

必考内容

必修2、选修3-5

## 第五章 能量和动量

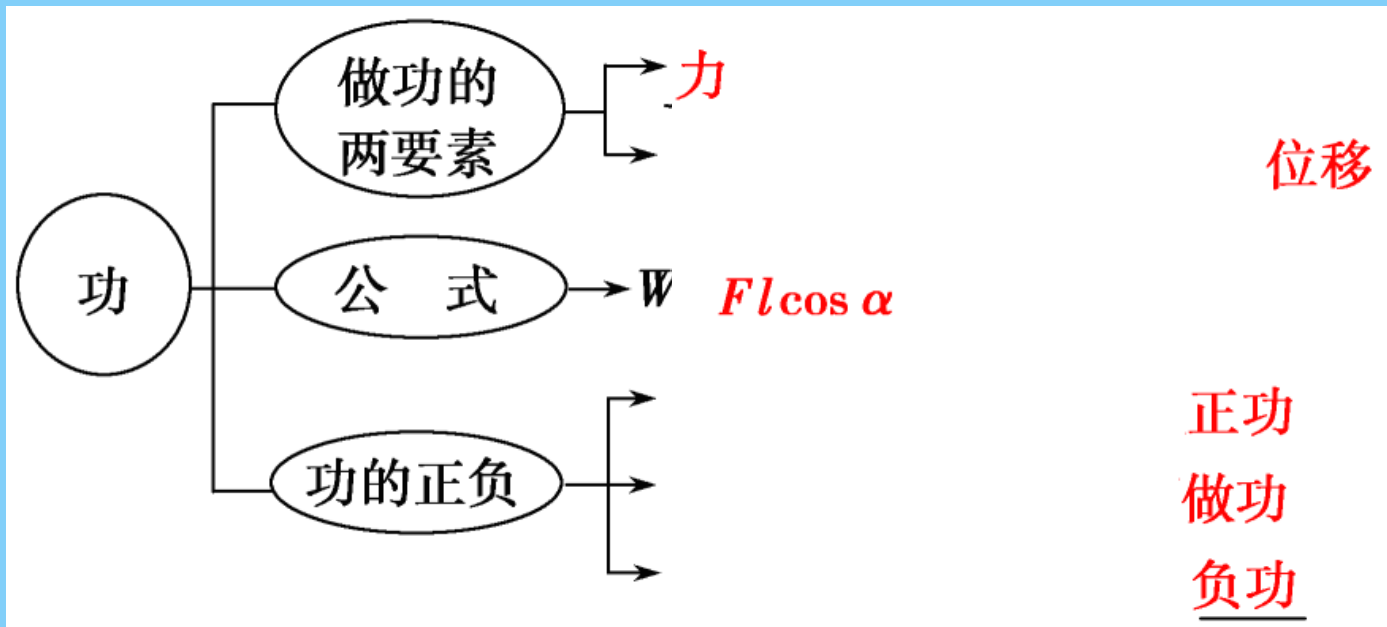
# •第1课时 功和功率

## 【高考导航】

考点考级	命题点	考查频率
• 功分析与计算(II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 命题点1: 正、负功判断</li> <li>• 命题点2: 恒力做功计算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 课标卷 II, 14</li> <li>• 课标卷 II, 21</li> <li>• 课标卷 II, 16</li> </ul>
• 功率了解与计算(II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 命题点1: 平均功率计算</li> <li>• 命题点2: 瞬时功率计算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 课标卷 I, 21</li> </ul>
• 机车两种开启模型(II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 命题点1: 以恒定功率开启</li> <li>• 命题点2: 以恒定加速度开启</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 课标卷 II, 17</li> </ul>

## •考点一 功分析与计算(高频23)

### 知识梳理



## [诊断小练]

(1)只要物体受力且发生位移，则力对物体一定做功。( )

(2)如果一个力阻碍了物体的运动，则这个力一定对物体做负功。( )

(3)摩擦力可能对物体做正功、负功，也可能不做功。( )

