教学论坛

物理观念评价的实例、诠析与评述

杨亚芳 （绍兴市教育教学研究院 浙江 312000）
蔡铁权 （浙江师范大学科学教育研究中心 浙江 321004）

摘 要 物理学科核心素养评价研究中，物理观念评价的研究亟待引起重视。在已建立的物理观念评价理论指导下，依据构建的评价模型和知识维、认知过程维的二维评价分类表，对物理观念的12个维度编选了实例，并在分类表中做出归类，同时进行了简要的诠释与分析。遵从多元评价的理念，对开放性试题等进行了简要的介绍。物理观念评价与物理学科核心素养为整体的评价具有内在的一致性，物理观念评价与物理学业质量标准是对应的，物理观念评价与物理学科能力的内涵是相对称的。这就为物理观念评价理论、模型、分类表、实施过程等提供了全面的内容。

关键词 物理观念 教育评价 评价实例 诠析 评述
文章编号 1002-0748(2025)9-0002 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

在《物理教学》2025年第5期的“物理观念评价的理论基础和模型建构”一文中，针对目前在物理学科核心素养的评价方面缺乏对物理观念评价的专门研究，提出在综合了安德森(Lorin W. Anderson)等在布卢姆(Benjamin S. Bloom)教育目标分类学基础上的修订版、彼格斯(John B. Biggs)和科利斯(Kevin F. Collis)的学习质量评价：SOLO分类理论以及马扎诺(Robert J. Marzano)和肯德尔(John S. Kendall)的新教育目标分类学等评价理论而形成的物理观念评价的理论基础；构建了物理观念维度、知识领域维度和认知过程维度组合而成的物理观念评价的三维模型以及相对应的由知识维度和认知过程维度构成的物理观念评价的二维分类表，并对模型和分类表做出了明确的诠释[1]。在此基础上，对物理观念评价的基本方式包括测试、开放式命题、项目式学习、跨学科主题以及观察、访谈、档案袋等做出不同程度的介绍和诠释，其重点则在测试与开放式命题的实例显示和诠析上，因为在物理教学实践中，这是最常见也是最受重视的评价方式与方法。希冀我们的工作能引起广大物理教师对物理观念评价的关注与进一步深入研究，更期望“观念为本”的物理教学能得到物理教育研究者和一线教师的注目，或试验，或批评，或指教，或探讨，这是我们所期盼的。

1 物理观念各维度与相应分类的测试实例与诠析

物理观念评价中的测试实例的呈现方式，如果以模型的三个维度和二维分类表中的每个分类交点进行全部显示，内容庞杂，篇幅太大，不是一篇论文所能容纳的，如果只选择其中的某些维度和分类交点，又显得片面而单一。现在我们以物理观念的12个维度作为基本依据，与知识维度和认知过程维度构成的二维分类表相结合，既考虑到物理观念维度的完整性，又照顾到二维分类表30个交点的基本覆盖，这样既不会遗漏重点或要点，又可尝脔知鼎、窥一斑而知全豹，也不会造成内容过于繁杂或部分重复。对实例的诠析侧重于点明所反映的物理观念内涵与二维分类表中的位置，力求明晰确切，便于理解。对测试题的选取，考虑到题目的科学性、可行性和典型性，尽量选取近年来全国或部分省(市)的高考试题，其中也有少量自编题，所选高考题都有明确标明，自行命制的测试题，都经过仔细审核并请一线老师校对。

1.1 自然本质的观念

19世纪以来，经典物理学的大厦已经完美地建成，牛顿力学的成就以及由此形成的对自然本质的观念也牢固地建立，人们对“连续的自然观”已是坚信不疑。1900年，一朵在热力学上空的“疑云”一声霹雳，降生了量子论。以后，“自然界不是连续的”量子观念宣告确立，人类对自然本质的认识被彻底颠覆。

例1 (2024年湖南卷第1题)量子技术是当前物理学应用研究的热点，下列关于量子论的说法中正确的是 ( )

