

# 促进学生科学推理能力发展的作业设计

## ——以“光的折射”为例

上海师范大学第三附属实验学校 张西杰

**【摘要】**在核心素养导向的教育改革背景下，科学推理能力已成为物理学科育人的关键目标之一。本文以初中物理“光的折射”教学为例，结合《义务教育物理课程标准（2022年版）》中关于科学思维的要求，以及“促进科学推理能力发展的作业设计方法”的理论指导，系统探讨如何通过作业设计引导学生经历归纳、演绎、类比等推理过程，实现从“知识立意”向“思维立意”的转变。文章通过具体作业案例的层级化设计，展现如何借助矛盾情境、图像支持、信息筛选等策略，推动学生科学推理能力的阶梯式发展，并为教师提供可操作的作业设计路径与评价建议。

**【关键词】**科学推理；作业设计；光的折射；思维发展。

### 一、问题的提出

在初中物理教学中，作业不仅是巩固知识、评价学习效果的工具，更是引导学生开展科学探究、发展高阶思维的重要载体。长期以来，许多作业停留在对知识的机械重复与简单应用层面，缺乏对学生思维过程的关注与引导。特别是在“光的折射”这类抽象概念教学中，学生往往难以真正理解折射角与入射角的动态关系，仅依靠记忆和模仿完成作业，导致学习停留在表面。

《义务教育物理课程标准（2022年版）》明确指出，科学思维是物理核心素养的重要组成部分，涵盖模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。其中，科学推理强调学生能够基于观察和实验，运用归纳、演绎、类比等方法，从具体现象中提炼规律，并用于解释和解决实际问题。因此，如何通过作业设计系统培养学生的科学推理能力，成为当前初中物理教学改革的重要课题。

本文以“光的折射”教学为例，结合“促进科学推理能力发展的作业设计方法”，探讨如何在作业中融入科学推理任务，引导学生在解决实际问题的过程中发展逻辑思维与科学探究能力。

### 二、科学推理能力的理论框架与作业设计导向

#### （一）科学推理的类型与学业水平要求

科学推理作为科学思维的核心要素，其能力发展具有明确的层级特征。依据国际科学教育研究共识及我国课程标准要求，初中阶段的科学推理主要包括归纳推理、演绎推理和类比推理三种基本类型，每种类型对应不同的认知加工方式与学业表现水平。

**归纳推理：**要求学生从具体实验现象或观测数据中提取共性特征，形成一般性规律或结论。在初中物理学习中，低水平阶段学生仅能描述单一现象，中等水平能够识别多个案例中的共同模式，高水平则能从变量关系中初步概括出因果规律。以“光的折射”为例，学生需通过多组入射角与折射角的测量数据，逐步归纳出折射角随入射角变化的定性关系，而非直接记忆结论。

**演绎推理：**强调从一般原理出发，推导特定情境下的必然结果或进行预测验证。其学业水平分层体现为：基础层次能按既定步骤完成简单判断；中等层次可根据原理分析新情境中的物理现象；高水平则能在简单条件下建立两步以上的推理链条。作业设计中可设置变式情境，要求学生运用折射定律解释“池水变浅”“筷子弯折”等生活现象，检验其演绎应用的灵活性。

**类比推理：**涉及在不同知识或现象间建立结构映射，通过已知模型理解新概念。学业水平差异表现为：初级仅作表面特征比较，中级能识别功能相似性，高级则可迁移深层结构关系解决新情境问题。“光的折射”与“光的反射”在光路描述、角度定义等方面具有可类比性，但学生需辨析两者在介质变化、光线方向等方面的差异，避免机械迁移导致概念混淆。

三种推理类型在真实的科学问题解决中往往协同运用。课程标准对初中物理科学推理的要求集中于：能够基于证据进行简单推理，初步运用归纳与演绎方法分析物理问题，并在教师引导下尝试类比迁移。作业设计需据此设定分层目标，既保障基础推理技能的扎实训练，又为综合应用预留发展空间。

## （二）促进科学推理的作业设计策略

**第一，设计矛盾现象。**在题目中设置与学生日常经验或已有认知相矛盾的现象，能激发其求知欲，促使他们探究背后的原理。这类矛盾现象可引导学生从现象出发进行演绎推理，排除与证据或理论相悖的判断，进而得出正确结论，有效提升科学推理能力。

**第二，提供数据图表。**在题目中呈现数据或图表时，针对科学推理能力较低的学生，作业设计应侧重引导他们从图表中提取信息并总结简单结论；而对于推理能力较高的学生，则可引导其学会区分观点与证据，用直接证据支撑观点。学生可依据表格信息或图像分析研究对象与影响因素的关系，通过可视化信息简化问题，培养分析归纳能力，同时也便于对多个图像进行类比总结。

**第三，隐藏干扰信息。**在题目中适当设置干扰信息，可考查学生观察与提取关键信息的能力，引导他们从复杂情境中快速筛选有效信息，提升逻辑思维的敏锐度。排除干扰信息后，题目才能真实反映学生的科学推理能力，过多无关信息只会增加审题时间与难度。

### 三、“光的折射”作业案例的科学推理层级设计

以下通过四道作业题，分析其如何逐步促进学生科学推理能力的发展。

#### （一）作业 1：基础作图题——引导观察与归纳

在图 2 中，光线从空气斜射入水中，入射角为  $50^\circ$ ，请在图中画出折射光线的大致位置。

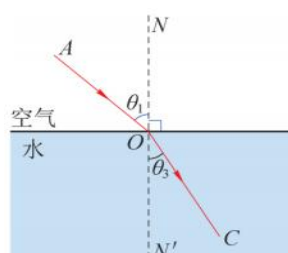


图 1

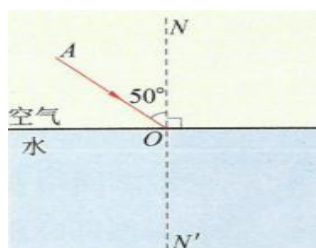


图 2

该作业引导学生从教材插图(图 1)中观察光从空气斜射入水中的现象，初步归纳出“折射角小于入射角”的规律。学生需从具体图示中提取入射角、法线、介质界面等关键信息，运用归纳推理完成作图。此题为基础推理任务，侧重信息提取与初步归纳，适合科学推理的入门训练。

