·教材与教法·

强化证据推理　发展科学思维

——以探究“阻力对物体运动的影响”为例

戴玲娟
(南通市第一初级中学,江苏 南通　226500)

摘　要:科学思维是一种理性思维,它强调的是基于证据和逻辑推理的思维方式.本文围绕“阻力对物体运动的影响”的探究实验,从“优化情境、改进器材、完善表格和细化过程”4 个方面,提出彰显教学逻辑的优化设计,通过科学探究促进思维提升,以培育实事求是、勇于创新的科学态度与责任,着力发展学生的核心素养.

关键词:优化情境;证据推理;细化过程;科学思维

物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任,这 4 个维度相互联系、相互促进,其中,科学思维是科学探究的重要内涵,科学探究是科学思维的实证过程.学生通过“牛顿第一定律”的学习,养成建立模型的能力,以解读复杂事物;发展科学推理的能力,以发现科学本质;提升科学论证的能力,以剖析客观问题.但在平时的教学中,笔者发现:教师们对于本节重要探究实验“阻力对物体运动的影响”的处理,缺乏内在逻辑,甚至有误,学生的错误前概念没有纠正,思维的训练也比较浅层.针对上述问题,笔者立足于强化学生的证据推理能力,主要从“优化情境、改进器材、完善表格和细化过程”4 个方面,提出优化的教学设计,以切实提高学生的科学思维,让核心素养落地.

1　“探究阻力对物体运动的影响”实验的教学现状

平常的教学中,教师都会创设冲突的实验情境,以暴露学生错误的前概念“物体的运动需要力来维持”,如手推木块,木块运动;撤去外力,木块静止;接着,将木块换成小车,重复上述过程,发现是撤去推力,运动的小车没有立即静止;然后,教师提醒学生是“阻力”影响了物体的运动;最后,教师设计了如图 1 所示的科学探究流程,通过实验观察和科学推理,总结得出牛顿第一定律.

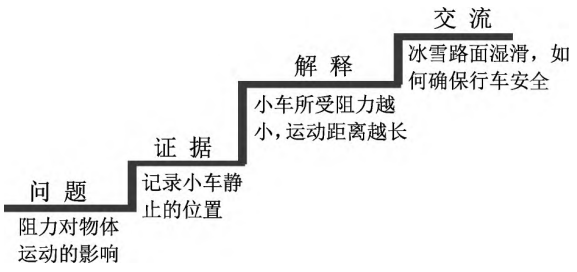

图 1　科学探究流程

反刍上述教学过程,不难发现,教师教得面面俱到,学生学得蜻蜓点水.笔者曾在某次听课后,对学生开展教后测试:“滑板车在沿水平方向运动时,如果人不蹬地,最终就会停下来.这一现象说明:如果要维持物体的运动,就必须对它施加力.你认为对吗?”测试的结果是,全班有 53% 的学生持赞同态度,说明超过一半的学生仍认为“力是维持物体运动的原因”.认真反思课堂教学,笔者认为存在着以下几个问题.

首先,冲突情境的引入比较平淡,不能引起学生足够的有意注意;其次,斜面的作用是教师灌输的,学生不明就里,只能死记硬背,这不仅会导致学生对内容的理解和掌握程度不够深入,也不利于学生创新思维和批判思维的发展;再次,该实验的直接结论是“小车所受阻力越小,运动的距离越长”,缺少与科学本质(速度减小得越慢)的关联.为解决上述问题,笔者对探究“阻力对物体运动的影响”进行了优化,以期取得教与学的双向奔赴.

基金项目:本文系江苏省第十四期教学研究 2021 年立项课题“意义建构理论下‘物理+’探究课程开发与实践研究”(项目编号:2021JY14-245);南通市教育科学“十四五”规划 2021 年度立项课题“指向深度学习的初中物理概念教学的实证研究”(项目编号:XH2021039)的研究成果.

