

# 以核心素养为导向的物理学习评价探索

●陈 峰 林 钦 宋 静

**摘 要** 《普通高中物理课程标准（2017年版）》明确提出，物理课程的目标旨在促进学生物理核心素养形成和发展。如何开展学生物理核心素养学习评价是深化高中课程改革的关键，教师和学校应探索如何将物理核心素养学习评价贯穿于教学全过程，重视真实评价活动情境的创设，制订明确的评价目标，通过多样化、多元化的学习评价，客观诊断不同学生物理核心素养发展水平，并通过有效反馈、改进，帮助学生在该水平上的进一步发展。

**关键词** 物理核心素养；学习评价；高中物理

**作者** 陈 峰，福建幼儿师范高等专科学校正高级教师（福州 350007）

林 钦，福建师范大学物理与能源学院副教授（福州 350108）

宋 静，福州教育研究院高级教师（福州 350001）

《普通高中物理课程标准（2017年版）》明确提出物理学科核心素养是学科育人价值的集中体现，是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观念、必备品格和关键能力。物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面。<sup>[1]</sup>如何准确客观评价学生物理核心素养的发展水平并促进学生在该水平上发展是推进物理核心素养培养落实的关键问题之一，是当前中学物理教师和物理教育研究工作者普遍关注的问题。本文针对当前物理学习评价的主要问题，提出物理核心素养的评价观，并结合实际案例探索基于真实性物理问题情境的学习活动评价，以期引导教师在评价与反馈中促进学生物理核心素养的发展。

## 一、树立物理核心素养的评价观

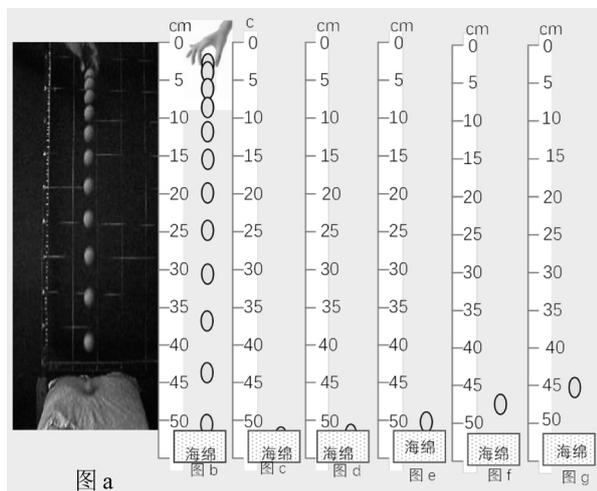
长期以来，我国中学物理学业质量评价主要是以物理知识点为本，考试评价更多指向物理基本知

识、基本技能的习得和熟练程度，强调确定性解题过程和标准答案，而对不确定性的现实问题解决往往浅尝辄止。研究主要集中在对中高考等大规模考试和评价模式的研究，而与学生发展息息相关的课堂学习评价长期以来未能得到应有的重视。<sup>[2]</sup>

物理核心素养的学习评价要求学校和教师树立素养导向的学业评价观，学校教学和评价应扭转过去以知识为中心、围绕“标准答案”的评价观，重点关注学生物理学科核心素养的发展水平，考查运用学科知识、技能、思维方式、价值观念等解决复杂现实问题的核心素养发展水平。

例如，在实验室中，将一只鸡蛋从某一高度自由下落，使其撞到海绵垫后反弹，用频闪照相记录整个过程。图 a 为鸡蛋下落过程的频闪照片，图 b 为频闪照片的图，图 c 至图 g 为鸡蛋撞到海绵垫并反弹的相邻时间间隔频闪照片的图。图 g 可近似认为是鸡蛋弹起的最高点，已知重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ，请由此估

算鸡蛋与海绵垫的平均作用力。



在以往的评价中，这是一道考查学生“自由落体运动、动量定理”等有关知识的试题，评价标准是依据学生解题过程所应用的物理知识，即按所写出的公式给分。

核心素养的学习评价则关注学生在“物理观念”“科学探究”核心素养发展水平及其在解题过程中的行为表现，可以制订表 1 的学习评价标准。

表 1 核心素养的评价方案

赋分	学生行为表现
10	能够根据题目的描述，构建自由落体运动模型和完全弹性碰撞模型。能够有效提取图像信息，解决问题： (1) 提取信息：鸡蛋下落的高度 (2) 估算下落时间及末速度 (3) 估算拍照频率 (4) 提取信息：鸡蛋反弹时间或高度 (5) 估算鸡蛋反弹速度 (6) 计算海绵作用时间及平均作用力 估算方式不同，答案在 2—6N 之间均可。
6—8	能够构建自由落体运动和完全弹性碰撞模型，但估算有误。
2—4	自由落体运动模型处理正确，但完全弹性碰撞问题模型处理有误。
1—2	仅能构建自由落体运动模型，无法构建完全弹性碰撞模型

