



# 物理核心素养之科学思维的培养

——弹力概念和机械能守恒定律的再理解

何帮玉

(铜陵市第一中学 安徽 铜陵 244000)

(收稿日期:2018-08-13)

**摘要:**两个物体发生完全非弹性碰撞,物体间的作用力是弹力,但机械能不守恒,如何解释?寻找答案的过程,就是一次对学生科学思维培养的过程.引入“塑性力”的概念,重新理解弹力的概念和机械能守恒定律.

**关键词:**弹性力 塑性力 碰撞 机械能

高中物理学科的“核心素养”,共有4个维度:物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任.科学思维这一要素的内容,要求学生学会质疑创新,不盲目迷信权威,敢于提出自己的看法和观点.当然,对于中学生来说,这一项要求难度较大.不过,教师在教学过程中,能够抓住机会,培养学生“科学思维”这方面的意识还是很有必要.笔者在教学过程中有这样一次经历.

## 1 师生探究

在《物理·选修3-5》(人教版)教学过程中,完成“第十六章动量守恒定律”教学时,有个学生提出

然应该注意以下几个方面:

(1)Logger pro3.15 软件虽然可以播放一些实验视频并能进行分析,但并不能代替实验,真实的实验具有视频无法替代的临场感和亲历体验,软件分析应该在真实的实验之后再继续进行教学辅助.

(2)视频虽然来源于真实的拍摄,但由于场景较远、拍摄角度等,设置长度时难免有误差,所以在分析结果时应考虑误差因素,有些视频也只能作半定量分析.

本文一方面期望能为Logger pro3.15的使用者提供相关参考,更好地辅助物理课程教学.另一方面期待Logger pro3.15的开发者可以将其进一步完

疑问:如图1所示,滑块发生完全非弹性碰撞,两滑块组成系统机械能不守恒.可是有问题了,滑块在碰撞过程中,它们间作用力是不是弹力?不是弹力又是什么力呢?若是弹力,根据机械能守恒条件,系统内弹力做功,机械能应该守恒,但这与事实不符.提出这一问题的学生是物理竞赛小组的成员.

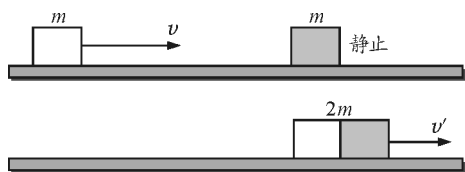


图1 滑块发生完全非弹性碰撞示意图

这一疑问,首先要回答的问题是:完全非弹性形

善,助推信息技术与物理教学的高效融合.

## 参考文献

- 1 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书物理·必修2.北京:人民教育出版社,2015.5
- 2 吴志山.让真实定格、定量——Tracker软件在物理教学中的应用.物理教师,2012(7):53~54
- 3 洪炎红,徐晓梅.基于Tracker软件的平抛运动可视化教学策略.中学物理教学参考,2015(11):26~28
- 4 陈霞.用Tracker视频跟踪软件分析《伽利略对自由落体运动的研究》.中国信息技术教育,2015(5):140~141
- 5 陈明伟.Tracker视频分析软件在“研究抛体运动规律”实验中的应用.物理通报,2017(5):102~104

变(塑性形变)是否有弹力?然后再讨论机械能守恒条件.物理竞赛小组共有31名学生,将他们分成两组,布置任务:第一组学生上网查资料,有关塑性形变与弹力的问题;第二组学生查找大学普通物理教材或竞赛用书,看看机械能守恒定律是如何表述的.

经过一周的时间,两组学生均完成了任务.第一组学生在网上查找了数十篇论文,并作了整理.第二组学生找到了3本普通物理教材和多本竞赛用书.

笔者专门安排了一堂讨论课(用了2个课时),先讨论弹力的概念,再重新理解机械能守恒定律的内容.

### 1.1 弹力的概念

第一组的学生将他们整理的提纲板书在黑板

表1 “弹性力”与“塑性力”概念对比

名称	弹性力	塑性力
产生过程	不仅在弹性形变过程中产生,即使弹性形变量不再变化,弹性力依然存在	形变过程中一定有,塑性形变量不再变化时,有的情况下就没有力的存在
性质	相同,都是物体内部分子间作用力的宏观表现,同属于电磁力,统称为“弹力”	
做功情况	做功过程伴随着动能和弹性势能的相互转化,与路径无关,属于保守力	做功过程伴随着机械能和内能的相互转化,与路径有关,属于非保守力

### 1.2 再认识机械能守恒定律的内容

首先,将机械能守恒定律的内容板书在黑板上,选择了一本竞赛用书(中学生更容易接受的语言)和中学教材分别表述.

竞赛用书的表述:如果系统内只有保守力做功,其他非保守力和一切外力不做功,则系统内各物体的动能和势能之间可以互相转化,但它们的机械能总和保持不变<sup>[2]</sup>.

中学物理课本上的表述:在只有重力或弹力做功的物体系统内,动能与势能可以互相转化,而总的机械能保持不变<sup>[3]</sup>.

(1)两者相比较,竞赛用书上的表述没有任何问题,图1中的两个物体碰撞过程中虽然有弹力,但是属于非保守力的“塑性力”,机械能不守恒.中学课本上的“只有系统内弹力做功,总的机械能保持不变”就无法解释图1的情况.