中国知网　https://www.cnki.net

2　彰显教学逻辑的优化设计

2.1　优化冲突情境　实现有效猜想

创设冲突情境对于初中生来说，不仅可以满足他们的好奇心，而且能激发思维的主动性和创造性. 因此，笔者在课堂伊始，设计了两个进阶的活动(如图 2 所示)，活动 1 的设计意图是联系生活，充分暴露学生根深蒂固的错误认知；活动 2 的设计意图是以木块为载体，垫上车轮后，木块变成小车.教师看似无意、实则匠心地操作，能很好地启发学生猜想是“阻力”影响了物体的运动，为进一步探究指明了方向.

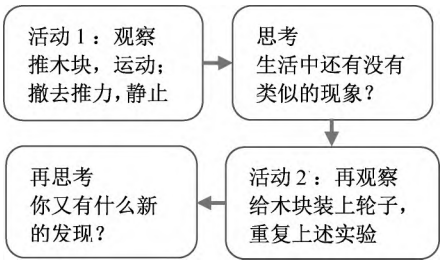

图 2　优化冲突情境的进阶活动

2.2　改进实验器材 架设探究之路

2.2.1　关于斜面

斜面在本实验中的作用是使小车到达水平面的速度相同. 但是，“能量的转化”已然超出了现阶段学生的认知，如果采用讲授式地教，那学生只能被动式地学，这与“学生主动参与课堂，通过探究，发现并解决问题”的课标要求相悖；如何巧妙地呈现斜面？笔者采用的是问答法，以期通过师生间平等的对话，引导学生发现：要使小车在水平面的初速度相同，需借助斜面、弹簧等.表 1 是笔者上课的实录.

表 1　上课实录

教学活动		设计意图
教师	学生	
问：我们用“小车运动的距离”来表示“对物体运动的影响”，但小车运动的距离受到什么因素的影响？	生：周围的环境、阻力、初速度等	鼓励学生大胆猜想，培养对探索的兴趣
问：如何控制初速度等因素不变，研究阻力对物体运动的影响呢？ 追问：说说你的依据	生：在同一环境下，用同样力推放在不同粗糙程度表面的小车. 生：我发现，推力越大，小车运动得越快.所以我推测：推力相同，小车运动速度相同	再次暴露学生错误的前概念“力越大，物体的速度越大”

续表

教学活动		设计意图
教师	学生	
问：空中下落的苹果(不计阻力)，受到的力有哪几个？ 追问：那苹果下落 1 s 的速度和苹果下落 2 s 的速度相同吗？	生：重力. 生思考后回答：原来物体运动的速度不仅与力的大小有关，还与力作用的时间有关	为学生构建“力不是维持物体运动的原因”打下伏笔
问：那如何使小车获得相同的速度？	生 1：让小车从斜坡上同一点静止滑下. 生 2：将小车压缩弹簧相同长度后静止释放	鼓励学生勇于提出自己的见解，涵育创新精神
问：如何改变小车在水平面上所受的阻力？	生：改变接触面的粗糙程度	应用所学解决实际问题

教学实践表明，上述不断地追问，不仅加深了学生对物理知识的理解，而且能有效地提升学生的思维水平，为学生的持续学习和探索提供动力.

2.2.2　关于小车

目前主流的初中物理教材中，引入滚动摩擦，都是作为减小滑动摩擦力的一种方法，而滚动摩擦力到底是什么？与哪些因素有关？学生没有学过，也没有生活经验，甚至有的教师也不一定清楚，但是在教学中，教师常常默认了滚动摩擦力与滑动摩擦力类似，也与接触面的粗糙程度有关. 这种“由此及彼”的错误延伸会引导学生在以后的学习工作中，把只在一定范围内适用的物理规律随意推广到其他方面去，不利于学生长远的发展. 故此，笔者设计了两种改进方案：方案 1，选用车身较高的平板小车，水平面上的木板略窄于车的轮距(如图 3 所示)；方案 2，将小车换成木块，斜面换成并排放置的可转动的轴承(如图 4 所示). 考虑到方案 2 中，木块每次从斜面下滑时，会有不等的机械能转移到轴承上，且木块的质量较小，下滑时会有部分轴承不转动，从而导致能量损失较大，影响实验结果. 因此，笔者选用了方案 1. 教师无须多言小车的改进，学生便可懂得小车在水平面上运动时，受滑动摩擦力，当接触面粗糙程度减小时，其所受的摩擦力随之减小.

