

走出认知误区 指向深度理解*

——压强概念教学的反思与重构

杜 陈

(泰州市海军中学 江苏 泰州 225300)

翟应品

(兴化市临城中心校 江苏 泰州 225700)

汤金波

(南京师范大学附属中学树人学校 江苏 南京 210000)

(收稿日期:2022-04-24)

摘要:压强是初中物理中重要的力学概念,是学生构建力学体系,树立相互作用观念的重要一环.但是,经过对常见压强教学设计的分析不难看出,我们很多教师对压强概念的认识尚存在一定的误区.为此,我们基于对压强概念的辨析与对教材编写逻辑的理解,以反思与重构的态度设计出新的教学方案,试图帮助师生走出认知误区,促进深度理解.

关键词:压强;概念教学;认知误区;教学设计

在初中阶段,对于一些抽象的物理概念,我们往往需要借助一些常见的物理现象或者研究对象的物理属性来引导学生体会并认识它,然后帮助学生逐步地深化理解这些抽象的物理概念.但是,我们也常常会因此而陷进这样的误区:认为物理概念所表现出的某种现象或者具有的某种属性就是这个概念的物理意义.比如,在压强概念的建构教学中,就常常出现这样的情况.

1 常见教学设计

对于初中生来说,压强是一个比力更为抽象的物理概念,概念的引入逻辑与教学设计将直接

影响学生能否对压强产生准确的认识.纵观人教版、苏科版、北师大版、教科版、沪科版和鲁科版等传统初中物理教材,压强概念的引入均是从“探究压力的作用效果与哪些因素有关”的探究性活动而切入,在得出压力作用效果与压力大小和受力面积有关的探究结论后,便顺势给出了压强的定义.很多教师为了增强课堂的平顺性,便将二者有机联系在一起,将压力的作用效果称为压强的物理意义,而后再通过计算与估测压强的活动,以及解决生活中的真实问题,最终引导学生理解压强的概念.图1所示的流程图即为此思路下的典型教学设计.

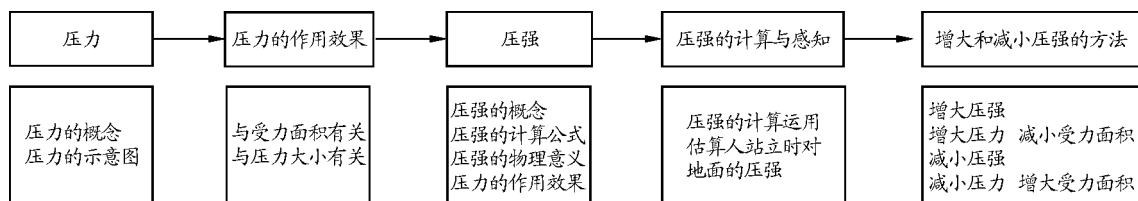


图1 常见的压强概念教学设计流程图

2 存在的问题

由于教材并未将压强与压力作用效果间的联系

与区别给出清晰的答案,而是含糊的一带而过,给人一种概念对等的感觉,以至于教师对于压强概念的引出设计也是通过压力的作用效果直接转换而来,

* 江苏省教育科学“十四五”专项课题“核心素养导向下初中物理可视化情境教学研究”,课题编号:C/2022/02/18;江苏省第十四期中小学教学研究“基于测试分析的跟进式改革”专项课题“基于质量监测的初中物理实验教学改革的实践研究”,课题编号:2021JYJC14-L07;江苏省中小学教学研究第十四期立项课题“融合综合实践活动理念的学科教学‘去边界’实践研究”的阶段性研究成果,课题编号:2021JY14-L166.

这样的处理逻辑极易让学生自觉将压强和压力作用效果“等”为一谈,更让人感到遗憾的是,相当比例的教师为了将压强与压力作用效果联系起来,就称压力的作用效果是压强的物理意义。

3 认知误区分析

3.1 压力的作用效果指什么?

力的作用效果是使物体发生形变和改变物体的运动状态.压力是弹力的一种,所以在受力物体不发生位移的前提下,压力的作用效果应是指受力物体发生的形变.形变是指在外力作用下,材料不仅发生位置的改变,而且材料内部各质点之间也要产生相对运动,将材料内部各质点的相对位置变化的这种运动状态称为形变或流动^[1].形变一般又分为纵向应变和切向应变,简单地讲就是物体的形变是三维的,例如在苏科版教材引入的几例情境中,对压力作用效果的描述分别用了“深”“形变”“感觉”等词语,凸显了形变从一维到多维的过渡^[2].

