



实验九 探究杠杆的平衡条件

实验准备

实验目的

1. 知道简单机械。
2. 通过实验,探究并了解杠杆的平衡条件。

实验原理

如果杠杆在动力和阻力作用下保持静止或匀速转动状态,那么杠杆处于平衡状态。

实验器材

带刻度的杠杆、支架、钩码若干、线、弹簧测力计。

必备知识

1. 杠杆

(1)定义:一根硬棒,在力的作用下能绕着固定点转动,这根硬棒就是一个杠杆。

(2)杠杆的要素:杠杆可以绕其转动的点叫支点,常用字母 O 表示;使杠杆转动的力叫动力,常用字母 F_1 表示;从支点 O 到动力 F_1 作用线的距离叫动力臂,常用字母 l_1 表示;阻碍杠杆转动的力叫阻力,常用字母 F_2 表示;从支点 O 到阻力 F_2 作用线的距离叫阻力臂,常用字母 l_2 表示。

2. **杠杆平衡的条件**:杠杆在动力和阻力作用下处于静止或匀速转动状态时,我们称为杠杆平衡。通过实验探究,我们发现杠杆平衡的条件是:动力 \times 动力臂=阻力 \times 阻力臂或写为 $F_1l_1=F_2l_2$ 。

实验过程

实验步骤

1. 将杠杆挂在支架上,调节杠杆两端的平衡螺母,使杠杆在不挂任何东西时处于水平静止状态。
2. 在杠杆左端挂上两个钩码,同时在右端某一位置(最好取整数刻度)用弹簧测力计拉住杠杆使其平衡,读出此时的动力、动力臂、阻力、阻力臂的大小,填入表中。
3. 保持钩码和弹簧测力计的位置不变,改变钩码的数量,用弹簧测力计将杠杆拉平,读出此时的动力、动力臂、阻力、阻力臂,填入表中。
4. 保持钩码的数量和位置不变,改变弹簧测力计的位置,用弹簧测力计将杠杆拉平,读出此时的动力、动力臂、阻力、阻力臂,填入表中。
5. 保持钩码的数量和弹簧测力计的位置不变,改变钩码的位置,用弹簧测力计将杠杆拉平,读出此时的动力、动力臂、阻力、阻力臂,填入表中。
6. 算出动力 \times 动力臂、阻力 \times 阻力臂的大小,比较它们的大小,总结实验结论。

数据处理

实验次数	动力 F_1/N	动力臂 l_1/cm	动力 \times 动力臂	阻力 F_2/N	阻力臂 l_2/cm	阻力 \times 阻力臂
1						
2						
3						
4						
5						

思考讨论

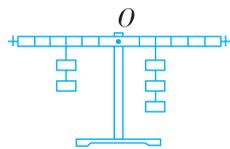
1. 为什么要调节杠杆在水平位置平衡?

2. 实验前,如何调节平衡螺母使其在水平方向平衡?

3. 实验时为什么要做多次实验、收集多组数据?

创新实验

如图所示是我们探究杠杆平衡条件的实验装置图。实验结束后,通过分析数据,有的同学指出:



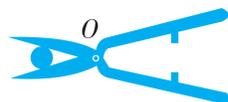
杠杆的平衡条件也可以是“动力 \times 支点到动力作用点的距离=阻力 \times 支点到阻力作用点的距离”。平时许多同学也经常用这种观点分析杠杆问题。事实上这种观点是片面的,因为支点到动(阻)力作用点的距离并不总是力臂。请你在本实验的基础上再补充一些器材,通过实验证明杠杆平衡条件在普遍情况下应该是“动力 \times 动力臂=阻力 \times 阻力臂”。

(1)你补充的器材有:_____。

(2)写出操作步骤。

1. 园艺师傅使用如图所示的剪刀修剪树枝时,常把树枝尽量往剪刀轴 O 点靠近,这样做的目的是 ()

- A. 增大阻力臂,减小动力移动的距离
- B. 减小动力臂,减小动力移动的距离
- C. 增大动力臂,省力
- D. 减小阻力臂,省力



2. 劳动教育越来越重要,许多同学在劳动中获得了愉悦的体验,也掌握了许多劳动技能。小芳周末回到乡下姥姥家接过姥姥肩膀上的担子学习挑担技巧。假如一个筐子重一个筐子轻(一头重一头轻),在不考虑手臂帮扶的情况下挑起担子让扁担处于水平平衡。请你根据劳动体验结合杠杆平衡知识,判断下列说法正确的是 ()

