



兼得公考

兼渡海中舟，得作岸上人——兼得先生



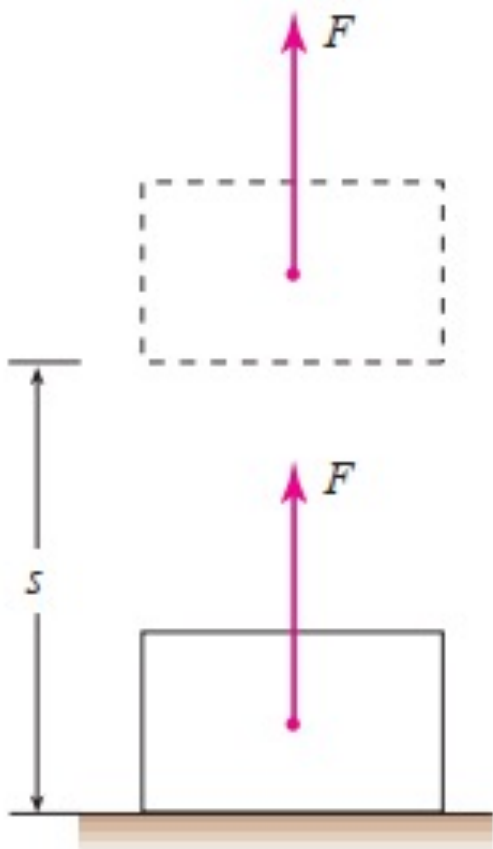
第十八节 机械能守恒



一、功

1. 功的两个必要因素：

一是作用在物体上的力；二是物体在力的方向上通过的距离；



图一



图二



图三



一、功

2. 功的计算

功(W)等于力(F)跟物体在力的方向上通过的距离(s)的乘积。

$$W = F \cdot S$$

当力和物体运动的方向不完全一致的时候，要转化成物体在力的方向上通过的距离(s)的乘积。



$$W = F_1 \cdot l = F \cdot \cos \alpha \cdot l$$



一、功

3. 功的公式

$$W = F \cdot S$$

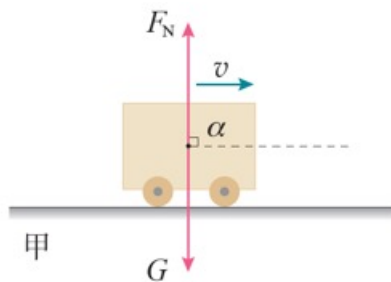
单位：W→焦；F→牛顿；S→米；（1焦=1牛·米）；



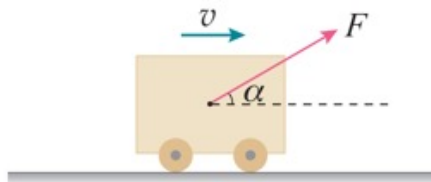
一、功

4. 不做功、做正功、做负功

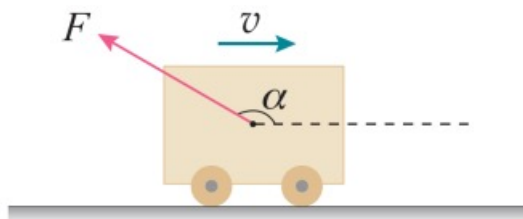
(1) 当力或者其分力与物体运动方向成 90° 时，即物体在力的方向上没有产生距离，此时不做功；



(2) 当力或者其分力与物体运动方向一致时（ 90° 区分），为正功；



(3) 当力或者其分力与物体运动方向相反时（ 90° 区分），为负功；



例1

北京奥运会上，中国选手张湘祥在男子举重62kg级的决赛中摘得金牌，挺举成绩是176kg。估算一下，他在挺举过程中对杠铃大约做了多少功？



例2

一个重为600牛的成年人和一个重为400牛的小孩进行登楼比赛，他们同时从底层出发，结果小孩比大人先到达六楼，那么（ ）

- A. 大人做功一定多
- B. 小孩做功一定多
- C. 大人做功一定快
- D. 小孩做功一定快



一、功

4. 功的原理

使用机械时，人们所做的功，都等于不用机械而直接用手所做的功，也就是说使用任何机械都不省功。

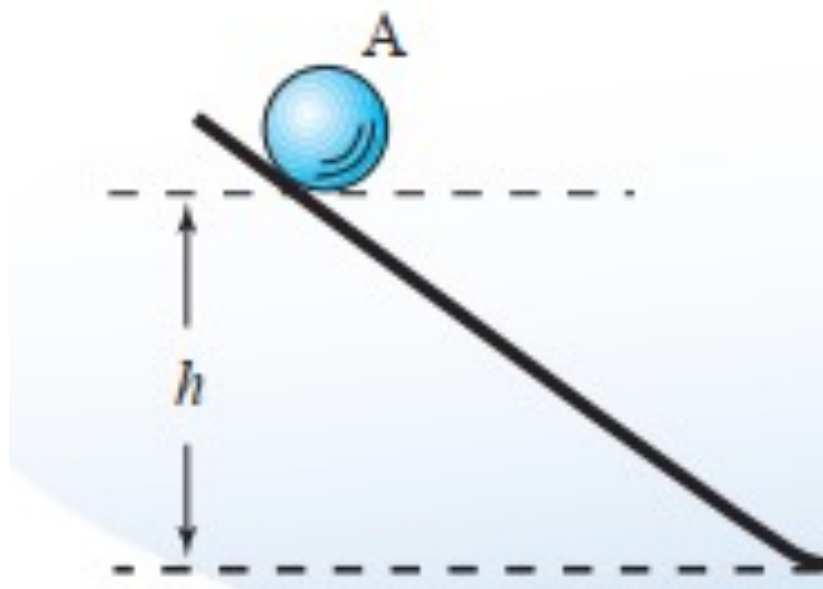


一、功

5. 斜面

斜面长是斜面高的几倍，推力就是物重的几分之一。（螺丝、盘山公路也是斜面）

$$F \cdot L = G \cdot H$$



一、功

6. 功率(P)

单位时间(t)里完成的功(W)，叫功率。

(1) 计算公式：
$$P = \frac{W}{t}$$

单位：P→瓦特；W→焦；t→秒。（1瓦=1焦/秒。1千瓦=1000瓦）

(2) 计算公式：
$$P = F \cdot V$$

从 $P = F \cdot V$ 可以看出，汽车、火车等交通工具和各种起重机械，当发动机的输出功率P一定时，牵引力F与速度v成反比。

你认为应该怎样增大它们的牵引力呢？



例3

思考：汽车一档的时候，速度大还是速度小呢？



发动机输出的功率不能无限制地增大，所以汽车上坡时司机要用“换挡”的办法减小速度，来得到较大的牵引力。不过，在发动机输出功率一定时，通过减小速度提高牵引力或通过减小牵引力而提高速度，效果都是有限的。所以，要提高速度和增大牵引力，必须提高发动机的额定功率，这就是高速火车、汽车和大型舰船需要大功率发动机的原因



例4（2020 国考）

关于能量与做功，下列说法正确的是：

- A. 雨点从高空中匀速下落时只有重力做功
- B. 自由落体过程中物体的机械能保持不变
- C. 匀速圆周运动的物体动能始终发生变化
- D. 向上飞的石子重力做负功导致势能减小



例4（2020 国考）

【解析】

A项：雨点从高空匀速下落时，受到重力和空气阻力的作用，二力平衡，才保持了匀速状态。所以题干“只有重力”表述错误，阻力也做了功。A项错误。

B项：自由落体运动是一种理想化的模型。在地面上不受空气阻力作用的运动物体是不存在的，但是在物体自由下落过程中，若空气阻力远小于重力，则空气阻力可以忽略不计。因此B选项的“自由落体”是忽略“空气阻力”的，物体在自由落体过程中，只有重力做功，重力势能转化为动能，机械能守恒，保持不变。

C项：物体由于运动而具有的能量，称为物体的动能。根据动能公式 $E=mv^2/2$ ，动能与物体的质量和速度的平方成正比。动能和运动方向无关，所以匀速圆周运动的物体速度和物体质量不变，所以动能也保持不变。C项错误。

D项：向上飞的石子重力做负功，但是由于高度在增加，所以重力势能是增加的。D项表述错误。

因此，选择B选项。



例5（2015 广东）

蹦床运动员在离开蹦床一定高度后落回蹦床，若不考虑空气阻力，下列说法错误的是（ ）。

- A. 运动员在离开蹦床上升过程中，蹦床对运动员一定不做功
- B. 运动员在最高时，速度为零
- C. 运动员在最高点时，受到的合力为零
- D. 运动员从最高点下落过程中，重力势能减小



例5（2015 广东）

【解析】

分析选项。

A项：运动员在离开蹦床上升过程中，只受到重力的作用，蹦床对运动员不再有力的作用，正确；

B项：运动到最高点的速度一定为0，正确；

C项：运动员上升到最高点时，速度减小为零，受到重力作用，开始向下运动，合力不为0，错误；

D项：重力势能的大小与质量和高度有关，运动员下落过程中，质量不变，高度减小，故重力势能减小，正确。

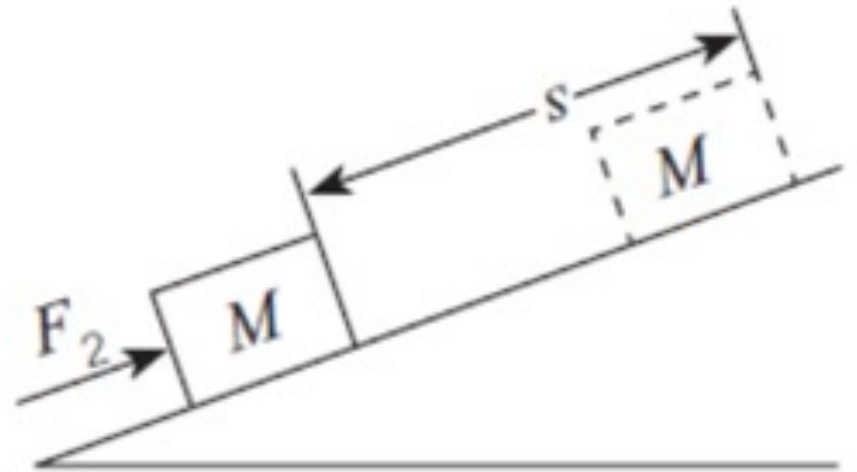
因此，选择C选项。



例6（2021 广东）

如图所示，物体M在大小相同的力 F_1 和 F_2 作用下移动了相同的距离 s 。下列关于 F_1 、 F_2 所做的功说法正确的是（ ）。

- A. F_1 做的功小于 F_2 做的功
- B. F_1 做的功等于 F_2 做的功
- C. F_1 做的功大于 F_2 做的功
- D. 无法判断



例6（2021 广东）

【解析】

根据公式 $W=F \cdot S$ ，力做的功等于力的大小乘以在力的方向上移动的距离。两个力做的功分别为 $W_1=F_1 \cdot S$ ， $W_2=F_2 \cdot S$ ，已知 F_1 和 F_2 大小相同，且移动的距离均为 S ，因此，B项正确。

