



物理教学中认知冲突的价值及创设策略

刘文晶

(江苏省南菁高级中学实验学校 江苏 无锡 214400)

(收稿日期:2022-05-27)

摘要:认知冲突可以激起学生对学习内容的高度关注,更好地激发学生的学习兴趣,唤醒学习热情.认知冲突会打破学生原有认知平衡,让学生认知心理达到愤悱的状态,从而更好地认知错误、纠正错误,最终实现破旧立新,达到新的认知平衡.物理教学中可以采用归谬、佯误、实验、追问、反问等策略,创设矛盾情境,让学生产生认知冲突.

关键词:认知冲突;教学价值;策略

“所谓认知冲突,是指学生的原有认知结构与所学新知识之间无法包容的矛盾.在学习新知识时,他们总是试图以这种原有的认知来同化对新知识的理解.当遇到不能解释的新现象时,就会产生认知冲突.”^[1]

物理教学中创设认知冲突可以让学生对学习内容更加关注,从而激发学习兴趣,激起学习热情,从而更加富有激情地投入到物理学习中.制造认知冲突会打破学生原有认知平衡,构建新的认知结构,可以破除学生思维定式,破除学生错误前概念的作用.认知冲突可以让学生在矛盾的心理状态下检视、深刻剖析原有错误,从而培养学生思维的逻辑性、深刻性、批判性、创新性,提高学生思维品质,实现科学思维这一重要核心素养的培养.制造认知冲突能够有效提升学生学习的主动性.“教师在教学过程中要关注学生的心理和动态行为过程,不断创设适合学生的情境,由此激发学生认知冲突的教学策略,使学生成为主动学习的研究者和寻觅人,从而为学生终身学习奠定良好的基础.”^[2]

1 创设认知冲突的价值

在学习过程中,学生的原有认知与所学新知识之间无法兼容,用已有认知无法解释新现象,不能解决新问题,心理上产生认知冲突.教师在设计教学

时要充分认识到认知冲突的教学价值,并善于适时引发学生认知冲突,促进学生积极主动学习,促进学生构建有意义的学习,促进学生深度学习.

1.1 激发兴趣焕发热情

有了兴趣,学生会产生强烈的学习动机,学习会更有热情,能够全身心投入到学习中,尤其是当遇到学习障碍时,更有韧劲和毅力攻坚克难.教学中创设认知冲突可以使学生进入愤悱的状态,让学生的心理产生不平衡的状态,激发学生的好奇心和求知欲.“心理学研究表明,这种认知的不平衡感会促使学生产生解决这冲突的需要(内驱力),激发学生的求知欲,增强学生学习的积极性和主动性.”^[3]认知冲突让学生深刻感受到新旧知识之间的矛盾,产生“解决矛盾”欲望,愿意刨根问底,深入探究矛盾.

1.2 破解学生思维定式

思维定势是由先前的活动而造成的一种对活动的特殊的心理准备状态,或活动的倾向性.思维定势有时能够使学生应用已掌握的方法和思路快捷解决物理问题,但是当物理情境发生改变、约束条件发生变化时会限制学生解决问题的思路,对学生创新解决问题形成障碍,成为学生创造性思维发展的枷锁.诱发认知冲突,学生探究旧经验与新知识之间的矛盾,从而破除旧经验、旧方法的思维定式,更好地学习新知识,掌握知识本质,解决新问题.

1.3 破解错误前概念

学生学习新知识之前其头脑中并非空白,而是已经存在一些认知.有时学生的原有认知能够促进新知识学习的同化和顺应,有利于新认知结构的构建;有时学生已有的认知和新事物、新观点、新现象不一致,已有认知形成牢固的错误前概念,阻碍新知识构建,对新知识学习不利,需要破除学生的错误前概念才能顺利达成学习目标.创设认知冲突可以对心理产生强烈的反差,促进学生深刻反思,从而有利于纠正原有错误认知,为新知识构建奠定基础.建构主义学习理论认为,学习不是由教师向学生简单的单向传递知识,而是需要学生自己经历主动建构的过程.通过反思发现错误,思考错在何处,如何才正确,有利于学生摒弃旧知识,积极主动构建新知识,实现有意义学习.

1.4 培养学生思维品质

物理是思维的体操,是思维的艺术.思维是物理的灵魂.培养学生思维,提升学生思维品质是落实核心素养培养、培养德智体美劳全面发展的建设者和接班人的重要组成.故而,要培养全面发展的人,要落实立德树人,物理教学中应把培养学生的思维品质放在重要的位置.创设认知冲突,可以促进学生进行深入、透彻的思考,学生在矛盾的心理状态下分析原有认知错误,构建新的正确知识,这一过程对培养学生思维的缜密性、深刻性、批判性、创新性等都有好处.

