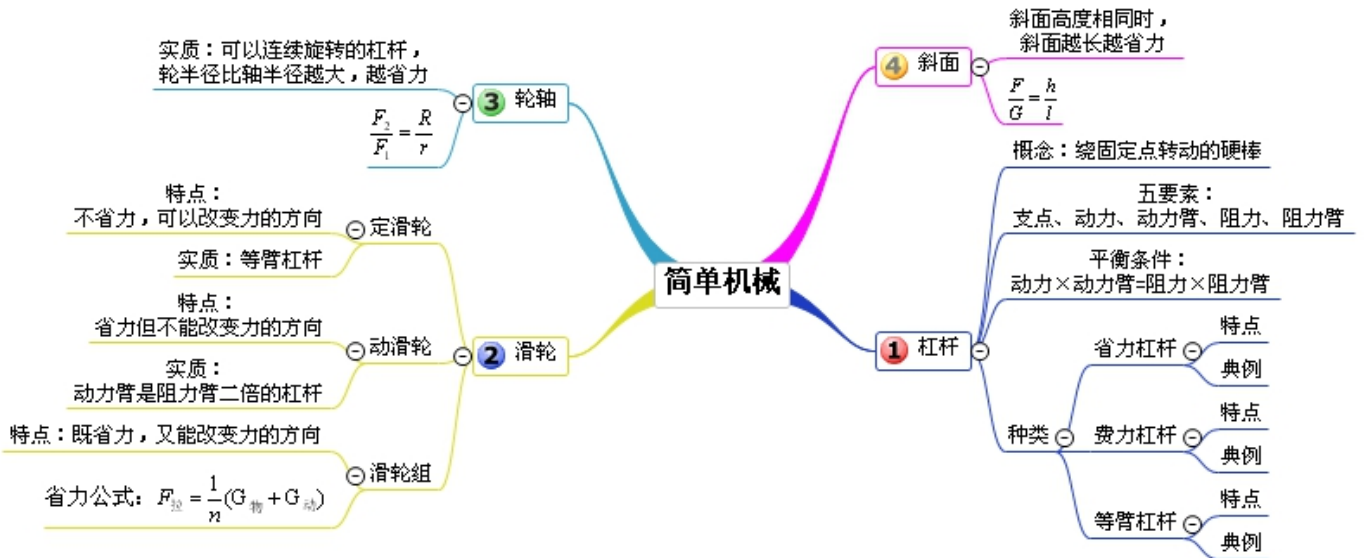


## 考点 10 简单机械-杠杆

### 思维导图

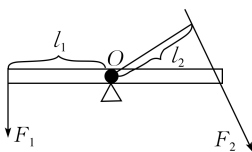


### 回归教材

#### 一、组成杠杆五要素，画图等

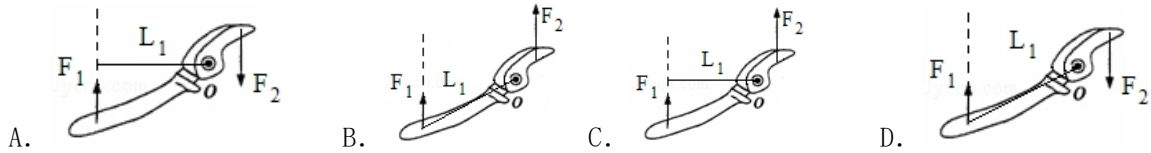
- ①支点：杠杆绕着转动的固定点，用字母  $O$  表示。
- ②动力：使杠杆转动的力，用字母  $F_1$  表示。
- ③阻力：阻碍杠杆转动的力，用字母  $F_2$  表示。
- ④动力臂：从支点到动力作用线的距离，用字母  $l_1$  表示。
- ⑤阻力臂：从支点到阻力作用线的距离，用字母  $l_2$  表示。

画力臂方法：一找支点、二画线、三连距离、四标签。



### 典例训练

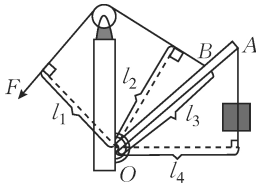
1. (2019 秋·南开区校级月考) 如图所示是钢丝钳处于工作状态的状态。图中给出了四位同学在钢丝钳单侧钳柄及其相连部分上所画出的动力  $F_1$ 、动力臂  $L_1$ 、阻力  $F_2$  的示意图, 其中正确的是 ( )



**【答案】C**

**【解析】**由图可知, 动力使杠杆转动, 因此, 其方向是向上的; 而阻力阻碍杠杆转动, 因此, 其方向也是向上的。同时, 动力臂必须从支点  $O$  开始, 向动力的作用线作垂线。综上所述, 只有选项  $C$  所画的动力  $F_1$ 、动力臂  $L_1$ 、阻力  $F_2$  全部正确。

2. [济宁中考] 如图是一个杠杆式简易起吊机, 它上面装了一个定滑轮可以改变拉绳的方向, 杠杆  $OBA$  可绕  $O$  点转动, 重物通过绳子对杠杆的拉力为阻力。图中能够正确表示动力臂的是 ( )

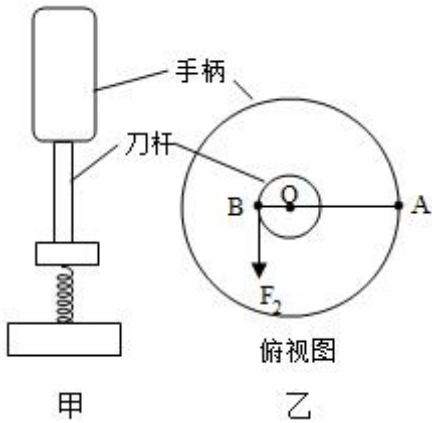


A.  $l_1$     B.  $l_2$     C.  $l_3$     D.  $l_4$

**【答案】B**

**【解析】**由图可知, 动力为拉动杠杆的力, 动力作用在滑轮与杠杆之间的拉绳上, 动力臂为支点到动力作用线的距离, 故  $l_2$  为动力臂。

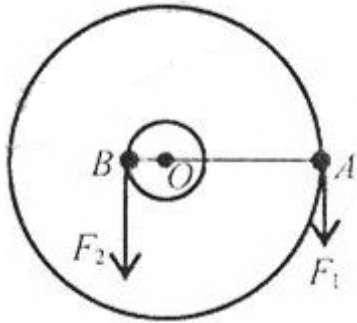
3. (2020·衢州) 在实际生活中, 常用螺丝刀将螺丝钉拧进 (出) 物体。图甲中正在拧螺丝钉的螺丝刀, 可视为图乙所示的杠杆  $AOB$ , 其中  $O$  为支点,  $B$  为阻力作用点,  $F_2$  为阻力, 动力作用在手柄上。



