

# 结构化视域下的物理综合复习教学策略研究

张岳君

(杭州第十四中学青山湖学校 浙江 杭州 311305)

(收稿日期:2023-12-10)

**摘要:**以“结构化”理念为导向,从整体性和系统性的角度出发,突破物理综合复习的难点,在实践中提炼并尝试运用“以大概概念统整构建核心知识体系”“以模型思维提炼结构化解决问题的思维流程”“以结构化综合复习提升学生物理学科素养水平”三大复习教学策略,有效地提升学生的综合分析能力和物理的核心素养水平。

**关键词:**结构化;综合复习;教学策略

综合复习着眼于构建物理核心知识体系,着力于活化物理模型建构,着重于形成结构化学习能力。只有结构化、系统化的知识才便于传输、存贮和内化,实现物理学科核心素养水平的提升。纵观当前的高中物理综合复习教学,存在两大比较突出的问题为:(1)教学内容缺乏系统规划;(2)学习和教学缺乏内生发展秩序。这些严重影响了核心素养在课堂真正落地。学生的学习过程应该是素养结构深度(发展方向)、宽度(丰富程度)和稳定(清晰程度)的协同。那么,教师如何有序高效地进行物理综合复习教

学?如何解决核心素养落实问题?本文通过结构化视域下的物理综合复习教学研究,形成了三大实践策略,以期广大教师所借鉴。

## 1 大概概念统整构建核心知识体系

大概概念是联系、整合概念的概念,能够将各种相关概念和理解联系成为一个连贯的整体。著名学者李松林提出:大概概念常常是一门学科中处于更高层次的上位概念、居于中心地位的核心概念和藏于更深层次的本质概念。