那么我们将如何比较压力的作用效果呢?

如果将形变量作为压力作用效果的量化标准,我们不妨对教科版引入的情境进行简单的模拟计算.如图2所示,有一个质地均匀、重力为 G 的长方体金属块,底面积为 S_1 ,侧面积为 S_2 ,现在分别将它竖直和水平放在海绵块上,试比较两种情况下受力物体的形变量^[3].

变量 $x_1 = \frac{G}{\kappa S_1}$, 所以受压物体的总形变量 $x_{总1} =$

$\frac{G}{\kappa S_1} S_1 = \frac{G}{\kappa}$, 同理 $x_{总2} = \frac{G}{\kappa}$, 即 $x_{总1} = x_{总2}$, 即两种情

况下,受力物体的形变总量相同,即受力物体的形变总量与受力面积无关.而在人教版和教科版教材中,均有“要比较压力的作用效果,就应取相同的受力面积”的表述,显然也是经过考量的。

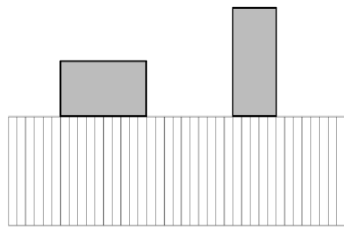


图3 比较受力物体的形变总量

也有教师提出,这里的形变仅仅是指受力物体形状的改变,并不是指形变量.从教学设计角度来讲,此观点对于引入压强概念是可行的,但是由于形状的变化难以量化,以至于对压力作用效果的评判就具有一定的主观性和多元性.如图4所示,当压力相等,受力面积不同时,有人认为受力物体被压得越深说明压力作用效果越明显,也有人认为受力物体受压的面积越大说明压力的作用效果越明显,二者都是形状的改变,从不同的角度得出的结论却截然不同.所以将形变仅仅理解为形状的改变,也是不科学的。

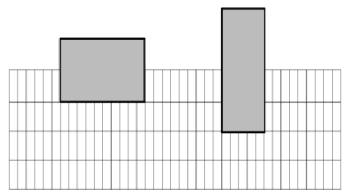


图4 比较受力物体的形状改变

那么教材中想表达的“压力的作用效果”到底是什么呢?从探究活动中以受力物体的“凹陷程度”来判断作用效果是否明显可知,教材中所指的“压力的作用效果”,特指同一受力物体单位面积上的纵向形变,与之前理解的“力的作用效果”并不完全相同,容易造成学生在概念上的混乱,尤其是“受力面积越小,压力的作用效果越明显”的表述,易让学生认为力的作用效果除了和“力的三要素”有关,还与受力面积有关。

实验探究 压力的作用效果

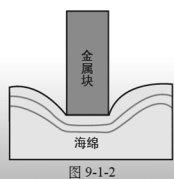


图9-1-2

压力的作用效果与哪些因素有关?你有什么猜想?

海绵块的形变可以显示压力的作用效果。如图9-1-2所示,把一长方体金属块分别竖直、水平放置在海绵块上,观察海绵块的形变;换一同样大小的木块分别竖直、水平放置在海绵块上,观察海绵块的形变。

图2 压力的作用效果

因为受力物体是同种材料,泊松比相同,仅从比较形变量大小的角度出发,可忽略受力材料的横向形变,那么我们就可以将受力材料看作是由诸多横截面积为单位1的棱柱杆组成的.如图3所示,水平放置时,长方体下面就压了 S_1 根棱柱,每根棱柱受到的压力为 $\frac{G}{S_1}$,根据胡克定律 $F=\kappa x$,单一棱柱的形

3.2 压力的作用效果是不是压强的物理意义?

