



滑动摩擦力与重力关系的实验设计与探究

李忠福

(扎兰屯市达斡尔民族学校 内蒙古 呼伦贝尔 162656)

(收稿日期:2015-04-28)

摘要:要纠正滑动摩擦力与重力成正比这个错误观点,教师们做的实验都不尽合理,需要重力变化而摩擦力不变的实验才行.为此,设计了一个探究实验.

关键词:摩擦力 重力 压力 控制变量 变化 不变

在探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关时,教师引导学生分别做了两项探究.第一项探究,用弹簧测力计匀速拉动同一木块(压力不变)分别在粗糙程度不同的平面(玻璃面、木板面、毛巾面等)上滑动,观察弹簧测力计示数得到:压力不变时,接触面越粗糙滑动摩擦力越大.第二项探究,用弹簧测力计匀速拉动同一木块在同一(粗糙程度相同)面上滑动,分别在木块上加不同的砝码,观察弹簧测力计示数得到:接触面粗糙程度相同时,压力越大滑动摩擦力越大.

在本节教学中,因学生经常见到物体是放在水平面上,其压力大小等于重力大小,很多学生认为重力越大滑动摩擦力越大.为了纠正这个错误观点,教师常做第三项探究,下面分情况表述.

实例 1:如图 1,让学生将接触面竖起来,用手压着木块推动,会感觉到摩擦力的存在.教师解释到,接触面间的压力并不是由于木块的重力产生的,而是由于手对木块的压力作用产生的,手对木块的压力越大,木块对木板的压力越大,二者间的摩擦力越大,这说明摩擦力与压力有关,而与重力无关.

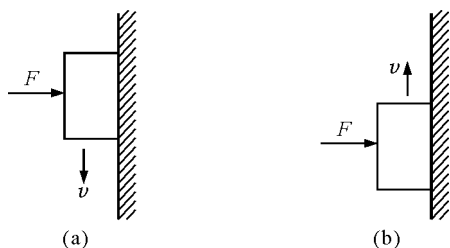


图 1

实例 2:双掌接触,相互摩擦,如图 2.因手掌的

重力方向竖直向下,对摩擦力的产生不起作用,只有手掌间的压力起作用,所感觉到的摩擦力与重力无关,而与压力有关.

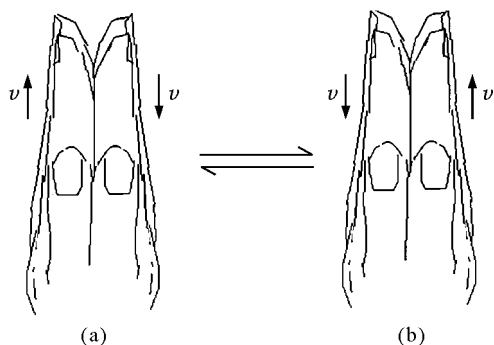


图 2

以上两例,是教师常用的,学生看了、听了之后也觉得老师说有理,听课的教师也没提出反驳意见.

这能说明摩擦力与重力无关吗?笔者谈 3 点看法.

(1) 我们都知道,一个物理量 f 与 G 无关,需控制其他变量保持不变(或不起作用),让 G 变化,如果 f 不变,则 f 与 G 无关;如果 f 变化,则 f 与 G 有关.

上面的两个实例,均属让 G 不变,而 f 变化,从而得出 f 与 G 无关.这是一个不正确的推理.

(2) 实例 1 中,木块上下运动时,压力与重力无关了,但是“感觉到摩擦力”的大小与木块重力大小有关.木块向下运动,木块重力是动力,木块向上运动时,木块重力是阻力.因此,用此实验说摩擦力与重力无关不恰当.

实例 2 中,当把一只手当作参照物,另一只手对它做相对运动时,手的重力与运动关系与实例 1 相似.

(3) 两实例,没有让重力变化,从而得某结论,因此,也不能说摩擦力与重力无关。

从全国青年教师大赛获得一等奖的物理讲课录像中看到,有的教师控制其他变量不变,让 G 变化,而 f 不变,实验内容如下。

实例 3:一金属盒内装有沙子,将其放在水平放置的台秤上称得质量为 0.48 kg ,算得重力 $G_1 = 4.8\text{ N}$,则金属盒与台秤间的压力 $N_1 = 4.8\text{ N}$ 。如图 3 所示。

