

基于科学思维培养的初中物理教学设计

以“串联电路的应用”为例

上海市梅园中学 武莹

[摘要]为强化初中物理课堂对学生科学思维发展的重要作用,本文建构了以大情境为主线,以问题驱动为导向,以学生自主学习和探究为主的课堂教学模式。在此过程中,学生结合所学知识建立模型,解决实际问题、解释信息,形成新的理解方式,从而引领学生思维逐层发展,有效促进学生科学思维能力的提高。

[关键词]: 初中物理 课堂教学 科学思维

科学思维的本质是理性思维,是学生在对客观事物认识的基础上逐渐形成的具有逻辑性的思维结构。为发展学科教育的特有育人价值,基于物理学的学科本质修订的《义务教育物理课程标准(2022年版)》提出物理学的核心素养,即“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”及“科学态度与责任”。其中“科学思维”作为物理学科要培养的核心素养的核心,是从物理学的角度对全部事物的本质属性、内在规律和相互联系的认识方式,是运用科学的推理方法对物理问题建构模型,并用质疑的眼光论证得出的结论,进而提出新颖可行的解决方案的一种能力和品质。因此,培养学生的科学思维,不仅能优化学生的学习方法,还能促进学生运用科学方法分析、解决问题,激发学生的主观能动性,使他们主动探究、敢于创新,真正成为适应社会发展需要的社会主义建设者和接班人。

一、主题分析

(一) 教学背景分析

1. 理论背景

学生思维的发展应该经历从低级到高级的进阶过程,不能一直停留在低层思维,也不能直接跃升到高级思维。义务教育物理课程要培养的科学思维主要包括模型构建、科学推理、科学论证和质疑创新等要素^[1],科学思维要素及所对应的学业水平要求见表1^[2]。如何在新课程、新教材、新中考的背景下落实科学思维等关键能力,是我们一线教师需要思考和面对的问题。本文将以“串联电路的应用”为例来进行说明,通过创设恰当的问题情境,将学生的思维逐层打开,渐

进式实现学生的思维发展。

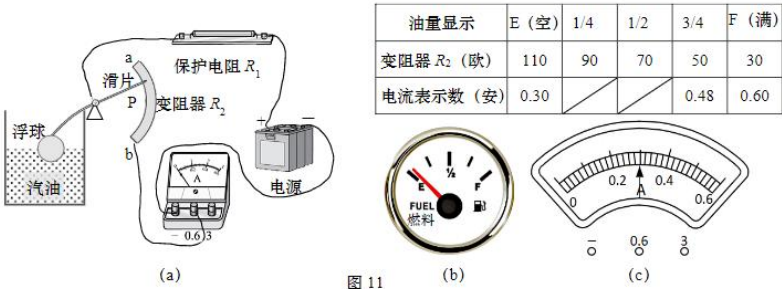
表 1 初中物理科学思维要素及学业要求

科学思维要素	模型建构	科学推理	科学论证	质疑创新
学业要求	会用所学模型分析常见的物理问题；在真实情境中，具有构建模型意识和能力	能初步理解和运用科学思维方法，从定性和定量两个方面进行科学推理、找出规律，形成结论，并能解释自然现象和解决实际问题	具有初步使用科学证据的意识和能力，能用证据对研究的问题进行描述、解释和预测。	具有基于证据大胆质疑的意识和能力，能从不同角度思考问题，追求科技创新。

2. 实践背景

《义务教育物理课程标准》明确指出“从生活走向物理，从物理走向社会”是中学物理课程的基本理念之一。上海市 2022 年二模卷中呈现了一道油量表的题目，详情见图 1。

18. 如图 11 (a) 所示是某小组同学设计显示汽车油量的装置图，机械部分由杠杆、浮球、油箱构成，电路部分由电源、保护电阻 R_1 、变阻器 R_2 、电流表和导线构成。电源电压保持不变，杠杆一端连接浮球，另一端连接变阻器滑片 P，当油箱内油量增多时，浮球上升，滑片向下偏转。现将油量显示、变阻器 R_2 连入电路中的阻值、电流表示数记录在表中。



