

专题 28 杠杆

【考点分析】

章节	考点	考试题型	难易度
简单机械	杠杆	选择题、填空题、作图题	★
	杠杆的平衡	选择题、填空题、计算题	★★★
	杠杆的分类：省力杠杆、费力杠杆、等臂杠杆	选择题、填空题	★★

【知识点总结+例题讲解】

一、杠杆：

1. 定义：一根硬棒，在力的作用下能绕着 **固定点** 转动，这根硬棒就叫杠杆。

- (1) “硬棒”不一定是棒，泛指有一定长度的，在外力作用下不变形的物体；
- (2) 杠杆可以是直的，也可以是任何形状的。

2. 杠杆的五要素：

- (1) 支点：杠杆绕着转动的固定点，用字母“O”表示。它可能在棒的某一端，也可能在棒的中间，在杠杆转动时，支点是相对固定的。
- (2) 动力：使杠杆转动的力，用“ F_1 ”表示；
- (3) 阻力：阻碍杠杆转动的力，用“ F_2 ”表示；
- (4) 动力臂：从支点到动力作用线的垂直距离，用“ l_1 ”表示；
- (5) 阻力臂：从支点到阻力作用线的垂直距离，用“ l_2 ”表示。



3. 注意：

- (1) **无论动力还是阻力，都是作用在杠杆上的力**，但这两个力的作用效果正好相反。
一般情况下，把人施加给杠杆的力或使杠杆按照人的意愿转动的力叫做动力，而把阻碍杠杆按照需要方向转动的力叫阻力；
- (2) 力臂是点到线的距离，而不是支点到力的作用点的距离。
力的作用线通过支点的，其力臂为零，对杠杆的转动不起作用。

4. 杠杆作图：

(1) 力臂：

- ① 根据题意先确定支点 O；
- ② 确定动力和阻力并用虚线将其作用线延长；
- ③ 从支点向力的作用线画垂线，并用 l_1 和 l_2 分别表示动力臂和阻力臂。

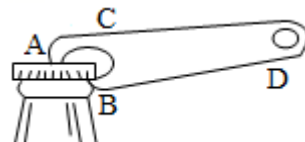
(2) 杠杆作图：最小力：

- ① 连接该点与支点 O；
- ② 在该点做这条连接线的垂线；
- ③ 根据杠杆平衡，确定力的方向，标上力的符号。

【例题 1】如图所示，使用起子向上用力打开瓶盖时，起子可视为杠杆，这时杠杆的支点是（ ）

A. A 点

B. B 点



C. C 点

D. D 点

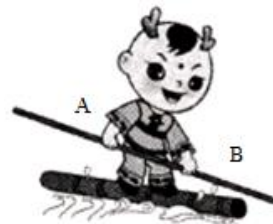
【答案】A

【解析】杠杆绕着转动的固定点叫支点。

解：如图，在用起子打开瓶盖的过程中，施力方向向上，起子绕起子与瓶盖的前接触点 A 转动，所以 A 点为支点。

故选：A。

【变式 1】独竹漂是一项民间绝技，表演者站在一根楠竹上，手执一根细竹竿为“桨”，左右点水、破浪前进。如图所示，表演者右手撑住竹竿的 A 点，左手在 B 点用力摆动竹竿使楠竹在水面滑行，若将竹竿看作杠杆，下列有关说法不正确的是（ ）



A. A 点为杠杆的支点

B. B 点越靠近水面，表演者施加的动力越小

C. 竹竿是一个费力杠杆

D. 若 B 点位于 A 点与竹竿下端所受力的作用点的中点，则竹竿为等臂杠杆

【答案】D

【解析】解：A、支点：杠杆绕着转动的点，表演者右手撑住竹竿的 A 点，左手在 B 点用力摆动竹竿使楠竹在水面滑行，竹竿绕着 A 点转动，可知 A 点为杠杆的支点，A 正确；

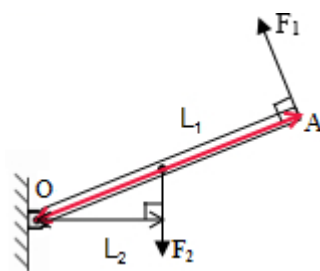
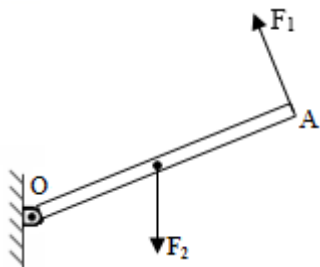
B、竹竿在使用过程中，表演者施加在竹竿 B 点的力为动力，水对竹竿的力为阻力，阻力和阻力臂不变，B 点越靠近水面，动力臂越长，由杠杆平衡条件 $F_1L_1=F_2L_2$ ，可知表演者施加的动力越小，B 正确；

C、竹竿在使用过程中，表演者施加在竹竿 B 点的力为动力，水对竹竿的力为阻力，由图可知阻力臂大于动力臂，竹竿为费力杠杆，C 正确；

D、若 B 点位于 A 点与竹竿下端所受力的作用点的中点，水对竹竿的力为阻力，由图可知阻力臂大于动力臂，竹竿为费力杠杆，D 错误。

故选：D。

【例题 2】图中，使杠杆 OA 保持静止，画出 F_1 的力臂 L_1 和阻力 F_2 的力臂 L_2 。



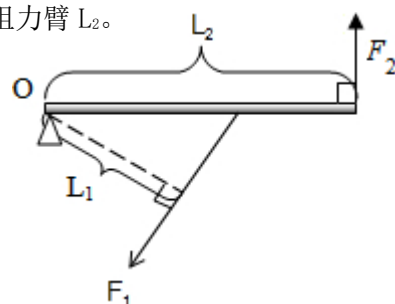
【答案】见解析。

【解析】力臂是从支点到力的作用线的距离，从支点到力的作用线作垂线段即可作出力臂。

解：图中 O 为支点，从支点 O 向动力 F_1 的作用线作垂线段，即为动力臂 L_1 ，

从支点 O 向阻力 F_2 的作用线作垂线段，即为阻力臂 L_2 ；如图所示：

【变式 2】图中的杠杆保持平衡状态，请在图中分别画出动力 F_1 和阻力臂 L_2 。

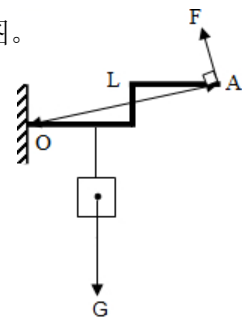
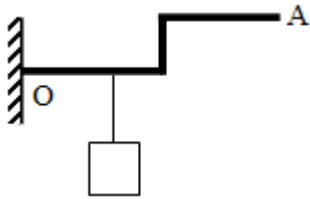


【答案】见解析。

【解析】根据力与力臂垂直的关系进行作图，即过支点作阻力作用线的垂线段，即为阻力臂；过动力臂的右端作垂直于力臂的作用力 F_1 。

解：过 L_1 的右端做垂直于 L_1 的作用力 F_1 ，其作用点在杠杆上，方向向左下方，过支点 O 作垂直于 F_2 作用线的垂线段 L_2 ；如图所示：

【例题 3】如图所示，杠杆可绕固定点 O 转动，且自重不计，要使杠杆在图示位置平衡，请作出物块所受重力示意图和施加在 A 点使杠杆平衡的最小力 F 及其力臂 L 的示意图。

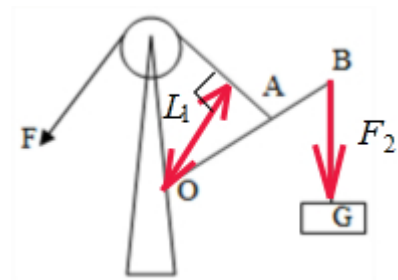
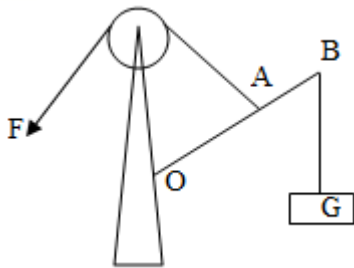


【答案】见解析。

【解析】解：重力的方向是竖直向下的，从物体的重心画一条带箭头的竖直向下的有向线段，用 G 表示，即为物体所受重力的示意图；

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；图中支点在 O 点，动力作用在 A 点，则 OA 为最长的动力臂，因此连接 OA ，过 A 点作垂直于 OA 向上的力，即为施加在 A 点最小力 F 的示意图，如图所示：

【变式 3】图中作出动力臂和阻力。



【答案】见解析。

【解析】先确定杠杆的支点，然后确定力的作用线，最后作力臂。

解：图中 O 是杠杆的支点，力 F 是动力，重物对杠杆竖直向下的拉力为阻力 F_2 ，从支点 O 向力的作用线作垂线，垂线段就是动力臂，如图所示：

二、杠杆的平衡：

1. 杠杆的平衡：当杠杆在动力和阻力的作用下静止时，我们就说杠杆平衡了。

2. 杠杆的平衡条件：动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂，或 $F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$

(1) 杠杆静止不动的平衡属于“静平衡”；

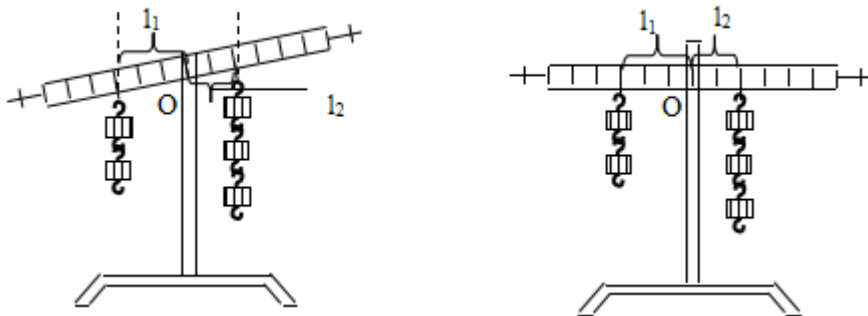
(2) 杠杆如果在相等时间内转过相等的角度，即匀速转动时，也叫做杠杆的平衡，这属于“动平衡”；