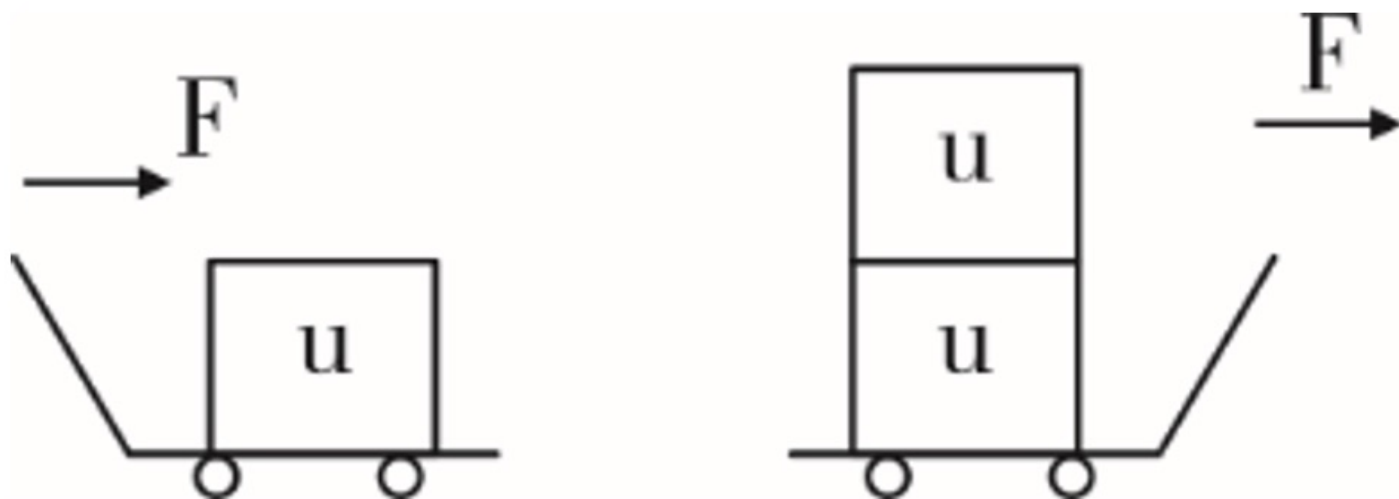
因此，选择B选项。



例7（2020 广东）

如图所示，仓库工人计划用小车运送三箱货物，第一次先用大小为 F 的力将一箱货物从A仓库推到B仓库，第二次用同样大小的力将两箱货物从A仓库拉到B仓库。则在货物的移动过程中，关于两次做功的情况下列说法正确的是（ ）。

- A. 工人第一次做的功比第二次多
- B. 工人第一次做的功比第二次少
- C. 工人第一次做的功与第二次一样多
- D. 无法确定



例7（2020 广东）

【解析】

结合公式进行分析。

考查力 F 的做功，由 $W=Fs$ ，即需要明确 F 的大小和在 F 方向上的位移大小。因为前后两次的 F 相等，且距离均为两个仓库之间的距离，即 s 也相同，所以做功 W 相等。

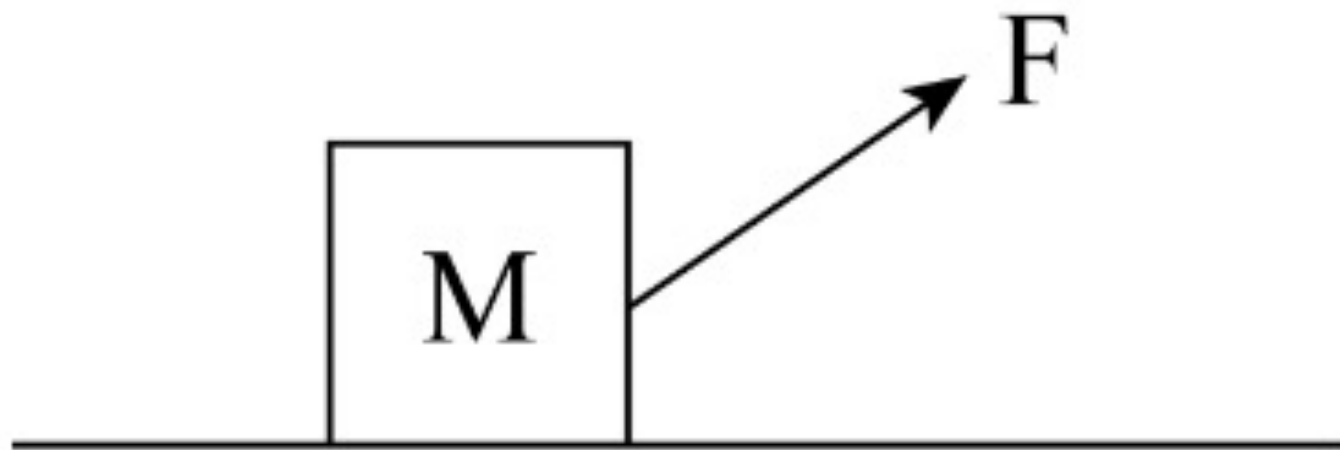
因此，选择C选项。



例8（2020 广东选调）

如图所示，物体M在斜向上拉力F的作用下，在粗糙的地面上从静止开始向右移动当物体M的速度为V时，下列说法正确的是：

- A. 物体的动能等于拉力F所做的功
- B. 摩擦力的方向与物体移动的方向相同
- C. 物体的重力始终不做功
- D. 物体的移动只受到拉力在水平方向分力的作用



例8（2020 广东选调）

【解析】

A项：物体的动能，拉力做的功 $W=FS$ ，两者不相等。

B项：摩擦力是阻碍物体移动的力，因此摩擦力的方向与物体移动的方向相反。

C项：物体的重力始终不做功，因为功 $W=FS$ ，物体在重力的方向上没有位移。

D项：物体的移动不仅受到拉力的作用，还有受到阻碍物体前进的摩擦力的作用。

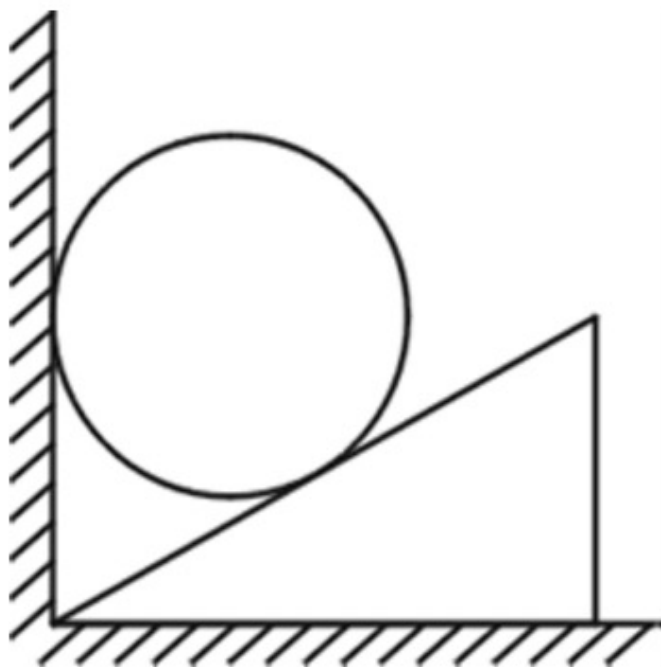
因此，选择C选项。



例9（2015 上海）

如图，三角形木块顶住水泥墙壁后静置在水平地面上，现将以小铁球从图中位置无初速度地放开，假设不考虑任何摩擦力，那么小球从释放到落至地面的过程中，下列说法正确的是（ ）。

- A. 木块对小铁球的弹力不做功
- B. 木块的机械能守恒
- C. 小铁球的机械能的减少量等于木块动能的增大量
- D. 以上说法均不正确

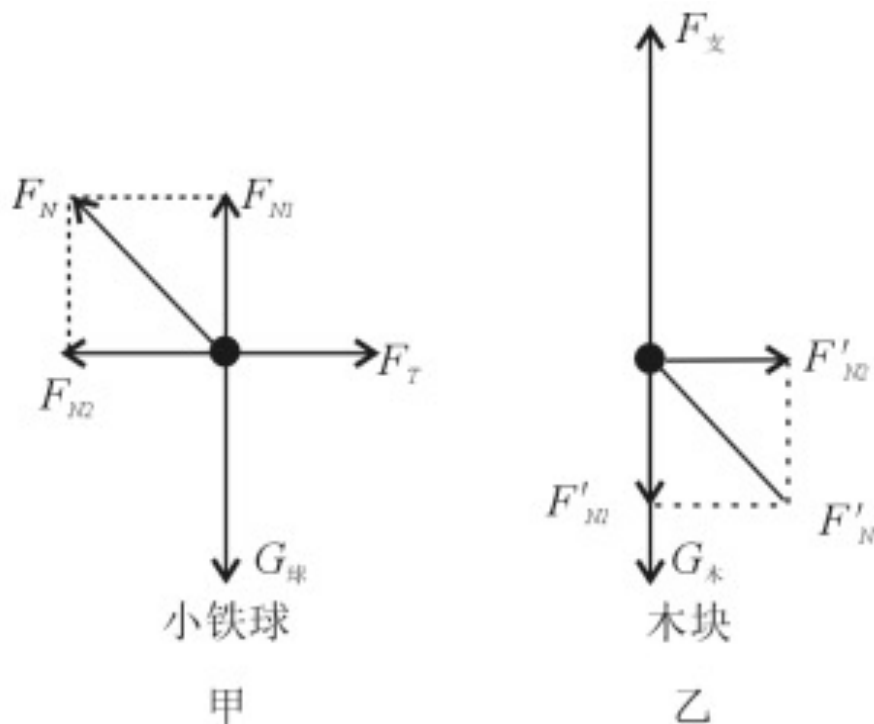


例9（2015 上海）

【解析】

根据题意，分别对小铁球和木块进行受力分析，如图甲、乙所示。

小铁球受到重力 $G_{\text{球}}$ 、墙壁对它的支持力 F_T 和木块对它的弹力 F_N ， F_{N1} 和 F_{N2} 分别为 F_N 在竖直方向和水平方向上的分力。木块受到重力 $G_{\text{木}}$ 、地面对它的支持力 $F_{\text{支}}$ 和小铁球对它的压力 F_N' ， F_{N1}' 和 F_{N2}' 分别为 F_N' 在竖直方向和水平方向上的分力。



例9（2015 上海）

A项：木块对小铁球的弹力 F_N 分解为竖直方向上的分力 F_{N1} 和水平方向上的分力 F_{N2} ，小铁球从释放到落至地面的过程中，小铁球在水平方向上没有移动，在竖直方向上向下移动了一段距离，故 F_{N1} 对小铁球做负功，错误；

B项：开始释放小铁球时，木块静止，动能为零；小铁球从释放到落至地面的过程中，木块向右运动，速度逐渐增加，木块的动能增加。而木块质量不变，所处高度不变，木块的重力势能不变，故木块的机械能增加，并不守恒，错误；

C项：不考虑任何摩擦力，在小铁球下落过程中，只有重力和弹力做功，故整体机械能守恒，小铁球的重力势能转化为小铁球的动能和木块的动能，故小铁球的机械能的减少量等于木块动能的增大量，正确。

