

# 培养应用数学模型意识 提升学生物理思维能力<sup>\*</sup>

——以“用数轴判定物质状态”的研究性备课为例

黄 勇

(南京市雨花台中学 江苏 南京 211102)

(收稿日期:2022-10-27)

**摘要:**在物理教学中,培养学生应用数学模型的意识,可以有效提升学生物理思维能力.在“用数轴判定物质状态”教学中,通过研究性备课,帮助学生厘清,一定气压下,当温度发生变化时,物质的状态也会发生变化.用数轴来划分物质的状态,从而判断一定温度下,物质具体处于哪一种状态.

**关键词:**模型意识;思维能力;研究性备课;数轴

## 1 研究背景

### 1.1 关于模型意识

物理模型建构意识是中生物理核心素养的重要内容,对学生的学习和生活具有积极影响.中学生物理核心素养要求学生具有科学探究的能力,模型建构是科学探究的重要环节,培养初中生的物理模型建构能力首先要让学生具有模型建构的意识.可见,在初中物理课堂教学中培养学生的物理模型建构意识具有重要意义.

### 1.2 关于 TPACK

TPACK 是美国学者 Mishra 和 Kochler 首次提出的整合技术的学科教学知识 technological pedagogical content knowledge 的缩写,它由 3 个核心要素:学科内容知识(CK)、教学法知识(PK)和技术知识(TK),3 个复合要素:学科教学知识(PCK)、整合技术的学科内容知识(TCK)、整合技术的教学法知识(TPK)组成.在教学中 TPACK 表现为教师在具体的教学情境中选择恰当的技术表征、呈现内容和学生实验,从而实现教学内容、教学方法和技术有效融合,达到提高学生的学习兴趣、帮助学生理解和掌握教学内容的目的,构建以生为本的生态课堂.

### 1.3 关于研究性备课

“研究性备课”是一种针对传统备课中存在的问题,着力于“研究”,在“基于教学”“为了教学”和“关于教学”的基础上,进行科学性备课、反思性备课,使备课贯穿于教学过程始终的备课方式.在备课实践中融入 TPACK,表现为教师落实在具体的教学情境中.

“基于 TPACK 的研究性备课”:针对具体的教学情境,通过教师个体为主、集体为辅的方式,选择恰当的技术表征和呈现教学内容,选择恰当的方法开展教学,从而实现教学内容、教学方法和技术的有效融合,达到提高学生的学习兴趣、帮助学生理解和掌握教学内容的目的.该定义清晰地界定了“研究性备课”的核心词为“研究”,并明确了研究的对象、研究的方式、研究的途径和研究的目标.

## 2 问题的提出

最近笔者对“物态变化”单元测试卷进行了分析,发现一道填空题的得分率非常低,见试题 1.

**【试题 1】**通常情况下,物质处于哪种状态是由物质的温度决定的.请你根据表 1,确定下列物质所处的状态(1 标准大气压).

(1) 酒精在  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  时是\_\_\_\_\_态;

(2) 铅在  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  时是\_\_\_\_\_态;

<sup>\*</sup> 江苏省中小学教学研究第十四期立项课题“TPACK 视野下区域初中物理研究性备课实践的研究”的阶段性研究成果,课题编号:2021JY14-L54.

**作者简介:**黄勇(1980-),男,中教一级,主要从事中学物理教学及研究.

(3) 氧在  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  时是\_\_\_\_\_态;

(4) 你认为要测沸水的温度应选用\_\_\_\_\_

(选用“水银”或“酒精”)温度计。

表 1 4 种物质的熔点和沸点

物质	熔点 / $^{\circ}\text{C}$	沸点 / $^{\circ}\text{C}$
铅	328	1740
酒精	-117	78
水银	-39	357
氧	-218	-183

苏科物理八年级第二章“物态变化”中讲述了物质通常有的 3 种状态,即固、液、气态,物质处于什么状态与物质的温度有关,那么一定温度下物质处于什么状态该如何判定呢?这个问题很多学生都搞不懂<sup>[1-3]</sup>,所以本题的前 3 个空错的学生很多。