3. 杠杆的平衡条件实验：

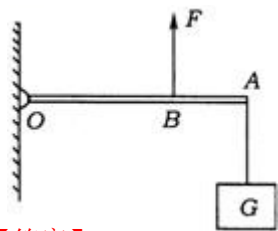
(1) 首先调节杠杆两端的螺母，使杠杆在水平位置平衡。

当杠杆在水平位置平衡时，力臂 l_1 和 l_2 恰好重合，这样就可以由杠杆上的刻度直接读出力臂示数大小了，而图甲杠杆在倾斜位置平衡，读力臂的数值就没有乙方便。由此，**只有杠杆在水平位置平衡时，我们才能够直接从杠杆上读出力臂和阻力臂的大小**，因此本实验要求杠杆在水平位置平衡；

(2) **在实验过程中绝不能再调节螺母**。因为实验过程中再调节平衡螺母，就会破坏原有的平衡。



【例题 4】 如图所示，轻质杠杆 OA 可绕 O 点转动， $OA=0.3\text{m}$ ， $OB=0.2\text{m}$ 。A 点处挂一个质量为 2kg 的物体 G，B 点处加一个竖直向上的力 F，杠杆在水平位置平衡，则物体 G 的重力大小为 _____ N，力 F 大小为 _____ N。



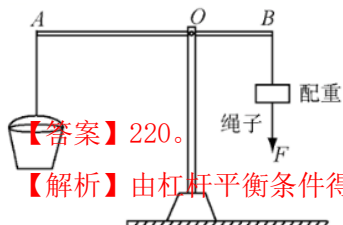
【答案】 20；30。

【解析】 物体的重力 $G=mg=2\text{kg}\times 10\text{N/kg}=20\text{N}$ ；

由杠杆平衡的条件可得： $F\times OB=G\times OA$ ，即 $F\times 0.2\text{m}=20\text{N}\times 0.3\text{m}$ ，解得： $F=30\text{N}$ 。

故答案为：20；30。

【变式 4】 如图所示，是挖井时从井中提升沙土的杠杆示意图。杠杆 AB 可以在竖直平面内绕固定点 O 转动，已知 $AO:OB=3:2$ ，悬挂在 A 端的桶与沙土所受的重力为 200N ，悬挂在 B 端的配重所受的重力为 80N 。当杠杆 AB 在水平位置平衡时，加在配重下面绳端的竖直向下的拉力 F 是 _____ N。



【答案】 220。

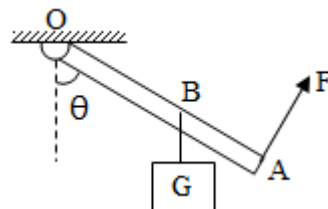
【解析】 由杠杆平衡条件得： $G_A \cdot AO = (G_B + F) \cdot OB$ ，

即： $220\text{N}\times AO = (80\text{N} + F) \times OB$ ；

已知： $AO:OB=3:2$ ；解得： $F=220\text{N}$ 。

故答案为：220。

【例题 5】 如图所示，OA 是轻质杠杆，杠杆中间悬挂有一重物 G，在 A 端施加一个拉力 F，力 F 的方向始终与杠杆 OA 垂直且向上，当将杠杆慢慢绕逆时针方向转动至水平位置的过程中，关于力 F 的大小的说法正确的是 ()



- A. 变大 B. 不变
C. 变小 D. 无法确定

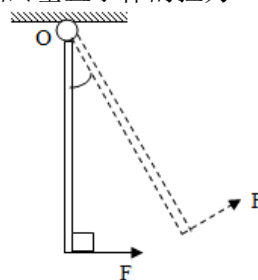
【答案】A

【解析】解：根据杠杆平衡条件，动力×动力臂=阻力×阻力臂，在力 F 使直杆从竖直位置慢慢抬起到水平位置的过程中，重物的重力不变，则阻力不变，但其力臂变大，而力 F 始终与杠杆垂直，则 F 的力臂不变，所以 F 一直在增大，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【变式 5】如图所示，重力为 G 的均匀木棒竖直悬于 O 点，在其下端施一始终垂直于棒的拉力 F 让棒缓慢转到图中虚线所示位置，在转动的过程中（ ）

- A. 动力 F 逐渐变大
B. 动力 F 逐渐变小
C. 动力 F 一直不变
D. 无法确定动力 F 大小



【答案】A

【解析】解：将杠杆缓慢地由最初位置拉到图中虚线所示位置，拉力 F 始终垂直于棒，则动力臂不变；阻力为杠杆的重力，其大小不变，当硬棒在竖直位置时，重力的力臂为 0，转过一定角后，重力的力臂（阻力臂）逐渐变大；因阻力（即重力）不变，阻力臂变大，动力臂不变，所以，由杠杆的平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 可知，动力 F 变大，故 A 正确。

故选：A。

三、杠杆分类：

1. 省力杠杆：动力臂 $l_1 >$ 阻力臂 l_2 ，则平衡时 $F_1 < F_2$ ；

这种杠杆使用时可省力（即用较小的动力就可以克服较大的阻力），但却费了距离（即动力作用点移动的距离大于阻力作用点移动的距离，并且比不使用杠杆，力直接作用在物体上移动的距离大）。

2. 费力杠杆：动力臂 $l_1 <$ 阻力臂 l_2 ，则平衡时 $F_1 > F_2$ ；

这种杠杆叫做费力杠杆。使用费力杠杆时虽然费了力（动力大于阻力），但却省距离（可使动力作用点比阻力作用点少移动距离）。

3. 等臂杠杆：动力臂 $l_1 =$ 阻力臂 l_2 ，则平衡时 $F_1 = F_2$ ；

这种杠杆叫做等臂杠杆。使用这种杠杆既不省力，也不费力，即不省距离也不费距离。

4. 既省力又省距离的杠杆是不存在的。

【例题 6】下列设备在使用中属于费力杠杆的是（ ）



A. 灭火器的压柄



B. 订书机



C. 起瓶器



D. 钓鱼竿

【答案】D

【解析】解：A、灭火器的压柄在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆；

B、订书机在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆；

C、起瓶器在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆；

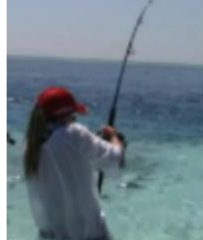
D、钓鱼竿在使用过程中，动力臂小于阻力臂，是费力杠杆。

故选：D。

【变式6】以下四幅图描绘的是杠杆在生活中的应用，其中属于省力杠杆的是（ ）



A. 开瓶扳手



B. 钓鱼竿



C. 筷子



D. 笤帚

【答案】A

【解析】解：A、我们使用开瓶扳手是为了省力，并且在使用过程中动力臂大于阻力臂，所以它属于省力杠杆，故A正确；

B、在使用钓鱼竿时，手移动的距离小于鱼移动的距离，并且动力臂小于阻力臂，所以它属于费力杠杆，费力但省距离，故B错误；

C、筷子在使用时，动力臂小于阻力臂，所以它是费力杠杆，费力但能省距离，故C错误；

D、扫帚在使用时，动力臂小于阻力臂，所以它是费力杠杆，费力但能省距离，故D错误。

故选：A。

跟踪训练

1. 日常生活中以下工具：①钢丝钳 ②镊子 ③扳手 ④天平 ⑤钓鱼竿 ⑥瓶盖起子 在下常使用的情况下属于省力杠杆的是（ ）

A. ①③⑥

B. ②④⑤

C. ①④⑤

D. ②③⑥

【答案】A

【解析】解：①钢丝钳、③扳手、⑥瓶盖起子，在使用的过程中，动力臂大于阻力臂，属于省力杠杆；②镊子、⑤钓鱼竿，在使用的过程中，动力臂小于阻力臂，为费力杠杆；④天平在使用的过程中，动力臂等于阻力臂，为等臂杠杆。

故选：A。

2. 如图所示，下列工具正常使用过程中，属于费力杠杆的是（ ）



- A. 用园艺剪刀修剪枝叶 B. 用垃圾钳捡垃圾 C. 用弯头剪刀修眉 D. 用钳子拧螺丝

【答案】B

【解析】解：A、园艺剪刀在使用的时候动力臂大于阻力臂，是省力杠杆。

B、垃圾钳在使用的时候动力臂小于阻力臂，是费力杠杆。

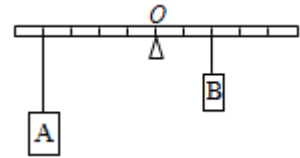
C、修眉用的弯头剪刀在使用的时候动力臂大于阻力臂，是省力杠杆。

D、钳子在使用的时候动力臂大于阻力臂，是省力杠杆。

故选：B。

3. 如图所示的杠杆质量不计，O 为支点。物体 A 和 B 均为实心，且 A 的体积是 B 的体积的 2 倍，物体 A 重力为 6N，此时杠杆保持水平平衡，则下列说法正确的是（ ）

- A. 物体 B 重力为 3N
 B. 物体 B 重力为 8N
 C. 物体 B 的密度比物体 A 的 4 倍
 D. 物体 A 和物体 B 同时调到杠杆左右两端，杠杆依然能保持平衡



【答案】C

【解析】解：AB、物体对杠杆的拉力等于物体的重力，据杠杆的平衡条件 $F_1L_1 = F_2L_2$ 可知， $G_A L_A = G_B L_B$ ，

所以 $G_B = \frac{G_A L_A}{L_B} = \frac{6N \times 4L}{2L} = 12N$ ，故 AB 错误；

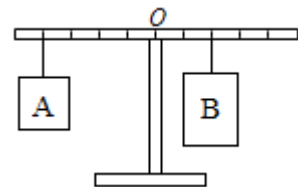
C、A 的体积是 B 的体积的 2 倍，物体 A 重力为 6N，B 的重力为 12N，根据 $G = mg$ 可知，A 的质量是 B 的质量的一半，根据 $\rho = \frac{m}{V}$ 可知，物体 B 的密度比物体 A 的 4 倍，故 C 正确；