因此，选择C选项。



二、机械能

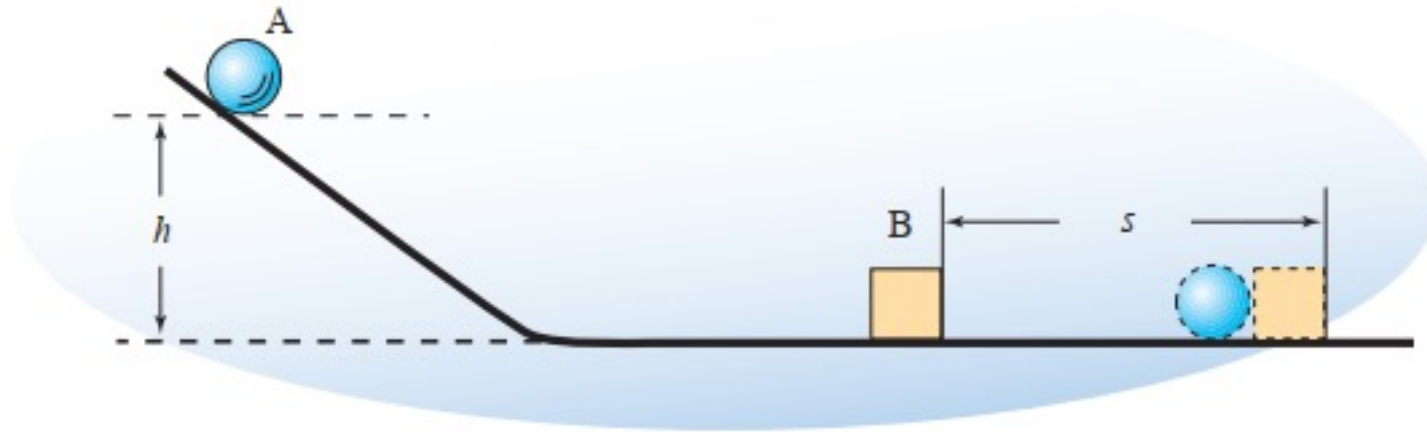
1. 一个物体能够做功，这个物体就具有能（能量）。



二、机械能

2. 动能：物体由于运动而具有的能叫动能，运动物体的速度越大，质量越大，动能就越大。

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$



二、机械能

如上图，钢球从高为 h 的斜槽上滚下，在水平面上运动，运动的钢球A碰上物体B后，能将B推动一段距离 s ，这说明A对B做了功。在同样的平面上，B被推得越远，A对B做的功越多，A的动能越大。

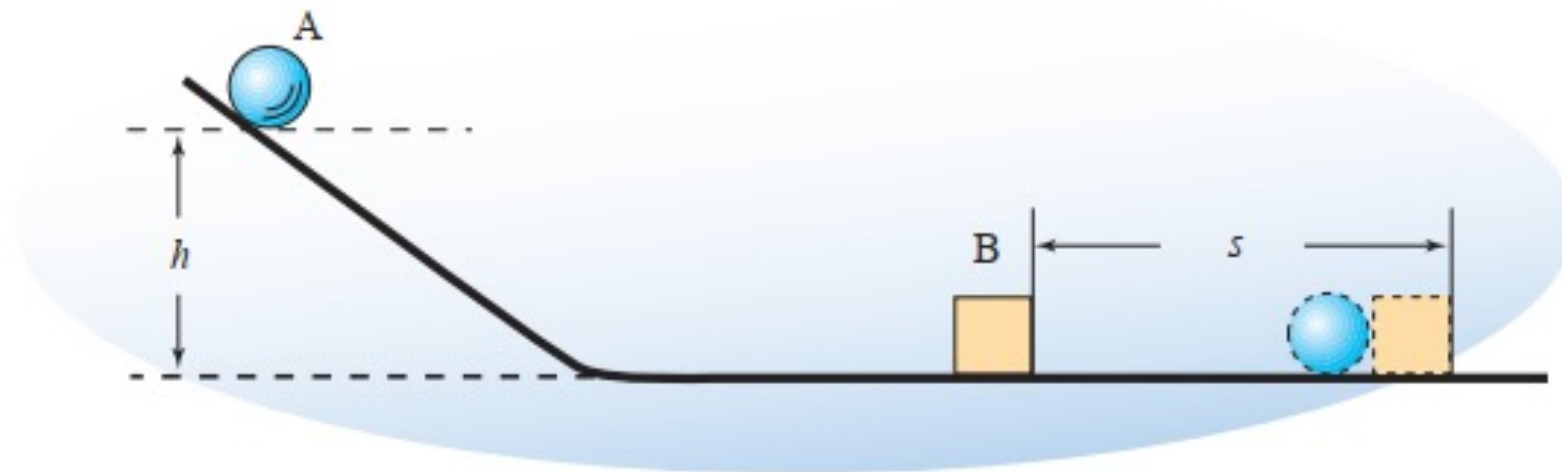
（1）让同一钢球A分别从不同的高度由静止开始滚下，钢球运动到水平面时的快慢一样吗？哪次物体B被推得远。

实验表明，钢球从高处滚下，高度 h 越高，钢球运动到底部时越（快、慢），物体B被推得越远。所以，质量相同时，钢球的速度越大，动能越。

（2）改变钢球的质量，让不同的钢球从同一高度由静止开始滚下。哪个钢球把物体B推得远。

实验表明，速度相同时，质量越大的钢球能将物体B推得越远。所以，钢球的速度相同时，质量越大，动能越。

质量相同的物体，运动的速度越大，它的动能越大；运动速度相同的物体，质量越大，它的动能也越大。



二、机械能

3. 势能分为重力势能和弹性势能。

(1) 重力势能：物体由于被举高而具有的能 $E_p = m \cdot g \cdot h$

(2) 弹性势能：物体由于弹性形变而具有的能量 $E_k = \frac{1}{2} K \cdot X^2$



二、机械能

4. 机械能：动能和势能的统称。

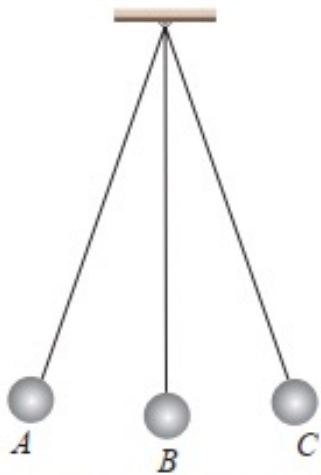
机械能是动能、弹性势能和重力势能的总称。

机械能 = 动能 + 势能， $E_{\text{总}} = E_p + E_k = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} K \cdot X^2$ ，单位是：焦耳；

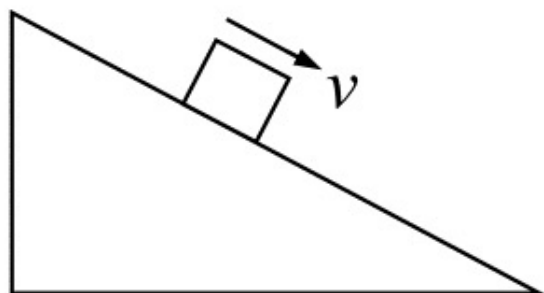
5. 动能和势能之间可以互相转化的。



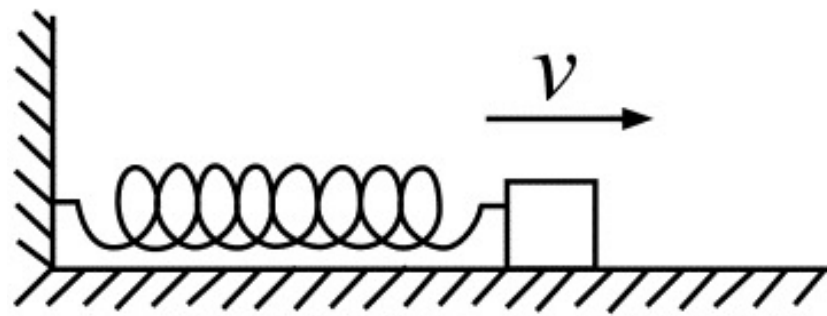
甲 滚摆



乙 小球从A点摆动到C点



甲



乙



二、机械能

6. 机械能守恒定律（核心：没有外力做功）

（1）内容：在只有重力或弹力做功的物体系统内，动能与势能可以相互转化，而总的机械能保持不变，即：

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

（2）守恒条件：只有重力或弹力做功。

（3）守恒条件的几层含义的理解

①物体只受重力，只发生动能和重力势能的相互转化，如自由落体运动、抛体运动等。

②只有弹力做功，只发生动能和弹性势能的相互转化。如在光滑水平面上运动的物体碰到一个弹簧，和弹簧相互作用的过程中，对物体和弹簧组成的系统来说，机械能守恒。

③物体既受重力，又受弹力，重力和弹力都做功，发生动能、弹性势能、重力势能的相互转化。如自由下落的物体落到竖直的弹簧上和弹簧相互作用的过程中，对物体和弹簧组成的系统来说，机械能守恒。



二、机械能

6. 机械能守恒定律（核心：没有外力做功）

（4）机械能守恒的判断

- ①利用机械能的定义判断（直接判断）：若物体的动能、势能均不变，则机械能不变。若一个物体的动能不变、重力势能变化，或重力势能不变、动能变化或动能和重力势能同时增加（减小），其机械能一定变化。
- ②用做功判断：若物体或系统只有重力（或弹簧的弹力）做功，虽受其他力，但其他力不做功，机械能守恒。
- ③用能量转化来判断：若物体或系统中只有动能和势能的相互转化而无机械能与其他形式的能的转化，则物体或系统的机械能守恒。
- ④对多个物体组成的系统，除考虑外力是否只有重力做功外，还要考虑系统内力做功，如有滑动摩擦力做功时，因摩擦生热，系统的机械能将会有损失。



二、机械能

7. 自然界中可供人类大量利用的机械能有风能和水电能。



例10

下列所述的实例中，机械能守恒的是（ ）

- A. 跳伞运动员张开伞后，在空中匀速下降
- B. 斜向上抛出的石子
- C. 飞机在竖直平面内做匀速圆周运动的过程
- D. 光滑水平桌面上匀速运动的木块



例10

【解析】

光滑水平桌面上匀速运动的木块，没有受到摩擦力的影响，机械能守恒；

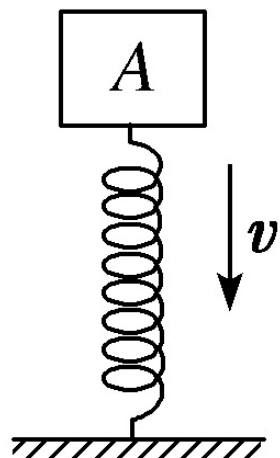
因此，选择D选项。



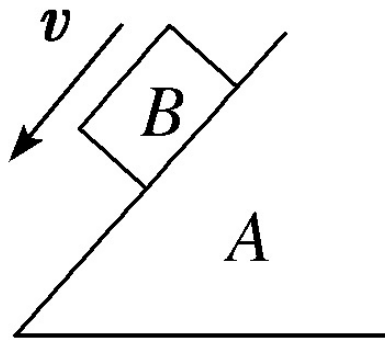
例11（多选）

如图所示，下列关于机械能是否守恒的判断正确的是

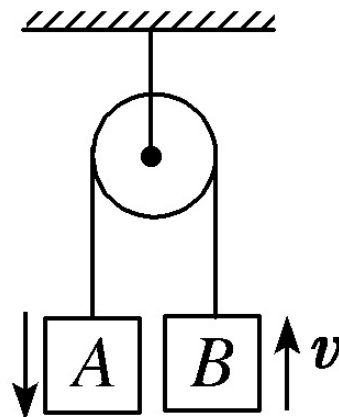
- A. 甲图中，物体A将弹簧压缩的过程中，物体A机械能守恒
- B. 乙图中，斜面体A固定，物体B沿斜面匀速下滑，物体B的机械能守恒
- C. 丙图中，连接A、B的绳子不可伸长，不计任何阻力和定滑轮及绳子的质量时，A加速下落，B加速上升过程中，A、B组成的系统机械能守恒
- D. 丁图中，小球沿水平面做匀速圆锥摆运动时，小球的机械能守恒



