

目标导向的问题链设计和实验优化

——以“弹力”一课为例

陈 盛

(上海市复兴高级中学 上海 200083)

袁 芳

(上海市虹口区教师进修学院 上海 200083)

(收稿日期:2017-05-17)

摘 要:对“弹力”公开课的实践反思,教学设计基于目标导向,以问题链和实验组的设计、优化为手段,通过对该节课的反复试讲和修改,在实践中总结经验,以问题链的设计夯实本设计重点,即弹力的性质和定义,以创新实验组的设计和优化突破本设计的难点,即弹力的方向,落实重点,即胡克定律的得出,强化内容的逻辑呈现顺应学生的心理认知程序,提高了课堂效益。

关键词:弹力 问题链 实验组

“弹力”是人民教育出版社高中物理教材《物理·必修1》第三章第2节的内容。弹力作为高中力学的3类性质力之一,在高中物理中有着重要的作用,弹力的学习为日后正确进行受力分析打下基础。在初中阶段,学生已经学习过该内容,但是多停留于感性认识,而本节内容正是要帮助学生进一步深化对弹力的认识,了解弹力的产生原因和大小、方向、作用点的特征。

从教材来看弹力一节主要介绍了微小形变、弹性形变、弹力、弹力的性质等内容,主要突出了压力、支持力、拉力的方向与胡克定律。因此本节内容设计的教学目标如下。

(1) 知识与技能:理解弹力及产生条件,弹力的三要素等。

(2) 过程与方法:经历观察实验、动手实践的过程,体验猜想、设计实验及数据分析和处理的基本方法。

(3) 情感、态度与价值观:通过观察现象、设计实验、动手操作、数据处理等步骤,体会合作学习的乐趣,养成科学探究的良好习惯。

本设计的重点是:

(1) 弹力的性质和定义,以问题链突破。

(2) 探索弹簧的弹力大小与形变量的关系,以实验组攻克。

本设计的难点是弹力方向的判断,以优化实验序列解决。

为此,整个教学设计中,基于目标达成设计了问题链和实验组来突出重点、突破难点。

1 以问题链的设计夯实重点——弹力的性质和定义

要达成理解弹力的性质和定义这个教学目标,需深化学生对弹力的理解,从感性认识提升到理性层面,因此从结构设计入手。基于现象,探究本质,完成“观察→思考→归纳”的过程,而问题链的设计正是围绕教学目标把结构由递进式的问题逐一串联起来。

原本的设计:奥运视频看现象→弹性形变和范性形变的认识→弹性限度→微小形变→弹力的定义和性质。

原设计思路:2016年奥运会刚刚落下帷幕,是当时的热点,从热点出发引发学生的思考,通过学生实验,感性认识弹性形变和范性形变;通过教师实验演示弹性限度;通过微小形变实验观察桌面和玻璃瓶的形变也是弹性形变,再将知识点串联引出弹力的性质和定义。

实施效果:由于知识点比较多,显得课堂凌乱,且逻辑关联性不够强。

改进后的设计:射箭引入→生活情景→弹力

的产生条件 → 弹力的有无(微小形变) → 弹性形变和范性形变的认识 → 弹性限度 → 弹力的定义和性质.

设计思路及修改理由:

(1) 射箭是人类对弹力及弹性形变的最早认识,且本设计教学流程最后环节有对我国东汉时期郑玄的介绍,他的“假令弓力胜三石,引之中三尺,弛其弦,以绳缓擗之,每加物一石,则张一尺”是我国古人对弹力的认识.射箭引入恰与之呼应.且射箭过程中,箭与弦的变化很好地体现了力的两种作用效果,即运动状态的改变和发生形变.此外,研究一个力,应从它的产生出发,这遵循人类认识事物的客观规律,因此射箭引入后抛出问题1,“弹力是怎么产生的呢?”

(2) 在讨论问题1时,若只是讨论关于射箭的问题,则对于弹力现象的普遍性反映不足,因此在这里提出问题2,“生活中还有哪些弹力呢?”引发学生将弹力这个知识点与已有的生活经验建立关联.至此请学生归纳弹力的产生条件,即接触和形变,对弹力是接触力这一性质的理解就很自然地水到渠成.课堂实践中效果很好.

