

11.2 滑轮(考点解读)(解析版)



1、滑轮及其工作特点

(1) 滑轮定义：周边有槽，中心有一转动的轮子叫滑轮，因为滑轮可以连续旋转，因此可看作是能够连续旋转的杠杆，仍可以用杠杆的平衡条件来分析；

(2) 滑轮分类：定滑轮和动滑轮；

定滑轮工作特点：

(1) 定滑轮使用时，滑轮的位置固定不变；定滑轮实质是等臂杠杆，不省力也不费力，但可以改变作用力方向。

(2) 定滑轮的特点：通过定滑轮来拉钩码并不省力，通过或不通过定滑轮，弹簧测力计的读数是一样的，可见，使用定滑轮不省力但能改变力的方向。在不少情况下，改变力的方向会给工作带来方便；

(3) 定滑轮的原理：定滑轮实质是个等臂杠杆，动力臂 L_1 、阻力臂 L_2 都等于滑轮半径，根据杠杆平衡条件也可以得出定滑轮不省力的结论。

动滑轮工作特点：

(1) 动滑轮使用时，滑轮随重物一起移动；动滑轮实质是动力臂为阻力臂二倍的杠杆，省 $\frac{1}{2}$ 力，多费 1 倍距离；

(2) 动滑轮的特点：使用动滑轮能省一半力，费距离；这是因为使用动滑轮时，钩码由两段绳子吊着，每段绳子只承担钩码重的一半。使用动滑轮虽然省了力，但是动力移动的距离大于钩码升高的距离，即费了距离；

(3) 动滑轮的原理：动滑轮实质是个动力臂 (L_1) 为阻力臂 (L_2) 二倍的杠杆。

2、滑轮组及其工作特点

(1) 定滑轮和动滑轮组合在一起的装置叫做滑轮组；使用滑轮组既可以省力，又可以改变力的方向，但要费距离；

(2) 使用滑轮组时, 滑轮组用 **几段绳子吊着物体**, 提起物体所用的力就是 **物重的几分之一**, 即

动力 $F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{n}$ 若忽略滑轮重, 则有 $F = \frac{G_{\text{物}}}{n}$; 其中 n 为承担物重的绳子的段数;

(3) 用滑轮组提升物体时, 虽然省了力, 但是费了距离, 滑轮组有几段绳子吊着物体, 绳子自由端移动的距离就是重物升高距离的几倍; 设物体升高的距离为 h , 则绳子自由端移动的距离为 $s = nh$ (n 表示承担物重的绳子的段数);

3、滑轮组和动滑轮绳子拉力的计算

(1) 使用滑轮组时 (忽略摩擦阻力): 滑轮组用 **几段绳子吊着物体**, 提起物体所用的力就是 **物重的几分之一**, 即动力 $F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{n}$; 若忽略滑轮重, 则有 $F = \frac{G_{\text{物}}}{n}$; 其中 n 为承担物重的绳子的段数;

其中: F 拉—拉力, $G_{\text{动}}$ —动滑轮的重力, $G_{\text{物}}$ —被提升物体的重力, n —吊住动滑轮绳子的段数;

(2) 使用动滑轮时, 条件不同, 拉力的计算方法也不同;

① 物体在竖直方向上运动时: 当动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下, 拉力等于物体重力的 n 分之一; 当绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下, 拉力等于物体和动滑轮重力之和的 n 分之一; 实际情况下, 动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦都无法忽略不计, 那么拉力等于物体重力除以 n 和机械效率的乘积.

② 物体在水平面上运动时: 当动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下, 拉力等于物体所受摩擦力的 n 分之一; 当绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下, 拉力等于物体所受摩擦力的 n 分之一; 实际情况下, 动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦都无法忽略不计, 那么拉力等于物体所受摩擦力除以 n 和机械效率的乘积. (注: n 为滑轮的股数).

