

# 浅谈密度概念的引入

刘燕蕾

(北京市第十三中学分校 北京 100009)

(收稿日期:2018-01-23)

**摘要:**通过解决“为什么要用比值法定义‘密度’”“怎样通过探究实验使学生有效地建构密度的概念”“怎样使学生比较深刻地理解密度是物质的物理属性”3个问题来突破密度教学难点.

**关键词:**密度 比值法定义 比较 归纳

密度是初中物理教学重点内容之一,也是全日制义务教育课程标准规定的认知达到理解层次的知识点之一.“密度”是在学习了“质量”之后而引入的一个新的物理量,它在全章中起到承上启下的作用,既是在质量的基础上对物质世界的进一步探索,也是掌握测定物质密度的方法和解决有关密度的实际问题的基础.“密度”更是后续学习液体压强、浮力等知识的基础,也是对比值定义物理量的科学方法的训练.然而教学实践证明,密度作为学生开始学习物理接触较早的抽象概念,学生很难从物理本质上掌握这个概念.

## 1 困难成因

学生在学习“密度”过程中,总感觉困难重重,这些困难主要来自于以下几方面.

### (1) 关于比例问题

在八年级上册的数学中,学生已经学过一次函数,包括正比例函数.但是,教材中呈现的方式是先给出函数的解析表达式,说明这是什么函数,然后列表,作函数的图像.相比满足正比例函数关系的数据而言,学生往往对正比例函数的解析形式印象更为深刻.所以,如果反之利用数据归纳出函数解析式,对于学生而言就有一定困难了.

### (2) 学生错误的前概念会干扰本节的学习

前概念和科学的物理概念同是来源于人的实践活动,他们都是由认识主体的认识活动所产生.学生在学习本节时,潜意识里总有类似“铁比棉花重”等

错误概念.

(3) 难于利用“比值”定义密度概念和理解“密度是物质本身一种性质”

密度是在初中物理中第一个通过比值来定义的物理量,比较抽象.把数学中的“比例”应用于密度,数学运算的定势,就表现为排斥物理概念,产生知识负迁移的现象.这是一类贯穿于整个中学物理内容的数学物理关系问题,也是学生解答问题时经常出错的地方.学生站在物理学角度去理解“同种物质质量跟体积的比值是一个定值”的含义仍有些困难.

(4) 利用实验数据分析和处理得出物理概念的能力还比较弱

本节是第一次在实验探究的基础上分析数据构建抽象物理概念,对于一向习惯于利用形象思维方式的初中学生有一定困难,对抽象思维能力的培养需要一个过程.

## 2 “密度”概念引入方法的发展

纵观人民教育出版社30年来的各个版本教科书,密度引入方法主要有以下3种.

### (1) 以讲授为主

在80年代教科书中,一般通过实例让学生认识到硬度、颜色、气味是物质的本质属性,可通过比较本质属性的不同来区别物质,继而过渡到相同体积的物质其质量不同,这也是物质的一种特性;为了表示物质的这种特性,接着就直接定义密度概念为质量与体积之比.书中用这样一段课文过渡:“1立方

米的质量作为物质的密度. 例如 $3\text{ m}^3$ 铁的质量是 $2.34 \times 10^3\text{ kg}$ , 铁的密度就是 $\frac{2.34 \times 10^3\text{ kg}}{3\text{ m}^3} = 7.8 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ”;再下来, 介绍公式和单位, 设计了大量形式各异的由易到难的“密度”题供学生练习, 再辅以变式练习、反馈、纠正等教学行为, 将对概念的“语义记忆”与相应“练习”链接起来达到强化“密度”概念识记的目的.

这种方法引入密度概念的速度很快, 但学生只知道密度是表示物质的一种特性及其计算方法, 并没有获得密度概念的体验经历, 更没有体会科学方法的渗透.

