



让课堂成为引发质疑与促发高阶思维的真实场域^{*}

——品评区级研究课“再看 $v-t$ 公式和 $x-t$ 公式”

张春丽

(北京市朝阳区教育研究中心 北京 100021)

(收稿日期:2020-10-22)

摘要:文章通过对一节区级研究课的品评,旨在促进中学物理课堂教学的常态化改进,关注学生自主学习习惯的养成和高阶思维能力的提升,关注一线教师在新一轮课改背景下课堂教学设计水平的进一步提升,力求学科核心素养在课堂主阵地得到有效落实。

关键词:课堂 引发 质疑 高阶思维 场域

为了促进学生自主学习习惯的养成以及高阶思维能力的逐步提升,也为了促进一线教师在新一轮课改背景下课堂教学设计水平的提升以及推动核心素养在课堂主阵地的生根、开花和结果,前不久笔者主持了一节区级研究课。本节课由北京市朝阳区

外国语学校艾蒂老师执教,课题是“再看 $v-t$ 公式和 $x-t$ 公式”,是连堂大课,共 90 min。本节课是人教版必修 1 教材第二章“匀变速直线运动的研究”的首节课堂教学。

图 1 是本节课的教学基本流程。

教学背景:学生已完成第二章“匀变速直线运动的研究”全章的自主预习(暑假作业)



核心主题:再看两个基本公式 $v = v_0 + at$ 和 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$; 问题:你对其推导过程有疑惑吗?



教材用什么方法推导得出 $v-t$ 公式? 这样的理论推导合理吗? 你怎么能验证它?



教材上讲小车在重物牵引下的运动是匀变速直线运动,事实真的是这样吗?
学生设计实验,建立表格,记录数据,描绘 $v-t$ 图像



挑选学生所描绘的典型 $v-t$ 图像、学生自主点评、其他学生点评、教师点评



讨论:为什么一定要把这些数据点描绘成直线而不是曲线或者折线?



根据实验获得的图像得出 $v-t$ 关系后追问:直接用加速度定义式变形就可以快速得出 $v-t$ 公式,但教材在本章开始先安排一个实验描绘 $v-t$ 图像后,再推出 $v-t$ 公式,这里遵循的逻辑是什么? 揭示:匀变速直线运动这一理想化模型构建的现实性、必要性以及 a 恒定的特性



^{*} 北京市物理学会张春丽名师工作室项目“关于高阶思维的研究与实践”的阶段性研究成果。

怎样推导得出 $x-t$ 公式? 证明 $v-t$ 图像面积等于位移的过程渗透着分割、积累、极限的思想. 第一次用这种难懂的思想方法定量推导一个公式, 尤其是锯齿部分的差异似乎总存在, 这样的理论方法对吗? 你能否通过实验的方法验证 $x-t$ 公式进而验证这种思想方法的正确性?



方法 1: 学生实验描绘 $x-t$ 图像, 验证二次函数方程; 方法 2: 用计算机拟合得出方程, 与刚才的 $v-t$ 图像对比初速度和加速度; 方法 3: 化曲为直, 根据 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$, 描绘 $\frac{x}{t}-t$ 图像来验证

图 1 “匀变速直线运动的研究”教学基本流程

衔接式问题创设: 小车为什么会做匀变速直线运动? 产生该运动的具体条件是什么?

以下分享笔者对本节课的品评, 期待我们的课堂教学能常态化地成为引发学生质疑、促发学生高阶思维的真实场域.

1 一节“有的”的课 —— 突破低阶目标 力求思维进阶

什么样的课是一堂好课? 笔者心中的好课肯定得“有的”. “有的”是指无论是课堂教学设计环节, 还是课堂的实操环节都要围绕着清晰的、恰当的认知目标.

布卢姆依据思维方式的复杂程度, 将认知目标由低到高分类为知道、理解、应用、分析、综合和评价, 并将其中的知道、理解和应用进一步分类为低阶思维, 将分析、综合和评价分类为高阶思维. 安德森等对布卢姆认知目标进行了修订: 将原来的“知道”改为“记忆”, “综合”和“评价”统称为“评价”, 并新增加了“创造”维度^[1]. 这种由低阶到高阶的目标划分, 被国内外许多学者所认可.

本节课知识目标的核心是: 理解匀变速直线运动的模型特点, 理解匀变速直线运动的速度、位移随时间变化的规律即 $v-t$ 公式和 $x-t$ 公式, 并能推导. 在实际授课中, 不少教师往往是这样处理的: 教材中第一节的实验不一定做 (即使做了也并没有体会这样做的目的和逻辑是什么), 速度公式由加速度公式稍微变形就能得出 (也不管加速度是否恒定, 不理睬这样推导是否合理); 位移公式利用 $v-t$ 图线下的面积顺理成章推导得出; 接下来尽快开始花大量时间理解公式中各量的含义并训练大量的题目. 笔者认

为这样的教学基本限制在低阶认知目标的层面, 是缺乏学科素养滋养的“营养不良”的课.

