

基于科学论证的“超重和失重”教学研究*

徐丹丹 桂维玲

(山东师范大学物理与电子科学学院 山东 济南 250358)

孙 莉

(山东省实验中学 山东 济南 250001)

(收稿日期:2020-04-17)

摘要:基于科学论证理论,以“超重和失重”一节为例,针对“超重和失重的产生条件”这一问题,从“提出科学主张”“证据收集”“开展科学推理”等3个方面剖析教材内容,并提出了教学建议,认为教学过程中鼓励学生大胆质疑、注重论证性话语的引导以及对论证过程合理评价可以使论证式教学更有效。

关键词:科学论证 超重和失重 中学物理 图尔敏论证模式

《普通高中物理课程标准(2017版)》中明确将科学论证列为“科学思维”的要素之一,首次将“科学论证”写入我国物理课程标准。由此,培养学生使用科学证据的意识以及科学论证的能力成为科学教育领域的热点研究问题。然而,国内目前关于科学论证的研究主要集中在科学论证能力模型建构、科学论证的评价方式、科学论证的培养手段以及科学论证教学的框架分析等内容。

基于特定主题的科学论证的教学是科学论证教学能够在教学中得以实施的关键内容之一,但在目前的教学仅有不多的研究者关注这一问题,如文献[1]提出论证是一个进程,论证教学中的知识通常不是一次性完成的,是需要不断重复。文献[2]指出论证教学过程中注重证据的获得,提倡“有理有据,用证据说话”。即已有的研究中重点关注了科学论证的过程,对论证过程的评价关注是不足的,因此本文融入了对科学论证过程的评价,如何将论证引入物理课堂教学,特别是对具体教学内容主题的设计的呈现,因而,提出具体的设计方案,为一线教学

提供参考就显得尤为重要。

本文以“超重和失重”一节为例,基于科学论证理论,从提出科学主张、收集证据、开展科学推理3方面剖析教材,提出教学设计。

1 基于科学论证教学的理论基础

科学论证是科学探究中一项重要的活动,其内涵是针对没有明确的科学问题,经过社会性的协作、商讨过程,支持各自的观点,并批驳相异的观点,以解决问题并获取知识的活动^[3]。从论证结构来看,论证主要由主张、证据、推理3部分构成。主张是指对研究问题的结论、猜测、解释;证据是用于支持主张有效性或合理性的观察或测量,它可以是事实性的证据,也可以是理论性的证据;推理是用来阐明证据为什么支持主张,以及证据如何支持解释,在证据和主张之间建立起逻辑推理关系^[4]。

基于科学论证的课堂教学需要一定的理论支持,对实施基于科学论证的教学影响最大的理论是图尔敏论证模式,如图1所示,该模式由资料、主张、

* 教育部2018年产学研合作协同育人项目“校企共建VR物理实验中心的建设”,项目编号:201801267028

作者简介:徐丹丹(1995-),女,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理)。

指导教师:桂维玲(1965-),女,教授,主要从事教育神经科学及光学材料分析等研究工作。

理由、支持、限定条件、反驳六大要素组成。

图1中,“资料”即开始研究和论断的材料或信息,当主张受到质疑时,用来作为辩护的依据;“主张”即针对某一物理问题或现象做出一项论断,是论证者在论证中要证明为正确的结论,该结论允许不断被修正和改进;“理由”即说明如何用资料或数据通过推理进而得到一项结论;“支持”是理由的支援性陈述,论证者所依据的理论、定律、通则、公式等,用来阐明提出主张的原由;“限定条件”是有的结论必须附加一定的条件才能成立,它是主张正确性的前提;“反驳”是有些情况下,就算加上限定条件,也不能完成从资料、理由到主张的推理,也不能使主张不能成立,于是出现了反驳^[5]。

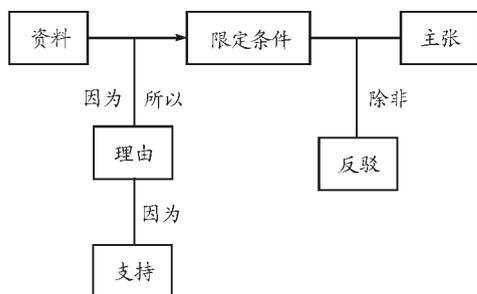


图1 图尔敏论证模式

图尔敏论证模式,由于其既可以支持师生学习有效的科学论证,也可以作为评价论证教学的工具^[6],在教育领域得到广泛的认可和应用,因此本文也以其为理论基础构建基于科学论证的物理教学。

