



“吸”“容”有别 “授”“受”分清

——从比热容教学困惑想起

徐 勇 孟照顺

(苏州高新区实验初级中学 江苏 苏州 215011)

(收稿日期:2021-04-12)

摘 要:比热容是初中物理授受难度最大的概念之一,多年来由于理解上的偏差造成许多教师在教学设计上思路显得模糊,概念建立生硬晦涩,考查问题设置牵强,许多学生学习时囫圇吞枣.为走出这一概念教学与考查的误区,建议厘清“吸”“容”之别,“授”“受”分清.

关键词:比热容 吸热能力 容热本领 “授”“受”分清

比热容是物质的一种热学属性,因其比较抽象,且与质量、温度的变化量、吸收或放出的热量等多个变量有关,成为初中物理教学中“授”“受”难度最大的概念之一.为突破此教学难点,课程标准明确提出让学生“通过实验,了解比热容,尝试用比热容说明简单的自然现象”,各种版本教材也力求通过对生活现象的分析及实验探究“比较不同物质的吸热能力”引入比热容这一概念,并通过一个完整的探究过程引导学生建构比热容的概念,但这一教学设计本身存在误区,将“吸热能力”与“容热本领”混为一谈,致使教与学的思路都不够清晰,极易步入理解的误区.于此将自己对这一概念教学的点滴看法及改进意见写出与各位同仁商榷.

1 思路模糊“授”“受”不清

教材对比热容概念定义时涉及到了物质的“种类”“质量”“升高的温度”和“吸收的热量”这4个物理量,其中对“吸收的热量”因无法直接测量而采用引导学生在实验中用相同的酒精灯(或其他热源)来加热,通过比较加热时间长短来比较吸收热量的多少,运用这种转换的思想本是科学可行的,但很多教师在教学设计时却由此理想化地认为在相同时间内,质量相等的水和沙子吸收的热量一样多,进而根据沙子温度升高得多而引导学生通过比较它们温度

升高的多少来判断物质的吸热本领强弱,并由此得出水的吸热本领强这一结论,如此显得非常生硬与牵强.实际教学中笔者发现学生们根据这一实验数据往往得出与教师截然相反的错误结论:质量与初温相同的水和沙子,用相同的酒精灯(热源)(图1)加热相同时间,沙子的温度升高得多,由此得出沙子的吸热能力比水强.而教师们的意图是通过这一实验现象引导学生得出水的吸热能力强的结论,并解释因为水的温度升高的低故其吸热本领强,理由是温度升高的低的物质如果也升高到相同的温度,还要继续加热,就说明它的吸热本领要强,进而引出为了描述不同物质的这种性质引入了比热容这一概念.如此教学与解释很难达成引导学生在实验结论和比热容概念之间建立联系并理解其意义的目的,其实就是教师自己也觉得如此解释显得很牵强,显得“授”“受”不清.

既然设计实验的前提假设是认为用相同热源加热相同时间吸收相等热量,那么将水和沙子加热相同时间就意味着吸收的热量相等,类比速度定义可以得出其单位时间吸收的热量相同,理应得出吸热本领相同才对,只是二者吸热升温快慢不同而已.无法就此得出水的吸热能力就强.设置此实验现象只能解释为相同质量的水和沙子吸收相同热量,沙子温度升高的快而已,并不能说明水的吸热能力强.为

何会出现如此理解的偏差呢?究其原因根本就在于将“容”热本领与“吸”热本领混淆所致.

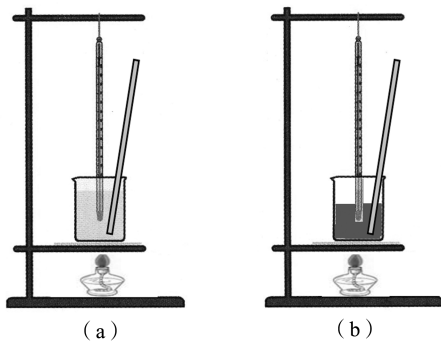
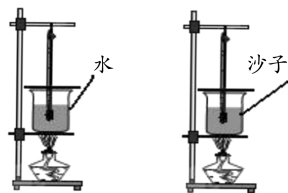


图1 用酒精灯加热水和沙子



(a) 用酒精灯加热水和沙子



(b) 海水与海滩

图2 题图

2 “授”“受”不清 模糊考查

因比热容这一概念与学生的生活实际密切相关,且实验探究过程比较完整,非常利于对学生实验探究能力、应用物理知识解决实际问题能力的考查,多年来各地中考对此探究实验考查较多,但由于教学设计的偏差,许多试题的问题设置也显得含混不清,举例如下.