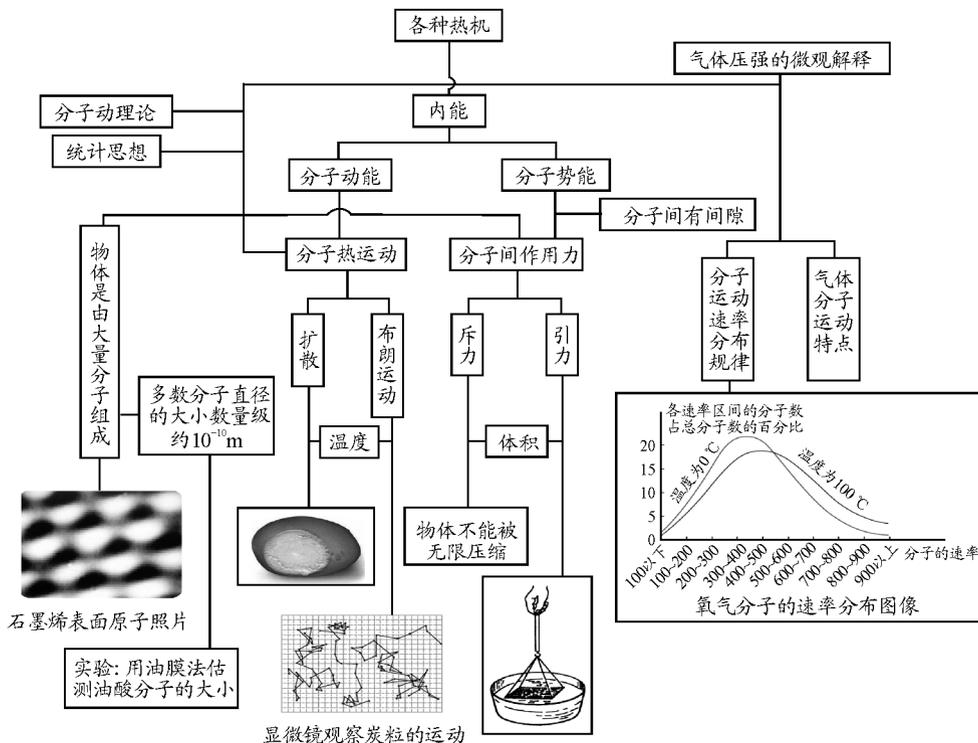


图1 “分子动理论”核心知识体系图

从大概念出发,构建大概念和其他各级概念之间的层级关系.以大概念为纲,统整构建核心知识体系,原则上按照知识内在逻辑,兼顾学习过程.如图1所示,构建了物理选择性必修3模块第一单元“分子动理论”的核心知识体系图.其核心知识体系图的整体布局是大概念(分子动理论、内能等)在上面,下位概念(分子动理论具体内容等)在下面,从下向上与学习进程一致.呈现方式根据内容分层,最上面是典型案例,知识通过应用学习过程才算完整.最下面一层是重要事实(现象),呈现形式根据实际内容可以用文字(框内外)及简图和简式.框内文字是关键词,框外文字可说明知识类型、素养类型和关键点,用横、竖线或斜线统整连接.

## 2 以模型思维提炼结构化解决问题的思维流程

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》中指出:模型构建是物理学习过程中的重要思维方式,是科学思维素养之一.模型建构需要建立在学生原有认知的基础之上,利用已有知识,通过分析比较,然后将复杂问题或者事物进行简化、分类、抽象、概括,最后提炼出问题或者事物的本质.模型思维是将问题情境抽象概括为物理模型,再联系已有知识分析解决问题的思维能力.

由现代认知心理学的观点可知,“信息输入—信息加工—信息输出”是解决问题过程的实质.运用模型思维分析解决问题,提炼结构化解决问题的思维流程,主要包括4个环节,分别是:审题、建模、决策、解答,如图2所示.

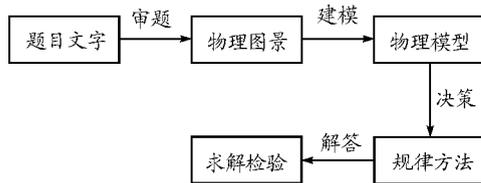


图2 结构化解决问题的思维流程

解决问题时需要解题者主动地去通过审题(信息输入)、建模和决策(信息加工)、解答(信息输出)进行探索.题目本身并不会主动、有序地向学习者大脑输入相关信息,学生需要将题目信息转变为头脑中的物理图景,再抽象出物理模型,然后选择恰当的物理知识、规律和方法,最后进行求解并对结论进

行检验.

### 2.1 审题

解决问题的第一步骤是审题,它是求解全过程中一个十分重要的环节.审题过程其实是题目信息与大脑知识结构互动的过程,周全而细致地审题是顺利解题的必要前提.审题过程是一个有目的、有步骤的认识活动,它包括了题目信息的发现、转译和记录.

【例1】如图3所示,静止在水平地面上质量均为  $m=2\text{ kg}$  的A、B两个物体,之间连接着一劲度系数  $\kappa=80\text{ N/m}$  的轻质弹簧,现对物体A施加一竖直向上的作用力  $F$  后A开始向上做匀加速直线运动,经  $0.2\text{ s}$ ,B恰好要离开地面,假设全过程弹簧处在弹性限度内.求此过程中力  $F$  的最小值和最大值.( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ )

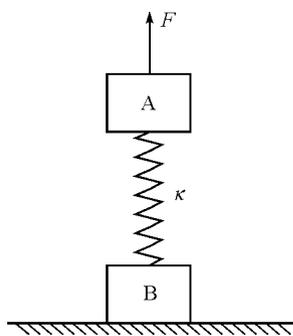


图3 例1题图

对于本题,通过阅读,可以发现以下信息.

- (1) 对象:物体A和物体B;
- (2) 环境:物体B放于水平地面上,物体A和B通过弹簧竖直连接;
- (3) 过程:物体B保持静止,物体A从静止开始向上做匀加速运动;
- (4) 条件:力  $F$  作用前,两物体静止,力  $F$  作用  $0.2\text{ s}$  时,物体B将要离开地面;
- (5) 问题:力  $F$  的最值.

上述例1的信息转译如下.

