

中学生科学形象思维能力的培养

胡卫平

[摘要]培养中学生的科学形象思维能力,要帮助学生形成正确的科学表象,培养学生运用科学形象进行思维的习惯,培养和发展学生的科学想象力。

[关键词]中学生;科学教学;形象思维能力

[中图分类号]G633 [文献标识码]A [文章编号]1009-718X(2004)05-0040-03

科学形象思维是以科学表象为思维材料而进行的思维,在科学学科中起着重要的作用。它是提出科学假说的重要途径,为学习科学提供形象支柱,便于对科学问题进行整体把握和定性分析,并且常常能唤起直觉和诱发灵感,是科学创造和发明过程中一种很重要的思维形式。我们可从如下方面培养中学生的科学形象思维能力。

一、帮助中学生形成正确的科学表象

科学表象是人脑对当前没有直接作用于感觉器官的、以前感知过的科学事物形象的反映。形成正确的科学表象是进行科学形象思维的基础,帮助学生形成正确的科学表象基本途径有如下几种。

1. 充分利用实验和现代化的教学手段

在科学教学中,要采用挂图、模型等手段,使课堂教学形象生动;充分发挥电化教学和多媒体的优势,利用录像、投影和CAI课件等,让学生进入到一个形象的科学世界;通过动态的画面将一些看不见、摸不着的微观世界、科学图景、科学形象和抽象概念形象化;将在课堂教学中不便演示的现象和内容以立体的信息输入学生的大脑。

2. 要善于利用已有知识的逻辑展开

简要复习已有的知识,构想出已有知识的逻辑框架,分析这个框架中存在的问题,由此引入新课题,从而形成一个具体、生动、形象的科学问题情景,再带领学生解决问题,得出结论。

3. 唤起学生已有的经验、表象

在科学教学中,运用科学、准确、形象、生动

的语言描述学生已感知过的科学现象、科学过程和科学图景,从而使学生回想起已有的形象。

4. 换生活图景为科学图景

生活图景是指学生在日常生活中所形成的自然常识、信息以及经验,科学图景是指反映客观科学事物本质特征的图景。当生活图景与科学图景一致时,能帮助学生形成正确的科学形象,否则,将阻碍正确科学形象的形成。在科学教学中,一定要通过多种形式,将学生的生活图景转换为科学图景,将正确的科学形象植根于学生大脑中,从而提高他们的形象思维能力。

二、培养中学生运用科学形象进行思维的习惯

建立正确的科学表象的目的是为了运用形象分析研究科学问题。从建立科学形象到运用科学形象是一个飞跃,要有效地培养学生的科学形象思维能力,必须在建立正确的科学表象的基础上,将运用科学形象进行思维贯穿在科学教学的各个环节和方面。

1. 在概念和规律教学中运用形象思维

科学概念是科学学科的基础,科学规律是科学学科的核心。在科学教学中,历来重视概念教学和规律教学,重视抽象思维能力的培养,这无疑是正确的。但是,如果忽视科学形象,不重视培养学生的形象思维能力,学生的思维也就不能得到全面发展,抽象思维本身也就会由于缺少形象的支持而发生困难。如果大脑中没有足够的电磁感应现象的形象,就无法正确理解电磁感应的概念和规律;如果

胡卫平 山西师范大学课程与教学研究所所长 教授 博士 041004

没有电力线、磁力线的正确图示,就无法理解电场、磁场的分布等等。

我们可用如下方法,通过形象思维形成科学概念和规律。第一,使学生充分感知科学现象,获得丰富的感性认识,形成正确、鲜明的科学形象;第二,对各种各样的感性材料、科学形象进行加工、改造和重组,通过分析、对比、归纳和想象等一系列思维操作,概括形成反映科学事物本质特征和内在规律的理性形象;第三,舍弃形象材料,抽象出科学概念,建立科学规律。

2. 在解决科学问题的过程中运用形象思维

一般来讲,学生解决科学问题经历两个阶段,在第一阶段,主要是调用储存在大脑中的形象材料,进行形象思维,作整体和定性的分析;在第二阶段,主要是调用大脑中的抽象材料,进行抽象思维。根据这个指导思想,科学习题教学应遵循以下程序:第一,让学生根据问题情景构建出典型形象,形成正确、清晰的科学图景;第二,启发学生生活化构建的典型形象,依据对象、过程、条件,正确选取科学定律、公式等,并将科学问题转化为数学问题;第三,指导学生运用数学进行推演、讨论和计算,得出结论。

