关(Context Dependent)的。这里情境相关的意思是，刺激的认知反应取决于两点：

- ① 外部情况和刺激出现的方式
- ② 当刺激出现时，反应者的心理状况。

例如，在物理课上，给学生以不同方式呈现一个抛体运动的问题，学生的反应可能不同。

例如，要求学生去处理一个既可用力也可以能量的方法来解决的物理问题，如果问题之前出现用力的方法问题时，学生偏向于用力的方法来解决问题

3.长时记忆

(3)长时记忆是**结构化的和相互关联的**(Structured and Associative)。即当一个刺激出现时，激活了长时记忆中知识的各种元素，使之进入工作记忆。特定元素的激活取决于刺激出现的方式及当时心理系统的状态（情境）。而每一个激活又会导致一连串的另一个激活，即**扩散激活**(Spreading Activation).

理解学生推理的关键是**理解激活知识元素的联接模式**(Patterns of Association).一般而言，有时把知识元素的联接模式称为知识结构(Knowledge Structure)。在各种情况下倾向于以**高概率一起激活的模式**称为图式(Schema).

6.2.6

认知信息加工理论

3.长时记忆

下表列出了与人类记忆系统的三个组成部分存在的一些差异。

表 2-2-2 感觉记忆、工作记忆与长时记忆的差异

特征	记忆的类型		
	感觉记忆	工作记忆	长时记忆
输入	非编码、无组织	非常快	相对较慢
容量	各种信息	有限	几乎无限
时间	短暂：不足 1s 到大约 3s 之间	很短：5~20 秒	几乎无限
内容	文字、图像、观念、句子	文字、图像、观念、句子	命题网络，图式，制作，情节或图像
检索	注意、选择性知觉	立即	取决于表征和组织

3.长时记忆

如何才能把信息以组块的形式由工作记忆进入长时记忆，并保持在长时记忆中，以便在理解和运用时便于提取？

(1)复述(Rehearsal Strategies),

即一遍又一遍地重复信息的过程。虽然这是发生在工作记忆的过程之一，如果反复强调，也有助于把新信息贮存到长时记忆中去。但是，这种方法不能有效地储存信息，因为反复重复的信息可能是毫无意义的，而且也可能很少将新信息与现有知识建立联系。

术语“背通”通常用来描述这种学习方法，这种方法往往是在学习的早期阶段和先前知识缺乏时使用

3.长时记忆

(2)有意义的编码

即表示长时记忆的新信息与储存在长时记忆知识之间建立联系的过程。研究发现，这种方法会比背诵产生更好的学习效果。

然而，有意义的编码出现是需要条件的，这个条件是学习者有可以连接新信息的现有知识，并且认识到，新的信息是可以连接到现有知识的

3.长时记忆

(3)组织。

它是把相关信息进行归类，建立各类别之间的连接，并形成一个有意义结构的过程。组织的实质是建立新旧知识间的联系，使之结合成一个整体，形成一个个知识的“组块”，减少独立的信息数量，从而提高了总容量。

组块通过组织形成的关系可以在新信息之间或新信息与现有知识之间建立。如果新信息出现在一个结构良好的组织中，如果新信息适合一个已经存在的组织结构，如果项目或类别之间的关系是明确有意义的，那么学习将是更为有效的。

3.长时记忆

(4)精细加工

这是通过与现有知识建立联系，**拓展或延伸新信息意义**的过程。当新信息有了明确的含义，精细加工可以**重新激活背景的知识结构**，深化对知识的理解和应用。精细加工也可以建立现有结构的新连接，使其更容易理解新信息。