本节研究课基于学情 —— 已经预习的真实基础, 注重引发质疑、注重从高阶思维层面来确立科学的教学目标. 使学生亲历实验操作、分析处理、解释、交流和评价的各环节; 亲历匀变速直线运动这一理想模型构建的思维过程; 亲历对 $v-t$ 公式、 $x-t$ 公式由来的质疑和推理论证; 进而使学生亲历尊重事实、求真严谨的科学态度, 在高阶层面达成了学生的思维体验和收获. 这也正是本节课在认知目标上的突破性所在.

2 一节“有效”的课 —— 用心教学设计 促发高阶思维

笔者心中的好课肯定得“有效”. “有效”是指真正能有效达成教学目标、真正能有效发展学生思维水平的课. 为“思维而教”是我们每个教育实践者一直以来的重要理念, 新课标颁布后, 科学思维的要素有: 模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新^[2]. 这些要素几乎都属于高阶思维层面, 所以“为高阶思维而教”也就成为确保物理学科核心素养落地的关键理念之一.

2.1 实施单元整体预习 为高阶思维的促发奠基

高阶思维能力提升的核心途径就是加大学生自主学习和独立思考的习惯, 可以说没有独立思考就不可能有论证、评价、质疑和创新等高阶思维能力^[3]. 一直以来, 我们的课堂有低阶、低效之顽疾, 其中一个主要问题就是教师没有真正厘清两个问题: 第一, 哪些问题是学生自主可以独立钻研并解决的? 那么解决这些问题的自主权就必须真正彻底地

交还给学生;第二,哪些问题是学生绞尽脑汁也难以突破和解决的?那么这些问题才是拿到课堂上进行充分论证、碰撞进而智慧解决的.课堂上高品质解决这些“真问题”,课堂才能真正成为促发高阶思维的场域.这样的课堂才可能更有利于传递使其受益终生的物理文化,这不正是我们期盼的最佳质效吗?

笔者一直主张不要给教师增添太多不合实际的“复杂”,动辄设计导学案、预习作业、预习视频……使得教师们疲于应对,很难静下心来在深度教学的展开上仔细琢磨.笔者一直倡导我国传统质朴的“预习”:学生认真阅读教材内容,提炼主题、逻辑线索和自己的疑问与困惑,教材课后的练习题就是最好的自主学习反馈检测,在此基础上,学生带着一些自己的收获、思考和疑惑走进课堂,为课堂的“深度教和深度学”奠定了实质性的基础.

本节课,学生是在已经预习完全章内容的基础上进行的(该校给学生的暑假作业就是自主学习必修1前三章的内容),这也是笔者竭力倡导的“单元整体式预习”,因为单元整体式教学倘若是在学生单元整体式预习的基础上,方能在高阶认知目标的达成上提供充分的张力和空间.这是因为高阶思维目标往往不是在有限的微观课时目标内能够实现的,往往需要多个课时甚至一段时间的教与学才能保障,因而才有“单元教学目标”这一中观目标存在的必要,在此基础上也才有宏观上学科核心素养目标的真正实现.本节课,正是基于“单元整体式预习”,才有了这一整合性主题“再看 $v-t$ 公式和 $x-t$ 公式”的智慧提炼和有效展开,不能不说这是一次很有价值的尝试和探索.

2.2 用心教学设计 让高阶思维真正发生在课堂

一方面,当前大多数教学设计都是基于学生没有任何预习基础所做的“新课教学设计”,因而多有这样的场景:或是在引入环节上徘徊一番;或是在创设情境上徘徊一番;或是在简单问题上流连一番……最后受课堂时间限制,很难留下充足的时间来充分解决学生真实的困惑点,长此下去,学生也就越来越不会发现问题、深度思考和钻研解决问题,因而很难在高阶思维目标上有所突破.

另一方面,不少教师意识到要让学生解决自己

力所能及问题的重要价值,也意识到了挖掘学生独立思考潜质的重要意义,也在不断强调课前的预习,然而问题的关键在于,教师的授课依旧按照惯例推进,依然是“新课教学设计”,教学的起点依然惯性地在学生“没有预习”的基础上设计,长此下去,学生还预习吗?连学生自己都觉得预习简直是在浪费自己的时间,反正课堂上要重来.更有甚者,竟然在课堂上规定拿出10 min左右的时间预习整篇课文,这是真预习吗?走马观花、浅浅一掠,这究竟是在培养独立思考,还是在豢养浅表学习的不良习惯?

