

物理和数学知识层次必须同步提高^{*}

——兼议“电磁学”教学中数学障碍的排除

李璐璐

(盐城工专基础科学部,盐城,224003)

一、没有数学就没有定量物理学

当今的物理学已发展成为一门高度量化的精确科学。在物理学中,丰富多彩的物质世界,多种多样的运动形式,千姿百态的物理性质,都变成了许许多多的物理量和一个个将物理量联系起来的数学公式。作为一名物理教师,在教学中不仅要使学生准确理解每个概念和定律(理)的确切含义,而且还要使他们在领会和掌握一个个数学公式的物理意义的同时,会用相应的数学知识作出定量的计算,这才是对物理学正确的学习和研究。“数理不分家”这句俗话,反映了学物理和学数学的密切关系。同时,在教学中还应指明,在物理学中,随着物理问题学习和研究层次的加深,要求数学知识也要相应提高。例如:初中阶段的物理,只接触到一些四则运算、小数、分数、恒等变化;高中阶段的物理就要用解方程组、解析几何、三角函数、指数、对数;在大学物理中,则需要矢量代数、微积分等高等数学知识。在专门的物理学领域中,在对一个物理问题作定量研究时,甚至已演变为在求一系列数学问题的解。总之,物理学科的知识每上一个台阶,数学知识也就相应地要上一个台阶。没有数学,也就没有定量的物理学;没有数学,物理学也就不成其为精确的科学。

二、数学知识是学好物理的基础

数学是学好物理的基础。数学掌握不好,会直接影响对物理概念的掌握,影响物理学的学习。这一点,在电磁学这部分内容的教学中表现尤为突出。电磁学教学基本要求的第一条就是:“掌握静电场的电场强度概念和电势概念及场的叠加原理。理解电势与场强的积分关系。能计算电荷分布简单问题的电场强度和电势。”从中可以体会到对数学的要求。“场”是电磁学中研究的对象。“场”这一客观物质需

要用矢量函数“场强”表示,对“场”的讨论,必须应用矢量代数和微积分知识。分析历次教学,每当电磁学课程一开始,学到静电场的场强和电势的计算以及高斯定理时,学生就难住了。于是越学越不适应,整个电磁学教下来,总有一部分学生反映“听不懂,公式太多,电磁学最难学”。究其原因,就是电磁学与高等数学的关系最为密切,学生必须有一定的数学基础,才能顺利接受电磁学的知识,所以大学物理一般是在第二学期开课的。这时,学生已在高等数学中学习了极限、导数、微积分、矢量等概念及其运算规则,但对这部分知识还较生疏。大学物理一开始讲的力学,接触到了位置矢量、位移、速度、加速度、变力做功等问题,这正好是对数学知识的补充和应用。但由于力学部分在高等数学的知识方面还比较少,重复也不多,而且有时利用高中数学知识也能解决问题。因此,当时学生对高等数学在物理中的应用印象不深,掌握不熟练、重要性也认识不足。到了“电磁学”,由于研究对象从有形的物质,转为无形的物质“场”,这时就必须运用矢量函数、矢量运算法则、微积分等高等数学知识才能解决问题。这一来,学生自然被抽象的“场”和还并不熟悉的高等数学的应用难住了。所以,数学知识的层次没跟上是学好大学物理的一个障碍。

三、物理教学中的数学障碍

经多年的教学实践,分析总结历届学生在学习过程中常犯的数学错误,有如下典型事例。

(1)不能正确表示矢量式,任意删、加矢量箭头。

如:“ $v = 2i - 6j$ ”、“ $\vec{a} = \frac{dv}{dt}$ ”、“ $\vec{a}_t = \frac{dv}{dt}$ ”、“ $\vec{E}_r = E \cos \theta$ ”等。

* 收稿日期:1995-08-30

(2)将矢量运算混同于一般代数运算,随意书写运算符号。如:力矩 $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ 等又乘运算,随便颠倒 $\vec{r}$ 与 $\vec{F}$ 的先后位置;磁通量 $d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S}$,经常不写出中间的“点乘”;动生电动势 $\epsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$,经常不管点乘、叉乘,随便写作“ $\epsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) d\vec{l}$ ”或“ $\epsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) d\vec{l}$ ”,场强迭加原理 $\vec{E} = \int d\vec{E}$ 经常出现将 $d\vec{E}$ 直接积分,等等。

