论物理概念和规律意义学习的教学设计*

——学习心理学的视角

陈　刚

摘要　符合学生学习机制的教学是有效的教学,学习心理学揭示出学习内部机制,为教学设计指明了方向。分析表明,学生习得物理概念和规律意义是经历理论演绎或实验归纳途径,并最终通过逻辑加工机制实现的,因此教师做此类学习结果的教学设计时,应具体分析每一教学结论获得的逻辑结构,分析学习途径各子环节学习者解决问题所需的策略和必要技能,进而根据学习者内部的学习条件的分析,合理选择教学方法和媒体,规划相应的教学活动,将教学的有效性建立在学习机制基础之上。

关键词　物理概念和规律;　意义学习;　教学设计模式

作者简介　陈　刚/华东师范大学物理系副教授　(上海 200241)

学习心理学提出学习有不同的类型,不同类型的学习具有不同的内部过程,需要不同的内部学习条件,学习后内部表征方式和对外表现出的行为亦有所不同。基于科学心理学的教学设计理论指出应依据学习者学习的规律,来合理规划教学活动。

一、教学设计概述

狭义的教学设计(指课时教学设计)是教师运用学习心理学等理论,有依据地选择教学方法并规划教学事件、挑选教学素材及呈现方式及制定学习结果评价方式,以形成用于帮助学生有效地习得特定学习结果的方案的过程。主要工作如下,[1]

第一:确定学习内容对应的学习结果类型,编写教学目标;要求用可观察、可测量行为的术语精确表达学习目标,这是教学设计的一项基本要求。

第二:教学任务分析。通过任务分析,揭示出习得该学习结果的内部过程及

* 本文系全国教育科学"十二五"规划课题"科学取向教学论在中小学学科教学中的应用"(项目编号:DHA120233)的阶段性成果。

条件。

第三: 规划教学活动。依据分析出的过程与条件,合理规划教学事件,选择教学媒体和方法。

第四: 制定测评项目。依据学习结果类型及相应学习者外显行为,制定测评项目。

显然,任务分析是教学设计的核心成分,选择教学方法、规划教学事件均以任务分析的结果为依据。任务分析,亦可称为教学任务分析,是指在学校教育环境下教师对帮助学生习得特定学习结果的教学任务的建构,是教师确定教学目标后,揭示学习者达到教学目标所需要掌握的知识、技能及相互间序列关系的认知活动。

做好教学任务分析需要教师明了"分析什么?"以及"如何进行分析?",显然这应由具体学习结果类型的学习机制决定的。本文着重介绍物理概念和规律意义学习的机制,提出针对物理概念和规律意义学习的任务分析技术,并阐述如何依据分析的结果合理地进行教学规划,并由此综合提出相应的教学设计模式,而不涉及测评项目的制定。

二、物理概念和规律意义学习的机制

物理概念是客观事物的物理共同属性和本质特征在人们头脑中的反映,是物理事物的抽象。物理规律是物理现象、过程在一定条件下发生、发展和变化的必然趋势及其本质联系的反映。物理规律通常分为物理定律、物理定理、物理原理等。物理规律反映有关物理概念之间的必然联系; 同时,物理学中的概念绝大多数是通过下定义方式,实际也是通过与其他物理概念间的关系来界定的。所以,物理概念和规律最基本的学习,就是学生通过自己内部的思维活动建立相关物理概念间的联系,一般称为概念和规律意义的学习。

(一) 学习的机制

1. 物理概念和规律建立的逻辑机制

物理概念和规律都是通过与其他概念间的关系界定的,物理概念间联系的建立不是凭空的,是学习者通过内部的逻辑加工机制建立的。[2] 建立联系的基本逻辑机制,主要有探究因果联系的穆勒五法: 求同法、差异法、求同求异法、剩余法和共变法(通常用于建立物理量间的定性关系,如案例一),还有演绎推理(可用于建立物理量间的定量关系,如案例二)。

(1) 共变法及结构

共变法是通过考察被研究现象发生变化的若干场合中,确定是否只有一个情况发生相应变化,如果是,那么这个发生了相应变化的情况与被研究现象之间存在因果联系。其结构如表 1。

