

·科学与文化论坛·

科学精神(连载 11)

杨榕楠¹ 姜水根^{1,2} 陈青华¹

(1. 宁波市效实中学, 浙江 宁波 315012; 2. 宁波华茂外国语学校, 浙江 宁波 315192)

作为自然科学的灵魂和精华,科学精神伴随着人类认识自然、改造自然的创造性活动而萌生、发展,经过长期的沉积、凝聚和升华,时至今日已经包含了极其丰富的内涵。法国哲学家孔德认为,科学精神是在理性指导下的观察和实验,他强调的是科学精神的实证性和理性;英国哲学家波普尔认为“疑”就是科学精神,他强调的是怀疑精神;美国科学史家库恩则把“求”看作是科学精神,他主张探求建立范式来指导科学活动。由此可见,不同的价值观对于科学精神会有不同的解说。让我们沿着历史发展的线索,从中学物理教学的角度,来谈谈科学精神。

1 科学精神的源头

高中物理教科书在讲到物理知识的缘起时,多次提及古希腊学者的思想。这是因为近代科学是在欧洲发展起来的,而希腊是欧洲文明的发源地,要理解科学精神,就要了解作为西方文化源头的古希腊文化,特别是古希腊文化中的理性精神。

古希腊的理性是哲学理性,即相信自然界是有秩序和规律的,而且这种秩序和规律是可知的。他们对大自然的理性探索大致经历了一个由“自然解释”、“数理解释”到“逻辑分析”的过程。

泰勒斯最早提出了世界的本原问题。他认为,万物的本原不是神而是某种物质——水。泰勒斯之所以得出这个结论,据亚里士多德推测:“也许是因为他看到的一切养料都是湿润的……,生物皆藉湿润以维持其共存,所以他得出了这种思想。”可见泰勒斯提出水是万物本原的命题并不是玄思空想,而是在观察自然现象的基础上根据理性所做出的大胆猜测。现在看来,他的这一命题并不正确,但重要的不在于其结论是否正确,而在于从这一命题可以看出泰勒斯已经对物质的组成和统一性开始了理性的思考,这在科学发展史上是一个划时代的进步,它说明人类的思维已经从寻找简单的因果关系发展到了寻找宇宙间普遍规律的阶段,标志着人类智慧已祛除了神话的迷雾,透露了理性思维之光。遵循这一思维模式,德谟克利特提出了原子论思想,达到了古代关于物质组成理论的极致。

与泰勒斯不同的是,毕达哥拉斯学派认为数是万物的本质,数构成一切事物,数决定着自然界无限多样的特征,支配着宇宙秩序的和谐。毕达哥拉斯学派对自然的数理解释,使人类对自然的理性认识由定性把握推进到了定量分析的阶段,从而把数学抽象和数的概念提到了突出的地位。古希腊的哲学家对数学可谓是有情有独钟,柏拉图就曾在他

创办的学院的门口写道:不懂数学者不得入内。

古希腊的理性精神通过亚里士多德对逻辑的研究,得到了进一步的发展。亚里士多德讨论了以三段论为核心的逻辑,从而使逻辑成为一门独立的学科。他认为,每一门科学都应该通过演绎证明组织起来的命题体系。欧几里得秉承这一精神,写下了光耀千秋的《几何原本》。

对客观世界加以理性的思考,以数学和逻辑为推演手段,使古希腊的科学——静力学、天文学、生物学、医学得到了发展。

古希腊的理性是一种纯粹的理性,他们所关心的是人类认识自然的能力,他们的研究目的在于提高人类的认识水平,没有丝毫的功利因素在里面。这种非功利性的理性是科学研究的宝贵财富。科学具有实用性,泰勒斯曾以自己的天文学知识,预见了来年橄榄的丰收,并通过租用榨油坊赚取了一笔不小的财富,以此证明了科学可以致富。但是泰勒斯的志向不在此,财富不能满足他对自然理性认识的渴求,他要研究世界万物的本原,以求能理解和掌握这个世界的规律和秩序。毕达哥拉斯发现了勾股定理,杀了100头牛来庆祝。勾股定理有什么用呢?一点物质上的好处都没有,杀牛庆祝不是因为可以利用这个定理去谋取利益,而是因为这一发现是人类通过智力活动发现自然规律的一次伟大的胜利。

