11.1 杠杆(考点解读)(解析版)

知识导航

知识点讲解

1、杠杆及其五要素

(1)杠杆定义：在力的作用下绕着固定点转动的硬棒叫杠杆.

①杠杆可直可曲,形状任意.

②有些情况下,可将杠杆实际转一下,来帮助确定支点.如：鱼杆、铁锹.

(2)杠杆五要素：

①支点：杠杆绕着转动的点,用字母 0 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.

动力、阻力都是杠杆的受力,所以作用点在杠杆上.

动力、阻力的方向不一定相反,但它们使杠杆的转动的方向相反.

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.

2、杠杆的平衡条件及实验探究

(1)杠杆平衡：杠杆静止不动或匀速转动都叫做杠杆平衡.

注意：我们在实验室所做的杠杆平衡条件的实验是在杠杆水平位置平衡进行的,但在实际生产和生活中,这样的平衡是不多的.在许多情况下,杠杆是倾斜静止,这是因为杠杆受到平衡力作用.所以说杠杆不论处于怎样的静止,都可以理解成平衡状态.

(2)杠杆平衡条件的表达式：动力×动力臂=阻力×阻力臂.

(3)公式的表达式为：$F_1l_1=F_2l_2$.

3、杠杆的平衡分析法及其应用

(1)杠杆动态平衡：指构成杠杆的某些要素发生变化,而杠杆仍处于静止状态或匀速转动状态,分析杠杆的动态平衡时,一般是动中取静,根据杠杆平衡条件,分析比较,得出结论;

(2)利用杠杆平衡条件来分析和计算有关问题，一般遵循以下步骤：

①确定杠杆支点的位置；

②分清杠杆受到的动力和阻力，明确其大小和方向，并尽可能地作出力的示意图；

③确定每个力的力臂；

④根据杠杆平衡条件列出关系式并分析求解.

4、杠杆中最小力的问题及力臂的画法

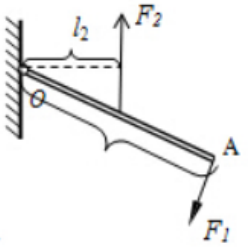
求最小动力问题，可转化为找最长力臂问题. 找最长力臂，一般分两种情况：

(1)在动力的作用点明确的情况下，支点到力的作用点的连线就是最长力臂；

(2)在动力作用点未明确时，支点到最远的点的距离是最长力臂.

※古希腊学者阿基米德总结出杠杆的平衡条件：动力×动力臂=阻力×阻力臂，据此，他说出了"只要给我一个支点，我就可以撬动地球"的豪言壮语. 地球的质量大约是 6×1024kg，人产生的推力约为 588N，我们设想要撬起地球这个庞然大物，又找到了合适的支点，根据杠杆平衡条件，所用动力臂与阻力臂的比值为 1023：1，当然要找到这样长的杠杆确实非常困难，但这个假想的实验包含了科学家对物理知识的深刻理解：只要动力臂与阻力臂的比值足够大，动力与阻力之比也就足够小，这样使用杠杆也就最省力.

力臂的画法：



(1)首先在杠杆的示意图上，确定支点 0.

(2)画好动力作用线及阻力作用线，画的时候要用虚线将力的作用线适当延长.

(3)在从支点 0 向力的作用线作垂线，在垂足处画出直角，从支点到垂足的距离就是力臂，用三角板的一条直角边与力的作用线重合，让另一条直角边通过交点，从支点向力的作用线画垂线，作出动力臂和阻力臂，在旁边标上字母，l_1和 l_2分别表示动力臂和阻力臂.

※画杠杆示意图时应注意：

(1)阻力作用点应画在杠杆上：有部分同学认为阻力由石头的重力产生，所以阻力作用点应画在石头重心上，这是错误的.

(2)确定阻力方向：当动力使杠杆绕支点顺时针转动时，阻力一定使杠杆逆时针转动.

(3)力臂不一定在杠杆上：力臂可用虚线画出并用大括号标明，也可用实线画出.

5、杠杆的分类及应用

杠杆分为三类：省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆；

类型	力臂的大小关系	力的大小关系	特点	应用
省力杠杆	$l_1>l_2$	$F_1<F_2$	省力、费距离	撬棒、铡刀、动滑轮、轮轴、羊角锤、钢丝钳、手推车、花枝剪刀
费力杠杆	$l_1<l_2$	$F_1>F_2$	费力、省距离	缝纫机踏板、起重臂 人的前臂、理发剪刀、钓鱼杆
等臂杠杆	$l_1=l_2$	$F_1=F_2$	既不省力也不省距离, 既不费力也不费距离	天平, 定滑轮

※既省力又省距离的杠杆时不存在的.

