

进阶型教学模式实践初探*

——以自由落体运动的习题教学为例

曹钱建

(无锡市第六高级中学 江苏 无锡 214023)

黄皓

(无锡市第一女子中学 江苏 无锡 214002)

(收稿日期:2018-06-13)

摘要:“立足基础知识—面向生活实践—培育关键能力”即为进阶型教学模式.在习题教学中应用进阶型教学模式,可于细微处多角度、多层次地培养学生思维的灵活性、广阔性、深刻性和批判性;也可引导学生将生活实践转化为物理模型,将未知问题转化为已知问题;它是在物理课堂教学中培育关键能力的有效手段.

关键词:进阶型教学模式 习题教学 关键能力 转化

1 问题的提出

为了帮助学生尽快掌握习题的解法,有的教师习惯于“一个概念、两点注意、三个例题、四个练习”的教学活动.在初步交代基本概念的基础上,或对学生可能发生的误解逐一告诫记载,强调“结果”的重要性;或身体力行,逐一示范求解,强调“规范”的重要性.

笔者以为,这种“重解法,轻探究”、“重结果,轻过程”的做法固然在短期内对提高考分有效,但其“重知识,轻智慧”、“重眼前,轻未来”的缺陷不利于培育学生适应未来的关键能力.

在实践中,笔者发现采用进阶型教学模式,即立足基础知识—面向生活实践—培育关键能力,以习题教学为载体,不断变换问题背景,不仅可以夯实双基,还可引导学生多角度,深层次地挖掘问题本质.自认为颇有成效,故与同行分享,敬请批评指正.

2 教学实例

2.1 立足基础知识

著名教育家波利亚说过:“好问题同某种蘑菇有些相似,它们大都成堆的生长,找到一个以后,你应

当在周围找找,很可能在附近就有几个”.好问题不仅具有丰富的基础知识,还能激发学生参与的热情,提高学生自主探究的积极性,让学生在独立思考中夯实双基.

教学片断 1:

师:一只苹果砸出了牛顿的万有引力定律,今天我们也来探讨一个由一只苹果引发的问题.

【例 1】果园内一只熟透的苹果从树上落下来,在时间 $t=0.2\text{ s}$ 内通过竖立在地面上的高度为 $h=2\text{ m}$ 的梯子,请估算出苹果到地面的距离.(取 $g=10\text{ m/s}^2$)

师:题中为什么要加一个“估”字?

全体学生:因为苹果下落受到空气阻力作用,所以要近似成自由落体运动来计算.

师:很好!那么哪位“中国牛顿”来谈一谈思路?

生甲:根据公式 $h=\frac{1}{2}gt^2$,代入 $t=0.2\text{ s}$,求出 h ,再加上梯子高度 2 m ,答案就有了.

师:大家赞成生甲的分析过程吗?有没有不同意见?

生乙: $t=0.2\text{ s}$ 是苹果通过梯子的时间,而不是

* 系江苏省教育科学“十三五”规划课题“基于物理核心素养的课堂教学‘单元设计’”阶段性研究成果,批准号 R-c/2016/07

作者简介:曹钱建(1979-),男,中教一级,从事高中物理教学和研究.

通讯作者:黄皓(1974-),男,中教高级,主要从事初、高中物理教学及研究.

苹果落到到梯子上端的时间。

师:鼓励学生两种回答进行讨论、辨析,待学生形成有倾向性的意见后再小结。

生乙指出的正是生甲存在的问题,对于复杂情境很容易出现过程对应错误。为避免生甲问题的出现,我们需对特殊位置加以标注,如图1所示,苹果开始位置标为A点,梯子的顶端为B点,地面为C点。