3. 借助科学图像分析科学过程

在分析和解决科学问题时,可以借助科学图像对复杂的运动过程进行分析,使问题变得更加直观和明显,使学生易于分清运用的各个不同阶段,找出各阶段的特有属性及其相互联系,把握运动变化的临界点以及运动过程的整体情况。这可以帮助学生建立科学情景,明确科学过程,理解科学过程内在的规律性,发现解决科学问题的思路和方法,提高学生分析问题和解决问题的能力,同时,可以有效发展学生的科学形象思维能力。

三、培养和发展中学生的科学想象力

想象是人脑对已有的表象进行加工改造而创造出新形象的过程,它是形象思维的一种高级形式。中学生的科学想象力主要包括唤起多种图景及对其进行变换的能力、形成理想化科学图景的能力、建立空间关系与直观映像的能力和独立形成新的科学图景的能力。因此,我们可从如下方面培养和发展中学生的科学想象力。

1. 培养学生形成科学图景的能力

科学图景是在感知的基础上对科学现象、科学过程和科学问题的一个模拟和缩影,没有科学图景,

就会使本来生动丰富的科学知识变成一堆枯燥难懂的材料,无法进行形象思维,也不可能具有想象力。因此,培养学生形成科学图景的能力是培养学生想象力的基础。

第一,积累大量的科学图景。认识科学现象和科学事实是研究和解决科学问题以及学习科学知识的基础和出发点,在学习科学过程中,我们必须通过观察、实验、知识的逻辑分析等手段,对科学问题、科学事实、科学现象和科学过程形成清晰和明确的印象,积累大量生动、具体的感性知识和材料,形成各种科学图景;并利用这些生动、具体、形象的科学图景进行形象思维,进行探索、研究和科学学习,认识科学现象,形成科学概念,理解科学规律,概括科学知识,建立科学理论,解决科学问题。

第二,把思维具体化、形象化。把思维具体化、形象化,使被研究的科学现象及科学过程在脑海中形成科学图景,这样能激发学生的想象力。法拉第在1852年引进电力线和磁力线来形象地描绘电场和磁场,从而使人们利用形象思维理解和回答了许多电磁学问题,并将之推广到一般的矢量场。在解答科学问题时,要求学生正确画出科学过程的示意图或在大脑中想象出科学过程的正确的科学图景。在科学教学中,也要帮助学生形成科学图景。

2. 培养学生建立空间关系的能力

建立空间关系,就是形成问题中有关物体的空间位置、物体间位置之间的相互关系、空间位置随时间的变化、场在空间中的分布及其随之变化的情况等。我们可以采取如下措施培养学生建立空间关系的能力。

第一,适应学生科学形象思维能力发展的特点并促进其发展。根据我们对学生科学形象思维能力发展的研究,学生的科学形象思维能力随年龄的增长不断发展,并具有发展的阶段性。^[1]初中生具有初步形成和唤起图形、图景和基本空间关系的能力,高中生才具有独立想象新的图形、图景和空间关系的能力。初三年级到高一年级是中学生科学新思维能力迅速发展的时期,到高二年级,中学生的科学形象思维能力趋于定型。因此,在培养学生建立空间关系的能力时,要适应学生科学形象思维能力发展的特点。

