

创设实验情境 提升核心素养

——以“力的分解”为例

罗志文

(茶陵县第一中学,湖南 株洲 412400)

摘要:着眼于物理学科核心素养的培育视角,针对中学物理“力的分解”,教师应精心组织教学内容,优化教学设计,根据学生的认知特点和心理体验创设生活化的实验情境,融合真实情境问题,促使学生合作探究、深度学习,通过实验和理论探究,引导学生多角度思考,增强基于证据进行科学推理、科学论证的意识,让学生经历力的分解概念的建立和分解规律的发现过程,形成物理观念,培养学生实际应用能力,发展科学思维,提升核心素养。

关键词:实验情境;问题创设;科学论证;提升;核心素养

中图分类号:G632.4

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2020)01-0035-07

物理核心素养是学科育人价值的集中体现,是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观念、必备品格和关键能力,主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面^[1]。作为教师,应从“物理学科核心素养”的角度,理解物理学科的教育功能,追求有学科内涵、立意高远的活力课堂^[2]。力的分解教学案例,是笔者在省级示范高中上的一堂县级示范课,笔者尝试创设实验情境,融合真实情境问题,力求探索科学论证理念下的核心素养培育途径,以求抛砖引玉。

1 力的分解教学现状分析

长期以来,很多教师在教学中并不关注知识的整体结构,而是比较关注具体知识点的考试要求,通常只依靠大量练习去理解、纠错概念。传统的教学将力的分解作为一个孤立的知识点直接传授给学生,先告诉学生根据“力的作用效果”来判定力的方向,再用平行四边形定则根据判定的分

力方向进行力的分解。在上课时,依靠演示实验确定力的作用效果,学生能应用力的分解知识求解物体受力问题,好像每一题都会做;而在课后分析实际问题时,学生很难确定抽象的力的作用效果,遇到情境变化的受力问题,无从下手,这应了“物理上课能听懂,课后一做就不会”的教学现象。物理观念表现为能把概念和规律组合成具有优化结构、引领核心内容的知识体系,自然形成一种与实际相联的观察问题视角、解决问题的思维指南^[3]。因此,物理教学不单单是探究,而是要有少数“大概概念”(核心概念)来整合的学科知识体系,促进学生参与实践,实现对重要原理的深入探索,发展学生的整理解能力并在其中渗透科学本质教育和 STSE 教育。力的分解只是一种矢量运算方法,如缺乏以物质、运动和相互作用这个核心观念引领的力的分解教学,是没有生命力的,只能成为无本之木。学生在初中已学习了二力平衡知识,借助力等效观念和实验支撑,力学平衡知识自然成了力的分解与实际情境问题相联的纽

收稿日期:20190527

基金项目:湖南省教育科学“十三五”规划立项课题(XJK016CZX032)

作者简介:罗志文(1968-),男,湖南茶陵人,中学物理高级教师,主要从事高中教育教学研究。

带,凭借力学平衡知识的论证,学生对由实验观察得出的力的作用效果会更清晰、理解更深刻,更容易确定分力方向,教学效果会更好。

2 科学论证导向下“力的分解”教学策略

科学论证是物理学科核心素养的关键要素之一。科学论证可以促进物理概念和规律的教学,提高科学探究教学的质量,有利于物理科学方法教育的深化,能够提高 STSE 的教育质量,有助于科学本质教育的开展^{[4]27-29}。教学中,笔者努力践行新课程理念,成为教学的引导者、组织者、参与者。尽量创设生活化的实验情境,融合与实践相关的原始问题,构建“生态、互动”的课堂,促使学生通过动脑观察、动手操作、动脑思考、体验感知等探究活动,依据实验、理论知识,引导学生像科学家一样开展基于证据的论证活动,经历知识的发生过程,理解知识的本质,建构知识的意义,形成物理观念,发展科学思维,提升物理核心素养。

2.1 引入活动,激发学生强烈的兴趣和探究意识

兴趣是最好的老师,设计观察、体验的实验活动,让学生亲身经历与原有认知经验的冲突,这会充分激发学生的好奇心和科学探究意识,让学生感到物理课堂“有趣、有味、有用”。在引入新课时,笔者设计了以下两个探究活动来激趣引入(教学片段一)。

2.1.1 奇怪的断线现象

问题:如图1,对同一个物体,用细线把它提起来,是用一根线提时易断还是用两根线提时易断?

