

初中阶段质量概念的建构

孟 岩

(北京市第一七一中学 北京 100013)

王晓京

(北京市东城区教育科学研究院 北京 100009)

(收稿日期:2021-07-01)

摘 要:质量是建构学生物质观的一个重要概念,在初中阶段学生原有的认知结构中,质量概念是依据生活经验建立的,其本质只是“重量”的概念.设计了一个依托问题情境的教学环境,在历史发展的背景下,以问题链的形式引导学生建构质量概念,并为高中阶段进一步建构质量概念做好铺垫和支持.

关键词:初中 质量 概念建构

1 建构质量概念的教学意义

世界最本质的属性是物质的,因此“质量”作为描述这一基本属性的物理量,是物理学乃至整个自然科学的基本概念^[1].同时“物质”也是物理学科核心素养中物理观念的重要组成部分,因此对于质量概念的学习,是学生逐步形成物质观所必需经历的一个重要环节.从历史的角度来看,人们在生产生活中首先建立了“重量”的概念,然后随着力学的发展,又逐步建立起“质量”概念,在近代物理学不断地发展中,质量概念又有了更为丰富和全面的描述.因此,学生建立质量概念的过程,也是在落实科学思维中所提及的“从物理学视角对客观事物的本质属性的认识方式”.

2 建构质量概念的教学策略

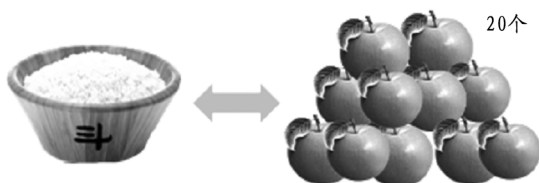
质量概念是在发展中逐步建立起来的,因此,学生在初中阶段第一次学习质量概念时,教师也应采用一定的策略对质量概念进行逐步地建构,而不是直接告诉学生一个模糊的概念.这就需要学生在头脑中以理解为前提,对生活中的重量概念逐步建构,在物质观的高度重建质量概念.建构主义认为,知识是个体与环境交互作用中逐渐建构的结果.在课堂教学中,个体指学生,环境则是具体的教学情境.笔者认为能够引发学生思考、发展学生高阶思维的问题情境,能够更好地发挥出建构的作用.

“问题情境”中的“境”,是客观环境,“情”则是人的主观心理.创设问题情境,就是教师要精心设计一定的环境条件,引发学生的认知冲突,使学生面临某个迫切需要解决的问题,从而激起学生疑惑、惊奇、诧异的情感,进而产生一种积极探究的愿望,引起积极思维^[2].教师创设问题情境,并依托情境设计出呈现递进关系的问题链,从而在问题链的引领下引导学生积极思考,建构新的概念.同时,由于质量概念是在人类社会发展和科学发展的过程中,逐步建立起来的,所以,教师设计的问题情境可以依托历史的发展轨迹.下面是笔者根据以上构想设计的初中阶段关于质量概念建构的教学设计.

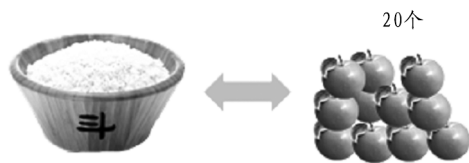
3 建构质量概念的教学设计

本设计由两个问题情境组成,每个问题情境引领一个问题链.

情境 1:在古代人们常常通过“物物交换”来获得自己需要的物品.甲和乙两人进行大米和苹果的交流,他俩规定:“一斗米”换“20个苹果”.第一次交换很愉快,但是第二次却……(如图1所示,每个苹果比第1次要小不少)



(a) 第1次交换



(b) 第2次交换

图1 “物物交换”情境

情境1的设计背景来源于历史,质量概念的形成就是起源于人们对物质含量多少的思考.在古代,当人们在进行物物交换等活动时,就产生了判定物质含量多少的迫切需要^[1].此情境让学生经历人类社会最初的物物交换,并通过教师预设的问题,感受判定物质多少的方式及其不足,这是建构“质量”的基础.具体问题链设计如下.

