

# 把握单元功能整体规划教学策略 依据课时特点细化落实核心素养

——“力的加减法及其应用”的单元教学设计

吴爱兄

(陈经纶中学 北京 100037)

杨志东

(北京市朝阳区教育研究中心 北京 100021)

(收稿日期:2019-05-16)

**摘要:**基于核心素养培育的学科单元教学设计实施过程中教师主要存在以下4方面的困惑,即“核心素养如何梳理”“学科素养与学科内容的结合点如何分析”“单元教学设计中如何整体规划核心素养”“教学过程中如何细化落实核心素养”.本文以“力的‘加减法’及其应用”的单元教学设计为例,谈谈自己在核心素养的整体规划与细节落实的一些做法与反思.

**关键词:**整体规划 细节落实 单元教学设计

单元教学设计的起点是学生的认知,终点是核心素养的落实.而课堂教学是学生核心素养培育的主要渠道.所以单元教学设计一方面要关注从一个单元的整体角度出发,根据学习的内容特点、蕴含的学科素养及其相互关系整体设计和安排一个单元的教学目标、教学方法、教学评价.另一方面也应关注每一课时教学环节的设计,关注核心素养在每一课时中的有效落实.本文以“力的‘加减法’及其应用”的教学设计为例,谈谈自己在教学内容选择、目标制

定、路径规划、课时实施、教学反思5个方面的具体做法.

## 1 分析教材内容明确单元教学内容与功能

教科版教材《物理·必修1》“相互作用”这一章有5节内容,按照教学内容将其划分为“力的种类”与“力的运算法则”两个单元.“力的‘加减法’及其应用”是本章的后两节内容.本专题的主要功能是进一步完善对矢量及其合成法则的认识,是研究静

一些基本知识,拓展学生的知识面,激发他们刻苦钻研的精神等,都取得了良好的效果.

## 6 总结

2011年版《物理课程标准》明确提出了面向全体学生,提高学生科学素养.每个学生都有一定的个性和特长,有的学生基础知识掌握得很好,但不善于动手;有的学生基础知识学得不好,但动手能力很强.这样发展都是不全面的.而通过有益的第二课堂活动,既能充分发挥学生的个性特长,给学生提供更多的动手机会,又能提高学生学习的兴趣,增强学生对基础知识学习的主动性,使学生能全面发展.

但由于时间、空间和师资问题,只有部分学生参

与该活动,没能做到全面开花;另外,有些内容设计还不够科学,或由于教师精力和能力的差异,有些内容不成系统,同时缺乏关联,这些都会对教学效果造成一定影响.

## 参考文献

- 1 贲可敬.也谈物理核心素养培育的新路径——以一节综合实践活动课为例[J].物理通报,2019(06):38~40
- 2 陆卫兵.将STEM教育融入初中物理综合实践教学——以学生进行“简易密度计”制作为例[J].物理教师,2019,40(05):43~45
- 3 叶兵,孙德生.初中物理核心素养与关键能力的研究及测评实践[J].物理教学,2017,39(12):39~43

力学和动力学的预备知识,具有基础性和预备性.本专题内容可概括为:理解两组概念,掌握一条规律,学会一个思想,提升3种能力.具体如下.

两组概念:合力和分力、力的合成和力的分解.

一条规律:矢量的平行四边形定则.

一个思想:等效的思想.(平行四边形定则和等效的思想是以后解决力学问题的一种重要方法,也是中学阶段其他矢量运算的基础.)

三种能力:实验探究能力、数形结合的能力和运用物理知识解决实际问题的能力.

## 2 依据课程标准制定单元教学目标

本主题课标的具体要求是:

新的课程标准要求是通过实验,了解力的合成与分解,知道矢量和标量,能用共点力平衡的条件分析日常生活中的问题.

旧的课程标准要求是通过实验,理解力的合成与分解,知道共点力的平衡条件,区分矢量与标量,用力的合成与分解分析日常生活中的问题.