(4)作用力做正功时，反作用力一定做负功。( )

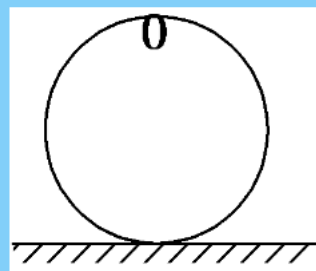
**【答案】** (1)× (2)√ (3)√ (4)×

## 命题突破

### 命题点 1 正、负功的判断

1. (2017·课标卷 II, 14)如图, 一光滑大圆环固定在桌面上, 环面位于竖直平面内, 在大圆环上套着一个小环. 小环由大圆环的最高点从静止开始下滑, 在小环下滑的过程中, 大圆环对它的作用力 ( )

- A. 一直不做功
- B. 一直做正功
- C. 始终指向大圆环圆心
- D. 始终背离大圆环圆心

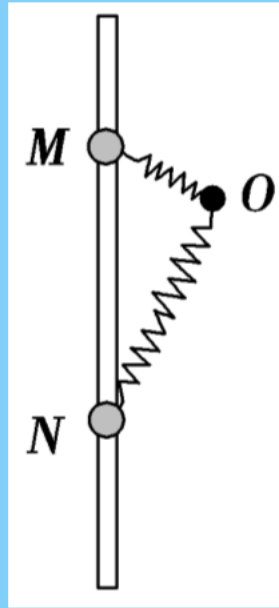


**【解析】** 光滑大圆环对小环只有弹力作用。弹力方向沿大圆环的半径方向(下滑过程先背离圆心,后指向圆心),与小环的速度方向始终垂直,不做功。故选 A.

**【答案】** A

2. (2016·课标卷 II, 21)如图, 小球套在光滑的竖直杆上, 轻弹簧一端固定于  $O$  点, 另一端与小球相连. 现将小球从  $M$  点由静止释放, 它在下降的过程中经过了  $N$  点. 已知在  $M$ 、 $N$  两点处, 弹簧对小球的弹力大小相等, 且  $\angle ONM < \angle OMN < \frac{\pi}{2}$ . 在小球从  $M$  点运动到  $N$  点的过程中, ( )





- A. 弹力对小球先做正功后做负功
- B. 有两个时刻小球的加速度等于重力加速度
- C. 弹簧长度最短时，弹力对小球做功的功率为零
- D. 小球到达  $N$  点时的动能等于其在  $M$ 、 $N$  两点的重力势能差

**【解析】** 由  $M$  和  $N$  两点处弹簧对小球的弹力大小相等，且  $\angle ONM < \angle OMN < \frac{\pi}{2}$  知  $M$  处的弹簧处于压缩状态， $N$  处的弹簧处于伸长状态，则弹簧的弹力对小球先做负功后做正功，再做负功，选项 A 错误。当弹簧水平时，竖直方向的力只有重力，加速度为  $g$ ；当弹簧恢复原长，竖直方向的合外力为  $mg$  时，加速度也为  $g$ ，则有两个时刻的加速度大小等于  $g$ ，选项 B 正确；弹簧长度最短时，即弹簧水平，弹力与速度垂直，则做功的功率为零，选项 C 正确；由  $M \rightarrow N$  的动能定理  $W_{Fk} + W_G = \Delta E_k$ ，知  $M$  和  $N$  两点处弹簧对小球的弹力大小相等，则由弹力做功特点知  $W_{Fk} = 0$ ，即  $W_G = \Delta E_k$ ，选项 D 正确。