### 3 问题的诊断

笔者利用课余时间对所任教的初二某班级的错误学生进行了问询,错误的原因可以归纳为以下 3 种情况。

(1) 不知道温度低于熔点时物质处于固态,温度高于沸点时物质处于气态,温度介于熔点和沸点之间时物质处于液态。

(2) 看不懂题目中的表格,不知道如何利用表格中的数据判断物质的状态。

(3) 不知道物质的沸点比熔点高。

物理自身对于形象、抽象思维两个方面较高的要求就注定了会存在一定的难度,因此,灵活运用浅显的物理知识解决学习中遇到的各种实际问题,对于学生来说是一件非常困难的事情,只有提高学生的思维能力,提倡“学以思为贵”,才能让学生更好地、更加从容地面对接下来的物理学习。

### 4 问题的矫正

为了解决上述问题,首先,需要培养学生的思维能力,让学生的思维过程显性化;然后,要提高学生知识迁移的本领,使学生运用知识解决问题灵活化;最后,选择恰当的练习,固化学生的思维过程。

#### 4.1 化抽象为形象 显化思维的过程

物理解题教学应该遵循以下程序.首先,让学生根据问题情境构建出典型形象,画示意图、受力图、光路图等.其次,启发学生生活化构建的思维形象,使典型形象在脑海里活动起来,就像放映一幅幅动画片一样,在时空中演变发展,并通过对比、概括,从中领悟到问题的定性的结论.最后,让学生运用发散思维的方法得出解决此类问题的思路。

笔者重新设计了试题 1 的讲评方案.首先,要引导学生审题,读懂表 1 中的数据;然后,让学生明确温度对于物质状态的影响;最后要求学生学会利用表格中的数据,根据给定的温度判断物质的状态.具体过程如图 1 所示。

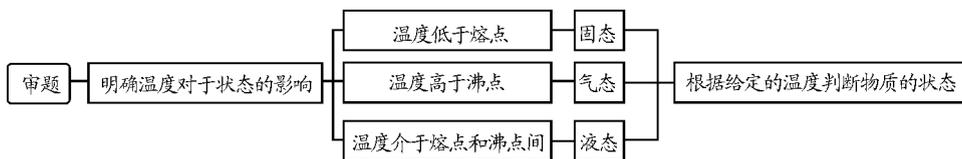


图 1 “化抽象为形象”思维导图

#### 4.2 还原思维本质 明晰知识的迁移

笔者对试题 1 重新进行讲评后,发现还是有一部分学生不能理解,通过对错误学生的问询,发现学生对于图 2 中的内容不能很好地理解。

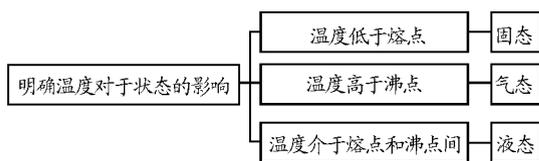


图 2 根据温度判断物质的状态

为了使学生能更好地理解温度对于物质状态的影响,学生能够直观地根据题目中给定的温度,准确分析出物质所处的状态,笔者利用数轴设计出了试题 1 的另外一种更加形象的解题方法,如图 3 所示.笔者设计了两种数轴,一种是纵向数轴,另一种是横向数轴,这两种数轴的本质是一样的,学生可以根据自己的喜好选择一种适合自己的数轴.在数轴中,箭头的方向表示温度升高.首先,要在数轴上标出熔点和沸点,由于物质的沸点高于其熔点,所以沸点比熔

点在数轴上的位置更加靠近箭头,即纵向数轴中沸点的位置在熔点位置的上方,横向数轴中沸点的位置在熔点位置的右侧;然后,根据图2在数轴中对应的区域标出物质的状态;最后,学生只要将题目给定的温度置于数轴中对应的区域中,即可判断物质所处的状态.