4、斜面和轮轴以及滑轮组的设计与组装

滑轮组的设计:

第一步: **确定动滑轮的个数**. 首先算出承担所要拉起重物与动滑轮的自重所需要的绳子的根数 n , 其方法和滑轮组绳子的绕法中的方法相同, 然后我们根据每两根绳子需要一个动滑轮来确定动滑轮的个数. 当 n 为偶数时, 绳子的固定端应拴在定滑轮上, 动滑轮的个数 $N = \frac{n}{2}$; 当

n 为奇数时, 绳子的固定端应拴在动滑轮上, 动滑轮的个数 $N = \frac{n-1}{2}$.

第二步: **确定定滑轮的个数**. 一般情况下, 定滑轮的个数由绳子的段数 n 和拉力的方向共同决定. 当 n 为奇数且拉力方向向下时, 定滑轮的个数应为 $\frac{n+1}{2}$; 拉力的方向向上时, 定滑轮的

个数为 $\frac{n-1}{2}$ 。当 n 为偶数且方向向下时，定滑轮的个数为 $\frac{n}{2}$ ；方向向上时，定滑轮的个数为 $\frac{n}{2} - 1$ 。

滑轮组绳子的绕法：

第一步：**确定绕过动滑轮的绳子的根数**。首先根据题目中的条件，如绳子能承受的最大拉力 F 、要承担的重物 $G_{物}$ 和动滑轮的重力 $G_{动}$ ，计算出承担物重所需绳子段数 $n = \frac{G_{物} + G_{动}}{F}$ ，如果算出的绳子段数不是整数，一律进一位。例如：所得结果为 $n=3.4$ 时，我们应选择绳子的根数为 4。

第二步：**确定绳子固定端的位置和绳子的绕法**。当绳子的根数 n 为偶数时，绳子的固定端应拴在定滑轮上，开始绕绳子；当 n 为奇数时，绳子的固定端应拴在动滑轮上，开始绕绳子。

轮轴：

(1) 轮轴：由轮和轴组成的，能绕共同的轴线旋转的简单机械叫做轮轴。例如汽车方向盘、辘轳等。

(2) 轮轴的实质：轮轴相当于一个杠杆，轮和轴的中心 O 是支点，作用在轮上的力是动力 F_1 ，作用在轴上的力是阻力 F_2 ，轮半径 OA 就是杠杆的动力臂 l_1 ，轴半径 OB 就是杠杆的阻力臂 l_2 。

(3) 轮轴的特点：因为轮半径大于轴半径，即杠杆的动力臂大于阻力臂，所以作用在轮上的动力 F_1 总小于作用在轴上的阻力 F_2 。使用轮轴可省力，但是动力作用点移动的距离大于用轮轴提升的重物（钩码）所通过的距离。

(4) 轮轴的公式： $F_1 R = F_2 r$ ；

斜面：

(1) 斜面是简单机械的一种，可用于克服垂直提升重物的困难。将物体提升到一定高度时，力的作用距离和力的大小都取决于倾角。如物体与斜面间摩擦力很小，则可达到很高的效率。

(2) 用 F 表示力， L 表示斜面长， h 表示斜面高，物重为 G 。不计阻力时，根据功的原理得 $FL = Gh$ ，斜面倾角越小，斜面越长，则越省力，但越费距离。

日常生活中常见的斜面，如盘山公路、螺丝钉上的螺纹等。



典例分析 + 变式训练

【考点 1 滑轮及其工作特点】

【典例 1-1】(2023·淮安区一模)如图所示，绞车是由滑轮和轮轴组成的机械，其中滑轮的作用

是()



- A. 省力
- B. 改变力的方向
- C. 省功
- D. 省距离

【答案】B

【分析】使用滑轮时,轴的位置固定不动的滑轮称为定滑轮.定滑轮不省力,但是可以改变力的方向.

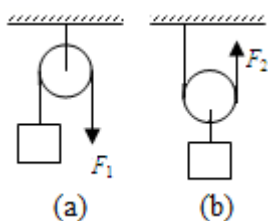
根据功的原理可知,使用任何机械都不省功.

【解答】解: ABD、图中绞车使用的滑轮,轴的位置固定不动,是定滑轮,使用定滑轮不能省力,也不能省距离,但能改变力的方向,故 AD 错误,B 正确;

C、使用任何机械都不省功,故 C 错误.

故选: B.