D、物体 A 和物体 B 同时调到杠杆左右两端，则杠杆 A 端： $6N \times 4L = 24NL$ ，杠杆 B 端： $12N \times 4L = 48NL$ ，则 A 端力和力臂的成绩小于 B 端力和力臂的成绩，B 端下沉，故 D 错误。

故选：C。

4. 如图所示的杠杆每小格的长度相等，质量不计，O 为支点。物体 A 的重力为 3N，此时杠杆平衡，则下列说法正确的是（ ）

- A. 物体 B 的重力为 6N
 B. 物体 B 的重力为 8N
 C. 物体 A 和 B 都靠近支点一格，杠杆能保持平衡
 D. 物体 A 和 B 都远离支点一格，杠杆能保持平衡



【答案】A

【解析】解：AB、据杠杆的平衡条件知，此时物体 B 对杠杆的拉力等于 B 的重力，故 $F_A L_A = G_B L_B$ ，

故 $G_B = \frac{F_A L_A}{L_B} = \frac{3N \times 4L}{2L} = 6N$ ，故 B 错误，A 正确；

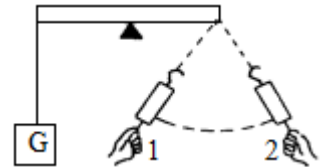
C、物体 A 和物体 B 都靠近支点一格，物体 A： $3N \times 3L = 9NL$ ，物体 B： $6N \times L = 6NL$ ，根据杠杆平衡条

件：动力×动力臂=阻力×阻力臂，靠近支点一格，杠杆不平衡，故 C 错误；

D、物体 A 和物体 B 都远离支点一格，物体 A： $3N \times 5L = 15LN$ ，物体 B： $6N \times 3L = 18LN$ ，根据杠杆平衡条件：动力×动力臂=阻力×阻力臂，远离支点一格，杠杆不平衡，故 D 错误。

故选：A。

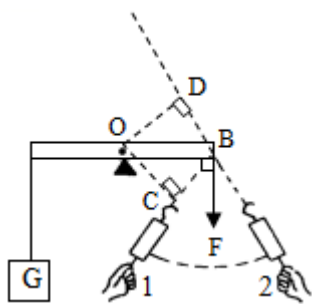
5. 在“研究杠杆的平衡条件”实验中，若实验时在杠杆的左端悬挂一个物体，右端用弹簧秤拉着，如图所示使杠杆在水平位置保持平衡，手拉着弹簧秤缓慢地沿图中虚线的位置 1 移动到 2（杠杆始终在水平位置保持平衡），则弹簧秤的示数（ ）



- A. 不断增大
- B. 不断减小
- C. 先增大，后减小
- D. 先减小，后增大

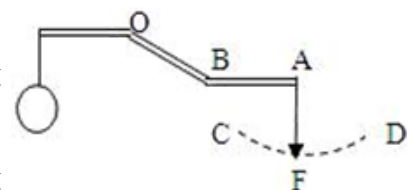
【答案】D

【解析】解：1、2 位置施力的力臂如图所示，当施加的动力垂直于杠杆时，动力臂最长，杠杆始终在水平位置保持平衡，阻力和阻力臂一定，根据杠杆的平衡条件可知，此时的动力最小，所以从位置 1 移动到 2 的过程中，动力 F 先减小再增大。



故选：D。

6. 如图所示，为一可绕 O 点转动的杠杆，在 A 端通过绳作用一竖直向下的拉力 F 使杠杆平衡，此时 AB 部分水平，保持重物静止不动，而使绳绕 A 点从如图所示的位置沿图中的虚线 CD 转动，则（ ）



- A. 逆时针转，F 逐渐变大，F 与对应力臂的乘积逐渐变大
- B. 顺时针转，F 先变小后变大，F 与对应力臂的乘积先变小后变大
- C. 顺时针转，F 先变小后变大，F 与对应力臂的乘积不变
- D. 逆时针转，F 先变小后变大，F 与对应力臂的乘积先变小后变大

【答案】C

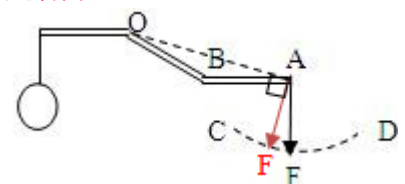
【解析】从支点向力的作用线作垂线，垂线段的长度即力臂。根据杠杆平衡条件动力×动力臂=阻力×阻力臂，分析力臂的变化可知力的变化。

解：如右图；连接 OA，此时 OA 是最长动力臂；

已知阻力（物重）不变，阻力臂不变；由杠杆的平衡条件：动力×动力臂=阻力×阻力臂，知：

在阻力×阻力臂不变的情况下，F 与对应力臂的乘积不变，动力臂越长越省力；

因此以 OA 为动力臂时，动力 F 最小；

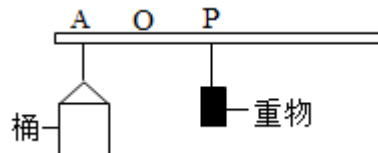


由图可知：当绳从图示位置沿顺时针方向旋转时，力 F 先变小后变大。

沿逆时针方向旋转时，力 F 变大。所以选项 ABD 错误，选项 C 正确。

故选：C。

7. 如图，将直杆沿重心 O 点处悬挂起来，空桶挂于 A 点，质量为 M 的重物挂在 P 点时，杆恰好水平平衡，当桶内装满不同密度液体时，重物需要悬挂在不同位置，才能使杆在水平位置再次平衡，若在杆上相应位置标上密度值，就能直接读出桶中液体的密度。下列方法中，能使该直杆密度计的测量精度更高一些的是（ ）



- A. 减小 AO 之间的距离
- B. 减小重物质量
- C. 减小桶的容积
- D. 增大桶的质量

【答案】B

【解析】根据杠杆平衡的条件 $F_1L_1 = F_2L_2$ 分析即可。

解：设重物对杆秤的力为动力，则液体和桶对杆秤的力为阻力，根据杠杆平衡的条件 $F_1L_1 = F_2L_2$ 可得

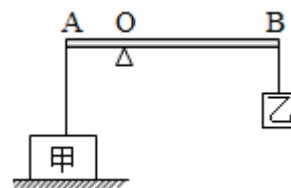
$$L_1 = \frac{F_2L_2}{F_1};$$

- A、减小 AO 距离，使得 L_1 刻度间距等比例减小，精度降低；故 A 错误；
- B、减小重物，使得 L_1 刻度间隔等比例增大；故 B 正确；
- C、减小容积，使密度改变时 F_2 变化更小，即 L_1 刻度间隔变小；故 C 错误；
- D、增大桶重，虽然使 L_1 总体变大，但密度变化带来影响变小，刻度间隔没有明显变化，故 D 错误。

故选：B。

8. 重为 100N 的甲物体静止在水平地面上时，对地面的压强为 $6 \times 10^5 \text{Pa}$ 。现将甲物体用细绳挂在轻质杠杆的 A 端，杠杆的 B 端悬挂乙物体，乙物体的质量为 3kg，杠杆在水平位置平衡时。如图所示。

OA: AB=2: 7, g 取 10N/kg。要使甲物体恰好被细绳拉离地面，则（ ）



- A. 甲物体对地面的压力只需减少 20N
- B. 甲物体的底面积应小于 $6 \times 10^{-5} \text{m}^2$
- C. 杠杆 B 端所挂物体的质量至少增加至 4kg
- D. 可以移动支点 O 的位置，使 OA: AB=1: 4

【答案】C

【解析】解：A. 杠杆 B 端受到的拉力 $F_B = G_Z = m_Z g = 3\text{kg} \times 10\text{N/kg} = 30\text{N}$,

由杠杆的平衡条件可得 $F_A \cdot OA = F_B \cdot OB$,

$$\text{则杠杆 A 端受到的拉力 } F_A = \frac{OB}{OA} F_B = \frac{AB-OA}{OA} F_B = \frac{7-2}{2} \times 30\text{N} = 75\text{N},$$

此时甲物体对地面的压力 $F_{压} = G_{甲} - F_A = 100\text{N} - 75\text{N} = 25\text{N}$,

要使甲物体恰好被细绳拉离地面，甲物体对地面的压力只需减少 25N 即可，故 A 错误；

B. 重为 100N 的甲物体静止在水平地面上时，对地面的压力 $F_{压}' = 100\text{N}$,

由 $p = \frac{F}{S}$ 可得，甲物体的底面积 $S = \frac{F_{压'}}{p} = \frac{100N}{6 \times 10^5 Pa} \approx 1.67 \times 10^{-4} m^2 > 6 \times 10^{-5} m^2$ ，故 B 错误；

C. 甲物体恰好被细绳拉离地面时，A 端受到绳子的拉力 $F_A = G_{甲} = 100N$ ，

由杠杆平衡条件可得： $F_A \cdot OA = F_B \cdot OB$ ，

则杠杆 B 端受到的拉力 $F_B = \frac{OA}{OB} F_A = \frac{OA}{OB} F_A = \frac{OA}{AB-OA} F_A = \frac{2}{7-2} \times 100N = 40N$ ，

因杠杆 B 端受到的拉力等于物体乙的重力，

所以，由 $G = mg$ 可得，物体乙的质量 $m_{乙} = \frac{G_{乙}}{g} = \frac{F_B}{g} = \frac{40N}{10N/kg} = 4kg$ ，

则杠杆 B 端所挂物体的质量至少增加至 4kg，故 C 正确；

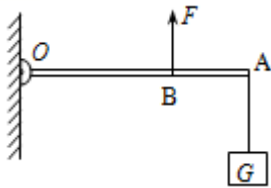
D. 设甲物体恰好被细绳拉离地面时 $\frac{AO}{AB} = k$ ，

由杠杆的平衡条件可得： $F_A \cdot OA = F_B \cdot OB$ ，即 $100N \times kAB = 30N \times (AB - kAB)$ ，