(1) 图甲中的螺丝刀属于\_\_\_\_\_杠杆。

(2) 请在答题纸相应位置图中，画出对应  $F_2$  的最小动力  $F$  的示意图。\_\_\_\_\_

**【答案】** (1) 省力



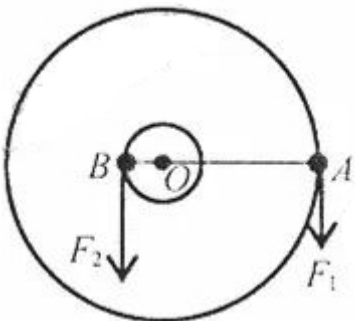
(2)

**【解析】** (1) 比较动力臂和阻力臂的大小确定杠杆的分类；

(2) 根据杠杆的平衡条件可知，动力臂最长时动力最小；在圆中，通过圆心的半径是距离圆心最长的线段。

**【解答】** (1) 根据图乙可知，动力臂为  $OA$ ，阻力臂为  $OB$ ，因为  $OA > OB$ ，所以螺丝刀属于省力杠杆；

(2) 将  $BO$  连接并延长，与大圆周相交于  $A$  点，这时的  $OA$  就是最长的力臂，通过力的作用点  $A$  作  $OA$  的垂线段即可，如下图所示：



## 回归教材

### 二、探究杠杆的平衡条件

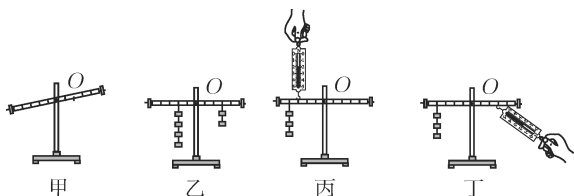
研究杠杆的平衡条件：

- (1) 杠杆平衡是指杠杆处于静止的状态或者匀速转动的状态。
- (2) 实验前，应调节杠杆两端的平衡螺母，使杠杆在水平位置平衡。这样做的目的是方便从杠杆上两处力臂。
- (3) 结论：杠杆的平衡条件(或杠杆原理)是  $F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$

在研究杠杆的平衡条件时，需要调节杠杆在水平位置平衡，其目的是便于直接从杠杆上读出力臂的大小。探究杠杆的平衡条件的实验，一般需测多组不同的数据，其目的是排除实验的偶然性，增加实验结论的可信度。

## 典例训练

1. [2018·枣庄] 如图所示是小李和小王利用刻度均匀的轻质杠杆探究“杠杆平衡条件”的实验装置。

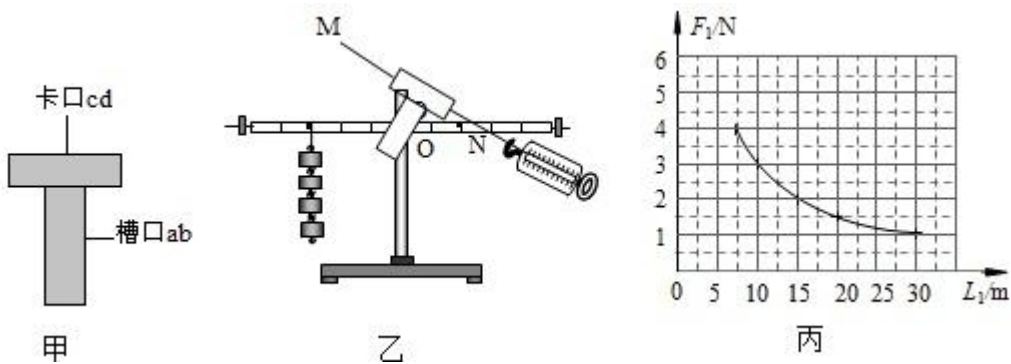


- (1) 实验前没挂钩码时，杠杆静止的位置如图甲所示，此时应将螺母向\_\_\_\_\_调节，使杠杆在水平位置平衡。
- (2) 杠杆平衡后，小李在左右两侧分别挂上钩码，如图乙所示，杠杆的\_\_\_\_\_端会下沉，要使杠杆重新在水平位置平衡，在不改变钩码悬挂点的位置和改变较少钩码的前提下，只需将\_\_\_\_\_即可。
- (3) 小李和小王又分别设计了两种实验方案，小李的方案如图丙所示，小王的方案如图丁所示。你认为\_\_\_\_\_的实验方案更好，请说明你的理由：\_\_\_\_\_。
- (4) 实验中小王发现：如果在杠杆的  $O$  点用弹簧测力计施加一个向上的力，这个力在探究实验时是否影响到杠杆的平衡？请说明理由：\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1)右 (2)左 左端的钩码去掉一个 (3)小李 弹簧测力计在图丙的力与杠杆垂直，力臂在杠杆上便于测量 (4)不影响，这个作用力在杠杆  $O$  点的力的力臂等于零

**【解析】** (1)调节杠杆在水平位置平衡，杠杆右端偏高，左端的平衡螺母应向右端移动。(2)设杠杆每个格的长度为  $L$ ，每个钩码的重力为  $G$ ，根据杠杆的平衡条件： $F_{左}l_{左}=F_{右}l_{右}$ ，即  $4G \times 2L > 2G \times 3L$ ，左端大，左端下沉；要使杠杆重新在水平位置平衡，如果不改变悬挂点位置，只需要将左侧的钩码去掉一个即可平衡。(3)由图可知，弹簧测力计在图丙的力与杠杆垂直，力臂在杠杆上便于测量，图丁的力不与杠杆垂直，力臂不方便测量，故小李的实验方案更好。(4)杠杆在  $O$  点受到一个向上的力，这个力与杠杆自身重力都过杠杆的支点，力臂为零，所以这个力在探究杠杆平衡时不会影响到杠杆的平衡。

3. (2019.九上宁波月考)在“探究杠杆平衡条件”实验中，小科用一块 T 形板对实验装置进行改进。如图甲所示，T 形板上有槽口 ab 和卡口 cd，T 形板通过槽口 ab 可以绕着杠杆的  $O$  点自由旋转并上下移动，弹簧测力计与一根质量可以忽略的碳素细棒 MN 相连，碳素细棒 MN 刚好卡入 T 形板的卡口 cd，如图乙所示。



(1) 小想认为要完成这个实验，还需要一把刻度尺，但小科认为只要在 T 形板上稍微进行改进，不添加器材也可完成实验。小科对 T 形板进行的改进方法是 \_\_\_\_\_。

(2) 利用这个装置进行实验的优点为：\_\_\_\_\_。

(3) 小科在实验过程中，保持阻力、阻力臂不变，在杠杆水平平衡时，测出每一组动力臂  $L_1$  和动力  $F_1$  的数据，并利用实验数据绘制了  $F_1$  与  $L_1$  的关系图像，如图丙所示。请根据图像推算，当  $L_1$  为 5cm 时， $F_1$  为 \_\_\_\_\_ N。