教学建议对这部分内容的描述是这样的,“让学生经历把一个整体的事物分解为几个要素进行研究,以及把问题的几个要素结合成一个整体进行综合认识的思维过程,提高学生的分析与综合能力.教师要引导学生体会‘等效’的物理思想,让学生在观察、实验的基础上通过科学推理和科学论证得出结论,培养学生的科学思维.”

通过课标的对比分析发现新旧课标对本主题的要求主要有两点变化.

(1)力的合成与分解的掌握程度由理解变成了了解.

(2)强调了用共点力平衡的条件分析生活中的问题.

结合教学建议的阐述不难发现这样的变化注重了核心知识的落实、学科方法的渗透、学科思维的培养.

结合课程标准的要求笔者制定了本单元的教学目标.

(1)通过实验探究得到力的合成法则(平行四边形定则),培养学生的实验探究能力.

(2)通过作业分享、交流讨论理解力的分解规律,掌握正交分解的方法,并能在具体问题中选择适合的分解方法.提高学生运用数学方法解决物理问题的能力.

(3)通过对力的合成和分解的深入理解使学生进一步完善对矢量的认识,帮助学生建立矢量的大概念,培养学生整合迁移的意识.

(4)通过经历把一个整体的事物分解为几个要素进行研究,以及把问题的几个要素结合成一个整体进行综合认识的思维过程,真正体会等效替代的思想,提高学生的分析与综合能力.

(5)通过学生参与讨论、参与实践、参与体验,培养学生的语言表达能力、实验的探究能力和解决问题的建模能力.同时在解决实际生活问题的过程中逐渐提高学生的科学思维水平,增强参与科技活动的热情.

## 3 基于核心素养构建单元教学进阶路径与逻辑框架

### 3.1 物理学科素养在本单元的体现

(1)从物理观念上看.本单元的学习进一步完善了对力的认识,有利于学生建立相互作用的物理观念,同时也可以帮助学生形成矢量的大概念.

(2)从科学思维上看.本单元所涉及到的等效思想、模型建构思想和可逆性原理等思想方法是物理学习研究的主要思想方法.应用力的合成和分解的思想解决实际生活中的问题这一节,一方面可以让学生切实经历模型建构的过程及科学推理、科学论证和质疑创新的过程,另一方面也可以通过有效教学环节的设计关注不同学生的思维水平.在解决力学问题中发展了学科思维,增强了实践意识.

(3)从科学探究上看.本单元中探究力的合成法则一节由原来的验证性实验变成了探究实验,就是为了培养学生的实验探究能力.所以在教学环节的设计上要重点关注学生的问题意识、论证意识,让学生在解释交流的过程中提高实验探究能力.

(4)从科学态度与责任上看.本单元中的实验探究教学可以培养学生的求真精神与团队合作意识,应用物理知识解决实际问题的教学可以培养学

生学习物理的兴趣,增强学生对大自然的兴趣,有助于学生养成用物理的视角观察社会、解决问题的意识.探寻分解方法的教学可以让学生进一步理解矢量分解的意义.

### 3.2 依据核心素养规划进阶路线

按照对知识的学习认识、深入理解、整合应用的认知途径将本专题分为3课时.分别是“实验探究力的合成法则”“作业探寻力的分解规律”“实践探秘方法的应用”.在第一课时主要培养学生科学探究能力,第二课时帮助学生建立矢量的概念,形成相互作用观念,落实学科的核心方法.第三课时着力提升学生的问题解决能力、质疑创新能力、论证能力等科学思维的提升.其进阶路线如图1所示.

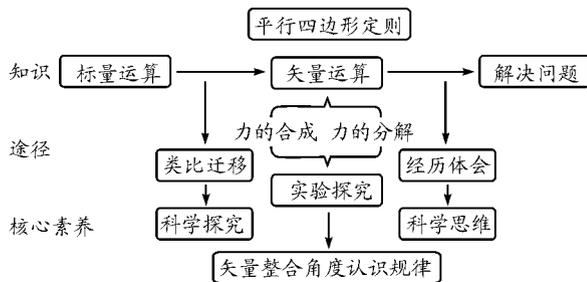


图1 专题进阶路线

### 3.3 结合课时特点建构逻辑框架

基于以核心素养的整体规划和本单元各节的特点,设计了如图2所示的逻辑框架.每一节尝试着以动手实验作业为切入点,以整合迁移为提升点,以科学探究为着眼点.

