

浅析初中物理电学实验习题编写存在的问题

符东生

(广州市教育研究院 广东 广州 510000)

(收稿日期:2020-02-28)

摘要:初中一些实验习题有杜撰实验数据的情况,题目情境不真实,题目有科学性错误.以电学的部分题目为案例,展示这类习题杜撰的数据与真实实验数据的差异,分析初中物理教学由于杜撰数据引起的教与学的问题,提出选编习题的注意事项.

关键词:习题数据真实性 灯丝电阻 干电池两端电压 视在功率 有功功率

初中一些实验习题出现杜撰实验数据的情况,题目情境不真实,题目有科学性错误.本文以电学的部分题目为案例,展示这类习题杜撰的数据与真实实验数据的差异,分析初中物理教学由于杜撰数据引起的教与学的问题,提出选编习题的注意事项.

1 编写的习题数据应真实 遵从可简化的原则

白炽灯在不同电压下工作,灯丝电阻值会发生较大的变化.如案例1的习题在初中比较常见.

案例1:标有“220 V,60 W”的白炽灯若在110 V电压下工作,流过灯丝的电流是多少?

本题有一个隐藏的条件:“灯泡在不同电压下工作,其电阻阻值不变”.而真实的情况又是如何?笔者利用变压器改变白炽灯两端的电压,利用图1所示的电力节能测试仪测出的相关数据及白炽灯在不同电压下工作的电阻值如表1所示.



图1 电力节能测试仪

表1 白炽灯在不同电压下工作时

电压 电流 电阻值

实验序号	灯两端的电压 U/V	流经灯的电流 I/A	灯的电阻 R/Ω
1	220	0.118 2	1 861
2	110	0.110 0	1 000

根据实验数据可知白炽灯两端电压分别为220 V及110 V时的电阻值相差很大,是不可能认为近似相等的.

另外表2和表3分别是用数显直流电流表、电压表测出两种规格的小灯泡工作时的电压、电流及对应的电阻,会发现小灯泡在不同电压下工作,灯丝电阻值也不可能认为近似不变.

表2 额定电压为2.5 V的小灯泡

实验序号	1	2	4	5	6
电压 U/V	2.48	3.38	4.77	5.68	5.79
电流 I/A	0.306	0.359	0.420	0.408	灯丝烧断
电阻 R/Ω	8.10	9.42	11.36	13.92	

表3 额定电压为3.8 V的小灯泡

实验序号	1	2	3	4	5	6
电压 U/V	3.78	4.78	6.98	7.79	9.19	10.2
电流 I/A	0.269	0.282	0.353	0.375	0.410	灯丝烧断
电阻 R/Ω	14.05	16.95	19.77	20.77	22.41	

笔者在观课时发现,当把表1中的电压、电流的数据展示给学生,问学生灯泡在不同电压下工作,灯

丝电阻是否保持不变,学生都能很快回答说灯两端电压不同,则灯丝的电阻不同.追问学生判断依据,很多学生(包括基础比较薄弱的学生)都能说出他们快速判断的依据:灯泡两端电压变为原来的2倍时,流经灯的电流没有对应变为2倍.

而教材“测小灯泡在不同电压下工作时的电阻”实验,其实验目的就是让学生观察到灯泡在不同电压下工作,灯丝电阻不是一个恒定值.实验结束学生能得到:“加在灯泡两端电压不同,灯泡的电阻也不同”的实验结论.但习题情境不尊重实验数据,默认灯泡在不同电压下工作时,电阻是一定值,学生思维就会很混乱,不知道灯泡在不同的电压下工作,灯丝的电阻到底是变还是不变,而有的教师干脆就告知学生:“做实验时灯泡电阻是变的,而到了做习题灯泡电阻就是不变的.”

物理本是了解“是什么,为什么”的学科,但上述的习题却扭曲了物理学科的教学本意.《义务教育物理课程标准(2011年版)》(下文简称“课标”)在“情感·态度·价值观”提出“养成实事求是、尊重自然规律的科学态度,不迷信权威,勇于创新,有判断大众传媒信息是否符合科学规律的初步意识”.所以这类与实验数据不符的习题,是无法提升学生的审辩思维能力,也无法培养学生的科学素养.笔者从广州市中考相关题目(案例2)的数据就发现上述习题所带来的不良后果.

案例2:(2018年广州中考题)测得某白炽灯在不同电压下的电功率如表4所示.

表4 白炽灯在不同电压下工作电压、电功率

数据序号	灯两端电压 U/V	灯的电功率 P/W
1	220	40
2	110	12.1

(1)灯两端电压为220 V时,灯的电阻为多少?

(2)灯两端电压为110 V时,通过灯的电流为多少?通电100 s灯消耗的电能是多少?

笔者发现不少学生解决第(2)小问灯消耗多少电能时,就是利用第(1)问求得的电阻,再利用 $Q = I^2 R t$ 求解灯消耗的电能,完全没有根据题目所给的

信息判断白炽灯两端的电压改变时,其电阻也会发生变化.推测学生平时做的大量习题中灯泡电阻都是恒定值,遇到真实的情况学生已不会从题目中提取信息,只是按自己脑里训练多次的套路来解题.