在初中物理中,把物体所受压力与受力面积之比叫做压强(pressure),即单位面积上压力的大小,也可以理解为是压力的“面密度”,其大小与受压物体的材料并没有关系。

压力的作用效果反映了受力物体的抗形变能力,同时受力物体单位面积的纵向形变也能反映其所受压强的大小.如图5所示,由有物理屈服点的钢筋 σ - ϵ 图可知,对于同一物体,虽然应力与应变在全过程中并不是线性关系,但在不同大小应力下所反映出来的应变是不同的,所以我們也可以通过单位面积上的形变来反映压强的大小。

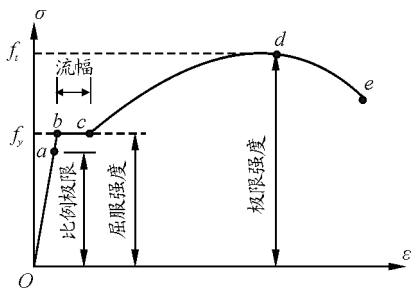


图5 有物理屈服点的钢筋 σ - ϵ 图

但是能不能说压力的作用效果就是压强的物理意义呢?

从学科层面,压强是施力物体对受力物体的压力分摊或者压力聚集,是指受力物体单位面积上所承受的压力,其大小取决于施力物体.而压力的作用效果是指受力物体对这种压力强度的一种反映,效果是否明显取决于受力物体自身的抗形变能力,所以二者所描述的主体是不同的,不宜对等.同时当受力物体的材料不同时,我们也不能通过材料单位面积上的纵向形变来比较压强的大小。

从逻辑层面,虽然受力物体是同一材料的情况下,我们可以通过单位面积上的纵向形变来比较压强的大小,但是不能因为A越大B就越大,我们就称B是A的物理意义,就像我们不能称重力是质量的物理意义,电流是电压的物理意义一样,我们称压力的作用效果是压强的物理意义在逻辑上也是不科学的。

从哲学层面,如果压强是本质,那么压力的作用效果就是现象,压力的作用效果是压强的一种外在形式,它并不能涵盖压强的全部意义.我们所列举的“探究影响压力的作用效果因素”的情境往往是特殊情况下的,它是个别的、具体的、多变的、外显的,

但是压强它是一般的、普遍的、稳定的,只能靠人的理性思维才能把握的.从方法论的角度,二者是统一的,所以我们可以通过压力的作用效果来认识压强,同时二者也是对立的,我们不能仅仅停留在压力的作用效果而必须透过它,去粗取精、去伪存真、由此及彼、由浅及里地认识压强。

综上,将压力的作用效果解释为压强的物理意义是不科学的。

3.3 压强的物理意义到底是什么?

首先,我们要知道什么是物理意义.与物理概念不同,物理意义是指物理学引入和建立某一物理概念的原因,即它对物理学本身或者生产生活有何意义.对于不同阶段、不同专业的学生来说,物理意义会随着物理概念的深入与专业性而改变.就初中生而言,压强的物理意义就是单位面积上的压力大小;而对于高中生来说,压强是单位时间、单位面积的传递动量;对于学过“材料力学”“弹性力学”的大学生来说,压强又可以理解为施力物体的剪切力或者破坏力;对于学过“矢量分析与场论”的大学生来说,压强描述了场量的动量流密度……

丹麦物理学家玻尔说过,“物理学不告诉我们世界是什么,而是告诉我们关于世界我们能谈论什么。”对于压强的物理意义,我们并不一定需要知道它到底指什么,我们只需要在不同的阶段,根据学生的认知水平,帮助学生建构起相对准确、相对科学的物理概念就可以了。

4 反思与重构

4.1 基于学生朴素认知的概念引入

在日常生活中,压强常常被人理解是受力物体在压力作用下,趋于被破坏或者防止其被破坏的应用实际.在学习压力概念时,教材中往往会创设“钉钉子”“陷入沼泽(或雪地)”的教学情境,学生在情境中的直观想法就是“想把钉子钉进去”和“不想陷进去”,而这恰恰就是学生对于压强概念的朴素认知与逻辑起点。

所以笔者建议创设类似“如何更好地把钉子钉进木板”和“如何防止钉子全部钉进木板”的引入情境,让学生基于朴素的认知感受到压力大小与受力面积在“下陷”这一动作中起到的作用,避免使用“作用效果”一词造成的概念混乱和思维困惑,也为

引出压强的概念做好铺垫.