典例分析＋变式训练

【考点 1　杠杆及其五要素】

【典例 1-1】(2023•东兴区校级二模)建筑工人用独轮车搬运砖头,如图所示.推车时人手向上的作用力小于车厢和砖头的总重力,对此分析正确的是(　　)

A．以轮子轴心为支点,动力臂大于阻力臂

B．以轮子轴心为支点,动力臂小于阻力臂

C．以人手握车杆的点为支点,动力臂大于阻力臂

D．以人手握车杆的点为支点,动力臂等于阻力臂

【答案】A

【分析】(1)杠杆绕着转动的固定点叫支点,使杠杆转动的力叫动力,阻碍杠杆转动的力叫阻力,从支点到动力作用线的距离叫动力臂,从支点到阻力作用线的距离叫阻力臂.

(2)杠杆分为三类：省力杠杆(动力臂大于阻力臂,省力费距离)、费力杠杆(动力臂小于阻力臂,费力省距离)和等臂杠杆(动力臂等于阻力臂,不省力也不费力,不省距离也不费距离).

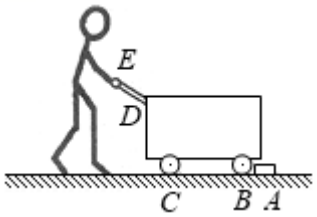
【解答】解：建筑工人用独轮车搬运砖头时,独轮车绕轮子轴心转动,则支点是轮子轴

心,人手向上的作用力是动力,车厢和砖头的总重力是阻力;

已知推车时人手向上的作用力小于车厢和砖头的总重力,即动力小于阻力,所以根据杠杆平衡条件可知,动力臂大于阻力臂,故选项 A 正确、BCD 错误.

故选：A.

【典例 1-2】(2022 春•三江县期中)超市里的手推车如图所示,某顾客推着空车前进时,当前轮遇障碍物 A 时,顾客向下按扶把,这时手推车可看成杠杆,支点是 __C__点;当后轮遇到障碍物 A 时,顾客向上提扶把,这时支点是 __B__点.



【答案】C;B

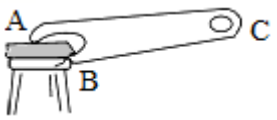
【分析】解决此题要知道杠杆的五要素是：支点、动力、阻力、动力臂、阻力臂;其中支点是杠杆绕着转动的固定点.

【解答】解：支点是杠杆绕着转动的固定点,由图可知,当前轮遇障碍物 A 时,顾客向下按扶把,这时手推车可绕 C 点转动,故支点是 C 点;

当后轮遇到障碍物 A 时,顾客向上提把,这时手推车可绕 B 点转动,故支点是 B 点.

故答案为：C;B.

【变式 1-1】(2022 秋•太仓市期中)如图所示,是人们日常生活中常见的用起子开瓶盖的情景.这也是一个杠杆,那么下列关于这个杠杆的支点、动力作用点、阻力作用点对应位置正确的是(　　)



A．A—B—C　　B．B—C—A　　C．A—C—B　　D．C—A—B

【答案】C

【分析】杠杆五要素是：

①支点：杠杆绕着转动的点,通常用字母 O 来表示.

②动力：使杠杆转动的力,通常用 F_1 来表示.

③阻力：阻碍杠杆转动的力,通常用 F_2 来表示.

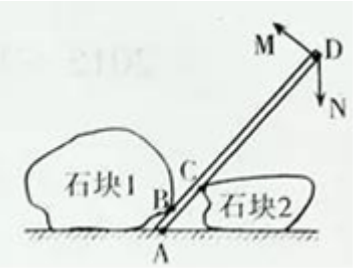
④动力臂：从支点到动力作用线的距离,通常用 L_1 表示.

⑤阻力臂：从支点到阻力作用线的距离,通常用 L_2 表示.

【解答】解：人们日常生活中用起子开瓶盖时,起子绕 A 点逆时针转动,所以这个杠杆的支点是 A 点;手对 C 点施加的力使杠杆逆时针转动,即动力,所以动力作用点是 C 点;瓶盖对 B 点施加的力阻碍杠杆逆时针转动,即阻力,所以阻力作用点是 B 点,因此 ABD 错误,C 正确.