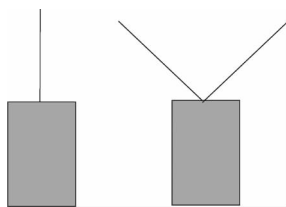


图1 悬线提物

许多学生认为用一根线提时容易断。

演示:用一根线可以把砝码稳稳地提起,而用相同的两根线(有意识使两线夹角大些)提砝码时,线却一下子断了。

学生感到惊奇而又茫然。

2.1.2 神奇的“大力士”

请两位力气很大的男生和一位个子小的女生来一起完成一个小游戏:两位男生模拟拔河比赛,握紧绳子用力拉,当进入相持阶段时,请女同学在中间用两根手指沿绳垂直方向轻轻一拉,结果把两个男生都拉过来了。

全班哗然,学生认为太不可思议了。很多同学想尝试,可再做一至二次助兴。

教师:“实验表明,在一定条件下,用两根线提同一重物更容易断。怎样解释这一现象呢?又为什么女同学能‘四两拨千斤’呢?这就需要我们学习新的知识——力的分解。”

教学反思:力的分解与生活紧密相联,学生对力的认知有不少错误,教学过程中如能巧妙借助这些经验,可让学生产生强烈的心理震撼,学生对概念、规律的理解更深刻。引入新课时,首先设计对比实验,巧妙利用学生“两根线提物体肯定不易断”的定势思维,制造用两根线提同一重物更容易断的思维冲突现象;模拟拔河比赛是个力气活,两个力气很大的男同学在拔河比赛时僵持着,而个子小的女同学却“用两手指轻而易举地”拉动了两个大个子男同学,再次制造“奇怪”现象。学生会急切地想探究其中的奥秘,会以一种愉悦的心情去学习新知识。

2.2 引导探究,培养科学论证意识,发展科学思维

建构主义教学观认为:“学习并非学生对于教师授予知识的被动接受,而是与认识对象相互作用且以其自身已有的知识和经验为基础的主动建构,是对已有知识经验的重组、转移和改造。”在教学中,时刻关注学生的认知和心理体验,创设始终贴近学生最近发展区的实验、问题情境,引导学生不断进行探索活动,在层次螺旋式递进问题的刺激下,促使学生全身心投入学习中,驱动学生经历“比较—概括—抽象”“分析—评价—创造”的思维过程,在亲历实践中产生心理体验、顿悟,内化知识,在高层次认知水平上发展科学思维能力。现以“放在水平面上物体所受斜向上拉力的分解”(教学片段二)为例说明。

2.2.1 实验探究,领悟力的分解

教师设问:“合力与分力具有等效替代关系,且满足平行四边形定则。那么以一个已知力为对角线可以做多少个平行四边形,也就是说,一个已

知力,如果没有任何限制,可以有多少种分解方式?”

依据数学知识,学生容易得出“可以做无数个平行四边形”。对于一个已知力,如果没有限制,有无数种分解方法,即有无数多对分力,如图2。

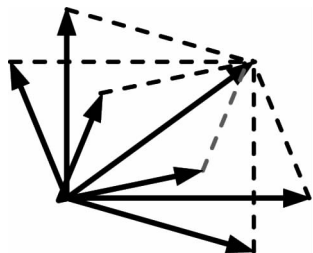


图2 力 F 无限制分解图

教师继续设问:“在实际问题中,力的分解应按实际作用效果来分解,那么如何确定力的两个实际作用效果?”

教师展示水平面上实际情景:拖拉机拉耙,人拉行李箱,拖拖把……

教师:“这些实际问题,其研究对象可抽象为用正方形表示且受到一个斜向上拉力 F 作用的水平面模型,如图3(引导学生抽象概括建立物理模型)。那么这个拉力 F 对物体产生了哪两个作用效果呢?即力 F 可分解为哪两个方向的分力呢?”