【典例 1-2】(2023·徐汇区二模)如图(a)、(b)所示,分别用力 F_1 、 F_2 匀速提起重为 10 牛的物体,若不计摩擦和滑轮重力,则力 F_1 大于 F_2 (选填“大于”“等于”或“小于”);图 (a) 中的滑轮可以看作等臂杠杆;图(a)中物体被竖直提升过程中,其惯性 不变(选填“增大”“不变”或“减小”).



【答案】大于;(a);不变

【分析】(1)定滑轮的轮轴是固定的,使用定滑轮不能省力,但可以改变力的方向,定滑轮的实质是一个等臂杠杆;动滑轮的轮轴与物体一起运动,使用动滑轮可以省力;

(2)惯性是物体保持运动状态不变的性质,任何物体都具有惯性;惯性大小只与质量有关,物体质量越大惯性越大.

【解答】解: (1)由图可知,不计摩擦和滑轮重力,滑轮(a)是定滑轮,定滑轮的实质是一个等

臂杠杆,则 $F_1 = G$; 滑轮(b)是动滑轮, $F_2 = \frac{1}{2}G$, 所以 F_1 大于 F_2 .

(2) 因为惯性的大小只与物体的质量有关, 图(a)中物体被竖直提升过程中, 物体的质量不变, 则惯性不变.

故答案为: 大于;(a); 不变.

【变式 1-1】(2023 春·顺义区期中) 如图所示为学校升旗时的情景, 关于旗杆顶端的滑轮 A, 下列说法中正确的是()



图1

- A. 滑轮 A 是动滑轮
- B. 滑轮 A 是定滑轮
- C. 使用滑轮 A 可以省力
- D. 使用滑轮 A 不能改变力的方向

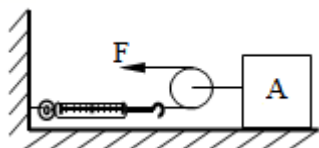
【答案】B

【分析】定滑轮不省力, 也不省距离, 但是可以改变力的方向.

【解答】解: 图中为学校升旗时的情景, 旗杆顶端的滑轮 A 是定滑轮, 定滑轮不省力, 也不省距离, 但是可以改变力的方向, 故 B 正确, ACD 错误.

故选: B.

【变式 1-2】(2023·静安区校级二模) 如图所示, 物体 A 以 2 厘米/秒的速度, 在水平地面上做匀速直线运动, 此时弹簧测力计的示数为 3 牛, 水平拉力 $F = \underline{\quad 3 \quad}$ 牛, 物体 A 受到的摩擦力 $f = \underline{\quad 6 \quad}$ 牛, 2 秒内拉力 F 走过的距离 $\underline{\quad 0.08 \quad}$ 米.(不计轮、绳重、摩擦)



【答案】见试题解答内容

【分析】(1)根据拉力 F 与弹簧测力计的示数相等可求出拉力大小；

(2)知道拉力 F 大小,根据动滑轮省一半力,可求出物体 A 受到的摩擦力；

(3)因为动滑轮省一半力,但要多移动一半的距离,所以绳子自由端运动的速度是物体 A 运动速度的 2 倍.

【解答】解：

(1)水平拉力 F 与弹簧测力计的示数相等,则拉力 $F=3\text{N}$ ；

(2)动滑轮省一半力,拉力 F 是摩擦力的一半,

摩擦力 $f=2F=2\times 3\text{N}=6\text{N}$ ；

(3)由 $v=\frac{s}{t}$ 得物体 A 移动的距离：

$$s_A=vt=2\text{cm/s}\times 2\text{s}=4\text{cm},$$

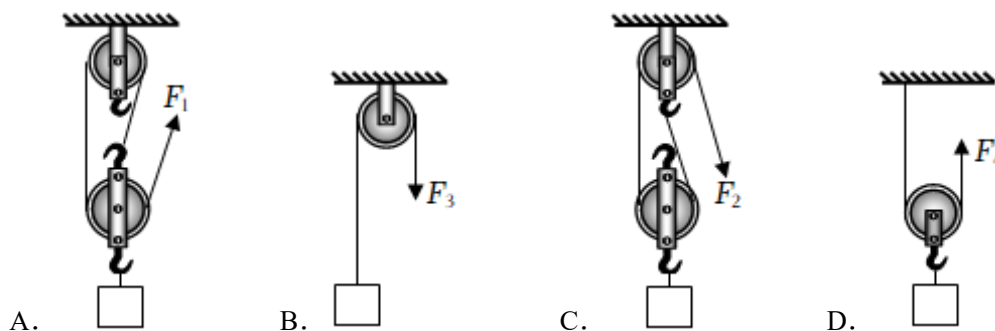
绳子自由端移动的距离：

$$s=2s_A=2\times 4\text{cm}=8\text{cm}=0.08.$$

故答案为：3;6;0.08.