**【答案】** BCD

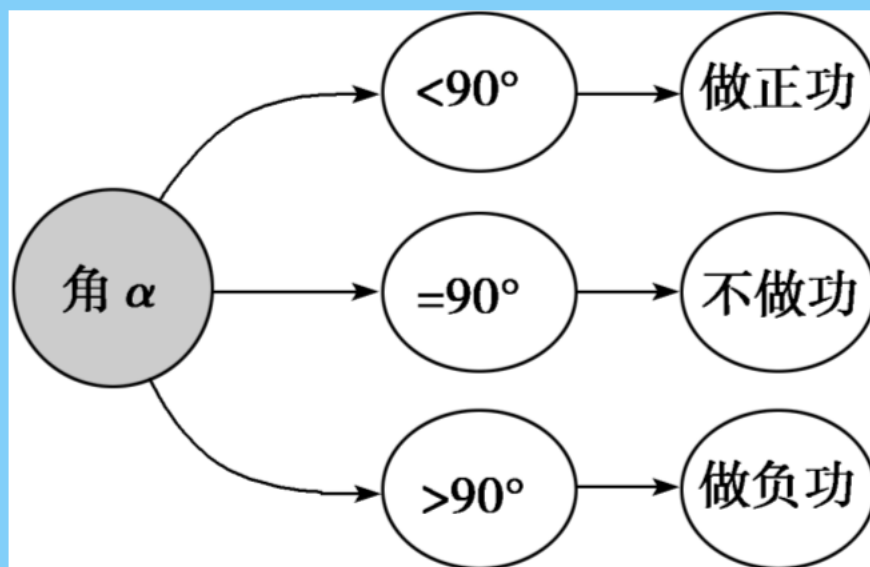


## 判断力是否做功及做功正负的方法

(1)看力  $F$  的方向与位移  $l$  的方向间的夹角  $\alpha$ ——常用于恒力做功的情形。

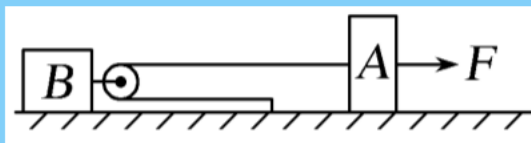
(2)看力  $F$  的方向与速度  $v$  的方向间的夹角  $\alpha$ ——常用于曲线运动的情形。

(3)根据动能的变化：动能定理描述了合外力做功与动能变化的关系，即  $W_{\text{合}} = E_{\text{k末}} - E_{\text{k初}}$ ，当动能增加时合外力做正功；当动能减少时，合外力做负功。



## 命题点 2 恒力做功的计算

3. (2016·海南卷, 13)水平地面上有质量分别为  $m$  和  $4m$  的物块  $A$  和  $B$ , 两者与地面的动摩擦因数均为  $\mu$ . 细绳的一端固定, 另一端跨过轻质动滑轮与  $A$  相连, 动滑轮与  $B$  相连, 如图所示. 初始时, 绳处于水平拉直状态. 若物块  $A$  在水平向右的恒力  $F$  作用下向右移动了距离  $s$ , 重力加速度大小为  $g$ . 求:



- (1)物块  $B$  克服摩擦力所做的功;
- (2)物块  $A$ 、 $B$  的加速度大小.

**【解析】** (1)物块  $A$  移动了距离  $s$ , 则物块  $B$  移动的距离为  $s_1 = \frac{1}{2}s$

物块  $B$  受到的摩擦力大小为  $f = 4\mu mg$

物块  $B$  克服摩擦力所做的功为  $W = fs_1 = 2\mu mgs$

(2)设物块  $A$ 、 $B$  的加速度大小分别为  $a_A$ 、 $a_B$ ,

绳中的张力为  $T$ , 由牛顿第二定律得:

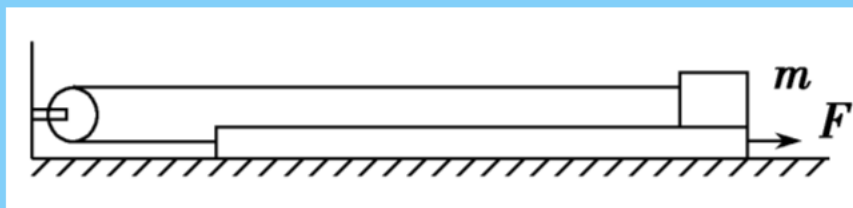
$$F - \mu mg - T = ma_A, 2T - 4\mu mg = 4ma_B$$