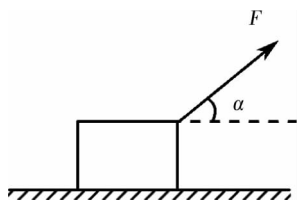


图3 斜拉物体

演示:在台秤托盘上放一长度合适的长木板,在静止的木板上放置一重物。教师用一斜向上的拉力 F 使重物在木板上由静止开始运动(运动距离不宜太长)。请学生观察并记下台秤的读数,思考力 F 两个作用效果。

学生:“根据记录发现,当物体在斜向上的拉力 F 作用下运动时,台秤读数减小。由此说明,力 F 产生了水平向前拉、竖直向上提的两个作用效果。”

教师总结:“我们知道力的作用效果是改变物体运动状态或产生形状改变,由此说明,力 F

可由水平向前和竖直向上的力 F_1 、 F_2 等效替代,即 F_1 和 F_2 是力 F 的两个分力。”

2.2.2 论证提炼,增强学生科学推理时的证据意识

教师提问:“是否可以依据初中二力平衡知识或重新设计实验来进一步论证你的想法?”(设计原始问题,促使学生多角度思考,培养科学论证意识,知晓科学论证方法。)

经过讨论,同学们提出了以下论证方案。

方案1:可以让物体在斜向上的拉力作用下沿水平面匀速运动或处于静止状态,将拉力 F 分解为水平分力 F_1 和竖直向上分力 F_2 后,物体等效于在五个力作用下处于平衡状态,如图4。可证明 F_1 、 F_2 就是拉力 F 的两分力。

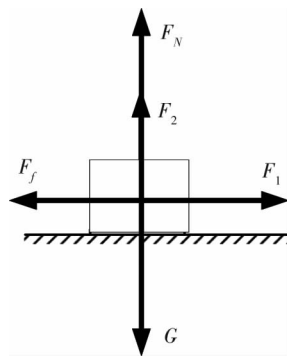


图4 斜拉物体的等效受力图

方案2:测出物体的质量,查找出物体与木板面间的动摩擦因素,用两个弹簧秤分别对物体同时施加水平拉力 F_1 、竖直拉力 F_2 或施加力 F ,使物体都沿水平台秤面匀速运动,再比较摩擦力 F_f 与 F_1 大小是否相等,台秤读数与 F_2 之和是否等于重力的大小,再对比分析两种情况下的读数是否相等,即可证明 F_1 、 F_2 是否为拉力 F 的两分力。

方案3:让木板表面变得光滑,如将物体放在玻璃板面上,在静止的物体一侧用橡皮筋沿水平方向拉住,在另一侧分别施加斜向上拉力 F 或同时施加等效力 F_1 、 F_2 ,保证两种情况下橡皮筋的伸长和台秤的读数相同,即效果相等,则证明 F_1 、 F_2 是 F 的两个分力。

教师对学生的积极发言应给予中肯的评价:方案1的设计是从理论角度依据力学平衡对拉力的分解进行论证,很好;方案2的实验设计思想还可以,但操作难度大,难以实现;方案3的实验设

计简单可行易操作,同学们课后可动手试一试。

教师:“力的分解是力的合成的逆运算,请依据力的合成作图的方法,画出力 F 分解时的平行四边形。”

学生思考后易作出如图5示的力 F 的分解图,由几何关系得:水平向前的分力 $F_1 = F\cos\alpha$,竖直向上分力 $F_2 = F\sin\alpha$ 。

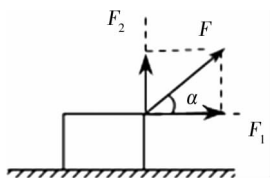


图5 力 F 分解图

教师引导学生讨论得出实际问题中力的分解思路(提炼方法,学会触类旁通,养成良好思维习惯):(1)提炼有效信息,建立物理模型;(2)明确力的实际作用效果,可结合力学平衡知识推理,确定两分力的方向;(3)作图——平行四边形;(4)利用三角函数确定分力的大小和方向。

教学反思:科学思维是物理学中重要的思维方法,包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素,其表现为学生应具有建模、规律、证据、批判意识等^[1]。根据维果斯基的最近发展区理论,那些贴近学生生活实际或与经验密切相关的问题最容易激发学生的求知欲和好奇心。作为农村的孩子,对“拖拉机拉耙,人拉行李箱,拖把等”这些生活现象非常熟悉,以这些生活化的情景设置拉力的分解,学生感到亲切且易于接受。然后,在教师的引导下建立水平面模型,猜想拉力的分解,设计实验观察、分析拉力的作用效果,体验力的分解。利用原始问题引导学生对拉力的二个分力深入思考,通过重新设计合理的实验、结合应用力学平衡知识对拉力的分解进行科学论证,落实了引导学生从不同角度思考问题、追求科技创新的教学理念。通过对实验现象、数据的分析及理论推理,促使学生深刻理解力的分解内涵,形成力的分解观念。