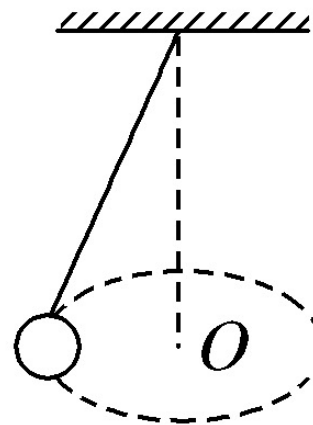
甲



乙



丙



丁



例11（多选）

【解析】

A项：物体A的机械能转化为弹簧的弹性势能，机械能减少，错误；

B项：物体B受到摩擦力做负功，机械能减少，错误；

C项：正确；

D项：正确；

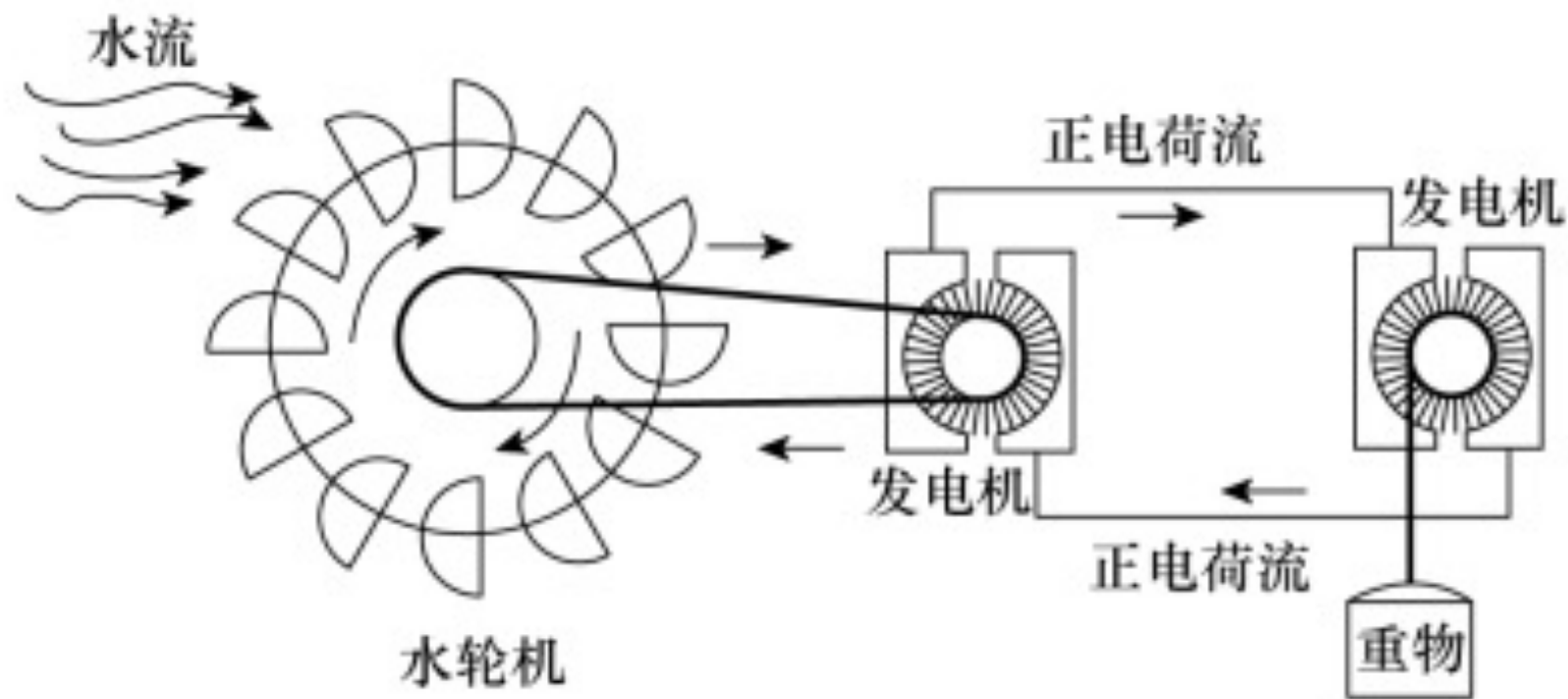
因此，选择CD选项。



例12（2017 上海）

如图所示是将水的机械能经过一系列转化，最终使吊桶提升的一个过程。在这个能量转化的过程中，不存在的情况是（ ）。

- A. 机械能转化成电能
- B. 电能转化成机械能
- C. 机械能转化成内能
- D. 内能转化成机械能



例12（2017 上海）

【解析】

结合题干信息进行分析。

①左边水轮机是把水流的机械能转化为电能；②右边发电机是把电能转化为机械能；③整个过程中水轮机、发电机作业的时候有摩擦，有部分的机械能转化为内能。整个过程中没有内能转化成机械能的情况。

因此，选择D选项。



例13（2021 上海）

现代社会离不开电能，火力发电仍然是目前重要的发电形式之一，它“吃”进的是煤，“吐”的是电，在这个过程中的能量转化是：

- A. 机械能→内能→化学能→电能
- B. 化学能→内能→机械能→电能
- C. 化学能→重力势能→动能→电能
- D. 内能→化学能→机械能→电能



例13（2021 上海）

【解析】

分析原理。

火力发电的基本生产过程是：燃料在燃烧时加热水生成水蒸汽，将燃料的化学能转变成热能，在水蒸气的压力推动下汽轮机旋转，将热能转换成机械能，然后汽轮机带动发电机旋转，将机械能转变成电能。能量的转化过程为：化学能→内能→机械能→电能。

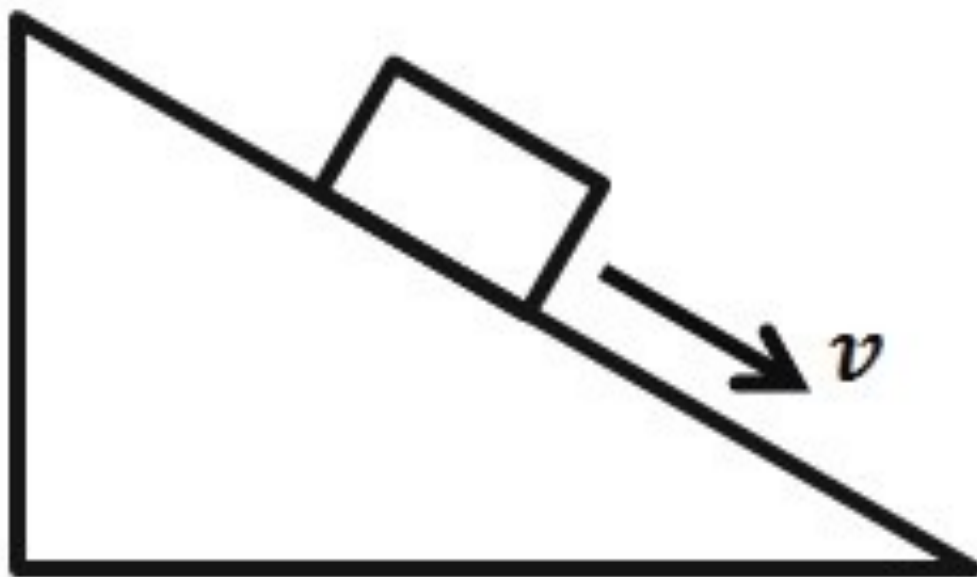
因此，选择B选项。



例14（2016 广东）

如图所示，物体沿斜面匀速滑下时，它的：

- A. 动能增加，重力势能减少，机械能不变
- B. 动能不变，重力势能减少，机械能不变
- C. 动能增加，重力势能不变，机械能减少
- D. 动能不变，重力势能减少，机械能减少



例14（2016 广东）

【解析】

结合选项进行分析。

由于物体的运动速度不变，所以动能不变；高度下降，所以重力势能减小。又因为机械能=动能+重力势能（因不存在弹性势能），所以机械能减小。结合选项，只有D项符合。

因此，选择D选项。



例15（2019 广东）

风能是一种清洁的可再生能源，很早就被人们所利用。下列关于利用风能发电的说法不正确的是：

- A. 风力发电场可以建在海上
- B. 风力发电是将风的动能转换为电能
- C. 风力发电的能量最终来源于太阳能
- D. 风力发电的过程中不会有能量的损失



例15（2019 广东）

【解析】

分析原理。

风力发电的过程就是把风能转化为电能，但是不可能完全转化，总有熵值，现在转化的效率还很低，一般能量转化的效率介于10%到20%之间，其余的能量都会损失，只有D项不符合。

因此，选择D选项。



例16（2016 山东）

下列与电有关的说法正确的是：

- A. 电风扇将电能全部转化为机械能
- B. 保险丝串联接入才能起到保护电路的作用
- C. 为城市输电的高压输电线电压为220伏
- D. 能使电笔发亮的插口连接的是零线



例16（2016 山东）

【解析】

A项：电风扇在工作时，大部分电能转化为机械能，同时由于线圈电阻，不可避免的有一部分电能会转化为热能。

B项：串联是将电路元件逐个顺次首尾相连接的电路连接方式，如果某一处断开，整个电路上的电器都将停止工作。保险丝会在电流异常升高到一定的高度和热度时，自身熔断切断电流，从而起到保护电路安全运行的作用。故串联接入保险丝更有助于保护电路安全。

C项：城市电网一般由110—220千伏电压的送电网、35—110千伏的高压配电网和10千伏及以下的配电网3层电网组成。不同城市电网的高压输电线电压各不相同。

D项：照明电路里的两根电线，一根是对地电压为220V的火线，另一根是对地电压为零的零线。火线用电笔测试时会发光，零线则不会。

因此，选择B选项。



二、机械能

8. 机械效率：有用功跟总功的比值叫机械效率。

计算公式：

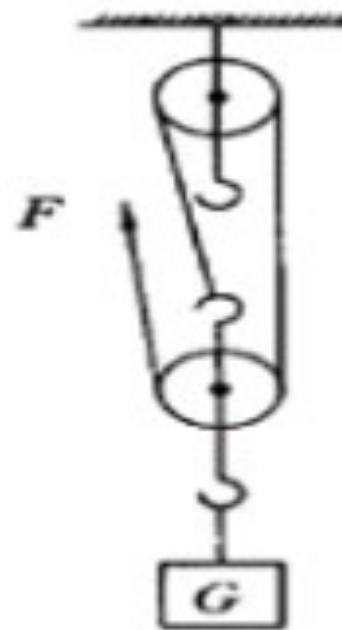
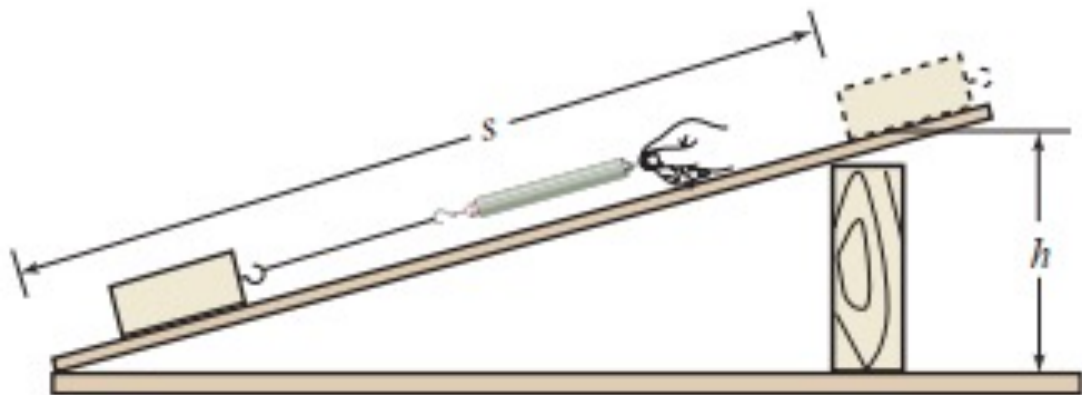
$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$$