我们再来看高中物理教科书中介绍的托勒密,他的天文学研究纯粹是为了理解宇宙,为了掌握天体的运行规律,并无私利可图。他提出地心说的宇宙模型,为了解释观察到的天体的现象而把本轮和均轮增至80多个,正说明了他的不断研究的精神。至于他的模型1000多年后被教会利用,这并不是他的责任,他的模型对他来说是为理性服务的,而不是为宗教。托勒密还研究光的折射规律,在这一研究中,他巧妙地使用了一个被360等分的圆盘,盘中心固定着两支直尺的端点,直尺能绕盘中心转动;测量时把圆盘的下部浸没在水中,让视线沿上端直尺望去,调整两支直尺位置,使它们看上去在一直线上,如图1所示,从而得到对应的入射角和折射角。测出这两个角度,就可以分析得到折射角跟入射角的关系。虽然托勒密没有得到正确的折射定律,但是这种设计和

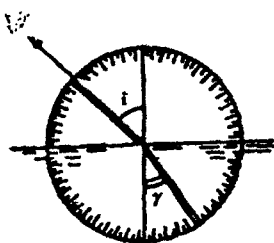


图1

研究不正是我们现代科学研究的方法吗?

德漠克利特说:“找到天下一件事物的原因,其快乐有甚于当波斯国王”,亚里士多德说:“吾爱吾师,吾尤爱真理”,这些言论都表达了古希腊学者那种非功利的、执着追求真理的理性精神。

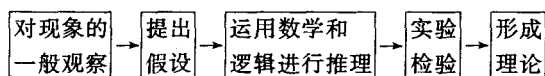
2 科学精神

从科学的发展上看,理性精神是科学精神的一个鲜明特征。但古希腊人的理性精神是有缺陷的。哲学理性的非功利性使他们脱离实际,不考虑知识的实际运用。虽然亚里士多德的生物学研究,阿基米德的静力学研究,希波克拉底的医学研究以及托勒密的天文学和光学研究都是从观察和实验出发,但他们却没有提出系统的实验方法,对实验的认识远没有达到像对理性一样的高度。

近代科学继承了古希腊非功利的理性精神,同时还弥补了它的缺陷,即实验的不足。文艺复兴时代的人们,摆脱了经院哲学的桎梏,开始进行观察,用归纳的方法形成假设,然后用逻辑的推理演绎出结论,再用实验加以检验。这种不同于古代的科学方法使近代自然科学从一开始就表现出新的面貌和特征,即科学的求实精神。

科学的求实精神首先表现为对实验的重视。罗吉尔·培根最早提出了“实验科学”的思想,他曾大声疾呼:实验胜过一切思辩,实验科学是科学之王。达·芬奇则强调真正的科学是从观察开始,从实验中产生,又以一种清晰的实验结束的。吉尔伯特用实验的方法对磁、电现象进行了研究,从而被人们誉为“磁的哲学之父”。

真正认识到实验的作用,使实验成为科学发展基础的是伽利略。他认为,虽然观察在认识中是非常重要的,但是对于某些现象来说,单靠观察是不够的,他说:“我们要学会更慎重些,不要对感官传给我们的第一个印象过分相信。因为我们很容易上感官的当。”他认为观察和实验不仅是科学研究的起点,同时也是科学理论的仲裁者。他在研究落体定律的过程中,把定量实验和数学论证结合在一起,既注重逻辑推理,又依靠实验检验,形成了一套完整的科学研究方法。这种方法可表示成程序如下:



物理学正是由于正确使用了实验方法,才像插上了翅膀,在短短二、三百年的时间里获得了飞速发展。科学的发展史告诉人们:一切被称为科学的理论,都必须建立在观察和实验的基础之上,并接受实践严格的、反复的检验。