中国知网 https://www.cnki.net

(A) 普朗克认为黑体辐射的能量是连续的

(B) 光电效应实验中,红光照射可以让电子从某金属表面逸出,若改用紫光照射也可以让电子从该金属表面逸出

(C) 康普顿研究石墨对X射线散射时,发现散射后仅有波长小于原波长的射线成分

(D) 德布罗意认为质子具有波动性,而电子不具有波动性

本题涉及黑体辐射、光电效应、X射线散射和物质波,都与量子观念相关,是一组相关概念;在认知过程中,主要是对这组概念进行区分与辨别,在分析层级,本题测试水平在二维分类目标中位于3.3点(下面只标明所位于的点)。

例2 关于太阳系行星运行的规律,下列理论中正确的是　　(　　)

(A) 托勒密的《天文学大成》

(B) 奥古斯丁的《上帝之城》

(C) 哥白尼的《天球运行论》

(D) 开普勒的《新天文学》

本题关注的是物理学史上的事实,时间、空间的变化关系和测量数据;认知的要求在识别与记忆,位于1.1点。

1.2　理论观念

物理观念是物理学理论的最高表现形式,是物理实在的正确表征,物理学在发展的漫漫征途中,不断地出现新的理论,代表着当时物理学的发展水平和物理学家对物理学现象与事实的理解和解释。随着物理学的发展,有些理论被证实为错误的,但却不能否定其在物理学发展史上的贡献和地位。

例3 下列学说或理论中哪些在物理学的发展进程中曾起过积极的作用和作出过贡献　　(　　)

(A) 古希腊德谟克利特提出的原子论

(B) 热力学发展过程中出现过的热质说

(C) 在电磁场理论建立过程中的以太学说

(D) 牛顿提出的光的粒子理论

对上述各种学说或理论,不但要深入理解其内涵,还必须放在物理学发展过程中去历史地确认其地位和作用,是一种理论的运用,应用于对物理学现象的解释;对这些学说的把握,应该上升到观念的层级才能正确地认识,位于5.5点。

1.3　宇宙观念

人类很早就对我们所在的地球、太阳系乃至宇宙产生兴趣,中国古代的浑天说、盖天说和古希腊对宇宙的推测,直到今天,对宇宙的真相尚莫衷一是,对宇宙的认知方兴未艾,对宇宙的创生与演化也是众说纷纭,构成了宇宙理论的五彩缤纷,也对物理学家提出了严肃的课题和进行严峻的考验。

例4 (2024年6月浙江卷第8题)与地球公转轨道"外切"的小行星甲和"内切"的小行星乙的公转轨道如图1所示,假设这些小行星与地球的公转轨道都在同一平面内,地球的公转半径为R,小行星甲的远日点到太阳的距离为R_1,小行星乙的近日点到太阳的距离为R_2,则　　(　　)

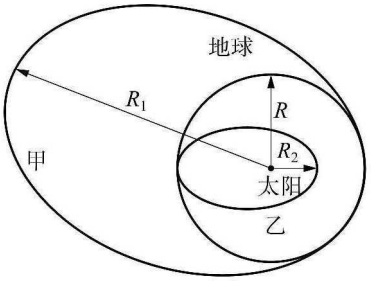


图1

(A) 小行星甲在远日点的速度大于近日点的速度

(B) 小行星乙在远日点的加速度小于地球公转加速度

(C) 小行星甲与乙的运行周期之比$\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{R_1^3}{R_2^3}}$

(D) 甲乙两星从远日点到近日点的时间之比$\frac{t_1}{t_2}=\sqrt{\frac{(R_1+R)^3}{(R_2+R)^3}}$

牛顿的万有引力定律是解答本题的主要理论依据,涉及小行星运动速度、加速度与时间的比较,是对核心概念的解题运用;需要对相关概念实现整合,综合解决问题,位于4.4点。

1.4　时空观念

牛顿运动定律必须在绝对的时空中才能成立,伽利略变换是这种时空观念的具体体现,爱因斯坦的狭义相对论中,这种时空变换关系必须应用洛伦兹变换。物质及其运动决定了时空的性质,时空性质又决定了物质运动的规律,时空是物质存在的基本形式。

