

# 基于高阶思维的大单元视角下的教学设计\*

——以新教材“功”为例

## 教学设计与实施

郑海燕

(新疆昌吉州第二中学 新疆 昌吉 831100)

(收稿日期:2023-08-18)

**摘要:**以“功”的新课教学为例,打破章节顺序,将动能定理的推导引入这节课,目的是讲清功为什么是能量转化的量度,以及为什么定义力与力的方向上的位移的乘积为功,使全章内容相交相融,融会贯通,真正做到基于高阶思维的大单元视角下的教学。

**关键词:**高阶思维;大单元教学;功是能量转化的量度;等效思想;物理学科核心素养

高中物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个方面。高阶思维是融合物理学科本质特征和育人价值、体现学科思维特点、关键能力和品质的高层次思维。培养高阶思维发展需要在学生大脑中构建系统的知识体系,而基于高阶思维的大单元教学能够整合学科知识,帮助学生建立系统知识结构,发展核心素养。当然,大单元教学不等于不要一节课一节课的教学设计,基本的教学单位还是一节课一节课的来实现,但是,教师在思考每一节课的教学目标、方法前,要以单元为思考设计教学,避免将教学设计分割成一截一截,把教学内容分割的过于零散。下面以新教材人教版普通高中教科书《物理》(必修二)第八章第1节功与功率的第一课时“功”为例,探讨如何进行高阶思维的大单元视角下的教学设计。

## 1 教材分析

从大单元教学的视角来看,必修一和必修二整个力学部分完成了牛顿运动定律的学习,对力是改变物体运动状态的原因进行了阐述,主要解决了两个问题:一是力如何改变速度的方向,二是力如何改变速度大小。向心力解决了力如何改变速度方向问题,而引入功和能的概念是为了解决力是如何改变

速度大小的,即力在空间位移上的累积效果是使物体的动能发生变化的原因。从高阶思维的培养来看,机械能守恒定律这一章可视为牛顿力学的进一步展开,使学生对自然的认识更深入,为解决力学问题开辟了新途径。课本章首语中写到“在长期的科学实践中,人们发现不同形式的能量可以相互转化,并且能量的转化与功的概念紧密相连。功的计算能够为能量的定量表达及能量的变化提供分析的基础”<sup>[1]</sup>,即功是能量转化的量度。在第2节重力势能,通过研究物体沿不同路径运动时重力做功的特点,定义“ $mgh$ ”为重力势能。第3节和第4节中,同样也是从研究力做功的情况切入。因此“功”是本章知识链中最重要的一环。功是为进一步提出“能”这个概念服务的,只有准确认识功这节内容的重要性,才能很好地把握教学要求和教学深广度。但对为什么引入功这一概念,并把力与力的方向上的位移的乘积定义为“功”,包括初中和高中教材都未谈及。

## 2 学情分析

### 2.1 知识层面

(1)对于学生来讲,在初中已经学习了动能、势能、机械能等能量相关的基本概念,具备了学习本节课内容的基础知识。

\* 新疆昌吉州“以校为本”小课题“基于高阶思维的高中物理学科单元教学的研究”,项目编号:CJZ-LZ2204。

作者简介:郑海燕(1974—),女,本科,中教高级,主要研究方向为高中物理教学设计和高考习题的研究。

(2) 已经接触过功的基本概念,但对于为什么在学习能量守恒前要先学习功这一概念,以及为什么把力与力的方向上的位移的乘积定义为“功”并不清楚.并且关于功的计算方法和实际应用可能仍存在一定的困惑.

(3) 已经学习了矢量的合成与分解.

## 2.2 能力层面

(1) 具备一定的从定性分析到定量讨论的能力.

(2) 学习抽象理论知识存在困难,培养高阶思维能力还需逐步循序渐进地进行.

## 3 教学目标和重难点

### 3.1 教学目标

#### 3.1.1 物理观念

(1) 理解为什么引入功的概念及功的定义,掌握做功的两个要素.

(2) 会用公式正确计算功,理解负功的物理意义.

#### 3.1.2 科学思维

(1) 在求解分力与合力做功的过程中,传递等效思想,培养学生的科学思维和科学方法.

(2) 从能量转化角度,使学生明白力做负功的物理意义.

#### 3.1.3 科学探究

通过让学生观察分析生活中有关功的知识,并应用所学将矢量分解知识引入功的计算过程.

#### 3.1.4 科学态度与责任

培养学生在生活中应用物理知识的意识,提高学生的物理核心素养,培养高阶思维.

### 3.2 教学重难点

(1) 重点为:如何定义功.功的一般计算公式  $W = F_s \cos \alpha$  的理解与应用.