**【答案】** (1) 在 T 形板的槽口 ab 上标上刻度

(2) 可以改变拉力方向，且方便测量出相应的力臂长度，使实验结论更加可靠 (3) 6

**【解析】** (1) T 形板的两条边相互垂直，测力计的拉力方向与其中一条边重合，因此如果 ab 标有刻度，可以直接读出动力臂的长度。

(2) 进行多次实验，使实验结论具有普遍性。

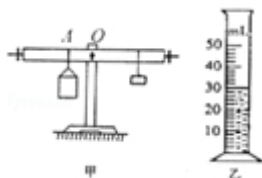
(3) 从乙图中任意找出一组动力和动力臂，计算动力和动力臂的乘积，根据动力和动力臂的乘积不变求出。

[解答] (1) 小科对 T 形板进行的改进方法是: 在 T 形板的槽口 ab 上标上刻度。

(2) 利用这个装置进行实验的优点为: 可以改变拉力方向, 且方便测量出相应的力臂长度, 使实验结论更加可靠。

(3) 阻力和阻力臂的乘积不变, 根据丙图可知, 当动力为 3N 时, 动力臂为 10cm, 根据杠杆的平衡条件得到:  
 $3\text{N} \times 10\text{cm} = F \times 5\text{cm}$ , 解得:  $F = 6\text{N}$ 。

4. 某同学制作了直接测量液体密度的“密度天平”。其制作过程和原理如下: 如图甲所示, 选择一个长杠杆, 调节两边螺母使杠杆在水平位置平衡; 在左侧离支点 10cm 的位置 A 用细线固定一个质量为 110g、容积为 50mL 的容器。右侧用细线悬挂一质量为 50g 的钩码 (细线的质量忽略不计)。



【测量过程】将下对实验空白处补充完整:

(1) 调节杠杆平衡时, 发现杠杆左端下沉, 需将平衡螺母向\_\_\_\_\_端调节 (填“左”或“右”); 测量液体时往容器加满待测液体, 移动钩码使杠杆在水平位置平衡, 在钩码悬挂位置直接读出液体密度。

(2) 当容器中没有液体时, 钩码所在的位置即为“密度天平”的“零刻度”, “零刻度”距离支点 O \_\_\_\_\_ cm。

(3) 若测量某种液体的密度时, 钩码在距离支点右侧 31cm 处, 则此种液体的质量为\_\_\_\_\_g, 液体的密度为\_\_\_\_\_g/cm<sup>3</sup>。

(4) 若此“密度天平”的量程不够大, 可以采用\_\_\_\_\_的方法增大量程 (写出一种即可)。

(5) 【拓展应用】若杠杆足够长, 用此“密度天平”还可以测量固体的密度。先在容器加满水, 再将待测固体轻轻浸没在水中, 溢出部分水后, 调节钩码的位置, 使杠杆水平平衡, 测出钩码离支点 O 的距离为 56cm; 用量筒测出溢出水的体积如图乙所示, 则固体的密度为\_\_\_\_\_g/cm<sup>3</sup> (已知  $\rho_{\text{水}} = 1.0\text{g/cm}^3$ )。

【答案】 (1) 右 (2) 22 (3) 45; 0.9 (4) 增加杠杆的长度 (5) 5

【解析】 (1) 杠杆的左端下沉, 说明右轻, 那么平衡螺母向右调;

(2) 根据杠杆的平衡条件得到:

$$G_{\text{容}} L_2 = G_{\text{砝}} L_1$$

$$0.11\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times 10\text{cm} = 0.05\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times L_1$$

$$L_1 = 22\text{cm};$$

(3) 钩码在距高支点右 31cm 处, 根据杠杆平衡条件得到:

$$G_{\text{总}}L_2 = G_{\text{砝}}L_1$$

$$m_{\text{总}} \times 10\text{cm} = 50\text{g} \times 31\text{cm}$$

$$m_{\text{总}} = 155\text{g};$$

$$\text{液体的质量: } m = m_{\text{总}} - m_{\text{容}} = 155\text{g} - 110\text{g} = 45\text{g};$$

$$\text{液体的密度: } \rho = m/v = 0.9\text{g/cm}^3;$$

(4) 当物体的重力增大时, 钩码的重力和力臂的乘积肯定增大, 要保持杠杆平衡, 要么增加杠杆的力度, 要么增大钩码的重力, 这样才能增大测量程。

(5) 根据量筒可知, 物体的体积  $30\text{cm}^3$

$$\text{容器内剩余水的重力: } m_{\text{水}} = \rho V_{\text{水}} = 20\text{g};$$

根据杠杆平衡条件得到:

$$G_{\text{总}}L_2 = G_{\text{砝}}L_1$$

$$m_{\text{总}}L_2 = m_{\text{砝}}L_1$$

$$m_{\text{总}} \times 10\text{cm} = 50\text{g} \times 56\text{cm}$$

$$m_{\text{总}} = 280\text{g};$$

$$\text{固体的质量为: } m_{\text{固}} = m_{\text{总}} - m_{\text{容}} - m_{\text{水}} = 280\text{g} - 110\text{g} - 20\text{g} = 150\text{g};$$

$$\text{固体的密度: } \rho = 5\text{g/cm}^3.$$

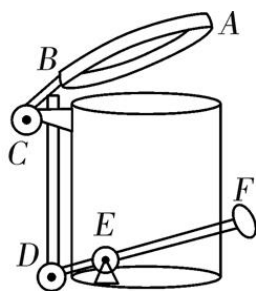
## 回归教材

### 三、杠杆分类

名称	结构特征	优、缺点	应用举例
省力杠杆	动力臂大于阻力臂	省力、费距离	撬棒、铡刀、动滑轮、轮轴、羊角锤、钢丝钳
费力杠杆	动力臂小于阻力臂	费力、省距离	起重臂、人的前臂、理发剪刀、钓鱼竿
等臂杠杆	动力臂等于阻力臂	不省力, 不费力	天平、定滑轮

## 典例训练

1. 室内垃圾桶平时桶盖关闭，使垃圾散发的异味不会飘出，使用时用脚踏踏板，桶盖开启。根据室内垃圾桶的结构示意图可确定（ ）



- A. 桶中只有一个杠杆在起作用，且为省力杠杆
- B. 桶中只有一个杠杆在起作用，且为费力杠杆
- C. 桶中有两个杠杆在起作用，且都是省力杠杆
- D. 桶中有两个杠杆在起作用，一个是省力杠杆，一个是费力杠杆

**【答案】**D

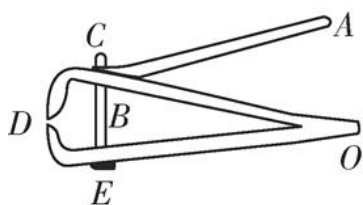
**【解析】**根据垃圾桶的工作过程分析杠杆的个数，如果动力臂大于阻力臂，那么为省力杠杆；如果动力臂小于阻力臂，那么为费力杠杆，据此分析即可。