故选：C.

【变式 1-2】(2022 春•榆树市校级期末)现要使用撬棒将石块 1 撬起.如图所示,若在撬棒的 D 点沿 DM 方向用力撬起石块 l,撬棒的支点是 __A__点：若在 D 点沿 DN 方向用力撬起石块 l,撬棒的支点是 __C__点.



【答案】见试题解答内容

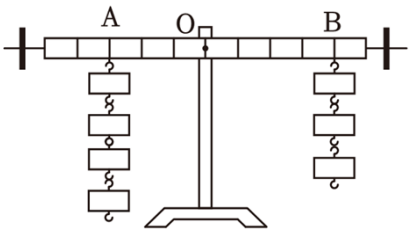
【分析】一根硬棒在力的作用下能绕某一固定点转动,这个点叫支点.

【解答】解：由图可知,若在撬棒 D 点沿 DM 方向用力撬起石块 1,撬棒绕 A 点转动,所以支点是 A 点;若在撬棒 D 点沿 DN 方向用力撬起石块 1,撬棒绕 C 点转动,所以支点是 C 点.

故答案为：A;C.

【考点 2　杠杆的平衡条件及实验探究】

【典例 2-1】(2023 春•通州区期中)均匀杠杆在水平位置平衡,在杠杆的 A 处挂 4 个钩码,B 处挂 3 个钩码,杠杆仍在水平位置平衡,如图所示.若将两边的钩码同时向 O 点移动 1 格,那么杠杆(　　)



A．右边向下倾斜　　B．左边向下倾斜

C．仍保持水平位置平衡　　D．无法确定杠杆是否平衡

【答案】A

【分析】杠杆是否平衡,取决于两边力和力臂的乘积是否相等,若 $F_1L_1=F_2L_2$,杠杆平衡;若

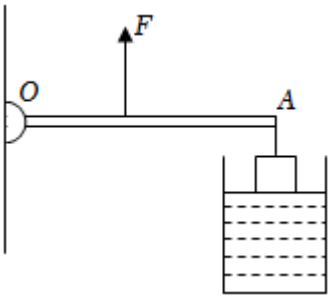
$F_1L_1 \neq F_2L_2$,杠杆就不平衡,且向较大的一侧倾斜.

【解答】解：设每个钩码重力为 G,每个小格长度为 L;

若将两边的钩码同时向 O 点移动 1 格,左边：4G×2L＝8GL,右边：3G×3L＝9GL,左边小于右边,杠杆右端下沉,故 A 正确.

故选：A.

【典例 2-2】(2023•兴隆台区一模)如图所示,在轻质杠杆 OA 的 A 端挂一边长为 10cm 的正方形石块,在 OA 的中点施加一竖直向上的力 F,当力 F＝40N 时,杠杆在水平位置平衡,则石块重 __20__N.将石块浸没于盛水的烧杯中,若杠杆仍在水平方向再次平衡,则所需施加的力 F __变小__(填"变大”、"变小”、"不变”)(g＝10N/kg).



【答案】20;变小.

【分析】根据杠杆平衡条件 $F_1L_1＝F_2L_2$ 可求石块的重力,石块浸没后,根据公式 $F_{浮}＝\rho gV_{排}$ 求出石块的浮力,重力减去浮力就等于现在石块受到的向下的力,再根据杠杆平衡条件 $F_1L_1＝F_2L_2$ 可求拉力 F 的大小.

【解答】解：由图,根据杠杆平衡条件 $F\cdot\frac{OA}{2}=G\cdot OA$,

所以石块重为 $G＝\frac{F}{2}＝\frac{40N}{2}＝20N$,

石块体积为 $V＝L^3＝(0.1m)^3＝10^{-3}m^3$,

石块浸没后所受浮力 $F_{浮}＝\rho_{水}gV_{排}＝1000kg/m^3×10N/kg×10^{-3}m^3＝10N$,

石块受到向下的力为 $F_{下}＝G－F_{浮}＝20N－10N＝10N$,

根据杠杆平衡条件 $F_1\cdot\frac{OA}{2}=F_{下}\cdot OA$,

所以 $F_1＝2F_{下}＝2×10N＝20N$,所需施加的力 F 变小.

故答案为：20;变小.

【典例 2-3】(2023•济宁三模)小明利用如图所示的实验装置"探究杠杆的平衡条件”,请你完成下列内容.

