

在物理教学设计中引入任务分析程序的探讨

黄彦媚 陈 刚

(华东师范大学教师教育学院 上海 200062)

(收稿日期:2019-03-15)

摘 要:任务分析程序主要包括4个环节:写图式、定内容、析途径、清序列,将其引入到有关物理概念和规律的教学设计中,旨在帮助教师从学习者的角度来梳理学习内容和选择教学策略,提高教学过程的有效性.以“牛顿第三定律”教学为例,说明如何在物理教学设计中引入任务分析程序,揭示习得牛顿第三定律的内部过程及条件,从定性和定量这两个方面对物体间的相互作用进行探究,并清晰地显现规律建立的逻辑思路,从而促进学生科学探究和科学思维核心素养的发展.

关键词:任务分析 规律教学 牛顿第三定律 教学设计

课程改革倡导“学生主体、教师主导”的课堂教学理念,这就要求教师在教学过程中要从学生的实际出发,以学生学习机制为主线来分析和设计教学活动.分析表明,物理概念和规律都是通过相关概念间的关系界定的.

例如,楞次定律就是由感应电流、磁场、磁通量等概念组成的,它表明感应电流的方向与感应电流的磁场、引起感应电流的磁通量变化之间存在定性关系.

学生学习物理规律就是通过学生自己的思维活动形成这些概念间的本质或因果联系,主要表现为定性关系和定量关系.建立物理概念间或物理量之间关系的逻辑机制主要是探究因果联系的归纳法(包括求同法、共变法、差异法等)和演绎法,因此,教师在做有关物理概念和规律的课堂教学设计时,可以通过物理教学任务分析程序,如图1所示,揭示出习得该学习结果的内部过程及条件,具体分析每一教学结论获得的逻辑结构、学生解决问题所需的策略和必要技能,进而合理选择教学方法和教学媒体来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^[1].

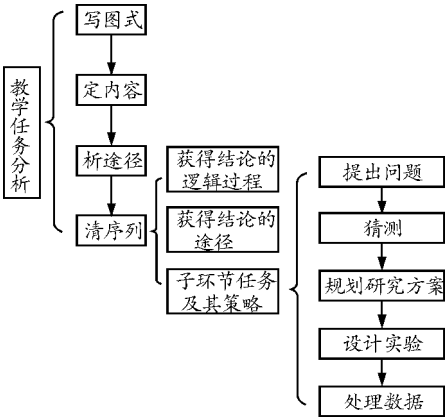


图1 物理教学任务分析程序

接下来以人教版《高中物理·必修1》“牛顿第三定律”这一节物理课的教学设计为例,展示图1所示的物理教学任务分析程序.

1 教学任务分析

教学任务分析程序主要包括以下4个环节^[2],这些环节的引入,有助于教师从学生的角度理清学习内容和选择学习策略,提高教学过程的有效性.

1.1 写图式

牛顿第三定律的图式如表1所示.

作者简介:黄彦媚(1995-),女,在读硕士研究生.
指导教师:陈刚(1964-),男,博士,副教授,主要从事科学课程学习心理及教学理论研究.

表 1 牛顿第三定律的图式

物理意义		指出了物体间一对作用力和反作用力大小的定量关系和方向间的关系
内容		两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等,方向相反,作用在同一条直线上
物理性质	物理对象及过程	两个物体;一个物体对另一个物体施加了力,后一物体一定同时对前一物体也施加了力
	存在规律	三同:同大小;同性质;同时产生、变化、消失. 三异:反向;异体(作用力、反作用力作用在不同物体上);不同效果. 三无关:与物体的种类无关;与物体的运动状态无关;与物体所受其他力情况无关
	规律形成的依据	通过归纳途径,建立一对相互作用力的定性关系 通过 DIS 实验,探究一对相互作用力的定量关系
数学表达式		$\boldsymbol{F} = -\boldsymbol{F}'$
定律适用条件		适用于惯性系中实物物体之间的相互作用
与其他概念、规律的关系		一对平衡力、二力平衡等

1.2 定内容

根据图式可知,本节课主要学习牛顿第三定律的物理意义和性质(命题学习)和牛顿第三定律的数学表达式(符号表征学习).需要学生建立 3 个子结论:

(1) 力的作用是相互的.物体间相互作用的一对力,叫做作用力和反作用力.作用力和反作用力的性质相同.