鼓励学习者进行精细加工，如要求他们用自己的话表达一个新的想法，给出例证，找到一个概念的应用，向同伴解释，或应用一个概念来解决问题

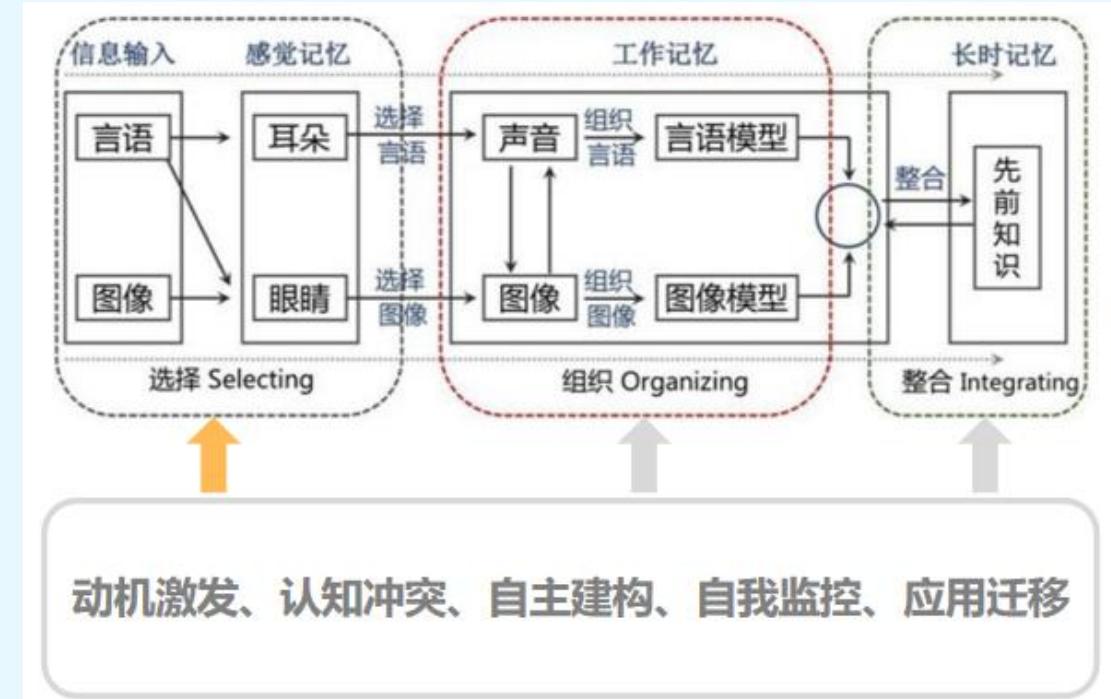
3.长时记忆

(5)视觉图像。

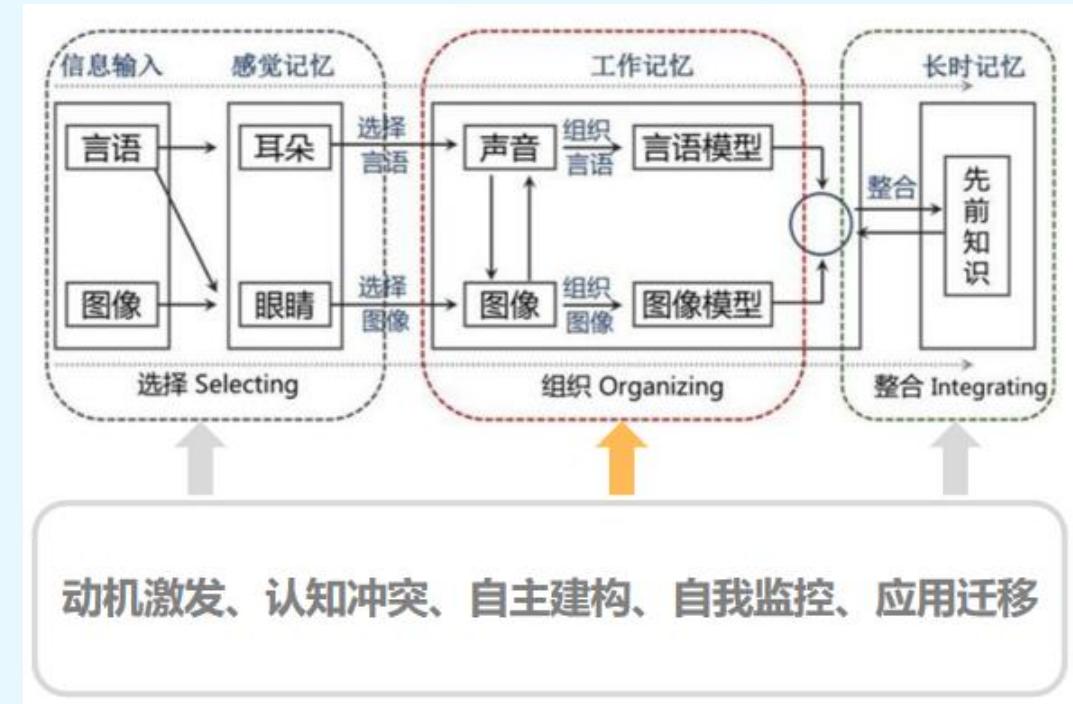
这是**形成物体或观念的心理图像的过程**。研究发现，恰当运用视觉图像能**有效地储存信息**。

例如视觉形式呈现抽象的观念，如图片、图表、贴图和模型，或要求学生创建所学知识的插图或图表。实际上，在教学中视觉图像的创建活动包含着学习者对信息的主动加工，也是进行精细加工的过程。

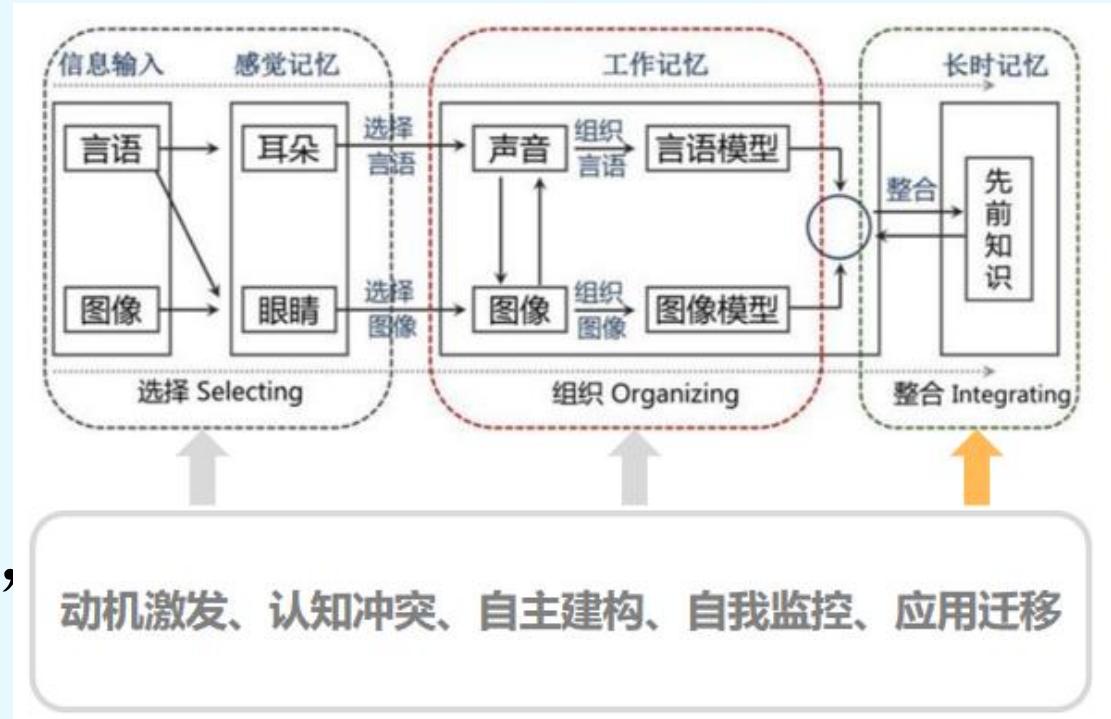
- 第一，选择相关的材料。
- 当学生注意到学习材料中的文字和图像时，对相关教学内容的选择就发生了，这个过程就是将教学信息从外部带入认知系统的工作记忆中。
- “动机激发”、“认知冲突”都有助于学习者选择信息纳入到工作记忆的效率。



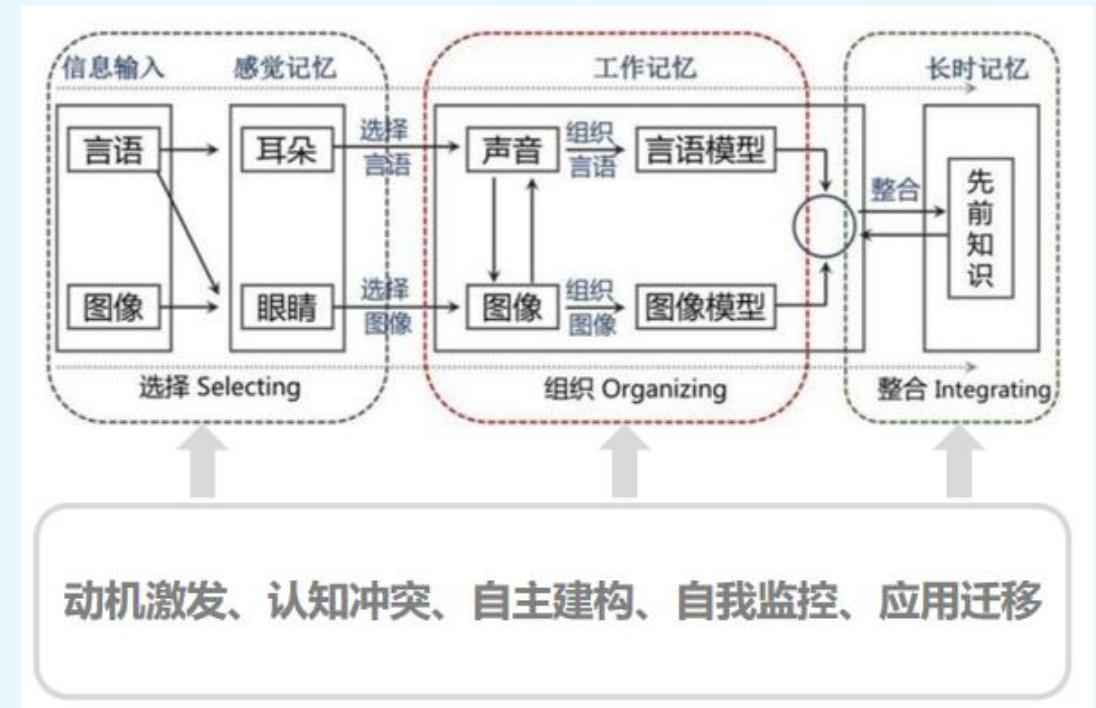
- 第二，组织所选择的材料。
- 对所选择的材料进行组织就是在这些要素间建立结构关系，这一过程发生在认知系统的工作记忆中。
- 自主建构、认知冲突有助于学习者的思维加工（比较、分类、分析、综合、归纳、演绎等）效率，建构物理知识。