- A. 肩膀应该靠近“轻的一头”
- B. 肩膀应该靠近“重的一头”
- C. 肩膀应该居于扁担正中间
- D. 挑着担子走路,扁担一般会上下“闪动”,“闪动”时一定是一个筐子向上运动同时另一个筐子向下运动



3. 下列设施设备中,在使用过程中属于费力杠杆的是 ()



A. 喷水壶的压缩手柄



B. 船桨



C. 水龙头旋柄



D. 碾磨的推杆

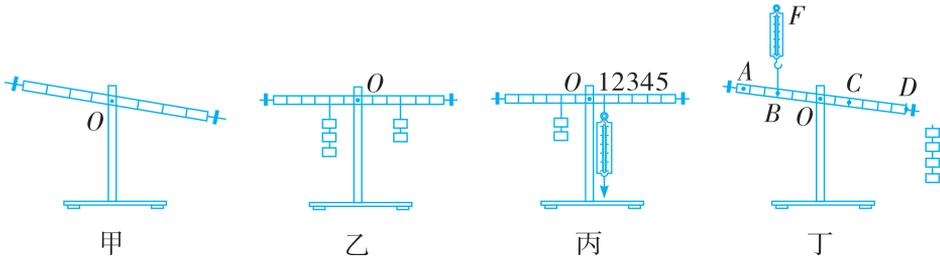
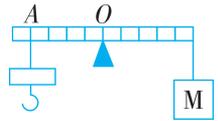
4. 某同学分别用如图所示的甲、乙两种方法扛着同一物体行走,甲图中手施加的动力 _____ 乙图中手施加的动力,甲图中肩受到的压力 _____ 乙图中肩受到的压力。(均填“大于”“小于”或“等于”)



甲

乙

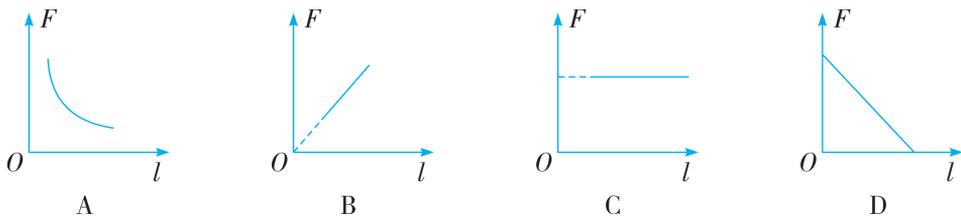
5. 如图,质量可不计的杠杆每小格的长度相等,以 O 点为支点,杠杆的右端挂有重物 M ,当在支点左边的 A 处挂钩码时,杠杆平衡,则钩码与重物的质量之比为_____。
6. 在“探究杠杆平衡条件”的实验中,所用的器材有:每格长度等距的杠杆、支架、弹簧测力计、刻度尺、细线,重力均为 0.5 N 的钩码若干个。



(1) 杠杆安装好后处于如图甲所示的静止状态,此时的杠杆是否处于平衡状态? _____ (填“是”或“否”); 为使杠杆在水平位置平衡,应将杠杆左端螺母向 _____ (填“左”或“右”)边移动,调节为水平位置平衡的好处是 _____。

(2) 如图乙所示,杠杆处于水平平衡状态,若将杠杆的两侧钩码都向支点移动一格,那么杠杆的 _____ (填“左”或“右”)端下沉。

(3) 若将右侧的钩码换成弹簧测力计进行实验,依次将弹簧测力计挂在从 1 到 5 的位置竖直向下施加拉力,始终保持杠杆在水平位置平衡,如图丙所示,按 1 到 5 的顺序,弹簧测力计的示数会逐渐 _____ (填“变小”“不变”或“变大”); 下列图像能正确表示整个过程中弹簧测力计对杠杆的拉力 F 与其力臂 l 大小变化关系的是 _____ (填字母)。



(4) 如图丁所示,弹簧测力计竖直向上拉杠杆,当钩码悬挂在杠杆上 _____ (填“ A ”“ B ”“ C ”或“ D ”)点时,杠杆在图示的位置处于平衡状态,且弹簧测力计的示数最小。

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) _____	
2	实验操作	(5)填写实验报告单。▲	
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：_____

拓展视野

给我一个支点,我就能撬动地球!