解得： $k = \frac{3}{13}$ ，即 $AO : AB = 3 : 13$ ，故 D 错误。

故选：C。

9. 如图所示，轻质杠杆 OA 可绕 O 点无摩擦转动，A 点处挂一个重为 30N 的物体，B 点处加一个竖直向上的力 F，杠杆在水平位置平衡，且 $OB : AB = 2 : 1$ ，则 $F = \underline{\quad}$ N，它是 杠杆。



【答案】45；费力。

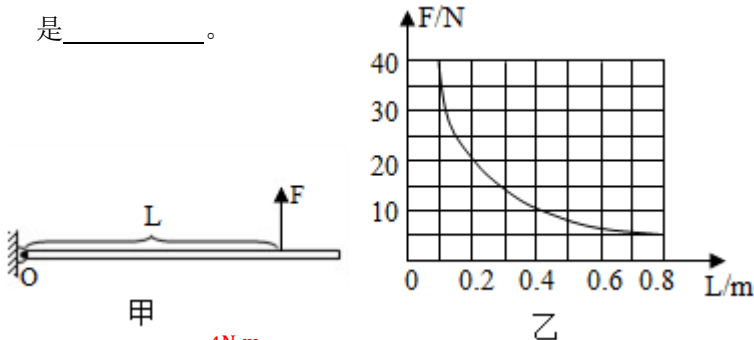
【解析】解：因为 $OB : AB = 2 : 1$ ，所以 $OB : OA = OB : (OB + AB) = 2 : (2 + 1) = 2 : 3$ ，

由杠杆平衡的条件可得： $F \cdot OB = G \cdot OA$ ，则： $F = \frac{G \cdot OA}{OB} = \frac{30N \times 3}{2} = 45N$ ；

因为 $F > G$ ，所以此杠杆为费力杠杆。

故答案为：45；费力。

10. 如图甲所示，一根粗细均匀的、长度为 0.8m 的金属杆，可以绕 O 点在竖直平面内自由转动，将一个拉力传感器竖直作用在杆上，并使杆始终在水平位置平衡，该传感器显示的拉力 F 与其作用点到 O 点的距离 L，变化的关系图像如图乙所示，则金属杆的重力为 N，拉力 F 与 L 的关系式是 。



【答案】10； $F = \frac{4N \cdot m}{L}$ 。

【解析】解：金属杆重心在金属杆的中点上，重力的力臂为 $L_1 = \frac{1}{2}L = \frac{1}{2} \times 0.8\text{m} = 0.4\text{m}$ ，

取图像上的一点 $F = 20\text{N}$ ， $L_2 = 0.2\text{m}$ ，

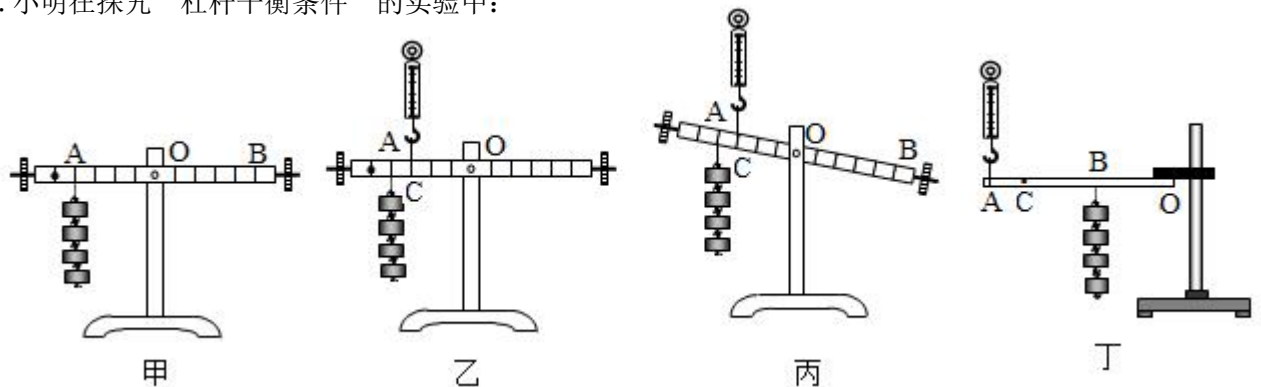
根据杠杆的平衡条件： $GL_1 = FL_2$ ，金属杆的重力： $G = \frac{FL_2}{L_1} = \frac{20\text{N} \times 0.2\text{m}}{0.4\text{m}} = 10\text{N}$ ；

根据图像可知， F 与 L 成反比，即 F 、 L 的乘积为一定值，即 $F \times L_2 = 20\text{N} \times 0.2\text{m} = 4\text{N} \cdot \text{m}$ ，

因此拉力 F 与 L 大小的数学关系式： $F = \frac{4\text{N} \cdot \text{m}}{L}$ 。

故答案为：10； $F = \frac{4\text{N} \cdot \text{m}}{L}$ 。

11. 小明在探究“杠杆平衡条件”的实验中：



(1) 小明发现杠杆左端低右端高，要使它水平位置平衡，应将杠杆右端的平衡螺母向__调节。

小明调节杠杆在水平位置平衡的主要目的是_____。

(2) 小明用弹簧测力计在 B 点_____拉（如图甲），才可以在杠杆上直接读出力臂。

(3) 如图乙所示，某同学不改变拉力方向把杠杆由图乙的位置缓慢拉到图丙的位置时，弹簧秤的示数将_____。（填“变大”、“变小”或“不变”，设杠杆质地均匀，支点恰好在杠杆的中心，并且不计支点处摩擦）

(4) 小明继续研究杠杆的机械效率，他们用轻绳悬挂杠杆一端的 O 点作为支点，在 B 点用轻绳悬挂总重为 G 的钩码，在 A 点用轻绳竖直悬挂一个弹簧测力计测拉力 F ，装置如图丁所示，使杠杆缓慢匀速上升，用刻度尺分别测出 A、B 两点上升的高度为 h_1 、 h_2 ；则：①杠杆机械效率的表达式为 $\eta = \frac{Gh_2}{Fh_1}$ 。（用测量的物理量符号表示）②若只将测力计的悬挂点由 A 移至 C 点，O、B 位置不变，仍将钩码提升相同的高度，则杠杆的机械效率将_____（选填“变大”、“变小”或“不变”）。

【答案】（1）右；一是避免杠杆重力对杠杆转动的影响，二是便于测量力臂的长度；（2）竖直向下；（3）不变；（4）① $\frac{Gh_2}{Fh_1} \times 100\%$ ； ②不变。

【解析】解：（1）杠杆右端低左端高，则重心应向右移动，要使它水平位置平衡，应将杠杆右端的平衡螺母向左端调节；

使杠杆在水平位置平衡的目的有两个：一是避免杠杆重力对杠杆转动的影响；二是便于测量力臂的长度；

（2）如图甲，根据力与力臂的关系，小明用弹簧测力计在 B 点竖直向下拉时，才可以在杠杆上直接

读出动力臂；

(3) 做实验时，如图丙所示的杠杆已达到平衡。当杠杆由图乙的位置变成图丙的位置时，其动力臂、阻力臂的比值是不变的，所以在阻力不变的情况下，动力是不变的。

(4) ①有用功为 $W_{有}=Gh_1$ ，总功 $W_{总}=Fh_2$ ，则机械效率的表达式 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} \times 100\% = \frac{Gh_1}{Fh_2} \times 100\%$ 。

②杠杆提升钩码时，对钩码做有用功，克服杠杆重做额外功， $W_{有}+W_{额}=W_{总}$ ，

设杠杆重心升高的距离为 h ，所以， $Gh_1+G_{杠}h=Fh_2$ ， G 不变， h_1 不变， $G_{杠}$ 不变，

若只将测力计的悬挂点由 A 移至 C 点，钩码还升高相同的高度，杠杆上旋的角度不变，杠杆升高的距离 h 不变，

所以 $Gh_1+G_{杠}h$ 不变，所以 Fh_2 也不变。

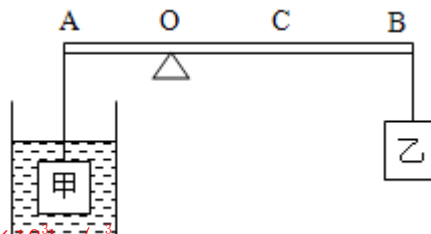
根据 $\eta = \frac{Gh_1}{Fh_2} \times 100\%$ ，分母不变，分子不变，所以 η 不变。

故答案为：(1) 右；一是避免杠杆重力对杠杆转动的影响，二是便于测量力臂的长度；(2) 竖直向下；(3) 不变；(4) ① $\frac{Gh_1}{Fh_2} \times 100\%$ ； ② 不变。

12. 如图所示，花岗岩石块甲、乙体积之比为 12:3，将它们分别挂在轻质硬棒 AB 的两端，当把石块甲浸没在水中时，硬棒恰能水平位置平衡。然后将甲石块从水中取出，拭干后浸没在液体丙中，调节石块乙的位置到 C 处时，硬棒在水平位置再次平衡，且 $OC=2OA$ 。（已知花岗岩的密度 $\rho = 2.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ）。求：

(1) $AO:OB$ ；

(2) 液体丙的密度。



【答案】(1) $AO:OB=13:32$ ；(2) 液体丙的密度是 $1.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

【解析】解：(1) 设甲的体积为 $12V$ ，乙的体积为 $3V$ 。当把石块甲浸没在水中时，硬棒恰能水平位置平衡。

则根据杠杆的平衡条件： $(G_{甲} - F_{浮}) \cdot AO = G_{乙} \cdot OB$

即： $(\rho g 12V - \rho_{水} g 12V) \cdot AO = \rho g 3V \cdot OB$

代入数据得 $(2.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times g \times 12V - 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times g \times 12V) \times OA = 2.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times g \times 3V \times OB$ ①

