加深对科学教育的理解，做好科学教育“加法”*

——以“牛顿第一定律”的教学为例

吴立东 （北京市第五中学分校 北京 100009）

摘 要 以义务教育物理课程中的“牛顿第一定律”教学为例，教师深刻理解科学知识，才能避免科学教学简单、肤浅；教师深刻理解科学探究的本质，才能避免科学教育形式化、绝对化；教师深刻理解科学教育的文化价值，才能避免科学教育与人文教育分隔。

关键词 科学教育“加法” 科学知识 科学探究 科学文化 牛顿第一定律

文章编号 1002－0748(2024)12－0041 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

加强科学教育既是党的教育方针的要求，也是落实立德树人根本任务的重要途径，还是促进人类科学事业传承和社会发展的坚实基础。在宏观层面，构建高质量科学教育体系是加强科学教育的重要保障；在微观层面，教师对于科学教育的深刻理解并在学科教育教学中体现至关重要。笔者认为，教师应从以下几方面实现对于科学本质的深刻理解。

1 深刻理解科学知识的本质，避免科学教学简单和肤浅

科学知识是人们认识世界、解决问题的基础。科学教学首先追求理解知识，由此引申出一个问题：什么是理解？教育学的观点是：“理解”意味着学生能够掌握知识的内涵和本质，不仅仅是记住表面的事实或公式，而是能够洞察原理、规律和知识之间的联系，并能将其应用于新的情境和问题中。从这个意义上分析，作为初中物理教师，应该在深刻理解科学知识本质的基础上，思考如何通过物理概念、规律、定理、原理教学，帮助学生以科学的视角思考自然、社会和人类，在选择中作出决策，从而指导自己的行动。

科学知识是指人类在试图了解和认识宇宙自然时所努力获取的有关事实和理论的信息。科学知识的形成需要依靠证据并不断被修正。科学知识的更新，标志着人类对客观世界认识的不断修正和完善，不存在永恒不变的科学真理。因此，教师在教学中需要提供证据，引导学生认识科学知识是基于证据建立起来的，新证据的发现可能修正原有的理论。

以“牛顿第一定律”的教学为例，本节课是初中物理教学的难点，研究的是与学生的感知存在一定差距的理想状态下，不受力的物体的运动情况。怎样带领学生寻找证据？怎样在证据的基础上，了解历史上科学家如何通过科学推理和理想化方法建立牛顿第一定律？怎样为学生未来认识“牛顿定律作为爱因斯坦狭义相对论在宏观、低速条件下的近似定律而包含在相对论中”打开一扇窗口？解决了上述问题，才能在物理教学中做好科学教育“加法”。

笔者的“牛顿第一定律”教学采取以下4个环节。

环节一：提出问题，作出假设。

教师演示手推小车，小车离开手后运动一段距离停下来（见图1）。然后提出问题：小车为什么会停下来？学生回答：因为受到阻力作用。教师追问：这是你们的假设，怎样证明你们的假设是正确的？

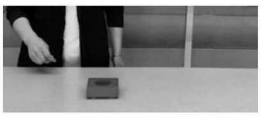

图1

这个环节主要解决学生往往混淆的观点和结论，即把观点当成结论的问题。

环节二：科学推理，梳理逻辑关系。

通过师生共同推理得到阻力大小与小车运动状态改变之间的逻辑关系（见图2）。这个环节主要帮助学生建立符合逻辑的推理过程，通过科学推理和梳理逻辑关系，明确自变量、因变量及在寻找实验证据时如何控制变量，为科学论证做准备。

环节三：寻找证据，科学论证。

师生共同设计实验寻找证据，证明运动物体速度减小的快慢与受到阻力大小的关系（见图3）。

* **基金项目**：本文系2024～2025年北京市物理学会重点课题“中学物理教师专业素养的培养”（课题编号：WLXH241022）的阶段性研究成果。

中国知网 https://www.cnki.net

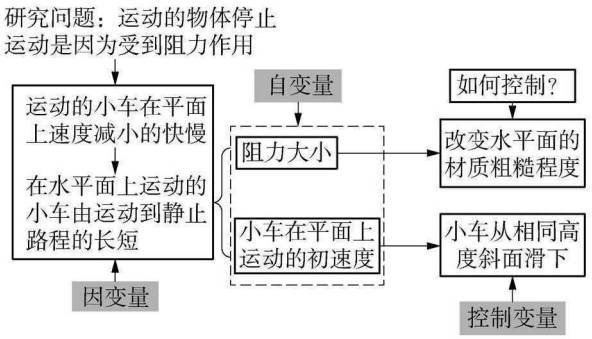

图 2

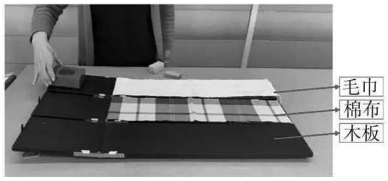

图 3

在多次实验的基础上，学生经过科学推理，得到以下结果（见表 1）。在这个环节中，学生感受了科学知识的形成需要依靠证据，并初识理想化思考。但如果就此得到牛顿第一定律，我们的教学就过于简单和肤浅了。