例5 (2024年北京卷第21题)科学家根据天文观测提出宇宙膨胀模型:在宇宙大尺度上,所有的宇宙物质(星体等)在做彼此远离运动,且质量始终均匀分布,在宇宙中所有位置观测的结果都一样。以某一点O为观测点,以质量为m的小星体(记为P)为观测对象。当前P到O点的距离为r_0,宇宙的密度为ρ_0。

中国知网　https://www.cnki.net

(1) 求小星体 P 远离到 $2r_0$ 处时宇宙的密度 ρ；

(2) 以 O 点为球心，以小星体 P 到 O 点的距离为半径建立球面。P 受到的万有引力相当于球内质量集中于 O 点对 P 的引力。已知质量为 m_1 和 m_2、距离为 R 的两个质点间的引力势能 $E_p=-G\frac{m_1m_2}{R}$，G 为引力常量。仅考虑万有引力和 P 远离 O 点的径向运动。

a. 求小星体 P 从 r_0 处远离到 $2r_0$ 处的过程中动能的变化量 ΔE_k；

b. 宇宙中各星体远离观测点的速率 v 满足哈勃定律 $v=Hr$，其中 r 为星体到观测点的距离，H 为哈勃系数。H 与时间 t 有关，但与 r 无关，分析说明 H 随 t 增大还是减小。

其中第1小题由宇宙膨胀模型，同一球面上质量分布相等得出，是相关概念的整合，故位于3.4点。第2小题中的a问由小星体 P 与系统的力和运动的条件，通过能量转化，找出引力势能与动能之间的内在联系，实施归纳得出结果，位于3.4点。而b问则根据哈勃定律，由膨胀模型中动能变小和半径增大求解，是规律的理解，位于3.2点。

1.5　运动观念

对运动的研究，从古希腊的亚里士多德就开始了，经过笛卡尔、伽利略到牛顿，经典力学体系建立，宏观、低速运动体系中确定性的运动规律已经完备。爱因斯坦提出相对论，建立了物体在高速运动时的规律，量子力学又对微观粒子的运动规律形成了全新的观念。

例6　(2021年1月浙江卷第9题)某一滑雪运动员从滑道滑出并在空中翻转时经多次曝光得到的照片如图2所示，每次曝光的时间间隔相等。若运动员的重心轨迹与同速度不计阻力的斜抛小球轨迹重合，A、B、C 和 D 表示重心位置，且 A 和 D 处于同一水平高度。下列说法中正确的是　(　　)

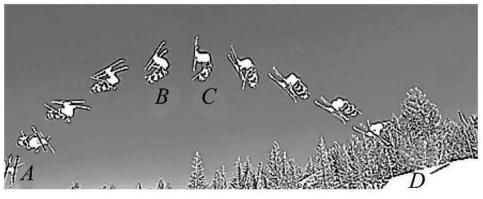


图2

(A) 相邻位置运动员重心的速度变化相同

(B) 运动员在 A、D 位置时重心的速度相同

(C) 运动员从 A 到 B 和从 C 到 D 的时间相同

(D) 运动员重心位置的最高点位于 B 和 C 中间

运动员做曲线运动，可运用斜抛运动模型及运动规律做出相应的分析，位于3.3点。

例7　如图3所示，人在河岸上用无弹性的轻绳，向左拉船，人以速度 v 匀速行进，某时刻拉船的绳索与水面夹角为 θ，则此时刻船前进的速度是多少？

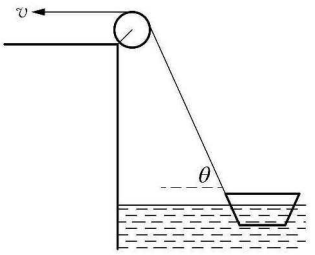


图3

如果简单地对绳拉船的速度进行水平和竖直分解，则会得到错解，因为船并不具有 $v\sin\theta$ 向上的速度；转化思维方式，从能量守恒(功率)的角度则很容易得出正确解。这是概念的创新性活用，位于3.6点。

1.6　物质观念

从古希腊的原子论，到牛顿的物质观念，尤其是1897年J·J·汤姆生发现了电子，古老的经典的物质观念产生了质的跃变，玛丽亚·迈耶和詹森提出原子核的壳层结构，盖尔曼提出了“夸克”模型，场的物质概念的提出和暗物质的登场亮相，物质观念经历了漫长又复杂曲折的演变过程。

