

教学论坛

# 科学思维中提出质疑的方法策略研究

蒋炜波 (清华大学附属中学 北京 100084)

**摘要** 科学思维是物理核心素养之一,是一种学生通过物理学习能够获得的思维方式,是学生能够受益终身的重要能力。在核心素养课程理念下,让学生学会提出质疑是一种培养科学思维的有效途径。学生学习中应该如何去质疑呢?我们在文献调研和教学实践的基础上进行了一些探索尝试。

**关键词** 科学思维 质疑

文章编号 1002-0748(2019)6-0006

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;是基于经验事实建构理想模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法的内化;是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑、批判、检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品质。科学思维主要包括:模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等。

爱因斯坦曾经说过:“发现一个问题往往比解决一个问题更重要。”科学思维的培养,首要的就是让学生能够在教学中不断地生成问题,能够在学习中大胆质疑,然后在解决疑问的过程中去培养学生的建构模型和推理论证的能力。

## 1 质疑与疑问的区别

什么才是质疑呢?我们常常让学生养成多问“为什么、是什么”的学习习惯,这种提出疑问的方式是质疑吗?

伽利略对亚里士多德“重的物体下落更快”的质疑就是一个经典质疑范例。既然重的物体下落快,那么将一个轻的物体和一个重的物体绑在一起下落,结果是落得更快还是更慢呢?如果按照重的物体下落更快来分析,那么绑在一起后物体更重了应该下落更快,可是要是按照基本逻辑分析,重的物体被轻的物体拖累,二者一起下落的快慢应该介于重的物体和轻的物体之间。伽利略从不同的角度分析重物下落,得出了相悖的结论,激起了人们对重物下落究竟是什么样的运动的研究热情,最终解决了落体运动的问题。

可见,质疑不是一般地提出问题,而是首先对学习的内容经过独立深入的充分分析,然后提出的质

询性的问题。即质疑要求学生对事物情景有深入理性的分析,有理有据地提出疑问。质疑体现了学生从发现问题到提出问题的能力提升,与单纯的问为什么、是什么或者怎么办是不同的。

除了帮助学生学会提出问题以外,在理性批判与科学论证的过程中,质疑还能够帮助提升学生对知识的运用能力,加深对物理概念规律的理解,使所学的相关知识融会贯通,真正养成良好的科学素养。

需要注意的是,质疑不一定都要颠覆已有的规律认识,质疑既可以启发引导新的学习研究,也可以进一步完善加深对已有知识的理解认识,强化已有的科学认知。

## 2 实践可行的质疑策略

质疑要求学生在思考分析的基础上去提出疑问,这个过程中包含了分析、论证、推理、表达、提问等等环节,是对学生科学思维的综合培养。究竟该如何去质疑呢?笔者从文献调研和教学实践中总结了一些常见的质疑策略方式。

### 2.1 从不同的角度分析得出相悖的结论

类似伽利略对“重的物体下落快”的质疑,在教学中可以引导学生从不同的角度进行分析推理论证,推导出相悖的结论,从而引发较深层次思考,提升学生的科学思维。

例如,在万有引力章节,学习了牛顿的引力定律后知道地球受到了太阳的引力作用,此时教师可以引导学生去质疑。地球受到太阳的引力作用,而力可以改变物体的运动状态,那么地球应该被太阳吸引过去才对呀?可是现实中地球并没有被吸引过去,这是怎么回事呢?这样的质疑能够加深学生对

力的作用效果的理解,力可以改变物体的运动状态,包括速度大小的改变和方向的改变,二者有一即可。地球围绕太阳做圆周运动,其实运动状态已经时刻在改变了。

如果此时可以引导学生能够进一步质疑就更好了。太阳对地球的引力导致地球改变运动状态从而做圆周运动,而根据牛顿第三定律力的作用是相互的,那么地球对太阳也有引力作用,可是为什么太阳是静止的呢?怎么没见到太阳围绕地球做圆周运动呢?这一个质疑可以非常好地引导学生加深对万有引力的理解,并且能够更加真实地认识到太阳和地球的运动情景,二者其实在围绕日地连线上的某一点圆运动,即地球并不是严格意义上的围绕太阳运动,太阳也不是严格意义上的静止不动。

