



## 实验四 探究滑动摩擦力的大小与哪些因素有关

### 实验准备

#### 实验目的

通过实验了解滑动摩擦力的大小与哪些因素有关,进一步了解控制变量法在实验中的运用。

#### 实验原理

二力平衡。

#### 实验器材

光滑长木板、棉布(毛巾)、木块、弹簧测力计、砝码。

#### 必备知识

##### 1. 摩擦力

(1)定义:两个相互接触的物体,当它们相对滑动时,在接触面上会产生一种阻碍相对运动的力,这种力叫作滑动摩擦力。

(2)方向:与相对运动的方向相反。

##### 2. 探究滑动摩擦力的大小与哪些因素有关

(1)分步研究:①在接触面的粗糙程度相同的情况下,改变压力,研究滑动摩擦力的大小跟压力的关系;②在压力相同的情况下,改变接触面的粗糙程度,研究滑动摩擦力的大小跟接触面的粗糙程度的关系。实验时,为了让测力计“显示”滑动摩擦力的大小,应该注意用测力计水平匀速拉动木块。

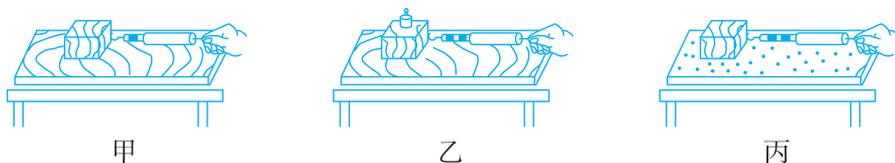
(2)研究结论:滑动摩擦力的大小与作用在物体表面的压力和接触面的粗糙程度有关:接触面受到的压力越大,接触面越粗糙,滑动摩擦力越大。

3. 减小摩擦的方法:①减小压力;②减小接触面的粗糙程度;③滑动摩擦改为滚动摩擦;④使两个互相接触的摩擦面彼此分离(如加润滑剂、利用气垫、磁悬浮等)。

## 实验过程

### 实验步骤

1. 把长方体木块平放在长木板上,用弹簧测力计拉动木块,使木块在水平方向上做匀速直线运动,读出这时的拉力(如图甲)。
2. 在木块上放上砝码,重新做步骤 1 的实验(如图乙),再次读出拉力并与步骤 1 的拉力比较。
3. 在长木板上固定好棉布,将长方体木块平放在长木板上,重新做步骤 1 的实验(如图丙),读出这次的拉力并跟步骤 1 的拉力比较。



### 数据处理

实验次数	木块在不同的表面上运动	弹簧测力计的读数/N
1	木块在长木板上运动	
2	木块加砝码在长木板上运动	
3	木块在棉布上运动	

### 思考讨论

1. 实验中为什么要使木块在水平面上做匀速直线运动?

2. 如果猜想滑动摩擦力的大小还与接触面积大小、运动速度的大小有关,应如何设计实验来探究? 会得出什么结论?

 创新实验

使弹簧测力计固定,拉动物体下面的长木板,准确读出弹簧测力计的示数,可以准确地测出滑动摩擦力的大小。请小组合作,尝试实验,并讨论改进实验的优点。

1. 下列实例中,为了增大摩擦的是

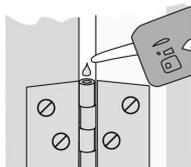
( )



A. 在整理箱下面装轮子



B. 冰壶比赛中运动员刷冰



C. 给门轴合页加注润滑剂



D. 轮胎表面制成凹凸花纹

2. (多选)如图所示是小红同学用手探究滑动摩擦力的大小跟哪些因素有关的情景。用一只相同压力的手分别压在玻璃



板和桌面上滑动(图甲、乙),然后再用另一只手压在这只手上在桌面上滑动(图丙),下列说法正确的是 ( )

- A. 甲和乙是探究滑动摩擦力大小与接触面粗糙程度的关系
- B. 乙和丙是探究滑动摩擦力大小与压力大小的关系
- C. 比较甲和乙,感觉甲的滑动摩擦力大
- D. 比较乙和丙,感觉丙的滑动摩擦力大

3. 下列各种摩擦中,属于有害摩擦的是\_\_\_\_\_,属于有益摩擦的是\_\_\_\_\_。(均填序号)

