

落体观念的演变对科学观念教育的启示

张福林

(北京市顺义区第一中学 北京 101300)

(收稿日期:2018-11-08)

摘要:物理教学对于培养学生的科学观念具有重要的价值,培养学生的科学观念是每个物理教师的重要职责.如何从科学观念的演变出发进行科学观念教育,是值得思考的问题,以落体观念的演变为例对科学观念的教育进行了一些思考,以求对教师有所启发.

关键词:落体观念 演变 启示

科学观念是由于科学知识的长期积累及科学方法的多次卓有成效的运用后,使人们深信某些知识与方法具有更为深刻与普遍的意义,从而在信念、世界观、价值论等方面引起较为深刻的变化,并形成稳定的取向,它使一些基本科学规律、科学原理被提升到判断是非标准的地位,形成一种科学的理性.爱因斯坦曾经说过:“物理教学不应该教成一堆技术,而应教成思想观念的诗剧.应该强调思想观念的演变,强调我们企图了解物理世界的历史,以使学生具备洞察未来的能力.”由此可见,在高中物理教学中开展培养学生科学观念的教育显得尤为重要.

在多年自由落体运动教学中,越发感到自由落体运动教学对于培养学生的科学观念具有重要价值.本文以落体观念演变为例对在高中物理中如何培养学生科学观念做些探讨,以求对物理教学有所启发.

1 物理环境对亚里士多德落体观念形成的影响及启示

我们知道,亚里士多德的落体观念是:越重的物体下落得越快.我们现代人认为亚里士多德的落体观念是不对的.但是我们要追问:亚里士多德的落体观念是不是就没有根据?不是,这种观念的得出是与当时的物理环境相契合的.

直觉经验:自然界中的四元素火、气、水、土的分布有一定层次,火与气自发向上运动,水与土自发向

下运动.(亚里士多德把那些在没有其他干扰的条件下总是向上运动的东西称为轻物体,总是向下运动的物体称作重物体.

归纳前提:四元素均各有其自然位置,火在最上、气次之、水再次之,土在最下.火、气、水、土四元素按其自然本性趋向其自然位置.

演绎结论:物体越重,则趋向其自然位置的倾向就越强,下落的速度就越快,所以重物自由下落的速度与其重量成正比.这就是著名的亚里士多德的落体观念.

启示:物理环境与经历对观念的形成有着重要的影响.形成什么样的观念是与人的自身经历的客观环境息息相关的,我们对学生进行科学观念教育必须营造科学的教育环境.

2 亚里士多德研究落体运动的方法对观念形成的影响与启示

亚里士多德研究落体运动的方法,如图1所示,从经验与直觉出发归纳得出前提,并作为绝对真理,然后在此前提的基础上进行演绎.

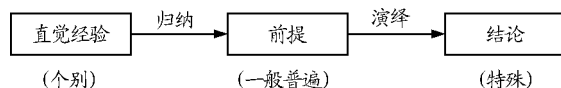


图1 亚里士多德研究落体运动的方法

研究方法的局限:

(1)从直觉经验出发归纳出前提——而直觉经验有时不一定可靠,直觉经验可能掩盖事实真相.

(2) 没有把理性思维与实验检验相结合,不注意用实验检验理性思维结果。(由于当时实验条件的限制,客观上造成了不注意用实验检验的现实)

启示:研究方法的局限性制约着观念适用的局限性,方法的科学与否决定着所形成观念是否科学。

3 意识对观念形成的影响

人们不禁要问:亚里士多德这个伟大的人物,难道不知道物体下落时会受到阻力吗?这一点亚里士多德是知道的.亚里士多德认为,由于媒质的阻力,下落的速度应当变小.但是亚里士多德并没有做出进一步的推断:在没有任何介质阻力的真空,所有物体将以同样的速度下落——因为亚里士多德认为不存在真空。

启示:潜意识对观念的形成有着重要的牵制作用,培养学生的科学观念要考虑学生的潜意识。

4 伽利略否定亚里士多德落体观念所带来的启示

亚里士多德有这样的观点:“从100肘高处下落的100磅重的铁球,比从1肘高处下落的1磅重的铁球先落到地面”。这个观点引起了伽利略的怀疑。

证伪:1638年,伽利略在写他的《两门新科学》一书中设计了一个“落体佯谬”的理想实验,如图2所示,来否定亚里士多德的落体运动观点。

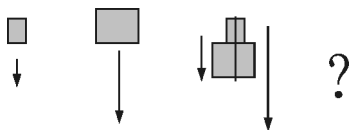


图2 伽利略设计的“落体佯谬”实验示意图

设： m —— v 、 M —— V ，

$$(M+m) \left\{ \begin{array}{l} v < V_{\text{合}} < V \\ (M+m) > M \rightarrow V_{\text{合}} > V \end{array} \right\} \text{矛盾}$$

启示:自洽与否是检验观念是否合理的重要标志,敢于质疑才可能认识观念、澄清观念、打破旧观念,怀疑与证伪是打破旧观念的重要手段。

5 伽利略研究方法对落体观念形成的影响及启示

(1) 问题:在当时还不能获得真空的条件下,伽利略是怎样知道轻重不同的物体在真空里的下落情

况呢?