问题1:你认为甲还愿意去换苹果吗?为什么?(预设回答:不愿意,因为苹果变小了)

问题2:你认为他们对于苹果的多少是如何度量的?(预设回答:苹果的数量)

问题3:你认为通过数量的多少来度量物体的多少,可能会存在什么问题?能举个例子吗?

(预设回答:对于大小不固定的固体、细小的固体以及液体不方便使用具体的个数来确定)

以上3个问题旨在引导学生发现,对于物体数量的比较是人们生活中所必须的,但是仅通过数量来进行物体多少的比较,在某些情况下是不准确的,进而激发学生积极思考更好的比较方式.

问题4:你认为他们对于大米的多少是通过大米的个数来度量的吗?(预设回答:不是)

问题5:他们是通过什么方式来度量大米多少的?(预设回答:体积)

问题6:这种方式度量大米的多少会出现比较大的偏差吗?(预设回答:不会)

问题7:你认为通过体积来度量其他物体的多少,可能会存在什么问题?能举个例子来说明吗?(预设回答:形状不规则、大体积的固体,热胀冷缩、物态变化的影响等)

以上4个问题重现了古人对体积作为度量物质多少的思考.古人在交换物品的过程中,找到了可以使用的两种方式:重量和体积.尽管体积可以在贸易中成为物质多少的衡量方式,但人们发现,有时当体

积变了,物质本身却没有变,例如在水变成水蒸气或水变成冰的时候^[3].

问题8:不管是大米、苹果还是其他物体,它们虽然是不同的东西,但都是由物质构成的,虽然“数量”和“体积”在日常生活中的某些情形下可以用来度量物质的多少,但它们都有一些缺陷.那么我们可以用什么方式能够避免上述缺陷,从而比较准确地度量物质的多少呢?

针对这个问题,教师可以引导学生思考这种度量方式应该满足:不管发生什么情况(温度、形状、物态等变化),只要这个物质的多少没有变化,度量物质多少的参数就不会变化.预设学生会回答出重量或质量,虽然有可能回答出“质量”,但此时学生对于“质量”的认识从本质上说还是“重量”这个概念.这个问题的作用是引出“物质”这个概念,并通过模糊的“守恒”思想,建构学生头脑中对于物质的量的衡量标准的思考.

问题9:如果利用重量来度量物质的多少,该如何设计一个大米和苹果的交流方式呢?请你设计一个比较公平的交换规则,并说出所需要的比较仪器.(预设回答:等重量交换,利用天平,比如10斤米换10斤苹果;或者按比例交换,比如用10斤米换15斤苹果)

问题10:单独一个天平可以完成等重量的比较,但是它只能比较重量的大小,却不能具体量化重量的多少.我们可以如何改进,来比较精确地得到10斤米和15斤苹果,从而进行交换呢?

以上两个问题设计的目的是引出质量测量的标准.问题中“单独”两字是暗示学生改进的方向,进而确定比较的标准,引导学生“创造”出天平和砝码,为后面测量质量的教学铺垫思维基础.接着,教师总结到:“对不同的物体,性质虽然不同,但它们的重量总是可以比较的.古时候的人们为此发明了天平和秤等称量工具.我国从汉代开始就以北方所产黑色黍谷粒的重量为标准,100粒重为1铢,24铢为1两,16两为1斤.现在甲乙两人达成了新的交换规则——10斤米换15斤苹果”.至此,第一个情境所引发的问题链就告一段落了,学生在这个问题链的引领下,以描述物质多少为目的,建构了“重量”

概念,并“创造”出了测量重量的方法.

