

基于表现量规促进实验教学衔接*

——以实验数据处理为例

吴双双 金伟

(安徽师范大学物理与电子信息学院 安徽 芜湖 241002)

(收稿日期:2021-12-16)

摘要:物理实验不仅是中学物理教学极为重要的组成部分,也是大学理工科学生一门重要的基础课程.由于大学物理中对于实验的教学内容、侧重点与高中学习阶段相比存在较大变化,教师容易在这两个阶段形成断崖式教学.着眼于实验中实验数据处理部分,找到核心素养视角下中学和大学实验数据处理要求的衔接点,基于马扎诺评价理论编写能够提升中学与大学物理实验数据处理的贴合度的量规,促进中学和大学实验数据处理教学的平滑衔接.

关键词:马扎诺学习量规 实验数据处理 实验衔接

马扎诺学习量规是基于“马扎诺教学框架”,吸收实证研究成果,提出的包含评价准则、等级标准和具体说明等3个基本要素在内的、旨在创设一个连续体来说明特定主题内容在不同层次上的知识和技能状况的教学评价框架^[1].马扎诺学习量规内涵深刻,便于操作,可精细化.实验数据处理过程中的一些知识属于程序性知识,非常适合运用表现性量规进行学习评价.本文将探讨在中学物理实验数据处理中,教师如何编制使用马扎诺学习量规,使之能测查学生的实验数据处理能力,并及时反馈、补救,实现因材施教.合理利用马扎诺学习量规不仅能保证学生升学需要,还能够满足部分学生为将来继续理工科的学习夯实基础,把握自己的学习进度,拥有自主权并对自己的未来学习负责,符合我们促进教育衔接的要求.

1 问题提出

随着物理学科核心素养的提出,物理实验操作以及对所得实验数据的处理得到了越来越高的关注和重视.但是由于升学的压力,学生不注重对原始数据的分析和整理,只注重物理规律本身,造成学生的

实验数据处理能力十分欠缺,给大学实验教学任务的推进造成了很大的阻碍.如何将学习量规融入实验数据处理过程,促进学生物理学科核心素养的发展,加强中学和大学的物理实验教学衔接是本文的研究问题.

2 学习量规的设计

2.1 编制学习目标

编写马扎诺物理学习量规首先要剖析最新中学物理课程标准,编写3类学习目标,由低到高依次为一般型目标、基础型目标、提高型目标.一般型目标是指低于课程标准中认知水平的目标.基础型目标是指课程标准中规定的认知水平的目标.提高型目标是指高于课程标准中认知水平的目标,涉及深入的推理及应用^[1].查阅课程标准和课程标准解读,对于实验数据处理这一部分,可以将3层目标总结如表1^[2].

2.2 核心素养各方面量规呈现

创建表现量规是在3类学习目标的基础上进行细化,更为清晰地说明实现标准所需要的知识和技能水平,促进学生达到想要达到的目标.根据核心素

* 安徽省高等学校省级质量工程项目资助,项目编号:2020jyxm0673,2020jyxm1980

作者简介:吴双双(1997-),女,在读硕士研究生,研究方向为物理学科教学.

养的4个方面,细化学习目标编制的关于实验数据处理能力的表现量规如表2所示。

表1 实验数据处理能力的3层目标

一般型目标	<p>能根据已有实验方案,使用实验器材获得实验数据,会妥善保存原始信息。</p> <p>知道数据处理基本过程,能够使用至少一种实验数据处理方法处理数据,能够根据实验数据形成初步结论,能参考教科书内容撰写简单的实验报告</p>
基础型目标	<p>在一般型目标的基础上,通过实验获得实验数据并认真、严谨、实事求是地收集这些实验数据,设计合理的表格记录。</p> <p>能分析实验记录的数据,能使用图像法、列表法、平均值法等方法对实验数据进行处理,得出与实验目的相关的结论,能撰写比较完整的实验报告,根据实验报告进行交流</p>
提高型目标	<p>在基础型目标的基础上注意更为准确的数据的获取和记录。</p> <p>能定量计算实验数据的相对误差,理解相对误差产生的原因,能从理论上分析出减小误差的方法,反思实验数据处理过程,选择最优的实验数据处理方法,能在报告中正确呈现实验数据表格以及数据处理过程,能有针对性地反思交流过程与结果</p>