例8　下列说法中正确的是　(　　)

(A) 中子整体呈电中性但内部有复杂结构

(B) 具有相同动能的中子和电子，其德布罗意波长相同

(C) 电磁场是真实存在的物质，电磁波具有能量和动量

(D) 光不是物质，只是光源发出的一束波

本题从多侧面多种类型的物质表现形态认识物质，形成对物质全面的认识，是一个核心概念；在运用中又必须在分析基础上进行整合，才能形成物质观念，位于4.4点。

1.7　力学决定论的因果观念

牛顿力学体系的建立及其所获得的巨大成功，导致严格的因果决定论成为当时科学的铁定的规律。量子力学的出世，特别是海森堡的测不准原理和冯·诺依曼定律，彻底地动摇了这种力学决定论的因果观念。

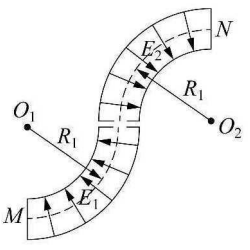


图4

例9　(2023年6月浙江卷第7题)某带电粒子转向器的横截面如图4所示，转向器中有辐向电场。粒子从 M 点

中国知网　https://www.cnki.net

射入，沿着由半径分别为 R_1 和 R_2 的圆弧平滑连接成的虚线(等势线)运动，并从虚线上的 N 点射出，虚线处电场强度大小分别为 E_1 和 E_2，则 R_1、R_2 和 E_1、E_2 应满足　　(　　)

(A) $\frac{E_1}{E_2}=\frac{R_2}{R_1}$　　(B) $\frac{E_1}{E_2}=\frac{R_1^2}{R_2^2}$

(C) $\frac{E_1}{E_2}=\frac{R_1}{R_2}$　　(D) $\frac{E_1}{E_2}=\frac{R_2^2}{R_1^2}$

只要知道了外界条件，明确了初始状态，按照牛顿力学的原理，物体的运动就是完全确定的，这里涉及相关概念。用物理原理分析和处理物理事物和解决物理问题，位于 3.5 点。

1.8　能量观念

能量观念是自然界的普适观念，反映各种自然现象之间联系和相互转化时所遵从的规律。物理学中的机械运动、热、电、磁、光、核以及化学、生命运动的各种运动形式之间的统一的和内在相关性。当代暗能量的出现，又对传统的能量观念提出了严重的挑战，随着暗能量本质的揭示，能量观念将面临质的变化。

例 10　(2023 年 1 月浙江卷第 4 题)一位游客正在体验蹦极，绑上蹦极专用的橡皮绳后从跳台纵身而下。游客从跳台下落直到最低点过程中(　　)

(A) 弹性势能减小

(B) 重力势能减小

(C) 机械能保持不变

(D) 绳一绷紧动能就开始减小

机械能中的动能、势能之间的转化与守恒，显然是核心概念问题；要求对相关的能的概念做出理解、分析，相互比较和区分，做出归属，是一种分析活动，位于 4.3 点。

例 11　(2024 年 6 月浙江卷第 5 题)一个音乐喷泉喷头出水口的横截面积为 $2\times10^{-4}\ \mathrm{m}^2$，喷水速度约为 10 m/s，水的密度为 $1\times10^3\ \mathrm{kg/m}^3$，则该喷头喷水的功率约为　　(　　)

(A) 10 W　　(B) 20 W

(C) 100 W　　(D) 200 W

在一种实际的情境中解决一个真实的问题，并且需要建立模型、进行功能转化等，是一种实践。用到的是功与能转化的观念，是一种知识形态，位于 2.5 点。

1.9　相互作用观念

相互作用是物理学中的普遍现象，力、热、电、磁、光、核之间都能产生相互作用，即使是力的相互作用也分为引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用，物理学家正致力于建立这些相互作用的统一理论。