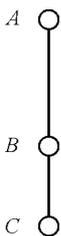


图1 图中特殊位置加以标注

标注完成后,请生乙重新表述。

生乙:对AC段,由题得 $h_{AC} = \frac{1}{2}gt_{AC}^2$, (生乙略有停顿) 再对AB段,有

$$h_{AC} - h = \frac{1}{2}g(t_{AC} - t)^2$$

然后解方程组,求解 h_{AC} 。(片刻后) 解得

$$t_{AC} = 1.1 \text{ s} \quad h_{AC} = 6.05 \text{ m}$$

师:肯定学生的表现并点评。生乙解法的优点在于,采用逆向分析方法着手研究问题,先对AC段整体分析,由于条件不足,进而去分析与之有相同规律的AB段,列出形式统一的方程组,求解出 h_{AC} ,计算简捷,思路顺畅自然。

师:追问全体学生,还有没有其他意见?

生丙(讨论后):生乙用逆向思考,我采用正向突破,直接分析条件较多的BC段,先求出B点的速度,再求AB段的高度,然后整个问题就迎刃而解了。

师(点头):请具体说一下你的想法。

生丙:设苹果落到梯子顶端的速度为 v_B ,对BC段有 $h_{BC} = v_B t + \frac{1}{2}gt^2$, 可得 $v_B = 9 \text{ m/s}$, 再对AB段

有 $v_B^2 - v_A^2 = 2gh_{AB}$, 解得 $h_{AB} = 4.05 \text{ m}$, 所以

$$h_{AC} = h_{AB} + h = 6.05 \text{ m}$$

师:很好,生丙对条件丰富的BC段进行重点分析,并推导出隐含条件 v_B ,进而再研究AC段,先局部重点分析,再整体考察,目标明确,思路清晰,还有

人有补充吗?

生丁:受生丙的启发,求出 v_B 后,在BC段,求出 $v_C = v_B + gt = 11 \text{ m/s}$, 可得

$$h_{AC} = \frac{v_C^2}{2g} = 6.05 \text{ m}$$

生甲(有点迫不及待):在他们的启发下,我突然发现得到 v_B 后,根据 $v_B = gt_{AB}$, 很容易求出AB的时间,这样我最初的方法也就能用了。

师:的确如此,同学们还有其他想法吗?

生戊(有点犹豫的样子):我的方法有点麻烦,我对AB,BC,AC 3段分别列出方程,然后尝试解方程组,竟然也求出了正确答案。

师(期待地):具体说说看呢!

生戊:设苹果落到梯子顶端的速度为 v_B , 落到地面的速度为 v_C , 从A到B的运动时间为 t_{AB} , 则根据自由落体运动的规律:对AB段 $v_B = gt_{AB}$, 对AC段 $v_C = g(t_{AB} + t)$, 对BC段 $v_C^2 - v_B^2 = 2gh$, 解得

$$t_{AB} = 0.9 \text{ s} \quad v_C = 11 \text{ m/s}$$

所以 $h_{AC} = \frac{v_C^2}{2g} = 6.05 \text{ m}$

师:肯定生戊的大胆尝试并点评。生戊综合分析题中的各个过程,在思考中尝试,在尝试中分析,分析透彻,问题解决水到渠成。

师:大家从不同角度,应用基本公式进行了求解,那么是否可以利用运动学的推论来分析求解呢?(抓住学生思维高度活跃的时机,提出新问题。)

生己:抓住BC段的条件比较多这一特征,并利用匀变速直线运动中时间中点的速度与平均速度的关系,如图2所示。

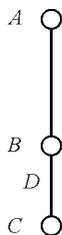


图2 时间中点D的速度

设BC段时间中点所对应的位置为D,对BC段

$$v_D = v_{\frac{t}{2}} = \frac{h_{BC}}{t_{BC}} = 10 \text{ m/s}, \text{ 对AD段 } t_{AD} = \frac{v_D}{g} = 1 \text{ s}, \text{ 对}$$

AC段 $t_{AC} = t_{AD} + t_{DC} = 1.1 \text{ s}$, 所以

$$h_{AC} = \frac{1}{2}gt_{AC}^2 = 6.05 \text{ m}$$

师:高度肯定生己的尝试.