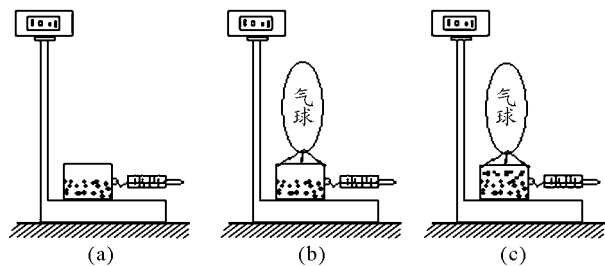


图 3

(1) 如图 3(a) 所示,用弹簧测力计沿水平方向匀速拉动金属盒,测得摩擦力 $f_1 = 1.9\text{ N}$;

(2) 如图 3(b) 所示,用气球竖直向上吊着金属盒,据电子称示数算得压力 $N_2 = 3.6\text{ N}$,测得 $f_2 = 1.2\text{ N}$;

(3) 如图 3(c) 所示,向金属盒中加沙子,使金属盒与台秤间压力恢复到 4.8 N ,测得摩擦力 $f_3 = 1.9\text{ N}$ 。

比较(2)与(1),金属盒与沙子总重不变,压力变小,摩擦力随之变小,可得摩擦力与压力有关。

比较(3)与(1),压力不变,重力增大了,摩擦力没变,可得摩擦力与重力无关。

本实验一举两得,既能说明滑动摩擦力与压力有关,又能说明滑动摩擦力与重力无关,得到专家级评委们的称赞。

实例 3 能说明摩擦力与重力无关吗? 笔者认为仍然不能说明。

其一,金属盒是放在水平放置的台秤上的,其压力是重力对支持物的作用效果表现,摩擦力与压力有关,而压力大小又与重力大小有关,也就说明摩擦力与重力大小有关。

其二,向金属盒中加沙子,金属盒与沙子的总重力增大了,增大部分却被气球的拉力抵消了,所以效果没变,摩擦力没变。如同一小马拉一大车,拉力为 500 N ,速度为 v_1 ;换一大马,拉力为 800 N ,又用一

驴向后拉,拉力为 300 N ,结果车速仍为 v_1 ,之后得出结论:无论换多强壮的马拉此车,车速都不变。这个结论显然是错的。

其三,(1) 无气球拉力作用,(2)、(3) 皆有气球拉力。(2) 与(1) 比较,(3) 与(1) 比较,皆没有保持其他条件相同,属不可比,所以,所得结论也就不正确。

笔者见过的教师举的实例都不能说明摩擦力大小与重力无关,找不到恰当的实例了吗? 请看下面实验。

实例 4:大木板 B 与木板 A 中间夹一个厚而小些的木板 C,将木板 B 固定在竖直面内,木板 A 通过 4 个弹簧测力计的拉力将 A, B, C 挤压在一起而相对静止,4 个弹簧测力计拉力相等, A 的 4 个角有孔洞, B 与 A 的 4 个孔洞对应处也有孔洞,洞口有钩可挂(或固定)弹簧测力计,如图 4 所示。

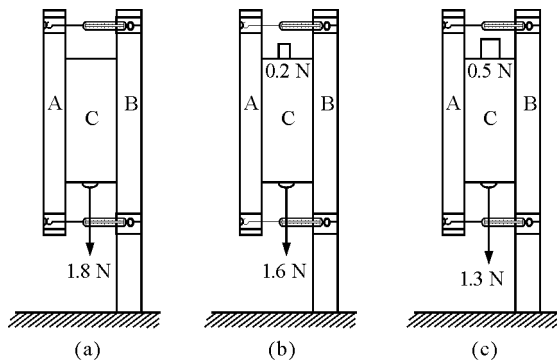


图 4

(1) 如图 4(a) 所示,向下匀速拉 C,测得摩擦力 $f_1 = F_{拉1} = 1.8\text{ N}$;

(2) 如图 4(b) 所示,在 C 上加重为 $G_1 = 0.2\text{ N}$ 的砝码,向下拉力 $F_{拉2} = 1.6\text{ N}$, $f_2 = F_{拉2} + G_2 = 1.6\text{ N} + 0.2\text{ N} = 1.8\text{ N}$;

(3) 如图 4(c) 所示,在以上加重为 0.5 N 的砝码,向下 $F_{拉3} = 1.3\text{ N}$, $f_3 = F_{拉3} + G_3 = 1.3\text{ N} + 0.5\text{ N} = 1.8\text{ N}$ 。

把木板 C 与所加砝码看作一个整体,其重力不断增加,但是,木板 C 与木板 A, B 之间的摩擦力不变,说明摩擦力与重力无关。

注:(1) 让砝码不接触木板 A, B(之间无摩擦);(2) 本实验也可向水平方向拉动,受力分析随之而变,仍可得摩擦力与重力无关。

控制变量是科学实验必须遵从的原则,运用时要符合逻辑关系,以便提高学生的科学素养。