

理论力学教学中培养创新思维的探索

许海燕, 盛宏玉, 周焕林

(合肥工业大学 土木与水利工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要:培养创新思维是高等教育的目标之一,而创新思维的重要部分是发散思维。在教学中有目的地进行发散思维的训练,是培养学生创新思维能力的有效途径。文章分析了发散思维的特征,并结合其特征及理论力学教学的特点,运用多向辐射、正向反求、同中求异等方式训练学生的发散思维,激发学生的创新能力。

关键词:发散思维;创新思维;理论力学教学

中图分类号:O31-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2009)01-0066-04

美国著名心理学家吉尔福特(J. P. GUILFORD)指出:“人的创造力主要依靠发散思维,它是创造性思维的主要部分。”发散思维,又称求异思维,是指把已知信息进行多方向、多角度地思考,不局限于既定的理解,从而触类旁通、由此及彼,提出新问题、探索新知识、发现新方法的思维方式。它能打破思维的定势,促进视野开阔,思维活跃,产生出大量独特的新思想。在基础力学教学中,有意识地加强学生的发散思维训练,对激发学生的创新能力有着积极的意义。

一、发散思维的特征以及训练发散思维需要注意的事项

发散思维具有流畅性、灵活性、独特性特征。这3个特征实际上就是发散思维品质的3个层次,因此,应该循序渐进地训练。(1)流畅性。流畅性是发散思维的第一层次,即培养学生的思维速度,使其在短时间内表达较多的概念,枚举较多的解决问题方案,探索较多的可能性。(2)灵活性。灵活性是较高层次的发散思维特征,即培养学生举一反三、触类旁通的良好品质。(3)新颖性。新颖性是发散思维的最高层次,即培养学生大胆突破常规,敢于创新的创造精神。

在训练发散思维过程中需要经常引导并鼓励学生注意的事项:(1)不满足于已有答案,敢于提出新的想法或方案,敢于创新和发现。(2)不受习惯势力和陈旧偏见的影响,戒除循规蹈矩的做法,解放思想,勇于突破框框,敢于“反常”。(3)克服从众心理,敢于标新立异,别具一格。(4)战胜怕出差错的思想。怕出差错就会谨小慎微,无法摆脱约束,不能发散和创新。(5)克服思维定势,乐于接受新思想、新理论、新方法,不断更新充实自己的知识。

二、训练学生的发散思维,激发学生的创新能力

根据发散思维的特征,笔者在教学中采用多向辐射、正向反求、同中求异等多种教学方式,有效地训练学生的发散思维。

(一)多向辐射,培养发散思维的流畅性

流畅性也称多端性,即对一个问题进行多角度、多方位的思考,获得多种多

收稿日期:2008-12-17

作者简介:许海燕(1964-),女,合肥工业大学土木与水利工程学院副教授,主要从事计算固体力学及其

工程应用研究,(E-mail)xhy212@sohu.com。

欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

样的结论。其重点是“多”:对同一个问题的思考方式多、角度多、途径多,从而得出多种可能解决的方案或产生新的结论,即答案多。

1. 多方位发散

在教学中多引入一些开放题,利用题目的条件发散、解法发散、结论发散等开放性训练,引导学生展开讨论,使学生在发现、解决问题中培养创新能力。

如图 1 所示,从 (a) 到 (d),其共同点均是已知

主动件的运动求解从动件的运动。若用点的合成运动理论分析,按照动点动系选取原则,均应选取从动件 AB 杆上 A 点为动点,动系固结在主动件上,但由于题目条件的发散并层次递进(主动件从直线平移到曲线平移,从动件由直线平移到定轴转动),使得最后结论也具有发散性(相对运动和绝对运动轨迹由直线变为曲线,3 种运动的加速度由最初的均为 1 项到所有的 3 项加速度均具有法向、切向两项)^[1]。