- ① 若油箱内剩余油量为满油量的 $\frac{3}{4}$ 时，变阻器 R_2 连入电路中的阻值为 50 欧，求变阻器 R_2 两端的电压 U_2 。
- ② 求显示 $\frac{1}{2}$ 油量时，电流表的示数 I ；并如图 11 (b) 所示，在图 11 (c) 电流表相应刻度线的上方标注“F (满)” “ $\frac{1}{2}$ ”。
- ③ 若某位同学设计的装置也是如图 11 (a) 所示，却总是油量未滿时显示“F (满)”，根据表格数据和相关信息可知：该同学设计的装置在油量未滿时，变阻器 R_2 连入电路中的阻值为 30 欧，所以显示“F (满)”，因此建议他 (1) 浮球的质量 (选填“增加”或“减少”)，使滑片 P (2) 偏转一些 (选填“向上”或“向下”)，这样变阻器 R_2 连入电路中的阻值将大于 30 欧，就不会显示“F (满)”了。

图 1 2022 年物理二模题目

本题将生活实际和物理知识紧密相连。解决本道题，首先需要熟悉油量表的工作原理，能综合运用杠杆、串联电路动态变化、电路安全等知识，对学生提出了较高思维要求。该题促成了本节教学设计的灵感，如何让课堂联系生活实际且能有效地促进学生思维能力的提升成为了本节课重点关注的问题。

（二）学情分析

本节课是上教版九年级物理串联电路章节的综合复习。学习本节课，学生需要以滑动变阻器的工作原理、欧姆定律、串联电路特点等知识为基础，熟练掌握串联电路的动态变化规律。在经历对油量表工作电路图的设计、改进及完善的过程中，将所学知识结构化，同时学会应用所学知识解决实际问题。本节课是对初中物理串联电路的综合应用，同时也为高中物理电学的进一步学习做铺垫。通过之前的学习，学生已经对串联电路有了较深入的了解，知道油量表的核心元件是一个滑动变阻器，给出油量表的电路图，学生能利用欧姆定律及串联电路特点判断电流表及电压表示数的变化，但综合所学知识解决实际问题的能力仍然欠缺，让学生结合实际情况设计出能够合理反应油量变化的电路图则比较困难，对电表如何改装成油量表的实际过程并不清晰。

（三）教学目标确定

（1）经历设计油量表电路、实验改装电表、完善表盘刻度的过程，进一步认识串联电路的相关知识，建立知识结构。

（2）能够运用所学串联电路知识，对不同方案提出自己的见解，促进质疑创新思维的形成。

（3）通过设计油量表，体会物理知识与日常生活的紧密联系，认识物理学科对实际生活的重要意义。

（四）基于科学思维的教学任务及流程

基于教学主题分析，本文确定了以“设计油量表”为导向的情境教学，通过层层递进的提问，启发学生的思维，引导学生主动参与，积极思考，带领学生经历完整的设计过程，对所设计的油量表进行不断优化，体验物理学习过程中的乐趣，感受物理学的实用价值。具体教学任务及流程如图 2 所示。