2 选择适合基于科学论证的物理教学课题

“超重和失重”是人教版普通高中物理教材必修1的教学内容,是在学习了牛顿第二定律之后又一能体现运动观和相互作用观的概念. 它的教学重点在于实验探究与理论分析相结合,理解超重、失重的概念及其产生条件,并学会运用解决实际问题. 对于超重和失重的产生条件,有研究提到:加速度可以作为超重、失重的“判据”,即当加速度向上时超重,加速度向下时失重^[7]. 对于这一判据的科学性,有学者提出了质疑,认为该“判据”未体现物理实质,只反映了物理过程中表面的、暂时的、偶然的、不稳定的联系,缺少物理内涵^[8]. 究竟哪种观点是科学的、正确的,笔者认为应通过科学论证做出判断,这也是一个很好地指导学生开展科学论证和质疑的实例。

3 基于科学论证的“超重和失重”物理课堂示例

根据上述论证的理论框架,可制定图尔敏论证教学模式在课堂中的具体展开流程,如图2所示,将“超重和失重”一节中,“超重和失重的产生条件”这一知识点合理地融入进图尔敏论证模型. 为了开展这一论证活动,首先打好基础,带领学生通过“电梯里的力”小视频掌握“超重”“失重”“视重”“实重”的概念,避免学生陷入“超重就是重量增加,失重就是重量减小”的误区。

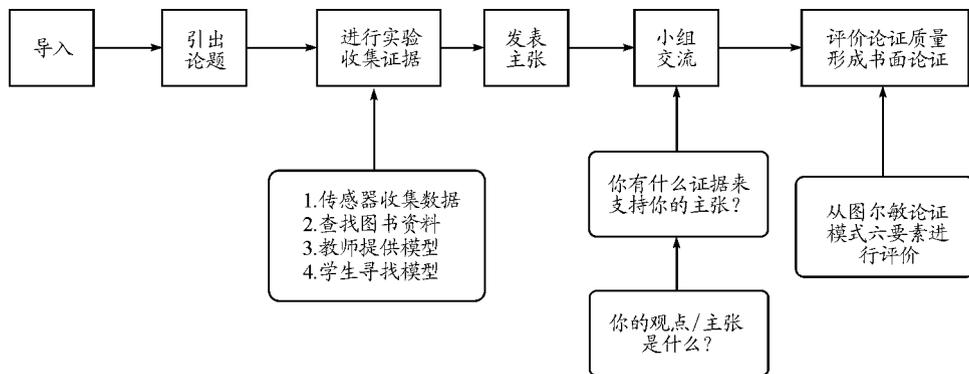


图2 科学论证教学模式课堂展开流程图

3.1 设置问题情境 引出论题

体重计示数变化反映出人有时处于超重,有时

处于失重,那什么情况下会产生超重现象? 什么情况会产生失重现象呢? 超重、失重的产生条件是什么

么呢?教师给出问题情境,引发学生深入思考.

3.2 进行实验 收集资料 寻找证据

基于科学论证的教学,其核心和关键在于证据的收集.只有建立在充分的、科学的证据基础上提出的主张才更具有说服力.把课堂交给学生,让学生亲

身经历实验探究的过程,采用传感器技术,使实验结果更加直观.学生站在力传感器上完成下蹲和站起动作,观察计算机采集的学生下蹲和站起过程中力传感器的示数随时间变化的情况图线,记录数据,填写表1.

表1 下蹲和站起过程分析记录表

运动过程	速度变化情况	加速度方向	F 与 G 的关系 (" $>$ "或" $<$ ")	状态 (超重或失重)
下蹲	增加	向下	$F < G$	失重
	减小	向上	$F > G$	超重
站起	增加	向上	$F > G$	超重
	减小	向下	$F < G$	失重

引导学生分析数据,再一次巩固超重和失重的概念.教师设置启发性问题:超重失重与运动方向有关吗?与加速度的方向有关吗?

学生通过观察表格发现,超重和失重与运动方向没有对应关系,但人处于超重状态时,加速度方向都向下;人处于失重状态时,加速度方向都向上.由于主张允许被修改,所以学生可以提出暂时的主张.

教师指导学生寻找可以作为证据的资料,资料可以来自于图书馆、教材、网络,进行分析推理.

资料1:假设在加速度为 $6g$ 的航天员超重训练设备内,有一条绳子系着 1 kg 的物体.

(1)当设备的加速度竖直向上时,绳子受到的拉力多大?

(2)当设备的加速度竖直向下时,绳子受到的拉力多大?

