

初中园地

# 基于递进式问题链的深度物理课堂教学

——以制作“电子测力计”过程的分析为例

修金文 (福建省厦门外国语学校石狮分校 福建 362700)

**摘 要** 本文以制作电子测力计装置过程的分析为例,尝试在教学中以问题链为引导,即在“问题—推理—创新—质疑—探究”中完成知识体系的构建和内化,让学生综合运用所学知识分析问题、解决问题,实现深度的物理课堂教学,培养学生科学思维的意识和能力。

**关键词** 问题链 电子测力计 科学思维

**文章编号** 1002-0748(2021)3-0043

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

《义务教育物理课程标准(2011年版)》在课程目标中提出:义务教育物理课程旨在提高学生的科学素养,让学生学习终生发展必需的物理基础知识和方法,养成良好的思维习惯,在分析问题和解决问题时尝试运用科学知识和科学研究方法<sup>[1]</sup>。但教师在日常教学中往往会发现,学生并不能准确地理解物理概念,思维没有逻辑性,表述也缺乏相关证据。因此,在教学过程中,教师要根据学生的知识储备现状和提出的问题,预设一组有中心、层层递进、相对独立而又彼此关联的教学方案,在问题的解决过程中激活学习主体的思维,在分析论证中深化对物理概念的理解,在知识的迁移和创新中渗透证据意识,促进学生批判性思维能力的形成。本文以“电子测力计”的分析与改进为例,尝试以“问题链”的教学方式,唤醒学生记忆中碎片化的知识,完成知识的构建、融合、应用、创新,构建思维型课堂,发展学生的科学思维。

## 1 巧妙设计问题情境,诱发学生科学思维

**问题 1** 电子测力计在日常生活中有着广泛的应用,它具有灵敏度高、测量精确、读数方便等优点。同学根据所学知识设计了如图 1 所示的简易电子测力计的装置,该装置中电流表的示数可以显示拉力的大小。没有受到拉力作用时,弹簧(弹簧的电阻不计)处于原长状态,滑片 P 处于 a 端。试分析定值电阻  $R_0$  的作用。

学生分析:当用力向右拉拉环时,金属滑片 P 从 a 端逐渐滑到 b 端,电阻 R 逐渐减小至 0,根据欧

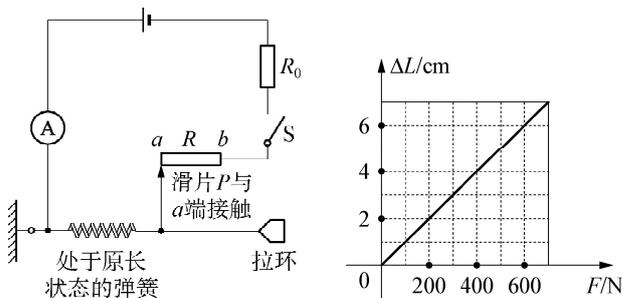


图 1

图 2

姆定律  $I = \frac{U}{R}$ ,电源电压是固定不变的,所以电流 I 变得很大,会将电流表,电源等元器件烧毁,所以电路中要串联一个定值电阻  $R_0$ ,起保护电路的作用。

**问题 2** 图 1 中电阻丝 R 的电阻随长度均匀变化(长度  $L_{ab} = 5 \text{ cm}$ ,阻值  $R_{ab} = 25 \Omega$ ),电源电压 U 由两节干电池提供,电流表所选择的量程是  $0 \sim 0.6 \text{ A}$ ,电路中串联的电阻  $R_0$  至少要几欧?

学生分析:  $I = \frac{U}{R + R_0}$ ,因为电流表允许通过的最大电流  $I_{\text{max}} = 0.6 \text{ A}$ ,电阻 R 的最小值是 0,所以

$$R_0 = \frac{U}{I_{\text{max}}} = \frac{3 \text{ V}}{0.6 \text{ A}} = 5 \Omega.$$

**问题 3** 弹簧的伸长量  $\Delta L$  与所受拉力 F 间的关系如图 2 所示。通过计算说明,电流表表盘的  $0.3 \text{ A}$  处应标多大的力?

学生分析:由  $I = \frac{U}{R + R_0}$  得,  $R = \frac{U}{I} - R_0 = \frac{3 \text{ V}}{0.3 \text{ A}} - 5 \Omega = 5 \Omega$ ,  $\Delta L = 5 \text{ cm} - \frac{5 \Omega}{25 \Omega} \times 5 \text{ cm} =$

4 cm, 由图 2 可知, 当  $\Delta L = 4$  cm 时,  $F = 400$  N。

问题 4 此拉力计的量程为多少?

学生分析: 当  $\Delta L = 0$  cm 时,  $F = 0$  N;  $\Delta L = 5$  cm 时,  $F = 500$  N, 所以该测力计的量程为  $0 \sim 500$  N。

评析: 在教学过程中, 要充分发挥教师作为学习引导者的作用, 通过巧妙地设置问题情境, 层层深入, 唤醒学生的知识记忆, 诱发学生科学思维。

## 2 借助图表, 引导学生科学推理

问题 5 用该电流表改装的电子测力计示数是否均匀?