#### （二）作业 2：逆向作图题——推动演绎推理

在图 3 中，光线从水斜射入空气中，入射角为  $50^\circ$ ，请在图中画出折射光线的大致位置。

此题基于光路可逆原理，要求学生将已归纳的规律逆向应用于新情境。学生需理解“光从空气斜射入水中”与“光从水斜射入空气中”的逻辑关系，完成从一般规律到具体应用的推理过程。此题为中等难度推理任务，侧重演绎推理能力的训练。

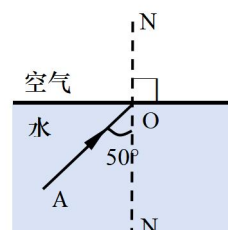


图 3

#### （三）作业 3：综合作图题——融合归纳与演绎

如图 4 所示，一束光沿 AO 方向从空气射入水中，折射光线为  $OC_1$ 。若另一束光沿  $A'O$  方向从水射入空气中，请画出入射光线  $A'O$  对应的折射光线  $OC'$  的大致位置。

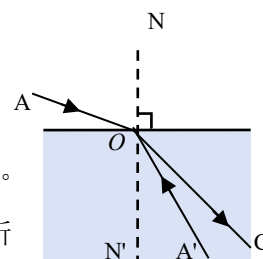


图 4

此题整合了作业 1 与作业 2 的内容，要求学生以“空气→水”的光路为基础，自主推理“水→空气”的光路。学生需要经历“观察已知现象→归纳规律→演绎迁移”的完整推理链

条，体现从具体到一般、再从一般到具体的思维过程。此题为综合性推理任务，强调推理的逻辑连贯性。

#### （四）作业 4：论述判断题——凸显论证与批判思维

如图 5 所示，一束光沿 AO 方向从空气射入水中，折射光线为 OC。若另一束光沿 A'O 方向从水射入空气中，请指出入射光线 A'O 对应的折射光线 OC' 大致位置是\_\_\_\_\_（选填“C<sub>1</sub>”“C<sub>2</sub>”或“C<sub>3</sub>”），你推断的理由是：\_\_\_\_\_。

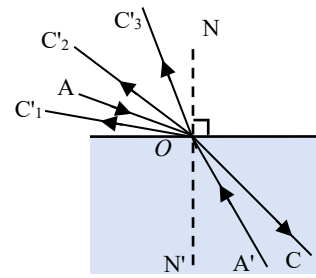


图 5

此题将作图题转化为论述题，要求学生不仅给出答案，还需阐述推理过程。学生需运用光路可逆原理排除 C<sub>3</sub>，再根据“入射角减小，折射角也减小”的动态关系排除 C<sub>1</sub>，最终确定 C<sub>2</sub>。这一过程涉及多步骤推理、证据运用与结论论证，属于高阶思维任务。教师可通过学生的表述，准确把握其思维过程，实现“以作业促思维”的目标。

### 四、基于推理能力发展的作业设计优化建议

#### （一）创设“认知冲突”情境，激发推理动机

在光的折射教学中，可先让学生预测“筷子插入水中看起来弯折”的原因，再通过实验验证，引导其从错误前概念向科学推理转变。这种认知冲突能有效激发学生的探究兴趣，为后续作业中的推理活动奠定基础。

#### （二）设计“图文结合”任务，支持归纳类比

提供光路图、数据表格或实验现象图，引导学生从中提取入射角、折射角、介质类型等关键信息并归纳规律；或与声波、水波等现象进行类比，拓展推理维度，帮助学生建立更完整的物理图景。

#### （三）设置“信息筛选”环节，训练逻辑严谨性

在题干中适当加入光线颜色、介质温度等无关信息，要求学生识别关键变量，提升信息处理与逻辑筛选能力。这类训练有助于学生在复杂情境中保持思路清晰，抓住问题核心。

#### （四）构建“阶梯式”作业组，适应不同推理水平

从基础归纳到综合应用，再到论证表达，逐步提升任务复杂度，让不同层次的学生都能在“最近发展区”内获得发展。作业设计应体现层次性，既保证基础薄弱的学生能够跟上，又为学有余力的学生提供挑战。

## 五、总结

作业不应仅是知识的复现与检验，更应是学生科学思维发展的阶梯。在“光的折射”教学中，通过系统设计蕴含归纳、演绎、类比推理任务的作业，学生得以从被动记忆转向主动建构，从机械答题转向思维探究。这种以科学推理为导向的作业设计，不仅深化了学生对物理规律的理解，也培养了其逻辑分析、证据运用与科学论证的关键能力，真正实现了从“知识传授”到“思维培养”的教学转型。

### 【参考文献】

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准（2022年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

[2] 刘炳昇. 中学物理教学中的科学思维培养[J]. 物理教学，2020（5）.

[3] 张宪魁. 物理科学方法教育理论与实践[M]. 北京：教育科学出版社，2013.