由  $A$  和  $B$  的位移关系得:  $a_A = 2a_B$

$$\text{联立以上三式得 } a_A = \frac{F - 3\mu mg}{2m}, a_B = \frac{F - 3\mu mg}{4m}.$$

**【答案】** (1)  $2\mu mgs$  (2)  $\frac{F - 3\mu mg}{2m}$   $\frac{F - 3\mu mg}{4m}$

4.如图所示，质量为  $M$ 、长度为  $L$  的木板放在光滑的水平地面上，在木板的右端放置质量为  $m$  的小木块，用一根不可伸长的轻绳通过光滑的定滑轮分别与木块、木板连接，木块与木板间的动摩擦因数为  $\mu$ ，开始时木块和木板静止，现用水平向右的拉力  $F$  作用在木板上，将木块拉向木板左端的过程中，拉力至少做功为( )



- A.  $2\mu mgL$                       B.  $\frac{1}{2}\mu mgL$
- C.  $\mu(M+m)gL$                 D.  $\mu mgL$

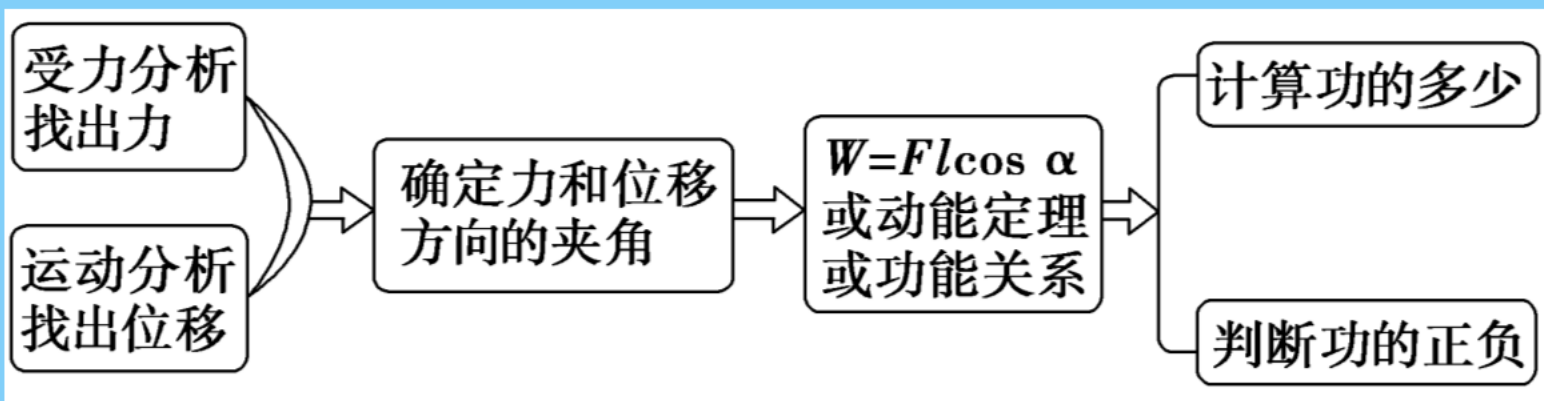
**【解析】** 拉力做功最小时，木块应做匀速运动，对木块  $m$  受力分析，由平衡条件可得  $F_T = \mu mg$ . 对木板  $M$  受力分析，由平衡条件可得： $F = F_T + \mu mg$ ，又因当木块从木板右端拉向左端的过程中，木板向右移动的位移  $l = \frac{L}{2}$ ，故拉力  $F$  所做的功  $W = F \cdot l = \mu mgL$ ，或者根据功能关系求解，在木块运动到木板左端的过程中，摩擦产生热量为  $\mu mgL$ ，D 正确.