**【解答】**垃圾桶由两个杠杆组成：

①杠杆 CBA，支点为 C，阻力为桶盖 AB 的重力，作用在它的重心上；CD 对 B 点的支持力为动力。因为动力臂小于阻力臂，为费力杠杆；

②杠杆 DEF，支点为 E，CD 对 D 点的压力为阻力，作用在 F 点的压力为动力。此时动力臂大于阻力臂，为省力杠杆。故 D 正确，而 A、B、C 错误。故选 D。

2. 指甲刀是生活中常用的小工具，如图所示，它包含三个杠杆，关于这三个杠杆的说法正确的是（ ）



- A. 一个省力杠杆，两个费力杠杆
- B. 一个费力杠杆，两个省力杠杆
- C. 三个都是省力杠杆
- D. 三个都是费力杠杆

**【答案】**A

**【解析】**根据动力臂和阻力臂的大小关系确定杠杆的种类。

①对于杠杆 CBA 来说，C 点为支点，阻力作用在 B 点，动力作用在 A 点，此时动力臂大于阻力臂，为省力杠杆；



②对于杠杆  $DBO$  来说，支点为  $O$ ，动力作用在  $B$  点，阻力作用在  $D$  点，此时动力臂小于阻力臂，为费力杠杆；  
 ③对于杠杆  $DEO$  来说， $O$  为支点，动力作用在  $E$  点，阻力作用在  $D$  点，此时动力臂小于阻力臂，为费力杠杆。  
 因此指甲刀包括一个省力杠杆，两个费力杠杆。故选  $A$ 。

3. (2019 九上·萧山月考) 衣服夹是一种常用物品，如图所示，给出了用手捏开和夹住物品时的两种情况。下列说法中，正确的是 ( )



- A. 当用手将其捏开时，它是费力杠杆
- B. 当用其夹住物品时，它是费力杠杆
- C. 无论用手将其捏开还是夹住物品时，它都是费力杠杆
- D. 无论用手将其捏开还是夹住物品时，它都是省力杠杆

**【答案】** B

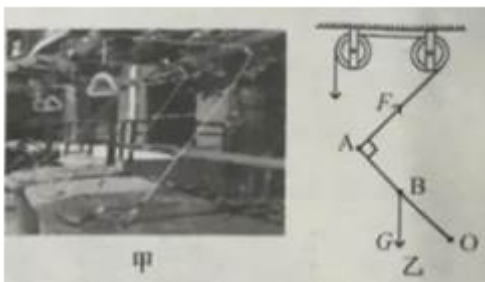
**【解析】** 如果动力臂大于阻力臂，那么为省力杠杆；如果动力臂小于阻力臂，那么为费力杠杆。

夹子的轴是杠杆的支点  $O$ ；

(1) 当用手将其捏开时，弹簧的压力为阻力，手的压力为动力，此时动力臂大于阻力臂，为省力杠杆；

(2) 当用其夹住物品时，弹簧的压力为动力，而夹口上的物体施加阻力，此时动力臂小于阻力臂，为费力杠杆。故  $B$  正确，而  $A$ 、 $C$ 、 $D$  错误。故选  $B$ 。

4. (2020·金华·丽水) 简单机械广泛应用于日常生活。某小区物业为了方便住户扔垃圾，对垃圾桶进行了简易改装(如图甲)。被拉起的垃圾桶盖可看成是一个简易杠杆。图乙为桶盖与绳子成  $90^\circ$  角且处于静止状态时的示意图， $O$  为杠杆支点， $A$  为绳子拉力  $F$  的作用点， $B$  为桶盖的重心。根据图乙回答下列问题：



- (1) 定滑轮的作用是\_\_\_\_\_；
- (2) 该状态下的桶盖属于\_\_\_\_\_ (填“省力”、“费力”或“等臂”) 杠杆。

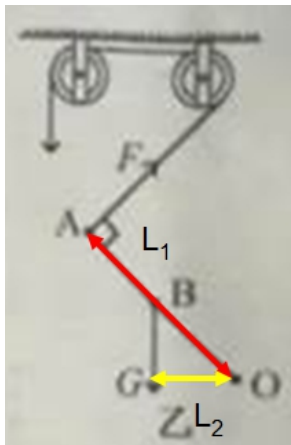
**【答案】** (1) 改变力的方向 (2) 省力

【解析】（1）定滑轮的作用是改变拉力的方向，而不能省力；

（2）比较动力臂和阻力臂的大小，然后对杠杆进行分类。

【解答】（1）根据乙图可知，如果不使用定滑轮，那么拉力的方向应该向上，使用定滑轮后拉力的方向变为向下，因此定滑轮的作用是：改变力的方向；

（2）如下图所示：



因为动力臂大于阻力臂，所以该状态下的桶盖属于省力杠杆。

## 回归教材

### 四、人体中的杠杆

人体中有很多的杠杆，例如①抬头时，可以在颈部找到杠杆，杠杆的支点在脊柱之顶，支点后的肌肉收缩提供动力，头颅的重量是阻力。这个杠杆几乎是个等臂杠杆②手臂拿物体时，肘关节是支点，肱二头肌肉所用的力是动力，手拿的重物的重力是阻力显然我们的前臂是一种费力力杠杆。虽然费力，但是可以省距离（少移动距离），提高工作效率。③走路时的脚，脚掌前部是支点，人体的重力就是阻力，腿肚肌肉产生的拉力就是动力。这种杠杆可以克服较大的体重。

## 典例训练

1. 如图，肱二头肌收缩，使前臂保持平衡，此时前臂可以看成是一个杠杆，它是（      ）
- A. 省力杠杆      B. 费力杠杆
- C. 等臂杠杆      D. 以上三种都有可能



【答案】B

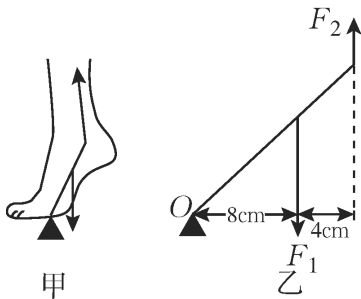
【解析】要判断杠杆的类型，可依据杠杆的动力臂和阻力臂的大小关系：若动力臂大于阻力臂，是省力杠杆；若动力臂小于阻力臂，是费力杠杆；若动力臂等于阻力臂，则为等臂杠杆。

【解答】当手握重物向上曲肘时，若把前臂看成杠杆，支点在肘关节位置，肱二头肌收缩抬起前臂是动力，重物作用在手上产生的力是阻力，手握哑铃向上曲肘的运动过程中，动力臂小于阻力臂，属于费力杠杆。

