

弹簧测力计量程影响因素的分析与探讨

游天下

(慈溪市庵东实验学校 浙江 宁波 315300)

(收稿日期:2019-12-14)

摘要:初中物理中有一道较为常见的试题,内容是关于不同弹簧制成测力计的量程比较.试题片面地理解弹簧劲度系数与测力计量程的关系,忽视了其他因素对测力计量程的影响.研究以此例分析弹簧测力计量程的影响因素,特别对弹簧劲度系数和弹性限度与量程的关系做深入探讨,从而使师生更准确地认识弹簧测力计量程的影响因素.

关键词:测力计量程 影响因素 劲度系数 弹性限度

华师大版科学教材八年级上册第一章^[1],有一道较为常见的关于弹簧测力计的配套练习,试题如下:

【原题】为了探究“影响弹簧受力后伸长长度的因素”,某科学兴趣小组做出下列猜想.

猜想 1:弹簧伸长长度的大小可能与弹簧的长度有关.

猜想 2:弹簧伸长长度的大小可能与受力的大

小有关.

猜想 3:弹簧伸长长度的大小可能与弹簧的材料有关.

他们选择了甲、乙、丙 3 根弹簧作为研究对象.已知弹簧甲和丙是由同种金属丝制成的,弹簧乙是另一种金属丝制成的,甲和乙原长均为 6 cm,丙原长为 9 cm,其他条件均相同.将弹簧竖直放置,上端固定,下端挂不同个数的钩码.表 1 记录了实验数据.

表 1 实验数据

| 弹簧受到的拉力 /N | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 弹簧的长度 / cm | 甲 | 6.0 | 6.6 | 7.2 | 7.8 | 8.4 | 9.0 | 9.6 | 10.2 |
| | 乙 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 |
| | 丙 | 9.0 | 9.9 | 10.8 | 11.7 | 12.6 | 13.5 | 14.4 | 15.9 |

(1) 分析表中数据可知:在拉力相同的情况下,弹簧甲伸长的长度_____(填“大于”或“小于”)弹簧乙伸长的长度.由此可证实猜想_____.同时,我们也可以发现用_____(填“甲”或“乙”,下同)制成的弹簧测力计量程大,用_____制成的弹簧测力计测量的精确度高.

(2) 要证实猜想 1,需比较_____两组弹簧的数据.

1 弹簧劲度系数与测力计量程

1.1 初析试题

试题第(1)小题中的第 3 空,很多师生认为答案是甲.判断理由如下:由表 1 中甲、乙可知,甲、乙两根弹簧原长相同,材料不同,受到相同大小的力,甲弹簧的伸长量更小.再根据弹簧所受的拉力与弹簧伸长量的关系是 $F = \kappa \Delta x$ 可得,两弹簧的劲度系数

关系为 $\kappa_{甲} > \kappa_{乙}$. 则由两种弹簧所制成的弹簧测力计的量程一定是甲更大. 由此类型试题归纳出, 受到相同大小的力伸长量更小的弹簧制成的测力量程更大, 伸长量更大的弹簧制成的测力计精确度更高. 以上结论看似正确, 但细究还存在不小的问题. 弹簧的劲度系数亦称倔强系数, 表示弹簧的一种属性, 它的数值与弹簧的材料, 弹簧丝的粗细, 弹簧圈的直径, 单位长度的匝数及弹簧的原长等因素有关. 反映了弹簧弹性形变的难易程度. 越难发生弹性形变是否就意味着量程越大呢, 其实不然.

1.2 劲度系数与量程

我们先来分析同种材料制成的弹簧. 有两根相同的弹簧, 每一根弹簧的劲度系数为 κ , 每一根弹簧的最大伸长量为 x , 根据胡克定律 $F = \kappa \Delta x$, 理论上量程即为 κx . 假如把这两根相同的弹簧串联, 劲度系数变为 0.5κ , 每一根弹簧的最大伸长量为一定值. 根据胡克定律 $F = \kappa \Delta x$ 可知, 则串联后制成的新的弹簧测力计其量程大小不变, 但总的最大伸长量是原来的两倍, 所以测力计的精确度会变高. 假如把这两根相同的弹簧并联, 弹簧更不容易被拉伸, 劲度系数 κ 变大, 每一根弹簧的最大伸长量一定, 故制成新弹簧测力量程会变大, 精确度会变低. 因此, 同种材料制成的弹簧的量程与弹簧的劲度系数没有绝对的关系.

回到分析的试题, 甲、乙为不同材料制成的弹簧, 表 1 中只能得出两弹簧的劲度系数差异, 不能直接比较出两弹簧制成的测力计的量程大小.

2 弹簧弹性限度与测力量程

2.1 弹性限度与量程

弹簧的弹性限度亦称弹性极限. 弹簧测力计使用原理是这样表述的: 在弹簧的弹性限度内, 弹簧的伸长量与弹簧所受的拉力成正比. 弹簧测力计的量程和弹簧的弹性限度直接相关, 弹簧的弹性限度越大, 则弹簧测力计的量程越大. 当然我们还要考虑很多的实际因素, 如制成测力计弹簧的长度是否合适, 标刻度时, 精确度是否合理等等, 而这些恰恰是我们

在选择时要考虑弹簧劲度系数是否合适^[2]. 因此笔者认为真正决定测力量程的不是弹簧的劲度系数, 而是弹簧的弹性限度, 但劲度系数是我们在实际制作弹簧测力计时不得不考虑的弹簧的一种性能. 为了选择劲度系数合适的弹簧, 我们将弹簧的材料, 弹簧丝的粗细, 弹簧圈的直径, 单位长度的匝数及弹簧的原长等因素进行综合性参考. 题中, 甲、乙分别制成测力计后, 之所以不能判断量程大小, 就是因为两种材料的弹性限度无法比较. 不能简单由两者的劲度系数的差异, 来模糊的等同于弹性限度差异, 进而得出量程的差异. 乙虽然劲度系数更小, 但因材料、粗细等一些因素的差异, 有可能其弹性限度更大. 所以笔者认为试题在此问题的比较上存在一些缺陷.

2.2 再析试题

试题如何改进可以避免这种误比较呢? 从上述分析的内容中, 比较对象可以做一些限定. 如制成的测力计外壳、刻度线分布情况相同, 当然也必须在弹簧的弹性限度内. 这种界定比较符合实际应用, 材料的性能特点在一定范围内进行比较, 能更准确的进行比较分析. 仔细分析可以发现, 在这个前提条件下, 不同长度、材料、粗细的弹簧都可以通过劲度系数的差异进行比较分析量程的大小.

测力量程的界定根据实际需要, 不得不考虑弹簧的劲度系数, 测力计外壳、刻度线只有在规定的范围内, 才可以利用劲度系数差异比较量程大小. 如果缺少这个大前提, 那测力计的量程将由弹簧的弹性限度所决定. 劲度系数和弹性限度两个概念的意义不同, 我们在运用时的选择应不同. 弹性限度反映的是弹簧在保持正常弹性下的极限值, 劲度系数反映的是弹簧的伸缩性能. 两者结合, 根据实际需要, 才能更好地标度合适的量程和分度值, 制成合适的弹簧测力计.

参考文献

- 1 袁运开. 义务教育教科书科学: 八年级上册[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2017. 10 ~ 11
- 2 张莹, 王珏, 张秀美, 等. 谈弹簧测力计的使用[J]. 物理通报, 2019(8): 92 ~ 95