(2) 难点为:引入功的概念的原因.正功、负功物理意义的理解.

## 4 设计思路

做为全章第一课要将“为什么”“是什么”“怎么用”讲清楚.所以这节课做了以下设计:

(1) 打破章节顺序,将动能定理的推导引入这节课,目的是讲清功为什么是能量转化的量度,以及

为什么定义力与力的方向上的位移的乘积为功.使全章内容相交相融,融会贯通,真正做到基于高阶思维的大单元视角下的教学.

(2) 通过实验验证进一步说明在能量转化的过程中确实存在这样一个物理量,它是力与力的方向上的位移的乘积,能量转化的多少一样时这个量就是一个定值,正因为它是定值所以才有定义它的必要,这样就讲清了功的来历.

(3) 在正负功的环节,可设置情境,一个物体在相同水平拉力作用下分别在光滑和粗糙的水平面上做加速运动和匀速运动,如果运动相同位移,动能的变化量是不同的.说明了引入负功的必要性,引导学生从能量转化的角度认识其意义.

(4) 对于功是标量的理解,通过对两个相互垂直的力各自所做功和与它们的合力所做的功的计算,发现总功不遵循平行四边形定则,可见总功是标量运算.

## 5 教学过程

### 5.1 引入新课

观看视频:过山车的运动过程,说明物体在运动中能量在转化.

学生讨论交流并提出猜测:(1) 你所熟悉的能量形式有哪些?它们的大小与哪些物理量有关?(2) 举出几个能量相互转化的实例,你认为什么使能量发生改变?能量转化多少由什么来决定?怎样度量能量转化的多少呢?

### 5.2 理论分析与实验

通过理论分析和实验,说明功是能量转化的量度,并得出

$$W = Fs$$

#### 5.2.1 理论分析(学生完成学案)

【例1】如图1所示,静止在光滑水平面上,质量为  $m$  的物体,在恒定拉力  $F$  的作用下,经位移  $s$  后速度增加到  $v$ .

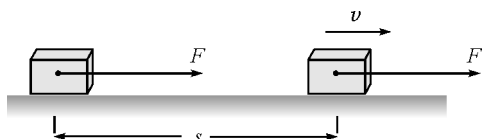


图1 恒力做功

**问题:**(1)在此过程中,物体 $m$ 的哪种能量发生了变化,什么使能量发生了改变,能量从哪里来?

(2)静止在光滑水平面上,在恒力 $\frac{F}{2}$ 的作用下,要将速度增加到 $v$ ,需经过多大位移?

(3)问题同(2),改为恒力 $\frac{F}{3}$ 的作用下.

(4)问题同(2),改为恒力 $\frac{F}{k}$ 的作用下.

**分组讨论:**以上事例中,哪种能量在变化,变化量相同吗?用的力和通过的位移相同吗?有什么规律吗?能量转化的多少由什么决定?

**结论:**发现3次动能的变化相同,力与位移的乘积也相同,因此可用 $Fs$ 来表示能量转化的多少.我们将力与力的方向上的位移的乘积叫做功,用来度量能量转化的多少,功是能量转化的量度.

### 5.2.2 演示证明

教师演示,请学生上来读数、计数.

**【例2】**如图2所示,将气垫导轨调水平,钩码拉着滑块在气垫导轨上无摩擦地运动,滑块初速度为零,钩码个数代表拉力的大小,在保证拉力和滑块位移的乘积为定值的情况下改变钩码个数和小车位移,即:改变拉力和位移大小,但确保它们的乘积相同.光电门处于位移的终点,测量遮光条的遮光时间 $t$ .将测量数据填入表1.

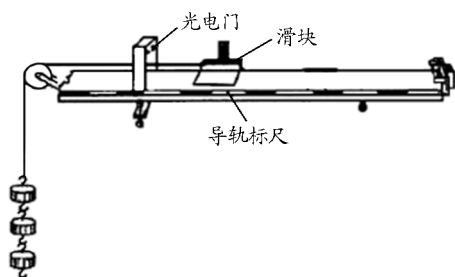


图2 演示实验

表1 实验数据

实验次数	拉力 $F/N$	沿力的方向移动的距离 $s/m$	遮光条的遮光时间 $t/s$
1			
2			
3			

引导学生分析表1中数据,时间 $t$ 近似相等,说明滑块获得了相同的速度,即获得了相同的动能,同

时发现 $F$ 与 $s$ 的乘积也是一个定值,我们就将 $F$ 与 $s$ 的乘积定义为功,用它来度量能量转化的多少.

