

矢量概念建构中的负迁移及对策^{*}

韩志祥 (常州市教育科学研究院 江苏 213000)

摘要 本文以矢量概念建构过程中常常遇到的负迁移现象为研究对象,通过对影响负迁移的因素分析,并且在梳理了两大类共计六小类典型的负迁移案例后,总结出了矢量概念建构负迁移的对策,即通过“比——画——说——举”四大手段放大发生负迁移概念间的差异,从而帮助学生准确建构矢量概念。

关键词 矢量 负迁移 概念建构

文章编号 1002-0748(2020)12-0016

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 矢量概念建构中的负迁移

1.1 负迁移

负迁移是指先前所学知识在头脑中建立的稳固结构妨碍后续知识建构的现象。之所以会产生负迁移,主要是两个知识之间有相似点或者有紧密关联,易引发学生的混淆。研究发现,相似点越多或关联度越大,则概念间越容易发生负迁移。

1.2 矢量概念建构的过程

矢量是指既有大小又有方向的物理量,高中阶段所学的矢量包括位移、速度、加速度、力、场强、动量、冲量等。标量是只有大小没有方向的物理量,如路程、速率、功、能量、电势等^[1]。从标量上升到矢量将经历如图1所示的知识建构过程,学生大脑中的思维结构往往首先出现物理量的大小观念,而且非常稳固。当引入方向后,开始一段时间内,仍然是大小占据思维结构中的绝对主体地位,随着学习的深入,大小与方向慢慢结合,但仍然有隔阂,尤其遇到容易产生负迁移的案例时,隔阂就愈发明显。随着学习的进一步深入,最终方向与大小成为了学生认知结构中的矢量整体,不可分割。

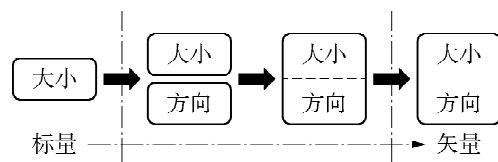


图1

1.3 矢量概念建构中的负迁移

根据负迁移的定义以及矢量概念建构的过程可知,学生原有认知结构中的标量、松散的矢量或者已经初步建立起来的其他矢量都会对即将建构的矢量产生阻碍作用。研究矢量概念建构过程中的负迁移对减少这种阻碍作用具有重要意义。

2 标量与矢量间的负迁移及对策

2.1 路程对位移的负迁移及对策

- (1) 相似点: 单向直线运动的路程等于位移。
- (2) 典型例题:

例1 小王家与学校在同一条笔直的街上,某天,他从家到学校的平均速度为 v_1 , 到校门口时发现书籍忘带了,于是他以平均速度 v_2 沿原路返回,求全程的平均速度 v 。

① 错误表现: 部分学生先算出往返所用的时间,再利用全程的平均速度等于总路程除以总时间,可得 $v = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ 。

② 正确解答: 全程的位移为零,全程的平均速度也为零。

(3) 根源: 初中生学习的多数物理量都是标量,在直线运动中,遇到的也都是单向直线运动,故而位移和路程总是相等。但到了高中后,学生在处理直线运动中的往返问题以及曲线运动问题时仍然会将对路程的认识迁移到对位移的认识,从而发生错误。

(4) 对策:

- ① 比一比。如表1所示,将两者发生负迁移时

* 基金项目: 本文系教育部基础教育课程教材发展中心“中小学教材使用跟踪监测与质量提升项目”立项课题“高中教材使用跟踪监测与质量提升的实践研究”(课题编号: JC20190201)的研究成果。

的最显著差异展示出来。

表 1 路程与位移的最显著差异比较

	路程	位移
概念比较	路径长度	位置变化,既有大小又有方向

② 画一画。位移是初位置到末位置的有向线段,画出从出发点(家门口)到结束点(家门口)的位移矢量图,结果发现位移为零。

③ 说一说。从家门口到家门口,位置没有变化。

④ 举一举。典型反例:“请画出曲线运动的路程和位移的对比图”。结果发现路程是轨迹长度,但位移却是一条有向线段,两者明显不同。

通过上述四种手段,放大了标、矢量的差异,从而真正摆脱了负迁移的影响。

2.2 场强对电势的负迁移及对策

(1) 相似点:都是描述场的物理量,都通过比值法得到定义,都有形象化的描述工具。

(2) 典型例题:

例 2 如图 2 所示,等量同种正点电荷连线中点 O 处场强为零,所以电势也应该为零。

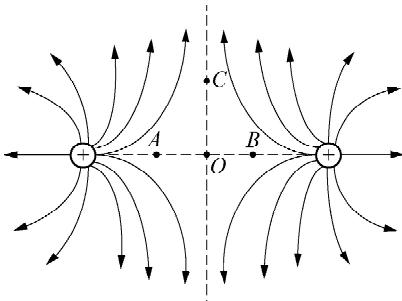


图 2

① 错误表现:部分学生认为此判断是正确的。

② 正确解答:错误,中点处的场强为零,但电势不为零。

③ 根源:“离正点电荷越远,电场强度越小,电势也越小。”根据这个典型的案例,学生便认定电场强度和电势之间有必然的联系,进而推测出“场强为零,电势也一定为零”的错误结论。加上教材中等量同种正电荷的电场线分布图中中点 O 位置处没有画出电场线,因此学生更加坚定认为中点处电势也一定为零。

(4) 对策:

① 比一比。如表 2 所示,将两者发生负迁移时的最显著差异展示出来。

表 2 场强与电势的最显著差异比较

	场强	电势
大小判断	电场线的疏密程度	与零电势点的选择有关,沿电场线方向电势必降低

② 画一画。场强:直接画出两等量正点电荷在 O 点处产生场强的矢量图,从而获得合场强为零的结论。电势:如果从 A 到 B 无法判断中点处电势是否为零,可以先看其中垂线上的电势变化,发现中点处的电势一定不为零。在规定同一零电势点的情况下,一个确定的电场某点电势总是一个定值,因此可以判断连线上中点处的电势不为零。可以借助图 3 所示的 $\varphi-y$ 和 $\varphi-x$ 图象多角度直观地展示中垂线上以及连线上的电势变化。

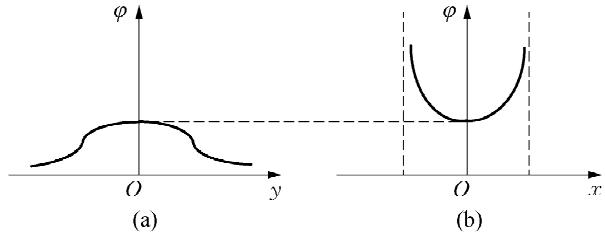


图 3

③ 举一举。典型反例:“离负点电荷越远,电场强度越小,但电势却越大。”同时也可以列举“等量异种点电荷的连线上的场强和电势各自变化的规律”。

通过上述三种手段,既明晰了对电势的认识,又进一步加深了对场强的矢量特性的理解。

3 矢量间的负迁移及对策

3.1 匀速直线运动的速度对匀速圆周运动的速度的负迁移及对策

(1) 相似点:两个量都是矢量,两种运动都有一个“匀”字,速度大小都不会变化。

(2) 典型错误:

例 3 匀速圆周运动中,线速度保持不变。

① 错误表现:部分学生认为该判断是正确的。

② 正确解答:错误,线速度方向时刻在变化,因此线速度是变化的。

③ 根源:由于学生接触的大多为单向直线运动,速度方向不变,于是在匀速直线运动的“匀”字与“速度大小不变”之间建立了稳固的认知结构。与此同时,教师在教授匀速圆周运动时,习惯性地将其线速度方向表述为“沿切线方向”,殊不知,这样的表述往往被学生误解为速度方向始终沿着某一固定的方向。

向(切线方向)而保持不变。

(4) 对策:

① 比一比。如表 3 所示,将两者发生负迁移时的最显著差异展示出来。

表 3 匀速直线运动的速度与匀速圆周运动的速度的最显著差异比较

	匀速直线运动的速度	匀速圆周运动的速度
方向	处处相同	各不相同

② 画一画。如图 4 所示,画出圆周上的 A、B、C、D 四个特殊位置的线速度方向。

③ 说一说。引导学生养成用语言精准描述速度方向的习惯,即速度方向分别沿切线向右、下、左、上。

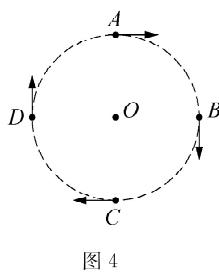


图 4

3.2 匀强电场中的场强对点电荷等势面上的场强的负迁移及对策

(1) 相似点: 两个量都是矢量,两种电场的场强大小都保持不变。

(2) 典型例题:

例 4 如图 5 所示,图 5(a)为匀强电场,图 5(b)为正点电荷形成的电场,则图中 A、B 两点的场强相同吗?

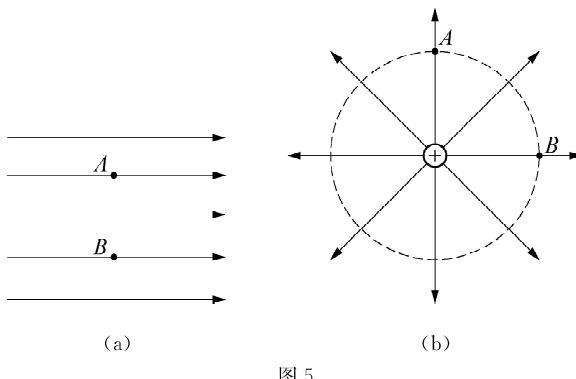


图 5

① 错误表现: 学生认为两幅图中的场强都相同。

② 正确解答: 左图中相同。右图中场强大小相等,方向不同,因此两点场强不同。

(3) 根源: 根据点电荷场强公式可知 A、B 两点的场强相等,但教师在教授点电荷场强方向时,习惯性地将场强方向表述为“指向或者背离圆心”,殊不知,这样的表述往往被学生误解为场强方向始终沿着某一个固定的方向(指向或者背离圆心)而保持不变。

(4) 对策:

① 比一比。如表 4 所示,将两者发生负迁移时的最显著差异展示出来。

表 4 匀强电场的场强与点电荷等势面上的场强的最显著差异比较

	匀强电场的场强	点电荷等势面上的场强
方向	处处相同	各不相同

② 画一画。画出如图 6 所示的 A、B 两点的场强方向。

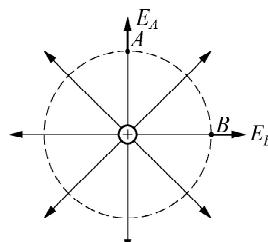


图 6

③ 说一说。A 点场强背离圆心竖直向上,B 点场强背离圆心水平向右。

3.3 电场力对洛伦兹力的负迁移及对策

(1) 相似点: 两种力都是矢量,两种场都是客观存在的物质,对放入其中的电荷都可以有力的作用。

(2) 典型例题:

例 5 如图 7 所示,电子以水平向右的初速度 v 进入平行板电容器,穿过电容器后又沿着一通电螺线管的中心轴线穿过,判断电子在这两个阶段的运动情况。

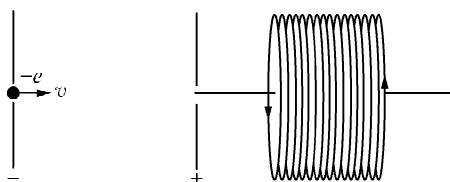


图 7

① 错误表现: 部分学生认为电子在第一阶段的电场力和第二阶段的洛伦兹力作用下一直做匀加速直线运动。

② 正确解答: 电子在第一阶段电场力作用下向右做匀加速直线运动。进入磁场后,由于速度方向与磁场方向在同一条直线上,不受洛伦兹力,因此保持匀速直线运动。

(3) 根源: 两种场的方向都是水平向左,且都

可以看成恒定不变的场,学生将电子在匀强电场中必定受电场力的结论迁移到了匀强磁场中,殊不知电荷在磁场中必须满足运动且速度方向与磁场方向不相平行时才会受洛伦兹力。

(4) 对策:

① 比一比。如表 5 所示,将两者发生负迁移时的最显著差异展示出来。

表 5 电场力与洛伦兹力的最显著差异比较

	电场力	洛伦兹力
受力条件	无条件受力	速度不为零,且速度与磁场不平行
方向判断	正电荷受力方向与场强方向一致	左手定则

② 画一画。画出如图 8 所示的电场力、洛伦兹力与速度的方向关系,其中洛伦兹力方向判断前重点要画出速度方向和磁场方向的关系。

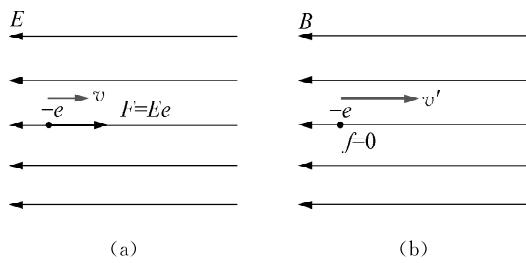


图 8

③ 说一说。电场中,电场力与速度同向,故而做匀加速直线运动。磁场中速度与磁场平行,不受洛伦兹力,故而做匀速直线运动。

3.4 共点力(平衡力/非平衡力)对相互作用力的负迁移及对策

(1) 相似点:两类力都是矢量,若平衡时,相互作用和平衡力大小都相等、方向都相反。

(2) 典型例题:

例 6 学校拔河比赛时,A 班成功将 B 班拉了过来,原因是什么?

① 错误表现:部分学生认为 A 班拉 B 班的力大于 B 班拉 A 班的力。

② 正确解答:B 班被拉了过来是因为 A 班对 B 班的拉力大于地面对 B 班的摩擦力。

例 7 拔河过程中,如果 B 班被匀速地拉了过去,B 班保持匀速直线运动的原因是什么?

① 错误表现:部分学生认为是由于 A 班拉 B

班的力等于 B 班拉 A 班的力,从而保证了合力为零,使 B 班保持了匀速直线运动。

② 正确解答:B 班保持匀速直线运动的原因是由于 A 班拉 B 班的力等于 B 班受到地面的摩擦力。

③ 根源:上述两个案例的共同问题是将 A、B 两班间的相互作用力负迁移成了作用在 B 班上的合外力(非平衡力/平衡力),认为是改变物体运动状态的原因。

(4) 对策:

① 比一比。如表 6 所示,将两者发生负迁移时的最显著差异展示出来。

表 6 共点力与相互作用力的最显著差异比较

	共点力	相互作用力
作用点	同一物体	不同物体
能否合成	可以	不可以

② 画一画。如图 9 所示,引导学生画相互作用力时要刻意将作用点画在两个物体上,画共点力时强调必须画在同一点上。

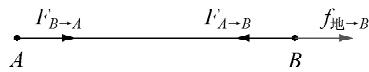


图 9

③ 说一说。A 班对 B 班的拉力始终等于 B 班对 A 班的拉力,这是一对相互作用力,作用点分别在两个不同班级上。而 B 班的运动状态是否会变化主要取决于 A 班对 B 班的拉力与地面对 B 班的摩擦力的大小关系,作用点都在 B 上,如果拉力大于摩擦力,则 B 班一定会被拉过去,如果拉动后,两个力保持相等,B 班就会被匀速地拉过去。

4 小结

负迁移对学生的矢量学习会产生较大的阻碍,往往是教学难点,教师应仔细梳理产生负迁移的概念组,通过概念比较、图象展示、语言描述、反例列举等四种途径放大两者之间的差异,可让学生逐步建构起清晰的矢量概念。

参考文献

- [1] 课程教材研究所.普通高中教科书:物理·必修(第一册)[M].北京:人民教育出版社,2019.6;71.
- [2] 教育部.普通高中物理课程标准[S].北京:人民教育出版社,2018.1.