由①得 $AO:OB=13:32$ ；

(2) 将甲浸没在液体丙中，硬棒在水平位置再次平衡，

则根据杠杆的平衡条件得： $(\rho g 12V - \rho_{液} g 12V) \cdot AO = \rho g 3V \cdot OC$

代入数据得 $(2.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times g \times 12V - \rho_{液} \times g \times 12V) \times OA = 2.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times g \times 3V \times OC$ ②

根据已知条件得： $OC=2OA$ ③

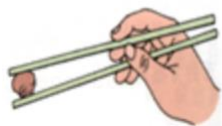
由②③得，液体丙的密度为 $\rho_{液}=1.3\times 10^3\text{kg/m}^3$

答：（1）A0：OB=13：32；（2）液体丙的密度是 $1.3\times 10^3\text{kg/m}^3$ 。

真题过关

一、选择题（共 10 小题）：

1. （2022•贺州）如图所示的四种工具中，属于省力杠杆的是（ ）



A. 筷子



B. 托盘天平



C. 羊角锤



D. 火钳

【答案】C

【解析】解：A、镊子在使用过程中，动力臂小于阻力臂，是费力杠杆，故 A 不合题意；

B、托盘天平在使用过程中，动力臂等于阻力臂，是等臂杠杆，故 B 不合题意；

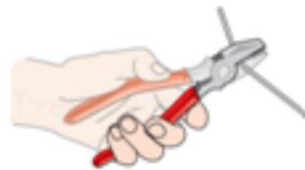
C、羊角锤在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆，故 C 符合题意；

D、火钳在使用过程中，动力臂小于阻力臂，是费力杠杆，故 D 不合题意。

故选：C。

2. （2022•荆州）某学校劳动教育课堂上，四位同学利用杠杆原理使用劳动工具的场景如图所示。

其中属于使用费力杠杆的是（ ）

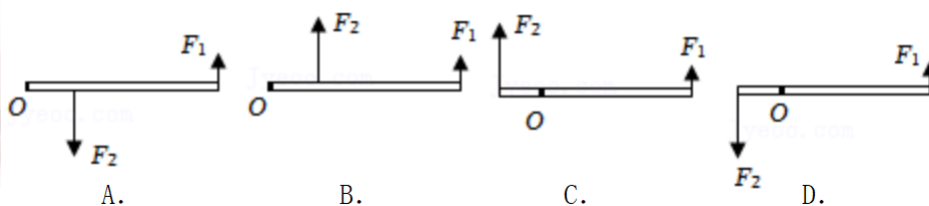


- A. 锄地时举起锄头 B. 用羊角锤拔钉子 C. 用园艺剪修剪树枝 D. 用钢丝钳剪铁丝

【答案】A

【解析】解：A、锄地时举起锄头过程中，动力臂小于阻力臂，是费力杠杆，故A符合题意；
B、用羊角锤拔钉子过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆，故B不合题意；
C、用园艺剪修剪树枝在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆，故C不合题意；
D、用钢丝钳剪铁丝在使用过程中，动力臂大于阻力臂，是省力杠杆，故D不合题意；
故选：A。

3. (2022•济南)小强开启饮料时，瓶起子可视为一个杠杆，如图所示。下列各图能正确表示其工作原理的是 ()

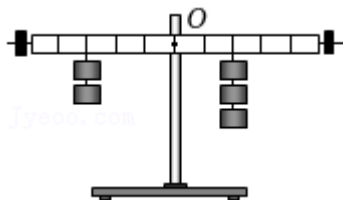


【答案】A

【解析】解：用开瓶器开启瓶盖时，支点是开瓶器与瓶盖上方的接触点，即图中杠杆的左端O，阻力为瓶盖对开瓶器竖直向下的作用力 F_2 ，动力为手对开瓶器右侧竖直向上的作用力 F_1 ，因为动力臂大于阻力臂，所以开瓶器为省力杠杆，即 $F_1 < F_2$ ，故A正确，BCD不正确。

故选：A。

4. (2022•玉林)如图所示，杠杆处于水平平衡状态，若在杠杆两侧挂钩码处各增加一个质量相同的钩码，则杠杆 ()

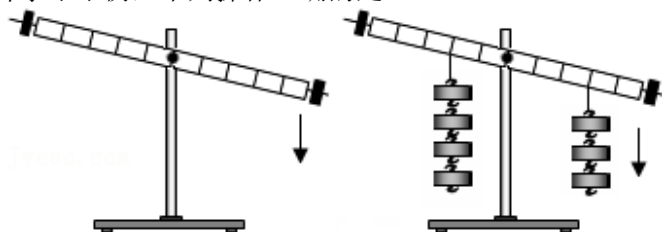


- A. 仍然平衡 B. 右端下降 C. 左端下降 D. 匀速转动

【答案】C

【解析】解：设杠杆上每一格的长度为L，每个钩码的重力为G，
原来杠杆水平平衡时，有： $2G \times 3L = 3G \times 2L$ ，即动力 \times 动力臂=阻力 \times 阻力臂；
在杠杆两侧挂钩码处各增加一个质量相同的钩码时，
左侧动力与动力臂的乘积为： $3G \times 3L = 9GL$ ，
右侧阻力与阻力臂的乘积为： $4G \times 2L = 8GL$ ，
因为 $9GL > 8GL$ ，根据杠杆平衡条件可知，杠杆左端会下降，
故选：C。

5. (2022•绍兴)小敏在做“研究杠杆平衡条件”的实验时，先后出现杠杆右端下降的现象。为使杠杆水平平衡，下列操作正确的是 ()



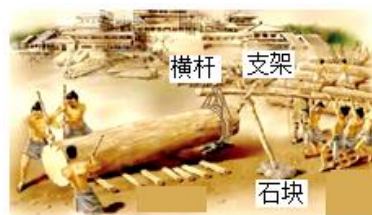
- A. 图甲中平衡螺母向左调节；图乙中右侧钩码向左移动
- B. 图甲中平衡螺母向左调节；图乙中右侧钩码向右移动
- C. 图甲中平衡螺母向右调节；图乙中左侧钩码向左移动
- D. 图甲中平衡螺母向右调节；图乙中左侧钩码向右移动

【答案】A

【解析】解：由图甲可知，是在探究之前，因此应将平衡螺母向左调节，由图乙可知，是在探究过程中，应将钩码向左移动，故A正确。

故选：A。

6. (2022•滨州) 司马迁在《史记》中有壮丽辉煌的咸阳宫的描述。如图是我们的祖先在建造宫殿时利用木棒搬动巨大木料的情景。他们通过横杆、支架、石块等，将巨木的一端抬起，垫上圆木，以便将其移到其它地方。以下分析不正确的是 ()



- A. 通过横杆、支架等，将巨木的一端抬起是使用了杠杆
- B. 人越靠近横杆的右端，会更省力地抬起巨木的一端
- C. 将巨木的一端抬起，垫上圆木是为了减小摩擦
- D. 支架下端垫有底面积较大的石块，是为了增大支架对地面的压强

【答案】D

【解析】解：A、由图可知，横杆能绕横杆与支架的接触处转动，属于杠杆，故A正确；

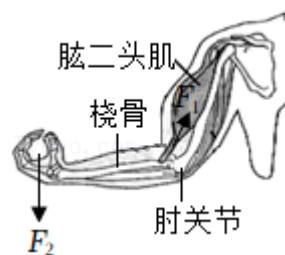
B、人越靠近横杆的右端，动力臂越长，会更省力地抬起巨木的一端，故B正确；

C、巨木下面垫上圆木，滑动变滚动，是为了减小摩擦，故C正确；

D、支架对地面的压力一定，在支架下面垫有面积较大的石块，其实质是增大接触面积，由 $p = \frac{F}{S}$ 可知，支架对地面的压强减小，故D错误。

故选：D。

7. (2022•邵阳) 某天，“生物”和“物理”两位大师在一起进行体育锻炼。“生物”大师伸出健硕的手臂对“物理”大师说：“看，我能提起很重的物体哦（如图）！”“物理”大师竖起大拇指说：“真厉害！其实，你的前臂就是物理学中的一根杠杆。”以下对于这根杠杆在提起重物的过程中，分析合理的是 ()



- A. 前臂杠杆的支点O在肘关节处
- B. 肱二头肌给桡骨的力 F_1 是阻力
- C. 重物给前臂的力 F_2 是动力
- D. 前臂是一根省力杠杆

【答案】A

【解析】解：（1）用手提起物体时，人的前臂相当于一个杠杆，肱二头肌给桡骨的力 F_1 是动力，重物给前臂的力 F_2 是阻力，杠杆围绕肘关节转动，因此支点 O 在肘关节处，故 A 正确、BC 错误；

（2）用手向上举物体时，动力臂小于阻力臂，因此前臂是一根费力杠杆，故 D 错误。

故选：A。

8. （2022•恩施州）如图所示，是小强参加劳动实践挑水时的场景。若扁担重 10N，每只桶总重均为 200N，当扁担在水平位置保持静止时，扁担受到肩的支持力约为（ ）



- A. 210N B. 410N C. 200N D. 400N

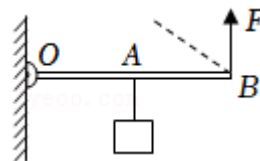
【答案】B

【解析】解：扁担在水平位置保持静止，桶与扁担作为一个整体分析，桶与扁担总重力大小等于扁担受到肩的支持力大小，即扁担受到肩的支持力 $F = 2G_1 + G_2 = 2 \times 200N + 10N = 410N$ ，故 B 正确。

故选：B。

9. （2022•包头）如图所示，轻质杠杆 OB 可绕 O 点转动， $OA = AB$ 。在 A 点悬挂物体，在 B 点竖直向上拉动杠杆使其始终保持水平平衡，拉力为 F 。下列说法正确的是（ ）