2.3 立足学生实验,深化科学论证意识,提升探究能力

学生只有亲历真实情境的科学探究活动,领悟科学研究方法,自己总结出规律,才能够真正理解其中的道理,发生认知转变^[5]。因此,教师要创设与STSE相关的教学情境,并以此设计实验、

编拟需要解决的真实问题,让学生在“活动体验”中学习,在“主动”中发展,在“合作”中增知,在“探究”中创新,寻找方法,得出结论,发现规律,体验学习乐趣,享受学习的成功,提升探究能力和科学素养。以“斜面上物体重力的分解”(教学片段三)、“塔吊模型等的研究”(教学片段四)来说明实验和科学探究的融合方法和策略。

2.3.1 合作探究,形成分解观念

展示实际情景如图6:公园滑梯、皮带传输机、盘山公路、立交桥、港珠澳大桥……



图6 生活中的斜面

教师设问过渡:“这里的滑梯、皮带传输机等实际情景可简化为斜面模型,如图7。那么斜面上物体的重力会产生什么样的作用效果?请同学们通过实验来探究重力的两个作用效果。”

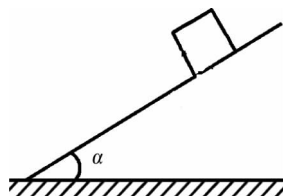


图7 斜面模型

学生实验仪器:带有钉子的长木板,橡皮筋,物块,海绵。

学生将海绵放在长木板适当位置,将带有橡皮筋的物块放在海绵上,把长木板带有钉子的那端慢慢抬高,形成一个倾角逐渐变化的斜面。并完成学案上的思考题。

思考题:(1)观察海绵和橡皮筋的形状有何变化?说明重力产生了怎样的作用效果?(2)继续将长木板一端抬起使得斜面倾角越来越大,观察海绵和橡皮筋的形变有什么变化?这说明重力的两个分力大小如何变化?(3)在学案上画出重力分解的平行四边形图,利用三角函数分析两分力随斜面夹角的变化关系,看与实验是否一致?(4)对通过实验探究出的静止在斜面上物体的重力的两个分力方向,你能否应用力学平衡知识从理论探究角度论证其正确性?

教师巡视指导,并督促每一个同学都参与实

验活动。然后,展示学生的实验成果,引导学生交流点评。

学生交流后得出,重力的两分力如图8,在斜面上静止的物体受到重力、垂直斜面向上的支持力和沿斜面向上的摩擦力,由平衡知识可知,将重力分解后,等效于物体由三力平衡转化为两两共线的四力平衡,所以从实验得出的重力的两分力方向是正确的。由几何关系可知,重力沿斜面下滑分力大小为 $F_1 = G\sin\alpha$,压紧斜面分力大小为 $F_2 = G\cos\alpha$ 。当倾角 α 增大时,下滑分力增大(橡皮筋伸长),压紧斜面分力减小(海绵形变减小),实验现象与理论分析非常吻合(严密的实验分析和理论推理相结合,培养求真务实的科学精神)。

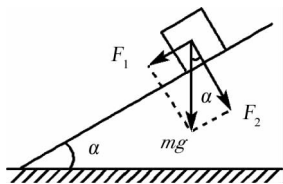


图8 斜面上物体的重力分解图

2.3.2 设错引思,培养学生思维的深刻性

美国教育家杜威曾说过:“错误与探索联姻,才能孕育出真理。”基于典型错题研究,笔者编拟了两道“以错攻错”的思考讨论题:(1)有的同学认为静止在斜面上的木块受到五个力作用:重力、支持力、下滑力、压紧斜面的力、摩擦力,对吗?请说出你推理的依据。(2)压紧斜面的力就是物体对斜面的压力,对吗?请说出你推理的依据。

让学生亲历反思交流的纠错思维过程,深刻领悟力、分力、合力及受力分析的涵义,优化以力为核心大概念的知识体系。

2.3.3 渗透 STSE 教育,培养科学态度和责任

教师设疑引发思考:“请依据所学知识分析高大的桥为什么要造很长的引桥?”

