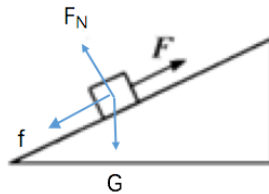


周周练（四）机械效率

一 斜面



用一个外力 F 拉着一个物体沿斜面底端向上作匀速直线运动，运动到顶端，斜面长 L ，高 H 。

受力分析：物体受到重力 G ，支持力 F_N ，外力 F ，摩擦力 f （当斜面光滑时没有摩擦力）

运动分析：作匀速直线运动，速度不变，受力平衡

能量分析：做功的力：重力 G ，摩擦力 f ，外力 F ；

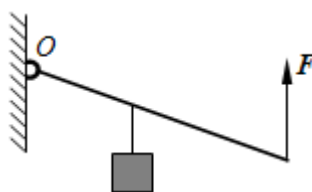
不做功的力：支持力 F_N ，（支持力始终与运动方向垂直）；

外力 F 做的功转化为物体重力势能的增加和由于摩擦而产生的热能
 $FL = fL + GH$

效率分析：总功：外力 F 做的功， $W_{总} = FL$ ；有用功：物体重力势能的增加， $W_{有} = GH$ ；额外功：由于摩擦而产生的热能 $W_{额} = fL$ ；**则机械效率为 $\eta = W_{有} / W_{总} = GH / FL$**

注意：外力 F 不等于摩擦力 f ，增加斜面的机械效率可以通过**增大斜面倾角**和**减小斜面的粗糙程度**的方式

二 杠杆



如图所示，用竖直向上的力匀速拉动较长的杠杆，使重为 16N 的物体缓慢升高 0.1m ，拉力大小 $F = 8\text{N}$ ，拉力移动的距离为 0.25m 。

效率分析：总功：外力 F 做的功， $W_{总} = FL = 8\text{N} \times 0.25\text{m}$ ；有用功：物体重力势能的增加， $W_{有} = GH = 16\text{N} \times 0.1\text{m}$ ；额外功：杠杆重力势能的增加 $W_{额} = G_{杆}H' = W_{总} - W_{有}$ ；**则机械效率为 $\eta = W_{有} / W_{总}$**

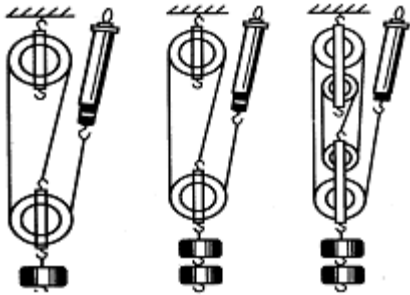
注意：增加杠杆的机械效率可以通过**增加重物**和**减轻杆重**的方式。



三机械效率模型——滑轮组

滑轮组：额外功包括克服滑轮重力，绳子的重力和摩擦做的功

【注】要看清题目条件是否忽略绳重及摩擦力，是否不计滑轮重。



$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{G_{\text{物}}h}{FS} \times 100\% = \frac{G_{\text{物}}h}{Fn h} \times 100\% = \frac{G_{\text{物}}}{nF} \times 100\%$$

若不计绳子的重力和忽略摩擦力，其效率为：

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}} \times 100\% = \frac{G_{\text{物}}h}{G_{\text{物}}h + G_{\text{动}}h} \times 100\% = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}} \times 100\%$$

如果是水平放置的滑轮组，则额外功来自于轮轴摩擦做的功。



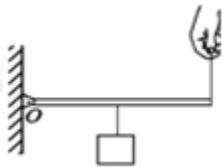
【练习】

【练 1】如图所示，斜面长 3m，高 0.6m，建筑工人用绳子在 6s 内将重 500N 的物体从其底端沿斜面向上匀速拉到顶端，拉力是 150N（忽略绳子的重力）。则下列说法正确的是（ ）

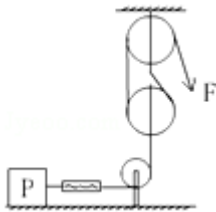


- A. 斜面上的摩擦力是 50N
- B. 拉力的功率是 50W
- C. 拉力所做的功是 300J
- D. 斜面的机械效率是 80%

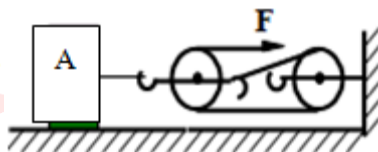
【练 2】如图所示，工人用一质量均匀的杠杆将重为 90N 的货物匀速提高 1m，如果物体挂在杠杆的中点位置，而工人所用的拉力为 60N。则在此过程中有用功为____ J。杠杆的机械效率为____，如果克服摩擦做功 10J，则此杠杆的自重为____N。