### (2) 学生参与验证

依照当时修订的初中物理教学大纲的要求, 即通过实验引入概念, 通过实验得出规律, 通过实验检验猜想, 通过实验发展新知. 在90年代教科书中, 开始注重学生动手实践能力的培养, 同时培养学生实事求是的科学态度和实践第一的观念. 学生通过实验验证了物体的体积增大几倍其质量也增大几倍, 即物体质量跟自身体积成正比, 质量与体积之比一定. 然后, 借助“物质质量跟体积的比值等于单位体积的质量”这样一段话过渡到密度概念的定义.

这种引入方法, 突出了密度表征了物质的固有属性, 学生对概念形成过程的理解比直接叙述有了质的飞跃, 但缺点在于它还是忽视了引入质量与体积之比的科学方法, 更没有说清楚为什么要用质量与体积之比来表征密度概念, 而这正是密度概念教学形成难点的原因.

### (3) 实验探究法

在2000年后的新课改中涌现出各种版本的教科书, 在书中均以实验为载体通过科学探究方法来引入密度概念.

教学思路大致如下:

1) 创设思维冲突: 体积相同, 涂相同颜色的两种金属, 如铜、铝圆柱体, 判断哪个是铁? —— 比质量.

2) 质量相同, 体积不同, 涂相同颜色的两种金属, 如铜、铝圆柱体, 判断哪个是铁? —— 比体积.

3) 涂相同颜色的, 体积不同的两种金属, 如铜、铝圆柱体, 哪个是铁? —— 提示学生控制变量

法, 体积不同如何使体积相同呢? 利用概念同化, 类比比较运动快慢时, 用路程和时间的比值来比较.

4) 统一标准: 用质量与体积的比 $\frac{m}{V}$ , 比较其比值来判断, 得到密度定义, 即密度是质量与体积的比,  $\rho = \frac{m}{V}$ .

这种探究式思路授课, 既能丰富学生的物理事实和表象, 又注重了学生体验密度概念的形成过程, 实现了学生是学习主体的理念.

但这种与速度同类的讲法不利于学生思维能力的培养, 而且学生很难深刻理解密度概念的本质.

## 3 设计思路以及理论依据

对于“密度”概念的引入, 笔者的设计思路如下.

(1) 在“质量”这一节, 就铺垫让学生测体积 $V$ 相同的铝、铁的质量, 因外观涂漆都一样, 学生已产生疑问: 体积 $V$ 相同, 怎么质量 $m$ 不一样?

(2) “密度”这一节, 分析前边的实验数据说明: 体积 $V$ 相同的两个物体, 质量 $m$ 有可能不同. 为什么? 与物质有关? 那么质量 $m$ 与体积 $V$ 有什么关系? 要测质量 $m$ 与体积 $V$ 的关系, 就需要控制物质一定.

(3) 学生分组实验: 测3个不同体积的铁块的质量 $m$ 和体积 $V$ , 将数值记入表格; 测3个不同体积的铝块的质量 $m$ 和体积 $V$ , 将数值记入表格.

(4) 和同学一起分析数据: 看到同种物质, 质量与体积比是一恒量, 对于不同物质, 质量与体积的比值不同, 说明这一恒量反映物质特征.

(5) 得到定义: 密度是质量与体积的比值,  $\rho = \frac{m}{V}$ , 物理意义即密度是反映物质的一种特征量.

在这一节课中, 对于学生而言, 密度概念的发展经历了几个阶段: 从只考虑质量一个量到综合考虑质量和体积两个量, 最后到分离并操作这两个量, 最终初步建立起科学的密度概念. 在综合考虑质量与体积两个量之后, 怎样抽象出不依赖质量和体积变化的密度概念是教学中的难点. 在教学过程中笔者力争通过对以下思维方法的训练帮助学生突破难点:

### (1) 比较的思维方法

比值法定义的基础是比较的思维方式. 比较的关键是选取相同的标准, 这样比较的结果才有意义. 那么怎样在比较时做到标准相同呢? 在学习密度概念时, 学生已经比较熟悉控制变量的思想方法, 教师可利用这个学生学习的“最近发展区”帮助学生突破概念建构的思维障碍.