核心素养的学业质量标准在内涵和形式上不限于传统理解的学业成绩或考试分数。<sup>[3]</sup> 基于核心素养的学习评价，不仅关注物理知识和技能的学习，更关注学生应用所学知识和技能对复杂、不确定性的现实问题的解决能力。在上述问题中，核心素养的评价关注的是学生面对复杂的真实问题时如何建立物理模型、如何根据所给信息进行有效估算的思维过程，关注他们分析处理数据进而通过多种途径发现物理规律、解释问题的能力。

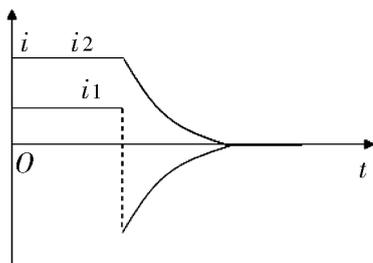
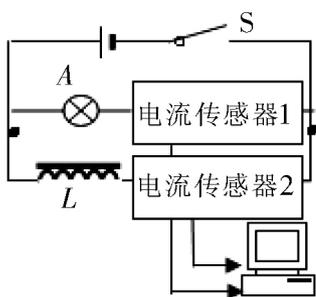
## 二、构建真实的核心素养评价问题情境

核心素养导向的评价观强调学习评价不再是教学过程结束后的事情，而是贯穿整个学习或教学过程，与教学是同一个硬币的两面。<sup>[4]</sup> 物理核心素养评价要求教师做到以下几方面：一是根据物理课程教学内容，设计既贴近学生经验又能够承载育人功能的综合性的真实问题情境，并有意识地引导学生不断生成问题、任务或项目，经历问题解决的过程；二是从如何将学生学习过程外显化的角度，设计问题、活动形式、资料记录方式等，以使评价更可操作；三是在任务形式上要重视开放性任务，强调不确定性的探究问题和社会实践活动，让学生经历有现实价值的真实问题解决过程和社会活动，提供学生充分展示的空间。<sup>[5]</sup>

例如，选修 1—2 内容标准中要求“通过实验，了解自感现象和涡流现象。能举例说明自感现象和涡流现象在生产生活中的应用”<sup>[6]</sup>。在“断电自感”的教学中，在“设计实验方案，探究自感断电时的电流变化规律”环节，教师可选择学生在“描述实验现象、分析讨论  $i-t$  图像、解释实验现象并形成结论”等学习活动的表现，侧重评价学生“科学探究”核心素养中“提出问题、获取证据和进行解释”等关键要素的发展水平。

### 【案例——断电自感现象的探究】

教师利用传感器记录灯泡和自感元件构成的并联电路在断电瞬间各支路电流随时间的变化情况，如图所示，开关  $S$  先闭合开始记录数据，然后断开  $S$ ，观察两个传感器的电流变化情况， $i_1$  表示小灯泡的电流， $i_2$  表示电感元件中的电流。



教师组织学生分析讨论“断电瞬间各支路电流的变化规律及产生这种变化的原因”。学生描述实验现象，分析讨论  $i-t$  图像特点，尝试解释实验现象产生的原因。

生甲： $i_1$  断电瞬间，电流一下跳到负值。

生乙： $i_1$  电流的最大值比原来还大。

……

师：根据大家观察到的电流随时间变化的情况，你们能不能提出一些问题，我们一起来探讨呢？以下学生回答来自课堂实录。

生甲：为什么  $i_1$ 、 $i_2$  断电瞬间电流逐渐减小。

生乙：为什么断电瞬间  $i_1$  电流一下跳到负值。

生丙：为什么  $i_1$  电流的最大值比原来还大。

生丁：为什么断电后  $i_1$ 、 $i_2$  会对称呢？

师：针对刚才这四个问题，请同学们分小组讨论并派代表来回答。

生（1组代表）：流过线圈的电流  $i_2$  断电瞬间逐渐减小。

生（1组代表）：断开开关，电流要减小，线圈要阻碍  $>B$  感与  $B$  原同向  $>$  阻碍原电流的减小，所以电流  $i_2$  逐渐减小。

生（2组代表）：断电瞬间  $i_1$  电流一下跳到负值，然后逐渐减小。因为，断电瞬间原来流过灯泡的电流消失，流过线圈的电流也会流过灯泡。

教师追问：流过线圈的电流为何会流过灯泡？

生（3组代表）：电流图像对称说明它们后面的电流值是一样的，所以我们认为灯泡的电流是由线圈提供的。

教师追问：流过灯泡的电流为什么会反向？

生（3组代表）：线圈的电流方向不变，那么必然会反向流过灯泡。

教师继续追问，电流为什么会变大。

生（4组代表）：由于断电前  $R_L < R_A$ ， $i_2$  比  $i_1$  大，断电瞬间电流从  $i_2$  开始减小，所以刚开始比  $i_1$  大。