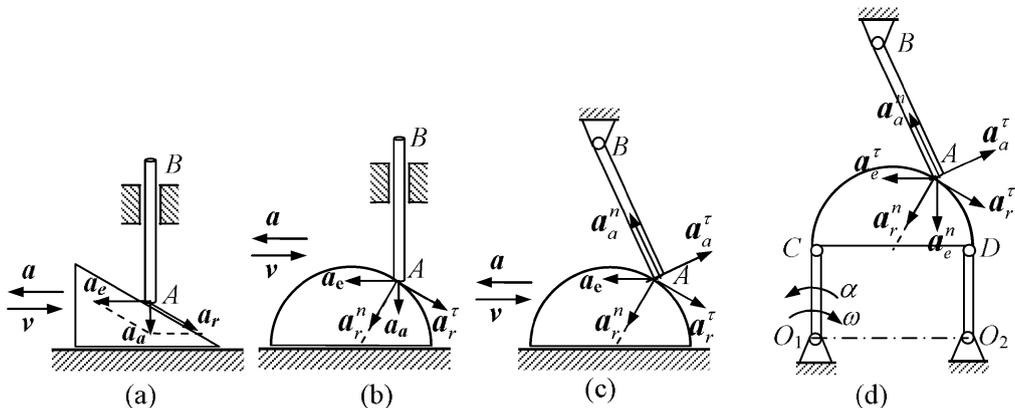


图 1

在教学中引入开放题,利用题目的发散性能启发和引导学生加强对基本理论掌握和理解,通过类比、联想和分析,训练并提高了学生思维的流畅性。

2. 用“头脑风暴法”训练发散思维的多端性

“头脑风暴法”是由创造基金会的创始人 A·奥斯本提出,是指在一定时间内,通过大脑的迅速联想,产生尽可能多的想法。在教学中营造一个民主、宽松的环境,使学生能畅所欲言,并在教师的引导下进行多角度探讨、分析、求解、论证,做到一题多解等。这些积极性的探索都是多端性训练的有效途径。

如图 2 所示的凸轮顶杆机构,已知凸轮的角速度求顶杆平移的速度和加速度。可以用解析法求解,也可以用几何法(运动分解与合成)求解。解析

法需要建立点 A 的运动方程: $x = e \sin \omega t + \sqrt{R^2 - e^2 \cos^2 \omega t}$ {图 2(a)},再对其求导,得到速度与加速度的时间历程。此法适用于运动全过程的研究分析。几何法则形象直观,能避免冗繁的数学推导,直接求得某特定瞬时的速度、加速度。而运动的分解又可以有多种形式:(1)选杆上 A 点为动点,动系与偏心轮固结,则相对运动是点 A 沿轮边缘的圆周运动 {图 2(b)};(2)选偏心轮中心 C 为动点,动系固结于顶杆 AB 上,则相对运动为绕 A 的圆周运动 {图 2(c)};(3)选顶杆上 A 为动点,动系为铰接于 C 处的平移坐标系,则绝对运动为直线运动,相对运动是以 C 为中心的圆周运动,牵连运动为平移 {图 2(d)}^[2]。