学生分析: 由图 2 可知, 弹簧所受力  $F$  与弹簧伸长量  $\Delta L$  的关系:  $F = k\Delta L$  (比例系数  $k = 100$  N/cm) ①。

设电阻丝接入电路中的阻值为  $R'$ , 则  $R' = \frac{L - \Delta L}{L}R$  ②。

电路中的电流  $I = \frac{U}{R' + R_0}$  ③。

联立①②③式可得  $I = \frac{ULk}{(kL - F)R + LR_0k}$  ④。

$$\frac{3 \times 5 \times 100}{(100 \times 5 - F) \times 25 + 5 \times 5 \times 100} = \frac{60}{600 - F} \quad ④。$$

方法 1: 由于  $F$  的取值范围为  $0 \sim 500$  N, 所以  $F$  取特殊值代入④式, 可以得到表 1 所示的数据。

表 1 弹簧所受到的拉力  $F$  与电流表示数  $I$  的关系

拉力 $F$ /N	0	100	200	300	400	500
电流表示数 $I$ /A	0.10	0.12	0.15	0.20	0.30	0.60

从表 1 中可以看到: 当弹簧所受到的拉力均匀增大时, 电流表的示数非均匀地增加, 所以用该电流表改装的电子测力计示数是不均匀的。

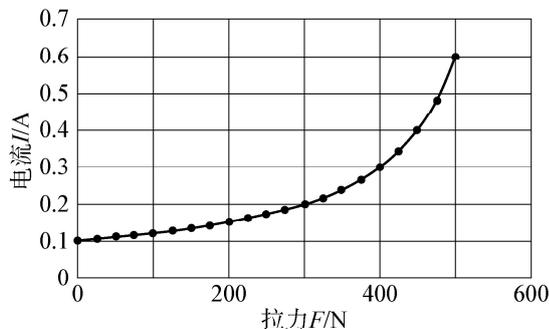


图 3

方法 2: 以弹簧所受拉力  $F$  为横坐标, 电流  $I$  为

纵坐标, 用 Excel 表格建立坐标系 ( $F$  的取值范围为  $0 \sim 500$  N)。由图 3 可知, 用该电流表改装的电子测力计示数是不均匀的。

评析: 教学过程中, 教师可让学生借助计算机分析处理数据, 并以图表的形式展示处理结果, 得到可视化的物理规律, 培养学生利用计算机进行数据处理能力。

## 3 迁移创新, 促进学生的高阶思维

问题 6 如何将示数不均匀的电子测力计改装成示数均匀的电子测力计?

学生讨论后得到: 如图 4 所示, 将电路中的电流表换成电压表。

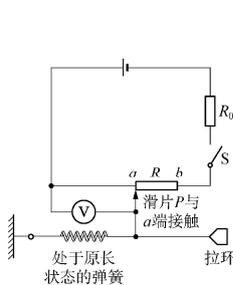


图 4

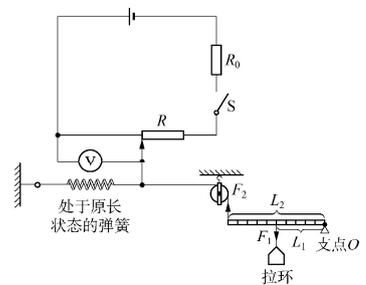


图 5

电路中的电流

$$I = \frac{U}{R + R_0} = \frac{3 \text{ V}}{25 \Omega + 5 \Omega} = 0.1 \text{ A} \quad ⑤$$

电压表的读数

$$U_1 = I \left( \frac{\Delta L}{5} R \right) = 0.1 \text{ A} \times \left( \frac{\Delta L}{5} \times 25 \Omega \right) = 0.5 \Delta L \quad ⑥$$

弹簧所受力  $F$  与弹簧伸长量  $\Delta L$  的关系:

$$F = k\Delta L \text{ (比例系数 } k = 100 \text{ N/cm)} \quad ⑦$$

联立⑤⑥⑦式, 可得电压表的读数

$$U_1 = 0.5 \Delta L = 0.5 \times \frac{F}{100} = \frac{F}{200} \quad ⑧$$

由⑧式可知, 弹簧所受到的拉力  $F$  与电压表的示数  $U_1$  是成正比的, 所以电压表表盘显示的拉力大小示数是均匀的。

问题 7 当电压表的示数为 1.5 V 时, 拉环受到的拉力是多大?

学生分析: 将  $U_1 = 1.5$  V 代入⑧式可得  $F = 300$  N。即当电压表的示数为 1.5 V 时, 拉环受到的拉力是 300 N。

问题 8 如何增大该电子测力计的量程?