有的教师认为“理想化”是物理研究问题的一种基本思路,解题时灯泡电阻不变是一种简化的手段,是为了解决主要问题,为什么案例1和案例2不能认为电阻不变?

理论物理学家丽莎·兰道尔(Lisa Randall)在《叩响天堂之门》一书中谈到:“在合适的情况下,忽略细枝末节、集中处理那些我们关心的主题是合理的,这让我们得以不被那些非本质的束手缚脚而寸步难行.……如果某些事物对于你的研究所涉及的尺度而言太过微小,那你就不需要了解它更精细的结构.这种方法并非科学上的自欺欺人,而是排除冗杂信息的一种方法,是一种获得正确答案、了解你工作系统中有什么的‘有效’方式.”

根据上述可简化原则,我们就要清楚在研究问题时,哪些是可以忽略的细枝末节,书中给出的解释是:“把那些不产生任何可测量效应的未知因素有效地忽略掉了.”而白炽灯的电阻会随着灯泡两端的电压改变而改变,且变化值很明显,不是“不产生可测量的效应”,所以不能忽略.而且教材也有测小灯泡电阻及定值电阻的学生实验,实验的目的就是要知道小灯泡的电阻是会随着灯两端的电压改变而改变.我们编写的习题若不尊重实验事实,遵从可简化的原则,题目就会有科学性错误,并会引起学生思维混乱.

若想考查电阻不变的相关问题,可以选取定值电阻编写习题,而不应编写一些把灯泡理想化为电阻不变的习题.

2 编写的习题应回避初中学生无法解决的问题

2.1 一些错误的简化会导致学生进入高中学习时有错误的前概念

很多物理问题初中生无法用已学的知识解决,但不代表编写的习题数据可以与实验不符.如初中学生不知道干电池有内阻,也没有全电路欧姆定律

相关知识,而习题所用的电源又常是干电池,部分教师认为初中学生能力有限,题目不需要严谨,所以编选的题目默认外电路电阻发生变化时,电池两端的电压不变(如案例3).

案例3:定值电阻 R_1 和 R_2 与干电池组成如图2所示电路,此时开关 S 断开,若开关 S 闭合,问:

(1) 电压表、电流表的示数会如何变化?

(2) 定值电阻 R_1 两端的电压及流经 R_1 的电流如何变化?

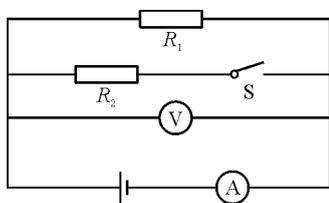


图2 案例3电路图

本题所给的答案是:开关闭合电压表示数不变,电流表示数变大;定值电阻 R_1 两端的电压不变,流经 R_1 的电流不变. 判断的依据是:电源两端电压不变,根据 $I = \frac{U}{R}$, U 和 R_1 都没变,所以流经 R_1 电流不变;而因为多一个支路,干路电流等于各支路电流之和,所以电流表示数变大. 解决问题时默认干电池两端电压不变.

图3和图4是案例3所得的实验数据,开关闭合, R_1 两端的电压减少,根据 $I = \frac{U}{R}$, 流经 R_1 的电流减少. 到了高中学完全电路欧姆定律后,用理论分析也是会得到图3和图4所示的数据.

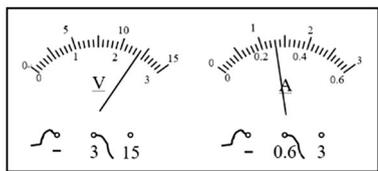


图3 开关断开电压表、电流表示数

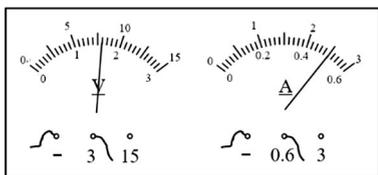


图4 开关闭合电压表、电流表示数

但初中大量习题都认为无论外电路电阻如何变化,干电池两端的电压都不变. 这类习题多了,会给学生高中学习带来负面影响. 部分教师认为:初中学生能力不够,题目不需要这么严谨,学生能力不够,可以采取回避的方法,而不是编写错误的误导性数据误导学生.

2.2 习题的错误简化会给学生完成必做实验带来阻碍

“路端电压可能会随外电路电阻改变而改变”的实验事实,初中实验是无法回避的. 如在完成“导体两端电压不变时,流过导体的电流与导体电阻关系”的实验中,若学生不清楚路端电压可能会随外电路电阻改变而改变,就不会明白实验为什么需要滑动变阻器. 笔者观课时发现,此实验常与“导体电阻不变时,探究流过导体的电流与导体两端电压关系”的实验合在一起做,做完探究电流与电压关系实验时,教师没有给学生思考和设计电路的机会,直接让学生不要拆电路,把电阻换成不同的阻值进行实验. 很多学生根本就不清楚电路中滑动变阻器的作用,也就不清楚实验过程换了电阻为什么要有调节滑动变阻器这一操作步骤.