伽利略设想了一个理想实验如图3所示,用金、铅和木头做3个球.他在思想中让这3个球在水银、水里和空气中下落.在水银里,只有金球往下落.在水里金球和铅球往下落,而金球下落得比铅球更快.在空气中3个球都下落.这时金球与铅球下落速度没有差别,只有木球下落得稍慢一些。

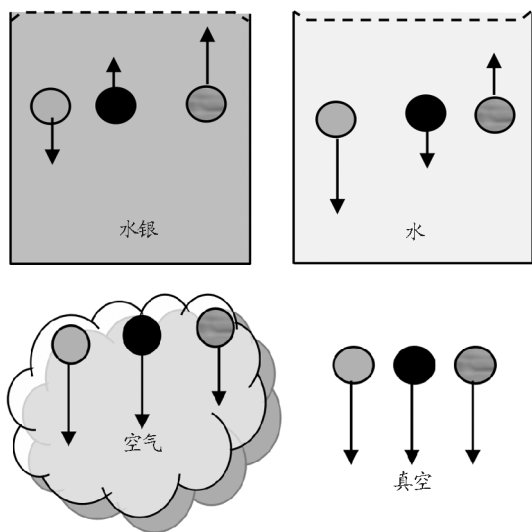


图3 伽利略设想的理想实验

接着,他做了如下巧妙的论证:如果我们事实上发现重量不同的物体在媒质中下落时,他们的速度差别随媒质的密度减小而减小,而且媒质非常稀薄时这一差别非常小而不能被观察,于是就得出物体在真空中下落的重要结论.他在《两门新科学》中写到:“鉴于这点,我认为如果人们完全排除空气阻力,那么,所有物体将下落得同样快。”——人们称他的这种推论方法为“外推法”。

(2) 问题:自由落体下落的速度越来越快,自由落体运动的性质如何?下落速度是与下落的距离成正比还是与下落的时间成正比?

伽利略很快发现:如果假设“下落速度与下落的距离成正比”,这个假设会导致谬误。

如图4所示,如果,物体从静止开始下落第一段距离 h 后得到某一速度 v 。

物体从静止开始下落第一段距离 $2h$ 后得到某一速度 $2v$ 。

伽利略认为,将会得到物体由静止开始下落 $2h$ 的距离所用的时间与物体从静止开始下落 h 距离所

用的时间一样. 这同客观事实不符, 于是他转向了第二个假设.

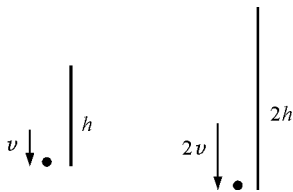


图4 下落速度与下落距离示意图

(3) 验证第二个假设, 下落的速度与下落的时间成正比.

1) 合理的假设: 在下落过程中物体得到的速度与下落的时间成正比——叫匀加速运动.

2) 问题: 如何检验自由落体的速度随时间均匀增加, $v = at$?

在伽利略年代技术上的困难: 没有直接测量瞬时速度的仪器, 要直接测量迅速下落的物体各瞬时所对应的位置是很困难的, 当时只能测量运动较长距离及所用的时间.

3) 转换问题: 伽利略给出了转换问题的思路, 根据某一假设所得到的推论如果严格符合实验结果, 该假设的真实性便得到了确证.

具体转换: 如果是匀加速运动, 则物体在一段时间 t 内所通过的距离 x , 和以末速度 v 的一半作匀速运动在这段时间所通过的距离相同, 即 $x = \frac{v}{2}t$, 又 $v = at$, 所以 $\frac{x}{t^2} = \text{常量}$.

4) 验证 $\frac{x}{t^2} = \text{常量}$.

在做了上述理论分析后, 伽利略就力图用实验来验证这一关系.

问题: 直接针对自由落体运动来验证 $\frac{x}{t^2} = \text{常量}$ 还是很困难, 需要进一步转换, 怎样转换?

5) 斜面上的实验——“冲淡重力、减缓”自由落体运动, 如图5所示.

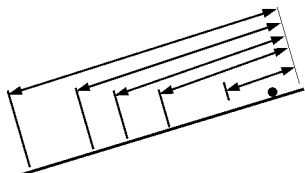


图5 斜面实验

① 当斜面倾角一定时, 下落的距离 x 与所用的时间 t 的平方之比: $\frac{x}{t^2}$ 为一常数;

② 当斜面的倾角改变时, 比值也随之改变, 但规律的形式不变.