(2) 演绎推理的基本结构

演绎推理策略是由反映一般性知识的前提得出有关特殊性知识的结论的一

表 1:　共变法的逻辑结构

场合	先行情况	被研究现象
1	A_1、B、C	a_1
2	A_2、B、C	a_2
3	A_3、B、C	a_3
所以,A 与 a 有关		

种推理,其最基本的形式是三段论,三段论也是我们日常生活中及教学中最常运用的。三段论由三个命题构成,这三个命题分别称为大前提、小前提、结论。充分条件假言推理中的肯定前件式推理,结构如下,

表 2:　三段论演绎推理的逻辑结构

P → q (大前提)
P (小前提)
则 q(结论)

【案例一】在获得"动能与速度大小有关"这一结论时,一位教师教学中设置如下实验,

将钢球从如图 1 所示斜面的中间某位置、及顶端分别滑下,推动底端水平面上的纸盒,分别记下纸盒被推动的距离。

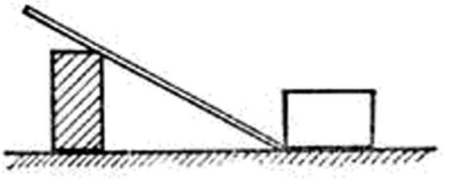

图　1

学习者从以上实验中形成结论"动能大小与物体速度有关",需要识别出相应的有效信息,运用共变法逻辑加工实现,结构如表 3 所示,

表 3:　"物体动能与速度有关"结论获得的逻辑结构

	变化条件	结果	不变条件
1	钢球从斜面中部滚下,到达底部速度较小	到达底部的钢球推动纸盒到位置一,较近,做功较少	斜面、斜面倾角、纸盒、水平面不变
2	钢球从斜面顶端滚下,到达底部速度较大	到达底部的钢球推动纸盒到位置二,较远,做功较多	
	物体动能(对外做功能力表现)与速度有关		

【案例二】在获得"外力对物体做功(等价物体获得动能)与速度平方成正比"这一结论时,教材表述如下,[3]

"如果认为可能是 $W \propto v^2$,就对每一个速度值算出它的二次方,然后以 W 为

纵坐标、v^2 为横坐标作图(不是以 v 为横坐标)。如果这样做出的图象是一条直线,说明两者关系真的是 $W \propto v^2$。”

显然,要得出两个物理量间成正比,学习者需要运用演绎推理,结构如下,

表 4: “外力对物体做功与速度平方成正比”结论获得的逻辑结构

如果两个量成正比,则其图像是过原点的直线(大前提)
外力对物体做功与速度平方的图像是过原点的直线(小前提)
外力对物体做功与速度平方成正比 (结论)

2. 物理概念和规律学习的途径

物理学习中,个体用于加工成新结论的有效信息,如表 3 中的变化结果、变化条件、不变条件等信息以及表 4 中的小前提,其来源途径主要有两种:实验归纳途径和理论演绎途径,途径不同,学习者经历的子环节就不同,解决子问题以及相应的策略就不同,下面以实验归纳途径为例进行讨论。

(1) 归纳途径中的子环节

实验归纳学习途径,一般需要学习者经历:提出问题、猜想和假设、规划实验方案、设计实验、(执行实验)获得数据、处理数据获得结论等环节。就一个具体的研究课题来说,由于缺乏直接解决经验,所以在每一要素的实现时,学生都可能会遭遇障碍,即需要经历解决问题。比如,①如何从原始问题情景中抽象并用科学术语界定被研究的现象?②如何确定被研究现象出现的场合,并遵循一定方法分析影响被研究现象的可能因素?③在已知被研究现象及可能的相关因素条件下,遵循何种方法规划研究方案?④遵循何种方法来有依据地选择仪器并加以组合,用以研究因素间是否存在关系?⑤在已有实验数据的条件下,遵循何种方法对数据进行合理的处理,并获得结论?⑥遵循何种方法验证获得的结论的可靠性?等。