……

此教学活动为学生创设了良好的真实问题情境。学生在描述实验现象、分析讨论  $i-t$  图像特点、解释实验现象产生原因的过程中，教师引导学生不断生成问题，将学习过程外显，即在真实问题活动中充分展示学生物理核心素养的不同发展水平。教师随时进行评价，了解不同学生在学习过程中的认识或理解、疑虑或困惑，客观、准确、真实地评价学生核心素养不同水平，有效提高诊断的真实性和准确性。

教师要认识到学习活动“最重要的并不是学生是否完成了指定的任务，而是学生在这个过程中对任务完成所需的认识、理解、分析、综合、思维判断等思想方法的反省以及在这种反省或讨论过程中的再认识和再总结”<sup>[7]</sup>。创设真实的问题情境，有助于引导学生思考和解决问题，在思考分析问题、观察和模拟现象、开展实验或探究、对结果进行种种猜想解释或论证的过程中，全面、客观地诊断、评价学生物理学科核心素养发展水平。

### 三、制订明晰的物理核心素养评价目标

物理学习评价目标的确定应与物理学科核心素养要求、内容标准以及学业质量水平相吻合。评价内容的设置应与评价目标一致，围绕课程标准的内容标准要求，评价学生是否达到以下要求<sup>[8]</sup>：一是形成关于物质、运动、相互作用、能量等的基本物理观念；二是理解物理概念、规律、思想和方法及其在生活、生产实践中的实际应用；三是掌握科学

表2 “断电自感实验探究”中“解释”关键能力的评价

核心素养指标依据		核心素养评价指标	
水平	“解释”内涵 <sup>[9]</sup>	学生行为表现	“解释”关键能力评价说明
2级水平	能根据变量关系对数据进行简单比较,发现其中的特点,形成结论	A: 断电瞬间 $i_1$ 一下跳到负值。 B: $i_1$ 的最大值比原来还大。	能发现并描述 $i-t$ 图像中的一些信息 (信息描述不完整)
3级水平	能用简单的图像、图表等描述和分析数据,发现规律,形成结论	D: 由于断电前 $R_L < R_A$ , $i_2$ 比 $i_1$ 大, 断电瞬间电流从 $i_2$ 开始减小, 所以刚开始比 $i_1$ 大。 E: 断电瞬间 $i_1$ 电流一下跳到负值, 然后逐渐减小。因为断电瞬间原来流过灯泡的电流消失, 流过线圈的电流也会流过灯泡。	(1) 能准确描述 $i-t$ 图像中的基本信息和电流变化规律。如 $i_1$ 、 $i_2$ 电流大小和方向变化情况; (2) 能结合串并联电路特点, 解释电流变化原因。
4级水平	能用图像、图表等方式描述数据,通过量化分析和因果分析等方法发现物理规律,尝试用已有物理理论进行解释	F: 断电瞬间, 电流要减小, 自感线圈的磁通量变小, 线圈要阻碍磁通量变小, 因此感应磁场 $B$ 感与原磁场 $B$ 原同向, 形成阻碍原电流减小的电流, 所以, 电流 $i_2$ 逐渐减小, 不会马上变为 0。	(1) 能准确描述 $i-t$ 图像中 $i_1$ 、 $i_2$ 电流变化规律; (2) 能结合串并联电路相关知识, 分析电流发生变化的部分原因 (如断电后 $i_1$ 、 $i_2$ 对称变化; 断电瞬间 $i_1$ 反向等); (3) 能依据电磁感应的相关知识, 分析推理出自感元件在电路中的作用 (如断电瞬间 $i_1$ 电流变大, $i_1$ 、 $i_2$ 逐渐变小等。) (4) 能全面地解释实验现象发生的现象。

探究和科学思维的方法,能利用科学语言进行表达,与他人交流与沟通;四是具有运用物理知识和方法解释自然现象和解决实际问题的能力;五是理解科学的本质,认识科学、技术、社会、环境的关系,具有保护环境和可持续发展的责任感。

物理学科核心素养评价应以促进学生学科核心素养的提升为目的,围绕发展学生“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”设计真实的问题情境。

在上述“断电自感现象的探究”教学案例中,学生围绕实验现象的描述、解释,充分展现了“科学探究”核心素养中“提出问题、获取证据和进行解释”等关键能力的发展水平。教师可以围绕这一教学活动,制订表2所示的“科学探究”核心素养“解释”这一能力的评价指标。物理学科四个方面