例 12　(2024 年江西卷第 7 题)石墨烯是一种由碳原子组成的单层二维蜂窝状晶格结构新材料，具有丰富的电学性能。现设计一电路测量某二维石墨烯样品的载流子(电子)浓度。如图 5(a)所示，在长为 a，宽为 b 的石墨烯表面加一垂直向里的匀强磁场，磁感应强度为 B，电极 1、3 间通以恒定电流 I，电极 2、4 间将产生电压 U。当 $I=1.00\times10^{-3}$ A 时，测得 $U-B$ 关系图线如图 5(b)所示，元电荷 $e=1.60\times10^{-19}$ C，则此样品每平方米载流子数最接近　　(　　)

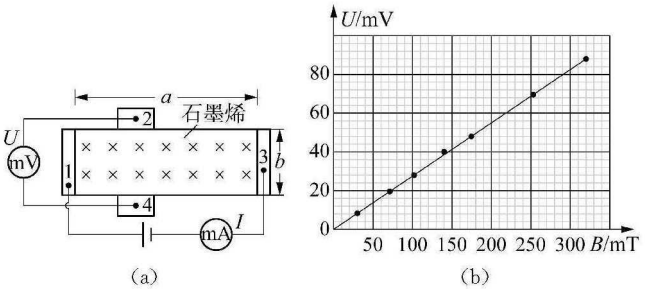


图 5

(A) 1.7×10^{19}　　(B) 1.7×10^{15}

(C) 2.3×10^{20}　　(D) 2.3×10^{16}

这是典型的电磁相互作用，在面对新的问题、新的情境、新的条件和新的要求时，对已有知识做迁移并创造性地解决问题，在创新层级的认知领域；在知识维度则涉及恒定电流、载流子速度、载流子浓度的相互联系，又与电场力与洛伦兹力的平衡有关，表现为核心概念，故定位于 4.6 点。

1.10　实在观念

对物理学实在的理解是一个十分复杂的科学哲学问题，我们不能仅仅停留在机械实在论或经典实在论的层面上认识物理学，当代科学哲学已提出语境实在论。一些著名物理学家的实在论立场值得我们认真思考，如玻耳兹曼的图像论、玻尔的整体实在论、薛定谔的准实在论和玻姆的非定域实在论[2]。

例 13　(2024 年北京卷第 18 题)如图 6 所示，让两个小球在斜槽末端碰撞来验证动量守恒定律。

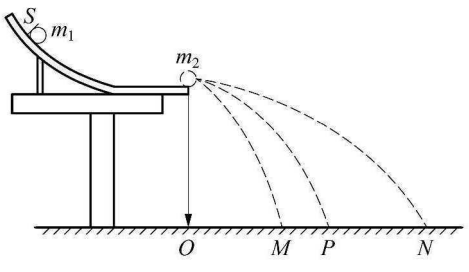


图 6

中国知网　https://www.cnki.net

(1) 关于本实验，下列做法中正确的是(　　)

(A) 实验前，调节装置，使斜槽末端水平

(B) 选用两个半径不同的小球进行实验

(C) 用质量大的小球碰撞质量小的小球

(2) 图6中O点是小球抛出点在地面上的垂直投影，首先，将质量为m_1的小球从斜槽上的S位置由静止释放，小球落到复写纸上，重复多次。然后，把质量为m_2的被碰小球置于斜槽末端，再将质量为m_1的小球从S位置由静止释放，两球相碰，重复多次。分别确定平均落点，记为M、N和P(P为m_1单独滑落时的平均落点)。

a. 图7为实验的落点记录，简要说明如何确定平均落点_____；

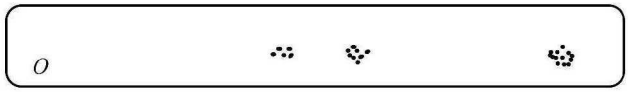


图7

b. 分别测出O点到平均落点的距离，记为OP、OM和ON。在误差允许范围内，若关系式_____成立，即可验证碰撞前后动量守恒。

(3) 受上述实验的启发，某同学设计了另一种验证动量守恒定律的实验方案。如图8所示，用两根不可伸长的等长轻绳将两个半径相同、质量不等的匀质小球悬挂于等高的O点和O'点，两点间距等于小球的直径。将质量较小的小球1向左拉起至A点由静止释放，在最低点B与静止于C点的小球2发生正碰。碰后小球1向左反弹至最高点A'，小球2向右摆动至最高点D。测得小球1，2的质量分别为m和M，弦长$AB=l_1$、$A'B=l_2$、$CD=l_3$。

