

基于发展科学思维的教学设计

——以“速度变化快慢的描述——加速度”为例

孙春成 周庆卫

(江阴市青阳中学 江苏 无锡 214401)

(收稿日期:2018-09-13)

摘要:从培养学生的科学思维能力出发,对加速度概念的引入作了比较全面和规范的教学设计.

关键词:加速度 教学设计 科学思维

1 引言

教育部颁发的《普通高中物理课程标准(2017年版)》中提出,物理学科核心素养主要包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任等4个方面.其中,科学思维是指学生具有构建理想模型的意识 and 能力,能从定性和定量两个角度进行推理论证并解释现象和解决问题,具有科学证据的意识和评估科学证据的能力,富有批判性思维的意识.我们认为,科学思维应该贯彻在平时的教学实践中,尤其是概念教学的过程中.

“速度变化快慢的描述——加速度”是在学生完成了“速度”等概念的学习之后,对物体运动状态描述的进一步深化.与“速度”的学习相比,加速度这一概念显得比较抽象,学生缺少必要的生活经验,而且,刚刚进入高一年的学生,还处在从形象思维到抽象思维的过渡过程中,因此,“加速度”概念的形成和理解,是学生进入高中阶段学习物理时遇到的第一个重要难点.

教学实践中,我们往往会忽视“加速度”概念的建构过程,经常是在简单地抛出概念和定义之后,试图通过大量的练习让学生掌握这个难点.这样的教学方式看似快速突破了教学难点,且似乎能取得良好的教学效果,实际上,这种灌输式的教学方式错过了概念构建过程中的众多思维生长点,忽视了学生科学思维能力的发展,违背了新课改的教学理念,不利于学生物理学科核心素养的良好形成.本文是笔者在工作实践中,试图基于发展学生的科学思维而

进行的教学设计.

2 “加速度”教学设计

2.1 教学入口

教学片断1:

教师介绍赛车和战斗机的最大速度,让学生猜测:如果两者进行比赛,谁会获胜?学生根据直觉思维,认为由于战斗机的最大速度远大于赛车的最大速度,因此必然是战斗机获胜.此时,教师播放两者加速比赛的视频,发现在前600 m的加速过程中,赛车获得了胜利.

学生的判断依据实际上是生活经验中的速度概念,而视频中观察到的现象与根据生活经验产生的结论明显冲突.教师正是试图通过设计这样巧妙的认知冲突以引发学生的积极思考.

教师:生活中是否还有类似的情况——A物体的最大速度远小于B物体的最大速度,但是在某些情境下,A物体却能够超在B物体的前面?

学生:红灯变绿灯的时候,自行车能够超过大货车;站台送别时,站台上的人能够追上缓缓加速的火车.

教师:在这些情境中,比较的是最大速度吗?不是!那么,比较的是什么呢?

教师的追问,能够引发学生的深层次思考,要求学生必须从生活直觉的表象中抽取信息,建立加速运动的模型.经过讨论,学生得出结论:在这些情境中,比较的是速度变化的快慢,或者说,比较的是它们的加速性能.这样的思考与讨论,为加速度的概念引入做了比较自然而充分的铺垫.

教学片断 2:

通过表格呈现 7 种较为常见的汽车品牌如奔驰、宝马、桑塔纳、奇瑞 QQ 等.

教师:这些车里面,哪些车加速性能较好,哪些车加速性能相对较弱?你是怎么判断的?

学生:奔驰、宝马加速性能好,因为价格贵;QQ 加速性能差,因为价格最便宜.

我们可以看到,学生的思维方式依旧是根据生活经验而形成的直觉性思维.教师首先肯定了学生的判断依据具有合理性,但是不够“物理”,并进一步提供了表格数据,展示了各种品牌的车均从速度为零加速到 100 km/h 所用的时间.通过分析数据,学生很快发现,各品牌汽车车的加速时间不相同,很快得出正确结论:由于速度变化量是一样的,因此,加速时间越短则加速性能越好.