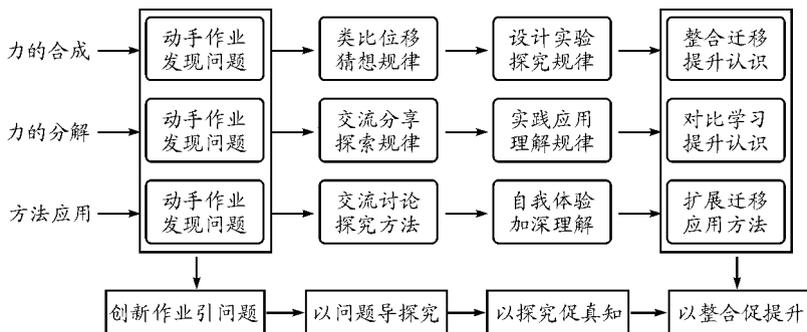


图2 专题逻辑框架

## 4 细化核心素养设计落实课时教学环节

### 4.1 实验探究力的合成法则——提升学生的科学探究能力

“科学探究”是指提出科学问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案、获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力.

笔者主要就提出问题、收集证据、科学解释、交流与合作4个环节谈谈笔者的做法.

#### (1) 提出问题环节

平行四边形定则是学生高中学习的新的运算法则,有着划时代的意义,设计怎样的问题才能让学生体会学习这一规律的必要性并主动探究这一规律呢?笔者在课前设置了这样的动手实践作业,“利用所给器材设计一个2 N和2 N合力为2 N的实验情境.”课上学生分享自己的方法并追问学生这样的问题,“为什么你的实验情境能说明2 N和2 N合力为2 N?”学生在思考答疑的过程中一方面明确了

合力、分力的概念,另一方面也体会到了力的求和不同于四则运算中的和,从而有了主动探究力的求和规律的欲望.

#### (2) 猜想假设环节

引导学生基于事物的本质特点和原有经验进行有效猜想,力的求和之所以不能相加减的本质是因为它有方向是矢量,我们之前学过哪些矢量的合成?有着怎样的规律?可不可以类比迁移到力的求和?这样从原有认知出发寻找规律,通过位移求和的类比迁移的方法突破了学生寻找平行四边规律的难点.

#### (3) 收集证据环节

笔者首先让学生思考3个问题,“需要记录哪些物理量?需要哪些仪器?注意哪些问题?”即做什么?用什么做?怎样做?目的给学生渗透实验探究的方法.

方案一,课上一部分学生基于课前做过预习想到以橡皮筋的结点为研究对象进行实验,对于这一方法笔者主要让学生思考如何做到作用效果相同.

方案二,还有一部分学生受课前动手实验的启发想到以砝码为研究对象,对于这一方法笔者主要让学生思考怎样记录力的方向。

方案三,在实际教学中就这一问题学生还产生了争论,是记录两个分力的角度还是记录分力与合力的角度.在学生们相互启发下他们还想到了以圆环作为研究对象,用3个弹簧测力计进行实验,如图3所示。