4.2 突破理想与现实边界的概念建构

当学生发现压力的大小和受力面积均会对“下陷”产生影响时,不妨引导学生尝试运用力的三要素来分析这种现象.由于压力概念已经明确压力的方向与物体的表面垂直,在这里也只能从力的大小和作用点角度来分析,压力的大小比较容易理解,但压力的作用点与受力面的转换分析就需要突破理想和现实的边界.在理想模型中,压力的作用点就是一个点,但是在现实中,压力对受力物体的作用其实是一个面,这个面可以理解为无数个点,那么每个点上所承受的压力就会被平均.如图6所示,当压力一定时,受力面积越大,压力就会更分散,受力面积越小,压力就会更聚集.运用“压力的面密度”帮助学生建立压强概念,为进一步压强概念的深度理解做好铺垫^[4].

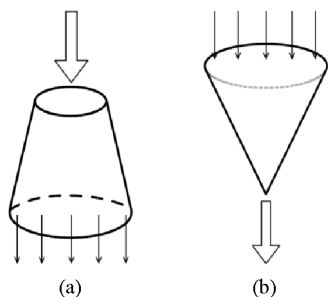


图6 压力的分散与聚集

这里的设计有一个更为重要的意义就是引导学生运用理想模型分析现实现象,又通过现实现象重构理想模型的科学思维,有助于升格学生的思维方式,提高学生的核心素养.

4.3 从认知误区走向深度理解

由于在概念引入之初,运用了“下陷程度”来反映压强的大小,为避免对压强物理意义的认识从“压力的作用效果”的误区转变成“受力物体的下陷深度”的误区,在这里可以创设一个压强相同但是受力物体不同的情境,如图7所示,海绵和木板谁受到的压强更大呢?

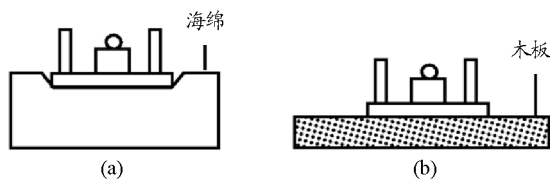


图7 比较海绵和木板所受压强

学生如果对压强没有准确的认识,将压强与“下陷程度”混为一谈的话,就可能陷入思维的冲突而

选择海绵.这里要明确地“破”掉学生对压强的误解,并通过计算进一步得出二者所受压强相同,让学生明确认识到“下陷程度”只是受力物体对压强的一种反映,压强大小本质上与受力物体是没有关系的.

从同一材料的受力物体到不同种材料的受力物体,从明显的形变到不明显的形变,让学生在学习与交流中突破误区,形成对压强概念的深度理解.

4.4 在实践中形成对压强的具体认识

毛泽东在《实践论》中说:“认识从实践始,经过实践得到了理论的认识,还须再回到实践中去.”破立并举的关键,是让学生对概念的认识从思维的抽象转变为思维的具体,而实践恰是具化思维的最优途径.基于“如何更好地把钉子钉进木板”和“如何防止钉子全部钉进木板”的引入情境,让学生运用已知理论,尝试用自己的方式解决上述问题,并进行实践验证.学生通过自身的理论基础与实践体悟,形成了对压强的具体认识.最后再让学生例举日常生活中增大压强和减小压强的现象,并解释其原因.通过个别案例的问题发现走向一般案例的问题解决,让学生在归纳的同时深化对压强的认识,最终达到学以致用、知行合一.

5 结束语

压强作为一个物理概念,在物理学中既是特殊的也是普通的.对于“压力的作用效果是压强的物理意义”的表述仅仅是逻辑的科学性与认知的深度问题,并不会对学生构建的力学体系与物理观念造成连续的、系统的、颠覆的破坏,但是作为一名人民教师,我们应该严谨地处理每一个教学环节,用自己一丝不苟的治学态度帮助学生建立起相对准确的物理观念.

最后特别感谢在本文写作过程中给予细致指导与建议的朱建廉先生和张前军先生.

参考文献

- [1] 刘鸿文.材料力学[M].北京:高等教育出版社,2017:6-8.
- [2] 刘炳昇,李荣.义务教育教科书物理八年级下册[M].南京:江苏凤凰科学技术出版社,2020:76-80.
- [3] 吴祖仁.义务教育教科书物理八年级下册[M].北京:教育科学出版社,2012:36-37.
- [4] 徐洁.基于大概念的教学设计优化[M].上海:华东师范大学出版社,2021:70.