**【答案】** D





## 1. 恒力做功的计算方法



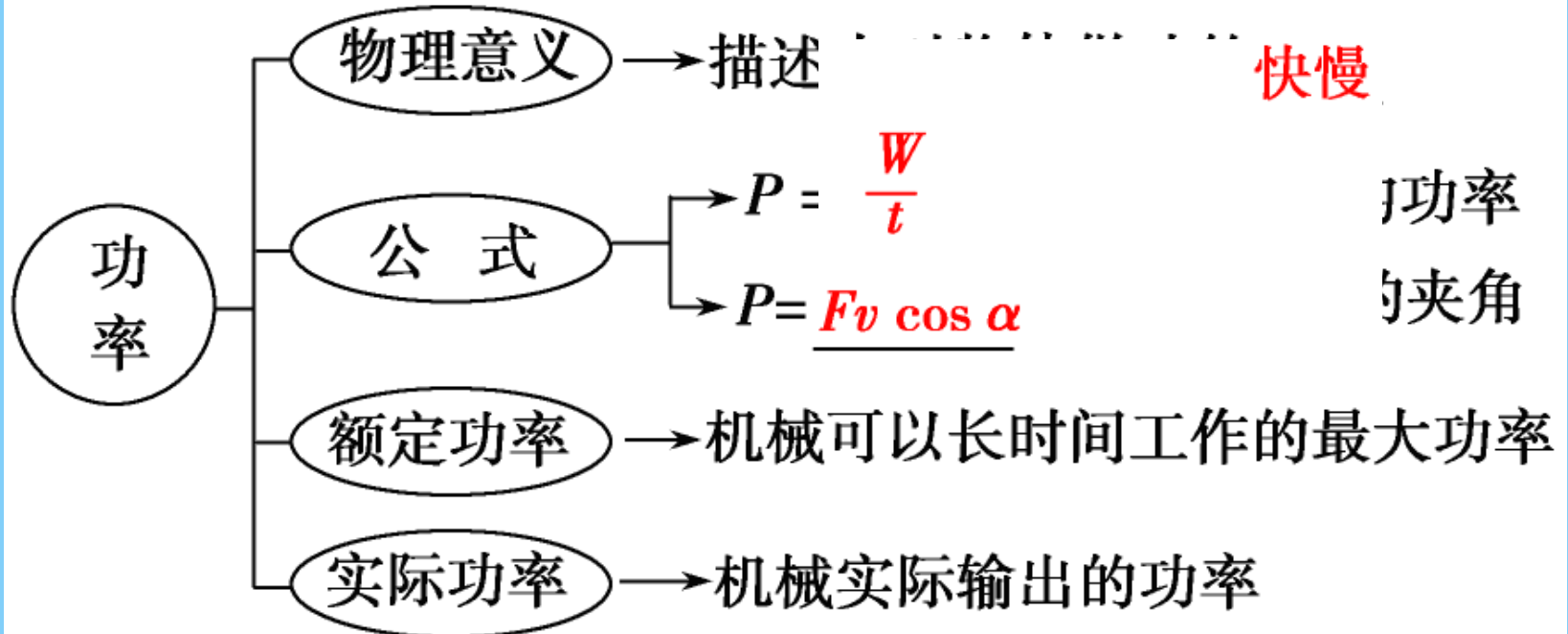
## 2. 合力做功的计算方法

方法一：先求合力  $F_{\text{合}}$ ，再用  $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} l \cos \alpha$  求功。

方法二：先求各个力做的功  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3 \cdots$ ，再应用  $W_{\text{合}} = W_1 + W_2 + W_3 + \cdots$  求合力做的功。

## •考点二 功率了解与计算(高频24)

### 知识梳理



## [诊断小练]

(1)由  $P = \frac{W}{t}$ , 只要知道  $W$  和  $t$  就可求出任意时刻的功率. ( )

(2)由  $P = Fv$ , 既能求某一时刻的瞬时功率, 也可以求平均功率. ( )