(3)不按物理定义的数学公式求解,如:求磁通量,根据定义应该是: $d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S}$, 再按 $\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$ 计算。但在已知一根无限长载流导线的磁场旁放有一矩形线框,求通过该矩形线框的磁能量时,学生经常出现的错误做法是:

$$dB = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B = \int dB = \int_a^b \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

$$\Phi = BS = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{b}{a} (b-a)l$$

计算的每一步都有错误概念,但主要的还是学生的数学思维仍停留在中学求磁通量的公式“ $\Phi = BS$ ”这一点上。

(4)不定积分中的“元素法”如何应用于物理问题。计算电势时,尽管对学生强调实质是求变力做功问题,但学生在求电势时还是经常出现问题。如:求半圆形均匀带电细线(电量为 Q) 圆心处的电势。学生的错误做法有:

$$\therefore dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$\therefore E = \int dE = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\theta}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

(这里出现了上面提到的错误:将矢量函数 $d\vec{E}$ 直接积分)

$$v_0 = \int_R^\infty E dr = \int_R^\infty \frac{\theta}{4\pi\epsilon_0 R^2} dr = \frac{\theta}{4\pi\epsilon_0 R^2} R = \frac{\theta}{4\pi\epsilon_0 R}$$

上述计算,反映学生缺乏矢量函数的概念,没有掌握定积分中“元素法”的基本步骤、积分公式不熟练等多种问题。

学生中出现的种种错误,既有对物理概念的掌握,又有数学知识的应用,两者混合在一起,有时还很难区分开来。但归根结底还是学生的数学知识没有跟上。数学知识没有提高到相应的层次,直接影响了物理学的学习。因此,只有排除数学障碍,才能学

好物理。

四、排除“电磁学”教学中数学障碍的做法

经过多年的教学实践,从中体会到主动排除学生在学习过程中的数学障碍,才能做到有备无患,有的放矢。下面谈谈电磁学教学中排除数学障碍的基本做法:

(1)内容交底,作好思想准备 首先将电磁学的基本内容向学生“交底”,指出电磁学研究的主要对象是“场”,这种无形的物质与力学中的实物物质不同。“场”是充满空间的,“场强”又是矢量,启发学生明确定量描述一个带电系统周围的场,必须要用空间位置为自变量的“矢量函数”。对场的讨论,如:场强叠加原理、静电力做功的特点、用电势描述电场等问题,必须要用高等数学知识。使学生首先对数学知识的重要性作好充分的思想准备。

(2)先讲数学,提供计算工具 在讲电磁学前先据电磁学的需要讲矢量代数。讲解时根据学生易犯的 error 和电磁学中的要求强调四点:正确的矢量表示才能正确反映物理概念;物理规律的矢量公式只是一种简洁的数学语言,并非计算公式;矢量式的运算不同于代数式的运算;加强对矢量的乘法运算(叉乘、点乘)和矢量积分运算规律的理解;复习数学中定积分的“元素法”,强调“元素法”是电磁学中经常要运用的数学工具。

(3)精讲物理,加强数学练习 在掌握了一定数学知识的基础上,对物理概念则应该精讲多练。例如,场强的矢量性和场强的叠加原理,学生在理论上是容易接受的,所以应精讲。接着就应留下一定的时间让学生在课上运用数学知识自己计算一些简单带电体的场强,然后再进行讲评和分析。此外还应特别点明计算结果是“矢量函数”,这样可为下面要讲的电通量的定义和电势的计算等问题“铺路”。

从电磁学整章内容来看,应该精讲多练的是静电场这部分内容。因为静电场和稳恒电磁场在内容结构、形式和计算方法上是十分相似的,而且在静电场中出现的数学知识已十分集中,以后的数学问题已基本接触到了。这一部分内容的讲解应着重教给学生学会用数学工具来描述物理概念、规律和分析、解决物理问题的能力,这就必须靠多练才行。所以整个静电场的讲解可适当

(下转第93页)