2 创设认知冲突的策略

认知冲突的创设需要把握两个原则,一个是心理矛盾,一个是引导思考.心理矛盾是指让学生在过程中前后产生矛盾、新旧知识之间产生矛盾,这样学生会产生愤悱的状态.引导思考就是要将学习的主动权还给学生,让学生成为真正的学习主体,教师只充当铺设台阶、引导思考的角色,这可以让学生经历充分的思维过程,思考会更透彻,知识构建更充分,对习得知识会更加印象深刻,也可以促进学生全面监控自己的学习过程,提升元认知能力.物理教学

中可以从如下几个方面创设情境,引起学生思考,制造认知冲突.

2.1 归谬

学生学习中的错误有时具有较高教学价值,教师应该具有重视开发学生错误资源,充分利用其价值的观念并践行.利用学生错误制造认知冲突,即归谬——教师发现学生典型错误后,不急于指出和纠正,而是顺着学生思路开展教学,触发学生思考,层层推进最终引出前后矛盾、荒诞不经的结论,从而达到让学生自发认识到错误,并纠正错误、构建新知.采用归谬制造认知冲突,对学生原有认知心理平衡造成巨大冲击,学生对错误的认识会非常深刻,对构建的新知识理解会更深刻,从而达到较好的教学效果.

案例 1:交通工具减速时间过量.

一辆汽车以 25 m/s 的速度在平直公路上行驶.运动到 A 处发现前方有紧急情况,以 5 m/s^2 的加速度急刹车,问 8 s 末汽车的离 A 点有多远?

交通工具减速时间过量问题,初学学生大部分都会出错.根本原因是学生根据匀加速直线运动或其他不涉及时间过量的匀减速直线运动的解题经验,照搬公式,没有意识到时间这一条件是一个陷阱.学生错误解答如下:

由匀变速直线运动位移公式

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

得

$$s = [25 \text{ m/s} \times 8 \text{ s} + \frac{1}{2} \times (-5 \text{ m/s}^2) \times 8^2 \text{ s}^2] = 40 \text{ m}$$

对学生的错误,教学中先不急于指出,而是先肯定他们“公式记得牢固并且注意到汽车匀减速直线加速度与速度方向相反取负值”.然后,顺着学生思路开展后续教学,让学生计算刹车后 10 s 末车离 A 点的距离.大多数学生依然硬套位移公式得

$$s = [25 \times 10 + \frac{1}{2} \times (-5) \times 10^2] \text{ m} = 0 \text{ m}$$

得到此结果会有不少学生怀疑前述计算过程,刹车

10 s 汽车回到原点,这与学生生活经验严重背离,学生产生了这样的矛盾之后,原有认知平衡被打破,为学生反思错误、找出错因奠定基础.为了更好地帮助学生理顺思路、纠正错误可以给学生依次提出问题如下:(1)题中已知条件有哪些?(2)研究对象是什么?它经历什么运动过程?(3)汽车一直做匀减速直线运动吗?(4)汽车匀减速最多能保持多长时间?通过分析学生顿悟,汽车匀减速直线运动最多只能维持5 s,其后为静止状态,如果将8 s、10 s带入公式计算位移,显然是将后面的时间用错了运动模型.本题的计算还应该从如下两个方面升华提炼以期待学生能够避免重蹈覆辙,顺利解决这一类问题.第一,交通工具减速问题要注意判断题目所给时间是否一直做匀减速直线运动,还是已经停止,不论求多长时间的位移、速度不做判断就盲目代入时间计算思维存在缺陷,逻辑不严谨;第二,对于匀变速直线运动共涉及初速度、末速度、位移、加速度、时间等5个物理量,将物理语言转化为数学表达的初始公式是速度公式和位移公式,可以求解两个物理量,即知三求二.

2.2 佯误

教学中,在一些关键教学环节或学生容易出错之处,教师可以故意出错来引起学生的注意和思考,即采用佯误策略.中学生天性好斗,好奇心强烈,教师出错会激发学生学习动力,学生会高度关注学习内容,催生一探究竟的欲望.教学中教师假装不明白或失误,使学生产生对问题的高度关注,诱使学生主动思考、表达,积极解决问题,教师故意出错而设置的陷阱增加了学生对问题的注意和认识,有效增强了学生学习的动力和主动性.

案例 2:合成法解决 3 力平衡问题.

