专项练习 2　与机械相关的计算

名师点拨：

1．运用杠杆的平衡条件进行计算时，一定要找准力臂，不要误将支点到力的作用点之间的长度当成力臂。

2．进行与滑轮相关的计算时，为避免弄错力与力之间的关系，应对滑轮进行受力分析。

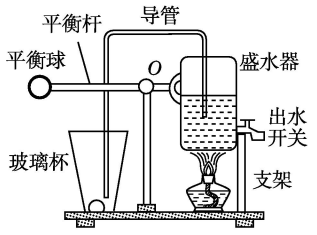
训练角度 1　与杠杆相关的计算

1．如图是某品牌自动咖啡机结构示意图，其工作原理为：当盛水器内的水温升高至一定温度时，水沿导管进入盛有咖啡粉的玻璃杯中，在平衡球作用下，原来水平的平衡杆绕 O 点转动，盛水器抬升。冷却一段时间后，玻璃杯中的咖啡液体又倒吸进入盛水器，咖啡冲泡完成。

（1）当密封的盛水器内水温升高到一定温度时，其内部的热水开始自动沿导管进入玻璃杯，则此时盛水器内的压强 $p_{内}$ 与外界大气压 p_0 的大小关系为：$p_{内}$_____（填“大于”“小于”或“等于”）p_0。

（2）该咖啡机的平衡球重 2.4 N，盛水器自重 5 N，以 O 为支点，平衡球与盛水器重力的力臂之比为 5∶2。当盛水器内的水为多少牛时，盛水器开始抬升？（写出计算过程，平衡杆和导管的质量不计）

（3）打开出水开关，使 0.2 kg 的咖啡流入重为 1 N 的水杯中，若水杯底部与水平桌面的接触面积为 20 cm^2，则水杯对桌面的压强是多少帕？（写出计算过程，g 取 10 N/kg）

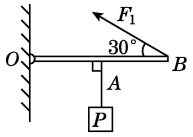


（第 1 题图）

2．如图所示，不计重力的杠杆 OB 可绕 O 点转动，重为 6 N 的重物 P 悬挂在杠杆的中点 A 处，拉力 F_1 与杠杆成 30°角，杠杆在水平位置保持平衡，则：

（1）在图中画出拉力 F_1 的力臂；

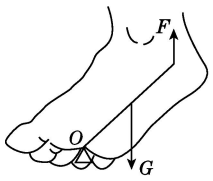
（2）求出拉力 F_1 的大小。



（第 2 题图）

3．“暴走”是一种快速的徒步运动方式，观察分析人走路的情形，可以将人的脚视为一根杠杆，如图所示，行走时人的脚掌前端是支点，人体受到的重力是阻力，小腿肌肉施加的力是动力。已知某人的质量为 80 kg，g 取 10 N/kg。

运动方式	散步	快走	慢跑	快跑
消耗能量 **E/J**	315	1 165.5	1 260	1 764



（第 3 题图）

（1）请画出小腿肌肉施加的拉力 F 的力臂 L_1。

（2）根据图片，估算小腿肌肉产生的拉力是_____N。

（3）人向前走一步的过程中，重心升高约 4 cm，人克服自身重力约做了_____J 的功。

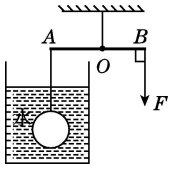
（4）通过查阅资料：人以不同方式徒步运动半小时，消耗人体内的能量如上表所示。请你从能量角度分析“暴走”能健身的原因：_____。

4．如图所示，轻质杠杆可绕 O 转动，杠杆左端 A 处挂了一物块，右端 B 处施加一个 F＝3 N 的

拉力，此时杠杆在水平位置平衡，测得 OA＝30 cm，OB＝20 cm。（g 取 10 N/kg）

（1）求绳子对杠杆 A 端的拉力。

（2）若物块的体积为 10 cm^3，求物块在水中所受到的浮力。



（第 4 题图）

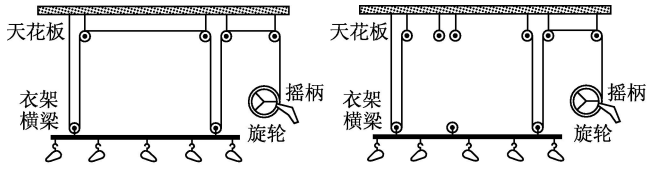
训练角度2　与滑轮组相关的计算

5．如图甲所示为一种手摇升降晾衣架示意图，它由 4 个定滑轮和两个动滑轮组成，绳子的尾端绕在一个固定在墙壁上的旋轮上，旋转摇柄可以使晾衣架升降。假设在升降过程中衣架横梁保持水平，请回答下列问题：