【例1】(百度一下便可发现近几年各类考试中考查比热容较多的一个试题)小强同学是一个喜欢思考的学生,他想不同种类物质的吸热能力是否会不同呢?于是他取了沙子和水这两种不同物质研究它们吸热能力的差异.他设计了如图2(a)所示的实验装置.使用的实验器材有两个酒精灯、两个金属盒、温度计……在完成每一个实验步骤时要考虑很多问题,下面是小强的实验步骤,请根据要求补充完整.

(1)先测量_____ (选填“体积”或“质量”)相同的水和沙子,所以实验时还需要的器材是_____.

(2)在实验时只要控制_____ (选填“加热时间”或“温度变化”,下同)相同就可以确定水和沙子吸收了相同的热量;加热完成后只要比较它们_____多少就可以比较出沙子和水吸热能力差异;若在实验时发现,沙子温度升高的比水多,则吸热能力较强的是_____.

(3)根据小强得出的结论,结合图2(b)的信息,此时是_____ (选填“中午”或“夜晚”).

参考答案:(1)质量,天平;(2)加热时间,升高的温度(Δt),水;(3)中午.

上述试题考查设置的问题试图通过对两种相等质量的不同物质加热相同时间、吸收相等热量升温快慢的不同而要求学生得出升温慢的物质吸热能力强的结论,但能真正理解这一结论的学生少之又少,大部分学生只是强记了教师教学中给予的结论而已,如此便失去了通过实验考查学生分析与解决问题能力的初衷,也削弱了通过实验考查促进实验教学的导向作用,要想走出这一概念教学与考查的误区,必须厘清“吸”“容”之别.

3 “吸”“容”有别 “授”“受”清晰

实际教学与考查中之所以会出现上述偏差,其根源就在于没有搞清“吸热能力”强弱与“容热本领”大小的区别.“物质的吸热能力”实为物体吸收热量的本领,与“物质的比热容”是两个互不相干的概念,教材中把实验叫做“比较不同物质的吸热能力”极易造成学生将二者等同起来,进而影响对比热容概念的建构,而且教材将吸热能力强的物质说成比热容就大,这本身就是教学上的一个误区.因为通过上述实验探究我们能够得到的结论只是“质量相等的水和煤油,吸收相同的热量,水的温度上升的比较少”,由此仅能得出煤油吸热升温快,进而由此推理得出要使质量相等的水和煤油升高相同的温度,需要对水加热更长的时间,亦即水需要吸收的热量多,在此基础上引导学生分析得出:在其他因素相同的情况下,水比沙子能够容纳更多的热,即不同的物质“容热本领”不同,为了描述物质的这种热学性质,找出比较相同质量的不同物质升高相同温度需要吸收热

(下转第11页)

$$\text{式中} \quad \beta = \frac{v}{c}$$

同样由于多普勒效应,光源 S 接收到的光子频率为

$$\nu_i = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \nu'_i = \frac{1+\beta}{1-\beta} \nu_{0i}$$

光子数和光速在 S 系和 S' 系中是不变量,但“单位时间”在 S 系和 S' 系中有不同标准.若 S 系中一个单位时间内发出 n_{0i} 个光子,由于时间膨胀效应,S' 系中认为这个过程所经时间是 S 系中一个单位时间的 $\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ 倍.故从 S' 系看来,在单位时间内

光源发出的光子数为

$$n'_{0i} = \sqrt{1-\beta^2} n_{0i}$$

S' 系中的观测者认为光源一面以速度 v 朝自己运动,一面不断发射光子,如图 5 所示,单位时间内(S' 系的时间)由 S 发出的光子一定处于图中的画斜线的区域内,该区域中光子的总数为 n'_{0i} ,它们在 $\Delta t'$ 时间内全部到达 S'.