从这个案例中可以看到,质疑的过程是学生综合思考、推理、论证、表达、提问的过程,能够极大地促进学生的科学思维养成,引发学生质疑是一种培养核心素养理念的重要方式。

## 2.2 用真实的反例进行分析论证提出质疑

除了用逻辑推理引发质疑以外,也可以引导学生利用真实的反例进行论证,提出质疑。这种方法很适合培养学生的生活观察思考能力,并且可以很好地落实“科学·技术·社会·环境(STSE)”的科学态度与责任培养。

例如,对于力是维持运动的原因,完全可以让学生利用生活中的事例进行反驳质疑,比如手推小车小车就运动起来,说明力是维持运动的原因,可是当手不再给小车施加推力的时候,小车还会继续向前运动。用力踢足球,足球就运动起来,可是当离开脚以后足球还会继续在空中运动。很多的生活事例都可以用来反驳从而得到“没有力物体也可以运动”的结论。在这个质疑完成以后,教师再带领学生去分析为什么小车、足球最终还是会停下来,其实还是因为受力的缘故。从而引导学生认识到力不是维持运动状态的原因,而是改变运动状态的原因,不论从静止到运动,还是从运动到静止,都需要力的作用。

这样的教学方式,充分地调动了学生的质疑积极性,能够更好地促进学生留意生活观察生活,同时教学过程还能做到水到渠成。

## 2.3 质疑科学的认知,弥补自身的认知不足

质疑不都是针对不科学的认知,很多时候针对科学认知的质疑,反而能够让学生暴露自身的不足认识,从而引导学生改进自身的认知。在这种质疑过程中,学生利用自己原有的认知尝试去解释或者

否定新认知,在失败以后反而引起了学生的认知冲突,恰好符合认知同化理论中概念转变的首要条件,即对原有概念认知的不满,这样就为新的认知学习做好了准备。

例如,在电动机的教学中,我们可以给学生这样的一个例题情景:电阻为  $1\Omega$  的电动机接在电压为  $10\text{ V}$  的电源上,发现流过电动机的电流为  $2\text{ A}$ ,请问电动机消耗的电功率是多少?

可能很多同学会直接用电压和电流的乘积得到结果为  $20\text{ W}$ ,但是也一定有同学提出质疑:电压是  $10\text{ V}$ ,电阻是  $1\Omega$ ,根据欧姆定律,电动机的电流应该是  $10\text{ A}$  才对,题目中怎么才  $2\text{ A}$ ?这个题目是不是出错了?

针对这样的质疑,我们要认真地带领学生分析。让学生认识到欧姆定律是有适用条件的,只对纯电阻电路才成立,并且还可以带领学生进一步分析:如果电流真的是  $10\text{ A}$ ,那么电功率和电热功率就相等了,电动机还怎么对外输出机械功率呢?学生通过质疑很好地暴露了自己的认识不足,从而能够更好地理解认识欧姆定律的适用条件。

## 2.4 通过质疑强化原有的科学认知

物理科学认知具有很好地逻辑性体系性。带领学生从不同的角度进行分析推理论证之后,可能会发现这些不同的角度都可以很好地解释事物,而且各自并不相互矛盾,这样的质疑也具有非常好的价值。学生通过这样的质疑,就能够真正融会贯通,最终建立起物理的知识逻辑体系。

例如,物理中经典的宏观微观之间的联系问题,就可以用来强化学生的科学认知体系。比如,法拉第电磁感应定律明确地给出了运动导线切割磁感线产生的感应电动势的计算方法,即  $E = BLv$ 。此时就可以引导学生质疑:根据电源电动势的定义,此时一定有非静电力做功才对,那是什么非静电力在做功呢?这样的质疑不仅仅能够强化对非静电力做功得到电动势的认知,还能够很顺利地引出洛伦兹力在切割产生电动势的过程中的角色和作用,加深对洛伦兹力是否做功的辨析理解。

## 2.5 新旧认知相互质疑

质疑不一定是原有认知对新认知的质疑,也可以是利用新学习的认知去质疑原有的认知,这样能够更好地加深新旧知识之间的联系。同时从科学本质上讲,认知是不断地进阶发展的,因此用新认知不断地质疑旧认知,也能更好地帮助学生的认知进阶。

例如,在学习了通电导线在磁场中受安培力以

后,就可以解释电流表和电压表的指针转动原因了。学生此时往往会提出“电压表也需要有电流通过才能够偏转”的质疑,如果电压表也需要电流才能偏转,那么之前用电压表和电流表测量电阻的方法就不对了。比如电流表外接法测量电阻时,电压表如果有电流通过,那么电流表所测量的就不只是电阻的电流了,那么显然用电压表示数除以电流表示数得到的就不是待测电阻值了。