(3) 接着基于弹力的产生条件,请学生讨论手按压桌面时,桌子是否有形变?根据弹力的产生条件,桌子应该形变了,可是没有观察到,顺势引出按压桌面时,激光光斑移动这一实验.由于在按压桌面时,激光光斑移动,撤去后,激光光斑回归原位,学生容易归纳出“施加力的作用时,桌面形变,撤去作用力时,桌面恢复原状.”继续引发学生思考问题3,“那是不是所有物体形变后再撤去作用力时都能恢复原状呢?”接着让学生开展探究实验,体验橡皮筋、橡皮泥、海绵和弹簧的形变特征.实践中,学生能很快归纳出它们的异同,顺利引出弹性形变和范性形变.继续通过问题4,“是不是具有弹性形变的物体在任何条件下形变后撤去作用力都能恢复原状呢?”引出弹性限度,随即给弹力下定义.

通过问题链将实验串接起来,这样的设计凸显了逻辑关系,且使知识点之间的转承自然.在教学实践中明显感受到学生领悟比较顺利.

所谓“学起于思,思源于疑.”以问题链引领学生不断生成问题,解决问题的过程正是体验认知,深

化理解,达成教学目标的过程.

2 以优化实验组突破重点和难点

在达成弹力三要素这个教学目标时,弹力的方向是难点,弹力的大小即胡克定律是重点.同时为了达成过程与方法目标、情感态度与价值观目标,设计分层递进的实验组就显得尤为必要.

所谓学习是通过观察获得初步感性的认识,通过一系列思维活动,使感性认识内化为理性认识,从而习得分析问题和解决问题的能力,因此递进、多元的展现事物,呈现事物内在因果、逻辑关系就显得尤为重要.实验组正是通过层层递进的实验一步步揭开物理知识的本质.

2.1 突破难点 —— 弹力的方向

原本的设计:演示水球压塑料板 → 探讨水球和塑料板各自受到的弹力方向 → 演示橡皮筋拉水球 → 讨论橡皮筋和水球各自受到的弹力方向.

原设计思路:水球放在塑料板上时,水球和塑料板都发生了明显形变,通过水球形变讨论水球给塑料板的压力方向,通过塑料板形变讨论塑料板给水球的支持力方向.通过师生问答的方式,让学生通过这一实验现象的讨论得出结论,“弹力方向指向施力物体恢复原状的方向”,完成支持力、压力方向特点的探讨.

橡皮筋拉水球时,橡皮筋和水球都发生了明显形变,加深学生对于形变和弹力的认识,完成对拉力特点的讨论.

实施效果:学生在判断谁形变、谁施力、谁受力时常常出现混淆.在演示水球压塑料板时,问学生,“塑料板受力是因为谁形变造成的?”学生关注到塑料板的形变,往往会回答“塑料板”,让人沮丧.

改进后的设计:

(1) 压力与支持力方向的特点

1) 水球放在桌面上,讨论水球形变给桌面的压力方向.

2) 钩码放在塑料板上,讨论塑料板给钩码的支持力方向.

3) 水球放在塑料板上,讨论水球和塑料板之间的弹力方向.

(2) 橡皮筋拉水球,讨论拉力方向的特点

设计思路及修改理由:

将这两个实验改进成了系列实验组,旨在为学生铺设台阶.第一组实验都是关于接触面上的压力的.首先做了第一个实验:将水球放在桌面上研究水球形变对桌面的压力,由于水球发生明显形变,学生在判断桌面受到压力是谁形变造成的时候,容易聚焦到水球的形变,然后围绕“施力物体”“施力物体形变方向”“施力物体恢复原状的方向”和“弹力方向”展开师生问答,并填写表1.课堂实践中,当教师问及学生水球形变方向时,学生容易出现困难,需要教师引导.然后做了第二个实验:将钩码放到塑料板上,研究钩码受到的弹力,学生能很好地回答钩码受到弹力的方向.再做第三个实验:将水球放到塑料板上,分别讨论水球和塑料板受到的弹力方向.由于水球和塑料板都发生了明显形变,有难度的提升,因此先让学生围绕表格中的4个问题讨论一下.实践中,学生们讨论后基本能正确回答所有问题,并且归纳出支持力、压力方向的特点.