**5.3 判断——有无做功(得出功的两个必要因素)**  
交流与讨论:下列情形是否做功,从能量转化的角度分析本质原因.

**特殊情景1:**光滑的冰面上冰块匀速滑行.

**特殊情景2:**人推车,车纹丝不动!

从功是能量转化的量度来看,无能量转化,所以无功,并得出功的两个必要因素.是否有力有位移就一定有功呢?

**特殊情景3:**服务生手中托着盘子向客户走来真辛苦.

无能量转化,所以无功.强调位移是力的方向上的位移.

### 5.4 探究

通过从特殊到一般,再从一般到特殊,借鉴等效思想,引导学生探究出求功的一般表达式 $W = Fs \cos \alpha$ .

**【例3】**一般情景:如图3是在我国北方用骆驼拉雪橇的情景图,骆驼斜向上拉雪橇前进,力 $F$ 对物体有没有做功呢?若做了功,所做的功又如何计算.



图3 骆驼拉雪橇

讨论与交流:画图建立物理模型,推导得出功的一般计算公式.

(1)教师启发:运用矢量分解,把一般情境问题转化为两个简单的特殊问题,同时渗透等效思想.

(2)学生论证:

**方法一:**如图4所示.

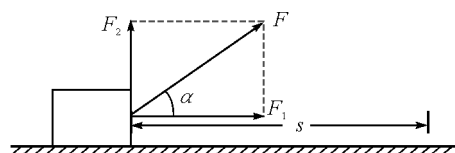


图4 方法一图

$$F_1 = F \cos \alpha \quad F_2 = F \sin \alpha$$

$$W = F_1 s = F \cos \alpha \cdot s$$

方法二:如图5所示.

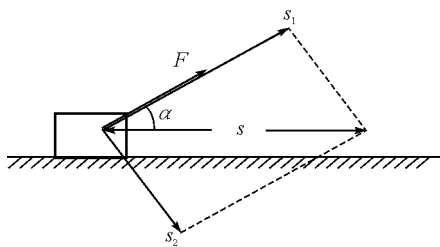


图5 方法二图

$$s_1 = s \cos \alpha \quad s_2 = s \sin \alpha$$

$$W = F s_1 = F \cos \alpha \cdot s$$

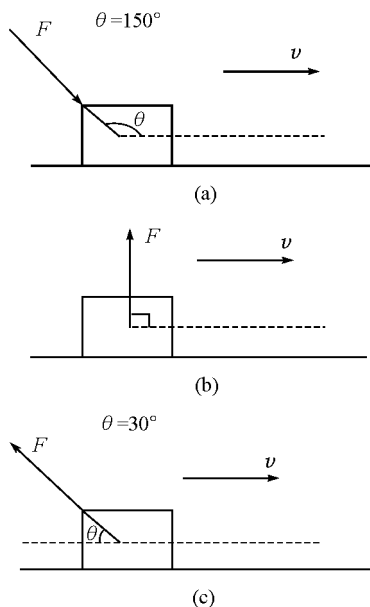
教师评价:等效思想;两种方法殊途同归;做功的两个必要因素.

(3) 优化表述得出结论:一般情况下力对物体所做的功,等于力的大小,位移的大小,力与位移夹角的余弦这三者的乘积.即  $W = F s \cos \alpha$

## 5.5 从一般到特殊 深化对 $W = F s \cos \alpha$ 的认识

### 5.5.1 找一找 练一练

【例4】如图6所示,在光滑的水平面上运动的物体,请找出计算功中的  $\alpha$  ( $\alpha$  的理解很重要,细节决定成败),并计算出功.



在光滑的水平面上,  $F=10\text{ N}$ ,  $s=1\text{ m}$

图6 功的计算

分组交流:比较图6(a)和图6(c)在能量转化的效果上有什么相同和不同?怎样区别这种不同?

学生思考讨论,得出结论:图6(a)中  $F$  推物体时,物体的速度增大,促进物体运动,这个力做功是将其他形式的能向动能转化;图6(c)中  $F$  拉物体时,物体的速度减小,阻碍物体运动,这个力做功是将动能向其他形式的能转化.功是能转化的量度.

### 5.5.2 议一议

**问题1:**一个物体在相同水平拉力作用下分别在光滑和粗糙的水平面上做加速运动和匀速运动,如果运动相同位移,动能的变化量是不同的.拉力做的功是相同的,为什么动能的变化量不同呢?

学生讨论,得出结论:拉力做功使动能增加,而摩擦力做了与拉力效果“相反”的功,使动能减少.可以用正负功来区分这种不同.