控制变量的思维方式为比值法的引入做好了思维上的铺垫, 但学生能很顺利地想到用求比值的方法吗? 可能以前的教学中常采用启发学生类比速度概念的定义方法, 从而引出比值法定义密度的概念. 这种方式属于概念同化的教学策略. 概念同化策略方便了教师的教学, 却忽略了学生思维能力的培养, 而且不利于深刻理解密度概念的本性. 原因在于密度与速度概念代表着比值法定义物理量的两种不同类型. 初中利用比值法定义的物理量可分为两类: 一类属于物质运动或相互作用的特征或效果, 如速度、压强、功率等; 另一类属于物质的某种属性, 如密度、电阻、比热容等.

与概念同化对应, 采用概念形成策略进行密度概念教学效果更好. 概念的形成是指, 通过对大量物理事物进行比较、归纳、概括、抽象的方法来获得物理概念的过程. 全日制义务教育《物理课程标准》中提出, 通过实验理解密度的概念. 我们可以通过设计探究实验让学生自己找到比值法, 去定义密度的概念.

### (2) 归纳与演绎

在上述学生分组实验中: 测 3 个不同体积的铁块的质量  $m$  和体积  $V$ ; 测 3 个不同体积的铝块的质量  $m$  和体积  $V$ , 实验数据记录如表 1 所示.

表 1 学生分组实验测量数据

实验序号	实验对象	质量 $m/g$	体积 $V/cm^3$
1	铁块 1	15.6	2
2	铁块 2	31.2	4
3	铁块 3	78.2	10
4	铝块 1	5.4	2
5	铝块 2	10.8	4
6	铝块 3	27.3	10

在教学过程中, 发现学生对数据的分析大概有

如下 4 种方式.

1) 对比实验序号 1 和 4 或 2 和 5 或 3 和 6, 发现相同体积的不同物质的物体质量不同.

2) 比较实验序号 1, 2, 3 或 4, 5, 6, 发现对于同种物质组成的不同物体, 质量值的变化倍数与相应的体积值的变化倍数相同.

3) 比较实验序号 1, 2, 3 或 4, 5, 6, 对于同种物质组成的不同物体, 分别计算其质量与体积的比值, 发现比值相同.

4) 画出质量随体积变化的图线, 发现是一条过原点的直线. 现行人教版八年级物理教材就采用了这种方式.

对于以上 4 种方式的课堂处理.

**方式 1:** 停留在基于控制变量思想的实验经验之上, 相同体积比较质量. 认识到组成铁块和铝块的物质在物理属性上存在不同, 但难以抽象出密度的概念. 这样的学生学习一般较吃力, 应继续引导.

**方式 2:** 认识到同种物质组成的物体, 体积变化几倍, 其质量也变化几倍, 即质量和体积以相同的倍数变化. 采用这种方式的学生已经能够认识到同种物质的物体, 其质量与体积之间的函数关系. 这是一种比较朴素地认识正比例函数的方式.

采用方式 2 的学生, 在进一步总结质量与体积两者成正比的关系时, 存在困难. 这其中的原因在于学生在数学课的学习中, 过分地使用演绎推理的方式去接受正比例关系. 在八年级上册的数学中, 学生已经学过一次函数, 包括正比例函数. 但是, 教材中呈现的方式是先给出函数的解析表达式, 说明这是什么函数, 然后列表, 作函数的图像. 学生在数学上学习正比例函数时采用的是演绎的思维方法. 相比满足正比例函数关系的数据而言, 学生往往对正比例函数的解析形式印象更为深刻. 而在物理学习中, 面对实际问题中产生的数据, 需要运用归纳的思维方法. 学生不易从数据中发现规律的原因在于归纳思维的训练不足. 通过对实验数据的处理, 学生运用归纳的思维方式, 建构出密度的概念.