(2) 非接触力之间也存在作用力和反作用力.

(3) 两个物体之间的作用力和反作用力作用在同一条直线上.

1.3 析途径

牛顿第三定律的学习,可通过经验事实归纳途径和实验归纳途径实现.归纳法是一种由个别到一般的推理,19 世纪英国逻辑学家穆勒对归纳法做了一次系统的阐述,提出了著名的探索因果联系的归纳方法——穆勒五法.本节内容运用了其中的求同法和共变法.

1.3.1 求同法及其结构

求同法是通过考察被研究现象出现的若干场合,确定在各个场合先行情况中是否只有另外一个情况是相同的,如果是,那么这个共同情况与被研究现象之间有因果关系.其结构如表 2 所示.

表 2 求同法的逻辑结构

场合	先行情况	被研究现象
1	A, B, C	a
2	A, D, E	a
3	A, F, G	a
所以, A 与 a 有关		

1.3.2 共变法及其结构

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联系.其结构如表 3 所示.

表 3 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		

1.4 清序列

1.4.1 获得结论的逻辑过程

通过经验事实归纳途径(求同法)获得子结论一,如表 4 所示.

场合 1:两手相拍.随着力气的增大,两只手都越来越疼.

场合 2:手拉弹簧. 弹簧受到手的拉力发生形变,同时手也受到弹簧的拉力.

场合 3:坐在椅子上推桌子. 随着力气的增大,会感到桌子也在推我们,我们的身体要向后仰.

表 4 获得子结论一

场合	共同条件	共同结果
1	左手受到右手的弹力,存在作用力	右手也受到左手的弹力,作用是相互的
2	弹簧受到手的拉力,存在作用力	手也受到弹簧的拉力,作用是相互的
3	桌子受到手的推力,存在作用力	手也受到桌子的推力,作用是相互的

所以,力的作用是相互的,且作用力和反作用力的性质相同

通过经验事实归纳途径(求同法)获得子结论二,如表 5 所示.

它们之间的相互作用力,如图 2 所示. 然后旋转其中一个 小磁针,观察和记录实验现象.

场合 1:将两个条形磁铁的同名磁极相对,两个磁极很难靠在一起.

场合 2:将两个条形磁铁的异名磁极相对,两个磁极很容易靠在一起.

表 5 获得子结论二

场合	共同条件	共同结果
1	同名磁极之间存在磁力(非接触力)	相互排斥
2	异名磁极之间存在磁力(非接触力)	相互吸引

所以,非接触力之间也存在作用力和反作用力

通过实验归纳途径(求同法)获得子结论三,如表 6 所示.

两个小磁针互相靠近、异名磁极相对,首先画出

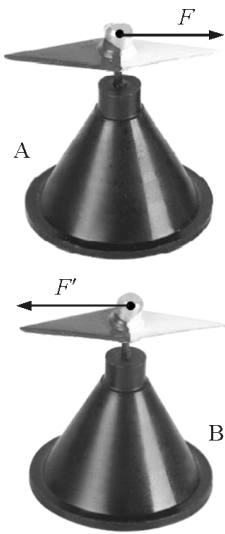


图 2 两个小磁针

表 6 获得子结论三

场合	共同条件	共同结果
1	旋转 A 磁针,B 磁针跟着旋转,始终存在相互作用	两个小磁针的 N 极与 S 极始终在同一条直线上
2	旋转 B 磁针,A 磁针跟着旋转,始终存在相互作用	两个小磁针的 N 极与 S 极始终在同一条直线上

所以,两个物体之间的作用力和反作用力作用在同一条直线上

1. 4. 2 获得结论的途径

基于日常的观察和经验,通过归纳途径(求同法),建立了一对相互作用力的定性关系. 接下来再通过 DIS 实验探究一对相互作用力的定量关系. 实验时,将两只力传感器接入数据采集器,如图 3 所示.