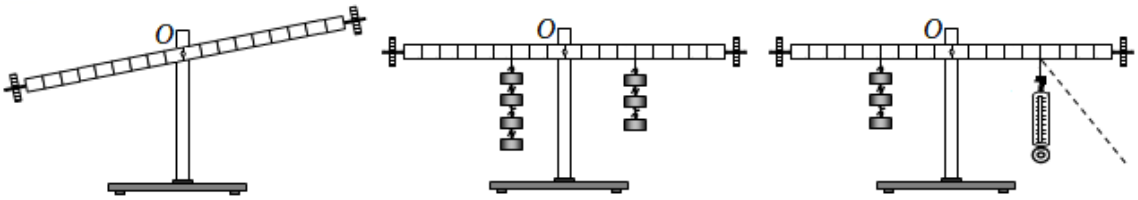


图1　　图2　　图3

(1)杠杆未挂钩码前,在如图 1 所示的位置静止时,此杠杆处于 __平衡__(选填"平衡”或"非平衡”)状态;为了使杠杆在水平位置平衡,可将杠杆右端的平衡螺母向 __右__(选填"左”或"右”)调节;

(2)实验时所挂钩码的个数和位置如图 2 所示,此时将两侧所挂的钩码同时向支点 O 靠近一格,杠杆会 __右端下沉__;(选填"保持平衡”、"左端下沉”或"右端下沉”)

(3)如图 3 所示,杠杆上每一格的长度为 5cm,在杠杆左边挂钩码,弹簧测力计对杠杆竖直向下的拉力是动力,则动力臂为 __25__cm;在测力计逐渐向右倾斜到虚线位置的过程中,保持杠杆在水平位置平衡,则测力计的示数将 __变大__(选填"变大”、"变小”或"不变”).

【答案】(1)平衡;右;(2)右端下沉;(3)25;变大.

【分析】(1)安装杠杆时,静止时处于平衡状态;要使杠杆在水平位置平衡,平衡螺母向上翘的一端移动,其目的是便于测量力臂;

(2)杠杆的平衡条件是 $F_1L_1=F_2L_2$,根据杠杆的平衡条件即可解题;

(3)杠杆上每一格的长度为 5cm,数出动力臂有几个格即可;在测力计逐渐向右倾斜到虚线位置的过程中,拉力的力臂变小,由杠杆平衡条件回答.

【解答】解：(1)如图 1 所示,杠杆处于静止状态,所以此时杠杆处于平衡状态;杠杆的右端上翘,平衡螺母向上翘的右端调节,使杠杆在水平位置平衡.

(2)若一个钩码重 G,每一个小格长 L,如图 2 所示,将两侧所挂的钩码同时向支点 O 靠近一格,则左侧：

$4G\times 2L=8GL$,

右侧：

$3G\times 3L=9GL$,

因为 $8GL<9GL$,

所以杠杆不能平衡,右端下沉.

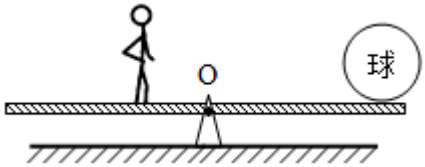
(3)图 3 中,杠杆水平位置平衡,弹簧测力计对杠杆竖直向下的拉力是动力,则动力臂此时落在杠杆上,测力计悬挂点到支点的距离就等于动力臂的长度,由于每一格的长度为 5cm,共 5 个格,所以动力臂的长度为：

l_1＝5cm×5＝25cm,

在测力计逐渐向右倾斜到虚线位置的过程中,拉力的力臂变小,阻力和阻力臂不变,由杠杆平衡条件得到拉力变大,弹簧测力计示数变大.

故答案为：(1)平衡;右;(2)右端下沉;(3)25;变大.

【变式 2-1】(2023•南通模拟)60kg 的人站在跷跷板某一位置时,跷跷板处于如图所示的平衡状态.由此可估测球的质量约为(　　)



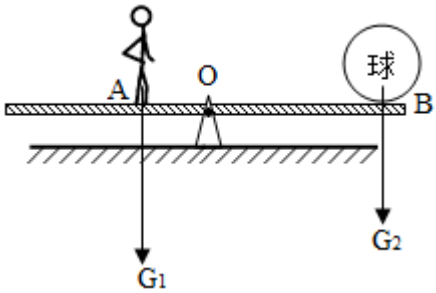
A．20 kg　　B．30 kg　　C．60 kg　　D．120 kg

【答案】A

【分析】(1)跷跷板就是一个杠杆,支点为 O 点,杠杆的平衡条件：动力×动力臂＝阻力×阻力臂;

(2)用刻度尺测量一下两边力臂的大小,求出人重力的大小,再利用杠杆的平衡条件求球重,再求球的质量.