学生在观察、思考和判断的过程中,提取了关键信息——速度变化量相同,并顺势使用了控制变量法,从而得出了结论.相对于根据生活经验进行的直觉判断,学生的思维层次有了明显的提升.

教学片断 3:

如表 1 所示,逐次展示 5 种交通工具初、末速度及加速时间,并要求学生依次两两比较加速性能.

表 1 5 种交通工具初、末速度及加速时间

	初速度 / ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	经过时间 / s	末速度 / ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
波音 737 起飞	0	30	84
跑车起步	0	12	84
摩托车起步	0	12	60
磁悬浮列车起步	50	12	100
战机空中加速	300	7.5	450

教师引导学生观察数据,构建出合理的比较模型,并形成“速度变化量相同时比时间”“时间相同时比速度变化量”这一比较合理的思维路径.沿着这一路径,学生很快两两比较出前面四者的加速性能强弱.由于前面四者比较过程中的思维铺垫,在比较磁悬浮列车起步和战机空中加速时,虽然两者初速度、末速度、加速时间均不相同,但学生还是很快发现,战斗机速度变化量大而所用时间短,因此战斗机加速性能更好.此后教师追问:在比较加速性能的时候,

是否有更加简洁的办法?由于引入新课的整个过程中,我们不断地进行了科学思维的铺垫,因此学生十分顺利地得出:用速度变化量除以发生这个变化所用的时间——这个比值反应了速度变化的快慢.由此顺利地得出本节课的学习主题——加速度.

2.2 教学过程

教学片断 4:

教师:如果想测量某个运动的加速度,需要测量哪些物理量?

学生:初速度、末速度、加速时间.

教师将小车沿轨道加速下滑时打出的纸带发给每一个学生,并在 PPT 上展示这张纸带,如图 1 所示.

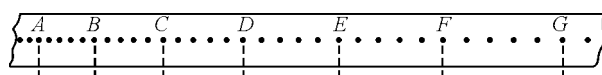


图 1 小车沿轨道加速下滑时打出的纸带

教师提问:要测量 A、G 两点之间运动过程中的加速度,需要测量 v_A, v_G , 那么, v_A 和 v_G , 谁是初速度,谁是末速度呢?有学生脱口而出: v_A 是初速度、 v_G 是末速度,因为是从 A 向 G 运动.这实际上也是学生直觉思维的体现,按照字母顺序想当然地认为肯定是 A 点在前 G 点在后.由于学生结论正确,所以很多教师会放过学生的这一思维漏洞.实际上,给出条件中并未明确 A 点在前而 G 点在后, v_A, v_G 谁是初速度谁是末速度,是需要根据点迹间距来进行判别的——由于是加速过程, A 点附近点迹密集,说明速度相对较小,而 G 点附近点迹相对稀疏,说明速度较大,由此方可得出结论:在这个加速过程中, v_A 是初速度,而 v_G 是末速度.

教学片断 5:

思考 1:物体的速度大,其加速度一定大?

作为教师,我们觉得举出一个反例是十分简单的事情,但是在教学实践中我们看到,学生在回答问题时举出的反例虽然有一定道理,但是并没有紧扣逻辑,思维往往显得十分跳跃和散乱.这时,需要教师进行必要的逻辑思维的指导:确认前提,否定结论.因此,列举的反例应该是,虽然物体的速度很大,其加速度却很小.在这样的指导下,学生很快举出反例:匀速飞行的飞机,虽然速度很大,但是加速度却为零.

对称思维是一种重要的科学思维,教师进一步提出问题:根据对称性,各位同学是否可以提出该命题的“对称命题”?学生在思考后提出“对称命题”:物体的速度小,其加速度一定小.当然,这是一个错误的命题,学生也很快给出了正确的反例.

思考2:速度的变化量大,其加速度一定大?