案例4:教学中给出探究课题“导体两端电压不变时,探究流过导体的电流与导体电阻关系”,让学生根据实验目的设计实验. 笔者在观课时发现不少学生设计的电路图如图5所示,也就是直接把不同的电阻接在干电池两端,因为很多习题都默认干电池两端电压不变,学生自然认为用同一个干电池就能做到电阻两端的电压不变,因此此实验只要换不同阻值的电阻,测出电流就可完成实验.

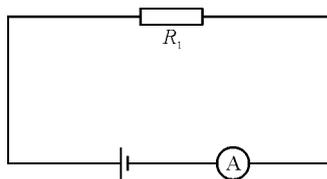


图5 案例4电路图

2.3 初中教学有时可让学生“知其然而不知其所以然”

初中教学有些内容可能无法用学生已有的知识解释,但我们可以通过实验让学生观察现象,对于现

象的解释可留到高中解决. 如学生设计的电路图如图5时, 可在电阻 R 两端并一个电压表, 如图6所示, 让学生观察当外电路电阻变换时, 电阻两端的电压是否发生变化.

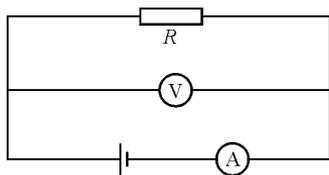


图6 案例4改进后的电路图

图7是某次实验同一电源、换了不同阻值的电阻时, 电压表的示数. 多了一步实验引导. 通过实验现象让学生了解路端电压可能会随外电路电阻变化而变化, 学生也就明白此实验滑动变阻器的作用. 编写的习题只要尊重实验数据, 并不需要学生死记硬背电源两端的电压到底是变还是不变, 源自实验的数据能减少学生的困惑及认知负担.

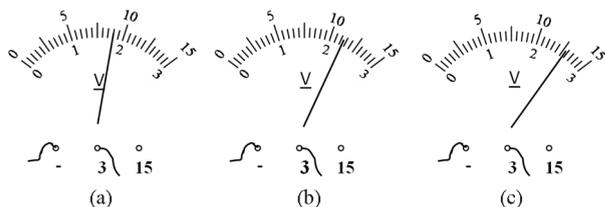


图7 图6所示电路, 改变 R 阻值, 电压表各次示数

而一些习题需要电源两端的电压恒定不变, 习题告知学生电源是恒压源就行, 不要把干电池理想化为恒压源.

3 编选习题要查证相关的物理知识 避免出现科学性错误

初中常见的一类习题: 根据LED灯铭牌上所给的电压与功率计算流经灯泡的电流. 这类习题都忽视了很多用电器是含有电容、电感的. 设用电器工作时其两端的电压为 U 与流经其电流为 I , 根据 UI 计算得到的是“视在功率”, 非纯电阻用电器“有功功率”是不等于“视在功率”的, 很多家庭电器铭牌上标的是“有功功率”. 家庭电能表计量的是有功功率乘时间得到的电能值.

图8和图9是利用电力节能测试仪分别测量白炽灯及LED灯的一些相关数据(图8是白炽灯, 图9

是LED灯). 根据图8测得的数据 $P=UI=0.173\text{ A}\times 223.5\text{ V}=38.7\text{ W}$, 计算得到的功率等于仪器显示的功率值(38.70 W), 仪器显示的功率因数也为1(图8), 但测量LED灯时, 我们会发现 $P=UI=0.037\text{ A}\times 230.7\text{ V}=8.5\text{ W}$, 并不等于测试仪显示的功率值(5.116 W), 铭牌上标示的功率与电力节能测试仪显示的功率接近. 因此只有纯电阻用电器, 根据 $P=UI$ 计算得到的值才与有功功率一致. 只有纯电阻根据 $UI t$ 计算得到的电能值与家庭电能表计量用电器消耗的电能值一致. 所以在编写根据用电器铭牌上的功率及电压求电流的习题最好用纯电阻用电器.



图8 白炽灯铭牌标示电功率为40 W

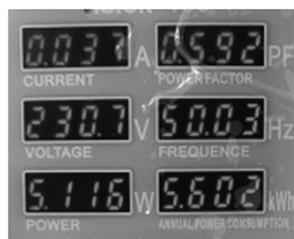


图9 LED灯铭牌标示电功率为5 W

只有尊重实验数据, 了解用电器的工作原理, 才会避免选编那种没做实验、纸笔杜撰数据的习题, 才能真正让学生理解物理概念, 减轻学生的认知负担.

参考文献

- 1 丽莎·兰道尔. 叩响天堂之门[M]. 杨洁, 符玥译. 杭州: 浙江人民出版社, 2016
- 2 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2011年版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2011
- 3 潘爱民. 关于功率因数的问题[J]. 电源技术应用, 2011(8): 65~67
- 4 何紫薇, 池佳豪, 陈梦阳, 等. 功率因数原理探究演示仪[J]. 物理通报, 2019(11): 89~90