1820 年 7 月,奥斯特在发现了电流的磁效应后,以 4 页的篇幅用拉丁文写成《关于磁针上的电流冲突的实验》一文,报告了他在前 3 个月中所做的 60 多个实验的结果,人们根据他的实验记录,经过重复实验,很快确认了他的发现是真的。而在 1982 年,美国物理学家卡布莱宣布找到了磁单极子,但是其他人一直没有能重复再现他在实验中观察到的现象,所以在科学上仍不能确定磁单极子的存在。这

说明科学的实验必须要有可重复性,这里做与那里做,今天做与明天做,这个人做与那个人做,如果实验的条件、过程都相同,就应该得到相同的结论。

古希腊的数学,如欧几里得的几何、阿波罗尼奥斯的圆锥曲线论,依靠其纯粹的理性达到了相当完美的境界。近代科学在继承古希腊理性的基础上,又把它提升为科学的理性。伽利略开创性地在自然科学的研究中运用了数学,使数学的发展与自然科学的发展紧密联系起来,使数学不再只是人类智慧的游戏,更成为了人类认识自然的工具。也正是这种结合,不仅促进了科学的发展,同时还促进了数学的发展。欧几里得的几何成了牛顿力学的时空,阿波罗尼奥斯的圆锥曲线到牛顿手里成了天体运动的轨道。理性一旦与科学方法、科学实验相结合,就展示出它在认识世界时的至关重要的核心作用。

科学的理性还产生了新的推理方式——理想实验。伽利略把它运用到光滑的直轨道来证明惯性定律;牛顿则用它在真空中平抛物体,使物体脱离地面成为绕地飞行的卫星,进而推导了人造卫星的各种轨道;而爱因斯坦则运用它设计了“爱因斯坦火车”,走进了神奇的高速世界,创立了相对论。

遵从亚里士多德形式逻辑的规律的理性是一种绝对的理性,一就是一,对的就是对的。但是随着科学的发展,特别是物理学的发展,人类的思想史上又发展起一种批判的理性,批判的理性遵从辩证逻辑的规律。比如爱因斯坦的相对论中根据逻辑推理,既承认地面上的观察者看到的运动车厢比地面上的相同车厢短,又承认运动的观察者看到的地面上的车厢比相同的运动车厢短,这里面包含了对经典物理学绝对时空观的批判。现代的量子理论,既承认光与微观物体是粒子,又承认它们是波,把体现粒子性的动量和体现波动性的波长统一在一个公式之中,这又是对经典物理学绝对认识论的批判。

批判的理性实际上就是科学精神中的怀疑精神。怀疑是科学的起点。如果没有对地心说的怀疑,就不会有哥白尼的日心说;如果没有对亚里士多德的教条的怀疑,就不会有伽利略的《两种新科学的对话》;如果没有对超距作用的怀疑,就不会有法拉第的“场”理论;如果没有对牛顿绝对时空观的怀疑,就不会有爱因斯坦创立的相对论。人类的科学事业就是在不停地怀疑又在不断地释疑中向前推进。

我们在这里讲的怀疑精神是科学的宝贵品质,讲的是它的精神而不是结果。我们不是以成败论英雄,以事后的结局论当时的是非。爱因斯坦是量子理论的创立者之一,但是他对于量子理论的哥本哈根解释、对它的概率解释的完备性始终心存怀疑。他与玻尔辩论,设计了一个个思想实验,均被玻尔驳回,甚至被玻尔用上了爱因斯坦自己创立的广义相对论而驳回。量子理论已经在实践上被证明是正确的,但是爱因斯坦真的错了吗?至少他的怀疑精神没有错,他与玻尔是以不同的形式表现同样坚定的科学精神。

科学精神以怀疑为起点,以求实为指向,以理性为核心,贯穿于科学家的行为实践中,它是深藏于科学之中的内

驱力,是人类文化的精髓.如果打一个生物学的比方的话,科学精神就是自然科学的“DNA”.