例17

在斜面上拉一个重 4.5N 的物体到高处，沿斜面向上的拉力为 1.8N ，斜面长 1.2m 、高 0.3m 。把重物直接提升 h 所做的功作为有用功，求这个斜面的机械效率是多少？

备注：在计算滑轮重量的题目中，动滑轮效率比定滑轮低。



例17

【解析】

根据： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot l}$ ，代入数据有：

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot l} = \frac{4.5 \times 0.3}{1.8 \times 1.2} = 62.5\%$$



例18（2011 上海）

蹦极是勇敢者的运动。运动员从高处向下跳，落至最低点后被腿上绷紧的橡筋向上拉，然后在空中上上下下运动数次最后停止。若不计空气阻力，运动员从高处跳下到最低点的过程中，速度最大的时刻在：

- A. 橡筋刚开始拉直时
- B. 橡筋拉力与人体重量相等时
- C. 橡筋拉伸至最长时
- D. 橡筋拉伸至最大长度的一半时



例18（2011 上海）

【解析】

分析运动状态。

- ①在下降高度小于绳子长度之前，运动员做自由落体运动，加速度为 $g=9.8$ ；
 - ②绳子开始拉伸，运动员收到绳子的拉力，拉力小于重力，速度继续增加，但是加速度逐渐变小，当绳子的拉力等于运动员重力时，速度增加到最大；
 - ③绳子拉力大于运动员的重力，开始做减速运动，直至最低点。
- 结合上述过程，B项符合。

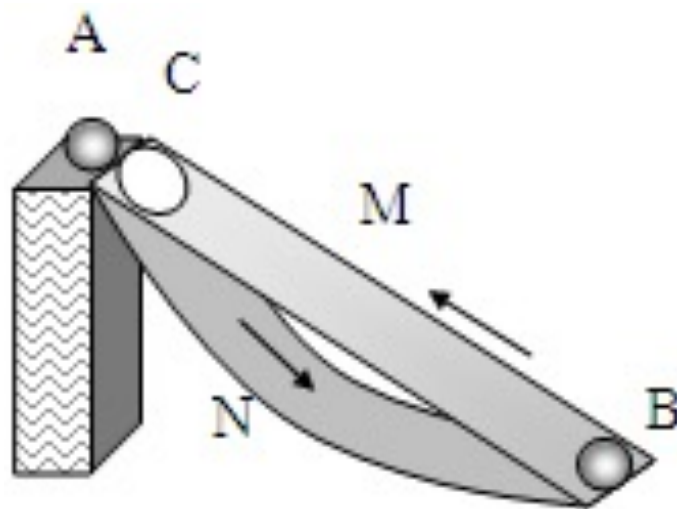
因此，选择B选项。



例19（2016 上海）

如图所示为某人设计的一种机器，原理是这样的：在立柱上放一个强力磁铁A，两槽M和N靠在立柱旁。上槽M上端有一个小孔C，下槽N弯曲。如果在B处放一小铁球，它就会在强磁力作用下向上滚，滚到C时从小孔下落沿N回到B，开始往复运动，从而进行“永恒的运动”。关于这种机器，下列说法正确的是（ ）

- A. 这种机器可以永恒运动，说明了永动机可以制造
- B. 这种机器是可以制造的，并且小球在下滑时能源源不断地对外做功
- C. 这种机器不能永恒运动，如果小球能从静止加速上升到C的话，它就不可能从C加速下滑到B，并再次从B回到C
- D. 这种机器不能永恒运动，关键是因为摩擦阻力太大，要消耗能量



例19（2016 上海）

【解析】

结合选项进行分析。

能量守恒定律：能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为其他形式，或者从一个物体转移到另一个物体，在转化或转移的过程中，能量的总量保持不变。而题干中设计的这种机器中，小球的运动会造成能量的损耗，所以不可能一直运动下去，因此这种机器的设计违背了能量守恒定律，是不可能制造成功的，排除A、B项。如果小球能从静止加速上升到C的话，说明这种机器产生的摩擦阻力并不大，不足以阻碍小球的运动，而强磁力的作用一直存在，那么小球就不可能从C加速下滑到B，排除D项。

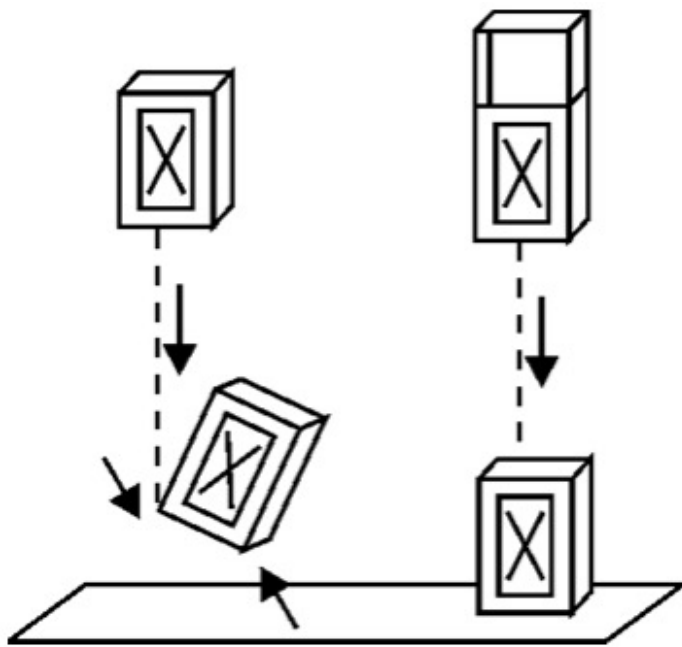
因此，选择C选项。



例20（2014 上海）

如图所示，火柴盒从空中某一高度下落，它与地面相碰后便倒下。如果将盒芯向上抽出一些，再让它从这个高度下落，发现它能稳稳地站立在地面上，几乎不发生弹跳。关于这个小实验现象的解释不合理的是（ ）。

- A. 落地时外盒对盒芯的摩擦力向上、使盒芯减速所以不发生弹跳
- B. 落地时盒芯对外盒的摩擦力向下、阻止其向上跳起
- C. 盒芯向上抽出一些后，落地的动量减小，受力就会减小，因此可平稳落地
- D. 盒芯向上抽出一些后，落地要克服摩擦力做功，机械能减少，所以不易反弹



例20（2014 上海）

【解析】

分析下落过程。

火柴盒盒芯向上抽起时，落地时盒芯相对于外盒向下运动，盒芯给外盒向下的摩擦力，外盒受到盒芯向下的摩擦力，阻碍外盒向上弹起，同时摩擦力做功，减少了机械能。火柴盒是否能平稳落地关键是盒芯与外壳受力方向和大小的影响，与盒芯动量变化无关，故C项错误。

因此，选择C选项。

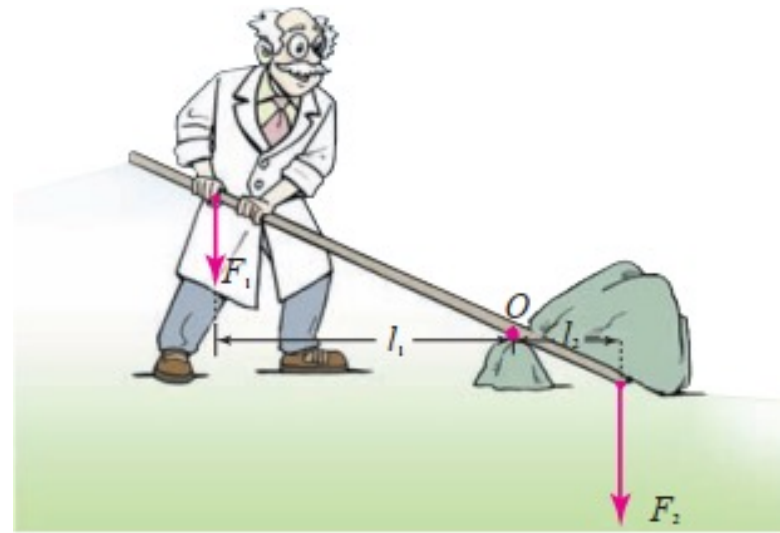


第十九节 简单机械



一、杠杆

1. 杠杆：一根在力的作用下能绕着固定点转动的硬棒就叫杠杆。
2. 什么是支点、动力、阻力、动力臂、阻力臂？
 - (1) 支点：杠杆绕着转动的点(O)
 - (2) 动力：使杠杆转动的力(F_1)
 - (3) 阻力：阻碍杠杆转动的力(F_2)
 - (4) 动力臂：从支点到动力的作用线的距离 (L_1)
 - (5) 阻力臂：从支点到阻力作用线的距离 (L_2)



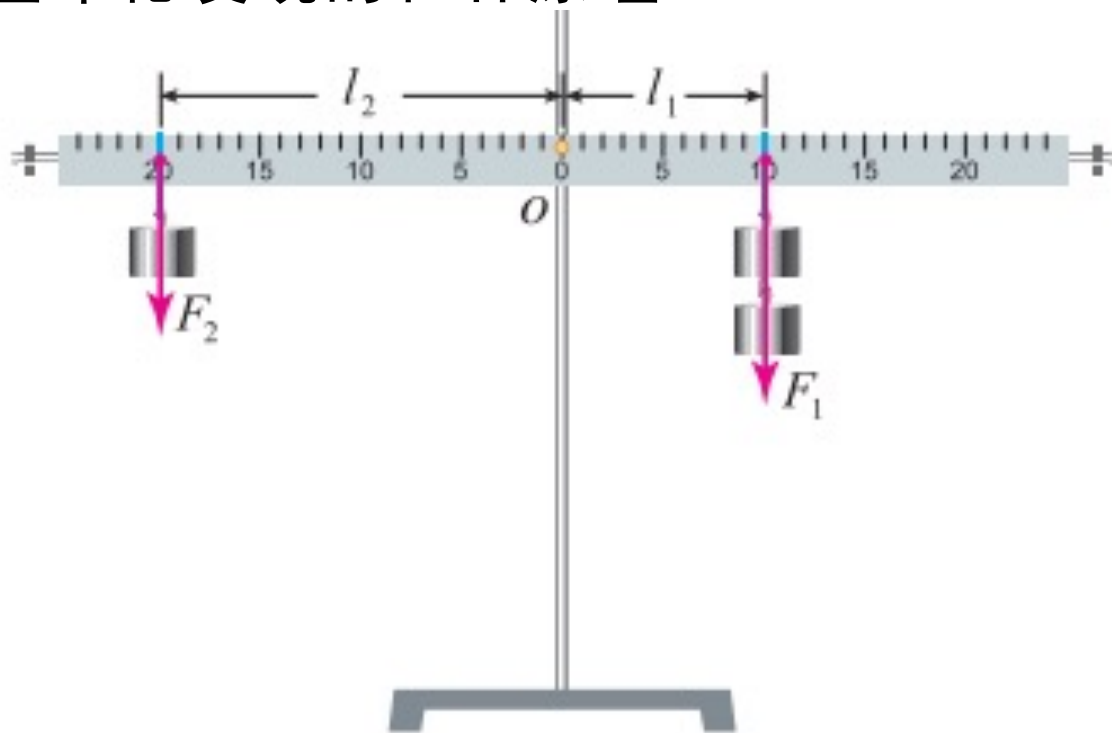
一、杠杆

3. 杠杆平衡的条件：

动力×动力臂=阻力×阻力臂；

$$F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$$

这个平衡条件也就是阿基米德发现的杠杆原理。



一、杠杆

4. 三种杠杆：

(1) 省力杠杆： $L_1 > L_2$ ，平衡时 $F_1 < F_2$ 。特点是省力，但费距离。
(如剪铁剪刀，指甲钳，起子)