表1 弹力方向的判断

内容	施力物体	施力物体形变方向	施力物体恢复原状的方向	弹力方向
桌面受到的弹力 (水球放在桌面上)				
钩码受到的弹力 (钩码放在塑料板上)				
水球受到的弹力 (水球放在塑料板上)				
塑料板受到的弹力 (水球放在塑料板上)				

随后做第二类实验:用橡皮筋吊起一只水球,重复上述步骤,讨论拉力的特征,填写相应表格.至此弹力方向的特点就完善了.

苏联教育家凯洛夫将学习分成4个阶段,分别是感知、理解、巩固和运用.将孤立的“水球放在塑料板上讨论他们之间的弹力方向”实验优化为序列实验组,目的是为学生的感知认识搭建恰当的阶梯,在实验探究过程中保持师生互动和生生互动是为了提升思维的品质、促进真正的理解.最后以橡皮筋拉水球既是对弹力特点的补充说明,也是对弹力知识的巩固和运用.

2.2 落实重点——探索弹簧的弹力大小与形变量的关系

原本的设计:学生实验“探究弹簧拉力与形变量之间的关系”,完成“设计→实验→结论”的过程,引出弹簧弹力与形变的关系.

原设计思路:学生实验“探究弹簧拉力与形变量之间的关系”是一个传统实验,通过将弹簧挂在铁架台上,测量弹簧原长,接着挂钩码,测量钩码静止后弹簧长度,多次测量,可以研究弹簧弹力大小与拉伸量之间的关系,得出胡克定律.

实施效果:由于这个实验为学生探究实验,学生花很长时间去探究,大概需要15 min才能让全部学生完成探究(试讲班级为市示范性高中学生).导致学生花长时间的原因主要有:(1)每次都要根据钩码的质量计算重力.(2)作图画完数据点后,由于实验误差问题会导致部分点存在一些偏离,有学生将数据点连成折线,从而难以得出结论.

改进后的设计:

(1)学生实验“验证弹簧拉力与拉伸量之间的关系”,完成“猜想→验证→结论”的过程得出弹簧拉力与拉伸量之间的关系.

(2)教师演示实验“探究弹簧压力与压缩量之间的关系”.

(3)教师实验演示不同弹簧劲度系数不同,与弹簧本身材质有关.

设计思路及修改理由:

(1)由于探究实验耗时长,效果不佳,因此笔者对这个实验的实施流程做了改进.在实验前请学生们先猜测弹力大小与拉伸量之间的关系,然后请他们做实验验证,由于是验证正比关系,因此学生无需计算出每个钩码的重力,只要能得到拉伸量与钩码个数之间存在正比关系即可,大大节省了时间.正因为是验证实验,学生们比较容易意识到:部分数据点小幅度的偏离直线是因为误差导致.在改进该实验后,大部分学生只需要8 min就可以完成实验及数据处理.

(2)在本设计中,笔者创造性地开发了新的演示实验——弹力与压缩量之间的关系.初衷是因为觉得仅仅做拉伸量与弹力的关系不足以说明弹簧的形变量与弹力关系.为此采用DIS实验进行演示.

首先将待测弹簧与DIS力传感器固定,在力传感器的下方固定位移传感器的接收器,如图1所示,位移传感器的发射器与弹簧一端固定,打开DIS软件,点击通用软件,可以实时得出位移传感器和力传感器的示数.当弹簧处在原长时,对位移传感器和力传感器调零,这样在压缩弹簧时,位移传感器显示的是相对于调零处的位置变化,即弹簧的压缩量.压缩弹簧,记录多组力和压缩量之间的数据,作 $F-s$ (s 为压缩量)图.实验中这些点会明显构成一条直线,通过对它们进行拟合可以得到如图2所示关系,证明了压力与压缩量之间的正比关系.这一实验弥补了传统实验从“拉力与拉伸量成正比”到“弹力与形变量成正比”的跳跃,向学生从两个角度(拉伸与压缩)展示了弹力与形变量之间的定量关系.