(2) 各子环节问题解决的策略[14]

解决问题需要的策略或者说方法,策略是用于提高解决问题效率的技能,是选择、排列、组合解决问题所需必要技能的技能。其操作对象是学习者已习得、存储于认知结构中、用于解决当前问题的技能。也就是说其本质上是“对内操作”的技能。[15]

方法有适用解决的问题类型,也就是有适用条件;方法又是对解决问题必要技能的选择和排列,所以方法通常表现出一定的步骤。

实验归纳学习途径中,不同环节涉及到问题性质不同,需要不同的解决方法或策略,下面讨论“规划方案”、“设计实验”、“整理数据”三环节中子问题解决的方法。

“规划方案”环节

【已知条件】经过“猜测和假设”环节,学习者已确定被研究现象:A;可能影响因素有:B、C 等;

【目标】规划研究方案,研究 A 与 B、C 等因素是否有关。

【解决】

第一组，研究 B 与 A 是否有关。

保持 C 等因素不变，变化 B，测量 A 是否改变、如何变化？

第二组，研究 C 与 A 是否有关。

保持 B 等因素不变，变化 C，测量 A 是否改变、如何变化？

做出如上研究安排即运用了控制变量法。在规划实验环节，还可以运用演绎、归纳等方法完成。

“设计实验”环节

【目标】设计出可用于研究特定物理量关系的实验装置。

【已知条件】学习者应具备测量各量的原理、测量各量的仪器、各仪器使用技能等；（物理概念和规律课的教学中，都提供能实现学习内容的基本实验仪器。）

【解决】在此环节解决中，可遵循通用的设计实验策略，同时在其中一些子环节的问题解决中还会应用到转化法、等效替代法等策略。设计物理实验可遵循如下的基本策略：

①确定实验目的；②确定实验中的研究对象；③确定实验中研究物体的状态及要测量的物理量；④确定各状态出现的条件及各物理量测量的原理；⑤选择测量各物理量的实验仪器；⑥确定每次实验中物理量的变化方式；⑦确定实验仪器连接方式。

此即该环节子问题解决的通用策略。

在步骤④中“如何确定测量物理量的原理”，对具体研究课题来说又是一个问题解决，在解决此类问题时，也要运用一些适用的方法。例如，在动能概念的教学中，设计研究“动能与速度、质量的关系”的实验时，需要测量出特定状态下对应的动能大小。

【案例三】在研究动能与相关因素的关系一节中，提供如下方案，[6]

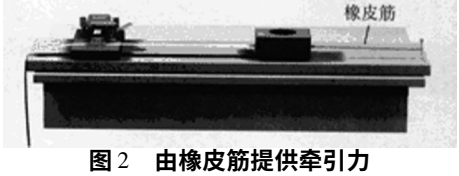

图 2　由橡皮筋提供牵引力

本例中需要解决的问题，

其目标是：测量物体特定运动状态的动能、或两种状态下动能的比值。

存在障碍：没有测量动能大小的仪器。

解决思路：通过做功大小与物体能量变化的关系，将特定状态的动能、或动能之比用外力做功或做功之比间接地获得。（如上，橡皮筋做功）

该方法在解决问题中被称为转化法，可概括如下：

转化法：如果要求两个物理量之比，且测量较复杂，可通过适当的物理规律，将待求量之比转化为易测物理量之比来解决。即在物理问题解决领域的转化法，其适用条件是：物理量难测或不能直接测量。其基本步骤是：找出与待测物

理量有关系的物理规律(其中包含可测或易测的物理量),测量出该易测物理量并通过物理规律间接获得待测量。

也就是说,像转化法、等效替代法等通常是在“设计实验”环节中的“确定物理量测量原理”这一子环节问题解决中所应用的方法。

“处理数据、获得结论”环节

物理学科的研究中处理数据基本方法,有列表比较法、作图法等。

其中,作图法使用条件和步骤如下:

适用条件:研究满足特定数学关系的物理量间关系。

基本步骤:

