

从物理学家失误谈打破思维定势

蔡之侃

(上海市向锋中学)

1922年, 安培从静电感应现象受到启发: 既然静止电荷可以产生静电荷, 同样, 电流(运动电荷)也应该可以感应出电流(运动电荷)。根据这个假想, 安培设计了一个实验: (图1) 将一个多匝线圈固定在绝缘支架上, 另一个铜圆环用细线悬挂起来。多匝线圈中通以持续电流时, 铜圆环中就会感应出电流。再用另外一个强磁铁接近铜圆环, 它应该转动起来。实验的结果, 安培失败了。但是, 实验的过程中, 在接通电流的一瞬间, 这个铜圆环似乎转动了一下。对于这一重大的发现, 安培并没有引起足够的重视。因为在他的头脑中, 有一个稳定态的思维定势: 既然电流的磁效应是稳定的, 那末它的逆效应(即磁转化为电)也应该是稳定的。这样铜圆环的转动应是稳定的。而事实并非如此, 磁转化为电只是一种瞬间现象。由于安培不能打破自己头脑中的思维定势, 对于产生电磁感应现象的必要条件, 在当时还缺乏思想准备, 不能正确认识这一瞬时即逝的效应。尽管安培离开发现真理仅仅只有一步之差, 真理还是在他的眼皮之下悄悄溜走, 他错过了发现电磁感应的机会。

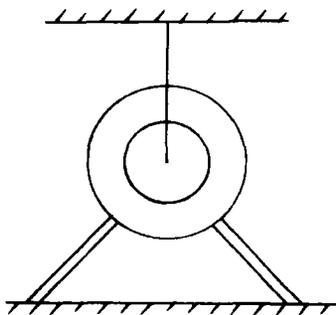


图 1

这样的例子, 在科学史上是很多的。法国物理学家阿腊果在观察一个放在罗盘下转动的

铜盘时, 发现能使磁针连续地转动。由于当时没人能解释这种现象, 被称为“阿腊果之谜”。其实这也是一种电磁感应现象。瑞士物理学家科拉顿在1825年, 用磁针、螺线管、电流计做了一个十分巧妙的实验。但他也没有打破头脑中“稳态现象”的思维定势, 同样, 也失去了发现电磁效应的机会。

这些事例告诉我们: 打破思维定势, 培养首创精神, 对于科学研究活动是何等的重要。思维定势是一种普通的心理现象。在学习中, 它既有正效应, 又有负效应。其本质是由于我们经常按某一类思维方式处理问题, 而形成的思维习惯。在解决和处理新问题时, 思维定势往往表现出影响思维灵活性的负效应, 常常会阻碍科学研究活动的开展。不少科学家往往是差不多已经走到了伟大发现的面前, 由于不能打破自己头脑中的思维定势的束缚, 犹豫徘徊, 最终功亏一篑。

在中学物理教学中, 我们经常发现学生的头脑中, 存在种种的思维定势。有些学生在处理物理问题时, 往往是: 先入为主、以偏概全。有些学生不能正确理解物理概念和规律, 往往是: 死记硬背、似懂非懂, 囿于自己习惯的思维方式, 停留在对表面现象的认识, 缺乏从本质上作科学分析, 形成了不良的思维定势, 问题稍有变化, 不会随机应变, 造成错误百出。常见的“思维定势”表现在以下几个方面:

1. 日常生活经验形成的“思维定势”:

例如, 亚里士多德关于力是物体运动的原因的错误观点, 早在几百年前已受到伽利略的批驳。学习了牛顿运动定律, 运动和力的关系之后, 有些学生对此仍是认识不清, 往往错误地认为: 合外力的方向就是物体的运动方向。若

物体沿斜面向上运动,就会错误地认为物体一定受到一个沿斜面向上的力的作用.这些错误认识不易克服,究其原因在于他们在日常生活经验中,由直觉造成的错误认识,而形成的思维定势.当要求解释这类现象时,学生往往会抛开科学的概念和规律,作出错误的结果.

