

物理

掌握控制变量法在实验中的应用

北京大学附属中学石景山学校教师 高 崴

近年来,初中实验中的控制变量法考查得越来越深入,对于难度较高、要求考生能力较强的设计实验,控制变量考查了多次。比如,2022年北京学考物理第22题,石景山“二模”第22题等。这类问题看似简单,但实际上对考生答题来说比较困难,归纳和整理尤为重要。以下是经过总结提炼,得出针对这类问题的解题思路。

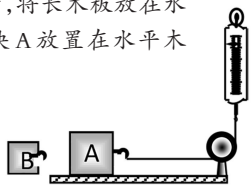
在解题时,考生先要仔细审题,找到实验中最关键的一句话,例如,“为探究水蒸发快慢与水的质量是否有关”“证明:电阻大小与导体长度有关”“通过导体的电流一定时,导体的电阻越大,导体消耗的电功率越大”“探究浸在水中的物体所受浮力大小跟物体的密度是否有关”等。这些信息已经给出了自变量和因变量,有些还会给出控制变量。考生可按照以下思路去完成设计性实验中控制变量法相关实验等要求。

以2022年石景山“二模”第22题为例进行思路解读:

小兰为了验证猜想“滑动摩擦力的大小与压力大小有关”,找来了调好的弹簧测力计、上表面粗糙程度均匀且一端带有一个高度可调节的定滑轮的长木板、表面粗糙程度不同且质量不等的物块A和物块B,设计了如图所示的装置进行探究。

请你帮助小兰将实验步骤补充完整:

(1)如图所示,将长木板放在水平桌面上,将物块A放置在水平木板上,细线一端与物块A的挂钩相连,另一端穿



测力计相连。调节定滑轮的高度,直至细线和木板平行;

(2)竖直向上拉动弹簧测力计,使物块A在长木板上做_____运动,读出弹簧测力计的示数为 F_1 ,此时物块所受滑动摩擦力 $f_1 = F_1$,将数据记录在表格中;

(3)_____,读出弹簧测力计的示数为 F_2 ,此时物块所受滑动摩擦力 $f_2 = F_2$,将数据记录在表格中。

(4)比较 f_1 与 f_2 的大小,若发现 f_1 _____ f_2 (选填“=”或“≠”),则说明物体受到的滑动摩擦力的大小与其受到的压力大小有关。

分析

1. 找到、找准三个变量

仔细审题,分析清楚探究问题的三个变量。自变量:压力大小。因变量:滑动摩擦力大小。控制变量:接触面积大小及其粗糙程度。找到关键句:验证猜想“滑动摩擦力的大小与压力大小有关”。

2. 按照设计思路设计实验

设计思想:保持控制变量不变,只改变自变

量,观察并记录因变量变化情况。保持接触面积大小及其粗糙程度不变,改变压力大小,观察并记录滑动摩擦力大小。

设计实验表格时,控制变量在前,其次是自变量,因变量放在最后。表格内可以不体现自变量,只记录自变量压力和因变量滑动摩擦力即可。

另外,此题需要注意的是,在测量因变量滑动摩擦力大小时,强调物体做匀速直线运动,处于平衡状态下,根据二力平衡,弹簧测力计测出的弹力大小才等于滑动摩擦力大小。

再来看2022年北京学考物理第22题:

小京为了证明“浸没在水中的物体所受的浮力大小与水的深度有关”的观点是错误的,他利用符合实验要求的弹簧测力计、刻度尺、烧杯、水和金属块等器材进行实验。

(1)以下是他的部分实验步骤,请帮他补充完整。

①将金属块悬挂在弹簧测力计下,测量金属块受到的重力 G 并记录。

②在烧杯中装入适量的水,_____,

静止时记录弹簧测力计的示数 F ,用刻度尺测量烧杯中水的深度 h 并记录。

③_____,静止时记录弹簧测力计的示数 F ,用刻度尺测量烧杯中水的深度 h 并记录。

④用公式_____计算金属块所受浮力 $F_{浮1}$ 、 $F_{浮2}$ 并记录。

(2)由水的深度变化时, $F_{浮1}$ _____ $F_{浮2}$ (选填“=”或“≠”),就可以证明这种观点是错误的。

分析

1. 通过反复阅读,找准、找对三个变量

仔细审题,分析清楚探究问题的三个变量。自变量:水的深度。因变量:浸没在水中的物体所受浮力大小。控制变量:金属块浸入水中深度;金属块排开水体积等。找到关键句:小京为了证明“浸没在水中的物体所受浮力大小与水的深度有关”的观点是错误的,进行以下实验。

2. 按照设计思路设计实验

设计思想:保持控制变量不变,只改变自变量,观察并记录因变量变化情况。

按照设计思路设计实验,该实验应该保持金属块浸入水中深度、金属块排开水体积不变,改变水的深度,观察、记录并根据公式计算浸没在水中的物体所受浮力大小。

这道题并不难,但答错的考生比较多,就是因为思维定式的局限。所以在平时练习中,考生要勇于打破思维定式,拓宽思路。

关于浮力的设计实验,我们平时经常练习的是“探究浮力与金属块在水中的深度关系”,所以导致很多考生答成:“第一步金属块浸没,第二步浸入更深”,还有的答成“第一步浸入1/2,第二步完全浸没”。这样两问就都错了。

如何打破平时练习的思维定式,确定正确答案?如何在初三复习过程中,真正做到练一道题,会一类题?所谓“磨刀不误砍柴工”,在复习设计实验这类难度较大的专题时,考生应多花些时间进行加强复习。可以一两道题为例,例如“浮力与哪些因素有关”“滑动摩擦力大小与哪些因素有关”等罗列出能想到的所有自变量、因变量及控制变量,甚至是能想到的所有涉及的其他影响因素,不局限于一道题本身,发散思维,拓展思维。

另外,此类题中对于物理专业术语与语文词语理解的区分也很重要,考生基于语文中对“放入”“浸入”“伸入”“缓慢放入”等词语的理解,认为它们是形容把物体全部浸没。为了避免该误区,考生在平时练习时要强调物理专业术语的准确应用,区分“放入”“浸入”与“浸没”的区别,才能踩到点上。

最后是关于浮力的计算。最后一问根据公式计算浮力也难倒了很多,由于对阿基米德原理公式的娴熟,以至于很多考生想也不想就写成了“ $F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$ ”。考生要注意,在设计类实验中,一定要用之前实验中直接测量的物理量去求要探究的因变量,这样实验才有意义。

总之,初中实验中控制变量法非常重要,无论是在物理实验中还是其他学科的探究实验中都有应用。这一方法思路,可以应用在生活中我们想探究的任一问题上,对于提高自我科学素养非常有帮助。