解题步骤能够反映学生的逻辑思维能力水平,在解题过程中发现了问题,也就发现了自己知识结构中的不足.通过解答资料1的问题,学生发现在加速度等于 $6g$ 的情况下,不管加速度的方向向上还是向下,物体都处于超重状态,这跟最初的主张相悖.学生有了疑问,就会跟教师、同学交流想法,寻找问题的答案.

资料2:教师提供物理模型,如图3所示,学生对物块进行受力分析,得出在加速度向下的过程中物块分别处于怎样的状态.

资料3:学生寻找物理模型,针对模型,进行合理推理.在资料1和资料2的启示下,学生发现当拉力的方向与重力的方向相同时,就会出现即使加速度向下也会出现超重现象.

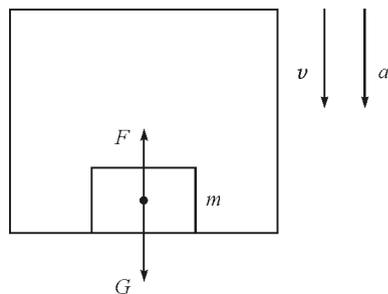


图3 教师提供模型

3.3 基于证据 发表主张

利用牛顿第二定律结合超重、失重的概念,学生对加速下降、减速下降、加速上升、减速上升4个过程利用牛顿第二定律进行理论分析.提出主张:超重、失重与加速度的方向有关,加速度向上超重,加速度向下失重(或超重、失重与加速度的方向无关).教师在这一阶段注重对学生的主张和证据之间的关联性,注重引导学生形成前后逻辑一致的观点.

3.4 小组交流 支持或反驳主张

引导学生基于收集到的资料进行推理以支持自己或反驳他人的观点,使资料转化成为有力的证据.教师可以语言引导,小组交流讨论,并将论证的主要内容填写表2中.

表2 论证记录表

环节	内容
主张	加速度向上超重,反之失重
证据	(1) 事实性证据:人站在体重计上完成下蹲和站起动作时,力传感器传出的数据显示,向下加速失重、向下减速超重、向上加速超重、向上减速失重(即加速度向上超重,反之失重). (2) 理论性依据:利用牛顿第二定律,通过推理,得出加速度向下处于失重状态,加速度向上处于超重状态
推理过程	加速下降(加速度向下): $G - F = ma, F = G - ma < G$,此时处于失重状态; 减速下降(加速度向上): $F - G = ma, F = G + ma > G$,此时处于超重状态; 加速上升(加速度向上): $F - G = ma, F = G + ma > G$,此时处于超重状态; 减速上升(加速度向下): $G - F = ma, F = G - ma < G$,此时处于失重状态
反驳	根据教师提供模型(图3)以及资料分析加速度向下的物理情境,由牛顿第二定律: $G - F = ma, F = G - ma < G$. 当 $0 < a < g$ 时, $F < mg$,支持力与重力方向相反,此时物体处于失重状态; 当 $a = g$ 时, $F = 0$,此时物体处于完全失重状态; 当 $g < a < 2g$ 时, $F < mg$,支持力与重力方向相同,此时物体仍处于失重状态; 当 $a > 2g$ 时, $F > mg$,支持力与重力方向相同,此时物体处于超重状态
修改后主张	加速度的方向作为判断超重和失重的“判据”具有片面性,只有当加速度向下且小于 $2g$ 时,物体才处于失重状态,其他都处于超重状态

3.5 评价论证质量 形成书面论证

根据自己的科学论证记录表,小组之间相互讨论、评价.从论证的各要素进行评价,如资料的数量、证据的有效性、推理过程的可靠性、主张的合理性、证据是否可以反驳他人主张等方面进行评价.并结合物理学科核心素养中科学论证的水平划分评价学生论证质量.

水平 1:能区分观点和证据;

水平 2:能使用简单和直接的证据表达自己的观点;

水平 3:能恰当使用证据表达自己的观点;

水平 4:能恰当使用证据证明物理结论;

水平 5:能考虑证据的可靠性,合理使用证据.

任何能力的获得都不是一蹴而就的,教师长期对学生的论证过程进行评价追踪、及时反馈,有助于帮助学生形成协调一致又不断发展的科学论证能力.

最后对“超重和失重的产生条件”形成书面论证,促进学生形成严谨认真的科学态度.

4 对基于科学论证的高中物理教学建议

教师的教学方法和学生对知识的掌握程度是紧

密相关的,采用论证式的教学方法能够有效提高学生的科学思维能力,也为我国物理课程教学提供了一种新的教学模式.基于科学论证的“超重和失重”教学过程,对开展科学论证的物理教学提出以下建议.