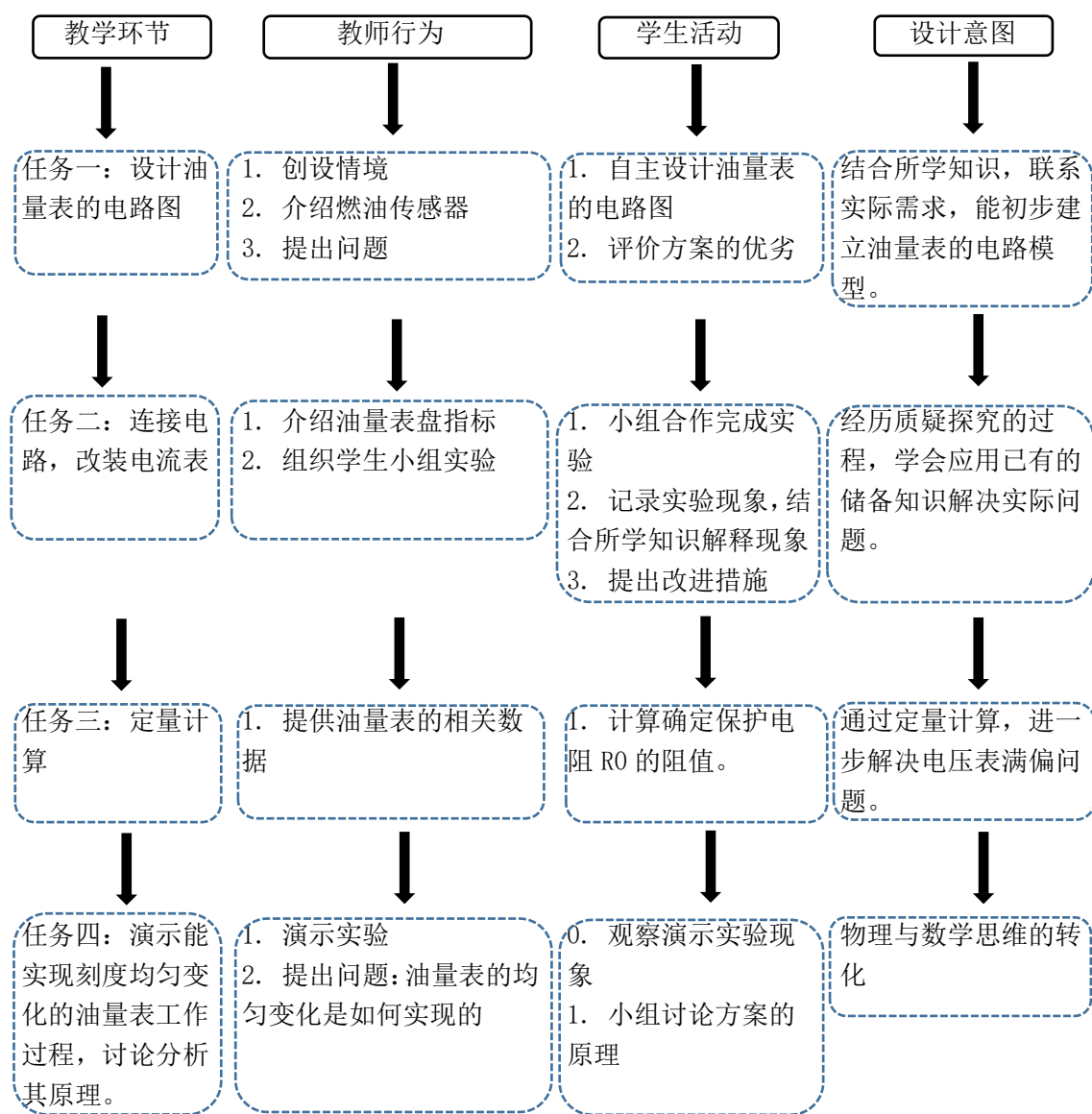


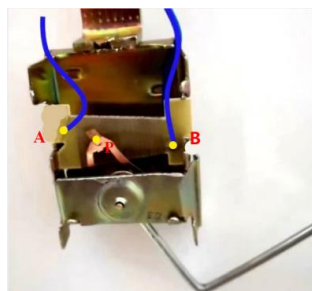
图 2 教学任务流程图

二、教学任务实施过程

任务一：设计油量表的电路图

【情境导入】 展示汽车及油量表盘图片

【教师】介绍燃油传感器结构，引导学生与滑动变阻器进行类比，得出燃油传感器的实质即为滑动变阻器。



(a)