- (1)“力  $F$  作用前,两物体静止”转译为“力  $F$  作用前,物体A所受合力为零,物体B受到地面弹力作用”.
- (2)“力  $F$  作用  $0.2\text{ s}$  时,物体B将要离开地面”转译为“力  $F$  作用  $0.2\text{ s}$  时,物体B受到地面的弹力大小变为零”.
- (3)“物体A从静止开始向上做匀加速运动”转

译为“物体 A 受到的合力保持不变”。

## 2.2 建模

审题之后,学生要有目的、有计划地通过画示意图的方法将题目所涉及的物理情境展现出来,然后把构建的物理图景与具体问题关联、抽象、简化出物理模型。根据物理情境和学生熟悉模型间的关系,可分为4类:

(1) 学生将真实情境抽象出物理图景,依据特征找到匹配的物理模型;

(2) 学生将物理图景进行转化才能找到匹配的物理模型;

(3) 学生将物理图景切割成几个图景,依据物理图景特征分别找到能与之匹配的物理模型,然后将几个模型进行整合;

(4) 学生找不到与物理图景或转化后的图景、切割后的图景相匹配的物理模型。

在第(4)类建模中,学生匹配不到熟悉的物理模型,建议从已有知识着手,寻找与题目相关联的基本规律,并运用基本方法进行解题思维路径的建构,从而完成问题的解决任务。在第(4)类建模中学生依据模型建构的路径完成构建问题解决的路径。

**【例2】**银行卡里的磁条中磁极方向不同的磁化

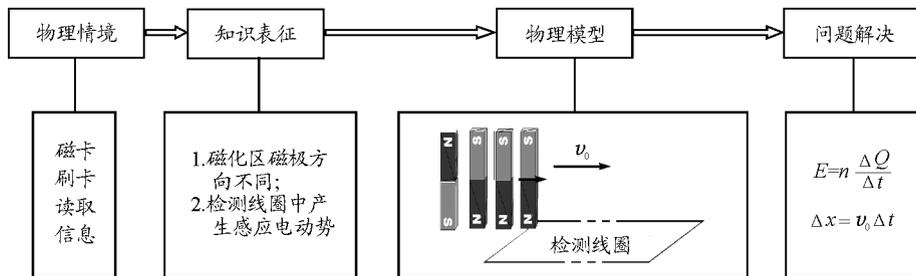


图5 建构刷卡物理模型

## 2.3 决策

建立物理模型后,需要选择恰当的方法和模型所对应的物理规律。比如匀变速直线运动的模型可以选用的方法有公式法和图像法等,物理公式有速度公式和位移公式等,图像法也有位移图像和速度图像等。对象、方法、过程、公式的选择需要根据题目具体条件和问题的关系进行,属于决策环节。

## 2.4 解答

通过决策选用相关的物理规律进行列式后,接下来进入习题的解答环节。习题的解答离不开数学知识和方法的应用,同时又需要注意答题的规范性。

区可用于存储信息,当刷卡的速度为  $v_0$  时,刷卡器中的检测线圈会产生感应电动势。其感应电动势随时间的变化关系如图4所示。当刷卡的速度减慢变为  $\frac{v_0}{2}$ ,则线圈中的  $E-t$  关系可能是( )

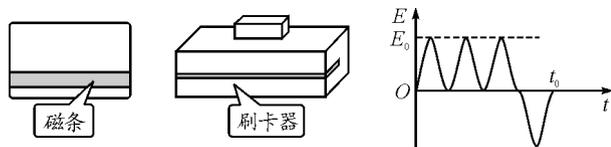
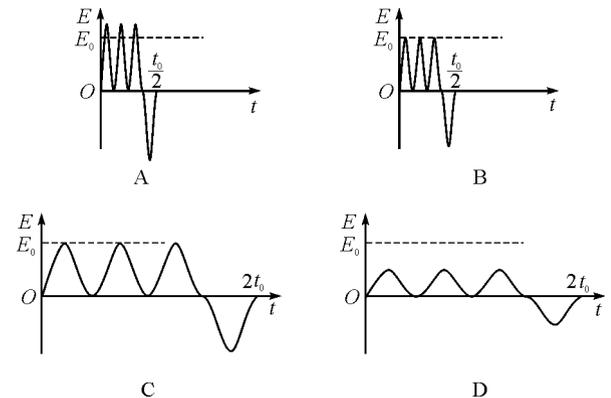