（1）假设衣服和晾衣架（含动滑轮）等的总重是 50 N，则静止时绳子拉力是多少？（各种摩擦忽略不计）

（2）要使衣架横梁上升 1 m，则绕进旋轮的绳子长度是多少？

（3）通过增加滑轮，可以使此装置更省力，请你在图乙上画出正确的绕线方法。



（第 5 题图）

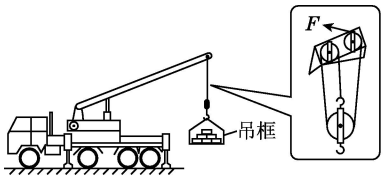
6．如图所示是某建筑工地用吊车提升大理石板的示意图。已知大理石的密度是 2.8×10^3 kg/m^3，

每块大理石板的规格为 50 cm×50 cm×2 cm，升降机吊框的重力是 600 N。不计滑轮和钢丝绳的重力，不计摩擦，g 取 10 N/kg。则：

（1）一块大理石板平放在水平地面上时对地面的压强是多少？

（2）如果吊车钢丝绳能承受的最大拉力是 10 000 N，则该吊车一次最多能匀速提升多少块大理石板？

（3）在某次提升作业中，吊车钢丝绳的拉动速度是 0.1 m/s，则在 2 min 内吊车将大理石板提升的高度是多少？



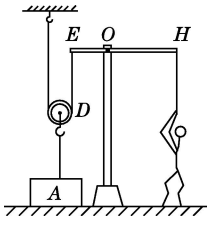
（第 6 题图）

训练角度3　组合机械的计算

7. 如图是一个上肢力量健身器示意图。D 是动滑轮，配重 A 的质量为 140 kg，底面积是 8.0×10^{-2} m^2，杠杆 EH 可绕 O 点在竖直平面内转动。假定运动员体重是 600 N，不计杠杆重、绳重及摩擦，g 取 10 N/kg。问：

（1）配重 A 自由放置时对地面的压强是多大？

（2）当人将配重 A 匀速提升 0.2 m 时，人做功 340 J，动滑轮重为多少？



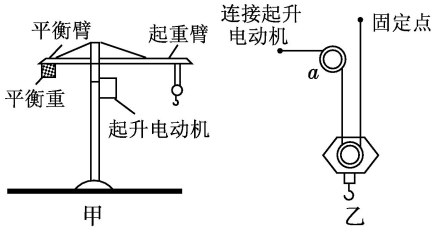
（第 7 题图）

8. 如图甲为塔式起重机的简易示意图，塔式起重机主要用于房屋建筑中材料的输送及建筑构件的安装。（动滑轮重、绳重及摩擦均不计，g 取 10 N/kg）

（1）为保持平衡，起重臂的长度越长的塔式起重机，配备的平衡重的质量应越_____。

（2）图乙为起重机钢丝绳穿绳简化示意图，滑轮 a 的作用是_____。若钢丝绳能承受的最大拉力为 3×10^4 N，则能吊起货物的质量不能超过多少千克？

（3）若将重为 1.2×10^4 N 的货物由地面沿竖直方向匀速提升 30 m，再沿水平方向移动 20 m，则此过程中克服货物重力做功多少焦耳？



（第 8 题图）

参考答案

1．解：（1）大于

（2）由杠杆平衡条件得：$G_{球}\times L_1=G_{盛水器总}\times L_2$

则盛水器的总重：$G_{盛水器总}=\dfrac{G_{球}\times L_1}{L_2}=\dfrac{2.4\ \text{N}\times 5}{2}=6\ \text{N}$，

所以，盛水器内水的重：$G_{水}=G_{盛水器总}-G_{盛水器}=6\ \text{N}-5\ \text{N}=1\ \text{N}$。

（3）咖啡的重：$G_{咖啡}=m_{咖啡}g=0.2\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}=2\ \text{N}$，

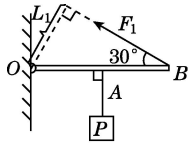
整个水杯对桌面压力：$F=G_{咖啡}+G_{杯}=2\ \text{N}+1\ \text{N}=3\ \text{N}$，

受力面积：$S=20\ \text{cm}^2=2\times 10^{-3}\ \text{m}^2$，

水杯对桌面的压强：$p=\dfrac{F}{S}=\dfrac{3\ \text{N}}{2\times 10^{-3}\ \text{m}^2}=1.5\times 10^3\ \text{Pa}$。

【解析】（1）当密封的盛水器内水温升高到一定温度时，盛水器内水的上方空气受热膨胀，且水蒸气逐渐增多，内部气压增大，大于外界大气压，在内部气压作用下水沿导管流入玻璃杯中。