中国知网 https://www.cnki.net

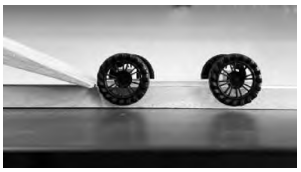

图 3 车身较高的平板小车

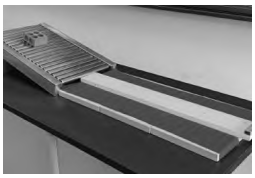

图 4 小车换成木块、斜面换成并排的轴承

2.3 完善数据表格 强化证据意识

一个清晰、有序的数据记录表格不仅可以帮助学生厘清实验步骤，也有利于学生收集和分析实验数据，提高他们基于证据做出解释的能力. 可以说，学生证据意识的逐步养成，离不开优化的表格设计. “阻力对物体运动的影响”的物理本质是加速度，作为教师都心知肚明；但对于初中生而言，“加速度”是一个完全陌生的概念，如何渗透？笔者在课本表格设计的基础上，增设了“相同时间内，小车速度的变化”一栏（如表 2 所示），为学生的分析和推理搭建“脚手架”，实现在科学论证中提升科学思维.

表 2 优化设计后的表格

实验序号	水平部分的材料	小车所受阻力的情况	相同时间内，小车速度的变化	小车运动的距离
1				
2				
3				

2.4 细化探究过程 积累思维经验

“阻力对物体运动的影响”的实验中，怎样基于初中生的学情，巧妙地引导学生观察物体速度变化的快慢？笔者进行了如下的尝试：在学生探究“阻力改变对物体运动的影响”的基础上，教师同时呈现小车在防滑垫、木板、玻璃上运动的频闪照片合并图（如图 5 所示），学生可直观地观察到小车在相同时间内速度的变化. 上述设计，笔者的考虑如下：“牛顿第一定律”属于课标“运动和相互作用”一级主题内容，苏科版教材第 5 章“物体的运动”中，学生已会借助频闪照片，判断物体运动的快慢. 因此，教师只需在此基础上，进一步引导学生对比观察，小车在不同表面上，相邻区间内路程差的变化（时间相同）即可. 笔者的设计意图是，从学生的认知出发，设计了贴近学生最近发展区的探究过程，拉长学生的认知链条，强化学生演绎推理意识的同时，也取得了较好的教学效果.



图 5 小车在不同表面上运动的频闪照片

理想实验法是在实验的基础上，经过概括、抽象、推理，得出规律的研究方法；它是逻辑推理的一种特殊形式. 平时的教学中，教师依次记录小车在不同粗糙程度的水平面上的运动情况，带领着学生分析数据，得出规律；笔者认为，上述探究过程缺少“物理味”，没有很好地渗透理想实验法. 于是，笔者将上述探究过程分 3 步走：第 1 步初探，将防滑垫铺在水平木板上，让小车从斜面同一高度静止释放，记下小车最终静止的位置；移开防滑垫，重复上述实验. 初步感知：物块所受阻力越小，其运动的距离越长. 第 2 步再探，追问：若将玻璃板放在水平木板上，小车最终停在何处？学生猜想：小车会停在更远的地方；师生共同探究，深入感悟阻力对物体运动的影响. 第 3 步推理，若小车所受的阻力更小一些，甚至不受阻力，又会怎样呢？至此，学生已追随着理想实验法的脚步，实现了从具体到抽象、从感性到理性的思维飞跃.

3 教学启示

3.1 重视学生立场

人民教育家于漪先生认为：“每节课都将影响到学生的生命质量. ”学生是学习和发展的主体，教师应从学生的实际出发，尊重他们的个性和需求，以提供最适合的教育方案，促进学生的全面发展.

3.2 优化探究教学

现代物理学之父伽利略曾说过：“一切推理都必须从观察与实验中得来.”在教学中，教师需要不断精进自身的业务水平，引导学生亲历探究过程，突出“问题—证据—解释—交流”，提升学生的“模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新”水平，为学生的拔节成长赋能.