- 第三，知识的内化和外化：将新建知识与已有知识进行整合；将整合后的知识应用到问题情境。
- 自我监控、应用迁移等原理有助于新建知识与已有知识的顺利整合（知识的内化），有助于学以致用（知识的外化）。



- 思维型教学对SOI 学习模式的意义：
- 1.学习=内化+外化。内化是由外向内的过程；外化是从内返外的过程;先有内化，后有外化。
- 2.思维型教学理论有助于学习的内化和外化，有助于学习效率的提升。



行为主义理论与认知理论的比较

表 1-1 行为主义理论与认知理论的比较

行为主义理论	认知理论
1. 学习是刺激与反应之间的联结 2. 学习是一种渐进的、尝试与错误的过程 3. 强调用外部的强化去塑造行为 4. 注重对外显行为的实验研究 5. 较多以动物为实验对象	1. 学习是认知结构的改变 2. 学习是完形的出现、顿悟的过程 3. 强调内部动机是促进学习的主要动力 4. 注重观察、分析内部的心理过程 5. 较多以人为实验对象

6.3建构主义学习理论

6.3.1 建构主义学习理论基本观点

6.3.2 建构主义学习理论对物理教育的启示

6.3.3 错误概念和概念改变

阅读下面的一些情境，谈一谈和学生的物理学习有什么关系？

1. 鱼的故事

有一条鱼，它很想了解陆地上发生的事，却因为只能在水中呼吸而无法实现。鱼根据青蛙的描述想象每样东西的形状：每一样东西都带有鱼的形状，只是根据青蛙的描述稍作调整——人被想象为用鱼尾巴走路的鱼，鸟是长着翅膀的鱼。



图 2-3-1 鱼就是鱼

阅读下面的一些情境，谈一谈和学生的物理学习有什么关系？

2、下图是一个学生感到困惑的问题



给出上面三个物体，一个电池、一个灯泡及一根导线。你能在不切断导线的情况下使灯亮吗？如果能，演示出来；如果不能，解释原因。

图 2-3-2 电池-灯泡-电线问题

6.3

建构主义学习理论

阅读下面的一些情境，谈一谈和学生的物理学习有什么关系？

2、下图是电池、灯泡、电线问题的正确答案（左边）及学生两种最常见错误答案。

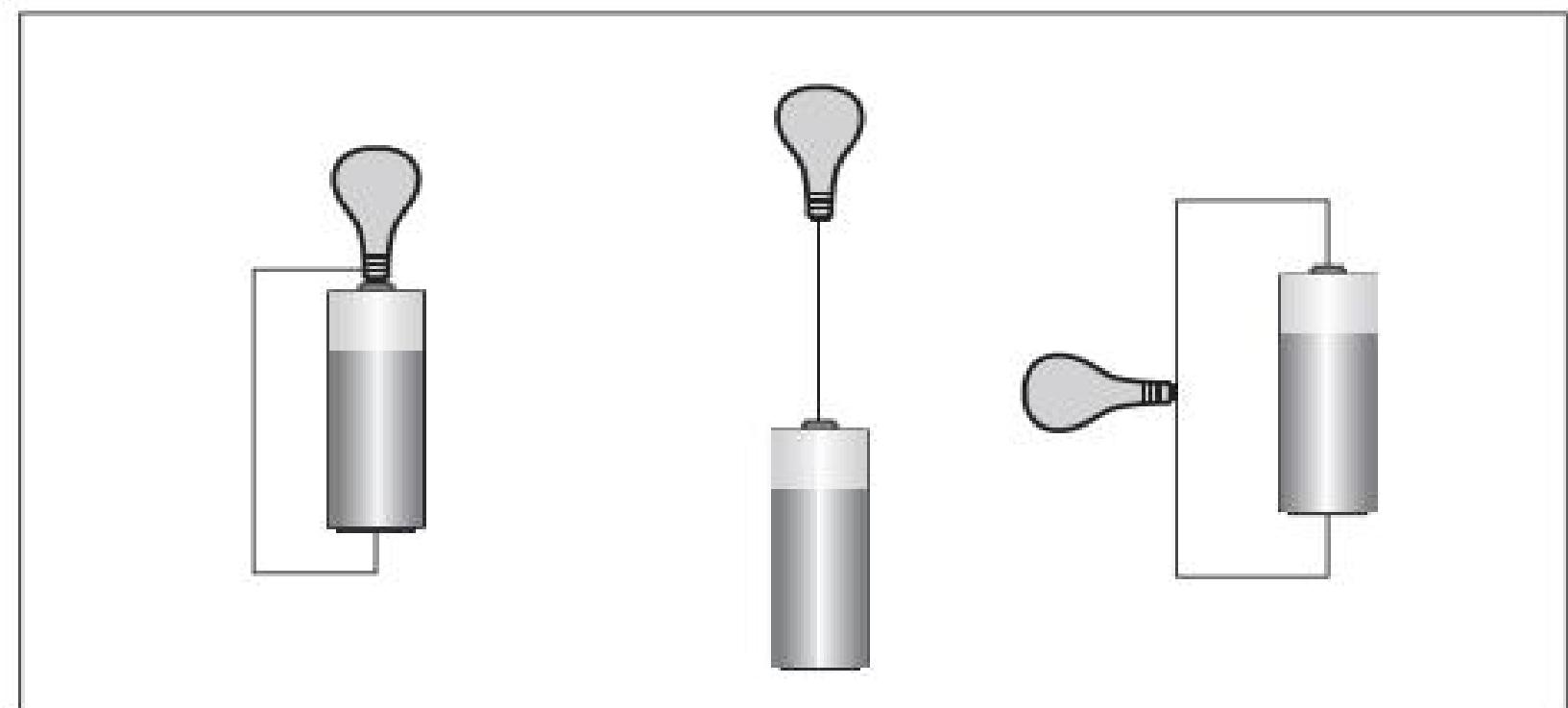


图 2-3-3 电池-灯泡-电线问题的正确答案和错误答案

3.理解性学习支持新情境中知识的运用

早期的一个著名的研究中将“**学习一个过程”与“理解性学习”**的效果进行了比较

- 让两组孩子对水下的目标扔飞镖。给其中的一组孩子解释了光的折射，这样水下目标所处的位置并不是在看到它的位置上。而没有给另外一组进行解释，仅仅是让他们进行飞镖练习。在实际执行任务的时候(这个目标是位于水下36cm),两组的表现差不多样出色。
- 而当在目标换到水下12cm的情况时，经过理论上的原理学习的那一组比另组的表现要好很多。**因为他们理解他们所做的，学习了光的折射的那一组就会根据新的任务调节他们的行为**