(2) 费力杠杆： $L_1 < L_2$ ，平衡时 $F_1 > F_2$ 。特点是费力，但省距离。
(如钓鱼杆，理发剪刀等)



(3) 等臂杠杆： $L_1 = L_2$ ，平衡时 $F_1 = F_2$ 。特点是既不省力，也不费力。
(如：天平)



三种杠杆的特性总结

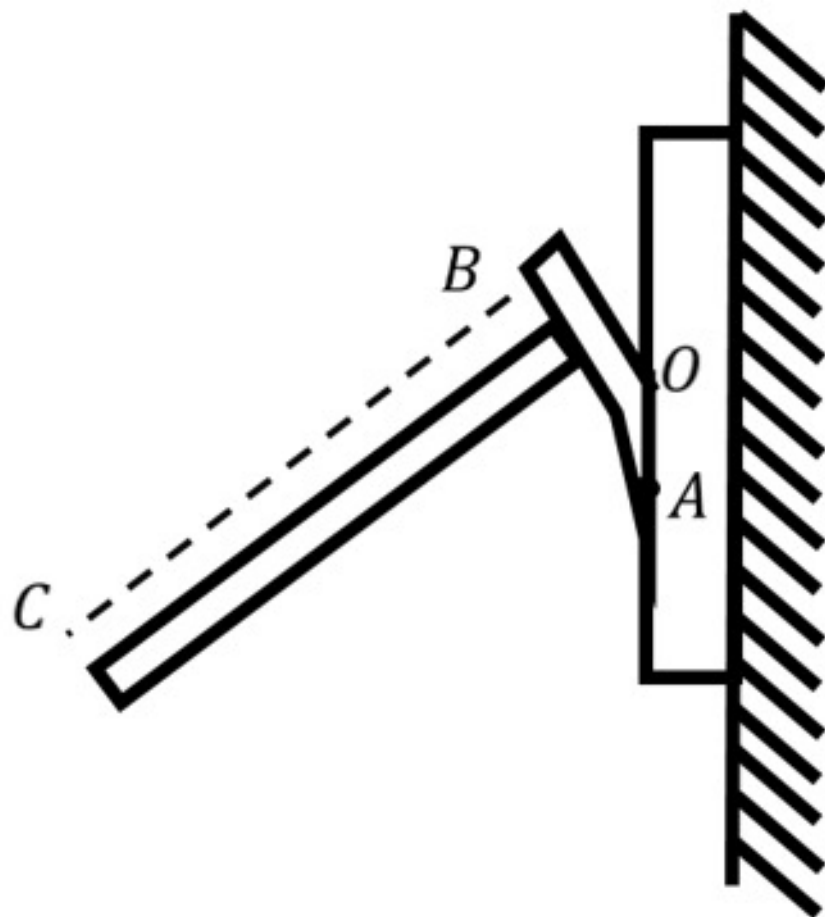
杠杆类型	杠杆特点	杠杆优点	杠杆缺点	应用
省力杠杆	$L_1 > L_2$; $F_1 < F_2$	省力	费距离	撬棒、铡刀、动滑轮、羊角锤、手推车等;
	(动力 < 阻力)			
费力杠杆	$L_1 < L_2$; $F_1 > F_2$	费力	省距离	起重机的前臂、理发剪刀、钓鱼竿等;
	(动力 > 阻力)			
等臂杠杆	$L_1 = L_2$; $F_1 = F_2$	既不省力也不费力		天平、定滑轮等;
	(动力 = 阻力)			



例21（2019 广东）

下图是具有起钉功能的锤子，要使锤子起钉时更省力，最科学的做法是（ ）。

- A. 适当延长把手BC的长度
- B. 适当延长起钉部位OA的长度
- C. 增加锤子的重量
- D. 增加把手的重量



例21（2019 广东）

【解析】

分析原理。

适当延长把手BC的长度，使动力臂远大于阻力臂，起到省力的作用。

因此，选择A选项。



例22（2019 广东）

日常生活中的一些简单器械都应用了杠杆原理，根据使用杠杆时的用力情况，杠杆可以分为省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆。拾取垃圾使用的钳子（图1）和修剪树枝用的剪刀（图2），这两者的杠杆类型（ ）。

- A. 一样，都是省力杠杆
- B. 一样，都是费力杠杆
- C. 不一样，前者是费力杠杆，后者是省力杠杆
- D. 不一样，前者是省力杠杆，后者是费力杠杆

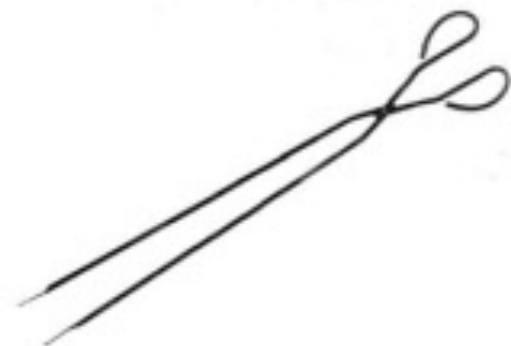


图1



图2



例22（2019 广东）

【解析】

分析原理。

根据力学上的杠杆原理，为了增加拾取垃圾不用弯腰，所以钳头长于钳柄，是费力杠杆；为了减轻使用者操作时所用的力气，通常都是使剪刀柄长于剪刀头，这样可以用较小的力获得较强的力，达到使用要求。

因此，选择C选项。



例23

我国古代劳动人民用智慧创造出很多实用工具，如图所示的四个场景中所用工具属于费力杠杆的是（ ）

A. 推石磨转动



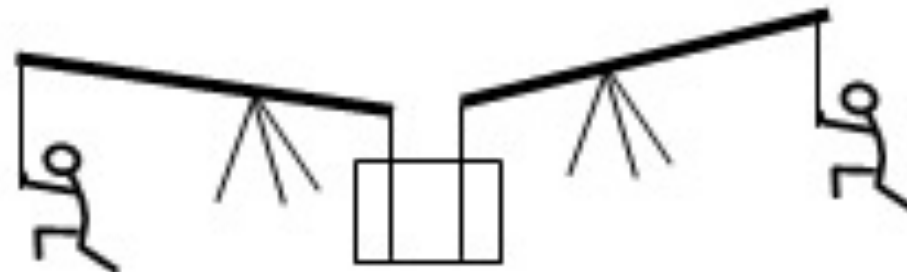
B. 按压杠杆榨油



C. 踩踏板舂米



D. 拉木棒搬石



例23

【解析】

- A. 推石磨转动时，动力臂大于阻力臂，则该工具是省力杠杆，故A错误；
- B. 按压杠杆榨油时，动力臂大于阻力臂，则该工具是省力杠杆，故B错误；
- C. 由图知，踩踏板舂米时，支点在靠近踏板这一侧，动力臂小于阻力臂，则该工具为费力杠杆，故C正确；
- D. 拉木棒搬石时，动力臂大于阻力臂，则该工具是省力杠杆，故D错误。

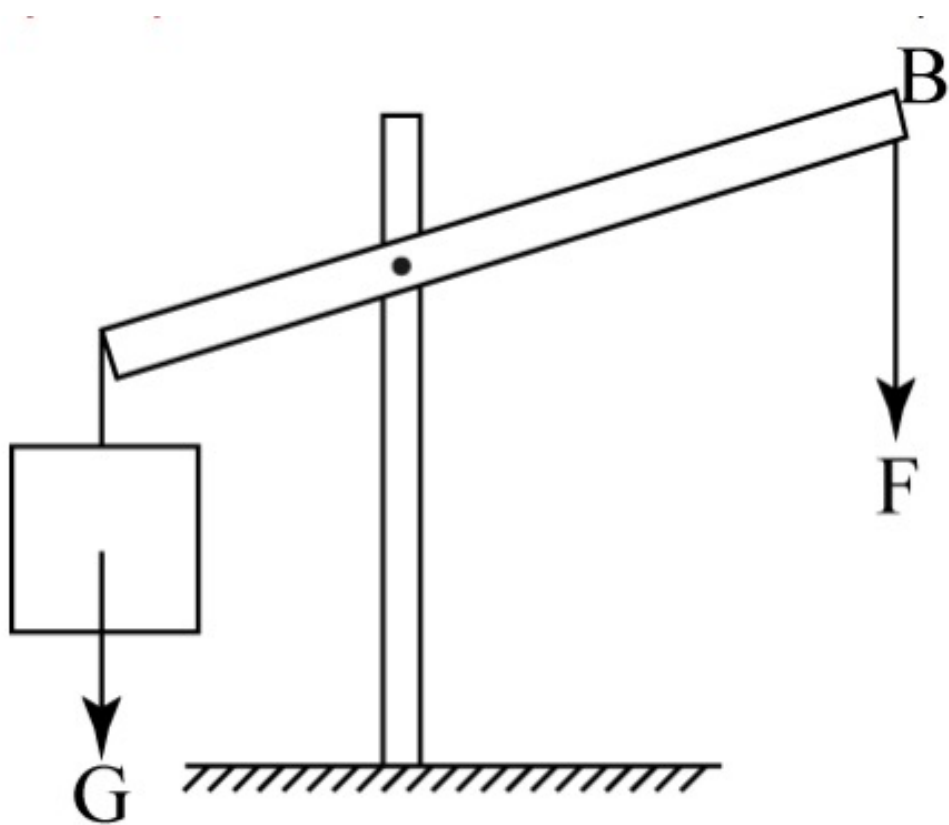
因此，选择C选项。



例24（2018 广东）

用如图所示的杠杆提升物体。从B点垂直向下用力，在将物体匀速提升到一定高度的过程中，用力的大小将（ ）。

- A. 保持不变
- B. 逐渐变小
- C. 逐渐变大
- D. 先变大，后变小



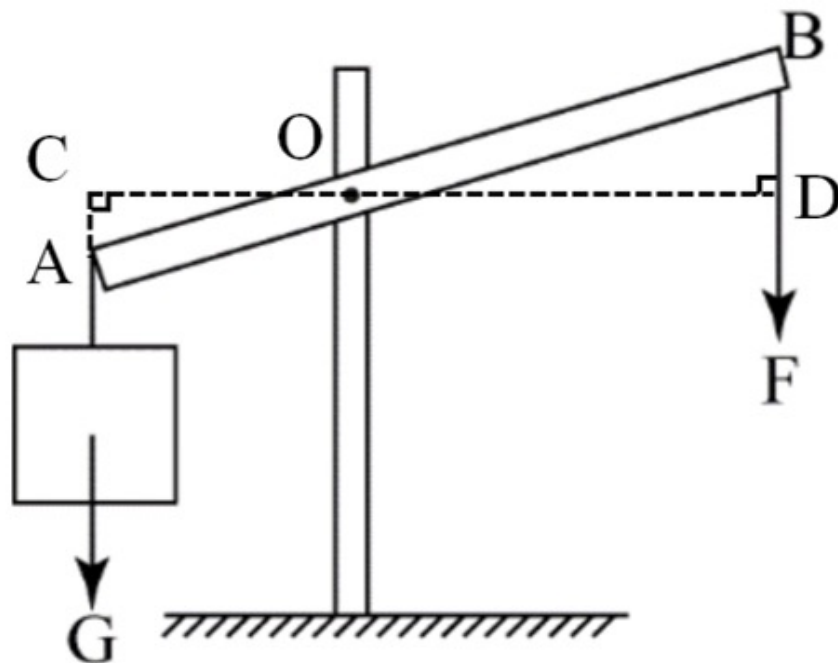
例24（2018 广东）

【解析】

分析杠杆支点两侧的动力臂和阻力臂。

在重物升高的过程中，由力臂的变化关系可得出力 F 的变化。物体匀速提升过程中杠杆处于平衡状态，如下图所示， $\triangle AOC \sim \triangle BOD$ ，所以 $OD : OC = OB : OA$ ，由于 OB 和 OA 的长度是不变的，所以力臂 OD 与 OC 的比值也是不变的。根据杠杆的平衡条件可得 $F : G = OC : OD$ ，由于重力 G 不变，所以力 F 的大小也保持不变。故不论杆怎样变换位置， F 都是不变的。