【考点 2 滑轮组及其工作特点】

【典例 2-1】(2022 秋·射阳县月考)分别使用如图所示的四种装置匀速提升同一重物,不计滑轮重、绳重和摩擦,最省力的是()



【答案】A

【分析】由题知,不计摩擦和动滑轮重,先分析所用的是定滑轮、动滑轮还是滑轮组,

若是定滑轮,不省力, $F=G$;

若是动滑轮,省一半力, $F=\frac{1}{2}G$;

若是滑轮组,找出拉动动滑轮绳子股数 n ,则 $F=\frac{1}{n}G$.

【解答】解：由题知,不计摩擦和动滑轮重,

A、使用的是滑轮组, $n=3,F=\frac{1}{3}G$,

B、使用的是定滑轮, $F=G$;

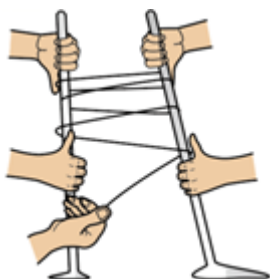
C、使用的是滑轮组, $n=2,F=\frac{1}{2}G$;

D、使用的是动滑轮, $F=\frac{1}{2}G$;

由此可知 A 图最省力, $F=\frac{1}{3}G$.

故答案为：A.

【典例 2-2】(2022·杭州模拟)如图所示,两位同学各持一根较光滑的木棍,在相距 1m 处面对面站立.另外一位同学取一根绳子,将绳子的一端系在其中一根木棍上,再按图所示依次绕过两根木棍,然后缓慢拉动绳子的另一端,这两根木棍将 合拢 (选填“合拢”或“分开”),木棍和绳子组成了一种简单机械,叫 滑轮组.



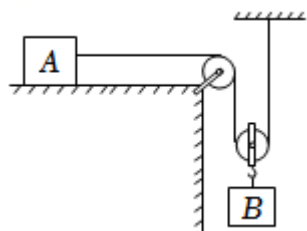
【答案】合拢;滑轮组.

【分析】一根木棍相当于定滑轮另一根相当于动滑轮,那么两根木棍和绳子组成的机械相当于滑轮组.

【解答】解：由题意可知,一根木棍相当于定滑轮,另一根相当于动滑轮,那么两根木棍和绳子组成的机械相当于滑轮组;用较小的力可以使两根木棍合拢,说明了使用滑轮组可以省力.

故答案为：合拢;滑轮组.

【变式 2-1】(2022 春·让胡路区校级期末)如图所示滑轮质量忽略不计,物体 A 重 100N,B 重 20N,当 B 匀速下降 40cm 时,A 受到桌面的摩擦力和 A 移动的距离分别是()



A. 20N,40cm

B. 10N,80cm

C. 10N,20cm

D. 20N,20cm

【答案】B

【分析】(1)先根据动滑轮的特点：省力,来求得每段绳子所受的拉力;再根据二力平衡的条件进行分析,即大小相等,方向相反,作用在一条直线上,作用在一个物体上.

(2)用滑轮组提升重物时,重物和动滑轮有 n 段绳子承担,当物体升高 h 时,绳子自由端移动的距离是： $s=nh$.