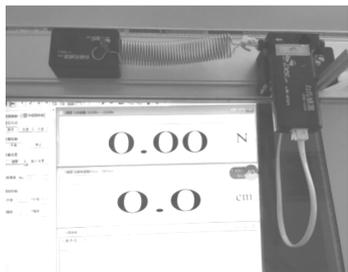


图1 连接实验装置

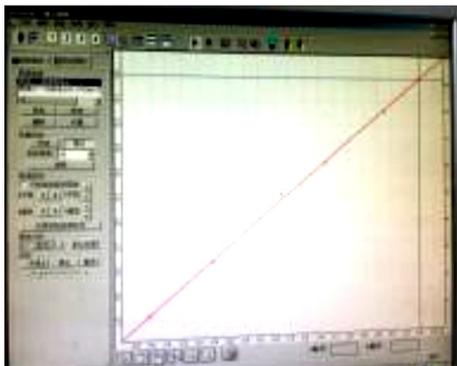


图2 压力与压缩量的关系

(3) 在得到 $F \propto \Delta x$ 后,根据初中数学正比例函数关系式可得 $F = \kappa \Delta x$,这里的 κ 为正比例系数,引导学生对 κ 与什么因素有关进行讨论.教师再次演示实验,如图3所示,将3根弹簧挂在铁架台上,自左向右由短至长,挂上相同钩码,静止后发现自左向右弹簧长度由长变短,说明形变量自左向右由大至小,在作 $F-\Delta x$ 图后会发现不同弹簧斜率不同,也就是比例系数 κ 不同,从而引出劲度系数,并说明劲度系数是一个与弹簧本身有关的物理量.这个实验的

优点在于一目了然,耗时短.当然这个实验还有进一步提升的空间.

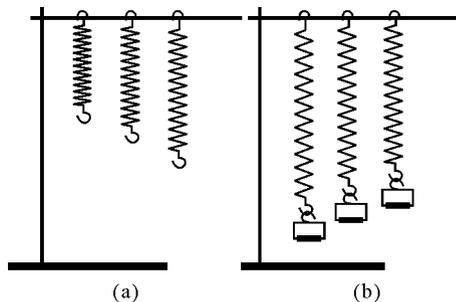


图3 探究劲度系数的影响因素实验示意图

以上3个实验构成了“探究弹簧弹力大小与形变量之间的关系”实验组,不仅探讨了拉力与拉伸量的关系,还研究了压力与压缩量的关系,使结论的得出顺理成章,更加严密.

对学生而言,知识的理解本身不是一种状态,而是一种由浅至深的过程,因此目标达成的过程必须是递进式的,学生通过多元视角认识事物,有助于纵向加深认识事物的深度及横向拓展对事物认知的广度.

本节教学设计中对问题链的设计、实验组的优化都是为了更好地服务于教学目标,使课堂的时空分配更合理、逻辑更严密、现象更直观、知识点落实更有效、能力提升更显著.因此基于目标导向的教学设计优化应着眼于逻辑层次的递进、感性认识到理性认识的过渡、已有经验(知识)到未知知识的联系与建立、学生的最近发展区等多方面因素.问题链的设计和实验组的优化正是体现教学过程的逻辑性、递进性及知识的相互联系和全面性,是以提高课堂效益为取舍原则的.笔者借华东六省一市比赛为契机,尝试设计并优化了“弹力”一课,希望能为同行抛砖引玉.

参考文献

- 1 陈强燕. 高中物理活动情境创设原则探讨——以“弹力”的教学为例. 物理教学探讨, 2016(2):30
- 2 陈小平. 浅谈物理课堂教学中的有效设问. 中学物理教学参考, 2015(3):9
- 3 王飞. 浅谈促进学生理解的教学策略. 中学物理教学参考, 2015(3):13
- 4 郭卫强. 以生成问题为切入点提高物理教学有效性——“磁场对通电导线的作用力”案例分析. 中学物理教学参考, 2015(7):36