例如,如图1所示,在空间存在沿X轴方向的匀强电场E和匀强磁场B,带电粒子(质量为m,电量为q)从O点以初速 V_0 沿Y轴射入,请描述其轨迹。

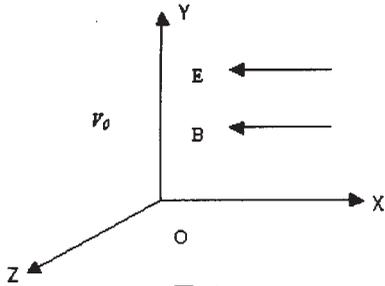


图 1

对于高中学生,一般只能描述出 Y 存在电场时粒子的运动轨迹(在 XOY 平面内作平抛运动)、存在磁场时粒子的运动轨迹(在 XOY 平面内作匀速圆周运动),部分学生能够描述同时存在电场和磁场时粒子的轨迹(沿 X 方向螺距不断增大的螺旋运动),但是,只有很少学生能够描述在电场与磁场同时存在, X 并且粒子的初速度与 X 轴、Y 轴、Z 轴都有一定夹角时,粒子运动的轨迹。我们可以根据学生空间想象力发展的这一特点,采用将图 1 减少维度的方法,使三维以上的问题转化为二维问题。对空间想象能力更差的学生,我们还可以将三维问题转化为二维问题。当学生具备了低维空间想象的能力后,再逐步增加空间想象的维度。

第二,有计划地训练学生画出科学问题示意图的能力。这是培养学生建立空间关系的有效途径。在学生的空间想象力较低时(如初中生),我们要尽量画出科学问题的示意图,帮助他们理解问题情景。但随着学生空间想象力的发展,我们要去掉科学问题中的原始图形,逐步引导学生自己根据科学问题的文字表述画出示意图,以提高他们的空间想象能力。实践表明,即便是高中学生,在解决科学问题的过程中对于示意图的依赖也是很强的,如果教师不去掉题目中的图形,学生就不会有意识地构建问题的空间关系,也就限制了他们空间想象力的发展。

3. 培养学生构建理想化形象的能力

理想化形象是在多维的具体形象中,抓住最具有本质特征的主要形象,舍弃次要形象,建立的轮廓清晰、主题突出、易于研究的新形象,包括理想模型、理想过程和理想实验。理想模型是对研究客体的理想化,理想过程是对研究过程的理想化,理想实验是人们在真实实验的基础上,在理想或极端条件下,充分发挥想象力,利用逻辑推理又辅之于形象变换的思维过程。在科学教学中,要培养学生构建这些理想化形象的能力。例如,在讲牛顿第一定律时,通过对小球在粗糙程度不同的斜面上下滑

时的不同结果作比较,启发学生想象,当斜面及水平面绝对光滑时,小球将无止境地运动下去。这样,不仅使学生对牛顿第一定律有了深刻认识,而且也培养了学生的想象力。

要让学生明确,在建立理想化形象的过程中,必须以事实为依据,考虑到所研究问题的精确度,通过分析、综合和比较等思维过程,抓住影响该问题的主要因素,合理舍弃次要因素,正确抽取研究对象和研究过程的本质特征并将一类研究对象和过程的本质特征概括起来。只有这样,才能得出切合实际、有助于问题解决的理想化形象。

4. 强调类比,鼓励联想

类比在科学的发展过程中起着很重要的作用,许多科学概念、科学规律和科学理论的提出都借助于类比,同时,类比还是提出和论证科学假说的重要途径。在解决科学问题的过程中,类比常常具有启发思路、提供线索,借助于某种范例而举一反三、触类旁通的作用。在国际科学教育研究中,教学类比也是一个很重要的研究领域。因此,我们在科学教学过程中,要将许多微观世界的科学图景、抽象的概念与宏观世界的科学图景、形象化的概念相类比,利用类比将新旧知识联系起来,从而加深学生对科学知识的理解,同时发展学生的想象力。

例如,借助于重力场中的某些特性,根据重力场与静电场的相似性,用类比的方法,推出静电场的一些性质。重力做功与路径无关,在重力场中可以引入重力势能的概念。重力做正功,物体的重力势能减小,重力做负功,物体的重力势能增加;静电力做功与路径无关,所以,在静电场中可以引入电势能的概念,电场力做正功,电势能减小,电场力做负功,电势能增加。这样,我们就可以通过静电场与重力场的类比,得出静电场的一些结论。

在科学教学中,要求学生每遇到一个问题都能从不同角度、不同方面思考、联想,唤起许多与该问题有关的表象,并与该问题作对比,组构新的科学形象,提高想象的丰富性。同时,要求学生能围绕问题有计划、有步骤、有目的地展开联想,提高想象的自觉性和目的性。

[注释]

[1] 胡卫平:《中学科学教学心理学》,北京教育出版社,2001年版,216-220页。

(责任编辑:韩梅)