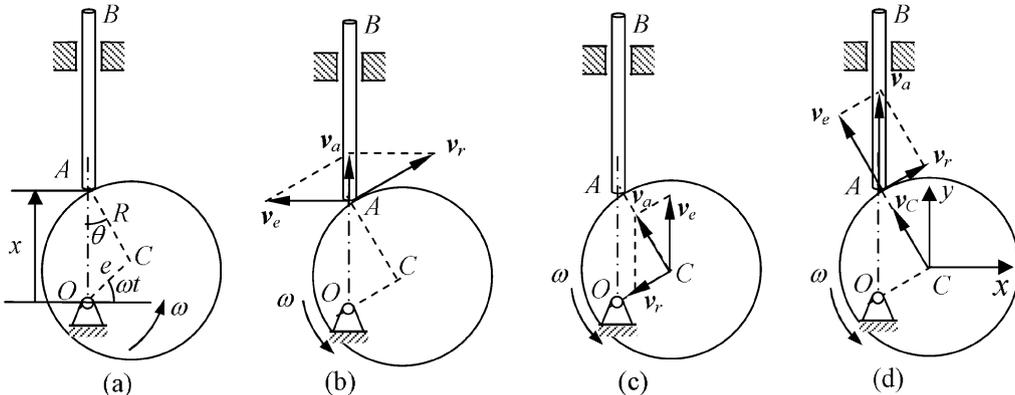


图 2

再如图3所示,长 l 、质量 m 的均质杆 OA 与半径 r 、质量 m 的均质圆盘铰接,铰链 O 、 A 均光滑。初始静止由水平处释放,求杆与水平成 θ 角时,杆的角速度 ω 、角加速度 α ,以及轴承 O 处的反力。对于要求的未知量可以有多种解法,如解法1:用动能定理求 ω 、 α ,用质心运动定理求 O 处反力。解法2:用动量矩定理求角速度、角加速度,用质心运动定理求 O 处反力。解法3:用功率方程求角加速度。解法4:用机械能守恒定律。解法5:用动静法。解法6:用拉格朗日方程。在分析中可提出供讨论的问题:(1)在运动过程中圆盘做什么运动?(2)圆盘的运动与系统的摆动相互有影响吗?(3)若 A 处有摩擦,则系统的运动特性有何变化?(4)若圆盘与杆固结则所求未知量会有不同吗?

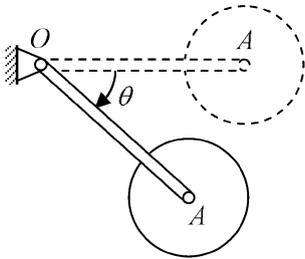


图3

以上案例通过引导学生从不同角度、用不同方法进行一题多解,并进行多方位讨论,不仅拓展了学生的思维方式,训练了学生的发散思维,且能加深学生对基本概念、基本理论、基本方法的掌握和理解,夯实基础知识,优化认识结构。

(二)正向反求,逆向思维,培养发散思维的灵活性

逆向思维,也称反向思维,是指与一般思维方向相反、突破常规的思维方式。这是从完全对立的、相反的角度去思考问题、解决问题,是发散思维灵活性的重要特征。灵活性又称为变通性,它反映发散思维具有由此及彼的“连通机智”;改变事物的量和质,产生新思维的“换元机智”;思路一旦在某一方位受阻,即刻转向另一方位的“变位机智;迅速寻找最优思路、最简方法、最佳答案的“择优机智”。变通性是应付和解决变化问题的关键,是发散思维的重要标志。

在教学中,结合教学内容介绍发散思维的特点,营造创新的教学氛围;鼓励学生张扬个性,勇于突破传统;注重启发学生从完全对立的、相反的角度去思考、解决问题,摆脱定向思维的束缚,加强事物的内

涵和外延的沟通联系。如理论力学中,达朗贝尔原理,即所谓动静法:通过引入虚加的惯性力,从而用静力学列平衡方程的方法处理动力学问题;而虚位移原理则是通过引入“虚位移”、“虚功”的概念,将静力学问题转化为用动力学的方法来解决。再如一些定理、原理的证明中反证法的应用,定义、原理、公式的逆向推导与使用,这些都能让学生体会领悟逆向思维的优点,逐步养成善于从不同的立场、角度、层次探索问题,拓展思维的好习惯。良好的思维品质将为学生今后解决生产实际问题,从事科学研究工作打下基础。在科学研究的进程中,有时会出现障碍和停滞不前,如果总是按着原有的原理、思路或方法继续进行修正、补充,往往很难有所突破。如果能从相反的方面着手去思考、去研究,提出新的假设,进行新的推理、实验,常常会获得意外的收获。

(三)同中求异,培养发散思维的新颖性

任何人都有点从众心理、对权威的敬畏心理,特别是接受多年学校教育的大学生,从小学到中学基本上是按照教师和课本的导向去学习、记忆、容纳知识,教师讲的、书上写的是绝对正确的,学生既缺少创新思维的要求和压力,也缺少相应的训练。基于此,在大学里注重培养学生的敢于质疑、勇于创新的精神是当务之急。在教学过程中要注意强化学生3个方面的心理意识:(1)大胆而合理地怀疑。(2)不盲从于大多数的抗压心理。(3)培养不断否定自己的健康心理。鼓励学生张扬个性,大胆开拓,积极思考,同中求异;鼓励学生摆脱思维定势,从新的角度提出全新观点。为此,必须改变传统的输入式教学方式,采取启发式、讨论式、激励式等教学方式;提倡一题多解,提倡对具有多种结论的开放性问题进行讨论,不断拓展学生的思维方向和思维空间。