(3)由  $P = Fv$  知, 随着汽车速度的增大, 它的功率也可以无限制地增大. ( )

(4)由  $P = Fv$  知, 当汽车发动机功率一定时, 牵引力与速度成反比. ( )

**【答案】** (1)× (2)√ (3)× (4)√

## 命题突破

### 命题点 1 平均功率的计算

5. 跳绳运动员质量  $m=50\text{ kg}$ ,  $1\text{ min}$  跳  $N=180$  次. 假设每次跳跃中, 脚与地面的接触时间占跳跃一次所需时间的  $\frac{2}{5}$ , 试估算该运动员跳绳时克服重力做功的平均功率为多大?

**【解析】** 跳跃的周期  $T = \frac{60}{180} \text{ s} = \frac{1}{3} \text{ s}$

每个周期内在空中停留的时间  $t_1 = \frac{3}{5}T = \frac{1}{5} \text{ s}$ .

运动员跳起时视为竖直上抛运动, 设起跳初速度为  $v_0$ , 由  $t_1 = \frac{2v_0}{g}$

得  $v_0 = \frac{1}{2}gt_1$ .

每次跳跃人克服重力做的功为

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{8}mg^2 t_1^2 = 25 \text{ J}$$

克服重力做功的平均功率为

$$P = \frac{W}{T} = \frac{25}{\frac{1}{3}} \text{ W} = 75 \text{ W}.$$

**【答案】** 75 W



## 平均功率的计算方法

(1) 利用  $\overline{P} = \frac{W}{t}$ .

(2) 利用  $\overline{P} = F \overline{v} \cos \alpha$ , 其中  $\overline{v}$  为物体运动的平均速度.

## 命题点 2 瞬时功率的计算

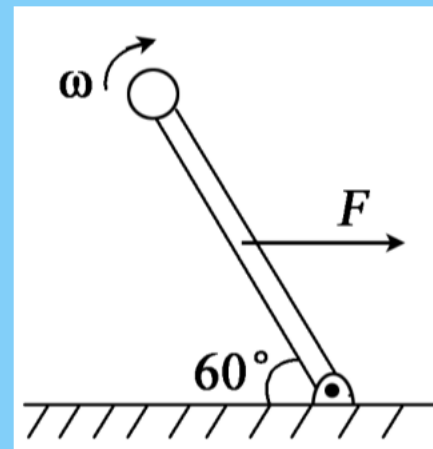
6. 如图，一长为  $L$  的轻杆一端固定在光滑铰链上，另一端固定一质量为  $m$  的小球。一水平向右的拉力作用杆的中点，使杆以角速度  $\omega$  匀速转动，当杆与水平方向成  $60^\circ$  时，拉力的功率为( )