在过去60年中，科学教育工作者以**皮亚杰**的工作为基础，已发展了许多理论来解释学生的学习。

一般来说，这些研究者的兴趣在于**信息是如何被学生获取的，并对之进行解释、描述及采取相应的行动。**

这些科学教育工作者同意皮亚杰的观点，**知识是构建的，学生是知识的建构者。**这些科学教育工作者，开发的一些替代模式直接影响了科学教育的改革。

6.3.1

建构主义学习理论基本观点

1. 学习者建构他们自己的理解

学习不是学生记录信息或从环境中吸收知识的过程，而是学生基于他们目前的知识解释信息，建构并理解其意义的过程。学生应该意识到知识构建的作用，以使他们能更积极地参与学习过程。

2. 目前的知识影响学习过程

皮亚杰的认知发展理论清楚地表明了现有知识对保持认知平衡的重要性。新信息的理解是与现有知识相关的。

这就解释了学习者即使在类似的学习情境中，为什么会出现不同的理解。背景知识上的差异受很多因素的影响，例如，家庭、以前的教育经验能力、动机等

3.社会互动促进学习

学生与他人的交流和合作也影响知识建构的过程。

学生可以在比自己更有知识和能力的人的帮助下，辨别来自同伴的不同观点，完成更为困难的任务。

4.真实世界的任务使学习更有意义

一个真实世界的任务或真实的任务是可以在课堂以外使用的以增进理解的学习活动。

这种活动提供了类似于现实世界日常经验中的学习环境和复杂问题。

1. 知识内容的重要性

教师在教授学生新概念之前，应试图找出学生对这一概念的了解程度。认知研究提出的另一观点是，学习需要知识，但知识不能直接获得。学生必须生成他们自己的知识。

教师必须提供一个学生能讨论、质疑、调查新信息，建构新结构的学习环境。此外，教师需要弄清哪些是学生所知道的，然后设法将这些知识与已有的知识结构建立联系

6.3.2

建构主义学习理论对物理教育的启示

2.能力与内容的融合

因为**认知的方法把学生放在学习的中心**，思维能力的发展需要融合于知识内容习得之中。

学生观察、质疑、检验、猜想**能力的发展总是伴随着良好认知结构的形成。**

事实上，没有观察、质疑、检验和假设活动，学生几乎没有机会发展与科学知识相关的科学方法和思想

3. 动机的内在本质

认知研究表明，**内容和教学在本质属性上可作为学习的一种激励的手段。**认知研究还发现学生的自我概念是影响动机的因素之一，动机和学生的智力观念密切相关。

较之于行为心理学所主张的正强化，**用具有鼓动性、挑战性和刺激性的方式去教学更能激发学生的动机**

4. 学习小组的作用

认知研究表明，社会环境对学生的学习是至关重要的。研究发现由不同能力的学生组成的合作性问题解决小组是很高效的。高能力的学生能展示用可取的方式解决问题，从而帮助那些缺乏能力或经验的学生。

对教师来说，建立开放的、积极交流的课堂，或把学生置于能发生互动的、由不同能力构成的合作性小组中，有助于提高课堂教学的效益。

6.3.3

错误概念和概念改变

建构主义理论强调理解新信息时，学生已有知识的作用。

由于已有知识是由学习者建构，因此极有可能是不“正确”的知识。

错误概念(Misconception)就是用来描述学习者已有知识中不同于当前社会所接受的科学知识的一个术语。

6.3.3

错误概念和概念改变

1. 错误概念的来源

(1) 日常生活经验的影响。

学生在日常生活中，对于看到的东西形成的某些想法或凭直观感觉学习到的东西不一定都是正确的，如重的物体比轻的物体下落得快。儿童拿着吃饭用的瓷碗轻轻放入水中会浮在水面上，将小铁球、小石头丢入水中会沉入水中，将玩具轮船放入水中却能在水中漂浮。因此，他们就会产生这样的想法：只要中空的物体，不论是什么物质做成的，均可浮在水面上。

这些来自日常的直觉经验和观察形成的观念基于儿童时期已有的经验并得到发展，直到学习科学时才出现观念上的混淆。

1. 错误概念的来源

(2) 日常概念的干扰。

在日常生活中形成的概念，往往忽略了本质的特征。如他们认为铁比木头重；水温只要达到 100°C 就可沸腾：物体运动是因为有力，没有力就没有运动。

有时日常语言表达也可以使学习者对一些概念产生混淆。例如“重量”通常在日常语言中用来表示质量，而它们在物理学中有不同的含义。

1. 错误概念的来源

(3) 知识的负迁移。

产生负迁移的知识，既有本学科的知识，也有其他学科的知识。

如学生从小就接受数学教育·在理解密度公式 $p=m/V$ 时，相当一部分学生错误地认为“物体的密度跟它的质量成正比，跟它的体积成反比”。

又如，类化概念的干扰。类化概念指的是字面相近、含意相似或属性相关的概念，诸如电场力与电场强度、电势与电势能、位移与路程、温度与热量等。

1. 错误概念的来源

(4) 对语词的曲解或错误理解。

概念是用一定的语词来记载和标志的，科学语言抽象、严密、准确明了，学生基于在生活中形成的对语词的理解来理解科学概念，并由此产生对科学概念的曲解或错误理解，导致错误概念。

如认为“加速度”就是描述“物体增加的速度”，

把匀速圆周运动中的“匀速”理解为“速度保持不变”。

望文生义是学生错误概念形成的重要方式。

1. 错误概念的来源

(5) 由类比产生的混淆或进行不当的类比。

类比是推理的一种重要方式，往往利用学生熟悉的经验或知识来解释新的、未知的内容。然而，类比的成立通常是有限制的、有条件的，超过限制条件则有误导的可能。

例如，将密度大于1的物体沉入水中后，其所受的浮力一定。但不可类比为密度愈大浮力愈大的观念。

这里混淆的观念是来自课程中学生的错误概念

6.3.3

错误概念和概念改变

1. 错误概念的来源

(6) 知觉系统的特性可能导致表象产生偏差或失真。

知觉系统是一个有限的能量加工系统，带有强烈的感情色彩，而且当知觉的对象与它周围环境之间的关系变化时，形成的表象会是错误的；

如把用冷热浸过的左右手再放入同一盆温水中，会感觉到不同的温度。

(7) 晕轮效应(Halo Effect)。

晕轮效应是指在知觉过程中，将知觉对象的某些印象不加分析地扩展到其他方面的一种心理现象。

如“加在运动物体上的力越大，物体运动得越快”，由此认为“物体的运动速度与所受的力成正比”。

6.3.3

错误概念和概念改变

1. 错误概念的来源

(8) 教师、教材的误导。

课本和教师在不经意间成了提供学生错误概念的途径。教师或教材过分强调问题的某一侧面时，将会暗示学生忽略对其他方面的思考。

教材内容的顺序、概念关系的介绍、术语的选用、课本中的插图等都有可能形成学生的错误理解。

教师本人就有的错误概念和错误信息，都有可能成为学生错误概念的源头。

即使教师、同伴和教科书的解释提供了正确的信息，但初学者解释不正确，也可能会导致错误概念。

1. 错误概念的来源

(8) 教师、教材的误导。

还有一种可能性，即由教师和教科书中提供的信息是不正确的，但它准确地整合到学习者现有知识之中。

这种两种情况可用皮亚杰的认知发展理论的同化过程来解释：学习者倾向于修改不适合他们现有知识的新信息，虽然新信息与物理学原理完全一致，如果与之相联系的背景知识是错误的，则可能因认为是不正确的而被舍弃。