【解答】解：(1)因为有两段绳子吊着动滑轮，

所以使用动滑轮省一半的力,故每段绳子的拉力为： $F=\frac{1}{2}G_B=\frac{1}{2}\times 20\text{N}=10\text{N}$;

又因为 B 物体做匀速直线运动,所以 A 物体也做匀速直线运动;

故根据二力平衡可知：A 物体在水平方向上受到的拉力和摩擦力是一对平衡力;

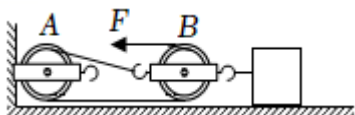
所以 A 受到桌面的摩擦力 $f=F=10\text{N}$;

(2)因为重物和动滑轮有 n 段绳子承担,当物体升高 h 时,绳子自由端移动的距离是： $s=nh$;

所以 A 移动的距离 $s=2\times 40\text{cm}=80\text{cm}$;故 A 移动的距离为 80cm.

故选：B.

【变式 2-2】(2022 春·宜春期末)如图所示,用水平向左的拉力 F 拉着物体在地面上做匀速直线运动, B 为动滑轮(选填“A” 或“B”);当物体向左移动 1.5m 时,则绳子自由端移动 4.5 m.



【答案】B;4.5.

【分析】(1)定滑轮的轴是固定的,使用定滑轮不能省力,但可以改变力的方向;动滑轮的轴与物体一起运动,使用动滑轮可以省力;

(2)由图知,作用在动滑轮上的绳子有 3 段,根据滑轮组的特点可以得到摩擦力的大小和绳子自由端移动的距离.

【解答】解：(1)定滑轮的轴是固定的,动滑轮的轴与物体一起运动,则滑轮 A 是定滑轮,滑轮 B 是动滑轮;

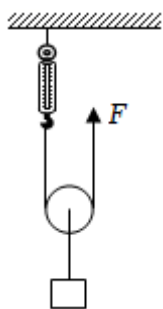
(2)由图知, $n=3$,绳子自由端移动的距离为： $s=3s_{\text{物}}=3\times 1.5\text{m}=4.5\text{m}$.

故答案为：B;4.5.

【考点 3 滑轮组和动滑轮绳子拉力的计算】

【典例 3-1】(2023 春·长宁区校级期中)如图所示,弹簧测力计的示数为 10 牛,滑轮的重力和

绳子的摩擦不计,则拉力 F 和物体所受的重力分别为()



- A. 20 牛、10 牛 B. 20 牛、20 牛 C. 10 牛、10 牛 D. 10 牛、20 牛

【答案】D

【分析】(1)根据拉力 F 与弹簧测力计的示数相等可求出拉力大小;

(2)知道拉力 F 大小,滑轮的重力和绳子的摩擦不计,根据动滑轮省一半力,可求出物体 A 的重力.

【解答】解:

拉力 F 与弹簧测力计的示数相等,弹簧测力计的示数为 10 牛,则拉力 $F=10\text{N}$;

不计滑轮的重力以及滑轮和绳的摩擦,动滑轮省一半力,拉力 F 是物体重力的一半,

$$G=2F=2\times 10\text{N}=20\text{N}.$$

故选: D.

【典例 3-2】(2023•怀集县一模)如图所示,小明同学想把被台风刮倒的甲树拉正,他把绳子的一端系在乙树上,然后绕过甲树用力拉绳子,这样做时甲的树干相当于 动滑轮 (选填“动滑轮”“定滑轮”或“杠杆”).如果不计绳重和摩擦,甲树受到 500N 拉力,则小明对绳子的拉力为 250 N,乙树受到的拉力为 250 N.



【答案】动滑轮;250;250.

【分析】定滑轮是轴的位置固定不动的滑轮,动滑轮是轴的位置随被拉物体一起运动的滑轮,据此结合题意分析此时甲的树干相当于什么滑轮;若为动滑轮,则根据动滑轮的省力情况进行分析.

【解答】解: 把绳子的一端系在乙树上,然后绕过甲树用力拉绳子时,甲的树干要移动,则

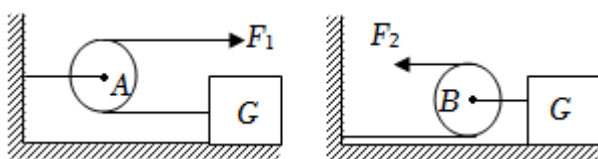
甲的树干相当于动滑轮；

拉甲树干的绳子段数是 2,不计绳重和摩擦,所以小明对绳子的拉力 $F = \frac{1}{2} \times 500\text{N} = 250\text{N}$,

乙树受到的拉力等于 1 段绳子的拉力,大小为 250N.