图4 感应电动势  $E-t$  关系



学生在题目信息的物理情境中找不到熟悉的物理模型进行匹配,需要经历模型建构的过程,如图5所示。

## 3 以结构化综合复习提升学生物理学科素养水平

构建基于科学思维的结构化综合复习单元,根据物理学科关键能力及核心素养发展水平对学习路径和具体实施活动进行整体规划,梳理知识与素养目标,让分散的知识按照一定的逻辑形成结构,让学习活动有序展开。

### 3.1 构建结构化综合复习单元

以振动和波动综合为例,以典型物理模型(如简谐运动模型、波动模型、干涉模型等)为主线,构建求解振动和波动综合问题的思维导图如图6所示。

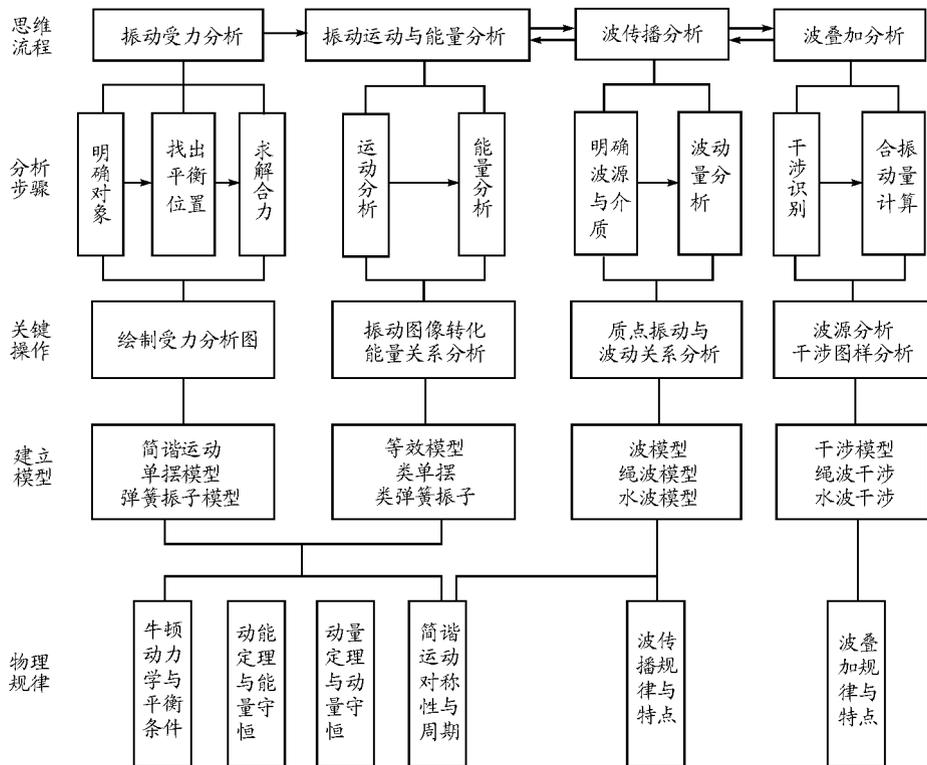


图6 振动和波动综合问题的思维导图

### 3.2 提炼结构化综合单元学习目标

表1所示.通过分析表1中的学习目标可以发现,目标提炼结构化振动和波动综合单元学习目标,如表1所示,目标总结到位,可操作性很强.

表1 振动和波动单元学习目标

核心素养	学习目标
物理观念	具有运动与相互作用观及能量观,知道简谐运动模型、波模型与干涉模型的建构条件及阻尼运动、受迫振动与临界状态的特点
	具有用图像与公式表征物理模型的观点,知道简谐运动、波传播与叠加的规律及干涉的特征
	具有图像转化的观念,知道振动图像与波图像的区别与联系、振动与波传播的周期性及波传播双向性的特点
科学思维	经历各类情境下简谐运动模型的分析,会识别平衡位置、有效摆长,计算回复力、周期与等效加速度,构建正确的简谐运动模型,能用运动对称性分析推理振动动力学问题和能量问题
	经历各类情境下波图像的分析,会构建横波和纵波模型,能用质点带动法、平移法、微元法等方法分析质点振动方向与波传播方向,用波速、波长和频率(周期)的关系分析求解波的特征量问题
	经过各类情境波干涉图像问题的分析,能根据问题情境选用图像法或公式法分析振动加强点和振动减弱点,能用叠加规律推理分析波干涉的特征量及合位移问题
	经过各类情境下时空转化情况的分析,能根据振动与波传播具有周期性及波传播双向性,选择合适的时空转化方法分析求解振动与波动的特征量问题
	经过对振动综合问题的解决,学会运用图像法和公式法求解振动、波动及波叠加等综合问题,认识数形结合思想和转化思想方法在解决物理问题中的应用,掌握解决振动综合问题的一般思路及解题步骤