在科学研究中,可以用风力仪直接测量风力的大小,其原理如图 1 所示.仪器中一根轻质金属丝,悬挂着一个金属球.无风时,金属丝竖直下垂;当受到沿水平方向吹来的风时,金属丝偏离竖直方向一个角度.风力越大,偏角越大.通过传感器,就可以根据偏角的大小指示出风力.那么风力大小 F 跟金属

球的质量 m 、偏角 θ 之间有什么样的关系呢?

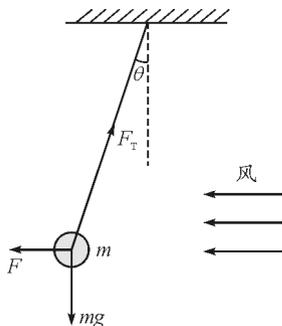


图 1 风力仪原理图

本题中研究金属球在有风时受到重力 mg 、水平方向的风力 F 和金属丝的拉力 F_T 等 3 个共点力的作用,处于平衡状态.3 力平衡问题可以用分解法、合成法或正交分解法求解.

学生在利用合成法解决问题时,经常将受力分析图画成图 2.

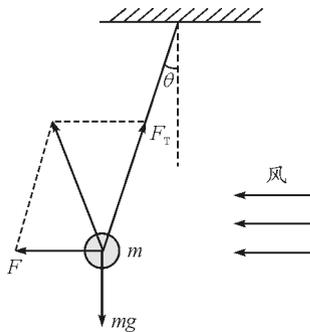


图 2 学生画错的合成图

错因在于受力分析图画力的示意图,线段长短只是初略反应力的大小,且在计算之前并不清楚各个力的大小关系,画图时线段的长短比较随意,故而风力 F 和金属丝的拉力 F_T 的合力会与真实情况偏离,学生不能准确找到各个力之间的函数关系,没法求解.基于学生的这一典型错误,教师可以在第一次讲解利用合成法求解 3 力平衡问题时,故意将水平风力或者金属丝的拉力画得比较长,使得这两个力的合力偏离竖直方向,与重力不在同一直线上.作图完成后教师分析道:金属球处于平衡状态,这 3 个共点力合力为零,任意两个力的合力与第 3 个力等大反向,风力 F 和金属丝的拉力 F_T 的合力与重力等大反向.在说到“ F 和金属丝的拉力 F_T 的合力与重力等大反向”故意提高音量暗示学生.一般而言,学生能够顺利发现教师所做的图与分析之间的矛盾.矛

盾心理的产生,能够引起学生的思考——究竟何处出了问题?怎样能保证两个力的合力与第3个力方向相反?

经过反复尝试,学生能够正确画出如图3所示的正确图示.但仅这样依然不能解决问题,学生下次遇到同样的问题依然会出错.为此可以按照如下任务开展教学设计:第一,利用合成法解决问题的依据是什么?第二,合成法画两个力的合力时怎样才能确保合力与第3个力在一条直线上?使学生明白,自己出错的原因在于画图流程出现问题,不应该先确定两个分力的大小而应该先确定合力的方向和其中某一分力的大小,然后画出平行四边形,如图4所示.此时,可能会出现表征某一分力的线段过长或过短,需要将其改短或改长,即可得到正确的受力图,3个力大小关系可以根据三角函数关系关联,问题即可顺利解决.

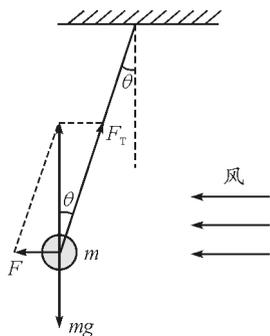


图3 正确的合成图

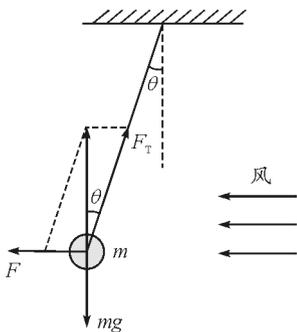


图4 教师示范画图步骤图

2.3 实验

实验是物理的基石,是物理教学的魅力所在,是物理教学中突破学生理解疑难的重要手段,通过实验可以给学生提供具体的物理情境,从而降低思维难度,更好地辅助学生达成学习目标.可以利用实验创设与学生原有认知相矛盾的真实物理情境,从而

促使学生产生矛盾、冲突的认知心理,促使学生反思原有认知,在打破和重构心理认知平衡的过程中,构建正确认知,形成新的认知结构.

案例3:电场概念的引入.