1. 错误概念的来源

(9) 社会媒体。

通过广播、电视、报刊等渠道会获取一些错误的知识。

如许多媒体在报道中对重量、重力、质量不分，混淆了路程和距离。

特别是科幻电影、童话故事和电视卡通片中对事件的误导性陈述，对不正确的科学原理也可以得到加强，这些形式的娱乐经常使用夸张手法取得戏剧性效果，但这种戏剧化效果并不总是与物理学的原理相一致

6.3.3

错误概念和概念改变

2、错误概念对物理学习的影响

(1) 错误概念指导或者决定着学生的感知过程。

根据格式塔学派心理学的观点，**感知在很大程度上受到学生已有概念的影响**。也有人用“观察渗透着理论”来表述这一特征。这一观点是指在物理学习中，进行自然观察或实验观察很大程度上要受到学生头脑中的科学概念和科学理论的原有认知的影响。

这些研究的成果与建构主义的结论完全一致，即**当所观察的现象是模糊的，错误概念使会对观察产生较强的影响**。总之，在物理教学中，必须重视学生错误概念对观察及其理解产生的影响。

6.3.3

错误概念和概念改变

2、错误概念对物理学习的影响

(2)错误概念对学生解决问题的行为产生影响。

许多研究表明，**学生所持有的错误概念极大地影响了他们解决问题的行为。**其中的一个研究是，要求两组儿童，4岁组和8岁组，找出许多金属棒的平衡点。

研究发现，年龄小的孩子通过试误的方法寻找平衡点并不困难，而年龄较大的孩子困难重重，因为在他们的头脑中已经有了一个概念或者“理论”：平衡点应该在中间。**可见错误概念可以较强地影响问题解决的行为，甚至也可能完全决定解决问题的方式**

6.3.3

错误概念和概念改变

2、错误概念对物理学习的影响

(3) 错误概念对学生的学习过程产生影响。

许多研究表明，**学生的错误概念影响甚至决定了科学概念学习的成效**。传统的物理教学在纠正学生的错误概念方面是不成功的。对学习困难学生的研究发现，这些学习困难的学生根本无法理解些概念，原因是这些**概念与他们已有的概念在本质上属于不同的概念架**。

在大多数情况下，这些学生都是机械地记住概念术语的名称，而没有真正理解概念。因此，**物理学中最重要的是学生概念的转变，也就是在他们原有概念框架的基础上对这些概念进行重建，使学生的概念发生根本的变化**

6.3.3

错误概念和概念改变

3. 错误概念的诊断

1) 临床谈话法(Interview)。

能诊断学生在某些知识点上的“缺陷”，特别是深层访谈可以搜集学生关于科学概念的想法，为编制诊断性测试题打下基础，研究者可先设计好访谈提纲，访谈中根据被试者的不同反应，加入探测性问题，深入了解被试者的想法。

运用访谈法可以搜集到大量学生自己的想法，研究者还必须进行以下深度加工：

①指出学生严重的知识空白点，或对学生的想法（回答）进行分类，并弄清各类回答的原因模式。

②根据学生的回答，推测学生头脑中对教学具有干扰作用的错误概念。

③根据学生的错误概念编制诊断性测试题

3. 错误概念的诊断

2) 诊断性测验(Diagnostic Test)。

物理教学中揭示学生的错误概念和进行诊断性评价的最有效形式。近年来，由特里格斯特 (Tregust)以及奥多和巴罗(Odom& Barrow)所研发的二段式诊断性测验(Two-tier Diagnostic Test)受到普重视。

二段式诊断性测验纠正了传统诊断测验较注重答案而忽略学生真正想法的缺陷。它实际上是一二段式的选择题：

第一段的选择题为答案部分，学生可选答与自己概念相符的答案。

第二段的选择题为理由部分，目的在于诊断学生回答第一段答案的理由经由二段式的进答分析，可以得知学生所持有的科学概念类型。

诊断性测试题的设计和使用质量如何直接影响对学生的错误概念的揭示

4.1 下列叙述不正确的是（ ）

- A. 废旧的干电池，可能还有化学能。
- B. 流动的空气不仅有动能，也有重力势能。
- C. 在桌上被压缩或拉伸的弹簧只有弹性势能。
- D. 核电站发电与垃圾填埋发电是将不同的能量形式转化为电能。

4.2 请你给出选择该项的理由：

5.1 如图所示是蹦极运动的简化示意图。弹性绳一端固定在 O 点，另一端系住运动员；运动员从 O 点自由下落，到 a 点时弹性绳自然伸直，b 点是运动员速度达到最大的点，c 点是运动员到达的最低点（忽略空气阻力），下列说法正确的是（ ）

- A. 从 O 点到 a 点，重力势能转化为动能和弹性势能。
- B. 从 O 点到 b 点，重力势能转化为动能和弹性势能。
- C. 从 O 点到 c 点，重力势能转化为动能和弹性势能。
- D. 从 b 点到 c 点，重力势能转化为动能和弹性势能。

5.2 请你给出选择该项的理由，并更正你认为错误的选项：



3. 错误概念的诊断

(3) 运用确定性指数区分“知识的缺乏”和“错误概念”。

已有研究表明，区分“知识的缺乏”和“错误概念”是非常重要的，其中用回答确定性指数（Certainty of Response Index, CRI）来鉴别学生是否拥有错误概念，是一个可以借鉴的方法。学生对某一题（多项选择题）做出选择后，再对自己做出的选择进行确定性的评价，即给出CR值。0表示是完全猜测的，1表示几乎是猜测的，2表示不肯定，3表示肯定，4表示几乎确定，5表示确定。

6.3.3

错误概念和概念改变

3. 错误概念的诊断

CRI值是高还是低，一般以2.5作为衡量标准。一个学生对某一题目做出了正确的回答，确定性指数低于2.5,那就是缺乏知识；高于2.5,那就是具有正确的概念。如果做出了错误的回答，确定性指数低于2.5,那就是缺乏知识；高于2.5,那就是具有错误概念。下表是对给定问题的抉择矩阵。

表 2-3-1 是对给定问题的抉择矩阵

	低确定性指数 $CRI < 2.5$	高确定性指数 $CRI > 2.5$
正确的回答	正确的回答和低确定性指数, 缺乏知识	正确的回答和高确定性指数, 具有正确的概念
错误的回答	错误的回答和低确定性指数, 缺乏知识	错误的回答和高确定性指数, 具有错误概念