表2 实验数据处理能力的表现量规

等级	物理观念	科学思维和方法	科学态度与责任
0.0	不知道关于数据处理方法的含义	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无法根据实验数据得出结论,也不会解释结论,对于老师进行的实验数据处理提不出任何物理问题。 2. 完全不知道如何对获得的实验数据进行处理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对实验数据处理不感兴趣,认为数据处理毫无意义,照抄别人的实验数据。 2. 不能对实验结果进行交流反思
1.0	在教师的指导下,知道关于数据处理方法的含义,但不知道怎么用和处理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够根据获得的实验数据得出部分小结论,但并不能对结论进行解释也不能提出物理问题。 2. 能够基本理解课上老师对实验数据处理的逻辑顺序,但是不能独立自主进行数据处理,也得不出结论 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道要对实验数据进行处理,但实际在数据处理过程中只是在凑数据。 2. 不主动与同学交流
2.0	知道关于实验数据处理的方法和相对误差的含义,能够简单地利用这些方法处理实验数据	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能根据实验数据初步得出近似正确的部分结论,并尝试对结论做出一些解释。 2. 能够记住教师对数据处理的逻辑顺序,并能够基本仿照自行进行处理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道实验数据处理的重要性,但有时还是会凑数据。 2. 有时会跟同学主动交流
3.0	了解误差理论,能够自主利用一种方法对实验数据进行处理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够根据实验数据得出近似正确的结论,并解释。 2. 按照实验要求记录实验数据,包括注意有效数字、估读,能够利用图像法、逐差法、平均值法等方法处理实验数据 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对实验数据感兴趣,坚持数据处理的实事求是,不凑数据。 2. 能主动参与合作
4.0	能理解实验原理和误差理论,知道如何定量计算相对误差,了解实验数据处理的各种方法,并能利用合适的方法对实验数据进行处理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够根据实验数据得出正确的结论,并进行完整、合理的解释。 2. 能够选择最优的数据处理方法,养成良好的数据记录和处理习惯,能从原理上找到减小相对误差的方法,并反思 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道数据处理的意义重大,抵制违反实事求是的行为。 2. 能主动参与合作又能发挥重要作用

在中学物理实验教学中,通过对实验结果误差分析意识的培养可以引导学生对整个实验原理和方案进行更深入的思考,也为将来学生在大学物理实验中对于误差和不确定度的定量计算形成平滑的教学衔接.多种数据处理方法的使用,一方面提升学生的实验探究能力,另一方面也为将来进入大学阶段进行更复杂的物理实验数据处理打下基础^[3].

3 学习量规的应用举例

下面以光电门测重力加速度的实验来举例说明量规表的使用.

(1) 课前介绍

在课前教师会发放两份学习量规表,并向学生说明表现量规,让学生知道量规是什么、为什么、怎么样.是什么:量规就像一把尺子,可以用来衡量我

们的学习情况,知道自己已经达到什么水平级,以及怎么做才能达到上一水平级.为什么:量规为我们展示了学习的重点、方向和结构,可以帮助我们增强自我调节学习的能力,把握自己的学习进度.怎么样:即介绍量规的使用方法^[4].

(2) 课堂使用

编制光电门测重力加速度在实验数据处理方面的量规表如表3所示.

实验装置示意图如图1所示.实验原理 $v^2 - v_0^2 = 2gh$ ($v_0 = 0$), h 为铁质小球从 O 点下落到 A 点的高度, v 为铁质小球经过 A 点时的瞬时速度.教师注意将量规融入教学活动,测查学生的实验数据处理素养,并及时反馈、补救.向学生解释,实现 2.0 级的目标是为了达到 3.0 级的学习目标.激励学生逐级达到量规的等级目标,并培养学生积极向上的心态.