【解答】解：如图所示,L_{OA} 大约是 L_{OB} 的$\frac{1}{3}$,

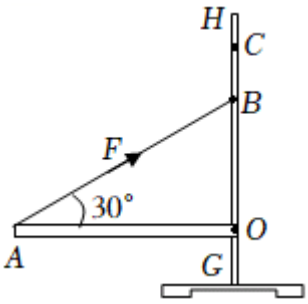


跷跷板处于平衡状态,由杠杆平衡条件得：$G_1L_{OA}=G_2L_{OB}$,即：$m_1gL_{OA}=m_2gL_{OB}$,

则球的质量约为：$m_2=\frac{m_1L_{OA}}{L_{OB}}=\frac{60kg\times\frac{1}{3}L_{OB}}{L_{OB}}=20kg$.

故选：A.

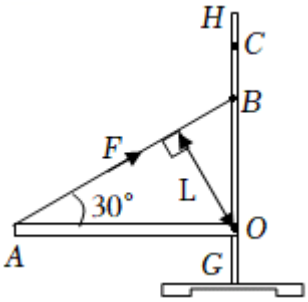
【变式 2-2】(2023•合肥二模)在学校组织的模型设计比赛中,小华制作的斜拉索大桥模型如图所示.她用长 30cm、重 5N 的质地均匀的木条 OA 做桥面,立柱 GH 做桥塔.OA 可绕 O 点转动,A 端用细线与 GH 上 B 的点相连.若保持桥面水平,细线对 OA 的拉力 F＝__5__N.



【答案】5.

【分析】根据杠杆平衡条件结合数学知识求解.

【解答】解：由图可知,OA 可绕 O 点转动,所以 O 为支点,过支点向拉力的作用线作垂线,这条垂线段就是拉索对桥面拉力 F 的力臂 L,如图所示：



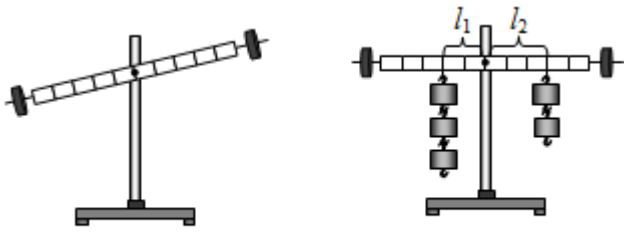
在 Rt△AOB 中,∠A＝30°,则 L＝$\frac{1}{2}$OA,

根据杠杆的平衡条件,FL＝G×$\frac{1}{2}$OA,

则 F＝G＝5N＝5N.

故答案为：5.

【变式 2-3】(2023•沾化区一模)小明和小红一起做探究杠杆平衡条件的实验：



甲　　乙

次数	F_1/N	l_1/cm	F_2/N	l_2/cm
1	1	10	2	5
2	2	10	1	20
3	2	15	3	10

(1)实验前,将杠杆的中点置于支架上,当杠杆静止时发现杠杆停在如图甲所示的位置.小明将左端的平衡螺母向右调,小红认为也可以将右端的平衡螺母向 __右__ 调(选填"右”或"左”),使杠杆在水平位置平衡,目的是: __消除杠杆自重的影响,同时便于测量力臂的大小__.

(2)在杠杆的两端加挂钩码,并移动钩码,使杠杆在水平位置平衡,如图乙所示,并测出力臂.多次实验并把数据记录在表格中,多次实验的目的是：__得出普遍性的规律__.

(3)小明根据以上数据得出杠杆平衡的条件是：__$F_1L_1=F_2L_2$__.

(4)小红将图乙中杠杆两侧的钩码各取下一个,杠杆会 __左侧下降__(选填"右侧下降”或"左侧下降”).

(5)若小明只将图乙中的杠杆左侧的两个钩码取下,要使杠杆重新在水平位置平衡,应将右侧钩码 __向左侧移动 2 格__(说出钩码移动的方向及格数).