在历史上,最初人们把重量看作是一切物体共有的特性,随着天平与秤等称量工具的出现与应用,用来判定物质多少的重量逐渐与具体的物体相脱离,而成为它们共同抽象的性质^[1].此情境再现了人们对于重量概念的进一步理解与应用,从而印证了学生思维的方向与历史发展的吻合,对学生积极的思考起到了正强化的作用,树立了学生的自信.但尽管重量和体积可以在贸易中成为物质多少的衡量方式,但这两者都无法成为自然哲学或者是科学意义上的“物质的量”的统一度量标准^[3].接下来的第二个问题情境,就要在学生的头脑中建构科学意义上的“物质的量”的统一度量标准.

情境 2:在商议新的交换规则时,甲曾想用等重量的大米与苹果进行交换,但是被乙断然拒绝了.显然,产生 10 斤大米所付出的人力物力成本,要高于产生 10 斤苹果所付出的成本,这就如同一个 1 斤重的铁块和一个 1 斤重的铜块,他们由不同的物质构成,颜色不同、体积不同、价值也不同.那么它们相同的重量到底意味着什么呢?我们该如何思考呢?

情境 2 基于情境 1 中的问题,将学生对于质量含义的思考由生活情景,拉到了物理情景中来,为学生建构具有科学意义的质量概念起到了铺垫的作用.接下来的问题链依次展开.

问题 1:我们在地球表面可以利用天平测量重量,那如果我们乘坐宇宙飞船来到外太空,在不受任何星球引力的情况下,还可以用天平来测出重量吗?为什么?(预设回答:由于没有地球等星球的吸引力,无法测出来)

问题 2:之前,我们用“重量”的大小来描述物质的多少.但是在太空中用天平测不出重量了,是否就意味着重量为零呢?(预设回答:在太空中物质并没有消失,物质的量应该没有变化,只是用天平无法测量了)

问题 3:看来我们之前建立起来的“重量”概念,还不能全面的定义物质的多少.那么该如何定义物质的多少呢?

问题 4:不管物质种类是否相同,你认为相同重量的物体,能否产生一个相同的效果呢?如果可以

的话,那是一种什么效果?

以上两个问题引发学生的深度思考,问题具有开放性,学生可能有多种回答,或者不知如何回答.教师可以通过下面的演示实验,引导学生从运动状态的角度来分析.

实验装置如图 2 所示,在水平木板的一端固定一个弹簧,将小车挤压弹簧后放手释放,小车在弹簧弹力的作用下可以沿木板做直线运动.在小车上分别固定质量相等的铁块 1 和铜块 2,以及质量更小一些的铜块 3.分别用小车挤压弹簧至相同位置,使得每次弹簧的形变量相同,然后释放小车,观察 3 次小车在木板上运动的距离.小车的运动距离与小车获得的初速度之间的关系,初中学生还无法对其进行推导,因此教师可直接告知学生:运动得越远,说明物体在弹簧作用下获得的速度越大.学生对这个定性规律的认识与生活中的经验是吻合的,基本上不存在认知障碍.通过上述实验现象的对比,学生应该可以总结出:相同的力的作用下,重量越小的物体获得的速度越大,且速度与这个物体由什么物质构成无关.问题 4 的答案也就随之产生,学生应该可以回答出在相同作用力的情况下,用物体产生的速度的大小来度量物质的重量.

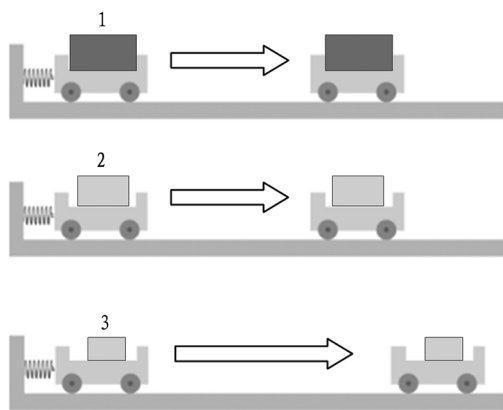


图 2 研究惯性与质量的关系

接下来,教师进行总结并正式引出“质量”概念:用同样大小的力作用在物体上,质量大的物体获得的速度小,质量小的物体获得的速度大,相同质量的物体,获得的速度相同,它们之间是有准确的定量关系的,这个我们高中时再去学习.看来我们找到这个“效果”了.为了区别之前的“重量”,把这个用力和运动状态来度量“物质多少”的物理量,叫做“质量”.