3. 错误概念的诊断

学生在教学前对所要学习的材料并非是一张“白纸”，而是具有许多“不正确的”先前概念(Prior Concept)或朴素概念(Naive Conceptions)。物理教学的目的正是帮助学生转变这些朴素概念或错误概念(Misconception),并代之以科学的概念和原理。

教学后，学生的错误概念仍普遍存在。因为这些错误概念源自学生自己，而且对其进行合理性解释，学生往往坚持这些观点，尽管还有另一种科学的概念因为假定知识不能直接灌输给学习者。

6.3.3

错误概念和概念改变

3. 错误概念的诊断

我们用在物理课堂上的抛币问题为例说明错误概念。把一块硬币抛上天空，问学生：“在忽略空气阻力条件下，用箭头表示使币被抛向空中时，上升和下落阶段各自的受力情况。”

学生对该问的典型回答是：“使币上升过程中，手的推力把使币往上推，在上升过程中，这个推力必须大于重力，否则它将落下来。使币下落过程中，手的推力必须小于重力，否则它不会下落。”。

如图2-34所示。上述问题的回答，就是学生头脑中的错误概念“如果物体在运动，就有一个力在运动的方向上作用于它，运动的快慢与力的大小成正比”的反应。

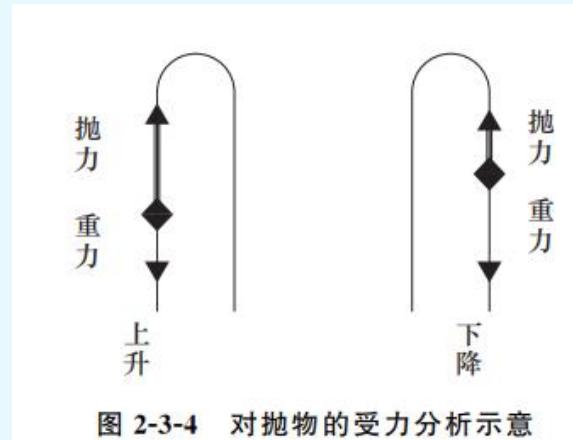


图 2-34 对抛物的受力分析示意

3. 错误概念的诊断

在教学中，要转变学生的错误概念必满足四个条件：

(1)促使学生对现有概念产生不满(Dissatisfaction)。学生往往不放弃他们原有的概念，只有当感到自己的原来的概念失去作用，不能解释新的事件或不能解决当前遇到的问题时，他才可能改变原有概念。甚至看到原来概念的不足，也会尽可能做很小的调整。

(2)让学生感受到新概念可理解性(Intelligibility)。学生必须懂得新概念的真正含义，不仅是字面的理解，需要把各部分联系起来，建立整体一致的表征

(3)让学生看到新概念的合理性(Plausibility)。只有当新概念与学生所接受的其他概念、信念相互一致时，学生才能看到新概念的合理性。学生看到新概念的合理性，就意味着他相信新概念的真实性。

3. 错误概念的诊断

在教学中，要转变学生的错误概念必满足四个条件：

(4) 给学生展示新概念的有效性(Fruitfulness.)。

学生应该看到新概念对自己的价值，它能解决其他途径所难以解决的问题，并且能向学生展示出新的可能和方向，具有启发意义。有效性意味着学生把它看作是解释某问题的更好的途径。

我们把概念的可理解性、合理性和有效性称为概念的状态(Conceptual Status) 概念的上述三种状态不是概念实际上如何，而只是个体所看到、所意识到的可理解性、合理性和有效性，是个体对新、旧信息整合过程的元认知监控

如果满足了上述观念转变学习的四个条件，学生所持有的错误概念就会被科学观念所替代或改变

6.3.3

错误概念和概念改变

3. 错误概念的诊断

建构主义学习理论产生了一个新的教学理论，即弄清学生的已有概念，然后给学生时间比较错误概念和科学概念，最后让学生有机会在众多的学习情境中使用新概念。下表给出了一个概念转变(conceptual change)的教学模式。

表 2-3-2 一个概念转变教学模式

教学前	教学中	教学后	最后结果
了解学生的朴素概念。 <ul style="list-style-type: none">· 通过多种方式的谈话了解学生的错误概念。· 让学生回答有关将要教的核心概念的问题	根据学生的错误概念呈现信息。 <ul style="list-style-type: none">· 注意把新概念和学生的已有朴素概念进行比较。· 提供机会让学生通过实验活动、操作演示、视听器材探索新概念，并对熟悉的现象进行讨论。· 使用提问策略和日常现象帮助学生“检验”他们的新概念	评价学生概念的转变。 <ul style="list-style-type: none">· 使用之前评价学生的错误概念的问题，作为转变的基准。· 设计问题让学生证明他们的观点	科学的概念

第6章 中学物理学习的基本理论

6. 4 物理学习的原则

6. 4. 1 学习研究的发现

6. 4. 2 有效的学习环境

6. 4. 3 物理学习的原则

教与学是两个密不可分的活动。了解学生如何学习，能够帮助我们改善教学方法，从而提高学生的学习效果。如果我们教学的目标是帮助学生形成对科学概念和科学本质的理解，那么我们就要推动他们主动地致力于自身的学习，

本节讨论有关学生如何学习的研究发现，介绍一些最新的物理教育的研究成果，并提供一些有关教与学的实用的观点和方法

美国国家理事会2000年发表了一份题为“人是如何学习的”研究报告，报告汇集了学习科学研究的重要成果。下面介绍的是几项具有普遍意义的研究发现

1. 理解科学不仅仅是知道事实

学习科学的研究并不否认事实对于思维和问题解决的重要性。学习物理并不是仅仅掌握了科学概念和科学知识就行了。对学习的研究表明，**学生要理解科学探究，具有科学探究的能力，还必须学会科学的思维方法**，应该能够在试图解决之前致地描述这个问题，判断哪些相关的信息可以用来分析这个问题，以及决定描述问题和分析问题的步骤

6.4.1

学习研究的发现

2. 学生在他们已有知识和观念的基础上建构新的知识和理解

很多学习者的前概念总的说来在一定范围内还是合理的、恰当的，但学生不恰当地把它们应用到了它们不起作用的情境中。学生头脑中的前概念通常很顽固，在教学中特别是在使用常规方法教学时往往很难改变他们的前概念。

现代学习观是人们基于他们已知道的知识去建构新知识和对新知识的理解。一旦教师注意到学生带到学习任务中的已有知识和观念，并将这些知识当作新教学的起点，在教学过程中监控学生概念的转化，就可以有效促进学生的学习

6.4.1

学习研究的发现

3. 学生是通过修改和提炼他们现有的概念并把新的概念纳入已有的概念之中来形成新知识的。

观念转变的研究表明，当学生对他们的观念不满意时，也就是说，当他们已有的观念不能够充分描述或解释一个事件或一种观察的现象时，他们才会改变观念。

学生通常会把科学看成是应该被记住的一堆事实以及对种种互不相干的事件解释的报告，在这种情况下，学生很少会积极地为不同的解释寻找证据，很少去思考为什么一种证据比其他更有力，也很少判断哪一种解释得到的支持更多。他们的这种看待自然现象的观念，不能寄希望于在强化科学推理的基础上得到改变。