学生讨论后得到: 在电路中加入杠杆, 如图 5

所示,根据杠杆的平衡条件:  $F_1 L_1 = F_2 L_2$ , 得  $F_2 = \frac{F_1 L_1}{L_2}$ , 图 6 中  $\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}$ , 所以  $F_2 = \frac{F_1}{2}$ , 该电子测力计的量程扩大 2 倍。只要改变拉环在杠杆中的位置, 就可以改变  $L_1$  的大小, 进而改变  $L_1$  与  $L_2$  的比值, 从而获得不同量程的电子测力计。

评析: 通过将示数不均匀的电子测力计改装成示数均匀的电子测力计, 培养学生的解决问题能力和创新能力, 促进学生高阶思维的形成。

#### 4 基于证据大胆质疑, 培养学生的批判性思维

问题 9 请同学们再深入分析和思考图 5 中所做的改进是否合理。

学生分析: 当我们增大对拉环的拉力  $F_1$  时, 弹簧受到的拉力也会随之增大, 弹簧将被拉长, 杠杆的位置将会发生改变, 从图 6 中可以发现此时  $\frac{L_1}{L_2} \neq \frac{1}{2}$ , 即电子测力计的量程放大的倍数将无法确定, 也就不能准确测量出拉环所受拉力的大小。

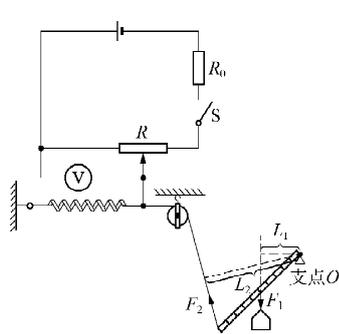


图 6

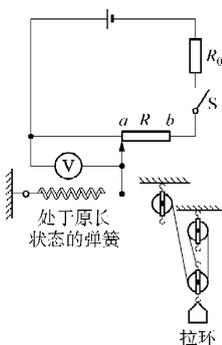


图 7

问题 10 通过上述分析, 我们知道利用杠杆来扩大电子测力计的量程是不可行的。同学们思考一下, 还有没有其他方法?

学生分析: 方法 1: 如图 7 所示, 可以将杠杆改成滑轮组(不计动滑轮重力和绳子间摩擦), 这样可以改变电子测力计的量程。因为有三段绳子和动滑轮接触, 该电子测力的量程将扩大三倍, 即量程为  $0 \sim 1500 \text{ N}$ 。当然, 我们只要使用不同的滑轮组或者改变滑轮组中绳子的绕法, 就可以将此电子测力计改装成自己需要的量程。

方法 2: 当弹簧的伸长量为  $\Delta L$  时, 电压表所测量的电阻  $R' = \frac{\Delta L}{5} \times 25 \Omega$  ⑨。

弹簧所受的拉力  $F$  与弹簧伸长量  $\Delta L$  的关系

$$F = k\Delta L (k \text{ 为弹簧的劲度系数}) \quad \text{⑩。}$$

$$\text{电路中的电流 } I = \frac{U}{R + R_0} \quad \text{⑪。}$$

$$\text{电压表的读数 } U' = IR' \quad \text{⑫。}$$

$$\text{由⑨⑩⑪⑫式推导可得 } F = \frac{kU'(R + R_0)}{5U} \quad \text{⑬。}$$

由⑬式可知我们可以通过增大弹簧的劲度系数(例如使用更粗的弹簧)、增大  $R_0$  的阻值(例如将  $R_0$  改为阻值可调大的电阻箱或在电路中再串联一个电阻)、减小电源的电压等方法可以扩大电子测力计的量程。

评析: 学生是课堂思维的主体, 通过学生对杠杆改装的电子测力计的质疑、论证和优化, 完成思维成果的自我剖析和评估, 培养学生的批判性思维能力, 让学生的思维更具有缜密性。

#### 5 通过科学探究, 发展学生思维

科学探究可以有效地突破思维定势, 也可以有效检验思维产物。通过对电子测力计的分析和改进, 学生已经掌握了电子测力计的原理, 所以接下来教师要准备相关实验器材, 让学生以小组为单位制作电子测力计, 检验思维成果。若所制作的电子测力计效果良好, 可以在全班进行展示, 让学生体验成功的喜悦; 若所制作的电子测力计还存在缺陷, 可以让学生再进行相关优化, 并展示学生解决问题的思维过程, 发展学生的思维。

#### 6 结束语

在物理课堂教学中, 教师应根据学生的最近发展区, 创设合适的问题情景, 让学生通过对知识的加工和处理, 有针对性地训练学生的物理思维。让学生运用所学知识科学地分析问题产生的原因、尝试提出相关的改进方案, 最后根据改进方案进行实验探究, 最终完成核心素养自我构建。只有这样, 才是具有深度的物理课堂教学, 才能促进学生科学思维的发展。

#### 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(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [2] 潘华君. 指向证据意识培养的教学设计实践研究[J]. 物理教师, 2020, 41(2): 11—16.
- [3] 马少红. 浅谈物理学科如何培养学生的核心素养[J]. 中学物理教学参考, 2018, 47(12): 3—6.
- [4] 赵莹. 基于问题解决的科学思维培育策略[J]. 物理教师, 2020, 41(1): 23—26.