(1) 论证过程中鼓励学生大胆质疑

陈献章曾说:“学贵知疑,小疑则小进,大疑则大进.”在本节课的教学过程中,我们发现学生多数不敢质疑.教师应鼓励学生大胆提出自己主张,主张不同时,敢于质疑他人主张.教师成为学生学习氛围的制造者,这有助于学生在学习物理知识时由畏惧心理到挑战心理直至战胜心理的转变,只有学生积极主动地进行思考辅之以科学的证据才能提出科学的质疑,这离不开教师给学生创造的轻松愉快的学习氛围.

(2) 注重论证性话语引导

采用论证式的教学方法,论证过程中的许多术语是学生难以理解的,所以教师应将论证过程的内涵进行可操作性定义,通过设置启发性的问题引领学生完成论证过程.比如,用“你的观点是什么?”来引导学生阐述自己的主张;用“支持观点的证据有哪些?”来引导学生寻找证据;若出现反驳阶段,用

增强感知体验 优化习题教学

刘 钦

(桐乡市高级中学 浙江 嘉兴 314500)

(收稿日期:2020-02-28)

摘 要:习题教学是物理教学中必不可少的重要组成部分,是概念、规律的延续和深化,通过对习题的讲解,可以帮助学生掌握物理知识和方法,思维得到训练,学科素养得到提高.本文从习题教学体验缺失出发,然后介绍了习题教学中如何增强体验的策略,最终进行反思.

关键词:感知 体验 优化 习题教学

为师者都特别重视“学以致用”,而物理学科本身就是非常强调应用的学科,而学生在学习阶段做适量的习题,也可以看作在校期间的“学以致用”.

习题教学是物理教学中必不可少的重要组成部分,是概念、规律的延续和深化,通过对习题的讲解,可以帮助学生掌握物理知识和方法,思维得到训练,学科素养得到提高,现实意义讲,学生成绩的提高需要通过一定习题的训练.但在习题教学过程中,学生缺少了真实情景的体验及具体分析过程的体验,导致习题教学的有效性不高,具体来说如下.

1 体验性环节缺失导致习题教学效率不高

1.1 对习题情景理解不够 难以建立物理模型

物理学科中很多习题来自生活情景或实验背景,学生动手机会少,缺乏生活的经历和经验,通过文字甚至图片难以理解某些习题所描述的场景,对情景体现的物理知识和模型难以提炼.如经常出错的牛顿定律瞬时性问题,其原因就是不能正确地建立模型.这就造成对于某些习题学生难以动手的局面.

“你能证实你的观点吗?”组织引导学生交流观点和证据.这样采用论证性话语来组织教学,有利于学生形成论证性思维以及严谨认真的科学态度.

(3) 对论证过程合理评价

学生完成论证记录表以后,教师应组织学生小组之间进行互评.在评价之前告知学生详细的评价标准,让学生学会利用合适的评价标准对论证过程进行合理评价,给予学生及时、公平、客观的反馈,在课堂上营造出重视证据和批判性思维的氛围.

基于科学论证的课堂教学对发展学生思维能力的影 响是潜移默化的,在物理课堂中应用论证思想展开教学任重而道远,期待学生的科学思维能力通过科学论证式的学习有所提高,为我国物理学科核心素养的落实工作有所帮助.

参 考 文 献

1 林高英.论证式教学在高中物理教学中的应用——以

“磁场和磁现象”为例[J].湖南中学物理,2019(12):4~6,90

2 潘华君.指向证据意识培养的的教学设计实践研究——以“库仑定律”教学设计为例[J].物理教师,2020,41(2):11~13,16

3 季薛庆,季庆燕.国外论证式科学探究教学设计评述[J].物理教学,2014,36(2):74~76

4 郑颖,梁平,张军朋.高中物理科学论证能力的内涵及其认知表现层次[J].物理教师,2018,39(5):6~9

5 李莉,陈娴.国外高中物理教材中论证式教学案例的探析[J].物理教师,2016,37(12):74~78

6 许桂芬.“细胞核——系统的控制中心”一节论证式教学尝试[J].生物学通报,2014,49(2):33~37

7 方文,严国柱.利用DIS探究超重、失重现象[J].物理之友,2015,31(9):16~17,20

8 胡扬洋,王慧.剖析超重与失重“判据”引发的教学疑难问题[J].中学物理教学参考,2013,42(7):28~30