2. [2018·淄博]骨骼、肌肉和关节构成了人体的运动系统，基本的运动都是肌肉牵引骨骼绕关节转动产生的，其模型就是杠杆。如图所示是踮脚时的示意图，人体的重力为阻力，小腿肌肉施加的拉力为动力。重 600N 的小明在 1min 内完成 50 个双脚同时踮起动作，每次踮脚过程中脚跟离开地面的高度是 9cm。求：

(1) 小腿肌肉对每只脚的拉力。

(2) 小明踮脚过程中克服重力做功的功率。



【答案】(1) 由图可知，动力  $F$  的力臂  $l_1 = 8\text{cm} + 4\text{cm} = 12\text{cm} = 0.12\text{m}$ ；重力的力臂  $l_2 = 8\text{cm} = 0.08\text{m}$ ；根据杠杆的平衡条件可得  $F l_1 = G l_2$ ，则小腿肌肉对每只脚的拉力  $F = \frac{G l_2}{l_1} = \frac{600\text{N} \times 0.08\text{m}}{0.12\text{m}} = 400\text{N}$ 。

(2) 小腿肌肉对脚的拉力做的功  $W_{\text{拉力}} = Fh = 400\text{N} \times 0.09\text{m} = 36\text{J}$ ；

小明踮脚过程中克服重力做功等于小腿肌肉对脚的拉力做的功，等于 36J；

小明在 1min 内完成 50 个双脚同时踮起动作，则小明踮脚过程中克服重力做功的功率  $P = \frac{W}{t} = \frac{36\text{J} \times 50}{60\text{s}} =$

30W。

【解析】详见答案过程。

3. (2020 九上·浙江期末) 我们常见的从地面上搬起重物的做法是弯腰(如图甲)或人下蹲弯曲膝盖(如图乙)把它搬起来, 哪种方法好呢? 我们把脊柱简化为杠杆建立模型如图丙所示, 脊柱可绕骶骨轴  $O$  转动, 腰背肌肉的等效拉力  $F_1$  作用在  $A$  点, 其实际作用方向与脊柱夹角为  $12^\circ$  且保持不变, 搬箱子拉力  $F_2$  作用在肩关节  $B$  点, 改变脊柱与水平面的夹角即可改变杠杆与水平面的夹角  $\alpha$ , 多次实验得出结论。



(1) 当  $\alpha$  角增大时,  $F_1$  如何变化? 并说明理由。

(2) 比较甲、乙两种姿势所对应丙图中的两种状态, 分析可得, \_\_\_\_\_ (选填“甲”或“乙”)图中的姿势比较正确。

【答案】(1) 减小。当  $\alpha$  角增大时,  $F_2$  力臂变小; 由于拉力  $F_1$  的方向与脊柱夹角始终为  $12^\circ$ , 且  $OA$  距离不变, 则  $O$  点到  $F_1$  作用线的距离不变, 即动力臂不变, 阻力为箱子的重力不变, 根据杠杆平衡条件可知,  $F_1$  变小。

(2) 乙

【解析】(1) 当  $\alpha$  角增大时, 注意分析阻力、阻力臂、动力臂的大小变化, 然后根据杠杆的平衡原理  $F_1L_1=F_2L_2$  分析  $F_1$  的变化即可;

(2) 分析两种状态下动力臂  $L_1$  的变化, 利用杠杆的平衡条件确定动力  $F_1$  的变化, 并说明产生的不同效果。

【解答】(1) 当  $\alpha$  角增大时,  $F_1$  将减小, 理由: 当  $\alpha$  角增大时,  $F_2$  力臂变小, 阻力为箱子的重力不变。由于拉力  $F_1$  的方向与脊柱夹角始终为  $12^\circ$ , 且  $OA$  距离不变, 则  $O$  点到  $F_1$  作用线的距离不变, 即动力臂不变, 根据杠杆平衡条件  $F_1L_1=F_2L_2$  可知,  $F_1$  变小。

(2) 比较甲、乙两种姿势可知, 甲的支点比乙的支点高, 在搬起物体的过程中, 阻力臂减小的更慢, 背部肌肉拉力作用的时间更长, 因此会感觉更费力, 所以乙图中的姿势比较正确。

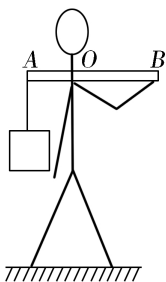
## 回归教材

### 五、利用杠杆平衡计算

找到杠杆五要素，根据杠杆平衡公式，结合压力压强等知识点解题。

### 典例训练

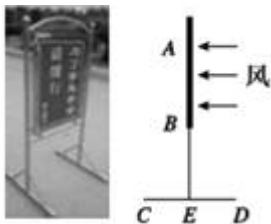
1. [杭州中考]小金将长为 0.6m、质量可忽略不计的木棒搁在肩上，棒的后端 A 挂一个 40N 的物体，肩上支点 O 离后端 A 为 0.2m，他用手压住前端 B 使木棒保持水平平衡，如图所示，小金的质量为 50kg，则此时手压木棒的压力大小为\_\_\_\_N，肩对木棒的支持力大小为\_\_\_\_N，人对地面的压力大小为\_\_\_\_N( $g=10\text{N/kg}$ )。



【答案】 20      60      560

【解析】 根据杠杆平衡条件有： $F \times OB = G \times OA$ ，即： $F \times (0.6\text{m} - 0.2\text{m}) = 40\text{N} \times 0.2\text{m}$ ，所以  $F = 20\text{N}$ ；即手压木棒的压力大小为 20N；肩对木棒的支持力大小为  $F' = F + G = 20\text{N} + 40\text{N} = 60\text{N}$ ；人对地面的压力大小为  $F'' = G_{\text{人}} + F' = mg + F' = 50\text{kg} \times 10\text{N/kg} + 60\text{N} = 560\text{N}$

2. (2020 九上·吴兴月考) 如图是学校里面常用的一种移动指示牌，其中 AB 为牌面，CD 和 BE 为支架，并且测得牌面长 AB 为 60 cm，宽为 55 cm，支架长度  $BE = 2CE = 2ED = 50\text{ cm}$ ，指示牌的质量为 2 kg (所有支架的受风面积忽略不计)，假设此时指示牌重力的作用线通过 E 点，只考虑风对指示牌的作用点在 AB 中点，根据图示风向可计算出刚好把 D 端吹离地面这一瞬间的风力大小为\_\_\_\_\_N。(g 取 10 N/kg)