6.4.1

学习研究的发现

4. 学生在新的情境中运用知识的能力，以及能否进行知识的迁移，要看他们在多大程度上是在理解性地学习

为了应用他们所学的知识，学习者必须掌握了基础知识，并会在不同的情境中运用这些知识，然后检查自己做得如何。学习者需要花时间去学会捕捉特别的信息，挖蕴含的意义，然后将它们和所学的知识建立联系。

他们需要高有挑战性的但又不至于难到让人灰心丧气的任务，需要有机会去体验所学知识的用处和自己对别人所产生的影响，如果他们学会了从学习的经验中提炼出蕴含的要点和原理，他们就更可能把所学知识应用到新的情境中去

一个人在实践中很重要的问题，即什么样的学习经历和学习环境能够促进科学的学习？《人是如何学习的》中的研究表明，优秀教师设计**有效**的学习环境包括了四个方面要素：**学习者、知识、评价和交流**。

1.以**学习者**为中心的学习环境

学习者为中心的环境要求教师有这样的意识，即学生一开始就将他们已有的**知识、技能、态度和信念**带进学习中，在学习过程中他们运用已有的知识建构新知识。优秀的教师通过多种途径了解学生知道些什么、关心什么、能做什么、想要做什么，尊重并理解学生已有的经验和想法，并以它们为基础为学生建构新的理解。

2. 以**知识**为中心的学习环境

教师帮助学生发展组织良好的知识体系，要求教师把注意力放在能够帮助学生**理解**一门学科的主要原理，在学习新知识的同时，也学习**在哪里应用新知识以及如何应用**新知识，同时也要求学生**学习如何统整**一门学科的知识。

学习环境的知识中心还**强调课程设计的重要性**。课程能够在多大程度上帮助学生理解所学内容，而不是促进学生获得彼此不相关的事和技能？是一个值得我们必须认真关注的问题。

3.以评价为中心的学习环境

评价的关键是评价必须提供反馈和回溯的机会，评价的内容必须和学生的学习目标相一致。但是，课堂教学中却很少提供反馈的机会。大多数考试卷、单元测试、平时的练习、报告卡的等级和分数只代表了终结性评价，而学生还需要形成性评价，因为形成性评价能够为他们提供回顾与改进他们思维和学习的机会。

如果教学目标是理解，那么仅仅评价事实和公式的记忆就不充分，设计恰当的评价能够帮助教师实现反思教学实践的问题。

4.以交流为中心的学习环境

要求学生清晰地表达自己的观点，挑战别人的观点，以及与他人进行深层次的讨论。这种环境鼓励人们相互学习，强调为理解而进行探究的价值，并且承认学习过程中会不可避免地出现错误。

- 课堂讨论有利于发展学生在谈论科学观点时所需要的语言技能，
- 有利于学生让教师和班上的其他学生清楚地了解自己的思维，
- 有助于学生学会建立自己是如何利用所学的知识去解决问题、去解释一些现象或观察结果的一套论据

更进一步讲，这种环境欢迎新的观点和新的思考方式，这是由于讨论的成员既被鼓励也被期盼能够互相提供反馈，并从中得到启示将新的观点整合到自己的思维中。

原则1:原理性概念知识

当新知识和现有知识围绕着学科的主要概念和原理组织起来时，知识的理解就会变得容易，学习活动就更为有效，而一味要求记忆互不相干的事实与方法的课程与教学，则难以取得好的学习效果。

原则1:原理性概念知识

教师可以尝试以下方法

(1)要求学生用自己的语言解释某种现象或某个概念

(2)结合具体事例向学生说明一条定律怎样应用或一条法则如何生效

(3)学生必须学会求解学科知识中的疑难问题，在学生获得较强解题能力时，可相应加大学习难度。

(4)在理解教材时，可以引导学生寻找其同点及差异性，进行分析比较，并由此深入理解，以此类推

(5)引导学生从共体事例中提炼出其有普性的原则，并结合具体事例进行归纳

6.4.3

物理学习的原则

原则2:已有知识

学生用已有知识去建构新的理解。能否培养联系新旧知识的能力是有效学习的关键。

为了完成新的学习任务，人们还须激活他们已经学会的知识，并运用它来理解、学习新知识。

有关认知的研究表明，成功的学习需要把新的知识与已有的知识联系起来。这种联系可以以不同的形式出现，例如增加、修改或者重新组织已有的知识和技能。还包括观念的转变以及创生出丰富的、整合的知识结构

原则2:已有知识

此外，如果学生已有的知识没有参与到理解中，学生可能理解不了新知识，更有甚者，**会把学校学得的知识与他们对课堂之外看待世界的信念和观察割裂开来。**有效的教学要测试学生关于某一学科的先前知识，然后以此为基础寻找把新知识建构在已有知识上的方法。

原则2:已有知识

为了**充分利用**学生的已有知识有效地学习新知，可以采用：

- (1)在开始教授新课之前，与学生**讨论已学**知识的内容，以**激活**他们的已有知识。
- (2)学生的已有知识往往并不完备，甚至可能存在谬误。因此，教师不仅要了解学生关于新课已经获得的相关知识，还应深入调查学生已有知识的具体细节，以使**帮助学主对错误的认识和不正确的概念加以纠正**
- (3)在必要时，教师还需要**引导学生复习**已有的重要概念，或者要求学生独立进行适当的**课前预习**
- (4)教师可以通过**置疑设问**的方法，促使学生认识所学新课与已有知识之间的
- (5)优秀教师善于**以示范的方式引导**学生掌握联系新旧知识的方法，以此提高学生的**学习成效**

原则2:已有知识

为了**克服学生的错误观念**有效地学习新知识，可以采取：

- (1)教师应该意识到，学生**已有的认识及不全面的知识与学校所讲授的内容之间可能相互矛盾**
- (2)教师应创设条件，**使学生有机会自由地表达各自不同的观点与认识**。做到这点十分重要。
- (3)教师**应以学生已有知识基础为起点**进行教学，引导他们逐步获得更为成熟的认知；而忽视已有知识的教学，则会导致错误概念的形成
- (4)学生**必须获得观察与实验**的机会，他们可以此验证先前的认识正确与否。结合科学史的大量事例进行教学，可以达到这一目的
- (5)**科学概念的教学必须准确、明晰**。在可能的情况下，还须借助模型加以演示。必须向学生提供足够的时间进行原有概念的重构。为此目的，课程设计宜遵循主题简明，难度适宜的原则

