

高中物理学习路径获取的三个维度*

蔡千斌

(温岭市新河中学 浙江台州 317502)

(收稿日期:2018-06-16)

摘要:根据物理学习路径的“起点、过程和终点”,提出了物理学习路径获取的三个维度——学生已有知识经验、学生思维过程和学生知识表征,这是优化物理学习路径、发展学生物理核心素养的重要基础。

关键词:核心素养 物理学习路径 获取维度

基于学生学习路径的高中物理教学是发展学生物理核心素养的重要途径。因为学生物理学习路径的“起点、过程和终点”分别对应着“学生已有知识经验、学生思维过程和学生知识表征”这3个要素^[1],所以学生物理学习路径的获取就应着眼于学生已有知识经验、学生思维过程和学生知识表征这三个维度。

1 学生已有知识经验

学生已有知识经验需从“初中教材”和“学生原有物理知识的熟练程度”这两个方面去获取。

1.1 初中教材

教师不能凭经验来确定学生的知识经验,教学前需查阅初中教材,看看学生在初中学了哪些内容。因为学生所用教材的版本会发生变化,所学的内容相继地跟着改变。例如,对于电源和电流的内容,有些教师没有查阅初中教材,误认为学生在初中学过电流的定义式 $I = \frac{Q}{t}$ 。实际上,对于近几届浙江省初中毕业的学生来说,他们所学的初中教材中已经删掉了这部分内容。教师如果不去查阅初中教材,对学生知识经验的判断会有失准头。

1.2 学生原有物理知识的熟练程度

学生原有物理知识的熟练程度怎么样,是知道这一知识,还是能够灵活应用这一知识?知道的情况怎么样,是比较完善的,还是存在较多纰漏?教师

让学生说一说头脑中印象深刻的物理知识,画一画对应的物理知识结构图,做一做相关的物理问题,就可以获取学生对已有知识的熟练情况。例如,关于重力的说法,学生能够说出3点。

- (1) 重力的大小: $G = mg$;
- (2) 重力的方向: 竖直向下;
- (3) 重力的施力物体: 地球。

据此,教师可以判断:学生关于重力的说法是清晰的,但站在一个结构完备的角度上来看,学生关于重力的图式是有缺陷的。存在的缺陷有:

- (1) 重力的产生原因是什么?
 - (2) 重力大小计算公式 $G = mg$ 中的 g 与必修1第二章中的重力加速度 g 一样吗?
 - (3) 重力的大小能否测量,用什么工具来测量?
 - (4) 重力的方向竖直向下是一个什么样的方向,如斜面上物体所受重力的方向竖直向下是指垂直斜面向下吗?
 - (5) 一个物体的每一部分都受到重力的作用吗?
- 等等。

2 学生思维过程

学生思维过程可从“问题解决”和“课堂教学中的互动”这两个方面去获取。

2.1 问题解决

通过问题解决,让学生呈现自己的思维过程,教

* 系2017年度浙江省教科规划重点研究课题“高中物理‘微课程群’的构建与实施”,编号:2017SB073;2018年浙江省教研规划课题“高中物理‘情境—问题—活动’教学法的探索”的研究成果,编号:G18267

师从中获取学生思维过程中存在的问题.例如,电磁感应中的焦耳热问题.相距 $L=1.5\text{ m}$ 的足够长金属导轨竖直放置,质量为 $m_1=1\text{ kg}$ 的金属棒 ab 和质量为 $m_2=0.27\text{ kg}$ 的金属棒 cd 均通过棒两端的套环水平地套在金属导轨上,如图 1(a) 所示,虚线上方磁场方向垂直纸面向里,虚线下方磁场方向竖直向下,两处磁场磁感应强度大小相同. ab 棒光滑, cd 棒与导轨间动摩擦因数为 $\mu=0.75$,两棒的电阻相等,均为 $0.9\ \Omega$,导轨电阻不计, ab 棒在方向竖直向上、大小按图 1(b) 所示规律变化的外力 F 作用下,从静止开始,沿导轨向上做匀加速运动,同时 cd 棒也由静止释放, g 取 10 m/s^2 . 已知在 2 s 内外力 F 做功 40 J ,求这一过程中 ab 棒所产生的焦耳热.