的核心素养是一个整体。以上仅为基于特定教学内容学习评价的探索案例。教师可根据不同的评价内容,学习设计核心素养的评价,根据学生多方面的表现,通过多样化的评价尽可能覆盖物理学科核心素养的各个方面,了解学生在学科核心素养上发展的不同水平。因此,要发挥学校、教师和学生等不同角色在评价中的作用,从不同视角对学生物理学科核心素养发展进行全面综合评价,确保评价全面、真实、有效。

#### 四、及时有效反馈物理核心素养评价结果

学习评价是教学活动的重要组成部分,贯穿于教学的全过程。每个阶段解决问题的过程就是评价的过程。教师要充分认识到教学和评价之间的有机联系,评价是为了更好地诊断、促进学生学习和发展。

(下转第162页)

养也，校者教也，序者射也；夏曰校，殷曰序，周曰庠，学则三代共之：皆所以明人伦也。”<sup>[20]</sup>针对人伦问题，孟子提出了“五伦”思想：“父子有亲，君臣有义，夫妇有别，长幼有序，朋友有信。”<sup>[21]</sup>孟子人伦思想是规范社会中人与人之间的伦理纲常，为父子、君臣、夫妇、长幼、朋友之间树立了明确的伦理规范。在“五伦”的理想道德规范之下，上到统治阶层，下至黎明百姓，人人各安其分、各行其是，由此建立井然有序的社会秩序，进而达到“人伦明于上，小民亲于下”和“王者师”的社会理想。

荀子认为国家的兴衰主要是由于人的作用使然，人是起决定性作用的行为主体，礼义不能独立于人而存在，而是源于君子人格的修养。荀子对君子人格和礼义之间的关系论证较为充分，构成其“君子人格——礼义——法度”的辩证逻辑体系。君子人格的修养为礼义和法度的制定奠定了基础，“故圣人化性而起伪，伪起而生礼义，礼义生而制法度。”<sup>[22]</sup>荀子的德育思想是儒家和法家理论的融

合，化性起伪是为了实现礼义，最终达到“制法度”的社会理想，彰显出典型的王霸结合的色彩。

---

参考文献：

- [1][2][3][5][6][9][13][17][20][21]方勇. 孟子[M]. 北京:中华书局,2006:240、245、69、163、163、335、288、194、105、111.
- [4][8][10][12][14][15][19][22]北京大学荀子注释组. 荀子新注[M]. 北京:中华书局,1979:391、486、122、126、108、3、391、393.
- [7]杨泽波. 孟子评传[M]. 南京:南京大学出版社,1998:137.
- [11]任继愈,张岱年. 中国哲学史通览[M]. 上海:东方出版中心,2005:81.
- [16]廖名春. 荀子二十讲[M]. 北京:华夏出版社,2009:210.
- [18]傅琳凯,王立仁. 论孟子的理想人格理论[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版),2010(05):29.

(上接第 119 页) 教师应在教学进程中创设一系列真实的学习活动问题情境，对学生的学习活动给予准确评估诊断，通过及时有效的反馈和改进，引领指导学生的观察、思考、实验、分析论证，有效地促进学生物理核心素养水平的提高。

及时有效的反馈评价结果不仅有利于教师根据评价结果随时改进教学，调整指导方案，而且有利于帮助学生学会自我评价，了解和认清他们想要达到的学习水平、需要改进的地方以及具体的改进方案和方式。物理核心素养的形成和发展需要教师施教的精心设计与学生的积极参与，只有让学生学会学习，才能真正达成物理核心素养的目标。

总之，物理核心素养的学习评价是日常学习活动的重要组成部分，教师和学校应转变学业质量评价观，将学习评价贯穿于物理教与学活动的全过程。关注学生在问题解决活动中的表现，通过多元、多样的评价方式，准确、全面、客观地评价学生物理核心素养发展水平，为促进学生核心素养再

发展提供有力的支撑。

---

参考文献：

- [1][6][8][9]中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[M]. 北京:人民教育出版社,2018:4—5、28、5—6、78—80.
- [2]钟启泉. 学业评价:省思与改革——以日本高中理科的“学习评价”改革为例[J]. 教育探究,2013(1):50—55.
- [3]杨向东. 把评价贯穿于整个教学过程[J]. 人民教育,2015(20):46—49.
- [4]丁邦平. 从“形成性评价”到“学习性评价”:课堂评价理论与实践的新发展[J]. 课程·教材·教法,2008(09):20—25.
- [5]杨向东. 如何开展基于核心素养的日常评价[N]. 中国教育报,2018—06—06(005).
- [7]杨向东. 把评价贯穿于整个教学过程[J]. 人民教育,2015(20):46—49.