2．解：（1）如图所示。

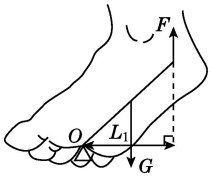


（第 2 题图）

（2）由数学知识可知，$L_1=OA$，又 $F_1\times L_1=F_2\times L_2$，

即 $F_1\times OA=6\ \text{N}\times OA$，则 $F_1=6\ \text{N}$。

3．解：（1）如图所示。



（第 3 题图）

（2）400　（3）32

（4）相同时间内暴走消耗能量比散步大得多（或暴走比散步功率大，相同时间内做功多）

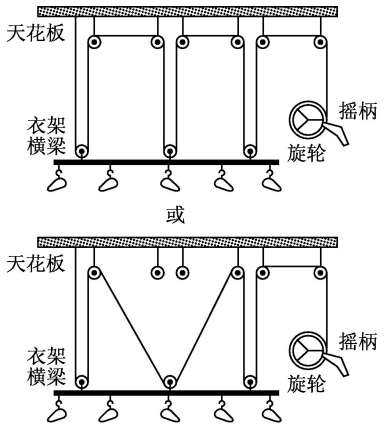
4．解：（1）绳子对杠杆 A 端的拉力 $F_A=F\times OB/OA=3\ \text{N}\times 20\ \text{cm}/30\ \text{cm}=2\ \text{N}$。

（2）物块在水中所受到的浮力 $F_{浮}=\rho_{水}gV_{排}=1\times 10^3\ \text{kg/m}^3\times 10\ \text{N/kg}\times 10\times 10^{-6}\ \text{m}^3=0.1\ \text{N}$。

5．解：（1）拉力 $F=\dfrac{G_{总}}{n}=\dfrac{50\ \text{N}}{4}=12.5\ \text{N}$。

（2）绕进旋轮的绳子长度 s＝nh＝4×1 m＝4 m。

（3）如图所示。



（第 5 题图）

6．解：（1）每块大理石板的体积 V＝50 cm×50 cm×2 cm＝5 000 cm^3＝5×10^{-3} m^3。

每块大理石板的底面积 S＝50 cm×50 cm＝2 500 cm^2＝0.25 m^2。

每块大理石板的质量 m＝ρV＝2.8×10^3 kg/m^3×5×10^{-3} m^3＝14 kg。一块大理石板对水平地面的压力 F＝G＝mg＝14 kg×10 N/kg＝140 N。一块大理石板平放在水平地面上对地面的压强 $p=\frac{F}{S}=\frac{140\ N}{0.25\ m^2}$＝560 Pa。

（2）由题图可知，滑轮组承重绳股数为 3，则吊车一次能提起的大理石板块数 $n=\frac{3F-G_{框}}{G}=\frac{3\times 10\ 000\ N-600\ N}{140\ N}$＝210 块。

（3）大理石板提升的速度 $v_{大理石}=\frac{v_{绳}}{n}=\frac{0.1\ m/s}{3}=\frac{1}{30}$ m/s，

在 2 min 内吊车将大理石板提升的高度 $h=v_{大理石}t=\frac{1}{30}$ m/s×2×60 s＝4 m。

7．解：（1）压力 F＝G_A＝m_Ag＝140 kg×10 N/kg＝1 400 N。

压强 p＝F/S＝1 400 N/（8.0×10^{-2} m^2）＝17 500 Pa。

（2）由题知 $W_{总}=G_Ah+G_{动}h$，即 340 J＝1 400 N×0.2 m＋$G_{动}$×0.2 m，则 $G_{动}$＝300 N。

8．解：（1）大

【解析】（1）由杠杆的平衡条件 $F_1l_1=F_2l_2$ 可得：$F_2=\frac{F_1l_1}{l_2}$，

当阻力臂和动力不变时，阻力与动力臂成正比，即动力臂越大，阻力越大。所以为了保持平衡，起重臂的长度越长的塔式起重机，配备的平衡重的质量应越大。

（2）改变力的方向；

由题意可知该滑轮组承担总重的绳子有 2 段，

故 $G=2F=2\times3\times10^4\ \mathrm{N}=6\times10^4\ \mathrm{N}$，

吊起货物最大质量：$m=\frac{G}{g}=\frac{6\times10^4\ \mathrm{N}}{10\ \mathrm{N/kg}}=6\ 000\ \mathrm{kg}$。

（3）由于水平移动时，在重力方向上没移动距离，故水平移动过程中重力没做功。

克服重力做功：$W=Fs=Gh=1.2\times10^4\ \mathrm{N}\times30\ \mathrm{m}=3.6\times10^5\ \mathrm{J}$。