### 3.3 整体有序推进综合单元复习的学习活动

一定的结构性,拥有结构性的整体才能有相应的整体功能.振动和波动综合主要以振动和波动模型为

依据整体有序的教学理论可知,整体事物具有

载体,承载了振动和波动的基本知识与规律、波叠加与干涉的相关内容.在观念与思维应用阶段,根据物理学科关键能力及核心素养发展水平对学习路径和具体实施活动进行整体规划,梳理知识与素养目标,让分散的知识按照一定的逻辑形成结构,让学习活动有序开展.

### 3.3.1 横、纵两线专题细分

横线是知识易错点、易混点,也是素养提升的关键点,属于模型建构.“振动+波动”综合单元可以划分3个横向主题如表2所示.在横向主题学习中,主要通过对多组情境的对比分析,启发学生学会抓住模型的主要因素和图像的关键点来突破振动和波

表2 “振动+波动”综合单元横向主题划分

专题细分		课时规划
横向主题	主题一:振动模型	1~2课时
	主题二:波动模型	1~2课时
	主题三:振动与波动的时空变换问题	1~2课时

### 3.3.2 整体有序推进学习活动

主题学习活动设计应以系列任务的形式开展,不同的主题设计不同的学习任务.以“主题二:波动模型”为例,设计了两个学习任务:分别为“任务1典型机械波模型分析”和“任务2典型波干涉模型分析”.

每一个设计的学习任务应创设与其适合的多个问题情境.以波模型为例,呈现尽可能出现的情境,

表3 整体有序的活动流程

学习任务	学习活动流程
任务:……	做有得益——解决实际情境的题设任务
问题情境1:……	展有所获——展示学生优秀作答和典型错误
问题情境2:……	评有成果——总结解决问题的方法

## 4 结束语

在结构化视域下的物理综合复习教学实践中,教师需要对知识结构、问题情境和基本模型进行整合研究,这是归纳提取单元素养教学目标的基石.选编和自编与素养目标高度匹配的情境试题是结构化综合单元复习设计的重点.

通过整体综合单元教学的有序推进,让学生从中获得解决相应问题的观点和解决问题的一般思维路径.

动的易错问题,加深对几个典型模型的本质理解,并总结和归纳振动和波动易错问题的分析思路和基本步骤.

纵线是应用,是对前面建构内容的巩固.本单元设置振动和波动综合类问题纵向主题1~2课时.在纵向主题,主要通过对几类典型问题的分析与解决,以此将不同思维素养学生的解题路径与方法进行展示,对于典型错误产生的原因及注意事项师生共同分析,从讨论交流中进一步明晰问题解决中所存在的一些易错点,进而优化和规范解题的思路与步骤.

包括不同波源的横波情境、在不同介质传播的横波情境、纵波情境、运动波源的横波情境等.通过对同类问题的整体化、结构化、同一问题的展示与评价及师生的小结,从而得到解决问题的观点(包括知识、方法、策略、易错点、注意点)和问题解决的一般思维路径.在教学实践中,整体有序推进学习活动如表3所示.

## 参考文献

- [1] 张新华.指向核心素养的高中物理整体有序教学设计[M].杭州:浙江科学技术出版社,2023.
- [2] 刘微.大概念教学:素养导向的单元整体设计[M].北京:教育科学出版社,2022.
- [3] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [4] 郑志湖,郑陆敏.“学为中心”的高中物理教学[M].杭州:浙江教育出版社,2018.
- [5] 梁旭.浙江省普通高中学科教学指导意见[M].杭州:浙江教育出版社,2021.