**说明:**设置以上几个问题是为了进一步理解正负功的含义,强调引入负功的必要性.

**问题2:**什么情况下力对物体做功为正值或负值呢?

学生思考后回答:取决于  $F$  与  $s$  的夹角  $\alpha$ : ① 当  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  时,  $\cos \alpha = 0$ ,  $W = 0$ , 力  $F$  不做功; ② 当  $\alpha < \frac{\pi}{2}$  时,  $\cos \alpha > 0$ ,  $W > 0$ , 这表示力  $F$  对物体做正功; ③ 当  $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$  时,  $\cos \alpha < 0$ ,  $W < 0$ , 这表示力对物体做负功. 功既可以是正值,还可以是负值.

力对物体做负功时,这个力对物体而言是阻力,物体输出了能量,物体的能量减少.也可以表述成“物体克服这个力做了功”.例如某个力做了  $-10\text{ J}$  的功,可以说这个物体克服这个力做了  $10\text{ J}$  的功.

在国际单位制中,功的单位是  $\text{J}$ .  $1\text{ J}$  等于  $1\text{ N}$  的力使物体在力的方向上发生  $1\text{ m}$  的位移时所做的功. 即  $1\text{ J} = 1\text{ N} \times 1\text{ m} = 1\text{ N} \cdot \text{m}$ .

## 5.6 总功的计算(得出功是标量)

如果物体同时受到几个力的作用,那么,如何求解这几个力对物体所做的功和总功呢?

【例5】如图7,在光滑水平面上的一物体,受到在此水平面内的两个方向互相垂直,大小分别为  $3\text{ N}$  和  $4\text{ N}$  的恒力,从静止开始运动了  $10\text{ m}$ ,求每个力做的功和合力做的总功<sup>[2]</sup>.

(下转第75页)

在此例题的基础上,根据风力发电的原理,引导学生利用小电机自制风力发电模型,学生作品如图8所示.以此促使学生进行知识迁移.学生在学习的各个环节中,体会从现象到本质、从本质到应用的过程,加深学生对所学知识的理解的同时,还能在实际操作中培养学生的创新能力,可以让学生的综合素质在不同维度都有所提升.



图8 自制发电机

### 3 总结

物理是一门以实验为基础的自然学科,它对培

养学生逻辑思维和科学素养起着重要的作用.本应该是一门十分有意思的学科,却因为有关考试和升学压力的牵绊,使物理学习变成了枯燥的“死记硬背”模式,学生对待物理学科的态度往往都是从开始时的好奇与期待变成最后的迷茫与无奈,从而失去了物理学习的意义和目的.通过将实验引进课堂和设计制作型建构类作业,从而恢复物理学习的最初目的,使学生重燃对物理学习的兴趣,促进学生学科素养提升的同时也能激发学生创新能力,从而为国家输送创新型人才贡献微薄之力.

作业形式的改革非一日之功,仅以此文中提到的一些初步想法为引,以期抛砖引玉,引发更多的实践探索.

### 参考文献

- [1] 秦晓文.促进概念理解的构建类作业的设计策略[J].中学物理,2020(20):11-15.
- [2] 秦晓文.基于核心素养的初中物理作业设计的思考[J].中学物理,2020(14):16-18.
- [3] 方润根.基于创新培养的高中物理教学研究[J].新课程研究,2019(2):80-81.

(上接第70页)

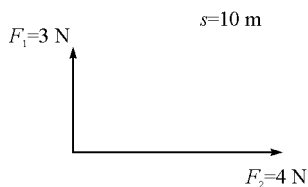


图7 例5题图

**解:**根据平行四边形定则,合力

$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 5 \text{ N}$$

合力方向即位移方向,位移与  $F_1$  夹角为  $53^\circ$ ,与  $F_2$  夹角为  $37^\circ$ .则

$$W_1 = F_1 s \cos 53^\circ = 18 \text{ J}$$

$$W_2 = F_2 s \cos 37^\circ = 32 \text{ J}$$

$$W_{\text{合}} = F_{\text{合}} s \cos 0^\circ = 50 \text{ J}$$

通过运算,发现功的运算遵循代数求和,即标量运算.并得出总功的两种运算方法.

教师指出:功是标量,其大小的比较,是取绝对

值进行比较的,例如做功  $|-9 \text{ J}| > 1 \text{ J}$ ,  $|-1 \text{ J}| < 3 \text{ J}$ ,  $5 \text{ J} = |-5 \text{ J}|$ .

### 6 总结

整节课注重对知识生成过程的探究,设计实验帮助学生突破疑点,切实培养学生科学探究的能力.把时间让学生,通过体验和感悟内化为自己的观念,提升物理学科核心素养.打破教材顺序,融入教师对知识点的深入理解,培养了学生的高阶思维,真正体现了将教材重组并整合的大单元化教学.

### 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.普通高中教科书物理必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2019:73-78.
- [2] 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.普通高中教科书教师教学用书物理必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2019:104-106.