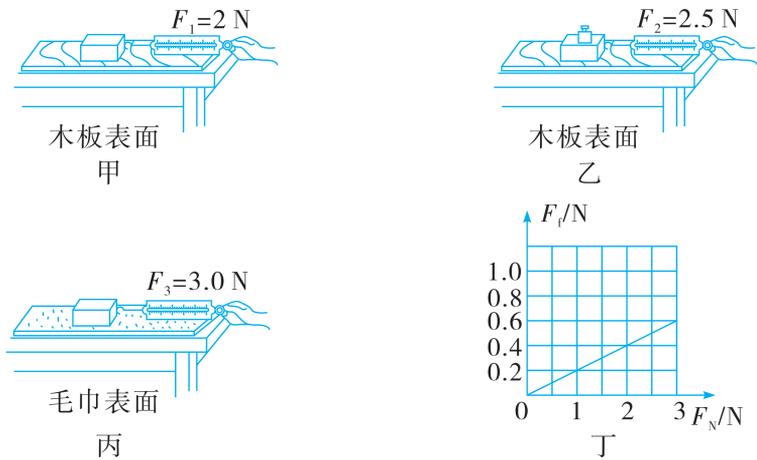
- ①机器运转时,各部件之间的摩擦
- ②拔河比赛时,手与绳子之间的摩擦
- ③自行车行进时,后轮胎与地面间的摩擦
- ④吃饭时,筷子与食物之间的摩擦

4. 爬杆是一项有益的体育运动,重 500 N 的王凯同学匀速向上爬时,杆对手的摩擦力大小为\_\_\_\_\_N,方向\_\_\_\_\_。为防止摩擦力太小而滑下,可以采取的措施是\_\_\_\_\_。

5. 将皮带拉紧后,皮带就不会在轮子上打滑,这是采用\_\_\_\_\_的方法来增大摩擦的。

6. 如图所示,在“研究滑动摩擦力的大小与什么因素有关”的实验中,用弹簧测力计沿

水平方向拉动木块,使它沿水平长木板匀速滑动,从而测出滑动摩擦力;改变放在木块上的砝码,从而改变木块与长木板之间的压力;把棉布、毛巾等铺在长木板上,从而改变接触面的粗糙程度。



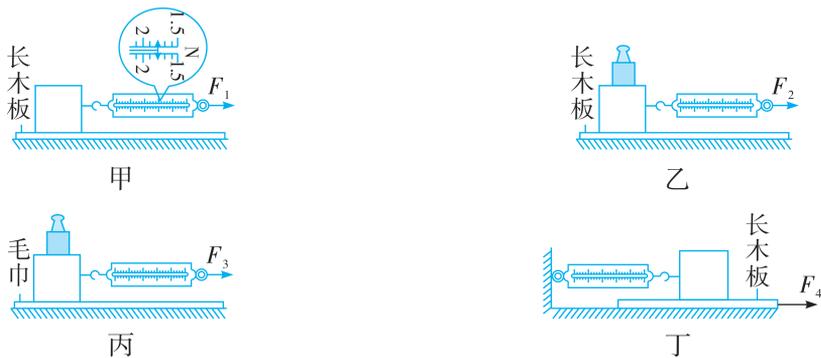
(1) 实验中用弹簧测力计水平拉着木块沿水平方向做匀速直线运动,弹簧测力计的示数就等于滑动摩擦力,这是利用了\_\_\_\_\_的知识。

(2) 观察三个实验,比较丙图和\_\_\_\_\_图所示实验,说明滑动摩擦力的大小与物体表面的粗糙程度有关。

(3) 观察三个实验,比较甲图和乙图所示实验,说明在\_\_\_\_\_相同时,\_\_\_\_\_越大,滑动摩擦力越大。

(4) 在进行乙图中实验时,改变放在木块上的砝码,通过多次实验,得到滑动摩擦力  $F_f$  与作用在物体表面的压力  $F_N$  的关系图线如丁图所示。由图可知,滑动摩擦力与压力大小的关系:在接触面的粗糙程度相同时,\_\_\_\_\_。从丁图中还可看出,当  $F_N = 1 \text{ N}$  时,弹簧测力计对物体的拉力大小为\_\_\_\_\_ N。

7. 如图所示是小亮用弹簧测力计、长方体木块(各表面粗糙程度相同)、砝码、长木板(足够长)和毛巾探究“影响滑动摩擦力大小的因素”,请你帮助他解决实验中遇到的问题。