①在方格纸(如条件允许)上画出一条水平线(x 轴)和一条垂直线(y 轴)。

②给 x 轴标上自变量名称,给 y 轴标上应变量名称,并标明单位。

③在两条轴上分别标上刻度,注意单位数值的间距要相同,数值范围要能包含所有实验数据。

④把每一个数据在图中所对应点标出。

⑤用实线连接各个数据点。在某些情况下,可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线,这条线应处于所有点的中间,使线上下的点大致相同。

⑥如果是曲线,那么可以设法对其中一个物理量做变换(如),然后通过变换后的物理量与另一个待研究物理量,通过作图是否是直线来确定两个物理量间的关系。如果曲线近似双曲线,那选择一个量的变化方式取倒数,图线是直线,说明是与倒数成正比如果曲线近似抛物线,那选择一个量的变化方式取平方、开方、立方等,若图像是直线,则与平方、开方成正比。

在“获得结论”环节,主要运用归纳法、演绎法等,如案例一、二所示。

(二)学习后的内部表征

1. 命题网络

经过学习后,学习者内部应出现变化,称为内部表征方式。对于概念和规律的学习,经过“有意义学习”后,学习者内部出现命题网络的表征形式。命题是从事物的知觉信息中抽取出主要意义而忽略其细节特征的一种有用的表征方式。命题这一术语来自逻辑学,指表达判断的语言形式,心理学借用这一术语作为心理表征的一种形式,主要强调如下研究事实:人是用命题而非句子将言语信息存储的,也就是说,人一般记住的是句子表达的意义,而不是具体的词句。命题表征的一个例子如图 3。

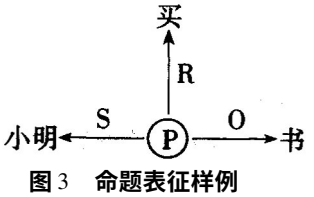

图 3　命题表征样例

命题一般由论题和关系项组成,如上例中“小明”和“书”是论题,“买”是关系项,表明这两个论题之间的关系。如果两个或两个以上的命题有共同成分或

关系项，这些命题就可通过这些共同成分联系起来形成网状结构，即命题网络。如下例：

物体由于运动而具有的能量称为动能

上面概念由如下三个命题构成。

(1) 物体具有能量；(2) (这部分) 能量是物体运动引起的；(3) (这部分) 能量称为动能。

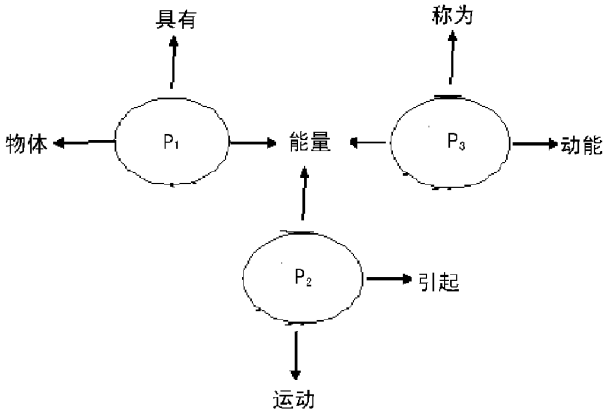

图 4　动能意义的命题网络表征

显然，如果学习后学习者内部出现命题网络表征，那么学习者就不会表现出“逐字逐句地、与原文呈现相同方式的陈述学习内容”(奥苏贝尔所述机械学习后学生表现出的行为)，而是能以相互关联的方式一个意义单元、一个单元地陈述学习内容，即“能用等值的语言陈述学习内容”，在布卢姆教育目标分类中，称这种用自己的语言正确陈述、说明、解释学习内容的行为，达到“领会”层次。

2. 图式

命题是从事物的知觉信息中抽取出主要意义而忽略其细节特征的一种表征方式。当人们对自己所了解的各个范畴的知识进行表征时，需要对某一范畴的某些典型特征加以编码，而忽略它的其他一些非典型的特征，人们这种对某一范畴典型结构的表征方式称为图式。图式，就像是围绕某个主题组织起来的认知框架或认知结构，它是一些观念及其关系的集合，是对一范畴中对象具有共同属性构成结构的整体编码表征方式。[7] 在物理课程中概念和规律的学习中，同样存在图式，如对物理量的理解可以从如下方面认识：