本节课真实地基于学生的预习,高阶地提出了一系列质疑和有品质的问题,在一个个疑问解惑的过程中,学生得到了潜移默化,在质疑中收获了预习所没有达到的思考深度,在解决问题中体验到了思维方式的妙趣,学生思维的灵活性、深刻性、批判性等都在真实的情境中得到了提升,课堂成为高阶思维真正发生的场域.这样的场景让笔者想到了西方的课堂文化,想到了苏格拉底课堂常态的“辩论”和“真理越辩越明”;想到了伽利略对当时神一般人物亚里士多德的诸多观点的质疑;甚至想到了为什么物理学诞生于西方……我相信,像本节课这样的课堂成为常态时,学生们必定会成为“习惯性生产问题”的独立思考者和“敢于尝试问题解决”的探究创新者,这不正是我们想要培养的、当前比较匮乏的人才吗?

3 一节“有趣”的课——自主实验展示 数据证据解释

笔者心中的好课肯定得“有趣”,只有学生真正感到有趣,才能激发大脑的深层区域,进而思维活跃、发散且充满审辩,真正参与到课堂“问题环节”的深度教学中.

事实上,学生只要到了实验室就兴奋,更不用说自己动手实验来肯定或否定自己的想法了,这是一种原生态的“有趣”.

本节课基本都是学生动脑设计、动手操作、设法处理数据、展示、解释、评价和交流,学生时不时思维激荡、妙语连珠.例如,学生在回答老师的问题:直接用加速度定义式变形就可快速得出 $v-t$ 公式,但按

照教材的逻辑还是先通过实验的方法描绘 $v-t$ 图像后得出 $v-t$ 公式,这是为什么呢?有学生回答:“因为物理是一门以实验为基础的科学”,学生自发鼓掌.艾蒂老师评价道:“是的,XXX同学说了一句至理名言.但是我们总不能为了实验而实验吧?”再一步步引发学生的深度思考:基于本实验,发现生活中的确存在一些近似匀变速的实际运动,所以才有必要建构匀变速直线运动这一理想化模型,有了这一模型就可以解决一类实际问题.从中体会建构物理模型的价值以及物理学的研究思想和方法……

再如,本节课在展示学生画的 $v-t$ 图像时,采用的是学生点评加教师点评,课堂生成很多意想不到的、可贵的生成性资源.在展示学生作品时发现:有的标度太小,图像没能展开,有学生点评误差太大,也有学生点评这不是实验带来的误差,而是数据处理时带来的问题:没有选用合适的标度……还有把 $v-t$ 图像连成折线的,有学生点评认为是错的,也有学生争论说不能说是错的,只是没有考虑到全过程规律性的趋势.教师称赞的同时,启发学生进一步体验构建匀变速运动模型的必要性以及在建立物理规律时所运用的逻辑归纳、理想化等思想方法……有非要从坐标原点画线的,在展示时因为其他学生的质疑,自我分析原因发现是惯性使然,没有尊重实际获得的数据,其实初速度不是零,教师再强调物理实验求真求实的科学态度……

本节课在展示、解释、交流和点评的环节中,学生的思维状态得到了充分的激活,自我反思、批判质疑、论证、解释……好一幅思维灵动的场景,这是一种激发态的“有趣”.

4 一节“有序”的课——渐次深入和拓宽 贯穿理论与实验的统一

笔者心中的好课肯定得“有序”。“有序”主要是指一定要有层级的序和逻辑的序,课堂的逻辑是课堂一气呵成的动力源泉.

一方面,本节课贯穿始终的是对解决问题时渐次深入和拓宽的层级感;另一方面,本节课贯穿始终的是理论与实验相统一的逻辑感;即理论与实验的相互印证、相互融合,而这一学科思想的渗透是本节

课的亮点之一,也是学科核心素养的一次着实修炼.

例如,本节课在学生回答 $v-t$ 图线与对应 t 轴所围的面积等于运动物体在这段时间内的位移,并用矩形面积加三角形面积证明 $x-t$ 公式之后,教师又抛出一个基于逻辑的反问:证明 $v-t$ 图像下面积等于位移的过程渗透着分割、积累、极限的思想方法,这是我们第一次用这种神奇的思想方法来定量证明推导一个公式,其中会不会有误差?尤其是锯齿形部分的差异似乎总是存在,这个公式对吗?这个理论推导这么难理解,难道你们对它就没有一点怀疑?如果只看理论推导,我是不信的.现场发现:学生都很诚挚地点头表示老师道出了自己的心声.暴露真实的思想问题,何等真实而精彩.紧接着教师抛出关键问题:你能否通过实验的方法来验证这个 $x-t$ 公式进而验证这些思想方法的正确性?笔者相信,课堂推进到此,学生其实早已摩拳擦掌迫不及待想要开始实验验证了.