(2)可以想到,中学课本上“系统内的弹力”是

上,逐条展开讨论,然后形成如下共识.

(1)物理课本上所说的“弹力”,一般是指类似于弹簧的弹力(在弹性限度内).发生形变的物体有弹性势能,在撤去外力后,物体能够恢复原状,物体具有这样的性质,就是通常所说的“弹性”.

(2)不只在物体发生形变要恢复原状的时候才能产生弹力,在物体发生形变的过程中,也有弹力的产生<sup>[1]</sup>.

(3)物体发生塑性形变时,在形变的过程中是有弹力的,塑性形变结束后无弹力.这种“弹力”,中学物理课本没有涉及到.

基于以上3点,笔者带领学生大胆的提出一个创新的概念:“塑性力”.将弹力分为“弹性力”和“塑性力”两个概念,它们的异同点如表1所示.

指在弹性限度内类似于弹簧的弹力,应叫做“弹性力”.

(3)编写中学教材是要考虑中学生的知识水平,不能像普通物理教材或者竞赛用书上的表述,但也需要科学严谨.可以将“弹力”改为“弹性力”,再利用课本上的“说一说”“STS”等小栏目说明“弹性力”的概念,以及“塑性形变”中的弹力.或者在教学参考资料上增加相关内容,供教师教学备课用.

课堂上学生积极发言,气氛活跃,有的学生敢于大胆地表述观点,闪耀出科学思维的火花.教育的本能是培养人的活动,在培养人的过程中要因材施教<sup>[4]</sup>.

## 2 教学延伸

根据“塑性力”概念的引入,教师“趁热打铁”,进一步说明3类碰撞过程中机械能如何变化,以两小球碰撞为例,如图2所示.

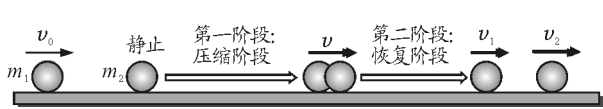


图2 两小球碰撞过程示意图

**弹性碰撞:**第一阶段发生完全弹性形变,两球间作用力是弹性力,球1减速,球2加速,直到两球具有相同速度,形变量达到最大,第一阶段结束,一对弹性力做的总功为负值。

由于弹性形变要恢复原状,弹性力仍然存在,球1继续减速,球2继续加速,球2的速度大于球1的速度,两球开始分开,直到完全脱离,第二阶段结束,一对弹性力做的总功为正值。功能关系如图3所示。

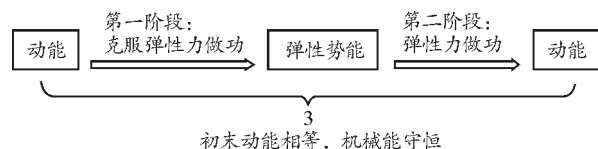


图3 弹性碰撞功能关系

**非弹性碰撞:**第一阶段弹性形变伴随塑性形变,两球间既有弹性力,又有塑性力,第一阶段结束时,一对弹性力和一对塑性力做的总功均为负值。

弹性形变对应的弹性力仍然存在,但塑性力消失,在弹性力作用下,球1继续减速,球2继续加速,两球开始分开,直到完全脱离,第二阶段结束,一对弹性力做的总功为正值。功能关系如图4所示。

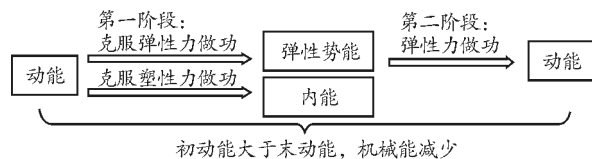


图4 非弹性碰撞功能关系

**完全非弹性碰撞:**第一阶段只有塑性形变,两球间作用力是塑性力,第一阶段结束时,一对塑性力做的总功为负值。

由于两球速度相等时,塑性形变不再变化,塑性力消失,两球间无作用力,球速不变,即两球以共同的速度运动,因而没有第二个恢复阶段,显然这种碰撞机械能损失最多。功能关系如图5所示。

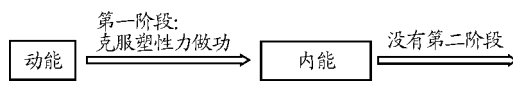


图5 完全非弹性碰撞功能关系

### 参考文献

- 1 杨振林.由弹力定义引发的思考.课改探微,2014(4):65
- 2 张大同.物理竞赛教程(高一年级).上海:华东师范大学出版社,2006.131
- 3 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书物理·必修2.北京:人民教育出版社,2006.70
- 4 方红霞.学生发展之物理核心素养教育的思考.物理通报,2017(12):2~5

## Cultivation of Scientific Thinking in Physics Core Accomplishment

— A new Understanding on the Concept of Elastic Force and the Law of Conservation of Mechanical Energy

He Bangyu

(Tongling No.1 High School, Tongling, Anhui 244000)

**Abstract:** How to explain the non-conservation of mechanical energy in a completely inelastic collision where the acting force between the two objects is the elastic force. The pursuit of the answer is a process of cultivating the students' scientific thinking. During this process, the concept of plastic force is introduced to revise the understanding of the concept of elastic force and the law of conservation of mechanical energy.

**Key words:** elastic force; plastic force; collision; mechanical energy