物理意义：_____

定义：_____

物理性质：_____

定义式：_____

数学表达式：_____

单位：_____

典型实例：_____

【案例四】动能概念图式

如果学习者具有物理概念图式，那么在学习新的物理概念时，学习者就可以有针对性地挑选新概念的上述性质，填充进去，从而可以减少学习的盲目性，一定程度上提高了学习的效率。

具体概念和规律图式将随着知识学习的不断增加而丰富，比如初中物理关于动能的学习，只要学习到物理意义和定义，到了高中，就要学习动能概念的物理性质、以及数学表达式等。

表 4　动能概念图式

物理意义		描述物体运动具有能量大小
定义		物体由于运动而具有的能叫动能
物理性质	定性	动能的大小与物体运动速度有关 动能的大小与物体质量有关
	定量	动能的大小与物体运动速度的平方成正比 动能的大小与物体质量成正比
定义式		它的大小定义为物体质量与速度平方乘积的二分之一
数学表达式		$\frac{1}{2}mv^2$
符号		E_K
单位		焦耳(J)
量的性质		动能是标量，无方向，只有大小。
状态量 / 过程量		状态量
与其它物理量的关系		$F \cdot s = E_{K2} - E_{K1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

显然，学习者学习物理概念和规律，其最终的内部表征应是特定概念和规律的图式，教师按图式结构梳理出所学物理概念和规律的图式，就能够对该学习内容有较为完整的认识，对具体学段所需学习的具体内容有清晰的把握。

三、物理概念和规律意义学习的教学设计

(一) 物理概念和规律意义教学的任务分析

以上介绍了物理概念和规律学习内部的过程和表征，指明了物理概念和规律教学任务分析的方向和内容。因为物理概念和规律的图式可全面地反映其全貌，有助于教师明确其中各要素学习的先后次序以及关系，因此，教学任务分析首先应写出所教概念和规律的图式，如(1)；由图式确定本节课需要教授的物理内容，即新的结论，如(2)；由于有效信息的来源有不同途径，不同的学习途径所经历的子环节是不一样的，所以应确定各子结论学习的途径，如(3)；最后应具体分析学习途径上的子环节任务，及解决的策略和所需技能，如(4)。

物理概念和规律意义教学的任务分析:

(1) 写图式: 遵循物理概念和规律的图式结构,写出所学物理概念或规律的图式。

(2) 定内容: 由图式内容确定教学结论,确定其学习类型。

(3) 析途径: 分析各习得教学结论的途径,是经验事实归纳途径(多用于属性特征类物理概念的学习)、是实验归纳途径(多用于物理量和物理规律的学习)、是理论演绎途径? 亦或是两种途径结合,如先理论演绎,然后再实验归纳等。

(4) 清序列: 确定各结论所需信息获得的途径,分析各途径学生所需经历各子过程的学习过程和所用策略或者方法。

对实验归纳途径,重点要分析出各教学结论获得的逻辑过程,其一,逻辑过程揭示学习者习得该结论所必须识别出的信息,教师有序地呈现有效信息是学生习得学习结果的最基本保证; 其二,分析出新结论获得的逻辑过程,还可帮助教师理解"规划方案"环节的策略,因为一旦逻辑过程分析出,其加工信息的结构就清楚了,因此规划方案的策略也就确定了,如文献[7]指出,获得"曲线运动需要合力与物体运动方向不同线",该结论是通过差异法获得,在"规划方案"环节,教师就可以提供先前运用一个差异法研究的案例,引导学生根据差异法的结构,规划当前研究的方案。通过求同法获得结论的教学与此相似。通过共变法或者图像法获得结论的学习中,"规划方案"的策略主要是控制变量法或共变法。