- A. F 的大小为物重的 2 倍
B. 物重增加 5N， F 的大小也增加 5N
C. 物体悬挂点右移，拉力 F 会增大
D. 将 F 改为沿图中虚线方向，拉力 F 会减小



【答案】C

【解析】解：A、由图可知， $OA = AB$ ，阻力的力臂为动力力臂的一半，根据杠杆的平衡条件 $F \times OB = G \times OA$ 可知，拉力 F 的大小为物重的二分之一，故 A 错误；

B、若物重增加 5N，根据杠杆的平衡条件可知， F 的变化量为 $5N \times \frac{1}{2} = 2.5N$ ，故 B 错误；

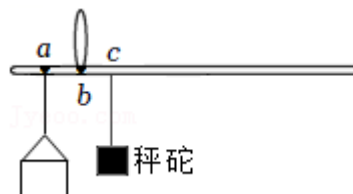
C、当悬挂点右移时，动力臂、阻力不变，阻力臂变大，则动力 F 将变大，故 C 正确；

D、保持杠杆在水平位置平衡，将拉力 F 转至虚线位置时，拉力的力臂变小，因为阻力与阻力臂不变，由杠杆的平衡条件可知，拉力变大，故 D 错误。

故选：C。

10. （2022•丽水）如图是某兴趣小组用轻质杆制作的杆秤，经测试发现量程偏小。下列操作能使杆秤量程变大的是（ ）

- A. 将 a 点向左移
B. 将 b 点向右移
C. 换一个质量较小的秤砣
D. 将 a 、 b 点都向左移等长距离



【答案】D

【解析】解：A、将 a 点向左移，阻力臂增大，动力臂和动力不变，由杠杆平衡条件可知，阻力变小，称量的最大质量变小，量程变小，故 A 错误；

B、将 b 点向右移，阻力臂增大，动力不变，动力臂变小，由杠杆平衡条件可知，阻力变小，称量的最大质量变小，量程变小，故 B 错误；

C、换一个质量较小的秤砣，阻力臂不变，动力变小，动力臂不变，由杠杆平衡条件可知，阻力变小，称量的最大质量变小，量程变小，故 C 错误；

D、杆秤使用时，有 $G_{物}L_{ab}=G_{砣}L_{砣}$ ，将 a、b 点都向左移等长距离， L_{ab} 不变， $L_{砣}$ 变大， $G_{砣}$ 不变，可见 $G_{物}$ 变大，则所称量物体的质量变大，量程变大，故 D 正确。

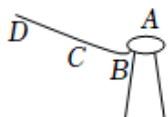
故选：D。

二、填空题（共 5 小题）：

- 11.（2022·宁夏）生活中有很多小妙招，如图甲所示，用钢勺很轻松就可以打开饮料瓶盖，模型如图乙，它是以_____为支点（选填“A”或“B”）的省力杠杆，手在_____（选填“C”或“D”）点向下压时会更省力。



甲



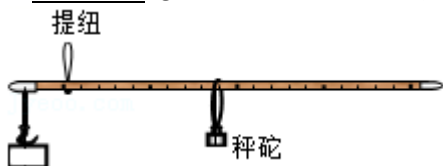
乙

【答案】B；D。

【解析】解：图中用勺子打开瓶盖时，A 点随瓶盖上升，B 点不动，所以 B 点是支点；打开瓶盖时，阻力臂不变，动力臂越长越省力，所以作用在 D 点会更省力。

故答案为：B；D。

- 12.（2022·枣庄）如图所示是生活中常见的杆秤。称量时杆秤在水平位置平衡，被测物体和秤砣到提纽的距离分别为 0.05m、0.2m，秤砣的质量为 0.1kg，秤杆的质量忽略不计，则被测物体的质量为_____kg。若秤砣有缺损，则杆秤所测物体的质量会_____（选填“偏大”或“偏小”）。



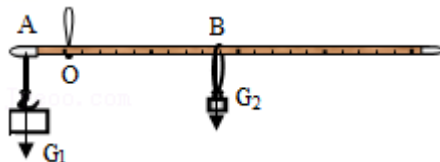
【答案】0.4；偏大。

【解析】解：如图，由杠杆平衡可知 $G_1 \cdot OA = G_2 \cdot OB$ ，即： $m_1 g \cdot OA = m_2 g \cdot OB$ ，

$$\therefore m_1 = \frac{m_2 \times OB}{OA} = \frac{0.1\text{kg} \times 0.2\text{m}}{0.05\text{m}} = 0.4\text{kg}.$$

若秤砣有缺损， m_2 减小，而 $G_1 \cdot OA$ 不变，所以 OB 要变大，杆秤所示的质量值要偏大。

故答案为：0.4；偏大。



- 13.（2022·镇江）如图 1 所示，轻质杠杆可绕 O 转动，A 点悬挂一重为 12N 的物体 M，B 点受到电子

测力计竖直向上的拉力 F ，杠杆水平静止，已知 $OA=AB=BC$ ，则 F 为_____N。保持杠杆水平静止，将 F 作用点从 B 移至 C ，此过程中 F 方向保持不变， F 的力臂记为 l ，则 F 的大小变_____， F 与 $(\frac{1}{l})$ 的关系图线为图 2 中的①；将 M 从 A 移至 B ，再重复上述步骤， F 与 $(\frac{1}{l})$ 的关系图线为图 2 中的_____（选填数字序号）。

【答案】 6；小；②。

【解析】 解：（1）由图 1 可知， O 为杠杆的支点， B 点拉力 F 的力臂 $OB=OA+AB=2OA$ ， A 点作用力的力臂为 OA ，

由杠杆平衡条件可得： $F \times OB = G \times OA$ ，

$$\text{解得：} F = \frac{OA}{OB} \times G = \frac{OA}{2OA} \times G = \frac{1}{2}G = \frac{1}{2} \times 12\text{N} = 6\text{N}；$$

（2）由题意可知，保持杠杆水平静止，将 F 作用点从 B 移至 C ，此过程中 F 方向保持不变，

根据杠杆平衡条件可得： $F \times l = G \times OA$ ，

$$\text{解得：} F = G \times OA \times \frac{1}{l} \dots\dots \text{I}，$$

由题意可知，此过程中物体 M 的重力 G 和力臂 OA 不变，拉力 F 的力臂 l 变大，则拉力 F 变小；

（3）将 M 从 A 移至 B ，由杠杆平衡条件可得： $F \times l = G \times OB$ ，

$$\text{解得：} F = G \times OB \times \frac{1}{l} \dots\dots \text{II}，$$

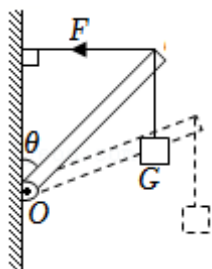
由数学知识可知， I 、 II 两式中拉力 F 与 $(\frac{1}{l})$ 的关系图线均为正比例函数，

由图 1 可知， $OB > OA$ ，则 II 式的斜率大于 I 式的斜率，

因此将 M 从 A 移至 B ， F 与 $(\frac{1}{l})$ 的关系图线为过原点且斜率比图线①大的图线②。

故答案为：6；小；②。

14. （2022·百色）如图所示，轻质细杆可绕竖直墙上的 O 点转动，末端挂一个重为 150N 的物体，拉力 F 沿水平方向，当 $\theta = 45^\circ$ 时，拉力 $F =$ _____N。若保持拉力沿水平方向，让细杆顺时针缓慢旋转到图中虚线位置，则拉力将_____（选填“变大”或“变小”）。



【答案】 150；变大。

【解析】解：如图： $\theta = 45^\circ$ ，拉力的方向沿水平方向，阻力的方向是竖直方向，根据等腰直角三角形的知识可知，F 的力臂与 G 的力臂是相同的，

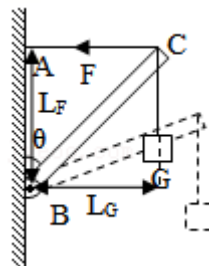
根据杠杆的平衡条件可知，动力等于阻力，所以 $F = 150\text{N}$ ；

若保持拉力水平方向，让杠杆顺时针缓慢旋转一个小角度到虚线位置，

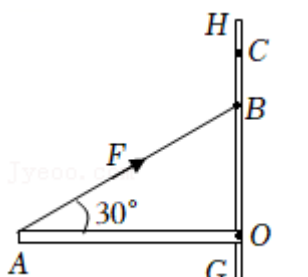
此时的动力臂变小，阻力臂变大，在阻力不变的情况下，

根据杠杆的平衡条件可知，拉力将变大。

故答案为：150；变大。



15. (2022•泰州) 建设中的常泰大桥为斜拉索公路、铁路两用大桥，如图为小华制作的斜拉索大桥模型，她用长 30cm、重 5N 的质地均匀分布的木条 OA 做桥面，立柱 GH 做桥塔。OA 可绕 O 点转动，A 端用细线与 GH 上的 B 点相连，桥面 OA 实质是一种_____（填简单机械名称）。保持桥面水平，细线对 OA 的拉力 $F = \underline{\quad\quad}$ N；将细线一端的固定点由 B 点改至 C 点，拉力 F 的大小变化情况是_____，由此小华初步了解到大桥建造很高桥塔的好处。



【答案】杠杆；5；减小。

【解析】解：（1）由图可知，OA 可绕 O 点转动，A 端用细线与 GH 上的 B 点相连，所以桥面 OA 实质是一种杠杆；

（2）过支点 O 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 $\text{Rt}\triangle AOB$ 中， $\angle A = 30^\circ$ ，则 $L = \frac{1}{2}OA = 0.15\text{m}$

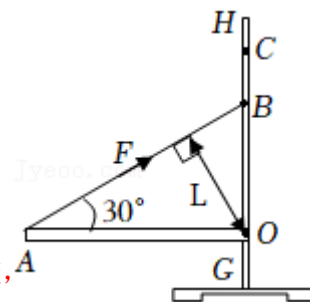
根据杠杆的平衡条件， $FL = G \times \frac{1}{2}OA$ ，

$$\text{则 } F = \frac{G \times \frac{1}{2}OA}{L} = \frac{5\text{N} \times \frac{1}{2} \times 0.3\text{m}}{0.15\text{m}} = 5\text{N};$$