生己的解法简洁明了,他巧用时间中点与平均速度的关系这一结论,构建并求解出D点的速度,不仅简化了过程,连计算量也更小了.这一善用、巧用已有结论解题的思路值得大家学习.

师生集体鼓掌以示鼓励.

在教学片断1中,师生之间、生生之间立足基础知识,从真实情境出发,通过不同角度、维度的思考、辨析与交流,初步开始整体认识问题,思考问题的本质,感悟物理的思想方法,显然,这对培养学生思维的广阔性和批判性大有裨益.

2.2 面向生活实践

建构主义理论认为:学生认知结构的建构是一个内化与外化交互的双重建构过程,教师向学生传授系统的经过抽象的间接经验,本质上是认知的内化建构过程,外化建构则是学生运用所学知识解决问题的过程^[1].很多时候,学生面对真实情境,往往束手无策,或者东拼西凑勉强为之.那么,教师该怎么帮助学生呢?

教学片断2:

师:给出例2.

【例2】一质点做自由落体运动,在落地前最后0.2 s内通过的距离为2 m,求质点下落的总高度.(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

师:随机指定一位学生简述解题思路.

生庚:我把题中的最后0.2 s内的2 m位移等效地看成上面例1中的梯子高度,问题解决了.

点评:生庚把刚学到的方法进行了合理迁移,达到了触类旁通的效果.

师:给出例3,待学生思考片刻后让他们抢答.

【例3】一根长为2 m的铁链悬挂于天花板,当它自由下落时,通过其正下方的一颗铁钉用了0.2 s,求静止时铁链上端到铁钉的距离.(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

生辛:我觉得,由运动特征和题中所给的数据来看,这个问题和前面的问题应该差不多,结果甚至都会相同.

生壬:不一定,我倒认为两个问题应该不同,主要是因为前面问题中,研究对象是苹果这样一个质点模型,而这里的铁链显然无法看作质点.

师:说得都有道理,生辛好像“嗅出了点什么”,

生壬则“发现”了两个问题的区别,孰是孰非呢?

生:辨析、讨论,没有形成一致意见.

师:问题引导.

大家不妨先思考这两个问题.

(1) 铁链这个非质点通过铁钉的时间,到底对应的是哪一段运动的时间?

(2) 铁链端点的运动情况是否与铁链的运动情况相同?

全体学生:作图分析并讨论.

生辛:老师,我前面说的没错.首先,铁链通过铁钉的时间,指的是铁链的下端到达铁钉直到上端离开铁钉的时间.如图3所示,即就是上端到达位置B(此时下端正好到达铁钉位置C处),直到上端到达位置C的时间.然后,铁链上每一点的运动情况与整根铁链的运动相同.所以,题中的0.2 s就是铁链上端发生从B到C这2 m的位移所用的时间,求的依然是A到C的距离.

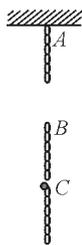


图3 铁链经过铁钉

师:讲得非常好,特别是将非质点模型巧妙地转化成熟悉的质点模型来处理,发现问题的本质和前述例题完全相同.大家还有什么疑问或补充吗?

生壬:我认为如果用相对运动的观点,就直接变成质点模型了.

师(喜出望外):快说说你的详细思路.

生壬:我把铁链看作不动,那么铁钉就在向上加速运动,就是把运动倒过来看,题中的时间就是铁钉通过铁链的时间了,再求出铁钉运动到铁链上端的距离,这样就 and 例题完全一样了.

师:非常棒,虽然思维跨度上有点大,但能从另一个视角来看问题,并凸显出问题的本质.

师:给出例4,让学生思考后抢答.(现场生成的高价值学习资源务必善加利用,因此执教者决定继续深入发掘.)