表3 光电门测重力加速度的数据处理表现量规

0.0	即使提供帮助,也没有取得成功
1.0	在教师或同学的帮助下,2.0级和3.0级内容取得部分成功
2.0	<p>1. 能根据已有实验方案,使用实验器材获得多组实验数据,会妥善保存原始信息并能够对实验数据进行初步处理,除去明显错误的实验数据.</p> <p>2. 能够将数据代入公式 $v^2 - v_0^2 = 2gh$ ($v_0 = 0$) 计算得出 g 的数值,知道误差来源于测量不准,瞬时速度记录的不准等问题</p>
3.0	<p>在 2.0 的基础上</p> <p>1. 按照实验要求绘制表格记录实验数据,能注意有效数字、估读.</p> <p>2. 能用图像法、平均值法或列表法等其中一种方法处理实验数据.</p> <p>图像法:在直角坐标系中以 v^2 为纵坐标(y轴), h 为横坐标(x轴),描出表格中数值对应的各点,去除偏离较大的点后,将各点拟合成一条直线,由图像得出直线的斜率 k,结合物理公式 $v^2 - v_0^2 = 2gh$ ($v_0 = 0$) 可求得 g 的值为 $\frac{k}{2}$.</p> <p>平均值法:记录多组实验数据,使用多次测量求平均值的数据处理方法得到 v 和 h 的平均值,将 v 和 h 的平均值代入物理公式 $v^2 - v_0^2 = 2gh$ ($v_0 = 0$) 可求得 g 的值.</p> <p>列表法:绘制两行表格分别记录 v^2 和 h 的数值,可发现表格中的 v^2 和 h 存在正比关系,结合物理公式 $v^2 - v_0^2 = 2gh$ ($v_0 = 0$) 可求得 g 的值</p>
4.0	<p>在 3.0 的基础上</p> <p>1. 理解误差产生的原因,知道查阅当地的重力加速度值并将其作为真值 g_0,结合 3.0 中由某一实验数据处理方法求得的 g 值,利用相对误差公式 $\delta = \frac{\Delta}{g_0} \times 100\% = \frac{g - g_0}{g_0} \times 100\%$ 求得相对误差并判断求得的实验数据是否在误差允许范围内.</p> <p>2. 熟练掌握 3.0 中所有实验数据处理方法,并通过相对误差计算选择最优的实验数据处理方法</p>

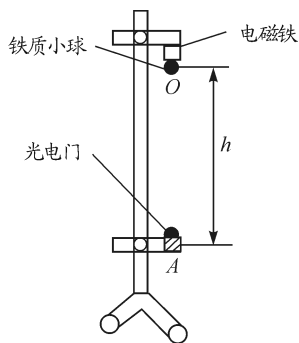


图1 光电门测重力加速度实验装置示意图

学生课后按照量规对自己的学习情况进行评价,判断自己达到哪一个水平等级.并回顾反思自己的学习行为,思考如何学习才能达到上一水平级.达到2.0的水平相当于达到了课标要求的学业水平等级2,即达到了高中学业水平考试合格的要求.达到3.0的水平表示学生可以达到学业水平等级4,即达到高等学校相关专业学习应达到的水平要求.达到4.0水平表示学生可以达到学业水平等级5,即达到了全国一流大学相关专业学习的要求^[2].另一份交给教师,作为教学反思.

4 结束语

在中学物理教学中,由于教师对实验数据处理

过程的不重视,使得学生对数据处理趋于形式化,逐步让学生形成数据处理不重要、很简单的印象.然而,大多数物理规律的提出都离不开原始数据的积累和处理.

实验数据的准确处理是培养学生研究问题的关键能力,也是作为一位理科生的必备能力.表2中的量规可以用在任何一个含有实验数据处理的实验中,参照量规对实验数据进行处理,达到自己需要达到的程度,并对有意向在大学继续学习理工科的学生进行平滑的教育衔接.

参考文献

- 1 王长江,魏巧云,李俊永,等.马扎诺物理学习量规:一种简单易行的学习评价工具[J].物理教师,2021,42(3):41~44,48
- 2 廖伯琴.《普通高中物理课程标准》(2017年版)要点解读[J].物理教学,2020,42(2):85~171
- 3 陈志强.核心素养视角下高中与大学物理实验教学衔接的研究[D].扬州:扬州大学,2021.45
- 4 卡拉·摩尔,莉比·H·加斯特,罗伯特·J·马扎诺.编制与使用学习目标和表现量规:教师如何做出最佳教学决策[M].管颐译.郑州:大象出版社,2018.35

Promoting the Connection of Experimental Teaching Based on Performance Rubrics

—Taking Experimental Data Processing as an Example

Wu Shuangshuang Jin Wei

(School of Physics and Electronic Information, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241002)

Abstract: Physics experiment is not only an important part of secondary school physics teaching, but also a significant basic specialized course for universities' students who are major in science and engineering. However, it's easy to develop a kind of entirely not coherent teaching since these two teaching stages have different experimental content and proportion for students. From the perspective of core competence in New Curriculum Standard(2020) and based on Marzano evaluation theory, this paper aims to find out the joint-point between secondary schools and universities' physics experimental data processing requirements and to compile gauge which can improve the adhesion between secondary physics experimental data processing and universities'. And through which to promote cohesion between secondary schools and universities' experimental data processing.

Key words: Marzano learning gauge; experimental data processing; experimental cohesion