故答案为：动滑轮;250;250.

【变式 3-1】(2023 春·闵行区校级期中)如图所示,拉力 F_1 和 F_2 分别经过滑轮 A 和 B 使重为 10 牛的同一物体沿水平方向做匀速直线运动,若物体与水平面间的滑动摩擦力大小为 5 牛,则 F_1 的大小为 5 牛. F_2 的大小为 2.5 牛,如果 F_2 的作用点的运动速度为 2 米/秒,则物体的运动速度为 1 米/秒.(不计绳重、滑轮与绳之间的摩擦)



【答案】5;2.5;1.

【分析】解决此题要知道：

定滑轮的特点：使用定滑轮不省力但能改变力的方向, $s=h$;

动滑轮的特点：动滑轮实质是动力臂为阻力臂二倍的杠杆,使用动滑轮能省一半力,但费距离, $s=2h$.

【解答】解：不计绳重、滑轮与绳之间的摩擦,

由图知,A 为定滑轮,所以 $F_1 = f = 5\text{N}$;

B 为动滑轮,所以 $F_2 = \frac{1}{2}f = \frac{1}{2} \times 5\text{N} = 2.5\text{N}$;

绳端移动距离应为物体移动距离的 2 倍,所以 $s_{\text{物}} = \frac{1}{2} \times 2\text{m} = 1\text{m}$.

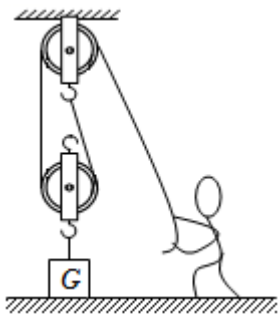
故答案为：5;2.5;1.

【典例 3-3】(2023 春·鹿寨县期中)某人用如图所示的滑轮组匀速提升 500N 的重物,所用的拉力 F 为 300N,绳子自由端被拉下 4m,在此过程中,不计摩擦和绳重,求：

(1)物体被提升的高度;

(2)滑轮组中动滑轮的重力;

(3)若物重再增加 240N,要使重物匀速上升,则作用在绳自由端的拉力至少为多大?



【答案】(1)物体被提升的高度为 2m;

(2)滑轮组中动滑轮的重力为 100N;

(3)如果用此滑轮组匀速提升 800N 的重物,拉力应为 420N.

【分析】(1)由图知,承担重物绳子的段数 n ,根据 $s=nh$ 可求物体被提升的高度;

(2)不计摩擦和绳重,根据 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ 可求滑轮组中动滑轮的重力;

(3)根据 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ 用此滑轮组匀速提升物重再增加 240N 的重物时拉力的大小.

【解答】解: (1)由图知,承担重物绳子的段数 $n=2$,

由 $s=nh$ 可得,物体被提升的高度:

$$h=\frac{1}{n}\times s=\frac{1}{2}\times 4\text{m}=2\text{m};$$

(2)不计摩擦和绳重,由 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ 可得,滑轮组中动滑轮的重力:

$$G_{\text{动}}=nF-G=2\times 300\text{N}-500\text{N}=100\text{N};$$

(3)如果用此滑轮组匀速提升物重再增加 240N 的重物时,

$$\text{绳端拉力 } F'=\frac{1}{n}(G+\Delta G+G_{\text{动}})=\frac{1}{2}\times (500\text{N}+240\text{N}+100\text{N})=420\text{N}.$$

答: (1)物体被提升的高度为 2m;

(2)滑轮组中动滑轮的重力为 100N;

(3)如果用此滑轮组匀速提升 800N 的重物,拉力应为 420N.

【变式 3-2】(2023·浚县三模)“由物及理,思维建模”.如图所示,这是一种利用滚轴和绳子组装的特殊提升装置,该提升装置相当于 定滑轮和动滑轮组成的滑轮组 (填简单机械名称)模型;若某同学所用的拉力为 520N,不计摩擦和装置的自重,则摩托车的质量为 260 kg.(g 取 10N/kg)

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/777056120042006115>