因此，选择A选项。



二、滑轮

1. 定滑轮及其特点：不省力，但能改变动力的方向。（实质是个等臂杠杆）
2. 动滑轮及其特点：省一半力，但不能改变动力方向，要费距离。（实质是动力臂为阻力臂二倍的杠杆）



机械效率

3. 机械效率：有用功跟总功的比值

简单机械	有用功	总功	额外功	机械效率
杠杆	$W_{\text{有}} = G \cdot h$	$W_{\text{总}} = F \cdot S$	$W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有}}$	$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot S}$
滑轮组	$W_{\text{有}} = G \cdot h$	$W_{\text{总}} = F \cdot S$	$W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有}}$	$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot S} = \frac{G \cdot h}{n \cdot F \cdot h} = \frac{G}{n \cdot F}$
		$W_{\text{总}} = G_{\text{物}} h_{\text{物}} + G_{\text{滑}} h_{\text{滑}}$ (不计绳重和摩擦)	$W_{\text{额}} = G_{\text{滑}} h_{\text{滑}}$	$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{G \cdot h + G_{\text{动}} \cdot h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}}$
斜面	$W_{\text{有}} = G \cdot h$	$W_{\text{总}} = F \cdot l$	$W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有}}$	$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot l}$
		$W_{\text{总}} = G \cdot h + f \cdot l$ (f摩擦为摩擦力)	$W_{\text{额}} = f \cdot l$ (f摩擦为摩擦力)	$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{G \cdot h + f \cdot l}$



二、滑轮

4. 滑轮组

生活中既希望能够改变力的方向，又希望能够省力，则通常应用滑轮组。滑轮组能省多少力，关键是观察有多少根绳子拴在动滑轮身上，与定滑轮无关。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。



例25

下图哪组滑轮最省力？

图1

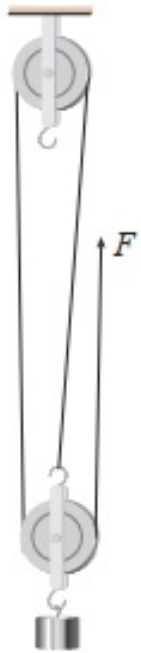


图2

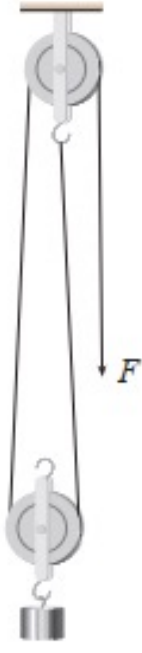
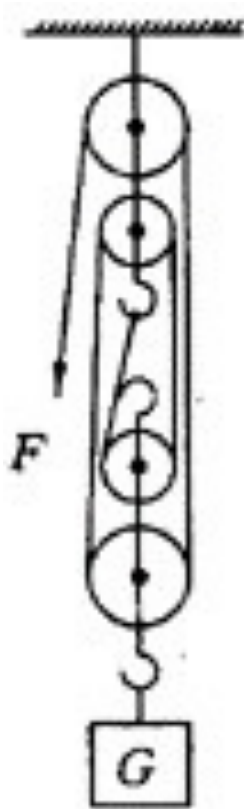


图3

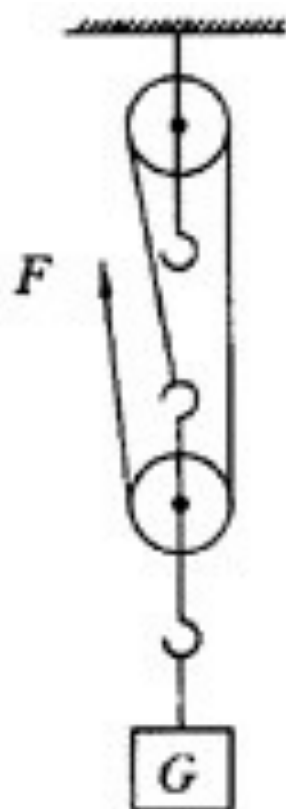


例26

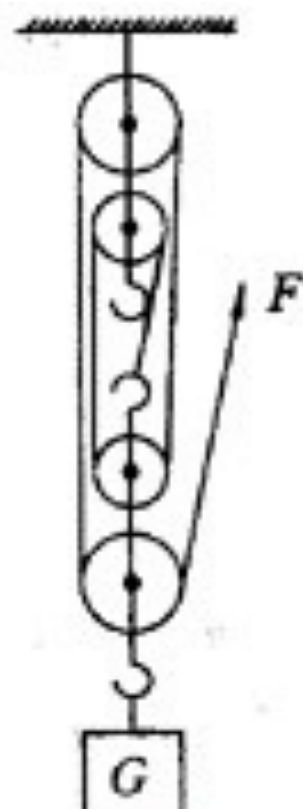
下图各组滑轮中的F分别是多少？



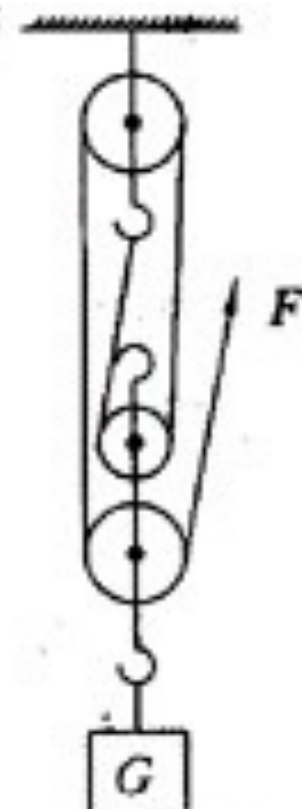
$$F = \frac{1}{4} G$$



$$F = \frac{1}{3} G$$



$$F = \frac{1}{5} G$$

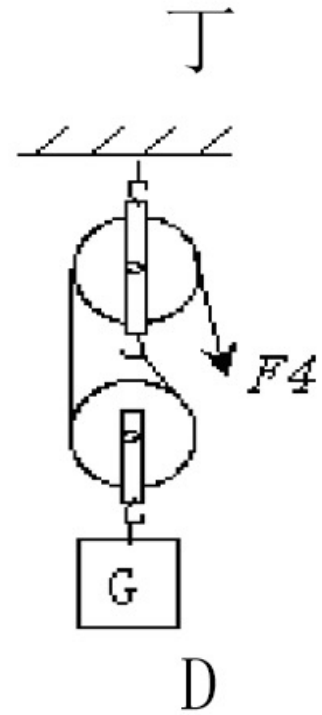
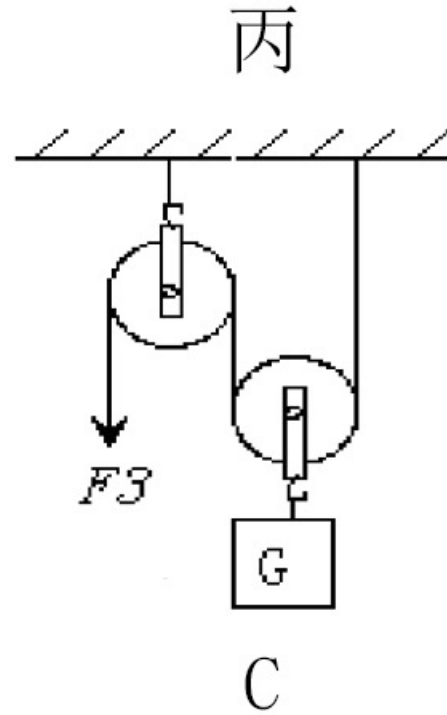
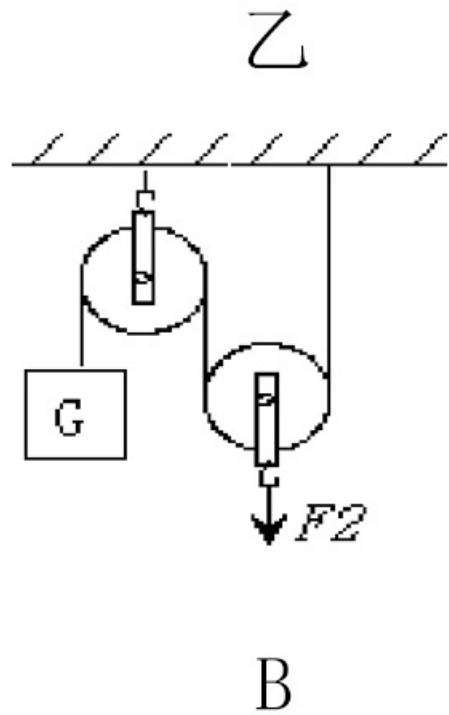
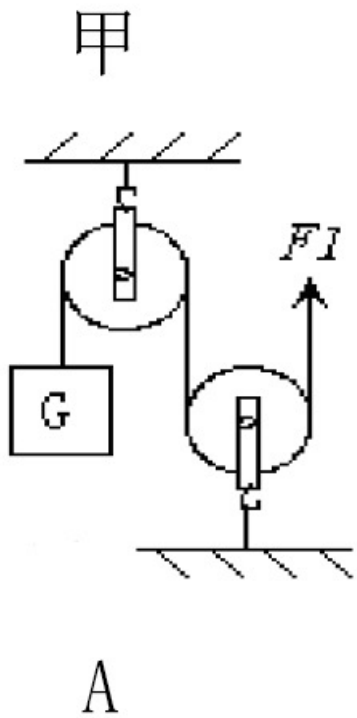