【答案】(1)右;消除杠杆自重的影响,同时便于测量力臂的大小;(2)得出普遍性的规律;(3)$F_1L_1=F_2L_2$;(4)左侧下降;(5)向左侧移动 2 格.

【分析】(1)杠杆左端下沉,说明杠杆的重心在支点左侧,调节平衡螺母应使杠杆重心右移,使杠杆在水平位置平衡;在实验中也必须使杠杆在水平位置平衡是可消除杠杆自重影响,由力臂的定义,当杠杆在水平位置平衡时,支点到力的作用点的距离即为力臂大小,便于测量力臂;

在探究型实验中,多次测量的目的是为了避免实验的偶然性,得出普遍规律;

(3)分析数据得出结论;

(4)根据杠杆平衡条件 $F_1L_1=F_2L_2$ 分析即可;

(5)用杠杆平衡条件分析.

【解答】解：(1)杠杆左端下沉,说明杠杆的重心在支点的左侧,应将杠杆重心向右移,所以应将两端的平衡螺母(左端和右端的均可)向右调节,使杠杆在水平位置平衡;在实验中也必须使杠杆在水平位置平衡是可消除杠杆自重的影响,同时便于测量力臂的大小;

(2)在实验中,多次改变力的力臂的大小主要是为了避免实验的偶然性,获取多组实验数据,得出普遍性的规律;

(3)根据以上数据得出杠杆平衡的条件是：动力×动力臂＝阻力×阻力臂(或 $F_1L_1=F_2L_2$);

(4)根据杠杆平衡条件 $F_1L_1=F_2L_2$ 得：

杠杆在水平位置平衡时：左边＝3G×2L＝6GL;右边＝2G×3L＝6GL;

如果在两侧钩码下再各取下一个相同的钩码后：

左边＝2G×2L＝4GL＞右边＝G×3L＝3GL;

杠杆不再水平平衡,左侧下降;

(5)若小明只将图乙中的杠杆左侧的两个钩码取下,此时左边：

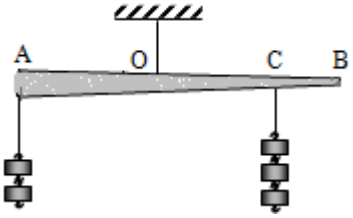
G×2L＝2GL,

要使杠杆重新在水平位置平衡,由杠杆的平衡条件,应将右侧钩码向左侧移动 2 格;

故答案为：(1)右;消除杠杆自重的影响,同时便于测量力臂的大小;(2)得出普遍性的规律;(3)$F_1L_1＝F_2L_2$;(4)左侧下降;(5)向左侧移动 2 格.

【考点 3　杠杆的平衡分析法及其应用】

【典例 3-1】(2022 秋•新北区校级期中)一根粗细不均匀的木棒 AB 在 O 点被悬挂起来,AO＝OC.在 A、C 两点分别挂有不同数量的同种钩码后,木棒刚好在水平位置平衡,如图所示.若在木棒的 A、C 两点各减少两个钩码,则木棒 AB(　　)



A．仍保持平衡

B．绕 O 点顺时针方向转动

C．绕 O 点逆时针方向转动

D．平衡被破坏,转动方向不定

【答案】A

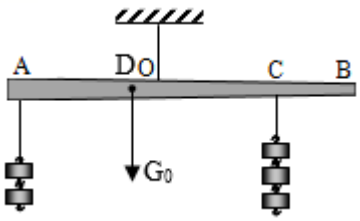
【分析】杠杆原来平衡,力臂相同,两边的力不同,说明杠杆的重心不在 O 点,因为右边受到的力大于左边受到的力,所以杠杆的重心在 O 点的左侧.设杠杆的重心在 D,根据杠杆平衡条件求出杠杆重力和其力臂的乘积;

两边各减少两个钩码,求出两边力和力臂的乘积相同,根据杠杆平衡条件分析判断.

【解答】解：

由题知,AO＝OC,两边的力不同,说明杠杆的重心不在 O 点,因为右边受到的力大于左边受到的力,所以杠杆的重心在 O 点的左侧.