2. 表面现象形成的“思维定势”:

有些学生在学习物理时,对实验现象只是表面上的认识,缺乏从本质上理解.例如:学生在初中物理中学习惯性现象.(图2)把一木块直立在小红车上,使小车与木块一起沿桌面运动.当小车遇到障碍物突然停止,观察木块的运动情况,向前倾倒.对于高一学生,提出如下的问题:一木块直立在底板光滑的小车上,当小车突然停止,木块将如何运动?不少学生都会立即回答:木块将向前倾倒.这显然是受初中惯性实验结果的影响.学生头脑中的思维定势,妨碍了他们的正确分析.在惯性演示实验中,木块与小车间有摩擦.小车突然停止,木块下端受到摩擦力的作用而停止运动,木块上端由于惯性向前运动,故木块向前倾倒.现将一木块直立在底板光滑的小车上,小车与木块之间没有摩擦力,木块下端跟木块上端同样地由于惯性一起向前做匀速直线运动.

3. 教学方法不当形成的“思维定势”:

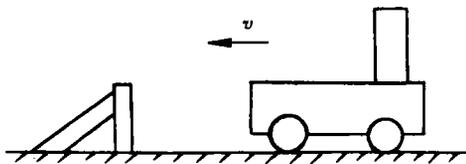


图 2

在“应试教育”的影响下,学生不适当地钻入题海,同类习惯机械地反复操练,而使学生头脑僵化,也会造成不良的“思维定势”.例如,学生对斜面上的物体的受力情况和运动情况比较熟悉,习惯于将物体的重力沿斜面向下的方向和垂直斜面向下的方向来分解.有的老师甚至将重力在这两个方向上的分力命名为:下滑力 $F_1 = mg\sin\theta$, 正压力 $F_2 = mg\cos\theta$. 若改变条件,让斜面水平向左做匀加速直线运动,物体与

斜面保持相对静止.求物体的加速度大小.(图3)有些学生往往仍搬用习惯的做法,得出: $a = g\sin\theta$ 的错误结论.而不能根据新的条件得出: $a = g\tan\theta$ 的正确结论.

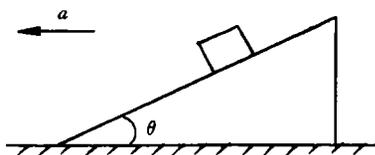


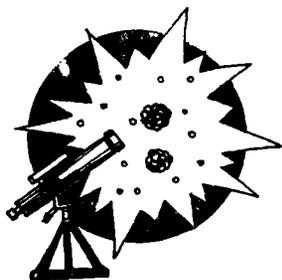
图 3

4. 受某类题目情景思维定势束缚,不能正确运用物理规律.

97年高考上海卷第7题:静止在太空中的飞行器上,有一种装置,它利用电场加速带电粒子,形成向外发射高速粒子流,从而对飞行器产生反冲力,使其获得加速度,飞行器质量 M , 发射的是二价氧离子,发射离子的功率为 p , 加速电压 U , 每个氧离子质量为 m , 单位电荷的电量为 e , 不计发射氧离子后飞行器质量的变化,求: (1)射出的氧离子速度, (2)每秒钟射出的氧离子数, (3)射出离子后飞行器开始运动时的加速度.不少考生不能正确分析.受思维定势的影响,片面地认为发射氧离子产生反冲,列出动量守恒定律,而无法得出结果.其实该题中氧离子的反冲作用十分微弱,由于不计发射氧离子后飞行器质量的变化,即飞行器的质量远大于离子束的质量,发射离子束后飞行器产生的反冲速度应该是忽略不计的,这样就不能用反冲的方法解决问题.正确的思路是由功能关系,得出氧离子的速度.再由离子束的动量变化,根据动量定理,求出冲力 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = nmv$, 再求出飞行器的加速度.有些学生由于对物理过程不能很好分析,受思维定势的束缚,不能仔细审题,造成错误结果.