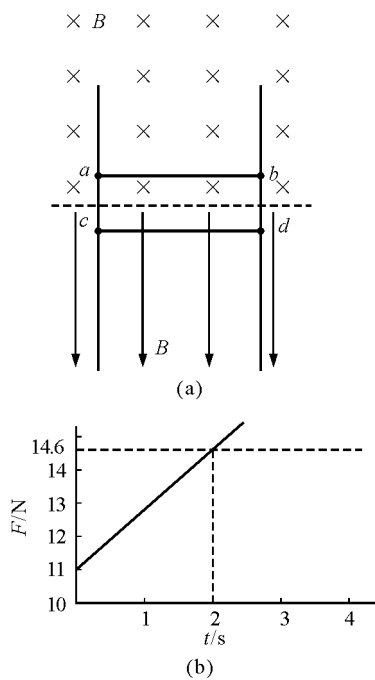


图 1 电磁感应中的焦耳热问题

学生呈现自己的思维过程:

(1) 对 ab 棒

$$F - m_1g - BIL = m_1a$$

$$I = \frac{BLv}{R_{\text{总}}}$$

$$v = at$$

由 $F-t$ 图像得

$$F - 11 = \frac{14.6 - 11}{2}t$$

则

$$a = 1 + 1.73t - \frac{1.5^2 B^2 a}{1.8}t$$

当 $t=0$ 时

$$a = 1\text{ m/s}^2$$

(2) 对 ab 棒,由动能定理得

$$W_F - m_1gx - W_{\text{安}} = \frac{1}{2}m_1v^2 - 0$$

$$v = at = 2\text{ m/s}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

$$Q_{ab} = W_{\text{安}}$$

则

$$Q_{ab} = 18\text{ J}$$

据此,教师可以获取到学生思维中存在的问题:学生误认为 ab 棒克服安培力所做功的大小就是 ab 棒产生的焦耳热.

2.2 课堂教学中的互动

通过师生互动的方式,教师可以获取学生问题解决的思维过程.

比如,针对上述“电磁感应中的焦耳热问题”,教师在课堂教学中可以采用问题链的形式开展课堂互动,以获取学生的思维过程.

师:功是能量转化的量度.做了多少功,就表明有多少能量发生了转化.安培力对 ab 棒所做负功的绝对值大小等于电路中什么能量的变化大小?

生:等于 ab 棒电流发热产生内能的大小.

师: ab 棒上有电流通过时, cd 棒上也有电流通过,那么 cd 棒电流发热产生的内能对应的是哪个安培力所做负功的大小?

生: cd 棒所受的安培力.

师: cd 棒所受的安培力指向哪里?

生:垂直纸面向内.

师: cd 棒所受的安培力对 cd 棒做功吗?

生:不做功.

师:既然 cd 棒所受的安培力不做功,我们就不能说“ cd 棒电流发热产生的内能等于 cd 棒受到安培力所做负功的大小”.那么, cd 棒电流发热产生的内能应该对应哪个安培力所做负功的大小?

生:只能是 ab 棒.

师:这样的话,说明安培力对 ab 棒所做负功的绝对值大小应当等于电路中谁产生的焦耳热?

生:安培力对 ab 棒所做负功的绝对值大小等于 ab 棒、 cd 棒产生的总的焦耳热.

师: Q_{ab} 应该等于多少?

生: $Q_{总} = W_{安} = 18 \text{ J}, Q_{ab} = \frac{Q_{总}}{2} = 9 \text{ J}.$

再如,在“磁感应强度”概念的教学中,教师提出问题:“在磁场中垂直于磁场方向的通电导线,所受的磁场力 F 跟电流 I 和导线长度 L 的乘积 IL 的比值叫磁感应强度。”在磁感应强度的定义中,为什么要求磁场方向与通电直导线垂直?此时,学生无言以对。

针对这一问题,教师在课堂教学中可以采用启发的形式开展课堂互动,以获取学生的思维过程。

教师启发:磁场与通电直导线平行的话是否可以呢,为什么?