- (1)该实验设计主要运用了\_\_\_\_\_的实验方法。
- (2)实验过程中,应拉着木块在长木板上做匀速直线运动,此时弹簧测力计的示数如图甲所示,则根据\_\_\_\_\_知识可知,木块受到的滑动摩擦力为\_\_\_\_\_ N。
- (3)进行图甲、乙两次实验是为了探究滑动摩擦力的大小与\_\_\_\_\_的关系。在图甲中,若拉着木块以更大的速度运动,木块所受摩擦力将\_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”)。
- (4)小亮在图甲实验的基础上,又把木块立放在木板上,并沿直线匀速拉动木块,发现两次弹簧测力计的示数相同,说明滑动摩擦力的大小与接触面积的大小\_\_\_\_\_ (填“有关”或“无关”)。
- (5)小亮想进一步探究滑动摩擦力的大小与接触面粗糙程度的关系,于是进行了如图丙所示的实验,但是当弹簧测力计示数达到最大值时仍没拉动木块,为了使用现有实验器材顺利完成该探究,可采取的办法是\_\_\_\_\_。
- (6)小亮改用如图丁所示装置进行探究,用力  $F$  水平向右拉动长木板,当弹簧测力计示数稳定时,木块受到的摩擦力方向向\_\_\_\_\_,此时的摩擦属于\_\_\_\_\_ (填“静”“滑动”或“滚动”)摩擦。

### 评估反思

实验过程			得分
1	实验准备	(1)清点实验器材。	
2	实验操作	(2) _____	
		(3) _____ (4) _____	
		(5)填写实验报告单。▲	

续表

实验过程		得分
3	实验整理 (6)整理器材。▲	
合计		
备注：		

说明：凡有“▲”的步骤，完成后须举手示意，待指导教师评定后再进行后续操作。  
实验完毕，确认分数并签名。

指导教师：\_\_\_\_\_ 学生确认成绩签名：\_\_\_\_\_

## 摩擦力在车辆运动中的应用

据说,19世纪初,蒸汽机车刚刚发明时,工程师们曾经苦苦思索着一个问题:怎样让机车在轨道上行驶?因为当时运送矿石和木材的小车在轨道上行驶是用人推或用马拉,而机车却要“自己推自己”,并且还要拖着载货的车辆。

于是,有一位工程师把机车的主动轮做成齿轮,并在原轨道两侧再另外铺上带齿轮的轨道,供主动轮专用。主动轮利用带齿的轨道推动自己前进,带动其余的车轮在轨道上滚动。

另一位工程师设计了一种复杂的杠杆系统,让蒸汽机的活塞带动杠杆系统,杠杆就使固定在它们上面的铁块在地上“迈步前进”,就像是用两条笨重的“铁腿”在走路。这两种方案中,机车的速度仅为4~5 km/h。

后来,工程师们决定大胆试验一下,既不用齿轮,也不用“铁腿”,让机车直接在铁轨上行驶。试验结果出乎意料的成功:机车竟能拖动比自身重力大许多的车厢。为什么工程师们一开始不敢这样做呢?主要是当时对机车运动跟哪一种摩擦打交道不太清楚。

现在我们知道了,当蒸汽机通过曲轴、连杆带动轮子转动的时候,车轮与轨道接触的部分在这瞬间相对于轨道是静止的,仅有着向后滑动的趋势,于是轨道就产生一个阻碍车轮向后滑动的摩擦力,机车正是依靠着这个摩擦力,“自己推自己”并拖着车辆向前运动的。

## 实验四 探究滑动摩擦力的大小

### 与哪些因素有关

#### 【思考讨论】

1. 提示:根据二力平衡的条件,木块在水平面上做匀速直线运动时,处于平衡状态,拉力和摩擦力是一对平衡力,因此弹簧测力计的示数等于滑动摩擦力的大小。

2. 提示:(1)探究滑动摩擦力与接触面积的关系。

①思路:保证压力和接触面粗糙程度、物体运动速度不变,只改变接触面积的大小。

②操作:用同一个长方体木块,首先平放在水平面上,用弹簧测力计拉动木块,使其在水平面上做匀速直线运动;然后将同一个长方体木块竖放在同一个水平面上,用弹簧测力计拉动木块以相同的速度做匀速直线运动,比较弹簧测力计的示数。

③实验现象与结论:两次实验中弹簧测力计的示数相等,说明木块的接触面积不同时,受到的滑动摩擦力相等。由此得出,滑动摩擦力的大小与接触面积无关。

(2)探究滑动摩擦力与运动速度的关系。

①思路:保证压力、接触面粗糙程度及接触面积不变,只改变物体运动速度。

②操作:用同一个长方体木块,平放在水平面上,用弹簧测力计拉动木块以一定的速度在水平面上做匀速直线运动;然后增大速度,仍然使其做匀速直线运动,比较弹簧测力计的示数。

③实验现象与结论:两次实验中弹簧测力计的示数相等,说明木块的运动速度不同时,受到的滑动摩擦力相等。由此得出,滑动摩

擦力的大小与速度大小无关。

#### 【素养达标】

1. D 解析:在整理箱下面装轮子,是用滚动摩擦代替滑动摩擦来减小摩擦,A不符合题意;冰壶比赛中运动员用力刷冰,冰面因摩擦生热熔化成水,减小了冰壶与冰面之间的摩擦,B不符合题意;给门轴合页加注润滑剂,是用使接触面分离的方式来减小摩擦,C不符合题意;轮胎表面制成凹凸花纹,是在压力一定时,通过增大接触面的粗糙程度来增大摩擦的,D符合题意。