【例4】如图4所示,展厅内有一根长为 $l = 0.5 \text{ m}$ 的戒尺AB,悬挂在墙壁上,它自由下落时经过一

高为 $d=1.5\text{ m}$ 的画框,通过画框所用的时间为 0.2 s ,求戒尺下端离画框上端的距离 h 。(不计空气阻力,取 $g=10\text{ m/s}^2$)

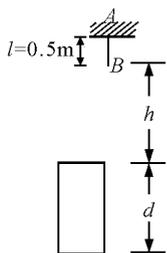


图4 例4题图

生癸:我研究戒尺上端点A的运动,题中的 0.2 s 就是A点通过戒尺与画框的总长度 2 m 所用的时间,这样和苹果经过梯子的问题本质上就没有区别了。

师:非常到位!答案也和例1一样吗?

生癸:如图4所示,应减去 l 与 d 的长度,所以 $h=4.05\text{ m}$ 。

全体学生表示高度认同,掌声响起。

在教学片断2中,执教者引导学生将陌生问题转化为熟悉问题,将复杂问题转化为简单问题,着力培养学生思维的灵活性与深刻性,这样才能使得学生以不变应万变,从容应对变幻莫测的题海与真实生活。

2.3 培育关键能力

新课标倡导高中物理课程在内容上注重与学生生活的联系,关注物理学的技术应用带来的社会问题。因此,在日常教学中应以学生感兴趣的素材为中心来创设生活问题情境,让学生在对话交流的活动中运用分析、综合、抽象、类比等科学方法来研究这种基于事实背景的实际问题的物理本质。

教学片段3:

案例:高空坠物事件是当前的社会热点问题之一。无锡某小区某单元阳台正下方停放的一辆汽车,被楼上掉下来的一盆“多肉”将挡风玻璃砸碎了。事后,保安和车主调取了附近监控,由于探头角度问题,监控只拍摄到“多肉”下落时经过其中两层楼的过程,谁能帮助车主想办法找到肇事者呢?

生子:截个图,作为证据,去楼上问啊!

师:“多肉”现在是网红,同款很多,这个证据不充分啊。可否运用物理知识把证据坐实呢?

生丑:只要能知道“多肉”是从多高的地方下落

就可以了。

师:不错,利用下落高度就可以推算出下落的楼层了,那如何测算呢?

生丑:一盆“多肉”受到的空气阻力应该是可以忽略不计的,只要不是特意砸下来的,我觉得可以当成自由落体运动来处理。

师:分析得很到位!我们设定初速度为零,忽略阻力的影响,且已知当地的重力加速度,那还需要哪些信息呢?(此时不少同学好像有了一些想法,跃跃欲试。)

生寅:利用玻璃的破损程度,应该可以求出“多肉”的末速度。

师:想法不错,但玻璃的破损程度较难定量测算。

生卯:题中有监控录像,我认为可以从时间上来考虑。

生辰:但摄像机没有记录“多肉”的完整下落过程啊!

生卯:我只要测出两层楼的高度,再结合“多肉”通过两层楼的时间,不就和例1一样了。

师:同学们的分析相当精彩。大家充分利用物证,适当地建模,再结合相应的物理规律,已经很接近事情的真相了。恭喜大家初步具备一个侦探的潜质了。(掌声自发响起)

师:在高兴之余,我们还要认识到,我们是把“多肉”的下落当成自由落体运动来处理的,实际情况下又是怎样的呢?

生巳:那就要考虑空气阻力了,实际加速度偏小。

师:对,这样导致我们的分析结果与实际高度有什么差别呢?

生巳:我认为实际高度要大一些,用刚才生卯的方法,算出监控拍摄时间内的平均速度 v ,再利用 $h = \frac{v^2}{2a}$,因为 $a < g$,所以实际高度要大于我们的分析结果。

师:分析得相当到位,当然若要具体分析出阻力,以及下落速度对阻力的影响,则需要更为系统和深入的物理知识。

课堂教学不能满足于给出正确答案,还需要让学生掌握探究问题的一般方法。在教学片断3中,执

教者不断引导学生将生活实践转化为物理模型,将未知问题转化为已知问题,并适时地渗透相应的社会责任意识;再运用所学知识,解决实际问题,让学生真切地感受、习得物理知识的应用价值,获得学习上的成就感.学生关键能力的培育就是落实在这些细节中.