(二) 教学规划

教学主要涉及教学方法的选择、教学媒体的选择等,此处仅以教学方法选择为例讨论。

学习是学生运用一定策略解决各环节子问题、习得相应学习结果的过程,学校环境下的学习,需要教师规划教学事件,引导和帮助学生的学习过程,也就是与学习过程对应的教学过程,教学任务分析已揭示出学生习得该学习结果经历的途径和各子环节问题解决的策略,那么教学就是教师遵循各环节中相应策略的引导,帮助学生选择解决子问题的技能,从而解决问题、习得所学知识的过程。教学方式主要有三种: (1) 传授式教学: 教师遵循相应方法的结构,自己选择解决问题所需知识和技能,并解决问题; (2) 启发式教学: 教师遵循相应方法的结构,引导学生获取解决问题所需知识和技能,逐步有序地解决问题; (3) 探究式教学: 教师提供问题情景,由学生自己遵循相应方法的结构,解决相应问题;

本文主要讨论前两种教学方法,关于探究式教学的实施可参看文献。[8]

(三) 物理概念和规律意义学习的教学设计案例

【教学内容】人教版高中物理必修2"动能与动能定理"一节中"动能"概念的教学。

教学目标: 理解动能的物理属性; 能用自己的语言有依据地解释其物理属性和表达式。

【教学任务分析】

1. 写图式

如表 4 所示。由图式可知，动能的物理意义、定义在初中已学习，可在课前复习。本节课的学习主要是学习其物理性质、定义式、数学表达式等，其中最核心的是学习物理性质、建立定义式。

2. 定内容

由写图式部分表明，核心学习内容是动能的物理性质、建立动能的定义式。

3. 析途径

动能物理性质的学习，可通过理论演绎途径和实验归纳两种途径实现。

在教学中可采用，(1) 实验归纳获得结论 + 理论演绎证实; (2) 理论演绎(特殊条件) 获得结论 + 实验证实。

4. 清序列(以实验归纳途径为例讨论)

(1) 分析结论获得逻辑过程

以“动能与速度平方成正比”为例，获得的逻辑过程为: 演绎推理。结构参见表 2。

(2) 分析结论获得的途径—实验归纳途径

“提出问题”环节

本环节目的是帮助学生明确要研究的问题。

通常可通过包含研究问题的物理情景，运用模型法(忽略次要、突出主要)，抽象出要研究的问题。

中学物理课程学习的每一节内容都已是清楚具体的，只看节标题已基本知道本节要学习的(或研究) 问题，所以中学物理教学中对这一环节的处理，通常的做法是呈现可以抽象出问题的情景(如果学生有经验，引导学生回忆呈现，如果学生没有经验，就需教师举例呈现)。

本例中要研究: 动能与那些因素有关、有何关系?

可通过举出动能大小的实例，概括出研究的问题: 动能大小的相关因素。

“猜测”环节

本环节目的是帮助学生猜测出研究对象或属性的影响因素。

“猜测”环节不存在有效的方法，即只要学生遵循该方法的指引，就可比较准确地猜测出相关的影响因素。猜测不是瞎猜，通常学习者需要基于生活经验、实验经验或理论分析形成研究对象的相关影响因素。

基于生活或实验经验，是运用归纳法(求同、差异、共变等方法) 以及类比法来推测相关影响因素。也可能通过理论分析推测出相关因素。

本例要猜测影响动能的相关因素，在未学习概念前，学生并不能确定具有什么样的情景是动能大或动能小? 也就难以对情境中有关因素进行识别。因此本环节教学中，可由教师提供实验情境，由学生从实验事实中识别出必要信息，如案例二，引导学生通过形成因果联系的归纳法，如共变法等形成联系，结构如表 1 所示。

本环节学习后，学生猜测出“动能大小可能与速度、质量有关”。

“规划方案”环节

本环节中目的是“规划研究动能与速度、质量是否有关以及有何关系?”的方案。

此环节运用控制变量法规划，如下

第一组，研究 E_K 与 v 的关系？保持实验装置、m 等不变，改变 E_K，测出 v，研究两者关系。

第二组，研究 E_K 与 m 的关系？保持实验装置、v 等不变，改变 m，测出 E_K，研究两者关系。

可用列表方式呈现，如表 5 所示

表 5　动能大小影响因素研究实验表格

E_K 与 v 的关系	E_{K1}	v_1	实验装置、m 等不变
	E_{K2}	v_2	
	E_{K3}	v_3	
	……		
E_K 与 m 的关系	E_{K1}	m_1	实验装置、v 等不变
	E_{K2}	m_2	
	E_{K3}	m_3	
	……		