【练 3】如图所示，用滑轮组拉着一木块 P 沿水平面以 0.5m/s 的速度匀速向右运动，此时弹簧测力计的读数为 4N，若每只滑轮重为 1N，绳与滑轮间的摩擦不计，则该滑轮组的机械效率是____，在 2s 内拉力 F 做的功为____J。



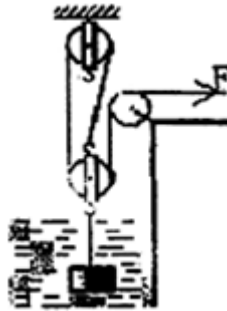
【练 4】如图所示，用滑轮组将 103N 的物体 A 在水平地面上匀速拖动 2m，物体 A 与地面间的摩擦力为 300N，拉力 F=160N 求：



- (1) 拉力 F 做的总功是多少？
- (2) 滑轮组的机械效率为多少？
- (3) 额外功是多少？



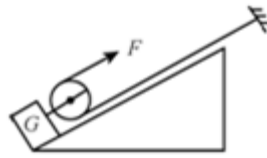
【练 5】某桥梁施工队用如图所示的滑轮组打捞沉在水底的工件。已知工件的体积是 0.16m^3 ，密度是 $3.5 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ，滑轮组向上匀速拉动浸没在水中的工件时，人在绳子的自由端施加的拉力 $F=1800\text{N}$ 。（不考虑摩擦及水的阻力， g 取 10N/kg ）求：



- (1) 工件的质量是多少千克？
- (2) 动滑轮重多少牛？滑轮组向上匀速拉动浸没在水中的工件时，机械效率是多大？
- (3) 工件从水里升到水面上的过程中，滑轮组的机械效率将如何变化，并分析原因。



【练6】在如图所示的装置中，斜面长 5m，高 2m，现将质量为 200kg 的物体从斜面底端匀速拉到顶端，若滑轮的机械效率为 80%，人作用于绳自由端的拉力为 500N，求：



(1) 人做的总功是多少？

(2) 物体与斜面间的摩擦力是多少？($g=9.8\text{N/kg}$)



【答案】

【练 1】A

【练 2】90；75%；20

【练 3】80%；5

【练 4】(1) 拉力 F 做的总功是 960J；
 (2) 滑轮组的机械效率为 62.5%；
 (3) 额外功是 360J。

【练 5】【分析】(1) 知道工件的体积和密度，根据 $m = \rho V$ 求出其质量；

(2) 工件浸没在水中时排开水的体积和自身的体积相等，根据

阿基米德原理求出工件受到的浮力，工件的重力减去受到的浮力即为工件受到滑轮

组的拉力，根据 $F = 1/n (F_{\text{拉}} + G_{\text{动}})$ 求出动滑轮的重力，根据 $\eta = W_{\text{有}}/W_{\text{总}}$

$\times 100\% = F_{\text{拉}} h / F s \times 100\% =$

$F_{\text{拉}} / n F \times 100\%$ ，求出滑轮组的机械效率；

(3) 工件从刚露出水面到完全露出水面的过程中，工件受到的浮力减小，滑轮受到的拉力增大，拉力做的有用功增大，额外功几乎不变，由此可知动滑轮的机械效率变大。

【注】滑轮组作的有用功并不是工件重力势能的增加，而是对工件拉力做的功

答：(1) 工件的质量是 560kg；

(2) 动滑轮重为 1400N，滑轮组向上匀速拉动浸没在水中的工件时，机械效率是 74.1%；

(3) 机械效率将变大；由机械效率的公式可知，在额外功不变的情况下，有用功变大，所以有用功占总功的比值就变大，即机械效率变大。



【练6】(1) 根据拉力的大小和绳的自由端通过的距离，利用公式 $W=Fs$ 求出总功；(2) 根据机械效率，求出有用功和额外功，根据 $W=fL$ 求出摩擦力。

【注】这个装置可以分成两个部分：滑轮和斜面；滑轮有用功是拉物块的拉力做的功，总功是外力 F 做的功；斜面的总功拉物块的拉力做的功，有用功是物体重力势能的增加；整个装置的总功是外力 F 做的功，有用功是物体重力势能的增加。

答：(1) 人做的总功是 5000J；

(2) 物体与斜面间的摩擦力是 16N。