3 教学感悟

在上文所述各教学片断中,执教者精选进阶问题、设置最佳的教学序列来设计教学.让学生在对话、交流、质疑、思考、改进等活动中多角度、多层次地形成多种解决方案,充分体现了学生主体地位.其后,教师精心设置逐步进阶的问题情境,通过合理的引导,将陌生的、复杂的问题层层进阶地转化为熟悉的、简单的问题,将学生的认知由感性认识上升为理性认识,充分发挥了教师的主导作用.最后,执教者结合真实问题创设情境,编制物理原始问题,引导学生将实际问题抽象概括为物理和数学模型,再运用

物理基础知识和数学工具解题,从定性和定量两个方面进行科学推理、找出规律、形成结论,最终解释生活现象或还原生活问题,提升了学生的关键能力,为学生可持续发展和终生学习奠定了坚实的基础.

4 结语

实践表明,进阶型教学模式注重促进学生去探究研究对象的内在规律及相互关系,促进学生运用分析综合、推理论证等多元化的方法来内化认知的建构,有利于培养学生基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑、批判、检验和修正的意识,进而培育学生的关键能力.

它的力量值得关注!

参考文献

- 1 邢红军. 物理教学论. 北京:北京大学出版社,2015.6~7
- 2 钟启泉. 课程的逻辑. 上海:华东师范大学出版社,2008.

47

(上接第47页)

板演的同学就将问题1中的正电荷、负电荷运动的两种不同的轨迹画成与运动方向不相切的情况,或画出的两种轨迹几乎是弦长一样长的圆弧.在解决带电粒子在磁场中运动的问题中,规范、准确画出粒子运动的轨迹图是十分关键和重要的一个步骤.准确画出粒子运动的轨迹图形既有利于帮助学生快速、正确地找到粒子在磁场中运动轨迹的圆心、半径和圆心角等关键的信息,又能促使学生养成认真画图和学习的良好习惯.

在课堂上,笔者及时发现了问题1中学生画出的轨迹的问题,立即引导学生再认真观察同学在黑板上画出的轨迹图,并提出“该同学画的轨迹图规范吗?”这个问题再次引起了全班同学的注意,同学们通过认真观察很快发现了其中的问题,一位同学还主动上台指出了轨迹图的错误,并认真画出了规范的轨迹图.又如,在问题4的探究中,上台板演的同学只画出粒子从磁场右边射出的运动轨迹,此时,坐在下面的一位同学立即举手提出了不同的结果,并上台补充画了粒子从磁场左边界射出的临界情况的运动轨迹图.在课堂上,学生的表述、画图和板演

出现的问题往往是最真实、最急需解决的问题,及时发动同学之间相互纠错,会促使学生自我反思,并及时发现和纠正同伴的错误,能收到意想不到的效果.在物理课堂教学中,采用“同伴互教法”既能有效地调动全体同学的学习积极性,让学生动脑、动手和动嘴参与到课堂的知识探究中来,让学生真正成为课堂中学习的主人,也能更好地帮助学生养成认真审题、画图和规范答题的良好学习习惯,还能让帮助学生树立严谨务实的科学态度的教学理念真正落到实处.也只有这样,才能让我们的物理课堂更加高效.

物理核心素养包括“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”、“科学态度和责任”.教师在构建物理课堂教学中,应该依据核心素养的理念去分析教学内容、设计教学过程和组织物理教学过程,做到有的放矢,才能到达事半功倍的教学效果.也只有构建符合学生认知水平和认知规律的高效的物理课堂,才能激发学生的学习积极性,才能真正实现更好地培养学生的物理核心素养的美好愿望.