【答案】6.25

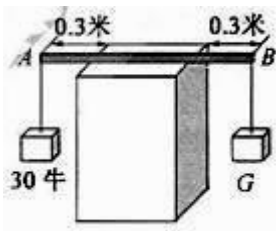
【解析】当D端刚好离开地面时，可将C点看作支点，指示牌的重力为阻力，阻力臂为  $CE = \frac{1}{2}BE = 25\text{cm}$ ；风对指示牌的吹力为动力，作用在指示牌的中心，因此阻力臂为： $L_2 = BE + \frac{1}{2}AB = 50\text{cm} + \frac{1}{2} \times 60\text{cm} = 80\text{cm}$ 。

根据杠杆的平衡条件得到： $G \times CE = F \times L_2$ ；

$2\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times 25\text{cm} = F \times 80\text{cm}$ ；

解得： $F = 6.25\text{N}$ 。

3. (2018·杭州) 如图所示，将长为 1.2 米的轻质木棒平放在水平方形台面上，左右两端点分别为 A、B，它们距台面边缘处的距离均为 0.3 米。在 A 端挂一个重为 30 牛的物体，在 B 端挂一个重为 G 的物体。



(1) 若  $G = 30$  牛，台面收到木棒的压力为\_\_\_\_\_牛。

(2) 若要使木棒右端下沉，B 端挂的物体至少要大于\_\_\_\_\_牛。

(3) 若 B 端挂物体后，木棒仍在水平台面上静止，则 G 的取值范围为\_\_\_\_\_牛。

【答案】(1) 60

(2) 90

(3)  $10 \sim 90$

【解析】杠杆原理 亦称“杠杆平衡条件”。要使杠杆平衡，作用在杠杆上的两个力（动力和阻力）的大小跟它们的力臂成反比。动力 $\times$ 动力臂=阻力 $\times$ 阻力臂。

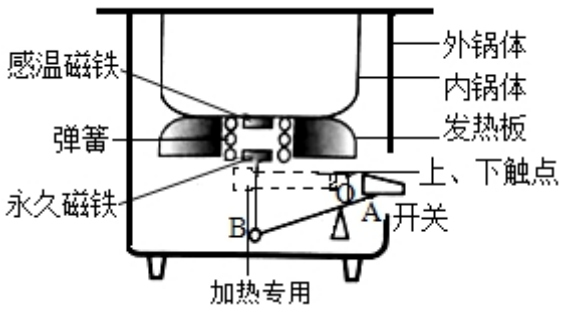
【解答】(1) 若  $G = 30$  牛，以木棒为研究对象，木棒受力平衡，故木棒受台面的支持力为 60N，台面收到木棒的压力与木棒受到台面的支持力为相互作用力，即为 60N；

(2) 若要使木棒右端下沉，则 B 点为支点，根据杠杆平衡条件  $GB \times 0.3 = GA \times 0.9$ ，解得  $GB = 90\text{N}$ ，即 B 端挂的物体至少要大于 90 牛；

(3) 若 B 端挂物体后，木棒仍在水平台面上静止，以 A 点为支点，根据杠杆平衡条件  $GB \times 0.9 = GA \times 0.3$ ，解得则  $GB = 10\text{N}$ ，即 G 的取值范围为： $10 \sim 90$  牛。

4. (2020 九上·椒江期中) 某制作小组所设计的电饭锅，其结构如图所示，控制系统中的感温磁体与受热面固定在一起，当温度低于  $103^\circ\text{C}$  时，感温磁体具有磁性。煮饭时用手向下按动开关，通过轻质传动杆 AOB 使永久磁体和感温磁体吸合，触点闭合，电路接通，发热板开始发热。当温度达到  $103^\circ\text{C}$  时，感温磁体失去

磁性，永久磁体受重力及弹簧的弹力作用而落下，通过传动杆使触点分开，发热板停止发热。



(1) 若用 4 牛的力按下开关，B 端受到的阻力为 1 牛，则 AO 和 OB 的长度之比为\_\_\_\_\_，已知手指与开关的接触面积为 0.5 厘米<sup>2</sup>，则开关受到的压强是\_\_\_\_\_帕。

(2) 用电饭锅烧水（在标准气压下），水沸腾时\_\_\_\_\_（能/不能）自动断电。

**【答案】** (1) 1: 4; 80000

(2) 不能

**【解析】** (1) 根据杠杆的平衡条件计算 AO 与 BO 的长度之比；根据压强公式  $p = \frac{F}{S}$  计算开关受到的压强；

(2) 根据液体沸点和气压的变化规律分析判断。

**【解答】** (1) 根据图片可知，动力臂为 AO，阻力臂为 OB，

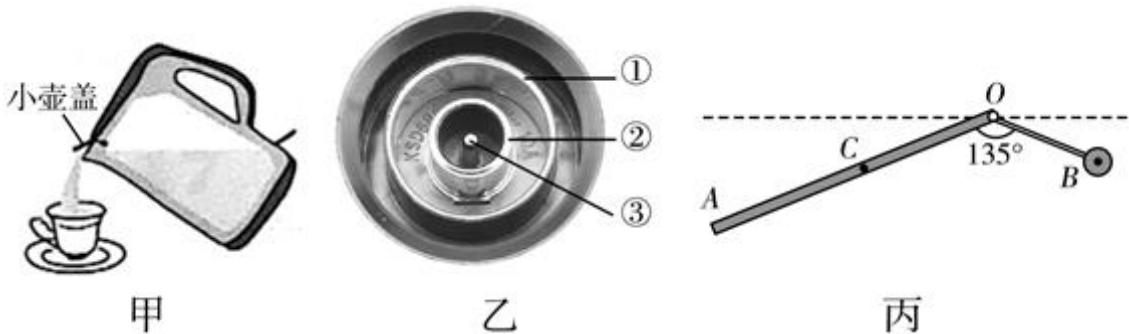
根据杠杆的平衡条件  $F_1L_1 = F_2L_2$  得到：  $4N \times AO = 1N \times OB$ ；

解得：  $AO: OB = 1: 4$ ；

开关受到的压强  $p = \frac{F}{S} = \frac{4N}{0.5 \times 10^{-4}m^2} = 8 \times 10^4 Pa$ ；

(2) 在标准气压下，水的沸点为  $100^\circ C < 103^\circ C$ ，因此感温磁铁的磁性不会消失，则水沸腾时不会自动断电。

5. (2020 九上·浙江期末) 图甲是一种壶口处配有自动开合小壶盖的电水壶。



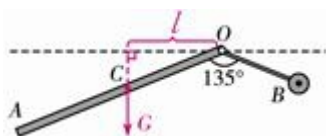
(1) 如图乙，电水壶底部的导线连接装置有铜环①、铜环②和铜柱③。经测试发现：①、②之间是绝缘的，②、③之间常温下有十几欧姆的电阻。则与水壶金属外壳相连的装置是\_\_\_\_\_。

(2) 图丙是自动开合小壶盖简化侧视图。OA 是小壶盖，C 是其重力作用点。B 是小壶盖的配重。OB 是配重柄。AOB 能绕固定点 O 自由转动。请在图丙中作出小壶盖的重力 G 及其力臂 l。