2. ABD 解析:滑动摩擦力的大小与压力的大小有关,还与接触面的粗糙程度有关。为了探究滑动摩擦力的大小与压力和接触面粗糙程度的关系,应采用控制变量法。甲、乙两图中,手对玻璃板和手对桌面的压力都等于手重力,手与玻璃板、桌面间的接触面的粗糙程度不同,则甲和乙是探究滑动摩擦力的大小与接触面粗糙程度的关系,A正确。乙、丙两图中,接触面的粗糙程度相同,手的压力不同,丙的压力大于乙的压力,所以乙和丙的滑动摩擦力的大小不同,压力越大,滑动摩擦力越大。比较乙和丙,丙的滑动摩擦力比乙大,B、D正确。在压力相同的情况下,接触面越粗糙,滑动摩擦力越大。玻璃板比桌面光滑,手与玻璃板间的滑动摩擦力比手与桌面间的滑动摩擦力小,比较甲、乙,感觉甲的滑动摩擦力应比乙的滑动摩擦力小,C错误。

3. ① ②③④

4. 500 竖直向上 增大手对杆的压力

5. 增大压力

6. (1)二力平衡 (2)甲 (3)接触面的粗糙程度 压力 (4)滑动摩擦力与压力成正比  
0.2

**解析:**(1)只有沿水平方向拉着物体做匀速直线运动,物体在水平方向上受到平衡力的作用,拉力大小才等于滑动摩擦力的大小。为了能准确地测量滑动摩擦力的大小,应该水平拉动木块,使其沿水平方向做匀速直线运动。根据二力平衡知识可知,滑动摩擦力等于拉力。(2)甲图和丙图所示实验,压力大小相同,接触面的粗糙程度不同,测力计的示数不同,说明了滑动摩擦力的大小与接触面的粗糙程度有关。(3)甲、乙两图接触面的粗糙程度相同,压力大小不同,测力计的示数不同,可得滑动摩擦力的大小与压力大小有关,且接触面的粗糙程度相同时,压力越大,滑动摩擦力越大。(4)由摩擦力  $F_f$  与作用在物体表面的压力  $F_N$  的关系图线可知,摩擦力  $F_f$  与作用在物体表面的压力  $F_N$  成正比;根据二力平衡知识,从图丁中可以看出,当  $F_N=1\text{ N}$  时,弹簧测力计对物体的拉力大小为  $0.2\text{ N}$ 。

7. (1)控制变量 (2)二力平衡 1.8  
(3)压力 不变 (4)无关 (5)先将木块上的砝码取下,测出滑动摩擦力的大小,再与图甲实验的数据进行比较 (6)右 滑动

**解析:**(1)影响滑动摩擦力的因素有压力的大小和接触面的粗糙程度,实验中主要运用

的实验方法是控制变量法。(2)沿水平方向拉着物体做匀速直线运动,物体在水平方向上受到平衡力的作用,根据二力平衡的条件可知,拉力大小等于摩擦力的大小,弹簧测力计的示数如图甲所示,图中测力计分度值为  $0.1\text{ N}$ ,示数为  $1.8\text{ N}$ ,即木块受到的滑动摩擦力大小为  $1.8\text{ N}$ 。(3)比较甲、乙两次实验可知,接触面粗糙程度相同,图乙中压力大,测力计示数大,滑动摩擦力大,故可以得出滑动摩擦力大小与压力的关系;图甲中,若拉木块加速运动,由于影响滑动摩擦力大小的因素有两个,压力大小和接触面的粗糙程度都不变,所以木块所受摩擦力的大小不变。(4)小亮在图甲实验的基础上,又把木块立放在木板上,并沿直线匀速拉动木块,发现两次弹簧测力计的示数相同,说明滑动摩擦力的大小与接触面积的大小无关。(5)图丙是为了探究摩擦力大小与接触面粗糙程度的关系,需使压力大小相同,接触面的粗糙程度不同,由于摩擦力较大,测力计量程不够,可使丙的压力与甲相同进行探究,所以可以将丙实验中木块上的砝码取下,测出滑动摩擦力,再和甲实验进行比较。(6)如图丁所示的实验装置,用力  $F$  水平向右拉动长木板,当弹簧测力计示数稳定时,木块相对于地面静止,受到滑动摩擦力和测力计的拉力为一对平衡力,测力计的拉力方向向左,故木块受到的摩擦力方向向右。