3.3 聚焦素养课堂

物理学作为一门科学，它是一种知识体系，亦

中国知网 https://www.cnki.net

指向问题解决的高中物理模型迁移和建构

李旭斌　王瑞芳　张迎杰
（中国人民大学附属中学朝阳学校，北京　100028）

摘　要：基于问题解决的心理加工过程将物理模型的迁移和建构分为“给源型模型迁移”“找源型模型迁移”和“归纳生源型模型建构”3 类.按照“情境与问题”“推理与生成”“评价与共识”3 个维度设计物理模型迁移和建构的教学流程.同时，展示了“单缝衍射中央亮纹宽度的影响因素”这一给源型模型迁移案例、“LC 振荡与弹簧振子的类比分析”这一找源型模型迁移案例、“半波损失及肥皂膜干涉图样特点”这一归纳生源型模型建构案例.

关键词：高中物理；科学思维；模型建构；模型迁移；问题解决

物理科学思维包含模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素.[1]物理模型的建构是解决物理问题的重要抓手，同时是进行科学推理、科学论证、质疑创新的重要前提.建立在最近邻发展区的认知提升往往伴随着已有模型的进一步迁移、发展和应用，问题的解决往往伴随着根据已有经验和认知进行模型的合理建构.

1　基于问题解决的心理加工过程的模型迁移和建构

当学习者遇到一个新问题（靶问题）时，往往想起一个过去已经解决的相似的问题（源问题）并运用源问题的解决方法和程序去解决靶问题，[2]类似地，基于问题解决的心理加工过程的模型建构要素发展可以分为以下 3 类.

类型 1.给源型模型迁移.引导学生回忆解决某一问题所建构的物理模型（源模型），建立靶模型与源模型之间的相似性和关联性，引导学生将源模型的建构方法迁移到靶模型的建构中去.例如，迁移弹簧双振子模型、两体引力模型至分子相互作用模型中去，分析分子间作用力随距离变化关系；迁移双缝干涉模型至单缝衍射模型中去，推理单缝衍射中央亮纹全角展宽的影响因素.

类型 2.找源型模型迁移.学生在自己的知识范围内寻找类比模型（源模型），建立靶模型与源模型之间的相似性和关联性，并将源模型的建构方法迁移到靶模型的建构中去.例如，寻找质点模型与点电荷模型的相似性，将万有引力定律所满足的规律迁移至库仑定律中；寻找振子模型或单摆模型与 LC 振荡模型的相似性，将简谐运动的位移时间关系迁移至电容极板电荷量随时间变化的关系中去.

类型 3.归纳生源型模型建构.学生通过对现象或事实的分析并结合已有的知识和经验建构出源模型，从源模型出发按照“简单到复杂”的进阶次序，建构若干进阶子模型并最终得到靶模型，根据靶模型分析和解释新现象.例如，根据半波损失波形建构源模型，再建构若干肥皂薄膜干涉进阶子模型，所得到的靶模型最终解释肥皂膜干涉图样“零级暗纹”“上疏下密”的成因.

2　物理模型迁移和建构的教学流程设计

依据高中物理高阶思维课堂的 3 个维度：问题、活动和生成，[3]设计高中物理模型教学过程的 3 个重要环节：情境与问题、推理与生成、评价与共识.

是人类精神文明的瑰宝，在其建立和发展的过程中，人们积累了丰富的研究方法和独特的思维方式，树立了求真、求善、求美的科学态度和人文精神.物理教学中，知识的积累和结论的概括只是学习的一种载体，而形成物理观念过程中的科学探究、科学思维和科学态度与责任，是物理课堂的不懈追求，物理教育人应牢记使命，以核心素养为导向，落实立德树人的根本任务.

参考文献：

1　中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准（2022 年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
2　王高. 深度探究发展高阶思维——“万有引力定律”教学设计新视角[J]. 物理教师，2023，44(5)：28－31.
3　张月兰. 意境深远：指向学会思维的初中物理教学情境创设[J]. 物理教师，2023，44(12)：50－53.
4　程宏亮. 创新改进实验器材传递科学精神——以“真空不能传声”改进实验器材为例[J]. 物理教学，2020，42(11)：78－80.
5　戴玲娟. 循序而渐进　强学而提能——以苏科版“弹力”为例[J]. 物理教师，2019，40(5)：46－47，51.

（收稿日期：2024－03－24）

中国知网　https://www.cnki.net