表 1　阻力大小改变小车运动快慢的推理

次数	水平面	阻力大小	小车运动路程	速度减小到零的快慢
1	毛巾	大	短	快
2	棉布	小	较短	较快
3	木板	较小	长	慢
4	更光滑	更小	更长	更慢
	越			
……	来	越	越	越
	越	来	来	来
	光	越	越	越
	滑	小	长	慢

环节四：总结提升。

在学生体验的基础上，教师引导学生思考：历史上，物理学家是怎样研究力和运动关系的？通过查阅资料、讨论、归纳整理，学生从以下 4 个阶段了解了历史上科学家如何研究力和运动的关系。

首先，亚里士多德认为力是物体运动的原因。从历史的视角分析，在亚里士多德所处的时代，由于生产力水平低下，人们往往以对现实世界的观察为基础来研究身边的世界。因此，亚里士多德强调力是物体运动的原因，这种解释与观察吻合的思想方法已经是人类智力的进步。

其次，伽利略基于实验和推理得到：物体的运动不需要力来维持，运动物体停下来的原因，是因为受到了阻力的作用；运动的物体，如果受到的阻力为零，它的速度就不会减小，将以恒定不变的速度永远运动下去。

第三，笛卡尔基于数学推理得到：如果运动物体不受任何力的作用，不仅速度大小不变，而且运动方向也不变，将沿原来的方向运动下去。

最后，牛顿站在前人的肩膀上，基于总结概括提出牛顿第一定律，并作为他提出的三个运动定律的基础：一切物体在没有受到力的作用时，总保持静止状态或匀速直线运动状态。

经历上述过程，学生不仅感受到科学知识的形成需要依靠证据，而且体会到科学知识不断被修正的发展过程。在此基础上，教师提出引发学生继续深入思考的问题：牛顿第一定律还会被继续修正吗？

基于本节课的学习，此时学生异口同声地回答：会！但在教师怀疑的目光下，学生陷入深入思考。随着讨论中“新的证据被发现”“人类认识水平提高”“新的观测仪器发明”等声音不时发出，带着学生的思考，本节课结束。

在课堂教学中做好科学教育“加法”应该在减少简单、肤浅的习题和测验、按图索骥的实验等的基础上，增加学生寻找、评估和解释证据的过程；让学生了解历史上科学家是如何提出问题、如何寻找证据、如何在解决问题的关键环节推理论证的。科学教育的过程，是思考和询问的过程，是体验和感受的过程，是学生提升科学素养并应用于日常生活中选择和决策的过程。

2　深刻理解科学探究的本质，避免科学教育形式化、绝对化

2.1　科学探究没有一成不变的固定模式

2001 年 6 月，我国启动了面向新世纪的基础教育课程改革。在这次课程改革中，科学领域各学科课程标准中首次将科学探究列为“内容标准”并被归纳为若干环节（要素）。自此，教师在教学中按照科学探究要素设计实践活动，努力帮助学生体验科学探究的过程。

然而，往往教师自以为在带领学生体验科学探索的过程，但结果却可能适得其反。这种范式固然可以让学生体验科学探究的一般过程，但也会使学生在反复体验中，形成程序化的思维定势，只是巩固了为终结性考试评价服务的科学探究技能，而并不具有科学探究的能力，也不能像科学家一样思考问题。

科学探究绝没有刻板的程序，其本质在于不断

中国知网　https://www.cnki.net

追求真理。虽然科学探究在观察实验、依靠证据、猜想假设、逻辑推理等方面具有突出特征，但是科学发展的事实证明，没有一个简单的、一成不变的步骤可供科学家遵循，没有一条道路可以确保正确地引导科学家获取科学发现。科学探究要求科学家持怀疑的态度，在对现有的知识和理论深入理解的基础上进行质疑，并勇于推翻错误的观点和提出新的见解。