原则3:元认知

有效的学习要学生自我监控学习过程，即**学会如何计划、监控自身的学习过程，如何确定学习目标以及如何改正错误**

元认知(Metacognition)是学生智力发展的一个很重要的方面，它使学生能够从教学中获益，而且使他们知道当事情不像预料中的那样时应怎么办。

基本的元认知策略包括：

- ①把新信息和先前信息联系起来；
- ②审慎选择思维策略；
- ③计划、控制、评估思维过程。

6.4.3

物理学习的原则

原则3:元认知

教师可以创造各种机会，培养学生的自律能力。具体方法有

(1)帮助学生制订计划，用来进行问题解决，设计实验，阅读相关书

(2)引导学生学会评估他人以及自己提出的观点、论题和问题解决方案。

(3)帮助学生学会检验自身思路，养成向自己提问的习惯，如“现正在做什么？（你能做精确的描述吗？）”“我为什么做？（符合解决的方法吗？）”这个方法如何帮我解决问题？（解决完问题后你如何处理结果？）并明确“我为什么要这样做？”“我做得怎么样？”“还有哪些未尽事宜？”

(4)引导学生对自己的学习状况做出符合实际的判断（如“我的阅读不错，但数学还应该进一步改进”）

(5)促使儿童学会确定他们自己的学习目标。

(6)帮助儿童认识哪些是可用的最有效的策略，应用这些策略的时机

原则4:学习者的差异性

既然每个个体建构了他自己的心理结构，不同学生有不同的心理反应和学习方式。

因此，不同的学生具有不同的学习策略、方法、能力表现以及风格，这些是学生遗传因素和先前经验其同作用的结果。当学生的个体差异受到教师关注时，他们就可能取得最佳的学习效果

研究表明，学生在学习中存在着十分显著的发展差异。学生在其成长过程中，对客观世界不断地进行认知加工，他们认知的过程与策略也在不断变化。此外，学生的学习也具有显著的个体差异特点。

6.4.3

物理学习的原则

原则4:学习者的差异性

为此提出以下教学建议

- (1)教师应学会**评价学生的知识、学习策略及学习方式的各种方法**
- (2)为学生**提供各种的学习材料、学习活动及学习任务**
- (3)了解学生的优势所在，注重他们在不同活动中所表现出的**兴趣、执着和自信心**
- (4)**发扬学生的长处**，并借此推进他们学业水平的全面提高
- (5)借助**指导和挑战方法**，培养学生的思维与学习能力
- (6)**鼓励学生大胆质疑**，并向他们提供问题解决的体验，促使他们用不同的方法验证自己的假设
- (7)注重**结合日常生活提出问题**，以使物理的学习与现实社会相联系
- (8)向学生**展示如何运用自身智力解决实际问题的方法。**

原则5:学习动机

学习者的学习动机和自我效能会影响学到什么、学多少以及学习过程中应付出多少努力。因此，学习者自身的动机对其学习的成效有着至关重要的影响。教师可以通过言传身教，帮助学生成为自我激励的学习者

人的学习和能力发展是受动机发的。动机可以是外在的（成绩导向），动机也可以是内在的（学习导向），不管学习者的动机源自何处，学习者的动机水平都极大地影响了他们在困难面前坚持下去的程度。

研究表明，学习者对于自己在某一学科领域内能力的自信与他们在该领域学习取得的成效有很強的相关，鼓励概念理解的教学策略的运用是提高学生兴趣和增强他们对某一科目的学习信心的一种很有效的办法。

原则5:学习动机

教师必须于**运用鼓励性言语来客观地评价学生的表现。其具体做法有**

- (1)对学生取得的成绩予以**及时认可。**
- (2)引导学生将自身进步**归结为自身努力**而不是外部因素的结果 (例如 “你的想法 ”)
- (3)帮助学生**树立自信心** (如” 正因为你在物理上下了很大功夫，所以成绩提高了许多”)
- (4)对于学生的学习方法做出**及时反馈**，并指导他们不断做出改进
- (5)帮助学习者**确定切实可行的目标**

原则5:学习动机

除此之外，同样重要的还有

- (1)不要将学生以能力分组，因为能力分组带给学生的信息是：能力比努力更重。
- (2)促进合作学习而不是相互竞争。研究表明，一味鼓励竞争的教学管理，使得学生更专注于个体努力，以求得更多的成绩和奖励。这种做法无疑会在强化能力的同时，减少学生内在的学习动机
- (3)为学生提供新颖的有情趣的学习任务，以激发他们的求知欲和在难度适宜的层次上进行更高级思维的能力

原则6:情境学习

知识是情境化的，知识不能轻易地从它发展的环境隔离开来，想和做是不能分开的，人们建构什么取决于学习的情境，学习时所进行的实践及活动会影响他们所学内容。当课堂所学内容能够在实际生活得到应用时，学习就会变得更有意义。

对认知的情景本质的研究表明，学习受具体的情境特征的影响，人们学习特定领域知识和技能的方式以及学习的情境是整个学习中的重要而有意义的组成部分。

知识和学习处于多元情境中时，迁移才有可能发生。只有在多种不同的情境下遇到同一个起作用的概念，学生才能对这个概念及其应用有深刻的理解，并发展在一个情境下学到的知识迁移到其他的情境中的能力。

原则6:情境学习

教师可以采用以下方法进行**情境创设和帮助学生进行知识迁移**

(1)**提供真实的学习场景和真实的学习活动。** 给学生提供有挑战性的但又不至于难到让人灰心丧气的真实任务，从而有机会去体验所学东西的用处和自己对别人所产生的影响

(2)**提供接近专家及其工作过程的机会，使之可观察与模拟专家思维与建模过程**

(3)教师**在关键时刻提供指导与支持。** ①一个复杂的、开放的学习环境；②不提供根本性的支架和直接指导；③使更多学习者获得支持、支架和指导的协作学习：④建议教师使用那些能够在关键时刻给予学习者指与支架的软件或程序。

(4)在完成任务中对学习进行**真实性评估。**

6.4.3

物理学习的原则

原则7:学习共同体

学习是一种社会性交往活动。对于大多数的个体，通过合作交互作用的学习是最有效的。

如果学生有机会与其他人接触并且在学习任务中合作，学习将会得到加强。当学生处在鼓励同伴协作的学习环境中，例如大多数科学家工作的环境中，由个体组成的实践共同体，有机会去检验自己的想法，并从观察他人的过程中学到东西。研究表明，学生在课堂的情境下拥有向同伴清晰地表达自己的想法以及聆听和讨论别人的想法的机会，对于实现概念转变尤其有效。社会互动对于知识的理解、元认知技能的发展以及学习者自我意识的形成也非常重要。

原则7:学习共同体

教师可以采用以下方法用来鼓励社会性学习

- (1)安排学生进行**小组学习**, 教师自己充当小组学习活动的指导者或协调者。
- (2)创建**宽松和清的班级气氛**, 鼓励小组活动, 促进信息的交流
- (3)通过**示范、辅导等方法**, 促使学生学会与他人合作
- (4)创造条件, 使学生**有机会相互交流, 发表自己意见, 评议他人观点**
- (5)**建立学校与社会间的联系**, 借此也可以扩大学生参与社会括动的范围

6.4.3

物理学习的原则

有效的学习和教学要求上述的7个学习原则不是孤立的，而是相互协调一致的。

如果缺乏一致性，人们就很难判断课程与教学的价值，也很难指学生在学什么，学得怎么样，是否和课程与教学目标相一致。

以上学习原则的重要性在于为物理课程、教学、评价以及教师专业发展提供了方向上的指导和启示。