概念在物理教学中具有举足轻重的地位和十分关键的作用.概念的教学在物理学上是一个教学的难点.面对抽象的物理概念,如何引入才能激发学生的兴趣显得比较关键.好的引入学生兴趣浓厚,有利于他们激情投入概念学习,更好地突破概念学习中的疑难.以电场概念的教学为例,首先面临的难点是学生看不见电场,无法感知其存在,且在不少学生头脑中想当然认为看不见、摸不到的东西是不存在.要能够让电场这一概念的教学有效,需要在概念引入上下功夫,让学生感知、相信电场真实存在.为此可以设计如图5、图6所示的实验.

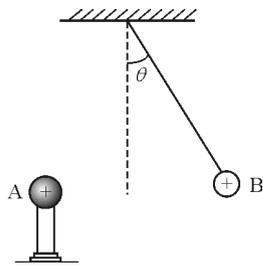


图5 无屏蔽时相互作用

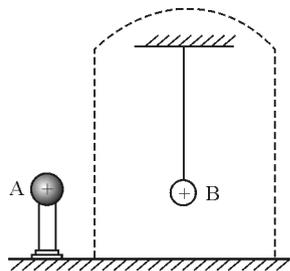


图6 有屏蔽时相互作用

先让带电小球A靠近金属小球B,B球偏离竖直方向,说明B球受到A球的某种作用;接着,用金属网将B球罩住,再将A球靠近B,发现B球竖直向下,如图6所示.图5、图6所示情境产生的强烈反差,会让学生产生“为什么会这样”的疑问?进一步引导,可让学生知道图6中金属罩过滤或阻碍了某种物质,而A、B之间的相互作用就是这种物质,让学生相信在A、B之间存在某种我们看不见、摸不着、闻不到的特殊物质,从而为电场概念的确立奠定

感性经验,扫清障碍.

2.4 追问

提问是课堂上师生交流、反馈学情的重要手段.教师提出问题后根据学生的回答、表情、肢体等可以判断学生知识掌握情况,判断学生思维水平,判断学生的回答是思维的结果还是猜测.教学中为了启迪学生深入思考,教师可以设计一连串高质量的问题对学生进行追问,层层推进,让学生在问题解决中构建新知.“课堂教学中,教师应正确认识有效提问的意义及产生认知冲突的有效性,根据教学内容,通过精心设置问题,激发学生的认知冲突,做到以问促思,以问导学,提高物理课堂教学的有效性.”^[1]学生原有错误认知往往在学生头脑中非常牢固,难以破除,采用追问的策略教师循序渐进地给学生抛出问题,引起学生思考,让学生逐步产生认知矛盾,自己发现错误,促使学生顿悟.

案例 4:平抛运动的起点.

如图 7 所示为一小球做平抛运动的闪光照片的一部分,图中背景方格的边长均为 $L = 5 \text{ cm}$,如果 g 取 10 m/s^2 ,求:

- (1) 闪光频率为多少?
- (2) 小球运动中水平分速度的大小是多少?
- (3) 小球经过 B 点时的速度大小是多少?

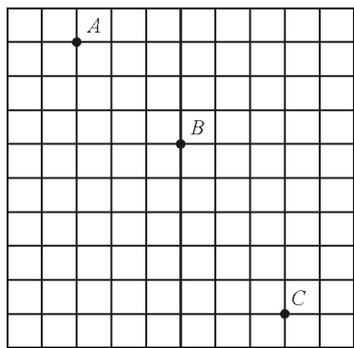


图 7 频闪照片

学生解决本题时,最典型的错误是思维定式——想当然地认为 A 点为平抛运动的起点.以求闪光频率为例学生解答如下:小球从 A 运动到 B 点时间即为闪光时间,两点间竖直距离为 15 cm ,由

$$s = \frac{1}{2}gT^2$$

得

$$T = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ s}$$

得到频率

$$f = \frac{1}{T} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Hz}$$

针对学生错误可以如下追问,促使学生产生矛盾,发现错误.

问 1:平抛运动竖直方向是什么运动?

问 2:自由落体运动连续相等时间内的位移有什么特点?

问 3:本题中小球在 AB、BC 两段运动中竖直分位移之比是多少?

问 4:小球从 A 点到 C 点的运动属于自由落体吗?

问 5:小球的平抛运动是从 A 点开始的吗?

至此,学生能够发现 AB、BC 两段运动竖直分位移之比为 $3:5$,不满足自由落体运动刚开始两段相等时间位移之比为 $1:3$ 的规律,从而意识到自己解题过程的矛盾,能够认识自己错误的根源在于误认为小球从 A 点开始平抛,而实际情况是平抛起点在 A 点左上方.小球从 A 到 C 竖直分运动是匀变速直线运动,由

$$\Delta h = gT^2$$

即

$$h_2 - h_1 = gT^2$$

有

$$T = \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g}} = 0.1 \text{ s}$$

故闪光频率为

$$f = \frac{1}{T} = 10 \text{ Hz}$$

解决问题后还可以让学生在图上标出平抛的起点(坐标纸方格不够可让学生自己补画),以此来加深学生的印象.