学生对桥梁设计展开激烈讨论。师生交流得出:斜面倾角越大,使物体下滑的力越大,物体越容易下滑。若大桥的引桥倾角较大,重力的下滑分力也较大,致使车辆会上坡艰难而下坡因行驶速度过快容易造成交通事故。所以长的引桥是为了减小倾角,减小车辆的重力对行驶速度的影响,考虑了交通安全问题。山路修成盘山状也是这个原因。教师要挖掘教材中潜在的立德树人素材,引导学生珍爱生命,关注科技、社会、生活。

教学反思:(1)斜面在生活中处处可见,以此案例引导学生关注生活。用长木板等器材来设计实验,让学生寻求斜面上物体重力的分解策略,借助情境问题,鼓励学生基于证据和逻辑发表自己的见解,同时促使学生主动与他人合作,做到尊重他人的想法,实事求是,不迷信权威,培养质疑、批判精神。橡皮筋和软海绵可清晰显示斜面上物体重力的两作用效果,重力的两个分力方向也显而易见;通过改变倾角,呈现重力效果的动态变化,与通过数学知识求得重力的两分力大小的分析遥相呼应。利用力学平衡知识,基于等效思想,将静止在斜面上的物体由三力平衡转化为四力平衡,下滑力和压紧斜面的力是重力的两个分力,这是不争的事实。严密的科学推理和科学论证,促进学生核心素养的发展。(2)设计受力分析纠错这一环节,让学生在交流评错的过程中唤起相关知识经验——“力的概念、合力与分力的等效替代关系等”,从而调整、校正其思维,引导学生对力、分力、合力深入思考,深入理解力的概念,找到受力分析是否正确的判定依据——找施力物体验证。经历了认知的冲突,对力、分力内含的理解更加清晰,对压力就是压紧斜面的分力的错误的认识更加深刻。(3)让学生理解“科学·技术·社会·环境”的关系,热爱自然,珍惜生命,具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感,这是物理教学的归宿。因此,要充分挖掘教材中育人的情感因素和内在价值,如思考“高大的桥为什么要造很长的引桥”,聆听“港珠澳大桥”的奇迹等,促使学生运用所学解决与生活、社会相关的问题,关注生活、身边的事(交通安全)等,培养学生强烈的爱国情怀、积极的人生态度和实事求是的科学精神。

2.3.4 体验探究,深化分解观念

展示实际情景:起重机吊臂模型,悬挂路灯的三角支架……

教师设问过渡:“起重机吊臂、悬挂路灯的三角支架等这类实际结构可简化为塔吊模型,如图9。重物对吊臂的拉力产生了哪两个作用效果?请用力学平衡知识验证其分力是否正确。”

学生独立体验:如图10,用手掌、橡皮筋、笔杆模拟吊臂,笔尖对准掌心,感受力的作用效果。并在导学案上画出该重物对吊臂拉力的分解图。

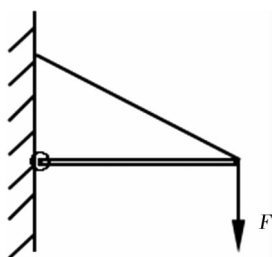


图9 塔吊模型

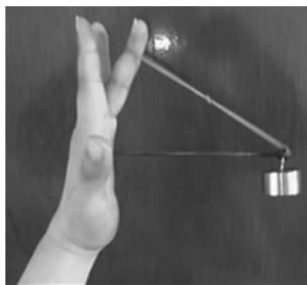


图10 模拟起重机吊重物

教师巡视指导,并督促每一个同学都参与体验。小组派代表展示画出力 F 的分解图并谈感受,师生交流点评。

学生亲身动手体验、动脑思考,深刻感悟力的分解观念,提高实际应用能力,学生遇到类似问题便能快速求解。

2.3.5 呼应引课,闪现智慧光芒

教师设问:“如图11,现在同学们能解释刚上课时女同学是如何实现‘四两拨千斤’的吗?”

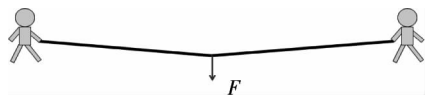


图11 三人拔河示意图

实验模拟情景,感悟体验力的分解:请同学们拿起桌上绑有橡皮筋的钩码,两手各拉橡皮筋一端,逐渐增大夹角,观察橡皮筋长度变化及感受手的受力。

请同学们作出不同夹角时重力分解的平行四边形。依据所作的动态平行四边形图进行分析思考:对一个已知力进行分解,其分力大小与什么因素有关,分力一定小于合力吗?