为避免科学探究的形式化和绝对化，科学教师需要不断加深对科学探究本质的认识，深刻理解科学探究是一个动态的过程。教师要鼓励学生在解决未知结果问题的过程中思考与质疑，而非仅仅记忆科学探究的要素和程序；教师要为学生创造科学探究的空间，而非提供探究“说明书”；教师要介绍科学史中科学家研究问题的真实过程，而非断章取义地将科学发现模式化；教师要为学生提供评估和批判探究结果的环境，而非按照程序交流相似的“准确结果”。

以“牛顿第一定律”教学为例，学生从教师演示手推小车，小车离开手后运动一段距离停下来开始思考，通过符合逻辑的推理、论证，在了解前辈科学家如何思考运动和力的关系基础上，学习牛顿第一定律。这个简单的实验还提供了一个重要的事实：小车为什么离开手后运动一段距离才停下来？这又是一个需要探究的现象（见图 4）。

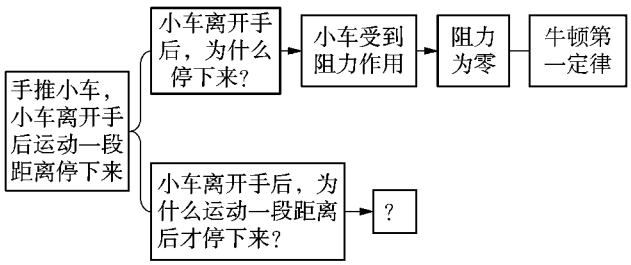

图 4

探究这个问题需要结合学生生活中的现象，唤起他们的回忆，如：公交车刹车时，人站立在车上会发生什么现象？公交车启动时，人站立在车上会发生什么现象？在教学过程中，学生可以正确描述这些现象，但无法找到这些现象背后的原因，需要做归纳推理（见表 2）。

表 2　汽车启动和刹车过程中，车与人的运动状态与受力情况分析

初始状态：人与车相对静止	研究对象	启动		刹车	
		现象	受力情况	现象	受力情况
	车	从静止到运动起来	受牵引力	从运动到逐渐停下来	受摩擦阻力

续　表

	研究对象		启动		刹车	
			现象	受力情况	现象	受力情况
	人	脚	从静止到运动起来（与车相对静止）	受摩擦力	逐渐停下来（与车相对静止）	受摩擦阻力
		身体	后仰	欲保持原有运动状态（静止）	前倾	欲保持原有运动状态（向前运动）

经过归纳发现，无论公交车启动还是刹车，车上的人都要保持原有状态，表现出的现象就是后仰或前倾。按照这个思路，教师带领学生继续分析生活中的问题：汽车行驶时车与车之间为什么要保持车距？汽车行驶中，司机和乘客为什么都要系好安全带？等等。在运用牛顿第一定律研究某一方向的力和运动的关系的基础上，学生通过阅读教材了解牛顿把自然界中物体这种保持原来匀速直线运动或静止状态的性质叫作惯性。牛顿第一定律也被叫作惯性定律。

由此，学生更加深刻理解了牛顿第一定律，理解了任何物体都和周围的物体有相互作用，不受力作用的物体是不存在的，所以牛顿第一定律所描述的状态是一种理想状态。

牛顿力学是牛顿继承并集成了前辈科学家的研究，把几个作为独立的规律，以推论的形式与三个基本定律联系起来，成为一个有机的整体。这些历史上科学探究的结果，奠定了经典力学的基础。今天，初中学生学习牛顿第一定律，不仅可以通过符合逻辑的科学推理得到结论，还能够认识科学探究的真谛。因此，即便在初中物理的教学中，科学探究也不一定有固定的程序。

2.2　科学探究是逻辑与想象结合的过程

纵观科学发展的历史，科学探究需要逻辑与想象结合，逻辑确保了科学的严谨性和可靠性，而想象则体现了科学的创新性和进步性，逻辑与想象在科学探索中各自扮演着不可或缺的角色。

早在公元前 300 年，希腊数学家欧几里得就从一些定义、公理出发，通过演绎的方法，建立了严谨的几何体系。此后，在希腊哲学家发明的形式逻辑体系以及文艺复兴时期伽利略应用的通过实验找出自然现象因果关系的方法的基础上，科学家循着这条“发现的逻辑”推动着科学的发展。但在人类认识自然的历史中，这条“发现的逻辑”并非放之四海而皆准的方法。伽利略对于运动和力的关系的研究过

中国知网　https://www.cnki.net

程不仅是逻辑思维和实证方法的结合，合理假设、直觉思维、大胆想象等非逻辑的思维方式在科学发现中也发挥着重要作用。爱因斯坦也是将逻辑与想象力相结合的典范，他认为想象力比知识更重要，因为想象力可以引导人们提出新的问题和视角。