将细线一端的固定点由 B 点改至 C 点，动力臂增大，阻力臂和阻力不变，

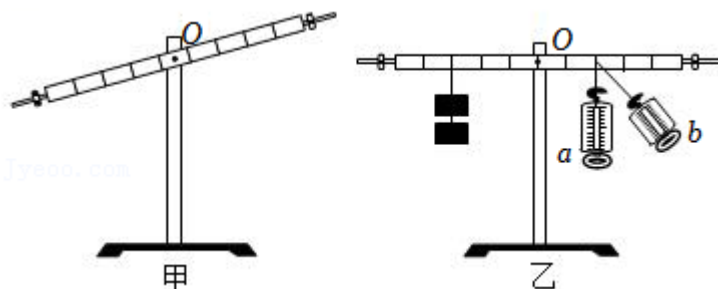
根据杠杆平衡条件可知，动力减小。

故答案为：杠杆；5；减小。



三、实验探究题（共 2 小题）：

16. (2022•绥化) 如图为“探究杠杆的平衡条件”的实验，使用的钩码规格相同。



- (1) 挂钩码前杠杆静止在如图甲所示位置，此时杠杆处于_____状态。（选填“平衡”或“不平衡”）
- (2) 为了使图甲中的杠杆在水平位置平衡，可以将右侧平衡螺母向_____调节。（选填“左”或“右”）
- (3) 实验时，在已调平的杠杆两侧分别挂上不同数量的钩码，调节钩码位置，使其在水平位置重新平衡。使杠杆在水平位置平衡的目的是_____。收集实验数据如表所示，经分析可得出杠杆的平衡条件：_____。

次数	动力 F_1 /N	动力臂 l_1 /cm	阻力 F_2 /N	阻力臂 l_2 /cm
1	1.0	15.0	1.5	10.0
2	1.0	20.0	4.0	5.0
3	2.0	15.0	3.0	10.0

- (4) 为了进一步验证实验结论，又做了图乙所示的实验，现将弹簧测力计从 a 位置移动到 b 位置，在此过程中杠杆始终在水平位置平衡，弹簧测力计示数将_____。（选填“变大”“不变”或“变小”）

【答案】 (1) 平衡；(2) 右；(2) 便于测量力臂；动力×动力臂=阻力×阻力臂 ($F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$)；(4) 变大。

【解析】解： (1) 杠杆的平衡状态是指杠杆处于静止或匀速转动状态，所以图甲中的杠杆处于平衡状态；

(2) 杠杆左端下沉，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；

(3) 测量过程中使杠杆在水平位置平衡后，支点到力的作用点的距离就是力臂，所以使杠杆在水平位置平衡的目的是便于测量力臂；

分析表格中的数据知：

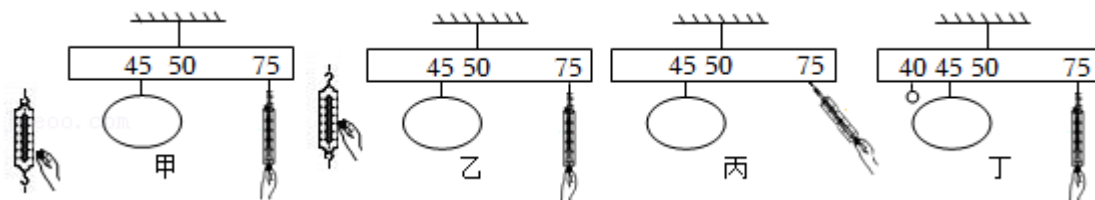
$$1.0\text{N} \times 15.0\text{cm} = 1.5\text{N} \times 10.0\text{cm}, 1.0\text{N} \times 20.0\text{cm} = 4.0\text{N} \times 5.0\text{cm}, 2.0\text{N} \times 15.0\text{cm} = 3.0\text{N} \times 10.0\text{cm},$$

故可得出杠杆平衡的条件是：动力×动力臂=阻力×阻力臂 ($F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$)；

(4) 图乙中，当将弹簧测力计从 a 位置逆时针移动到 b 位置，在此过程中杠杆始终在水平位置保持平衡，则拉力 F 将变大，这是因为，当拉力由垂直变成倾斜时，阻力、阻力臂不变，拉力 F 力臂变小，相应的力会变大，这样才能继续平衡。

故答案为：(1) 平衡；(2) 右；(2) 便于测量力臂；动力×动力臂=阻力×阻力臂 ($F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$)；(4) 变大。

17. (2022•巴中) 小明在超市买了一个哈密瓜，回到家用弹簧测力计测量其重力时，发现哈密瓜的重力超出了弹簧测力计的量程，身边又找不到其它合适的测量工具，于是他找来了一些细绳（不计重力）、一把米尺等物品按示意图进行了改进：



步骤一：将细绳系在米尺的 50cm 刻度线处，米尺刚好能在水平位置平衡。

步骤二：将弹簧测力计在竖直方向调零（如图甲左）。

步骤三：在米尺 45cm 刻度线处挂上哈密瓜，用细绳把弹簧测力计的拉环系在 75cm 刻度线处，并竖直向下拉挂钩，使米尺在水平位置平衡，如图甲所示。

- (1) 小明是利用_____（选填“二力”或“杠杆”）平衡的条件相关知识来计算哈密瓜的重力。
- (2) 在步骤一中使米尺在水平位置平衡是为了避免_____对测量结果的影响。
- (3) 当小明在操作步骤三时，他父亲指出弹簧测力计的使用存在问题，你认为小明这样使用弹簧测力计会使测量结果_____（选填“偏大”或“偏小”）。
- (4) 小明分析后改用如图乙所示的正确方法操作：他将弹簧测力计倒置使挂钩朝上后，重新调零（如图乙左），并重新测出拉力为 3N，最后计算出哈密瓜的重力为_____N。
- (5) 小明发现：如图乙和图丙所示，先后竖直向下和斜向下拉弹簧测力计，均使杠杆在水平位置平衡时，弹簧测力计两次的示数分别为 F 和 F'，你认为 F_____F'（选填“>”、“<”或“=”）。
- (6) 如图丁所示，小明又在米尺 40cm 刻度线处挂了一个重力为 2.5N 的苹果，当杠杆再次在水平位置平衡时，弹簧测力计示数为 4N。若将弹簧测力计、系哈密瓜的细绳、系苹果的细绳对米尺的拉力分别用 F_1 、 F_2 、 F_3 表示，它们的力臂分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 ，于是小明猜想 $F_1L_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 也能使杠杆平衡。

【答案】（1）杠杆；（2）米尺自身重力；（3）偏小；（4）15；（5）<；（6） $F_2L_2+F_3L_3$ 。

【解析】解：（1）该实验中米尺能绕悬挂点转动，则米尺可看做杠杆，所以小明是利用杠杆平衡的条件相关知识来计算哈密瓜的重力；

（2）将细绳系在米尺的 50cm 刻度线处，使米尺刚好能在水平位置平衡，是为了防止米尺自身重力对测量结果的影响；

（3）用细绳把弹簧测力计的拉环系在 75cm 刻度线处，弹簧测力计自身有一定的重力，只需较小的拉力作用在米尺的右侧就能使杠杆平衡，所以这样使用弹簧测力计会使测量结果偏小；

（4）根据杠杆平衡条件得： $G \times (50\text{cm} - 45\text{cm}) = 3\text{N} \times (75\text{cm} - 50\text{cm})$ ，解得： $G = 15\text{N}$ ；

（5）将弹簧测力计斜向下拉时，阻力和阻力臂不变，拉力的力臂将变短，根据杠杆平衡条件可知，杠杆在水平位置平衡时，拉力变大，所以 $F < F'$ ；

（6）如图丁，将弹簧测力计、系哈密瓜的细绳、系苹果的细绳对米尺的拉力分别用 F_1 、 F_2 、 F_3 表示，它们的力臂分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 ，

杠杆左侧的两个拉力可看做阻力，则阻力与阻力臂乘积之和为 $F_2L_2+F_3L_3$ ；杠杆右侧的拉力 F_1 可看做动力，则动力与动力臂的乘积为 F_1L_1 ，所以我们可以猜想：若满足 $F_1L_1 = F_2L_2+F_3L_3$ ，也能使杠杆平衡。

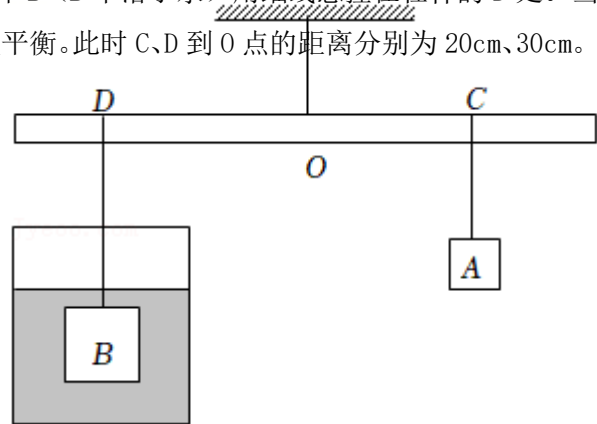
故答案为：（1）杠杆；（2）米尺自身重力；（3）偏小；（4）15；（5）<；（6） $F_2L_2+F_3L_3$ 。

四、计算题（共3小题）：

18. （2022•郴州）如图所示，用细线将质量可忽略不计的杠杆悬挂起来，把质量为0.3kg的物体A用细线悬挂在杠杆的C处；质量为0.5kg的物体B（B不溶于水）用细线悬挂在杠杆的D处。当物体B浸没于水中静止时，杠杆恰好在水平位置平衡。此时C、D到O点的距离分别为20cm、30cm。