阿基米德(前 287—前 212),古希腊伟大的数学家、力学家。阿基米德出生在现今西西里岛上希腊人建立的叙拉古城,父亲是天文学家和数学家。他从小受家庭影响,十分喜爱数学。阿基米德创立了机械学和流体静力学,发现了杠杆定律和浮力的原理——阿基米德原理。据说他确立了力学的杠杆定律之后,曾发出豪言壮语:“给我一个支点,我就能撬动地球!”

实验九 探究杠杆的平衡条件

【思考讨论】

1. 提示:为了便于直接从杠杆上测出力臂的大小,同时可以使杠杆的重心落在支点处,避免杠杆的重力对平衡产生影响。
2. 提示:按“左偏(低)右调,右偏(低)左调”的原则。
3. 提示:只根据一组实验数据分析得出的结论具有偶然性,为了得到普遍性结论,使结论更具有说服力,应测量多组数据进行分析总结。

【创新实验】

(1)弹簧测力计、刻度尺

(2)①在杠杆一端挂砝码,另一端用弹簧测力计斜向下拉,使杠杆处于水平位置平衡;②用刻度尺测量出两边力臂的大小及力的作用点到支点的距离;③将力的大小和所测距离分别进行计算处理。

【素养达标】

1. D 解析:虽然题目中使用了同一杠杆,但当树枝放在靠近支点 O 点时,动力臂大于阻力臂,为省力杠杆。根据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 可知:在动力臂一定时,减小阻力臂,可以达到省力的目的。
2. B 解析:假如一个筐子重一个筐子轻(一头重一头轻),在不考虑手臂帮扶的情况下挑起担子让扁担处于水平平衡,根据杠杆的平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$,则重的一头动力大,必须动力臂较小,因而支点即肩膀必须靠近较重的一头, B 正确, A、C 错误;挑着担子走路,扁担一般会上下“闪动”,由于杠杆仍然平衡,则动力臂同时增大或同时减小,即两侧同时向下或同时向上,即一个筐子向上运动同时另一个筐子向上运动, D 错误。
3. B 解析: A 项,喷水壶的压缩手柄在使用时的动力臂大于阻力臂,属于省力杠杆; B 项,船桨在使用时其动力臂小于阻力臂,属于费力杠杆; C 项,水龙头的扭柄属于轮轴,相当于可连续转动的杠杆,在使用时其动力臂大于阻力臂,属于省力杠杆; D 项,碾磨的推杆

在使用过程中,动力臂大于阻力臂,是省力杠杆。故选 B。

4. 小于 小于

5. 5 : 4 解析:根据杠杆的平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$,可得 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ 。此题中的动力和阻力都

是由重力提供的,所以就有 $\frac{l_2}{l_1} = \frac{G_1}{G_2} = \frac{m_1}{m_2}$,因此钩码质量和重物质量之比为力臂的反比,根据图中杠杆的刻度可得质量之比为 5 : 4。

6. (1)是 左 便于读出力臂以及克服杠杆自重影响 (2)右 (3)变小 A (4)B

解析:(1)此时的杠杆是静止状态,静止是平衡状态的一种。由图可知,杠杆的右端下沉,所以 $F_1 l_1 < F_2 l_2$,根据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$,在力不变的情况下,为使杠杆在水平位置平衡,应将杠杆左端螺母向左边移动,增加左端力臂。调节到水平位置平衡,杠杆的重心在支点处,消除杠杆自重对实验的影响,实验过程中,两个力臂都正好沿着杠杆,便于直接从杠杆上读出力臂。(2)设杠杆分度值是 l ,一个钩码重是 0.5 N ,当图乙中的左右钩码都向支点移动一格时有 $1.5 \text{ N} \times l < 1 \text{ N} \times 2l$,所以杠杆右端下沉。(3)根据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = Fl$,左边钩码总重力与力臂的乘积不变即 $F_1 l_1$ 不变,弹簧测力计对杠杆的拉力 $F = \frac{F_1 l_1}{l}$,按 1 到 5 的顺序 l 逐渐增大,故弹簧测力计的示数会逐渐变小,且 F 与 l 成反比关系,故 B、C、D 不符合题意, A 符合题意。故选 A。(4)由图知, O 为支点,动力(测力计竖直向上的拉力)作用在 B 点,若钩码挂在 C 点或 D 点,则动力和阻力都会使杠杆顺时针转动,则杠杆不能处于平衡状态;由图可知,杠杆平衡时,动力臂大小不变,阻力(等于钩码的重力)的大小不变,根据杠杆的平衡条件可知,当阻力臂最小时,动力是最小的;当钩码挂在 B 点时,根据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$,此时的阻力臂是最小的,则此时动力最小,测力计的示数最小。故填 B。