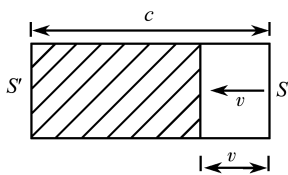


图 5 在 S' 系中观察的情形

(上接第 3 页)

量的多少(容热本领)的方法——吸收热量 Q 除以质量 m ,再除以升高的温度 Δt ,得到单位质量的某种物质温度升高 1°C 所吸收的热量 $\frac{Q}{m\Delta t}$,不同的物质,这一比值一般不同,它能够反映出不同物质对热(内能)的容纳本领,我们将这一比值叫做物质的比热容,它反映的是物质的容热本领大小,而非吸热能力强弱.

因此,笔者认为将课本“比较不同物质的吸热能力”实验名称改为“探究物质的比热容”或说成“探究不同物质的容热本领”更为恰当,既点明了实验目的,又突出了比热容概念.进而由此引导学生对观察到的实验现象“同质量、同初温的水和煤油,用相同的酒精灯加热,煤油的温度升高得快”是因为煤油比水的容热本领小,即煤油的比热容比水小,如此学生学习就不会犯糊涂了.如果教师在教学中再将其形象地打个比方:两个容纳水(热)的容器,它们等高但底面积不相等,若装入等质量的水,容积(容热本领)

由图可知 $\Delta t' = \frac{c-v}{c}$,故在 S' 系中单位时间内到达反射体的光子数为

$$n''_{0i} = \frac{n'_{0i}}{\Delta t'} = \frac{c}{c-v} \sqrt{1-\beta^2} n_{0i} =$$

$$\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta} n_{0i} = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} n_{0i}$$

S' 系中单位时间内有同样多的光子被反射出去,对 S 系中的观测者,反射体 S' 以速度 v 朝自己运动.同理,单位时间内(S 系中的时间)S 接收到的反射光子数为

$$n_i = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} n''_{0i} = \frac{1+\beta}{1-\beta} n_{0i}$$

于是 S 接收到的光功率为

$$P = \sum_i \left(\frac{1+\beta}{1-\beta} n_{0i} \right) \left(\frac{1+\beta}{1-\beta} \right) h\nu_{0i} =$$

$$\left(\frac{1+\beta}{1-\beta} \right)^2 \sum_i n_{0i} h\nu_{0i} = \left(\frac{1+\beta}{1-\beta} \right)^2 P_0$$

显然,S 系接收到的反射光的功率大于发射出去的光功率.这是由于反射体受到光压作用,为维持反射体的匀速运动,外力必须做功,此功转变为发射光的能量.

参考文献

- 舒幼生,胡望雨,陈秉乾.物理学难题集萃[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2014.8

小的,水位就升高(温度变化)得多;若两容器中水位升高(温度变化)一样,容积(容热本领)大的容纳的水(内能)就多,即其比热容就大,亦好比一个人的胸怀,胸怀宽广的,能容纳的事情就多而不发火,心胸狭窄的,一点小事就发火,比热容大的相同情况下能够容纳更多的热量而温度却改变的小,比热容小的容纳一点热量温度就升高很多.在此基础上引导学生讨论分析得出沿海地区的气温变化没有内陆地区明显,其根本原因在于沿海地区水多,而水的比热容较大,在相同受热情况下,其容热本领较强,故温度变化较小;汽车发动机里面用循环流动的水来进行冷却也正是因为水的容热本领大,在同样条件下,它可以吸收(容纳)更多的热(内能)循环带出散发,从而起到更好的冷却效果等等,如此类比与演练,悄然化解这一教学难点.

实践证明,厘清“吸”“容”之别,方能有效突破“比热容”这一概念教学难点,准确表达,“授”“受”清晰,效果更好.