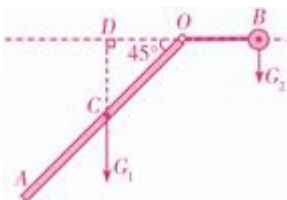
(3) 已知：小壶盖质量为 4g，OA=3cm，OC=1.4cm，OB=1cm， $\angle AOB=135^\circ$ 。要求倒水时，壶身最多倾斜  $45^\circ$ ，小壶盖便自动打开；壶身竖直时，小壶盖在水平位置自动闭合。求配重 B 的质量取值范围。(配重柄质量和 O 点的摩擦均忽略不计， $\sqrt{2}$  取 1.4)

【答案】 (1) 铜环①

(2) 解：如答图所示。



(3) 解：当配重柄水平时，可求配重 B 最小质量：



$$OD = \frac{1}{\sqrt{2}} \times OC = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1.4\text{cm} = 1\text{cm},$$

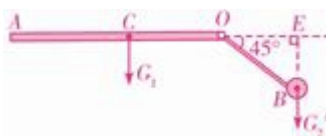
根据  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  得：

$$G_1 l_1 = G_2 l_2$$

$$m_1 g \times OD = m_2 g \times OB$$

$$m_2 = \frac{m_1 \times OD}{OB} = \frac{4\text{g} \times 1\text{cm}}{1\text{cm}} = 4\text{g},$$

当小壶盖水平时，可求配重 B 最大质量：



$$OE = \frac{1}{\sqrt{2}} \times OB = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1\text{cm} \approx 0.71\text{cm},$$

根据  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  得：

$$G_1 l_1' = G_2' l_2'$$

$$m_1 g \times OC = m_2' g \times OE$$

$$m_2' = \frac{m_1 \times OC}{OE} = \frac{0.4\text{g} \times 1.4\text{cm}}{0.71\text{cm}} \approx 7.89\text{g};$$



则配重 B 的质量取值范围为 4~7.89g。(最小值 3.92g、3.96g、3.98g 等，最大值 7.8g、7.84g、7.9g、8g 等均可)

**【解析】** (1) ②与③通过电阻相连，那将它们分别与零线和火线接通，电水壶就可以工作，因此它们为电源触点。①与②绝缘，那么它与金属外壳相连，外面与地线相连，可以起到防止触电的作用。

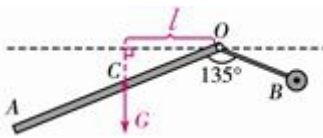
(2) 根据图片确定小壶盖重力的作用点和方向，然后做出重力的示意图；力臂是从杠杆的支点到力的作用线之间的距离，据此作出力臂；

(3) 当配重柄水平放置时，配重的力臂等于 OB，此时动力臂最长，即动力最小，根据杠杆的平衡条件计算出配重的最小质量。

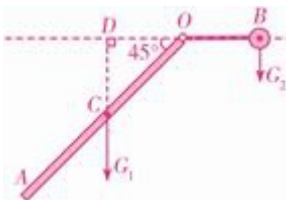
当小壶盖水平时，配重的力臂最短，此时配重的质量最大，再次根据杠杆的平衡条件计算出配重的最大质量即可。

**【解答】** (1) 如图乙，电水壶底部的导线连接装置有铜环①、铜环②和铜柱③。经测试发现：①、②之间是绝缘的，②、③之间常温下有十几欧姆的电阻。则与水壶金属外壳相连的装置是铜环①。

(2) 小壶盖的重力作用在 AO 的中点，且方向竖直向下；将重力 G 的作用线向上反向延长，然后通过 O 点作重力作用线的垂线，从支点 O 到垂足之间的距离为力臂，如下图所示：



(3) 当配重柄水平时，可求配重 B 最小质量：



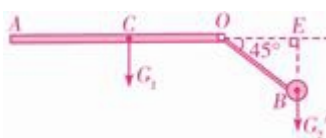
$$OD = \frac{1}{\sqrt{2}} \times OC = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1.4\text{cm} = 1\text{cm},$$

根据  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  得：  $G_1 l_1 = G_2 l_2$ ；

$$m_1 g \times OD = m_2 g \times OB;$$

$$m_2 = \frac{m_1 \times OD}{OB} = \frac{4g \times 1\text{cm}}{1\text{cm}} = 4g;$$

当小壶盖水平时，可求配重 B 最大质量：



$$OE = \frac{1}{\sqrt{2}} \times OB = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1\text{cm} \approx 0.71\text{cm},$$

根据  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  得:  $G_1 l_1' = G_2' l_2'$

$$m_1 g \times OC = m_2' g \times OE;$$

$$m_2' = \frac{m_1 \times OC}{OE} = \frac{0.4\text{g} \times 1.4\text{cm}}{0.71\text{cm}} \approx 7.89\text{g};$$

则配重 B 的质量取值范围为  $4 \sim 7.89\text{g}$ 。

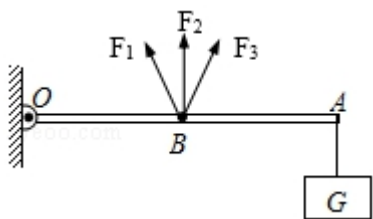
## 回归教材

### 六、杠杆的最小力问题

使杠杆绕着转动的点叫支点，作用在杠杆上使杠杆转动的力叫动力，作用在杠杆上阻碍杠杆转动的力叫阻力，从支点到动力作用线的垂直距离叫动力臂，从支点到阻力作用线的垂直距离叫阻力臂。做此类题，必须先找准杠杆的动力、阻力、动力臂、阻力臂，以及各力臂的变化，此类题只需找出最长动力臂即可，可根据这个思路进行判断。

## 典例训练

1. (2018·齐齐哈尔) 如图所示的杠杆(自重和摩擦不计), O 是支点, A 处挂一重为 50N 的物体, 为保证杠杆在水平位置平衡, 在中点 B 处沿\_\_\_\_\_ (选填“ $F_1$ ”、“ $F_2$ ”或“ $F_3$ ”) 方向施加的力最小, 为\_\_\_\_\_N。



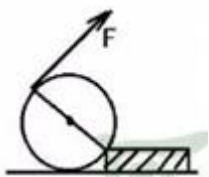
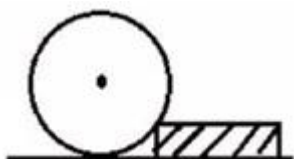
**【答案】**:  $F_2$ ; 100。

**【解析】** 为使拉力最小, 动力臂要最长, 拉力 F 的方向应该垂直杠杆向上, 即竖直向上 ( $F_2$ ), 动力臂为 OB 最长,

杠杆在水平位置平衡, 根据杠杆的平衡条件:

$F_2 \times OB = G \times OA$ , 由于 OA 是 OB 的二倍, 所以:  $F = 2G = 100\text{N}$ 。

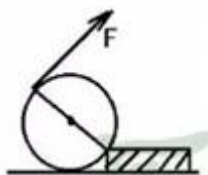
2. 如图，圆柱形物体重力为  $G$ 、横截面积是半径为  $R$  的圆，要从高度为  $0.5R$  的台面上滚过去，请画出最省力的作用点和力方向\_\_\_\_\_；此时力  $F$  和  $G$  的关系是：\_\_\_\_\_。



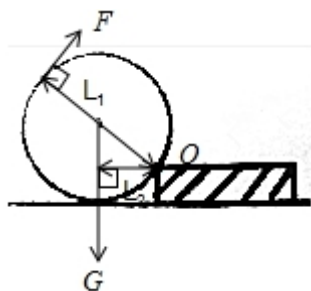
【答案】  ;  $F < G$

【解析】在杠杆上，当以支点到作用点之间的线段为动力臂时最长，这时动力最小，因此找到圆周上到支点距离最远的点即可。

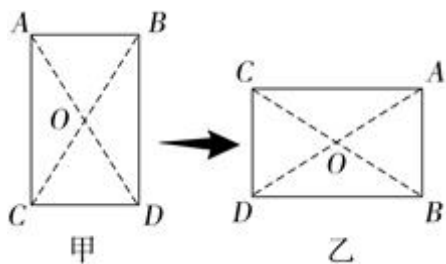
【解答】在圆周上，两点之间最长的就是直径。从支点做通过支点的直径，与圆周的交点就是力的作用点，然后通过它做这条直径的垂线即可。



由杠杆平衡条件， $F_1L_1=F_2L_2$  可知，在阻力跟阻力臂的乘积一定时，动力臂越长，动力越小；圆的直径作为最长力臂，由图知，动力的方向应该向上，作用点在圆的切线位置，如图，比较可知， $L_1 > L_2$ ，所以  $F < G$



3. 如图为油桶，油桶质量为  $50\text{kg}$ ，油桶高为  $0.8\text{m}$ ，底部直径为  $0.6\text{m}$ ，据此回答(视油桶的重力集中点在几何中心  $O$  点， $g$  取  $10\text{N/kg}$ )。



(1) 在推翻油桶如图甲→乙的过程中，至少需要对油桶做功\_\_\_\_\_J。

(2) 若将翻倒的空油桶(如图乙)重新竖起来所用最小力为F，F=\_\_\_\_\_N。

**【答案】** (1) 50 (2) 200

**【解析】** (1) 在推翻油桶的过程中，油桶的重心会升高，根据  $W=Gh$  计算对油桶做的功即可；

(2) 将油桶看做一个杠杆，而对角线就是最长的力臂，根据杠杆的平衡条件计算即可。

**【解答】** (1) 根据勾股定理可知，油桶的对角线  $AD = \sqrt{(AB)^2 + (BD)^2} = \sqrt{(0.8\text{m})^2 + (0.6\text{m})^2} = 1\text{m}$ ；

在推翻油桶的过程中，重心上升的高度为： $h = \frac{1\text{m}}{2} - \frac{0.8\text{m}}{2} = 0.1\text{m}$ ；

那么至少需要对油桶做功： $W=Gh=50\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times 0.1\text{m}=50\text{J}$ ；

(2) 根据乙图可知，可以将B点看做支点，那么重力为阻力，阻力臂为： $\frac{1}{2}BD$ ；对角线BC的长度最大，因此动力臂为BC，动力与BC垂直。

根据杠杆的平衡条件得到： $G \times \frac{1}{2}BD = F \times BC$ ；

$500\text{N} \times \frac{1}{2} \times 0.8\text{m} = F \times 1\text{m}$ ；

解得： $F=200\text{N}$ 。

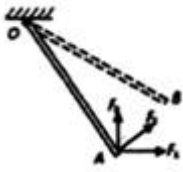
## 回归教材

## 七、杠杆的动态平衡问题

先找出杠杆的相关要素——支点、动力、动力臂、阻力、阻力臂，当杠杆水平时，如果动力臂最长，也就是说动力是最小的。因此，根据杠杆的平衡条件可继续分析出，当力的方向改变时，对力臂与力的影响。

## 典例训练

1. (2020 九上·杭州月考) 如图所示, 一根质量分布均匀的木棒, 能绕 O 处转轴自由转动 (不计摩擦). 在木棒最下端用力, 使之由 A 处缓慢地抬升到 B 处. 下列说法合理的是 ( )



- A. 始终水平方向的拉力  $F_1$  大小将保持不变
- B. 始终与杆垂直的拉力  $F_2$  大小将保持不变
- C. 始终竖直方向的拉力  $F_3$  会逐渐增大
- D. 三次拉力抬升木棒的过程中所做的功均相等

**【答案】D**

**【解析】** (1) (2) (3) 根据杠杆的平衡条件分析三个力的变化;

(4) 抬升木棒, 其实就是克服木棒的重力做功, 根据  $W=Gh$  比较即可。

**【解答】** 在木棒慢慢抬起的过程中, 阻力臂逐渐增大, 根据杠杆的平衡条件得到:  $G \times L_2 = F \times L_1$  可知:  $G \times L_2$  的乘积不断变大;

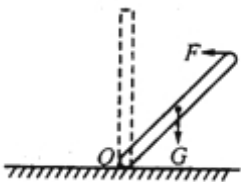
拉力  $F_1$  的动力臂  $L_1$  逐渐变小, 因此  $F_1$  逐渐变大, 故 A 错误;

拉力  $F_2$  的动力臂保持不变, 因此  $F_2$  逐渐变大, 故 B 错误;

拉力  $F_3$  的方向与阻力  $G$  的方向平行, 虽然二者的力臂都在变大, 但是它们的比值不变, 因此拉力  $F_3$  不变, 故 C 错误;

三次拉力做功都是克服杠杆的重力做功, 根据  $W=Gh$  可知, 三次做的功大小相等, 故 D 正确。

2. 如图所示, 一根可绕 O 点转动的均匀硬棒重为  $G$ , 在棒的一端始终施加水平力  $F$ , 将棒从图示. 位置缓慢提起至虚线位置的过程中 ( )



- A.  $F$  的力臂变小,  $F$  的大小变大
- B.  $F$  的力臂变大,  $F$  的大小变小
- C. 重力  $G$  与它的力臂乘积保持不变
- D. 重力  $G$  与它的力臂乘积变大

**【答案】B**

**【解析】** 力臂是从杠杆的支点到力的作用线之间的垂线段的长度; 根据杠杆的平衡条件  $F_1L_1 = F_2L_2$  分析即可。

**【解答】** 如下图所示,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/365021043230012021>