3 在科学的旗帜下

现代社会倡导公民应具备良好的科学素养.在学校的教育工作中,物理教师有责任在传授科学知识和科学方法的过程中培养学生的科学精神.但是当前的物理教学的现状是令人担忧的.本来应当置于物理教学首位的实验动手能力的培养,反因教学设施的现代化而被削弱了.电脑的普及使得物理课堂教学中一些本来该在课堂现场做的演示实验被幻灯所替代,一些实际的实验操作被换成用鼠标在屏幕上的移动和点击.这些虚拟的实验虽然节省物资、节省时间,但它们会在培养情感态度和价值观方面产生负面的影响,学生会失去那种通过观察和实验、通过自己或师生共同努力而发现自然规律的兴奋感,更没有误操作损坏器材甚至伤害人身的担心,从而使学生失去了对自然和自然规律的敬畏,这对学生学习物理知识和培养科学精神都是不利的.

本来应当置于物理教学核心地位的科学推理能力、怀疑和创新能力却因应试教育的需要而被忽略了.科学的发现过程被越过,科学的探究过程被压缩,好像电路发生短路一样,教学也发生了短路.高中3年的教学任务在不到2年的时间里就匆匆完成,剩下的1年多的时间被用来复习以应对高考,学生学习物理变成了强记科学结论和熟能生巧的训练.本来习题教学也是物理教学的重要环节,它有对实际问题的模拟,能训练学生科学思维能力,但是做习题的环节现在被过分地强化了,习题所描述的实际问题被演化为各类套路,解题训练失去了应有的功能.学生已经习惯于常温都是 27°C ,高温都是 127°C ; 0.02 kg 的子弹射入木块,木块的质量必然是 0.98 kg 或 1.98 kg ;沿直径为 20 cm 的轨道运动的小球质量竟达 1 kg ;一条小狗从车上跳下跳上,跳了 n 次……,这就是在物理习题中众多脱离实际的事例.理想化本也无厚非,但题海战术使学生习惯并依赖这种理想化,反而对实际的物理情景不能理解、无法处理了.凡此种种,何谈培养科学精神!

然而,我们还是可以从一些优秀的物理教师身上看到与此不同的做法.先来看宁波效实中学的沈晨老师是怎样培养学生科学精神的.她在担任94届高三班主任和物理任课教师期间,正当其他学生为迎接高考而紧张复习之

际,她为这个班级精心组织了为期一个月的有关对称的物理讲座.当讲到物理规律具有时间反演对称性时,一位名叫陈豫龙的同学在班级的《学习园地》上撰文提出了一个关于光的反射和折射的问题:如图2,入射光线 AO 从空气射入水中,在 O 点同时发生反射和折射,产生反射光线 OB 和

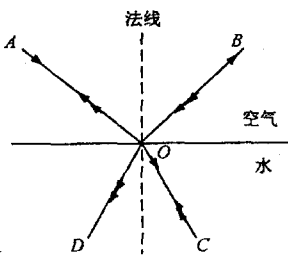


图2

折射光线 OC (见图2单箭头光线),根据时间反演对称原理,若原来的反射和折射光线反过来以 BO 、 CO 同时入射在 O 点,应只产生一条光线 OA .但是,根据光的传播规律,应有 BO 入射后的折射光线和 CO 入射后的反射光线 OD (见图中双箭头光线),那么光线 OD 哪里去了呢?对此疑问,同学们都表现出很大的兴趣.陈豫龙同学提出了猜想: OD 光线因 BO 的折射光线与 CO 的反射光线发生干涉而消失了.沈晨老师没有告诉他们答案,而是鼓励他们大胆怀疑,大胆探索.同学们用一系列正弦波来表示光波,作出反射波、折射波,再以 BO 、 CO 为入射波,分别作出它们的折射波和反射波,结果发现两列波由于相位相同,叠加后并不能消失.另一位汪岳君同学意识到其中可能有自己未知的另外的规律在支配着,最后学生们自己查资料,用半波损失的规律进行了解释,找到了答案.^[注1]

我们从沈老师的做法中可以看出,要在教学中培养学生的理性精神,就要让学生在解决问题的过程中、在亲历科学的跋涉中体验理性的价值.在碰到困难和障碍时,要鼓励学生坚持事物运动是有规律的,并且规律是可被认识的信念.在日常教学中,让学生开展一个个有一定难度但又能让人取得成功的研究课题,将有助于他们体会科学理性的价值,感受理性思维的力量.