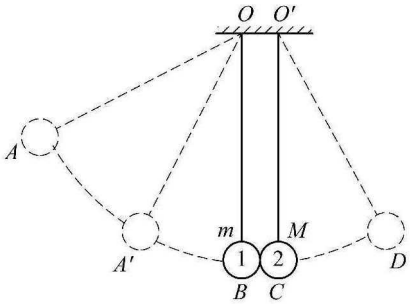


图8

推导说明，m、M、l_1、l_2、l_3满足_____关系即可验证碰撞前后动量守恒。

运用实验研究客观、真实的物理现象，体现了物理学是以实验为基础的学科本质特征，凸显了物理学的实在性和物理知识的客观性，而且强调学生在探究问题时的参与、体验和实践；在知识领域中，主要在相关概念层级，三个小题分别可以定在3.3、3.5和3.6点。

1.11　演化观念

非线性复杂系统理论在20世纪中叶出现以来，大量反映非线性、非平衡的物理学、化学、天文学和生物学的复杂系统理论纷纷出场。人们原来认为已经清楚了解的宏观世界，有很多问题并未解决。随机性、不确定性大大超过必然性、确定性，不可预测性才使我们的大千世界、我们的自然界变得丰富多彩、五光十色。

例14　如图9所示，在一个绝缘容器底部放一片铝箔，连到电池的一级，将大小相同的玻璃球和金属球混在一起倒入容器中，摇一摇，以得到无规则堆积。将第二片皱巴巴的铝箔压在上部，通过电流表连到电池的另一极。现以金属球的百分比p为参量，观察电流表示数I随p的变化。设想一下：随着p从0增大，电流I将逐渐增大，还是突然从无到有地产生？用实验证实你的想法。

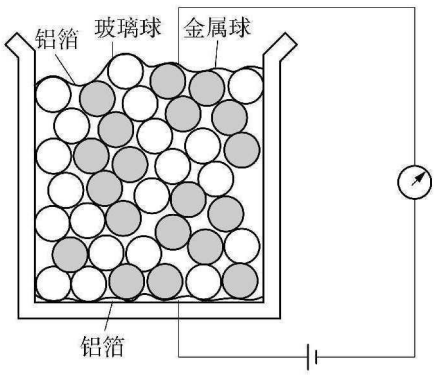


图9

这里金属球的排列是随机的，只有当金属球的排布从顶部到底部相互连接的瞬间，电流才能产生，不可能从0开始随着金属球比例的增大而逐渐增大，这是一个有趣的逾渗模型，亲手做一下就会明白，可以认为处于2.2点。

1.12　认知观念

在物理学发展的历史进程中，众多物理学巨擘犹如群星璀璨，闪亮在物理学的天幕之上。他们以特有的睿智和与众不同的思维方式，运用特殊的科学研究方法，为物理学，也为人类作出了巨大的创新性贡献。他们的业绩彪炳史册，他们对物理学的特定的认知观念将成为永远的楷模，供后人效仿。

例15　爱因斯坦狭义相对论建立的基础之一是“光速不变原理”，这是(　　)

(A) 科学观察得到的事实

中国知网　https://www.cnki.net

(B) 一种实验结果

(C) 根据逻辑推理得出的结论

(D) 仅仅是一个假设

例16　狄拉克提出反粒子,这是基于他的(　　)

(A) 实验中的新发现

(B) 从狄拉克方程中推演出的理论预言

(C) 一种天才的猜想

(D) 鉴于理论与实验的不一致而做出的推理

对物理学史的了解,更重要的是对伟大科学家做出的创造性发现本质的理解,对物理学本质的理解,这里不是识记,不是简单的辨别,而是对相关概念理解、分析和推断,是对科学家创新性工作的理解,对科学家认知科学的方式方法的深层领悟,是物理学教和学的精髓所在,是物理教学应该追求的境界。这两题定位于5.3点。