发散思维新颖性训练的主要方式有以下几方面。

其一,质疑式学习,即不迷信权威,大胆地持怀疑的态度去阅读教材或其他书刊,找出其中有错误或不够完善的段落、解法,对其不当之处给予修正,使之更简捷、更完善。鼓励学生在课堂上质疑,直言不讳地指出教师在教学中可能出现的不当之处甚至错误。作为教师应做到闻过则喜,为学生敢于质疑、不轻易盲从的精神感到高兴。实际上,笔者在课堂上会有意识地提出一些似是而非的问题引起学生的兴趣并展开讨论;也会故意出错引起学生警惕,并使学生在辩论中明事理,激发出创新的火花。

例如,在介绍科氏加速度在自然现象中的表现时,很多教材这样描述:在北半球,向北流动的河水的科氏加速度向西,即指向左侧,河水必受右岸对水的向左的作用力,反过来河水对右岸的冲刷比左岸严重。换言之,由于地球自转,河流水流会发生偏向,北半球向右偏,南半球向左偏。这是地理学中的一个规律。通过引导学生讨论、质疑,大家认识到两点:(1)对右岸冲刷严重的现象不仅仅只有南北向的河流才有,对任何流向的河流均存在;(2)这一规律在较为平直的河道能正常适用,但是若是较为弯曲的河道,则不能一概而论之,还应考虑弯曲河道水流对河岸的影响除受地转偏向力影响外,还要受到弯道离心力的作用,最后往往导致凹岸侵蚀、凸岸堆积。因此,质疑式学习,同中求异,能有效地拓展思维方向和思维空间,把握事物的本质特征。

其二,温故而知新。当学生学习了某一理论知识以后,教师引导学生复习,从新的理论高度重新思考已学过的知识,从而提出新的见解,并做出更深刻、更准确、更全面的表达。例如,刚体静力学(几何静力学)和虚位移原理(分析静力学)都可以处理静力学问题。几何静力学是直接解除约束,建立主动力和约束反力的关系,即平衡方程。分析静力学处理的是力的功,无须解除约束或是有针对性地解除约束,即,通过主动力的虚功,揭示质点系的平衡条件,并应用变分原理将平衡位形与附近符合约束条件的可能位形进行比较,因而能分析平衡位形的

稳定性。这是几何静力学所无法做到的。虚位移原理揭示了质点系的平衡条件,是静力学的普遍方程。几何静力学的平衡方程完全可以用虚位移原理推导出来。通过回顾、分析和比较,能使学生在新的高度更深刻、全面地认识和处理问题。

其三,举一反三,即将原理、定理或研究方法的推广应用。推广是事物发展所遵循的规律之一。在教学过程中,教师要引导学生带着强烈的推广欲望,对所学知识努力去追求层次的推广、形式的推广和情境的推广,激发和培养学生的探索精神和创新能力。

三、结语

加强素质教育、培养创新能力已成为高校教学改革的主要目标之一。树立“为创造性而教”的指导思想,在教学中进行有意识、有针对性的培养是必要的,也是可能的。在教学中结合发散思维的特性以不同方式进行训练,引导学生勤于思考、善于探究,能促进良好的思维素质形成及创新思维能力的发展,逐渐确立起科学的思维方式。为社会培养更多富有开拓创新精神的人才,这是高等教育的目标,也是高校教师的责任和义务。

参考文献:

- [1] 合肥工业大学理论力学教研室. 理论力学[M]. 合肥:中国科技大学出版社,1995.
- [2] 贾书惠,李万琼. 理论力学[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

On Divergent and Creative Thinking of Theoretical Mechanics Teaching

XU Hai-yan, SHENG Hong-Yu, ZHOU Huan-lin

(School of Civil Engineering and Water Conservancy, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Cultivating creative thinking is one of the main objectives of higher education. While divergent thinking is the important part of creative thinking, the conscious cultivation of divergent thinking plays an important part in the process of improving creative thinking. The characteristics of divergent thinking are analyzed in the paper, which are multi-ends, flexibility and uniqueness. In teaching, we can improve our students' divergent thinking and creative thinking effectively by means of multi-directional radiation, positive direction in reverse and seeking difference from common points.

Key words: divergent thinking; creative thinking; theoretical mechanics teaching

(编辑 欧阳雪梅)