我们再来看法实中学的许炎桥老师是怎样培养学生科学精神的.新课标物理必修1“运动的描述”一章中新增了关于全球定位系统GPS的内容,然而学生对GPS却少有接触,多不了解.一般的做法是对此一带而过,或者上网查些资料、找些图片作个简单介绍.而许老师却设法借来GPS导航仪,与学生一起进行了一个多月的研究.他们利用GPS,像2000多年前古希腊的埃拉托色尼一样,测量地球半径.学生在探究过程中自行设计方案,自己制定和修改计划,为完成研究克服了一个又一个的困难.为了获得球面三角的余弦定理,他们请教了港务局的技术人员和数学老师;为了验证理论的可行性,他们在学校运动场的跑道上进行了初步试验;为了减小距离的测量误差,他们对汽车的里程表进行了校准;为了排除干扰,便于汽车走直线,他们选择车流量小的凌晨做测量;为了寻找理想的测量路段,他们在电子地图上查找距离长且平直的公路;为了获得可靠的、足够的实验数据,他们驱车上杭甬高速公路.在宁波的世纪大道、鄞县大道、机场路等都留下了他们的身影^[注2].许老师他们还借助GPS探索了大气温度、大气压强随海拔高度的变化规律.他们自制了简易的百叶箱,爬上了当地最高的山峰,足迹踏遍了大半个宁波地区,走一路测一路.这种动手实验、野外测量的探究是有风险的,有可能引发车祸、发生安全事故,所以师生们每次行动都谨慎小心、准备充分.这些活动不仅考验了学生的智力、锻炼了学生的意志,培养了学生的科学求实精神,而且让学生真正感受了科学测量的艰辛,体验了科学研究的乐趣,领会了科学探究的真谛.学生在这种活生生的研究活动中始终充满了好奇和兴趣,科学的内涵在时间、空间和情感等各个维度上得到了延伸.这就是我们应该大力提倡的培养学生科学精神的教学方式.

在高中物理课本中,介绍了许多著名的物理学家:牛顿、法拉第、麦克斯韦、普朗克、玻尔、居里夫人、爱因斯坦……以及他们发现的许多重要的物理规律.限于篇幅,教科书对物理学家的介绍是非常简略的,省略了许多科学发现的具体过程,学生根据课本是很难体会科学研究背后物理学家们所付出的艰辛和努力.实际上,每一位著名物理学家名字都有一部传奇的人生,每一个耳熟能详的定律都有一段曲折的历程.历代物理学家在追求真理道路上表现出来的理性精神、求实精神和怀疑精神,在科研与生活中表现出来的谦虚谨慎、淡泊名利的优秀品质,都是人类最宝贵的财富.教育的素材何其丰富,对我们物理教师来说,要善于从中间挖取,要有认真培养学生树立科学精神的责任心.我们应认准一句话:培养科学精神从身边做起,从自己学校做起!

在科学的旗帜下,在发现科学规律、形成科学精神的过程中,人类创造了超过以往任何一个时代的科学成就和物质财富.同样,在科学的旗帜下,物理教师在传授知识的过程中,必将使科学精神得到很好的传承.

[注 1] 详见《中学物理教学参考》1999 年第 3 期的《物理教学案例两则》一文.

[注 2] 详见《物理教师》2007 年第 11 期的《把 GPS 导航仪引进学生的创新、探究活动中》一文.