进而证明: 在斜面上的运动 v 正比于 t .

6) 合理外推——将斜面立直, 即成为自由落体运动, 如图6所示.

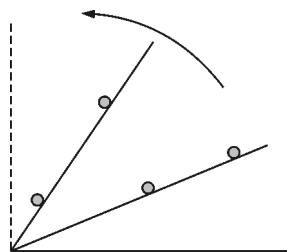


图6 斜面直立示意图

验证了自由落体是匀加速直线运动.

(4) 落体观念的证实——现在的实验手段

1) 利用毛钱管实验证明在真空中不同物体自由下落的速度都一样, 如图7所示.

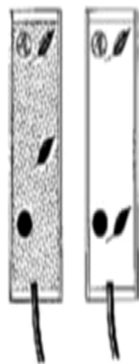


图7 毛钱管实验

2) 用打点计时器验证自由落体运动是匀加速运动, 如图8所示.

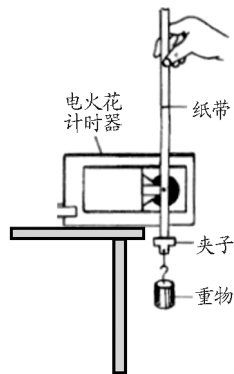


图8 打点计时器验证自由落体运动实验

在教学中发现,通过毛钱管实验使学生对伽利略落体观念深信不疑.

启示:求真形成观念的出发点,思考是形成观念的内因,证实是观念形成的根基.实践是检验观念正确与否的标准.科学方法有助于形成科学理念,科学理念又促进科学方法科学实施.伽利略研究方法的精髓:理性思维与实验相结合的方法.正如伽利略在《两门新科学》中写到:“我们可以说,大门已经向新方法打开,这种将带来大量奇妙成果的新方法,在未来年代里会博得许多人的重视.”爱因斯坦说:“伽利略的发现以及他所用的科学方法是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开端.”

6 社会环境对观念传播的影响与启示

亚里士多德的落体观念为什么能延续近2000年的时间?这是由于亚里士多德的很多话都富有哲理,他的很多观点(如亚里士多德认为,地球是宇宙的中心)又与基督教的教义一致,亚里士多德不幸地被奉做了神明.在迷信权威及宗教干预下,亚里士多德的落体观念延续了近2000年.伽利略冒着违反基督教教义的危险对亚里士多德落体运动观念的怀疑,对传统错误观念发出挑战!伽利略一生与传统的错误观念进行了不屈不挠的斗争,由于他的科学主张违反了基督教教义,1633年被罗马宗教判刑入狱.时隔346年,于1979年罗马教廷才为他“恢

复名誉”.

启示:打破旧观念建立新观念,需要解放思想,需要怀疑态度、探究的精神和坚持真理的勇气.打破旧观念的束缚是传播新观念的前提,传播科学观念需要良好的社会环境.正如伽利略对亚里士多德的评价所讲:“老实说,我赞成亚里士多德的著作,并精心地加以研究.我只是责备那些使自己完全沦为他的奴隶的人,变得不管他讲什么都盲目地赞成,并把他的话一律当作丝毫不能违抗的圣旨一样,而不深究其他任何依据.”

7 结束语

高中物理中所蕴藏的科学观念,如实证(根据)的观念、逻辑与自洽、质疑与被质疑、否定与包容、辩证的观点、系统与联系、绝对与相对、精确与近似、转化与转换等.培养学生的科学观念要成为物理教学的自觉,在物理教学中,要将知识、技能、思想、方法、情感、态度、价值观相统一.在培养科学观念的过程中贯穿着人与自然、人与社会、人与自身的关系,教育者要充分利用好这种关系,在传授知识、培养能力的同时,发挥物理教学所固有的教育功能.

参考文献

- 1 林德宏,肖玲.科学认识思想史.南京:江苏教育出版社,1999
- 2 向义和.大学物理导论.北京:清华大学出版社,1999
- 3 郭奕玲,沈慧君.物理学史.北京:清华大学出版社,2001

Evolution from Enlightenment of Falling Body Idea to Scientific Idea Education

Zhang Fulin

(Shunyi No.1 High School, Beijing 101300)

Abstract: Physics is of great significance for cultivating students' scientific concept, and it is every physics teacher's duty to cultivate students' scientific concept. Therefore it is necessary to think about how to conduct scientific concept education on the basis of scientific concept transformation. Taking example of fall concept transformation, this thesis analyzes education focusing on scientific concept, aiming to inspire physics teachers.

Key words: concept of fall transformation; evolution; inspiration