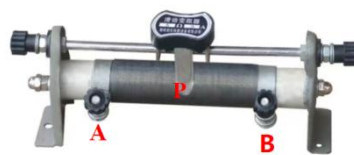


图 2

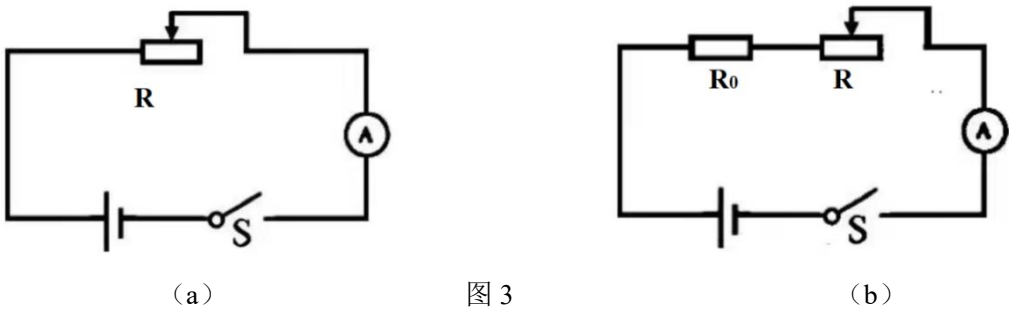
(b)

【设疑】（1）若固定接线柱 A，当油箱内的油量变化时时，接入电路中的电阻如何变化？（2）油量表盘可能是什么表？

【学生】油量增加，滑片左移，电阻减小；油量减少，滑片右移，电阻增大。油量表盘可能是电流表或电压表。

【教师】布置任务：用滑动变阻器元件符号代替燃油传感器，设计出合理的能够反应油量变化的电路图。

【学生作答展示】见图 3



【提问】对比两幅图，选出较优方案

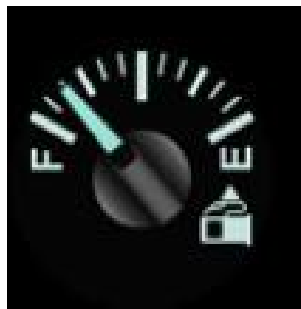
【学生 1】方案（b）中，加一个定值电阻能够起到保护电路的作用。

设计意图：结合所学知识，联系实际需求，能初步完成理论到实践的模型构建，能对已有结论提出有依据的质疑，采用不同方式分析解决物理问题能运用所学知识解决实际问题，并找出思维的漏洞。

任务二：连接电路，改装电流表

（1）学生实验、评价改进

【教师】展示出油量表盘图片如图 4（a），对油量表盘上的各指标如图 4（b）做简要介绍。



指标	指标含义	与滑动变阻器的对应关系
E	空油量	滑动变阻器滑片位于阻值最大处
F	满油量	滑动变阻器滑片位于阻值最小处
1/2	半油量	滑动变阻器滑片位于中间位置处

（a）油量表盘

（b）油量表盘指标含义

图 4

【教师】组织学生分组实验，完成电流表的表盘改造，记录并分析实验现象。

【学生】学生分工进行实验操作，记录改造后的表盘刻度，见图 5。个别小组提出疑问，为什么空油量没有指向“0”刻度，满油量没有指向满刻度，且刻度分布不均匀？



图 5 电流表改装后油量表盘刻度

【教师】引导学生结合欧姆定律和串联电路特点分析原因。

【学生 2】空油量时，滑动变阻器电阻最大， $I_{min} = \frac{U}{R_0 + R}$ ， $I_{min} \neq 0$ ，所以指针没有指向“0”刻度。

【学生 3】满油量时，滑动变阻器电阻最小为 0， $I_{max} = \frac{U}{R_0}$ ，在电源电压一定的情况下，能否满偏取决于保护电阻 R_0 的大小。

(2) 油量表电路图的再设计

【教师】通过刚刚的分析可以发现，在现有方案的基础上，无法实现空油量指向“0”刻度的需求。

【提问】改进电路能否实现这种需求

【学生 4】将电流表换成电压表，并将电压表并联在滑动变阻器两端。

【教师】展示学生的新设计，见图 6

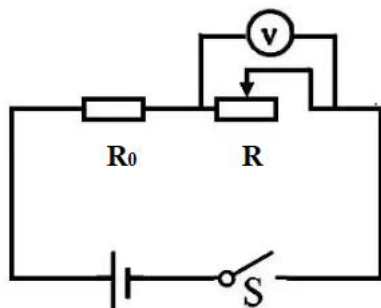


图 6

【教师】播放油量变化时，燃油传感器中滑动变阻器组织的变化情况，引导学生发现问题。即油量增加，滑片左移，电阻减小，电压表的示数减小。出现了与常规认知逻辑的偏差，即满油量时，指针指在 0 刻度。