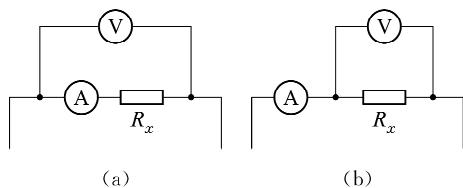


图 1 电流表的内接法和外接法

学生的这个质疑就是典型的利用新认知质疑原有认知,而且质疑得非常有道理。教师此时就可以带领学生分析内接法和外接法的误差,帮助学生认识到测量电阻的时候不同的连接方法会带来不同的影响结果。

## 2.6 跨学科的认知质疑

作为物理教师,我们关注的重点基本上都落在了物理学科之内,有时候不免狭隘。可是学生是同时学习各个学科的课程,内容之广博远远超过教师。这时候教师完全可以引导学生进行跨学科的质疑,加深学科之间的联系,让学生做到真正地将自己的所学融会贯通。

例如,在物理中学习薄膜干涉的时候会讲到照相机镜头上的增透膜,通过干涉让更多光进入到镜头中,一般是让更多的黄绿光进入镜头。此时就会有学生想到我们周围的环境绿色植物居多,究其原因为叶绿素不吸收绿色光,反而会将其反射回去,因此树叶更多的呈现出绿色。既然反射的绿色光较多,是否是这个原因促使人们选择让更多的黄绿光进入镜头呢?

也有同学会提出新的质疑,生物研究表明人的视神经敏感度按照波长变化,从红光到黄绿光波段上升,然后到紫光波段下降,黄绿光就处于变化曲线的峰值位置,因此最敏感,故而人们选择让黄绿光更多地进入镜头。

这是一个巧合吗?人对黄绿光最敏感是否是因为植物对绿光吸收较少导致的呢?二者有关联吗?这样的质疑涉及到了生物以及自然进化等等综合知识,就不单单是物理学科能够解释的了。但是这样的

质疑是非常有意义的,让学生带着疑问进课堂,又带着疑问出课堂,能够极大地启发学生的研究热情,它真正地达到了爱因斯坦所说的“发现问题”的境界。

## 3 质疑的科学思维培养对教师的要求

学生的科学思维的培养,终归需要教师的引导帮助,极少有人能够自发地养成良好的推理论证质疑习惯。可是在教学中教师感受更多的是学生的那种“挑刺儿、接茬儿”的发问,问了以后又不加思考,甚至出现老师耐着性子给学生解释他的疑问时,发问的学生却自顾自地和别人“聊天说话”的情景,此时教师总显得很无奈。

这时候首先需要反思的其实是教师自身。在大力提倡学生质疑的时候,其实教师也需要注意调整教学方法策略,否则只能适得其反。

首先教师要教会学生如何去质疑。质疑不是简单地问“为什么、是什么或者怎么做”,而是要有理有据地分析论证,然后提出自己的疑问。但是如果教师不教学生,学生又怎么会无师自通学会质疑呢?学生总是简单地问为什么,这就表示学生正急需教师的指导,逐步学会用质疑的方式提出问题。

然后是教学策略上的改变,教师并不需要正面回答学生的所有质疑。学生总喜欢讨论交流,那么何不利用学生的这种热情,让学生对自己提出的质疑相互解释呢?甚至还可以让学生相互质疑,将课堂还给学生,教师只是一个引导者,并且教师还能够从学生的交流中受到不少启发,提升教师自己的科学思维。

最后要注意质疑的过程比结果更加重要。质疑的过程,是对学生的综合考验,质疑中除了观察思考以外,对学生的表达能力和交流能力也有很强的锻炼作用,质疑的过程才是培养科学思维的最佳时机,更是培养班级质疑的科学氛围的最佳时机。对于学生提出的质疑在课堂上是否能够完全解决,我们大可不必担心,有质疑精神的学生课后一定会研究到底,这恰恰是核心素养理念下希望学生能够达到的学习状态。

## 参考文献

- [1] 王运森,续佩君.在物理教学中加强质疑教学[J].物理教师,2015(2).
- [2] 郭玉英.从三维目标到物理核心素养[J].物理教学,2017(11).
- [3] 周新林.初中物理教学中如何培养学生的质疑能力[J].素质拓展,2018(9).