法国科学家贝尔纳说:“构成我们学习的最大障碍是已知的东西,而不是未知的东西.”教师要善于打破学生头脑中的思维定势,培养学生创造性思维的能力.具体做法由以下几点:

1. 培养学生的发散性思维.课堂教学要



质子的起源

杨 大 卫

(河北师范大学 石家庄 050016)

朋友们大概已经了解人类和生物的起源与进化。如果我们逆着自然界演化的方向继续向遥远的过去追溯,那么还会发现所有的天体(地球、太阳系、星系等)以及组成它们的元素和粒子都有各自的来历。大而言之,甚至我们的整个宇宙也的确有它起源与演化的历史。这已为现代宇宙学的许多观测事实所证明。

宇宙发端于距今百多亿年前的一次“大爆炸”,起初不仅没有任何天体,而且没有粒子和辐射,只有一种单纯而对称的“真空态”以指数方式膨胀着(称之为暴胀,以区别于后来的膨胀)。今天自然界中的四种基本相互作用——万有引力、强力、弱力和电磁力,那时是不可区分的。随着宇宙的膨胀和降温,“真空”发生了一系列相变:在大爆炸后 10^{-43} 秒,发生超统一相变,相变释放能量产生辐射和粒子,引力作用最先分化出来,而强、弱、电三种作用仍不可区分(夸克和轻子不断相互转变);到 10^{-36} 秒,发生大统一相变,强作用与弱作用分离(夸克与轻子异化),进而形成粒子和反粒子间极小的

(10^{-10}) 不对称;到 10^{-10} 秒,发生电弱相变,弱作用和电磁作用分离;到 10^{-4} 秒,发生了从夸克到强子的相变。这段演化史被称之为宇宙的极早期,它完成了辐射和粒子的产生以及四种基本作用力的分离。

到此,宇宙好比是一锅处于热平衡态的“混沌汤”——由 γ 光子和各种高能粒子、反粒子组成。它们在频繁碰撞中相互转化:

$$\begin{aligned} \gamma + \gamma &\rightleftharpoons p^+ + p^-, & \gamma + \gamma &\rightleftharpoons n + \bar{n}, \\ \gamma + \gamma &\rightleftharpoons e^- + e^+, & \dots\dots \end{aligned}$$

至于究竟产生什么粒子或保留什么粒子,这要视当时的温度而定。

第四届全国中学生物理竞赛决赛(1987年)就有一试题谈到极早期宇宙中光子碰撞产生质子时的温度:

“已知绝对温度为 T 时,电磁场的光子平均能量约为 $3RT/N_0$, 其中 R 为摩尔气体恒量, N_0 为阿伏加德罗常数。假设在宇宙演化初期,一对光子相碰能够产生一个质子和一个反质子,试估算当时温度的数量级。”

有开展创造性思维活动的教学过程,教师要善于提出问题,同时要鼓励学生勇于提出问题。珍惜学生思想上的“闪光点”。

2. 鼓励学生对问题进行合理猜测,培养直觉思维。即使学生的猜测是错误的,也应积极予以鼓励。

3. 加强对学生进行应变能力的训练。

4. 要激发学生的科学探索精神。

现代科学技术的迅速发展,促使人们的思维方式也发生了变革。现代科学技术的进展,也给人们提供了科学的创造精神。正如爱因斯

坦所说:科学的创造性精神活动的开展,需要不断地争取两类自由:外在的自由和内心的自由。外在自由是指探讨科学知识的言论自由,内心自由是指思想上不受权威和社会偏见的束缚,也不受一般违背哲理的常规和习惯的束缚。没有这种勇敢的创造精神,就不可能有科学的繁荣和进步。随着现代科学技术的迅猛发展,世界正面临挑战,面对这样的形势,我们的思维只有运用新的思维形式,掌握新的思维方法,才能驾驶新的时代潮流。