**方式 3:** 认识到比值的不变意味着某种物质属性的存在. 能想到比较质量与体积的比值或者体积与质量的比值, 其实是不太容易的事情. 有些学生是

因为预习了才采取这种方式,问其为什么用比值,又说不清楚。

**方式4:**通过描点作图的方法归纳出函数解析式,抽象出函数解析式的过程.不仅在物理学习中,在真正的科学研究中,图像法也是发现新问题、归纳物理规律的有效途径。

在实际教学中,采用方式2和4的学生较多,而采用方式3的学生较少,原因是方式3需要结合一定的直觉和猜想。

除了方式1,其他几种方式都能通过不同渠道,发现质量与体积之间的函数关系,并抽象出密度的概念,都属于归纳推理的思维方式.归纳推理是一种从特殊到一般的推理.这种方式更接近探究与发现问题的实际情境.问题的本来面目是以一组组测量质量与体积的数据呈现的.归纳推理解决的是怎样从众多数据中找出规律或者某种函数关系。

在课堂中通过不完全归纳的方法找到规律,形成概念之后,可以进一步引导学生运用演绎的思维方式,验证结论.学生已经通过归纳推理,发现了相同物质的物体质量和体积之间的关系.在得到规律之后,再引导学生有意识地用得到的规律进一步预测实验结果,参见表2.之后再增加两次实验,测量第4个铁块和第4个铝块的质量和体积,并与预测的实验结果相对比。

表2 运用规律预测实验数据

实验序号	实验对象	质量 $m/g$	体积 $V/cm^3$
7	铁块4	?	12
8	铁块4	?	12

这便是演绎推理的运用.若采用方式2,则根据体积变化的倍数,预测质量的变化倍数,算出对应的质量值,然后实际测量验证.若采用方式3,则由表1实验中算出的比值和测得的体积值计算出待测物体的质量,然后实际测量验证.若采用方式4,则在实验图线中,在直线上找出相应的点对应的质量值.在实际教学中,部分学生在进行以上实验时已经不自觉地开始预测实验结果了.这种心理体验有助于形成良好的科学素养。

### (3) 归纳中蕴含比较

在密度概念学习中,学生容易产生认识上的误区,认为既然密度是质量与体积的比值,那么物质的密度将随物体的质量或体积的改变而改变.上述误区产生的原因是没有正确理解比值法定义物理量的物理意义。

根据实验数据,学生不难归纳出第一条结论:同种物质组成的不同物体,其质量和体积的比值是相同的.进一步引导学生在归纳中进行比较,比较对于不同物质组成的不同物体,这个比值相同吗?通过归纳和比较,得到第二条结论:对于不同物质组成的不同物体,其质量与体积的比值一般是不同的.得出这两条结论的过程反映出比较思维中的“异中求同”和“同中求异”.通过归纳和比较,学生领会到利用这个比值的不同,可以区分不同的物质.换句话说,这个比值反映出物质的某种属性,这样也就不难理解密度的物理意义了。

从以上可以看出,科学建构密度概念的过程中归纳的思维方法占了很大比重.但在实际教学中,演绎推理常常占的比重过大,而忽视了学生归纳能力的培养.归纳能力是建立在实践基础上的,归纳能力的培养可能更多地依赖过程的教育,依赖于经验的积累,而不是结果的教育.这对于物理教学中怎样培养学生的创新能力也有启发意义。

### 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.义务教育教科书 八年级物理.北京:人民教育出版社,2012
- 2 阎金铎主编.义务教育课程标准实验教科书 八年级物理.北京:北京师范大学出版社,2003
- 3 人民教育出版社物理室,中国教育学会物理教学专业委员会编著.九年义务教育三年制初级中学教科书 第一册物理.北京:人民教育出版社,2001
- 4 徐晓梅,刘燕.“密度”概念的探究式教学设计.物理教师,2002(12): 18 ~ 19
- 5 王爱生.“密度”概念引入教学的研究.中学物理教学参考,2008(9): 51 ~ 53
- 6 魏能新.密度学习困难的成因与教学对策.广东教育,2009(2):45
- 7 梁海燕.关于“密度”概念的教学.青海教育,2003(11): 42 ~ 43