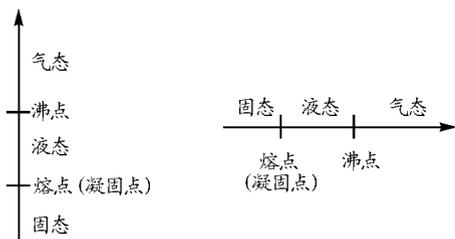


图3 纵向数轴和横向数轴

当物质温度高于沸点时,物质呈气态;温度低于沸点但高于熔点时,物质呈液态;温度低于熔点(凝固点)时,物质呈固态.物质温度如果正好等于熔点,物质可能是固态、可能是液态,也可能是固液共存态.这样,只要把物质温度与沸点和熔点进行对比,即可判断物质所处的状态了.

如图4所示,以氧为例, $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 插入数轴正好介于两者之间,故成液态.同理,只要将数轴插入表格对应的物质行,再将题目中制定温度填入数轴正确区域,物质状态也就一目了然. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的酒精温度高于沸点,故呈气态; $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的铅温度高于熔点而低于沸点,故呈液态;标准大气压下沸水的温度为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,所选温度计的测温物质沸点应高于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,故只能选液体水银温度计.

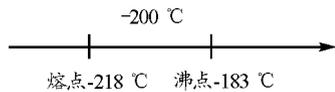


图4 利用横向数轴判断氧的状态

#### 4.3 适量补偿矫正 固化思维的流程

对学生进行补偿矫正时,要选择合适的试题,在选择试题时要遵循以下几点原则.

##### (1) 主体性原则

主体性原则是基于建构主义理论提出的,建构主义理论认为:学习是学习者通过个人的经验建构知识和理解事物的一个主动过程.因此,在选择试题过程中,必须充分考虑学生的主体性,通过选择的试题所创设的外部环境来启发学生的内在心理,使学

生自觉地把教师的要求内化为自己的需要,引起学生的学习动机,使学生积极主动地参与补偿矫正的过程,深化对物理知识的理解.

##### (2) 启发性原则

启发性原则是指在教学过程中教师要承认学生的学习主动性,注意调动学生的学习主动性,引导学生独立思考,积极探索,生动活泼地学习,自觉地掌握知识,提高分析和解决问题的能力.这就要求所选择的试题能让学生在教师引导启发的过程中,灵活运用所学知识去分析和解决实际问题.

##### (3) 过程性原则

过程性原则是根据人的能力发展规律提出的,能力发展的过程是一个复杂的、综合的、漫长的过程.要重视学生获取知识的过程,尽可能地让学生经历一个完整的运用知识分析、求解问题的过程;要重视科学素养和人文精神的形成过程,尽可能让学生经历一个完整的发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的过程;要让学生经历一个完整的感知体验、思维加工、亲自动手的过程.

基于上述原则,笔者选择了以下例题来对试题1进行补偿矫正.

**【试题2】**如图5所示,在降温分离空气中的 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 过程中,已知他们的沸点分别是 $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,当把空气降温时,首先被液化分离的是( )

- A.  $\text{O}_2$     B.  $\text{N}_2$     C.  $\text{CO}_2$     D. 不一定

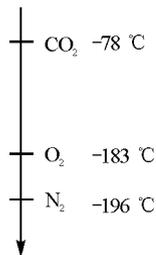


图5  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 的沸点

本题首先要注意是升温分离还是降温分离,若是降温分离,就使温度轴箭头指向下方,将几种气体的沸点由高到低排列,沸点越高的越先到达,也就最先被分离;若是升温分离,则温度最先达到最低的沸点,故就变成沸点越低的最先被分离了.

## 5 问题的拓展

笔者在解决了试题1的补偿矫正后,在接下来的学生测试中,偶然发现了与试题1类似的有关特殊温度下温度计选择的开放性试题.