“设计实验”环节

本环节的目的是：帮助学生形成用于研究问题的实验。

本环节可采用设计实验的通用策略、以及在特定子环节采用转化法、等效替代法等方法选择解决必要技能。

由于课堂教学中，都提供了基本的设计实验的装置，也就是测量的技能都是确定的。

本例提供实验装置：实验小车、光电门、橡皮筋、小车运动轨道。

本例可遵循设计实验的通用策略，设计实验。如表 6，

教学难点：在确定动能大小的测量原理时，学生没有解决问题的经验，一般不会想到如何去解决，即没有相应的思路或方法，由此可能形成一个教学难点。此处这一子问题的解决，需要运用策略—转换法，同时要引导学生关注到实验中提供的橡皮筋可能的用途。

同时此环节涉及到的步骤比较多，需要的必要知识和技能也比较多，如果教师在此环节中没有有序、相依地引导学生思考并提取相应的必要技能，对学生来说可能就难以听得明白，成为一个教学难点。

“确定实验步骤”环节：略

“处理数据，获得结论”环节：运用图像法整理数据。

表6　“动能”物理性质的实验设计

① 确定实验目的	研究动能与速度的关系	
② 确定实验中的研究对象	实验小车	
③ 确定实验中研究物体的过程、状态及要测量的物理量	小车依次获得具有动能的不同状态。 (或获得等间距大小的动能,或可量化的动能) 测量其动能 测量物体对应速度	
④ 确定各状态出现的条件及各物理量测量的原理	动能(用外力对其做功大小衡量) 【橡皮筋弹出小车(做功,小车获得动能,动能与橡皮筋做功一一对应)】 平均速度(短时间)内接近瞬时速度	转换法(外力做功,与初动能为零物体动能的线性关系)
⑤ 选择测量各物理量的实验仪器	橡皮筋 光电门	
⑥确定每次实验中的条件(如物理量的变化方式)	一条橡皮筋弹出小车(E_K)、两条橡皮筋弹出小车($2E_K$)…… 测出对应速度 v_1、v_2	
⑦确定实验仪器连接方式	略	

【教学规划】

以“设计实验”环节教学方法选择为例说明。

如教学任务分析本环节问题的解决可运用通用的设计实验思路,在确定物理量测量原理亦可能会运用转化法等方法,采用启发式教学,教师可以遵循设计实验通用策略,引导学生逐一思考设计中的各个要素,并根据已提供的实验器材,完成实验设计。

①问答,引导学生确定研究的问题、对象;

②问答,引导学生确定研究中对象应出现的物理过程与状态,分析确定需要测量的物理量;

③问答,引导学生确定待测物理量中速度的测量原理和方式;

④~⑪问答,引导学生确定待测物理量中动能的测量原理和方式;(其中⑤~⑧,引导学生运用转化法确定动能的测量原理;⑨~⑪引导学生根据提供的器材,确定间接测量原理的实现方式)。

⑫~⑬,引导学生确定实验中物理量变化的方式;

⑭,引导学生确定思考确定装置组合等。

显然,教师的教学遵循设计实验通用策略的步骤,引导学生有序思考,逐一完成各子环节的任务。

教学过程

①师: 前面我们规划了实验方案,要分别研究动能与速度、质量的关系。我们先研究动能与速度的关系。请同学们观察桌上的实验器材,我们可以选择哪个物体作为研究对象。

生: 可以用小车做对象。

②师: 根据研究目的和规划的方案,研究中对象应出现何种过程和状态,需要测那些物理量?

生: 小车应该以不同速度运动;

生: 应该测出物体速度、以及对应的动能大小。

③师: 那么物体速度如何测量?