2　物理观念评价的多元形式

物理观念评价是一项复杂的教育活动,物理观念评价的形式也是多元的。

2.1　开放性试题

开放性试题是指围绕某一个核心问题而展开的进一步讨论和探究,对问题的回答可以大范围的、多样的、个性化的,没有统一的确定的唯一答案。

例17　一架战斗机在空中飞行时,撞上一只迎面飞来的鹰,飞机发生坠毁事故。请分析鹰对飞机冲撞所产生的力。

这一问题的解答,先要查阅相关资料和数据,然后建立模型,计算分析相撞过程产生的作用力,答案是非标准化的、发散的,定位于5.5点。

例18　用电磁炉烧水,使通过炉的电流可调,烧水壶的形状可任选(扁平型、高小型、方形、圆形等),要求节约电能,烧水的速度较快。

这里涉及的主要是能量观念,但是相关联的因素,尤其是外界因素的影响比较复杂,需要综合考虑并科学设计,定位于5.6点。

2.2　观察法

观察法是指在教育评价过程中对评价对象的某种心理或思维活动的外观表现进行提取,为评价提供依据的一种评价方法。观察可以是结构式和非结构式的,但必须事先确定目标和观察的内容。可以对个别学生在实验过程、问题解决过程中的表现进行观察记录,也可以在小组讨论和合作探究中进行观察记录。

2.3　访谈法

访谈法是通过直接和学生面对面的交流而获取评价资料的一种评价方法。根据所要评价的物理观念应了解的一系列内容设计成一组问题,循序渐进、逐步深入地进行情感融洽的交谈,让学生尽量能真实地反映出其所思所感。访谈大纲的设计是这种评价方式的关键。

2.4　档案袋

档案袋也叫成长记录袋。这种评价方法是通过收集以学生作品为主的有关资料,用以了解学生对物理观念的认知发展、理解、掌握的水平、进步和反思,为评价提供素材。要明确成长记录袋的目的,需要收集材料的内容,确定评分的程序及评价标准,可以进行适当的交流并在物理教学中运用。

2.5　项目式学习

项目式学习是指基于真实性情境创造性解决实际问题并形成项目成果的学习方式。项目式学习是一种综合的学习和课程形态。物理学科项目式学习强调物理核心概念的理解、物理科学思维方式的养成、物理学习策略的获得、学科能力的培养和物理观念的最终形成。项目式学习中项目的选定通常与物理学科大概念(或核心概念)相关联。

例19　生活在钱塘江边的人,目睹了潮水的“壮观天下无”的气势。分析钱塘江潮水形成的原因,能量的可观,能量可能利用的途径的设想与论证。

这是一个综合性的与能量观念相对比较密切的项目式学习主题,涉及月亮对潮汐的作用,钱塘江特殊的地理环境,能量估计的依据与数据,潮汐能利用的方法,等等,定位于5.6点。

2.6　跨学科主题学习

对物理跨学科主题教学已提出我们对这一问题研究的一些认识[3],此处不再赘述。

例20　对全球气候变暖的认识:①全球变暖是气候常态;②全球变暖造成环境危机。并回答:①全球变暖的主要原因是什么?②会导致什么后果?③如何控制温室效应?

这是一个跨学科主题学习的内容,涉及的学科包括物理学、化学、气象学、地理学和生物学等,物理观念中有相互作用观念、能量观念、自然本质观念、演化观念等,并且是迁移创新地解决真实情境中的实际问题,定位于5.6点。

3　物理观念评价与学科核心素养、学业质量标准、学科能力的关联

物理学科核心素养的评价是一个整体,物理观

中国知网　https://www.cnki.net

念评价不能不关注科学思维、科学探究、科学态度与责任的相关表现。物理观念评价和学科能力的发展，与学业水平测试是有内在相关性的，是有机统一的整体。

3.1　物理观念评价与物理学科核心素养的整体评价

物理学科核心素养是在反思学科本质观的基础上，对学科育人价值的凝练，是学生在课程学习中形成的，能够灵活地整合物理观念、科学思维方式，科学探究模式和知识体系，落实科学态度与责任的养成，应对和解决各种复杂的、不确定的真实情境中的问题的能力，由此所形成的综合性品质[4]。而我们的研究表明，物理观念与物理知识和能力体系以及物理学科核心素养具有内在的一致性[5]，可用图10来表示。