生:不可以.平行时,通电直导线所受的力为零,无法判断磁场的强弱。

教师再启发:磁场方向与通电直导线既不平行也不垂直的话是否可以呢,为什么?

生甲:这时通电直导线所受的力不是最大,无法试探出磁场最强的一面。

生乙:只有磁场方向与通电直导线相垂直时,磁场最强的一面才能表现出来。

生丙:要试探磁场的强弱,就应该让磁场最强的一面表现出来,因此试探磁场强弱时,磁场方向与通电直导线必须垂直。

3 学生知识表征

关于知识表征我们要明确3点.首先是知识表征的特征.从心理学角度来看,知识表征是静态的,也有人称之为一个状态量.其次是知识表征的形式.学生的知识表征有多种形式,包括语言、文字、图象、公式、概念图和知识结构图等各种形式.第三是知识表征的获取角度.学生知识表征可从“学之前的知识表征”和“学之后的知识表征”这两个方面去获取。

3.1 学之前的知识表征

获取学生学之前的知识表征,目的是确定教学的基点.例如,学生在学高中“摩擦力”之前的知识表征是这样的。

(1) 摩擦力分为滑动摩擦力和静摩擦力;

(2) 只有运动的物体才会受到滑动摩擦力,静止物体受到的摩擦力是静摩擦力不是滑动摩擦力;

(3) 滑动摩擦力的方向与物体的运动方向相反。

3.2 学之后的知识表征

获取学生学之前的知识表征,目的是评估教学的终点,看看是否达成了学习的目标,如没有则需作出相应的调整以弥补学生的学习结果.例如,学生学了高中“摩擦力”之后的知识表征发生了变化。

(1) 运动的物体、静止的物体都能受到滑动摩擦力的作用.象用黑板擦擦黑板时,黑板擦与黑板之间发生了相对滑动,黑板擦受到的是滑动摩擦力.反之,相对地面静止的黑板也受到黑板擦对它滑动摩擦力的作用。

(2) 运动的物体、静止的物体都能受到静摩擦力的作用.比如,用大拇指和食指夹着一支竖直方向的铅笔处于静止状态,静止的铅笔受到静摩擦力的作用.这个静摩擦力与铅笔的重力是一对平衡力.又如,用大拇指和食指夹着一支竖直方向的铅笔匀速向上运动,铅笔处于平衡状态,与铅笔重力相平衡的是手指对它的摩擦力.由于手指与铅笔之间没有发生相对滑动,铅笔所受的摩擦力是静摩擦力.可见,运动的物体也可受到静摩擦力的作用。

(3) 滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反,而与物体的运动方向可以相同也可以相反.如图2所示,传送带沿顺时针方向匀速转动,传送带的速度为 v_1 ,小物体以速度 v_2 滑上传送带的左端.如 v_2 小于 v_1 ,小物体相对传送带的运动方向向左,则传送带对小物体的滑动摩擦力水平向右,与小物体的运动方向相同.如 v_2 大于 v_1 ,小物体相对传送带的运动方向向右,则传送带对小物体的滑动摩擦力水平向左,与小物体的运动方向相反。

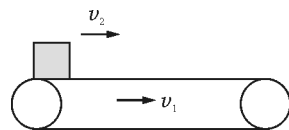


图2 传送带上的摩擦力

总之,从“学生已有知识经验、学生思维过程、学生知识表征”这三个维度去获取高中物理学习路径的“起点、过程和终点”,这是优化高中物理学习路径,实现学生物理素养发展的重要基础。

参考文献

- 1 物理学习路径的特征与寻找方法. 物理教师, 2018(3): 23
- 2 基于学生学习路径的高中物理教学模式. 物理教师, 2017(6): 19 ~ 22