参考文献:

- 1 彭纪南,黄理稳.科学精神与人文精神的融会.广州:华南理工大学出版社,2001.
- 2 张大昌.《物理 1》《物理 2》的编写思想.中学物理教学参考,2007(4).

(收稿日期:2007-11-08)

(上接第 2 页)与操作已经可以产生感应电.只是他将实验器材分放两个房间,做实验时在两个房间跑来跑去,总没看见电流计指针的偏移,把光荣留给了法拉第.

4 塑造良好的心理素质,树立优秀的科学伦理道德观念

不仅发现真理需要勇于创新坚持不懈,坚持真理也需要勇气和良好的心理素质.一些物理学家发现了真理不敢坚持,不仅淹没掉真理,意志薄弱者还可能走上不归路,这足以值得中学生警惕,以提高对塑造良好心理素质的重视.迈尔早年在驶往印度的船上做随船医生的旅行中,获得了重要发现,导致他对决定生命现象的物理力进行研究,从而获得了能量守恒和转化定律.但他的思想在当时一直没有得到普遍承认,本人甚至遭到了粗暴的侮辱性的中伤.他思想上承受不住中伤,苦恼万分,决计不再坚持和宣扬自己的发现,免得再受打击,最后自杀未遂,并因发疯而被送入疯人院.玻耳兹曼在气体分子运动论、热力学、统计物理学、电磁理论等领域,都做出了重要贡献,他的理论今天证实正确无疑,但在当时却遭到了一些有影响的反对原子分子实际存在的科学家们的怀疑和批判.玻耳兹曼不懂得科学争论是科学发展的有益催化剂,承受不了尖刻的攻击,产生了无尽的悲凉和孤独之感,丧失了坚持的勇气,失掉了进行新的探索求得反驳证据的斗志,精神彻底崩溃,于 1906 年 61 岁时自杀了.

在科学研究之中,一个科学家应该做的事情是探索科学的原理,获得科学的发现,而决不是进行个人之间的名利之争,党同伐异.如果头脑中存有私利,科学家们在科研中会犯下错误,也决不可能成为真正的完人和伟人.50 岁后的牛顿被富裕的物质生活所吸引,抛弃科学探索的艰苦生

活,当上了年薪可观的英国皇家造币厂督办,致使他的科学探索工作彻底中止下来.能量守恒和转化定律确定人之一的焦耳,其科研道路坎坷不平,但他在能量守恒和转化定律被人们普遍承认之时,首先向和他共同工作的迈尔发起了发现优先权的争论,否定他与迈尔同时各自独立发现了能量守恒和转化定律的事实,混淆人们的思想,引起一场对迈尔的混乱批评,导致迈尔的悲惨境遇.早年致力于核物理研究的斯塔克,在获得诺贝尔奖金后,将其投资到赢利事业上,并卖身投靠法西斯,钻进政界,获得个臭名昭著的下场.苏联世界级著名物理学家朗道,以卓越的物理学研究成果,被科学史家誉为 20 世纪上半叶最著名的 12 位物理学家之一.但他却凭自己智力上的强大优越感,缺乏克制能力,往往自以为是,气量狭小.苏联物理学家沙皮罗通过对介子衰变的研究,独自得出了打破长期以来人们一直认为的“宇称守恒定律”的介子衰变中宇称不守恒的结论,比杨振宁、李政道早提出几个月.由于朗道对沙皮罗论文的冷漠与轻视,使苏联物理学家失去了一次获得诺贝尔奖的机会.

科学探索中失误不可避免,物理学家的失误为后来者插上了此路不通的路标,指出了歧路所在.分析他们造成失误的原因,从中吸取教训,谨防这些造成失误的原因形成,杜绝失误出现的时机,就会在很大程度上避免许多失误的发生,也就能使中学生从侧面受到科学态度和科学精神的熏陶,敢于质疑,勇于创新,对生活、学习以及日后的工作产生潜移默化的影响.

参考文献:

- 1 李亚东.珍贵的启示——科学家失误谈.广州:广东科技出版社,1991.

(收稿日期:2007-08-18)