在科学教学中，教师要兼顾“发现”和“创造”两个逻辑，避免忽视后者，造成学生把科学知识看作仅仅由逻辑思维和实证方法构成的“大厦”，而不能通过其他非逻辑思维方式获得。

3　深刻理解科学教育的文化价值，避免科学教育与人文教育分隔

科学文化的特征体现在：科学文化以求实、求真为根本，突出理性与实证；科学文化具有独创性、普遍性、共有性和共享性；科学文化发展的动力是怀疑与批判精神；科学文化蕴含着伦理道德规范。

科学教育含有科学文化的内涵。科学教育的文化价值在于它不仅传授科学知识和技能，更重要的是它能够培养学生的科学素养，促进科学精神与人文精神的结合，促进个人的全面发展，对社会的可持续发展产生深远的影响。

牛顿第一定律是人类在认识自然的过程中建立的重要定律，它不仅是人类对于物体运动和力的关系研究形成的知识体系，其中还蕴含着丰富的科学精神、科学文化，也是人类道德理想发展的载体。

以“牛顿第一定律”教学为例，从课程层面分析，本节沿着历史发展的进程，在探究“力是否是维持物体运动状态的原因”的过程中，通过质疑、寻找证据、科学推理、解疑，发展学生的科学思维能力，形成对牛顿第一定律的初步认识。在此过程中，教师挖掘和渗透科学文化内涵，通过科学教育，促进科学文化向善臻美，为科学插上情感与想象的翅膀，实现教育的根本目标——促进人的健全发展，为国家民族的强盛提供服务。

综上，基于现阶段初中物理教学发展现状，只有从科学的高度研究物理学科，从科学本质的深度思考物理教学，才能真正发挥物理学科的育人价值。

参考文献

[1] 杨玉良. 构建中国特色世界水平的科学教育体系[J]. 中国教育学刊，2022(10)：1.

[2] 冯华. 科学本质观：发挥科学教育育人价值的关键[J]. 中小学管理，2019(11)：15—17.

[3] 华吉俊. 科学教育人文化的内涵、价值与实现路径[J]. 当代教育与文化，2023(5)：89—95.

[4] 甘晓凤. 科学教育视域下概率思维的培养：理论价值及实践路径[J]. 科技传播，2023(18)：18—20.

[5] 向义和. 大学物理导论——物理学的理论与方法、历史与前沿[M]. 北京：清华大学出版社，1999.

[6] 赵凯华，罗蔚茵. 新概念物理教程·力学[M]. 北京：高等教育出版社，2004.

[7] 郭奕玲，沈慧君. 物理学史[M]. 北京：清华大学出版社，2005.

[8] 冯华. 寓物理学科育人价值于教学中——课堂教学中的述与评[M]. 北京：北京教育出版社，2019.

（上接第46页）

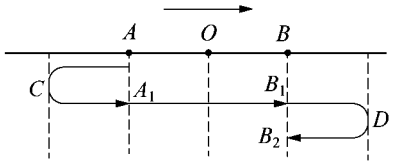

图8

以周期为 $T = 2\Delta t_1 = \dfrac{8}{3}$ s，选项C正确。

点评　解题关键是利用假设法，即首先根据题中选项给出振幅的两个可能值来确定振幅，以便画出简谐运动过程的示意图，通过示意图计算周期。要特别注意对于假设振幅为 $A = 0.2$ m 的情况，运动过程包括两种可能的情形。试题答案为选项A、C、D，而当年高考题给出的答案为选项A、D。

3　结　语

综上可见，在解题过程中都利用了假设法。具体而言，对于例1，由于没有给出平衡位置的确切位置，因此需假设平衡位置位于两点之外或两点之间，根据两种情形分别研究运动情况，画出运动过程示意图；对于例2，根据选项可知振幅有两种可能性，因此需假设振幅的取值，根据两种情形分别研究运动情况，画出运动过程示意图。此外，在解题过程中，需进行全面考虑，以免漏解。两道高考题描述的简谐运动过程以及物理情境比较复杂，试题难度很大，而利用简谐运动过程示意图进行解答，可化难为易，显得直观简便，收到事半功倍的效果[1]。

参考文献

[1] 王颍水，董中奎. 2010年全国高考理综卷Ⅰ第21题的四种解法[J]. 中学物理教学参考，2010(7)：37—38.

[2] 闫素坤. 对2010年高考理综全国Ⅰ(大纲卷)第21题参考答案的质疑[J]. 中学物理，2010(15)：39.

中国知网　https://www.cnki.net