【提问】如何改进？

【学生 5】将滑动变阻器上方的接线柱由 A 改换成 B，如图 7。

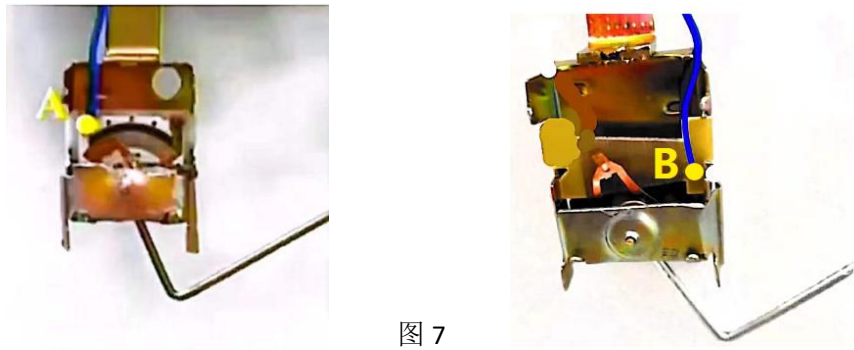


图 7

设计意图：在教师的引导下，学生设计出油量表的电路图，初步体会到了运用所学知识解决实际问题的成就感。在此基础上下达改装油量表的实验，激发了学生学习的积极性。同时在亲自改造过程中，实际现象和前认知发生冲突，刺激学生启动分析思维，激起学生强烈的探索欲望，学生运用所学知识，解决问题，此过程需要结合实际情况理解分析，学生思维活动进一步提升。

任务三：定量计算

【教师】设计产品的时候，要考虑器材的规格问题，才能确保产品的正常使用。现提供如下器材：

如图 8 所示，电压为 24 伏的电源，最大值为 50 Ω 的滑动变阻器，电压表 0-15V 可用，油箱装满油时，油量表示数需达到最大值(即电压表达到最大值)，请选择一个合适的保护电阻。

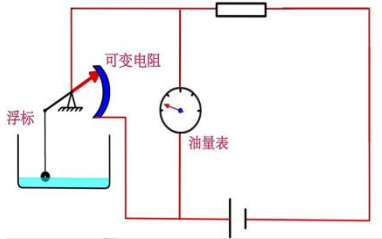


图 8

【学生】完成后发言。

设计意图：从第一环节设计电路，到实际的功能性实现之间是有很多问题要解决的，人类历史上任何一个科学规律发现到转变成产品投入生产，要解决很多的实际问题，而在解决问题的过程中提升了学生的科学思维。

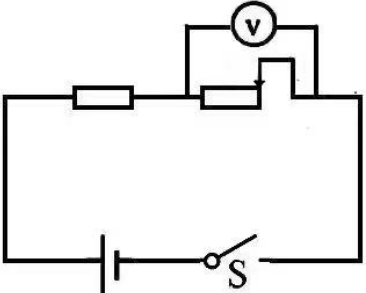
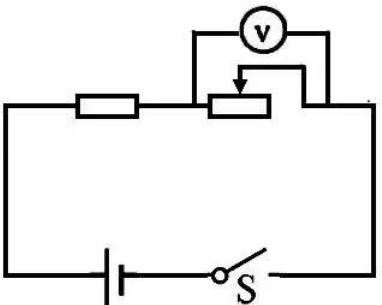
任务四：情境演示实验

【教师】至此，在共同探讨下我们设计出了一个空油量指向“0”刻度，满油量也能指向满刻度的油量表。但还存在另外一个问题，油量为一半（即滑动变阻器的滑片位于中间位置）时，指针并未指在中间刻度位置，为了解决这一问题，首先让学生思考，在原有电路中不能指向中间位置的原因。

【学生】小组讨论。

【学生 6】学生分析总结见下表。

表 2 油量为一半时，指针并未指在中间刻度位置原因分析

油量多少	电路图	电压值
满油量		$U_{\text{满}} = \frac{U}{R_0 + R} \cdot R$
半油量		$U_{\text{半}} = \frac{U}{R_0 + \frac{R}{2}} \cdot \frac{R}{2}$

【教师】演示实验，并提问该电路如何实现刻度的均匀变化？演示器材见图 9. 所对应的电路图见图 10.