当学生自己设计方案,根据刚才描绘 $v-t$ 图像时的纸带数据,描点获得 $x-t$ 图像,而且采用待定系数法算出二次项、一次项系数后,再用其他点几乎完美验证该 $x-t$ 图像确实是抛物线后,再比对刚才 $v-t$ 图像的初速度和加速度的数值,学生会发出惊叹之声.在实验误差极小的情况下完美吻合.之后教师再质疑、挑战式地追问:这么繁琐,有没有更好的办法?学生呼吁方案二:交给计算机来处理吧,当计算机完美拟合图像且自然呈现二次函数方程时,学生再一次发出惊叹之声,教师再次质疑、挑战式地追问:还嫌繁琐,二次函数曲线很不方便,有没有更直观的办法?在学生独立深思之后再交流碰撞,学生们竟然比较顺畅地得出了方案三“化曲为直”:在 $x-t$ 公式左右两边同时除以 t , $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$,描绘 $\frac{x}{t}-t$ 图像来验证更漂亮.本节课在思维的深度上渐次深入,在思维的宽度上逐步拓宽,真是高阶思维的营养大餐.

本节课,教师在解决完上述问题后,精辟的点评进一步清晰勾画了本节课的逻辑主线,且画龙点睛、意味深长:“同学们,今天我们对匀变速直线运动的 $v-t$ 和 $x-t$ 这两个基本公式,从理论和实验两个角

国际物理教育研究的现状与动向

——基于 PRPER 近 15 年物理教育研究论文(2005—2019)的内容分析

陈颖怡 张军朋

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2020-09-27)

摘要:以权威期刊 PRPER 近 15 年的文章为研究对象,运用内容分析法对国际物理教育研究的现状和动向进行分析.结果表明 PRPER 论文数量逐年增加,主要聚焦于评价、物理课程与教学、学生和教师的态度和信念等研究主题,涉及力学、电学、量子物理等学科领域.当前国际物理教育研究具有研究方向多样化、重视以学科为基础的教育研究模式和关注信息化资源共享等特点.

关键词:PRPER 内容分析法 研究主题 研究现状

《物理评论-物理教育研究》(《Physical Review-Physics Education Research》,PRPER)是美国唯一以物理教育研究(PER)人员为主要读者的期刊,是国际上最具代表性的物理教育研究期刊.本文以 PRPER 在 2005—2019 年发表的 685 篇论文为研究资料,采用内容分析法对国际物理教育研究进行系统分析,以期对国内物理教育研究有所启示.

度进行了再研究,我想同学们不仅对两个公式的认识更深刻了,而且也认识到了理论与实验相统一的重要性.物理学向来追求理论与实验的相互印证、相互解释和相互融合.正如诺贝尔物理学奖获得者密立根的名言:“科学靠两条腿走路,一是理论,一是实验.有时一条腿走在前面,有时另一条腿走在前面,但只有使用两条腿,才能前进.”精练的总结、幽长的回味.

5 一节“有感”的课——引发问题产生 诱发问题探索

笔者心中的好课肯定得“有感”。“有感”是指要有疑惑,要有还没弄清楚的问题.笔者心中的一节好课,应该是学生带着疑惑的问题而来,经过课堂的深度教学,有效解决了这些疑惑,同时还能启发学生再带着新的疑惑离开课堂,让这些新的疑惑变成浓浓的好奇,激发学生新的自主学习和探索.

1 研究设计

1.1 研究方法

本研究遵循内容分析法的研究过程,在通读 685 篇文献的摘要和浏览全文的基础上,建立分析变量框架,将标题、作者、发表年份、研究主题、学科领域进行归类编码,最终以图表的形式展示数据.

本节课最后的结语是:通过本节课,同学们确认了小车这样的运动的确可视为匀变速直线运动.同学们难道不好奇:为什么小车的运动是匀变速直线运动呢?匀变速直线运动产生的本质条件是什么呢?要不要再思考探索一下?

长此下去,学生的深度思考和深度追问自然成为习惯,而良好的思维习惯则是成就高阶思维品质的关键.

物理教师应当秉承的理念:为思维而教!为高阶思维而教!

参考文献

- 1 洛林·W·安德森.布卢姆教育目标分类学[M].蒋小平译.北京:外语教学与研究出版社,2017
- 2 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018
- 3 张春丽.对“基于高考评价体系的五种关键能力”含义界定的尝试[J].物理教学探讨,2020(6):41~55