设杠杆的重心在 D,一个钩码重为 G,如图：



由题意：杠杆原来平衡,则 $F_{左}AO+G_0\times OD=F_{右}CO$,

$2G\times AO+G_0\times OD=3G\times CO$,

$G_0\times OD=G\times CO=G\times AO$

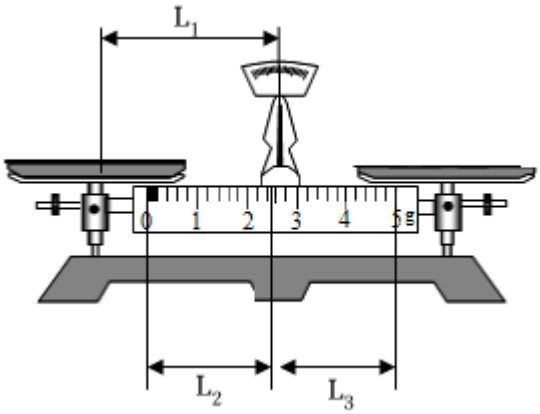
在木棒的 A、C 两点各减少两个钩码：

左边力和力臂的乘积为 $G_0\times OD$,

右边力和力臂的乘积为 $G\times CO$,由于 $G_0\times OD=G\times CO$,所以减少钩码后两边力和力臂的乘积相等,所以杠杆仍平衡.

故选：A.

【典例 3-2】(2022 秋•天宁区期中)小杨在用一台称量准确的托盘天平测物体质量时,突发奇想,想知道游码的质量,由于无法将游码拆卸下来称量,他思考后用刻度尺测出了如图所示的三个参数,$L_1=6cm$,$L_2=L_3=5cm$,据此计算游码的质量是 __3__g.



【答案】3.

【分析】托盘天平的支点在中间的刀口处,且托盘天平是等臂杠杆,即左右两盘重力的力臂相同;

当游码位于零刻度线时,天平横梁平衡,根据杠杆平衡条件列式;

当游码位于最大刻度 5g 处时,此时左盘放 5g 的物体,天平横梁平衡,再次根据杠杆平衡条件列式,将已知条件代入进行计算即可得到答案.

【解答】解：由物理常识可知,托盘天平的支点在中间的刀口处,

设天平的左盘和右盘的质量分别为 $m_{左}$和 $m_{右}$,游码的质量为 m,

托盘天平是等臂杠杆,即左右两盘重力的力臂相同,根据图示可知其力臂均为 L_1,

当游码位于零刻度线时,天平横梁平衡,

由杠杆平衡条件得：$m_{左}g\times L_1+mg\times L_2=m_{右}g\times L_1$ - - - - - ①,

当游码位于最大刻度 5g 处时,此时左盘放 5g 的物体,天平横梁平衡,

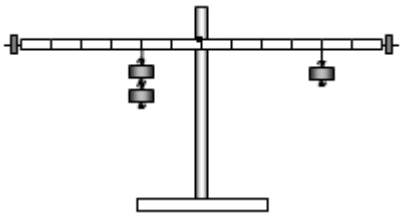
由杠杆平衡条件得：$(m_{左}+5)g\times L_1=mg\times L_3+m_{右}g\times L_1$ - - - - - ②(为避免质量单位 g 与常数 g 混淆,表达式中 5 后面没有写单位),

②式 - ①式,化简可得 $m(L_2+L_3)=5L_1$,

则游码的质量 $m=\frac{5L_1}{L_2+L_3}=\frac{5\times 6cm}{5cm+5cm}g=3g$.

故答案为：3.

【变式 3-1】(2023 春•鹿寨县期中)如图所示,杠杆在水平位置平衡,按下列调整后杠杆仍然能保持平衡的是(　　)



A．左右两边的钩码均向外边移 2 格

B．左右两边的钩码均向中间移 1 格

C．左边的钩码向左移 1 格,右边的钩码向右移 2 格

D．左边的钩码向中间移 1 格,右边的钩码向中间移 3 格

【答案】C

【分析】杠杆的平衡条件是：动力×动力臂＝阻力×阻力臂;对各选项逐一进行分析,选出符合要求的选项.

【解答】解：设杠杆上每格长度是 L,每格钩码的重力是 G,原来杠杆：2G×2L＝G×4L,处于平衡状态;

A．左右两边的钩码向外移 2 格,左侧＝2G×4L＝8GL,右侧＝G×6L＝6GL,左侧大于右侧,左端下倾,故 A 不符合题意;

B．左右两边的钩码均向中间移 1 格,左侧＝2G×L＝2GL,右侧＝G×3L＝3GL,左侧＜右侧,右端下倾,不符合题意;

C．左边的钩码向左移 1 格,右边的钩码向右移 2 格,左侧＝2G×3L＝6GL,右侧＝G×6L＝

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/788045020036006075