用两手各持一只力传感器,让两传感器的测钩互相钩住,并保持两力传感器手柄平行,用力向外对拉或向内对压力传感器. 改变力的大小、传感器的状

态(如静止或运动),得到两条“力—时间”组合显示图线. 观察分析两条图线,归纳结论.

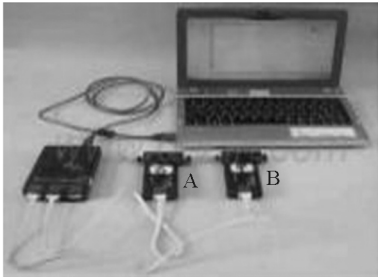


图 3 实验装置图

1.4.3 子环节任务及其策略

如前所述,一对相互作用力的定量关系通过DIS实验探究获得,也就是说学生学习遵循实验归纳途径,需要经历提出问题、猜测、规划研究方案、设计实验、处理数据等环节.

(1) 提出问题

本环节目的是帮助学生明确要研究的问题.
本节课要研究“物体间相互作用力的关系和规律”.关于本研究内容学生具有较丰富的生活经验,因此,教师可以引导学生回忆陈述出物体间存在相互作用力的一些场合,再提出问题:作用力和反作用

力的大小有何关系?

(2) 猜测

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.

猜测不是瞎猜,是基于生活经验、实践经验或理论分析形成研究对象的相关影响因素,运用归纳法或类比推理等方法进行猜测.本节课要研究的规律可由学生从其生活经验出发来进行猜测.

1) 作用力和反作用力大小可能相等(共变法),如表7所示.

表 7 以“划船”为例,运用共变法进行猜测

场合	变化条件	不变条件	结果
1	用较小的力划桨(桨对水的推力小)	桨和水之间存在相互作用	船前进速度慢(受到水的推力较小)
2	用较大的力划桨(桨对水的推力大)	桨和水之间存在相互作用	船前进速度快(受到水的推力较大)

故,作用力和反作用力大小可能相等

2) 作用力和反作用力大小可能不等.
以“以卵击石,蛋破石存”为例进行猜测:作用力和反作用力大小可能不等.

(3) 规划研究方案

本环节目的是帮助学生形成研究的方案.
如前分析,3个子结论都是通过求同法获得的,而经过猜测:作用力和反作用力大小可能(不)相等.学生应该可以想到:多做几组实验,观察两者是

否相等?(即遵循求同法来规划方案)

(4) 设计实验

本环节目的是帮助学生形成用于研究问题的实验.

由于在课堂教学中,提供了基本的实验装置,如力传感器、数据采集器、通用软件、计算机等,也就是测量的技能都是确定的.在此基础上可遵循设计实验通用策略来设计实验,如表8所示.

表 8 实验设计过程

确定实验目的	研究作用力和反作用力之间的大小、方向关系
确定实验中的研究对象	两只相互作用的力传感器
确定实验中研究物体的状态、过程	两传感器的测钩互相钩住,手柄保持平行,用力拉或压
确定需要测量的物理量及测量原理	力传感器 A 受到的力 F ; 力传感器 B 受到的力 F' ; 测量原理:传感器(材料受力形变与电压关系)在计算机软件界面可显示 $F-t, F'-t$ 图像
选择测量各物理量的实验仪器	力传感器、数据采集器、通用软件、计算机
确定每次实验中物理量的变化方式	改变力的大小、传感器的状态(如静止或运动)
确定实验仪器的连接方式	图 3 所示

主要技能:使用DIS力传感器技术,其一是传感器的连接技术;其二是传感器的测量操作技术.

(5) 处理数据

通常显示模式下,观察“力-时间”图线,会发现 $F-t$ 和 $F'-t$ 的图像基本重合,如图4所示,即两个物体间的作用力和反作用力大小始终相等,同时产生、变化、消失.