（g取10N/kg）求：

- (1) 物体A的重力；
- (2) 细线对物体B的拉力；
- (3) 物体B的体积。



【答案】 (1) 物体A的重力为3N；

(2) 细线对物体B的拉力为2N；

(3) (3) 物体B的体积是 $3 \times 10^{-4} \text{m}^3$ 。

【解析】解： (1) 物体A的重力： $G_A = m_A g = 0.3 \text{kg} \times 10 \text{N/kg} = 3 \text{N}$ ；

(2) 由杠杆平衡条件 $F_1 L_1 = F_2 L_2$ 可得，细线对物体B的拉力： $F_{\text{线}} = \frac{G_A L_{OC}}{L_{OD}} = \frac{3 \text{N} \times 0.2 \text{m}}{0.3 \text{m}} = 2 \text{N}$ ；

(3) 对物体B受力分析可得，

物体B的重力： $G_B = m_B g = 0.5 \text{kg} \times 10 \text{N/kg} = 5 \text{N}$ ，

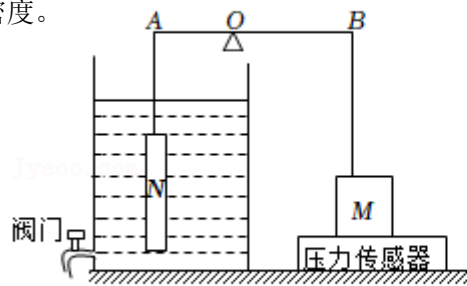
物体B受到的浮力： $F_{\text{浮力}} = G_B - F_{\text{线}} = 5 \text{N} - 2 \text{N} = 3 \text{N}$ ，

因为浸没，所以 $V_B = V_{\text{排}} = \frac{F_{\text{浮力}}}{\rho_{\text{水}} g} = \frac{3 \text{N}}{1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10 \text{N/kg}} = 3 \times 10^{-4} \text{m}^3$ 。

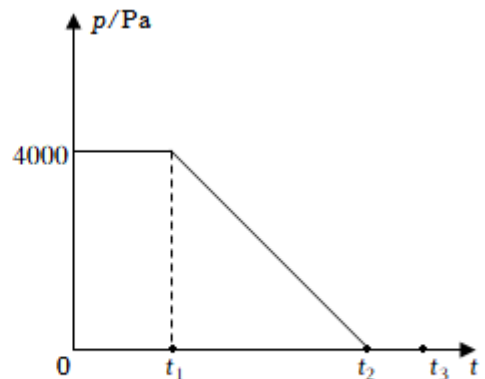
答：(1) 物体A的重力为3N；(2) 细线对物体B的拉力为2N；(3) 物体B的体积是 $3 \times 10^{-4} \text{m}^3$ 。

19. （2022•达州）某兴趣小组设计了一个水塔水位监测装置，图甲是该装置的部分简化模型。轻质硬杆AB能绕O点无摩擦转动，AO:OB=2:3；物体N是一个不吸水的柱体。打开阀门，假定水的流量相同，物体M对压力传感器的压强p与水流时间t的关系如图乙所示， t_2 时刻装置自动报警， t_3 时刻塔内水流完，杠杆始终在水平位置平衡。已知正方体M的密度为 $6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，棱长为0.1m；悬挂物体M、N的轻质细绳不可伸长，g取10N/kg， $\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，单位时间内水通过阀门处管道横截面的体积为水的流量。求：

- (1) 物体M的重力大小；
- (2) t_1 时刻杠杆A端所受拉力大小；
- (3) 物体N的密度。



甲



乙

【答案】 (1) 物体 M 的重力大小是 60N； (2) t_1 时刻杠杆 A 端所受拉力大小是 30N；
 (3) 物体 N 的密度是 $1.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

【解析】解： (1) M 的体积 $V = (0.1\text{m})^3 = 10^{-3} \text{m}^3$ ；

物体 M 的重力 $G = mg = \rho Vg = 6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{m}^3 \times 10 \text{N/kg} = 60 \text{N}$ ；

(2) 由图分析可知，当在 t_1 时，液面刚好到 N 的上表面。 $F = pS = 4000 \text{Pa} \times (0.1\text{m})^2 = 40 \text{N}$ ；

根据力的作用是相互的， $F_{\text{支}} = F = 40 \text{N}$ ；

对于 M 受力分析：受到支持力，重力和 B 端绳子的拉力。 $F_B = G - F_{\text{支}} = 60 \text{N} - 40 \text{N} = 20 \text{N}$ ；

对于杠杆平衡原理： $F_A \times OA = F_B \times OB$ ； $F_A \times 2 = 20 \text{N} \times 3$ ，解得 $F_A = 30 \text{N}$ ；

(3) t_2 时压力传感器的压强为 0， t_3 时压力传感器的压强也为 0，说明在 t_2 时，物体 N 已经完全露出水面；

则 $F_B' = G = 60 \text{N}$ ；

对于杠杆平衡原理： $F_A' \times OA = F_B' \times OB$ ； $F_A' \times 2 = 60 \text{N} \times 3$ ，解得 $F_A' = 90 \text{N}$ ；

此时 N 受力分析：重力和 A 端拉力；所以 $G_N = F_A' = 90 \text{N}$ ；

t_1 时 N 受力分析：重力，A 端拉力和浮力； $F_{\text{浮}} = G_N - F_A = 90 \text{N} - 30 \text{N} = 60 \text{N}$ ；

此时 N 完全浸没，N 的体积 $V_N = V_{\text{排}} = \frac{F_{\text{浮}}}{\rho_{\text{水}}g} = \frac{60 \text{N}}{1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10 \text{N/kg}} = 6 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ；

N 的密度 $\rho_N = \frac{m_N}{V_N} = \frac{G_N}{gV_N} = \frac{90 \text{N}}{10 \text{N/kg} \times 6 \times 10^{-3} \text{m}^3} = 1.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

答： (1) 物体 M 的重力大小是 60N； (2) t_1 时刻杠杆 A 端所受拉力大小是 30N；

(3) 物体 N 的密度是 $1.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

20. (2017•重庆) 图甲是《天工开物》中记载的三千多年前在井上汲水的桔槔，其示意图如图乙。

轻质杠杆的支点 O 距左端 $l_1 = 0.5 \text{m}$ ，距右端 $l_2 = 0.2 \text{m}$ 。在杠杆左端悬挂质量为 2kg 的物体 A，右端挂边长为 0.1m 的正方体 B，杠杆在水平位置平衡时，正方体 B 对地面的压力为 20N。求：

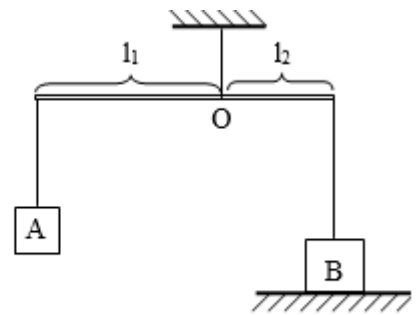
(1) 此时杠杆左端所受拉力大小为多少牛顿？

(2) 正方体 B 的密度为多少千克每立方米？

(3) 若该处为松软的泥地，能承受最大压强为 $4 \times 10^3 \text{Pa}$ ，为使杠杆仍在水平位置平衡，物体 A 的重力至少为多少牛顿？



甲



乙

【答案】 (1) 此时杠杆左端所受拉力大小为 20N； (2) 正方体 B 的密度为 $7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ；

(3) 物体 A 的重力至少为 12N。

【解析】解：（1）此时杠杆左端所受拉力： $F_{左}=G_A=m_Ag=2\text{kg}\times 10\text{N/kg}=20\text{N}$ ；

（2）由 $F_1l_1=F_2l_2$ 可得，杠杆右端的拉力即绳子对 B 的拉力： $F_B=F_{右}=\frac{l_1}{l_2}F_{左}=\frac{0.5\text{m}}{0.2\text{m}}\times 20\text{N}=50\text{N}$ ，

因正方体 B 对地面的压力等于 B 的重力减去绳子对 B 的拉力，

所以，B 的重力： $G_B=F_B+F_{压}=50\text{N}+20\text{N}=70\text{N}$ ，

由 $G=mg$ 可得，B 的质量： $m_B=\frac{G_B}{g}=\frac{70\text{N}}{10\text{N/kg}}=7\text{kg}$ ，

B 的体积： $V_B=L^3=(0.1\text{m})^3=0.001\text{m}^3$ ，

B 的密度： $\rho_B=\frac{m_B}{V_B}=\frac{7\text{kg}}{0.001\text{m}^3}=7\times 10^3\text{kg/m}^3$ ；

（3）B 的底面积： $S_B=L^2=(0.1\text{m})^2=0.01\text{m}^2$ ，

由 $p=\frac{F}{S}$ 可得，B 对地面的最大压力： $F_{压}'=pS_B=4\times 10^3\text{Pa}\times 0.01\text{m}^2=40\text{N}$ ，

杠杆右端受到的拉力： $F_{右}'=G_B-F_{压}'=70\text{N}-40\text{N}=30\text{N}$ ，

物体 A 的最小重力： $G_A'=F_{左}'=\frac{l_2}{l_1}F_{右}'=\frac{0.2\text{m}}{0.5\text{m}}\times 30\text{N}=12\text{N}$ 。

答：（1）此时杠杆左端所受拉力大小为 20N；（2）正方体 B 的密度为 $7\times 10^3\text{kg/m}^3$ ；

（3）物体 A 的重力至少为 12N。

免费增值服务介绍



- ✓ 学科网 (<https://www.zxxk.com/>) 致力于提供K12教育资源方服务。
- ✓ 网校通合作校还提供学科网高端社群出品的《老师请开讲》私享直播课等增值服务。



扫码关注学科网

每日领取免费资源

回复“ppt”免费领180套PPT模板

回复“天天领券”来抢免费下载券



- ✓ 组卷网 (<https://zujian.xkw.com>) 是学科网旗下智能题库，拥有小初高全学科超千万精品试题，提供智能组卷、拍照选题、作业、考试测评等服务。



扫码关注组卷网

解锁更多功能