$$F = \frac{1}{4} G$$



例27

用如图甲乙丙丁所示的装置来提升重物 G 。若摩擦力和动滑轮重都不计。那么，最费力的是（ ）。



例27

【解析】

甲：图中是两个定滑轮，不省力， $F_1=G$ ；

乙：图中一个定滑轮一个动滑轮，拉力作用在动滑轮轴上，所以， $F_2=2G$ ；

丙：图中一个定滑轮一个动滑轮，承担物体重力的绳子股数是2，拉力作用在绳子自由端，所以， $F_3=1/2G$ ；

丁：图中一个定滑轮一个动滑轮，承担物体重力的绳子股数是2，拉力作用在绳子自由端， $F_4=1/2G$ ；

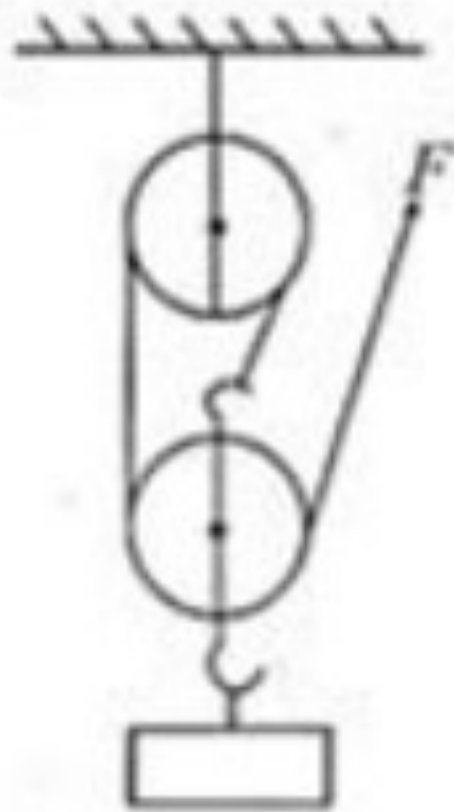
因此，选择B选项。



例28

用如下图所示滑轮组匀速提升物体，一直物体所受重力为 200N ，动滑轮所受重力为 40N ，则拉力和滑轮组的效率是（ ）。

- A. 120N ， 83%
- B. 80N ， 83%
- C. 80N ， 100%
- D. 120N ， 100%



例28

【解析】

由图可知， $n=3$ ，不计绳重和摩擦，根据 $F = \frac{1}{n} \cdot (G_B + G_{\text{动}})$ 可得， $F=80\text{N}$ ，

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot S} = \frac{G \cdot h}{3F \cdot h} = \frac{G}{3F} = \frac{200}{240} \approx 83\%$$

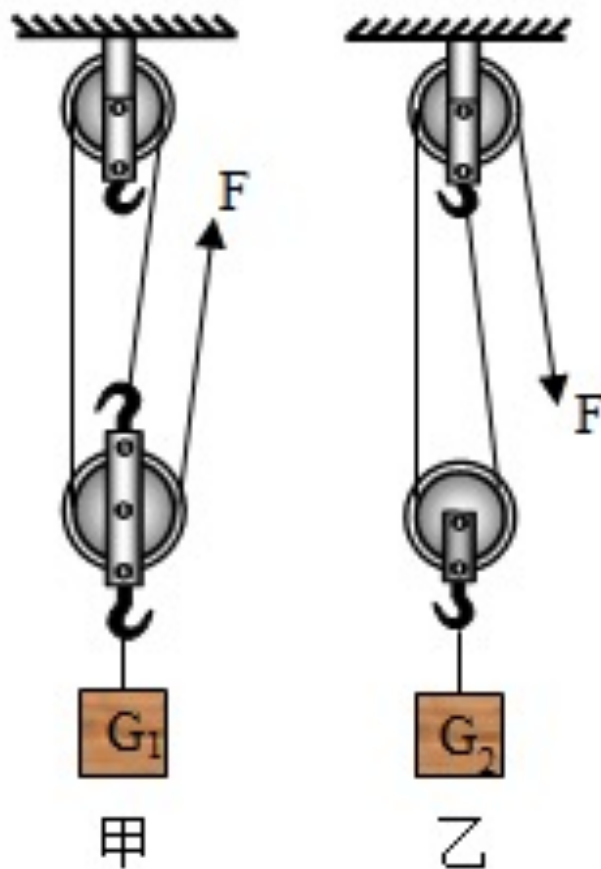
因此，选择B选项。



例29

如图，用相同滑轮组装成甲、乙两种装置，用相等拉力 F 分别匀速提升重为 $G_1=56\text{N}$ 、 $G_2=36\text{N}$ 的两个物体，不计绳重和摩擦，则每个动滑轮的重力为（ ）

- A. 2N
- B. 4N
- C. 8N
- D. 10N



例29

【解析】

由图甲可知， $n=3$ ，不计绳重和摩擦，根据 $F = \frac{1}{n} \cdot (G_B + G_{\text{动}})$ 可得， $G_{\text{动}} = 3F - G_1$ ，

①由图乙可知， $n=2$ ，不计绳子和摩擦，根据 $F = \frac{1}{n} \cdot (G_B + G_{\text{动}})$ 可得， $G_{\text{动}} = 2F - G_2$ ，

② $3F - G_1 = 2F - G_2$ ，代入数据， $F = G_1 - G_2 = 56\text{N} - 36\text{N} = 20\text{N}$ ，可得： $G_{\text{动}} = 4\text{N}$

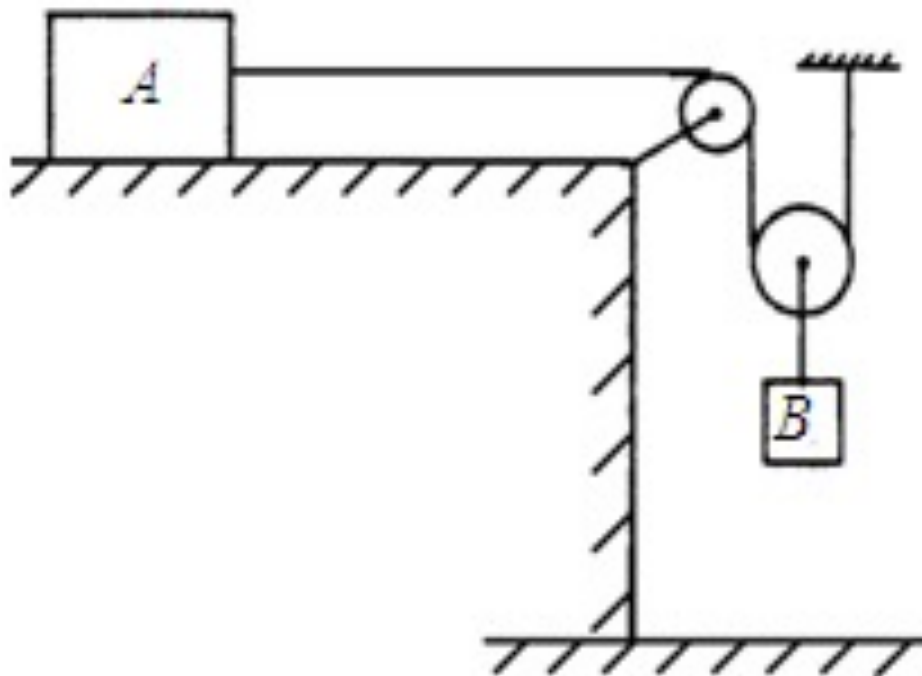
因此，选择B选项。



例30

如图，A物体重力为100N，B物体重力为30N，此时A物体恰好向右做匀速直线运动，A物体受到的滑动摩擦力为其重力的0.2倍，下列说法正确的是（不计绳重和摩擦）（ ）

- A. A受到的绳子的拉力为30N
- B. 若将A匀速向左拉动，则需要给A施加一个水平向左的20N的拉力
- C. 若将B的重力增加一倍，则A受到的摩擦力也增加一倍
- D. 动滑轮的重力为10N



例30

【解析】

- A. A受到的绳子的拉力： $F=f=0.2 \times 100\text{N}=20\text{N}$ ；故A错误；
- B. 若把A匀速向左拉动，A受到向左的拉力和向右的拉力、摩擦力作用，由于A匀速运动，故向左的拉力等于向右的作用力的合力；又因为接触面的粗糙程度和压力均不变，故摩擦力不变，则拉力为 $20\text{N}+20\text{N}=40\text{N}$ ，故B错误。
- C. 若把B的重增加一倍，但A与地面的粗糙程度不变，压力也不变，因此A受到的摩擦力也不会改变，故C错误；
- D. 由 $F=\frac{1}{2}(G_B+G_{\text{动}})$ 可得，动滑轮的重力： $G_{\text{动}}=2F-G_B=2 \times 20-30=10\text{N}$ ；故D正确。

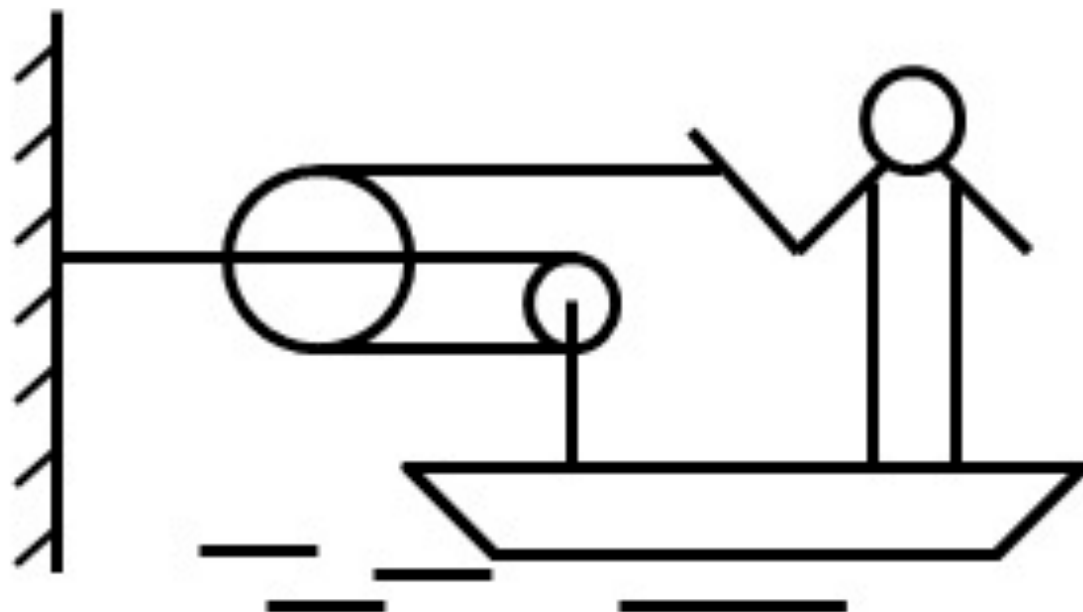
因此，选择D选项。



例31（2016 上海）

如图，质量为 65kg 的小李站在重为 3000N 的铁皮船上，船体与陆地上的树木之间用滑轮组连接，小李用 60N 的拉力拉绳子（质量忽略不计）时，船体向前匀速移动，那么船在水中受到的阻力为（ ） N 。

- A. 39
- B. 60
- C. 120
- D. 180



例31（2016 上海）

【解析】

题干中为一个定滑轮和一个动滑轮组成的滑轮组，同一滑轮组中绳子的拉力相等。对船和人组成的整体进行水平方向受力分析；

因为船在水中匀速前进，所以在水平方向上受力平衡，故 $F_{\text{拉}} = F_{\text{阻}}$ 。由题图可知，滑轮组有3根绳子与船和人组成的整体连接，根据滑轮组的受力特点，可得： $F_{\text{拉}} = 3 \times F_{\text{绳}} = 3 \times 60 = 180 \text{ (N)}$ ，故 $F_{\text{阻}} = 180 \text{ N}$ 。

因此，选择D选项。



课程到此结束，谢谢大家！
如有疑问，请添加我的微信：
87228835