由于“思考1”的思维培养过程,学生很快举出了反例:光帆飞船,速度变化量很大,但是加速时间长,因此加速度数量级只有 10^{-6} m/s^2 . 学生也顺利提出了“对称命题”:速度的变化量小,其加速度一定小.同样,学生也很快找到了反例:子弹被击发的瞬间速度变化量小但是其加速度却很大.

基于以上两个“思考”,教师进行总结:我们在考虑加速度的时候,需要考察两个方面,即速度的变化量以及发生这个变化所用的时间.实际上,比值法定义的物理量都要注意到这一点.

教学片断6:

教师:生活中有一些笼统的说法,有的是描述运动速度大,有的是描述运动加速度大,我们一起来判断.

- (1) 白驹过隙;
- (2) 这辆车起步很快;
- (3) 急湍甚箭,猛浪若奔;
- (4) 这位同学身体素质好,爆发力强……

从生活现象中观察和总结物理现象,再用形成的物理概念或规律来解释生活现象,这既是科学思维的结果,也是科学思维的意义,在分析和解释生活现象的过程中能够进一步深化对概念或规律的理解,提升思维的品质和思维的层次.

在定性分析的基础上,教师举出实例,要求学生进行定量计算,从而进一步体会生活中可能遇到的加速度数值.从定性分析到定量分析,从感性到理性,这也是科学思维形成的重要路径.

例如,交通管理部门制定了死亡加速度 $5\,000 \text{ m/s}^2$ 这一数值以醒世人,意思是如果行车加速度超过此值,将有生命危险.假如一辆汽车以 90 km/h (25 m/s) 的速度行驶,因发生事故与高速公路隔离护栏发生碰撞,碰撞时间为 0.004 s ,碰撞后速度立即变为零,那么在碰撞过程中汽车的加速度有多大?

学生很快计算得出汽车的加速度大小为 $6\,250$

m/s^2 .

教师:该数值已经超过死亡加速度,那么生活中是如何来保护驾驶员的生命安全的呢?

学生:系安全带、配安全气囊.

教师:这两个措施没有改变速度的变化量,是通过增大作用时间从而减小撞击过程中的加速度.实际上,交通部门的限速,是从另一个角度,即减少速度变化量的角度来达成同样的目的.

教学片断7:

教师展示如图2所示的 $v-t$ 图像,提出问题:图像中的“运动1”和“运动2”,谁的加速度更大?

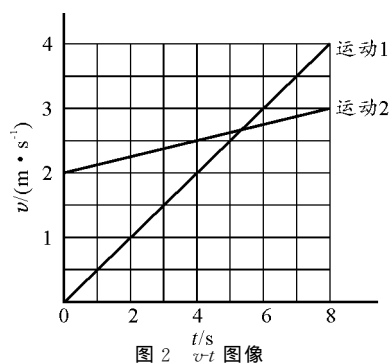


图2 $v-t$ 图像

学生根据前面的学习铺垫,很快从“时间相同看速度变化量”和“速度变化量相同看时间”两个角度得出结论:“运动1”的加速度大.教师引导学生再观察两个运动的 $v-t$ 图像,发现“运动1”的图像更加陡峭,学生得出结论: $v-t$ 图像的陡峭程度,反应了加速度的大小.

图像法是高中物理学习的重要方法,相比通过计算比较加速度大小, $v-t$ 图像的陡峭程度能够更加直观地反应加速度的大小.从生活经验到物理概念,再到物理图像,这看上去似乎只是并不复杂的感性—理性—感性的转变,实际上,这是一个思维层次和思维品质不断提升的过程.

3 结束语

基于发展学生科学思维的物理教学,既是教学实践的需要,更是达成高中物理教学目标的需要.这就要求我们在教学过程中,要尊重学生的认知规律,尊重学生的主体地位,精心预设情境,不断发现和努力创设思维生长点.我们相信,注重发展学生的科学思维,不仅有益于学生的终身发展,也有益于教师的专业发展.