【学生】小组讨论

【教师引导分析】对比两个表达式可知 $U_{\text{满}} \neq 2U_{\text{半}}$ ，因此，油量为一半的时候指针没有指向中间刻度处。要解决这一问题需要学生整合数学函数的相关知识，结合上述表达式，若 $U_{\text{半}} = \frac{U}{R_0 + R} \cdot \frac{R}{2}$ ，则此时 $U_{\text{半}} = \frac{1}{2}U_{\text{满}}$ ，进一步推广，即 $U_x = \frac{U}{R_0 + R} \cdot R_x$ ，则可实现油量表刻度的均匀变化。

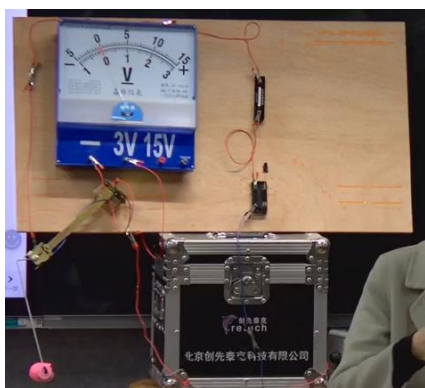


图 9

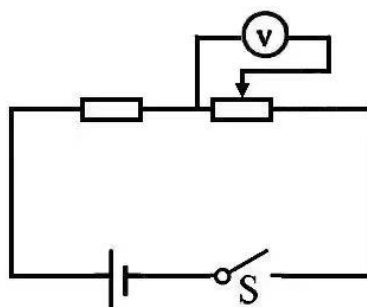


图 10

设计意图：要实现均匀变化，由表达式可知，电路中的电流不发生变化，而改变被测电阻值，即将原有电路改装成如图 9 所示的电路。从理论分析到实验，需要学生将思维提升到创新性的高阶思维，众人拾柴火焰高，学生小组讨论的时间，充分调动学生的思维深度，即可产生出乎意料成果。

三、方法总结及提炼

知识源于情境，许多知识是从具体的情境中抽象、提炼、概括出来的。物理课堂教学中学生在具体情境引领下，发现问题、解决问题，经历思维的发展，最终将物理知识应用到解决具体的情境问题中，提升学生把情境与知识相关联的意识和能力，促进学生综合运用学科知识解决问题的多种能力的发展，有利于提升学生的物理学科核心素养，让学生的思维在解决层层递进的问题中获得发展，让学生的物理学科核心素养在知识的复习中得到发展和升华。

在本课时的教学中，学生通过经历了实际问题——模型建构——实验操作——发现问题——理论推导——完善模型的过程，学生经历了从构建模型到完善的过程，通过实际问题培养学生的模型建构能力、实践意识和创新意识，逐步达到培养学生的社会责任感的目的，落实物理课程的核心素养，培养和提升学生研究问题的科学思维和物理素养。学生有了这样的经历，相信可以对学生的科学思维起到积极的促进作用。

四、结束语

人们常说，“教给学生一碗水，教师则是一桶水”。在信息化和大数据智能化时代，教育已经超越了传统比喻。在今天深入开展基础教育课程与改革的背景下，教师应该是一条流动的、充满生机的、富于包容与开放的河流，而学生是充

满灵动、满怀希望与探究精神的小溪和小河。教师需要不断学习，与学生互为融通，激发学生灵感，奔流不息。在科技不断改变我们的生活方式和学习思维方式的今天，如何培养出能够顺应未来发展的人才，值得一线教师深思。

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: 人民教育出版社, 2022.
- [2] 郭玉英, 姚建欣, 张玉峰, 等. 基于学生核心素养的物理学科能力研究[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2017.