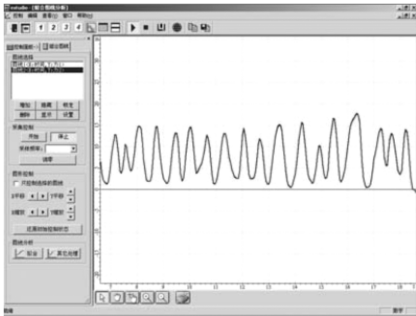


图4 通常显示模式下的“力-时间”图像

如果设置镜像显示,发现两条图线关于横轴对称,如图5所示,说明两力方向保持相反.综上,根据求同法归纳得出结论:两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等,方向相反,作用在同一条直线上($F=-F'$),即牛顿第三定律.此外,需要注意的是,一对平衡力也是大小相等,方向相反,作用在同一条直线上的,但是它作用在同一个物体上,力的性质不一定相同,力的作用效果可以相互抵消,且不具有同时性,可通过列表法将其和一对相互作用力区别开来.

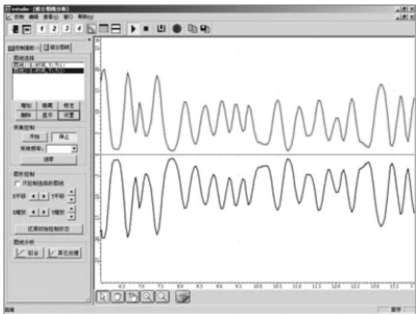


图5 镜像模式下的“力-时间”图像

2 教学流程

在教学设计中引入任务分析这个环节的主要目的是引导教师应用学习分类理论,指导教学策略的

选择,解决如何教的问题^[8].在牛顿第三定律的规律教学中,利用任务分析的结果鉴别出学生需要学习的内容和教师需要选用的教学策略或方法之后,便可制定教学顺序的安排,设计教学流程,如图6所示.

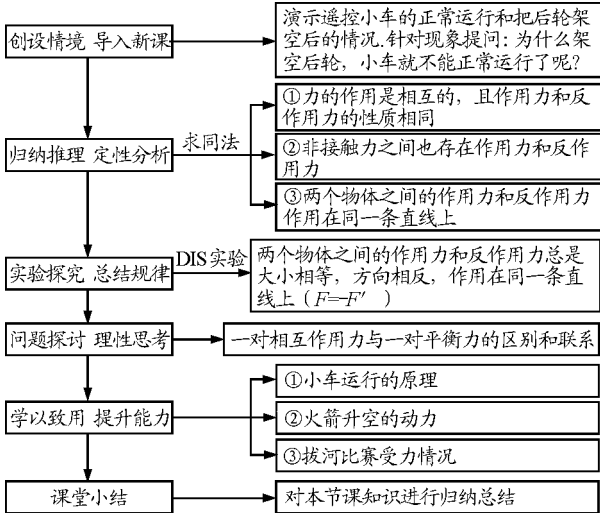


图6 教学流程图

3 结束语

根据物理教学任务分析程序,本文首先通过归纳途径定性分析一对相互作用力的规律,并把规律建立的逻辑思路清晰地呈现出来,让学生有一个感性认识和促进学生养成科学思维;再通过实验途径,定量探究一对相互作用力的方向、大小关系,加深学生对牛顿第三定律的认识,提升学生的科学探究能力;最后引出一对相互作用力与一对平衡力的区别和联系,让学生理性思考.任务分析遵循学生的学习规律,为设计有效教学所必需清楚的内部过程和学习条件提供依据,并对课堂教学事件进行有序规划,是教学设计中非常有效的一种方法.

参考文献

1 陈刚.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.全球教育展望,2014,43(12):58~71
2 陈刚.中学物理课程与教学.上海:华东师范大学出版社,2018.197~214
3 皮连生.智育心理学(第2版).北京:人民教育出版社,2008.310~313