生: 可用光电门测量。

④师: 那么对应的动能可测吗?

生(思考): 没有办法测量。

⑤师: 对于没有办法直接测量的物理量,以往的研究中我们通常采用何种方法来获得?

生: 可用转化法。

⑥师: 转化法是……

生: 通过物理量间的关系,将待求量测量转化为易测物理量实现。

⑦师: 那么,动能大小与那个物理量或过程有关呢?

生(思考): 能量的大小与外力对物体做功有关。

⑧师: 是不是可以通过做功的大小,来获得物体动能的大小呢?

生: 外力对静止小车做功,小车直线运动,获得动能。

⑨师: 你有没有方案来实现如上实验呢?

生: ……

⑩师: 请观察桌上,还有些什么可用的材料?

生: 多根橡皮筋。

⑪师: 用橡皮筋,能不能实现前面讨论的对小车做功?

生: 用橡皮筋固定小车一端,移动小车将橡皮筋拉伸一定长度,放手后,橡皮筋对小车做功。

⑫师: 如何实现做功的大小变化呢?

生: 用多根橡皮筋拉。

⑬师: 实验中需要注意什么?

生: 保证橡皮筋的材质和弹性基本相同,拉动的距离一样。

⑭师: 上面我们讨论了实验的对象、相应物理量的测量,请同学们完成实验装置选择和组合,接下来确定实验的步骤。

显然,通过教学任务分析,教师可以清楚地把握学生习得特定物理概念和规律过程的各个子过程,以及各子过程中解决问题所需的技能和策略,因此,可以明确学生由于没有思路或所需技能而可能出现的学习障碍点,并且可以遵循相

应子环节的策略自己或引导学生有序地思考并选择适当的必要技能，解决子环节问题，并最终习得所学结果。

基于科学心理学的教学理论提出教学模式，应做教学任务分析，而不同类型的学习，教学任务分析的对象及分析途径会有差异，应依据不同学习类型的内部机制做具体分析。

教学界通常有“教学有法、教无定法”的说法，教学有法应指的是“教学是有规律的”，教无定法是指“不同的教师对同一教学内容的规划和处理存在不同”，显然后一种规划和处理上的不同，应该受到教学规律的制约，而教学的规律本质上应该是学习的规律，符合学生学习规律的教学就是有效教学，因此揭示学习的普遍规律就是为“教学有法”打下坚实基础。

参考文献：

[1] 皮连生. 教学设计[M]. 北京：高等教育出版社，2014.

[2] 陈刚. 试论物理课堂教学设计的特征和基本条件[J]. 物理教学，2012(4)：6－10.

[3] [G] 人民教育出版社等. 普通高中课程标准实验教科书物理必修1[M]. 北京：人民教育出版社，2004(77).

[4] 陈刚. 试论探究式教学的实质及实施策略[J]. 教育理论与实践，2012(32)：46－49.

[5] 【美】加涅. 教学设计[M]. 皮连生译. 上海：华东师范大学出版，2004：137.

[7] 陈刚. 试论物理概念和规律的学习与教学设计[J]. 物理教学. 2012(7)，4－10.

[8] 皮连生. 学与教的心理学[M]. 上海：华东师范大学出版社，2004：137.

Instructional Design Model of Learning for Physics Concepts and Laws: From the Views of Learning Psychology

CHEN Gang

(Department of Physics, East China Normal University, Shanghai, 200241, China)

Abstract: An effective teaching is in accordance with students' learning mechanism. Learning psychology revealed the internal mechanism and pointed out the direction for the teaching design. This paper shows that students learn the meaning of physics concepts and laws through theory deduction, experimental instructive approaches and ultimately through the logical processing mechanism. So teachers doing this design should analyze the logical structure of each teaching conclusion, the strategies and necessary skills required for students to solve problems in each learning link. After teachers realize students' internal learning conditions they may reasonably choose the teaching methods and media, may plan the corresponding teaching activities, and may put the teaching effectiveness based on learning mechanism.

Key words: physics concepts and laws; meaningful learning; instructional design model

（责任校对：孙　玉）