至此,质量概念正式的被引出.然后教师可以播放王亚平在太空授课中测质量的视频,印证了问题1在太空中测量质量的可行性.以上环节教师对学生“模糊”地渗透“惯性质量”,但是并没有明确“惯性质量”这个名词.因为对于初中学生来说,准确地理解“惯性质量”是超出其认知范围的.但笔者认为,仅仅把初中教材中对于质量概念的描述“物体所含物质的多少”直接告知学生,学生是不太能够从物质观的角度来理解质量概念的.因此,以上设计只是把质量的本质含义在学生的头脑中种下一颗种子,让学生感受到质量原来是可以这样度量的,待到高中时,这颗种子必然会随着学生学习牛顿运动定律时萌发成长.在人教版高中物理必修一讲解牛顿第一定律时写到:“描述物体惯性的物理量是它的质量”,已经明确的提出了惯性质量的概念.教材中还写道:“在初中,我们把质量理解为物体所含物质的多少;现在又从物体惯性的角度认识质量.我们对于科学概念的认识就是这样一步一步深入的.”^[4]

在以上整个建构概念的过程中,学生随着历史发展的脉络,对质量有了更深入的认识,发展了学生的思维.最后,教师可以进行一个阶段性的总结:“一个1斤重的铁块和铜块,他们由不同的物质构成,也许他们的形状、体积、位置、状态也都不同.但它们相同的质量到底意味着什么呢?随着我们逐渐的学习,同学们在高中阶段和大学阶段,自然会有更进一步的认识和感受”.

4 结束语

质量概念的确立是牛顿力学体系构建过程中的重要一环;对引力质量与惯性质量的追索,又是爱因斯坦建立广义相对论的出发点^[1].如此重要的概念,需要学生在头脑中以理解为前提,从生活中的认识逐步建构,在物质观的高度重建质量概念.这个建构过程会经历初中、高中和大学3个阶段.本文所述的初中阶段质量概念的建构,就暂告一段落.此时学生们的头脑中关于质量的概念是“模糊”的,但是学生经历了建构的过程,并且意识到他们认识的质量概念是“模糊”的.当学生们在高中时学到牛顿运动定律时,他们便会对这个模糊的质量概念有了更加准确的认识;当他们在大学时学到爱因斯坦提出的质速关系和质能关系时,他们头脑中的质量概念更会再一次被刷新.

参考文献

- 1 赵新鸿. 浅谈物理学中的“质量”概念及其演变[J]. 物理教师, 2002(8):46~47
- 2 乔际平, 邢红军. 物理教育心理学[M]. 南宁: 广西教育出版社, 2002. 211
- 3 穆雯茜. 质量概念的起源与建立[D]. 南京: 南京大学, 2013. 8
- 4 人民教育出版社, 课程教材研究所, 物理教材研究开发中心. 普通高中教科书物理必修(第一册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019. 81

Construction of Quality Concept in Junior Middle School

Meng Yan

(Beijing No. 171 Middle School, Beijing 100013)

Wang Xiaojing

(Beijing Dongcheng Academy of Educational Sciences, Beijing 100009)

Abstract: Mass is an important concept in constructing students' material view. In the original cognitive structure of junior middle school students, the concept of Mass is established on life experience, and perceived only as "weight". This paper designs a teaching environment based on problem situation. Under the background of historical development, students will be guided to construct Mass concept in the form of problem chain, which in turn will pave the way for them to understand the concept of Mass again in senior high school.

Key words: junior middle school; mass; concept construction