使物资出现质量问题,也可以去退货、索赔。

2、内部牵制 加强对采购工作的指导和管理,建立制约机制,完善采购手续。(1)采购工作由2个或2个以上的人员共同完成,达到相互制约,避免接收提成和回扣的情况发生。(2)订购物资,验收入库,由不同的部门派人参加。(3)采购员必须按审批计划进行采购,不得随意变更采购物资的规格、型号、种类、数量等,出现特殊情况应及时汇报,请示领导批准后进行。(4)签订合同,明确供求双方的经济职责,如因规格、质量、等级等不符合要求由责任方负责退货,并承担损失。(5)由物资中心设置“物资采购工作意见箱”。形成一种群体的、公众性的监督体系,物资中心将根据实事求是的原则对反映的问题进行调查核实,及时处理。(6)在采购工作中属于纯主观性造成的后果将追究个人责任。如批评、教育、调离、直至负法律责任。

3、提高素质 尽管制定了完善的牵制制度,然而如果采购人员的素质得不到提高,没有强烈的责任感和敬业精神,没有过硬的业务技术和技能,仍然会有可能出现主观的或者客观的违法乱纪现象。

近年来,买卖双方越发注重供销人员的自身素质。学校的物资采购工作在质量、价格方面没有统一的监督。因此得提高采购人员思想素质,使物资采购人员树立以学校利益为重的思想,真正做到货比三家,少花钱,多办事,办好事,拒腐倡廉,拒绝以劣充优,要充分利用市场信息灵活的优势,主动促使物资仓库与使用单位、使用单位与生产厂家的挂钩,为他们排忧解难。

市场经济建设的发展,带来了经济繁荣,也出现

了一些不正当竞争,送礼、请客、回扣、贿赂等问题。因此,作为采购人员应加强自我约束,树立廉洁奉公的思想观念,物资管理部门也得强化思想教育。

采购人员单凭讨价还价已不是销货人员的对手了,新时期采购人员一方面要掌握采购技巧,另一方面要不断学习,开阔视野,扩充知识面。要借助学校良好的学习氛围,善于吸取专业技术人员的知识。1995年,我们物资科有2人完成了管理工程系的经济管理专业证书班的学习。同时,我们也组织采购人员到各系部向教师和专业技术人员学习。1995年夏天,学校新建CAI、CAD、语音室,100多台微机能顺利到位的实践再次证明,技术人员与采购人员相互学习,共同研究,取长补短,可使物资采购工作朝着科学化、高效化的方向迈进。

4、辅以奖励 采购人员长年奔波,学校的采购工作与采购人员的本身利益又没有明确的挂钩,影响了采购人员的积极性。1995年我们采取了一系列奖励措施,使得物资采购工作取得了前所未有的好现象。全年仅后勤、行政办公物资就购买了60万元,却无一人反映质量有问题或价格偏高。我们对于一年中未出现物资采购违纪现象的采购人员发放年终奖,对于购回价廉物美的物资,给予以一定金额的单项奖,并对采购人员因紧急采购而加班的,发放一定金额的加班补贴。

物资采购工作的管理是一门科学,特别是在市场经济愈加健全和完善的今天,更是一门值得仔细研究的科学,上述认识只是笔者的一孔之见,提出以供同行商榷指正。

(上接第63页)

多安排几次习题课。有了静电场中的多练,稳恒磁场中的概念和规律可以采用类比的方法,稍作点拨,留更多的时间让学生自学和多练。有了一定的分析问题的方法和解决问题的能力,再学习“动”起来的“场”,即电磁感应的内容,也就不会太难了。

(4)阶段测试,不断巩固成果 电磁学内容的静电场、稳恒磁场、电磁感应三大部分,每一部分在物理和数学上都有规定的目标要求。每讲完一部分内容,应该进行以教学目标为依据的形成性测试,及时

了解和分析学生对物理问题的数学表述掌握的程度,并根据实际情况,采取有效措施,做到不断发现问题,纠正错误,发扬成绩。

数学是物理学的重要工具,物理学又赋予数学以实际意义。在大学物理的教学中处理好数学和物理的关系,是一门教学艺术。作为教师,一切从实际出发,把握这两门学科的内在联系,进一步提高物理学科的教学水平还需要继续付出艰辛的劳动,进行深层次的研究。