**【试题3】**苏科物理“熔化与凝固”课后WWW:查一查在寒冷的北方地区,人们为什么常使用酒精温度计而不使用水银温度计测气温?而在实验室水的沸腾实验中,为什么用煤油温度计而不使用酒精温度计测沸水的温度?

酒精、水银及煤油等液体温度计都是利用了测温液体的热胀冷缩的性质来测量温度的.如果酒精、水银、煤油等测温液体凝固成了固态或变成气态就无法按比例热胀冷缩,体积变化不大或不固定,也就无法正常升降而用来测量温度了.查晶体熔点表(同一物质的凝固点跟它的熔点相同)可知:酒精的熔点是 $-117\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,所以酒精降至 $-117\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且继续放热才能凝固;水银的熔点是 $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,故水银降至 $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且继续放热就会凝固,寒冷的北方地区气温可低至 $-40\sim-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,水银的凝固点相比北方的最低气温太高了,会很快凝固.而酒精的凝固点比北方最低气温还要低很多,不能凝固,还是液态的,所以可以用来测气温.又查标准气压下一些液体的沸点表可知:水的沸点是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,酒精的沸点是 $78.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,而煤

(上接第45页)

应保持足够的警惕,重视弥合新授课与习题教学中的断裂点,在深入把握学科逻辑的基础上加以设计与整合.

### 参考文献

- [1] 漆安慎,杜婵英.力学[M].2版.北京:高等教育出版社,2005:50-54.
- [2] 夏征农,陈至立.大辞海(第26卷)·数理化学卷[M].上海:上海辞书出版社,2015:774.
- [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.普通高中教科书·物理必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2019:6-7.
- [4] 胡扬洋.对“运动的独立性”与“力的独立作用原理”的再认识——兼论“平抛运动”教学的逻辑[J].物理通报,2013(7):116-118.

油的沸点约为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,酒精的沸点低于水的沸点,实验时若用酒精制成的温度计测沸水的温度,酒精会变成气体而无法进行测量,煤油的沸点高于水的沸点,在沸水中也不会沸腾,所以可以测量沸水的温度.

## 6 结束语

在物理教学中,培养学生应用数学模型的意识,可以有效提升学生物理思维能力<sup>[4]</sup>.在“用数轴判定物质状态”教学中,通过研究性备课,帮助学生巧用数轴,结合影响物质状态的两个特殊温度点,数理结合,能够更直观地观察和判断物质所处的状态.世间万物的运行都是有规律可循的,只要找到了这个规律,就能轻而易举地把握其特征和状态.作为教师,更应善于钻研、精于钻研,以研究性备课的意识,帮助学生找出规律,避免走很多弯路.

### 参考文献

- [1] 徐锐.“物态变化”常考易错题[J].初中生世界(八年级物理),2011(Z5).
- [2] 姜桂祥.“物态变化”易错点例析[J].中学生数理化(八年级物理)(人教版),2008(11).
- [3] 杨元俊.“物态变化”易错题归类剖析[J].数理化学学习(初中版),2009(8).
- [4] 支从兵.高中物理习题教学中创新思维能力培养策略研究[D].贵阳:贵州师范大学,2008.
- [5] 教育部师范教育司.高中物理专题分析:运动学[M].北京:人民教育出版社,1999:40-48.
- [6] 周侃,周军.加速度分解不能类比速度分解[J].物理教学,2008,30(1):40,19.
- [7] 陈向群,王旭.不可伸长轻绳约束体间加速度的讨论[J].物理通报,2014(8):40-41.
- [8] 张海利,侯恕.拉船靠岸问题绳有加速度高观点分析[J].中学物理,2018,36(15):49-50.
- [9] 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.普通高中物理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,2019:9.
- [10] 梁昆森.力学(上册)[M].北京:高等教育出版社,2010:28.
- [11] 杨振东,高寒莹.重申“位置-时间关系”本质内涵的必要性——兼谈“坐标系意识”淡化的隐忧[J].物理通报,2021(10):130-133.