学生根据体验容易画出重力在不同情形下的分解图,如图12。从对动态的平行四边形图分析可知,夹角越大,重力的分力越大,分力是可以大于合力的。所以在夹角很大的情况下,分力可以远大于合力,这就是在一定的条件下两根线比同

一根线提同一重物更容易断、女同学“四两拨千斤”的原因。在做中学,学生多角度多层次体验知识,领悟科学论证方法。

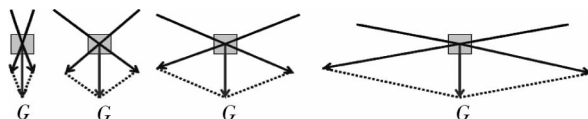


图12 等长细线间夹角变化时,其悬挂物的重力分解动态图

教学反思:科学探究的表现之一是学生具有科学探究意识、分析论证能力,会使用不同方法和手段分析、处理信息,能准确描述并解释探究结果和变化趋势^[1]。在教学过程中,要让学生从自己亲历的探索中获得体验,从不断深入的概括、抽象等活动中获得本质的感悟。在教学片段四中,首先,让每位同学利用橡皮筋、笔杆、钩码模拟起重机、路灯悬挂支架吊重物,体验手掌受到笔尖的挤压和橡皮筋对手指的拉伸,感觉有趣而刺激。然后,用两拿起绑有钩码的橡皮筋的两端缓缓移动,拉力大小变化规律的印象深刻(回应引课)。再结合平行四边形定则做出力的分解图或动态平行四边形图(提醒学生注意规范作图,保持各图中描述恒力的线段长度相同,渗透控制变量思想),所分解力的分力方向及大小变化规律变得直观而清晰,而且发现亲身体验的实验结果与数理分析的结论非常吻合,于是,对力的分解观念的理解更加深入,科学探究能力的发展更加全面。

3 结语

作为一线教师要转变教学观念,主动思考如何理解核心素养的特征和内涵,科学地制定教学目标,优化教学设计,关注学生的心理细节、知识经验、情感体验,重视生活化实验、与实践相关问题情境的创设,促使学生主动探究、大胆质疑、敢于思考、勇于创新,增强科学推理、科学论证时的证据意识,让学生开心地经历概念的形成、规律的发现过程,凸显学生思维能力、实际应用能力的发展,彰显学生个性化的思维方式、优秀的思维成果和良好的思维品质^[6],提升科学思维和科学探究能力。同时,使学生在自主探究过程中学会尊重他人,养成严谨、实事求是的科学态度,培养学生追求真知灼见的科学精神。挖掘教材中育人的情感素材和内在价值,渗透STSE教育,促使学生关

爱生命,关注科学、社会与生活。总之,使物理课堂真正成为以人为本、立德树人、发展学生核心素养的良好平台。

参考文献:

- [1] 彭前程. 积极探索基于核心素养理念下的物理教学[J]. 中学物理高中版, 2016(2):1-2.
- [2] 叶海娟, 褚云杰. 基于核心素养的物理教学设计——以“生活中的圆周运动”为例[J]. 物理通报, 2018(12):85-89.
- [3] 黄恕伯. 中学物理教学中提升学生核心素养的思考[EB/OL]. (2018-12-05) [2019-03-21]. <http://www.zxxk.com/soft/9214916.html>.
- [4] 马亚鹏. 基于科学论证的物理教学研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2018.
- [5] 张飞. 基于实验情境驱动 发展高阶思维能力[J]. 中学物理教学参考, 2016(10):19-23.
- [6] 钟发全, 余高雅. 卓越课堂的八大铁律[M]. 北京: 北京时代华文书局, 2016.

Creating Experimental Situations, Improving Core Literacy: Taking “Decomposition of Force” as an Example

LUO Zhiwen

(No. 1 Middle School of Chaling County, Zhuzhou 412400, China)

Abstract: The core literacy of physics mainly includes four aspects: physical concept, scientific thinking, scientific inquiry, scientific attitude and responsibility. According to the actual situation and cognitive characteristics of students, this paper, taking “decomposition of force” as an example, creates problems and experimental situations in teaching to prompt students to inquire cooperatively, study deeply, and think from multiple perspectives by experiments and theory practice, strengthening the awareness of scientific reasoning and scientific verification on the basis of proofs. Moreover, it also helps students experience the establishment of physical concepts and the process of discovering the law, master the methods of physics research, form correct values, develop essential characters and key abilities, and enhance the core literacy of physics. At the same time, combining with classroom teaching practice, this paper explores specific strategies to promote effective internalization of core literacy.

Key words: experimental situation; problems creation; scientific verification; promotion; core literacy
(责任校对 王菊英)