方案四,还有一组学生想到可以选带有角度的圆环进行实验以便于更准确记录力的方向。

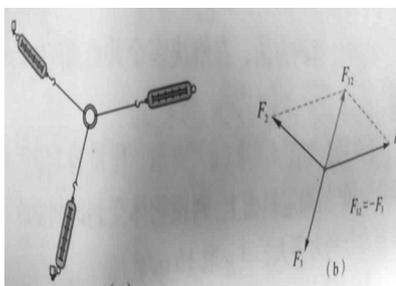


图3 学生方案三

方案明确后,让学生选择适合自己的方法,记录完成一组实验数据的处理.在具体操作过程中学生还是会出现很多问题.有的学生先是将木板立起来进行实验,如图4所示,在实验过程遇到了困难,又选择将木板平放.有的学生开始选择用方案二,在实验过程中发现力的方向记录不方便,又放弃方案二选择方案一,其实真实的实验探究就是要经过不断地失误、反思、改进、调整.在不断尝试交流中,方案才能更明确,方法才能更精准.所以在这一过程中笔者并没有做及时纠正他们的错误,而是用手机记录他们的典型问题,学生需要时进行有效的引导,充分让他们自主的探究,让学生真实实验、真出错,基于真问题去真反思、真分析、真体会、真收获.其实许多我们反复强调的问题,学生只有经历自己的体会、思考才能真正变成自己的经验方法。



图4 学生的典型问题

#### (4) 科学解释环节

笔者基于学生的两种数据的记录方法,如图5

和图6所示,让学生交流评价哪种方法准确,并阐述理由.正确地记录数据,是否能够得出准确的结论,让学生体会当实验结果与预期有差别时应首先评估方案是否正确,在正确的方法下思考是否存在误差,误差如何产生的,应该怎样避免.结合手机记录的问题,通过微信展示学生之前实验中的问题,学生自主总结实验中的注意事项,最后让学生利用正确的方法,准确记录数据重新进行实验探究.面对实验结果笔者又进行了这样的追问,“你得到了什么结论?”“结论是否可靠怎样验证结论是否可靠?”“完美表达自己的实验结论。”

|                 |            |
|-----------------|------------|
| $F_{合}/N$       | 2          |
| $\alpha/^\circ$ | $30^\circ$ |
| $\beta/^\circ$  | $30^\circ$ |
| $F_1/N$         | 1.2        |
| $F_2/N$         | 1.2        |

图5 学生数据记录方法一

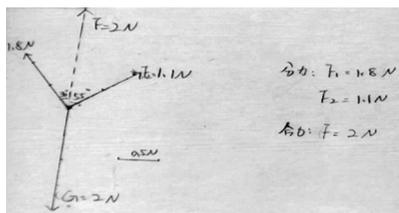


图6 学生数据记录方法二

这样的教学设计让学生真正做到了“独立地思考,探索地实践,自由地表达”,在整合提升环节让学生思考我们为什么把“和”力写成合力,并介绍了这部分知识的物理学史,将平行四边形定则扩展到了矢量的运算。

本节课落实了核心的概念,理解了等效的思想提升了实验探究的能力,体会了数形结合的学科方法.但是对平行四边形定则还不能做到深入理解和熟练应用.本节课后设计了知识巩固、动手制作、思维提升3个层次的作业,具体如图7所示。

#### 第一课时知识巩固作业

**问题与练习**

- 有两个力,一个是10 N,一个是2 N,它们的合力有可能等于5 N、10 N、15 N吗?合力的最大值是多少?最小值是多少?
- 有两个力,它们的合力为0,现把其中一个向东的6 N的力改为向西(大小不变),它们的合力大小、方向如何?
- 两个力互成 $30^\circ$ 角,大小分别是90 N和120 N,通过作图求出合力的大小和方向,如果这两个力的大小不变,两力间的夹角变为 $150^\circ$ ,通过作图求出合力的大小和方向。
- 两个力 $F_1$ 和 $F_2$ 间的夹角为 $\theta$ ,两力的合力为 $F$ ,以下说法是否正确?
  - 若 $F_1$ 和 $F_2$ 大小不变, $\theta$ 角越小,合力 $F$ 就越大。
  - 合力 $F$ 总比分力 $F_1$ 和 $F_2$ 中的任何一个力为大。
  - 如果夹角 $\theta$ 不变, $F_1$ 大小不变,只要 $F_2$ 增大,合力 $F$ 就必然增大。

(a)

## 第一课时 动手制作作业

## 发展空间

## 实验室

用木片(或塑料片)制作一个平行四边形模型(图2-5-9),两条邻边表示两个共点力,夹角可以随意改变,对角线表示合力.模型做好后,观察当两分力间夹角从 $0^\circ$ 到 $180^\circ$ 的变化过程中,合力的大小和方向如何变化.