2.5 反例

举例是物理上经常采用的策略.通过实例一方面强化了物理与生活的联系,让学生感受到物理的

有趣、有用,从而激发学生学习和兴趣,另一方面通过实例可以构建物理情境为学生搭建脚手架降低学生理解知识的难度.列举例子采用不完全归纳法得出结论是物理上常采用的方法,而要证明某一结论不正确则采用列举反例的方法.要破除学生的错误认知,可采用反例制造认知冲突的策略.反例具体形象,与学生的认知形成强烈的反差,促进学生认识并发现错误.

案例 5:摩擦力错误认识的破除.

摩擦力是高中物理教学的难点,摩擦力学习不过关会影响受力分析、牛顿运动定律、功能关系等后续主干知识的学习,也会影响学生形成相互作用的物理观念.摩擦力难学关键在于学生产生很多错误的前概念,影响了学生形成正确认知.这些错误前概念的破除可以采用列举反例,让学生产生认知冲突的策略,从而更好地对学生心理形成刺激,提高学习效率.摩擦力教学中学生主要错误前概念及反例如下.

错误 1:运动的物体才受到滑动摩擦力.

反例:物块在桌面上滑动,静止的桌面也受到滑动摩擦力.

错误 2:静止的物体才会受到静摩擦力.

人走路,人在运动但是受到向前的静摩擦力.

错误 3:滑动摩擦力是阻力.

反例:如图 8 物块刚放上传送带,物块受到的滑动摩擦力使物块加速,是动力.

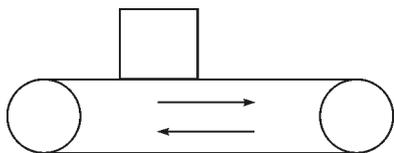


图 8 物体刚放上传送带

错误 4:静摩擦力不做功.

反例:人走路,受到向前的静摩擦力也是动力.

错误 5:滑动摩擦力的方向总与运动方向相反.

反例:如图 8,物块刚放上传送带,其受到的滑动摩擦力沿传送带向右,与其运动方向相同.

3 结束语

制造认知冲突在物理教学中具有很高的教学价

值和丰富的育人价值,尤其是在突破原有错误认知,破除错误前概念,促进构建新知识方面效果明显.物理教师有必要充分认识到其价值,在教学中把握契机,采用合适的策略制造认知冲突,诱发学生深入思考,促使学生达到愤悱的心理状态,促使学生认知心理达到新的平衡,构建新的认知结构,并在此过程中激发学习热情、破除思维定式、破除错误前概念、提升思维品质,不仅可以让学生对新知识记忆深刻、长久,理解透彻,更能落实学科核心素养的培养,促进学生全面发展.

鉴于认知冲突在物理教学中的重要价值,对发展学生物理学科核心素养,尤其是在及时发现错误升华知识理解和发展科学思维等方面的独特重要价值,教师有必要对制造认知冲突的策略进行持续深入研究,并将其转化为物理教学的“生产力”,更好地服务学生素养的培养和长远发展.本文提出的“归谬、佯误、实验、追问、反例”等策略,都侧重在教师的引导下,激活学生思维,让学生发现错误.今后还可以考虑,可以从如下两个方面进一步研究认知冲突制造策略.第一,培养学生自己制造认知冲突的能力.培养学生发现学习过程中的矛盾,从而自己发现问题、提出问题、研究问题、解决问题的习惯与能力,即教师逐渐将更多空间、主导权还给学生.当然,这依赖于教师应该教会学生准确把握易错点、掌握知识本质,培养学生带着真问题学习的习惯.第二,把制造认知冲突的学习延伸到课外.课堂的结束是研究本节课学习内容的新起点,教师要对本节课的目标达成度精准了解,将学生没有学懂、没有学通之处当成制造认知冲突的资源.

参考文献

- [1] 杜爱慧. 认知冲突:有效课堂提问的一种特质——以物理课堂教学为例[J]. 教学月刊:中学版(教学参考), 2011(7):24,26.
- [2] 田效军. 利用情境创设激发学生认知冲突的策略——以 2019 年央视春晚《百狮报喜贺新春》揭秘“稳度”[J]. 中学物理教学参考, 2020, 49(2):25.
- [3] 苏春林, 胡志刚. 利用认知冲突策略创设教学最佳时机[J]. 化学教学, 2012(3):20.