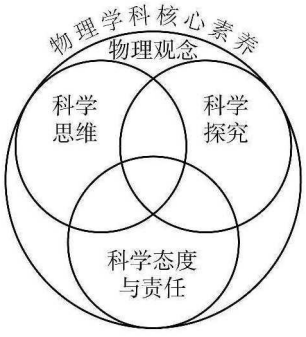


图10　物理学科核心素养内在关系图

由图10显然可见，物理学科核心素养中的科学思维、科学探究和科学态度与责任是参差交互的，物理观念又涵盖了这三者。因此，在实施物理观念评价时是不可能割裂与其他核心素养要素之间联系的，是融合一体的。

3.2　物理观念评价与高中物理学业质量标准

学业质量标准是对学生在学习高中物理课程后应该达到的学业质量水平的具体描述，具体地体现了物理学科核心素养的要求，是新的评价体系的重要支撑。学业质量标准中的每一级水平都包含了物理学科核心素养的四大要素，详细地描述了学生在复杂程度不同的情境中运用观念、概念、思维和方法等解决具体真实问题时的关键特征[6]。我们在建立物理观念评价的理论基础和构建评价模型时，已经充分考虑到两者之间的对应关系，使两者的评价要求紧密呼应。

3.3　物理观念评价与物理学科能力

物理学科能力是指学生顺利进行物理学科的认知活动和问题解决活动所必须的、稳定的心理调节机制，包括对活动的定向调节的执行调节机制。其内涵是系统化和结构化的学科知识技能及核心学科活动经验图式。物理学科能力的表现是学生完成相应物理学科认知活动和问题解决活动的表现。这种活动包括：知识和经验的输入，即认知理解活动，如记忆、观察、提取信息；概括、关联、整合；说明、推理、论证等。知识和经验的输出，即应用实践活动，如分析、解释、推论、预测、设计、证明等。知识和经验的高级输出，即迁移创新活动，如复杂推理、系统探究、批判性创新思维等[7]。在我们设计的知识-认知过程的二维评价分类表中，物理观念评价的内容与物理学科能力评价的内涵是完全对应的，并在此基础上作出了物理学科化特征的彰显，进行了具体内容评价上的细化、具体化和可操作化，完整地体现了物理学科能力评价与培养的需要。

4　结　语

以物理观念评价的理论基础为指导，按照物理观念评价的三维框架和知识-认知过程二维评价分类表，对物理观念的12个维度测试式评价给出了实例并进行了诠析。同时又简要地介绍了开放性试题、观察法、访谈法、档案袋、项目式学习和跨学科主题学习等评价方法，并进一步阐述了物理观念评价与物理学科核心素养、物理学业质量标准和物理学科能力之间的内在相关性。希冀这样的研究能引发物理观念评价的进一步深入推进，为物理学科核心素养的教学有效落实起到作用，也期望“观念为本”的物理教学能引起中学物理教师的关注，由此引发对这种物理教学新理念的兴趣，能对这种物理教学新范式在教学中进行试验实践。

参考文献

[1] 杨亚芳，蔡铁权. 物理观念评价的理论基础与模型建构[J]. 物理教学，2025(5)：5　11.
[2] 成素梅. 理论与实在[M]. 北京：科学出版社，2008：164　248.
[3] 蔡铁权，薛真. 物理跨学科主题教学论辩[J]. 物理教学，2024(10)：2　7.
[4] 杨向东. 指向学科核心素养的考试命题[J]. 全球教育展望，2018(10)：39　51.
[5] 杨亚芳，蔡铁权. 知识·观念·素养：物理教学新范式[J]. 物理教学，2025(4)：2　6，19.
[6] 高凌飚. 高中物理学业评价体系的理念基础和建构[J]. 中国考试，2018(9)：1　7.
[7] 王磊. 学科能力构成及其表现研究　基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型[J]. 教育研究，2016(9)：83　92.

中国知网　https://www.cnki.net