图2-5-9

(b)

## 第一课时 思维提升作业

## 小思考

在一次中学生物理竞赛中,赛题是从桌角A处向B发射一个乒乓球,让竞赛者在桌边B处用一只吹管将球吹进球门C(见图),看谁射门成功率高.某生将吹管对准C拼命吹,但球总是不进球门.请替他分析一下失败的原因.

(c)

图7 第一课时后的作业

## 4.2 作业探寻力的分解规律——关注知识的整合与学科方法的渗透

第二课时从动手实践作业开始,让学生分享制作平行四边形标度尺的体会.学生在动手实践的过程中找到了合力和分力的关系,体会力的合成的特点,更重要的是通过动手实践他们还提出了新的问题,能不能制作一个对角线固定、两边变化的标度尺,第一个标度尺体现了力的合成的规律,新的标度尺则能反映力的分解的特点.学生通过边制作,边思考,边动手,边体会加深了对规律的认识,提高了发现问题解决问题的能力.结合第二个模型还让学生通过动手实践寻找力的分解的唯一性条件.突破了教学的难点,巩固落实了矢量作图的方法.为了加深学生对合成分解的认识,笔者还设计了这样两个问题情境.

**情境一:**如图8所示,在光滑墙壁上用网兜把足球挂在A点,足球与墙壁的接触点为B.足球的质量为 $m$ ,悬绳与墙壁的夹角为 $30^\circ$ ,网兜的质量不计.求悬绳对球的拉力和墙壁对球的支持力.

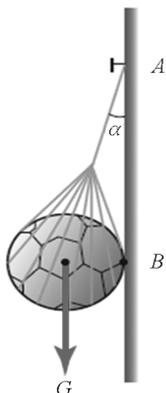


图8 情境一图

**情境二:**如图9所示,已知3个力 $F_1, F_2, F_3$ 分别为3 N, 4 N和6 N,求这3个力的合力.

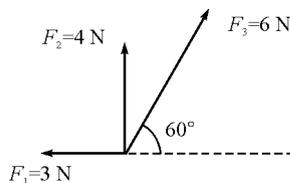


图9 情境二图

在情境一中学生想到了6种方法,如图10所示,在交流分享中他们体会到了力的合成和分解都是求力的方法,都遵循平行四边形定则.正交分解法是其中计算比较便利的一种方法.

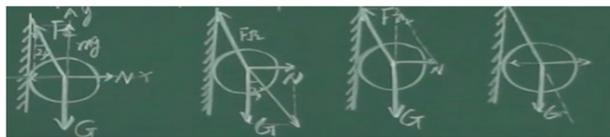


图10 学生的部分方法

在情境二中求合力学生优先选择合成,在尝试困难时才改选分解.经历这样的方案调整,学生一方面体会到了分解的目的就是为了求合,另一方面进一步体会到正交分解的优点.最后通过思维提升作业的交流将力的分解迁移到了运动的分解.完善了矢量的认识.

这一课时学生通过动手制作、动手实践、实战练习加深了对规律的理解,掌握了正交的分解和矢量合成的方法.本节课后也设计了3个层次的问题,图11为第二课时后的动手实践作业,为后续教学做铺垫.

发展空间

**实验室**

- 按图2-6-11所示,测一测细丝或头发丝能承受的最大拉力.
- 体验力的作用效果.如图2-6-12所示,使OA水平,用细绳在O处悬挂不太重的物品后,体会手上A处和B处各有什么感觉.绝对O点的拉力 $F$ 分解为哪两个方向的分力能反映对A、B点的作用?在已知重物的重力 $G$ 和 $\theta$ 的情况下,用平行四边形定则作图求出 $F$ 的这两个分力 $F_1$ 和 $F_2$ .

图2-6-11

图2-6-12

图11 第二课时后的动手实践作业

## 4.3 实践探秘方法的应用——转化思考问题的角度提升学生的科学思维水平

学习物理知识就是为了解决生活中的问题,应用物理改造生活,第三课时的落脚点是应用知识解决实际问题.

在引入环节创设了一个有冲击效果的生活情境“一个小姑娘借助物理方法拉动一辆汽车”的实验视频,如图12所示,让学生应用所学知识分析为什么小姑娘用很小的力却能产生很大的作用效果。



图12 创设情境视频

教师引导学生通过分析这一问题总结提炼出解决实际问题的策略,如图13所示,即将实际问题通过明确研究对象,进行物理建模使其变成物理问题,再通过受力分析作图将一个物理问题变成数学问题列式求解。

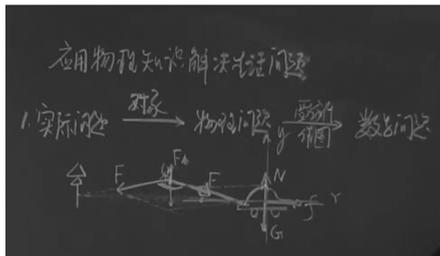
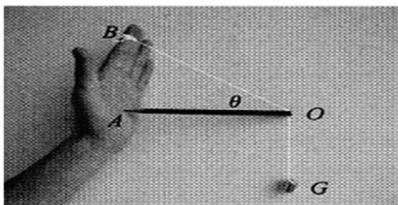


图13 学法的提炼

同时也借助这一情境让学生体会等效替代的魅力,思考生活中还有哪些情景需要很大的力不能直接达到,要通过物理模型转化替代的办法才能达到预期效果,并对学生所举模型进行深入分析,意在巩固方法,加深对等效的体会。对于以往教学中的一些经典模型,如图14所示,笔者也转化了思考问题的角度,让学生体会重力的作用效果与哪两个力是等效的,这种等效特点在生活中有着怎样的应用。结合学生的举例让学生体会生活中的许多工程都凝结着物理的智慧,在实际生活中我们往往是基于需要来设计模型解决问题,这样就帮助学生完成了解释模型到创造模型的思维进阶。



(a)



(b)

图14 以往教学中的经典模型

本课时学生真实经历模型建构推理论证、质疑创新的过程,其物理建模能力和解决实际问题的能力都有所提升,并充分体会了等效转化这一物理方法的魅力。在小长假期间笔者还留了这样的创新作业,“许多工程中凝结着物理的智慧,选一个介绍给大家。”目的是让学生有意识地从物理的视角观察生活,在生活中感悟物理的魅力,激发学生爱科学、爱物理、爱生活的热情。

## 5 单元教学设计的反思

笔者这样的单元教学整合源于教材,又不拘泥于教材。

### 5.1 在章节整体安排上

不但关注知识的整合也注重学科方法和思维的整合。这样的教学设计适合我校学生的认知特点,通过对物理规律的逐步学习、系统反思和迁移应用,促进学生物理思维的不断发展的。

### 5.2 在章节连接上

不仅关注物理课堂教学的设计,也关注学生课后任务的整体设计。将课后作业分为3个层次:知识巩固、动手制作、思维提升,3个环节力求每一环节都能以解决问题为起点,以发现新的问题为终点,以此来调动学生的主动性,在课堂真正形成学生分析问题、解决问题、提出问题的有效循环。

### 5.3 在每一节课的课堂设计上

注重创设情境、关注学科认知规律、注重学习进阶。试着将科学探究能力的培养渗透在物理教学的整个过程中,让学生真正能做到独立地思考,探索地实践,自由地表达。

## 参考文献

- 1 陈彩虹,赵琴,汪茂华,等. 基于核心素养的单元教学设计[J]. 全球教育展望,2016(1):121~128
- 2 胡科杰. 基于核心素养的高中物理单元教学设计[J]. 物理教学探讨,2018(10):29~31