A.  $mgL\omega$

B.  $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL\omega$

C.  $\frac{1}{2}mgL\omega$

D.  $\frac{\sqrt{3}}{6}mgL\omega$

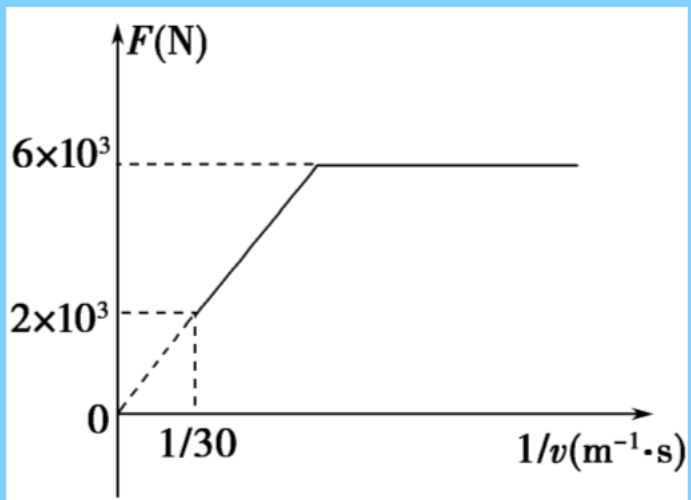




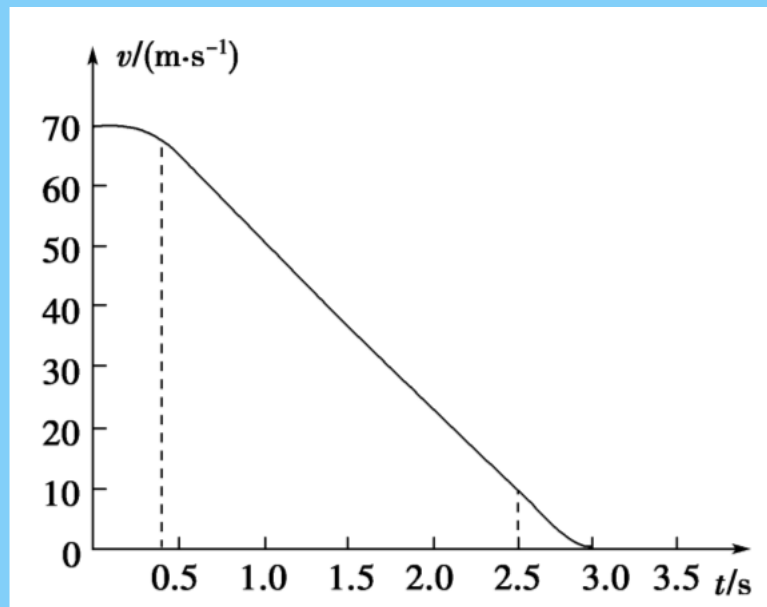
**【解析】** 由能的转化与守恒可知：拉力的功率等于克服重力的功率， $P_F = P_G = mgv_y = mgv \cos 60^\circ = \frac{1}{2}mg\omega L$ ，故选 C.

**【答案】** C

7. (2013·课标卷 I, 21)2012 年 11 月, “歼 15” 舰载机在 “辽宁号” 航空母舰上着舰成功. 图(a)为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图. 飞机着舰并成功钩住阻拦索后, 飞机的动力系统立即关闭, 阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力, 使飞机在甲板上短距离滑行后停止. 某次降落, 以飞机着舰为计时零点, 飞机在  $t=0.4\text{ s}$  时恰好钩住阻拦索中间位置, 其着舰到停止的速度—时间图线如图(b)所示. 假如无阻拦索, 飞机从着舰到停止需要的滑行距离约为  $1\ 000\text{ m}$ . 已知航母始终静止, 重力加速度的大小为  $g$ . 则( )



图(a)



图(b)

$\frac{1}{10}$

A. 从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的

B. 在  $0.4\text{ s} \sim 2.5\text{ s}$  时间内，阻拦索的张力几乎不随时间变化

C. 在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小会超过  $2.5g$

D. 在  $0.4\text{ s} \sim 2.5\text{ s}$  时间内，阻拦系统对飞机做功的功率几乎不

变

**【解析】** 由  $v-t$  图象面积可知, 飞机从着舰到停止发生的位移约为  $x = \frac{1}{2} \times 3 \times 70 \text{ m} = 105 \text{ m}$ , 即约为无阻拦索时的  $\frac{1}{10}$ , 选项 A 正确; 由  $v-t$  图象斜率知, 飞机与阻拦索作用过程中 ( $0.4 \text{ s} \sim 2.5 \text{ s}$  时), 其  $F_{\text{合}}$  恒定, 在此过程中阻拦索两段间的夹角变小, 而合力恒定, 则阻拦索张力必减小, 选项 B 错误; 在  $0.4 \text{ s} \sim 2.5 \text{ s}$  时间内, 加速度  $a = \frac{67 - 10}{2.1} \text{ m/s}^2 \approx 27.1 \text{ m/s}^2 > 2.5g$ , 选项 C 正确; 在  $0.4 \text{ s} \sim 2.5 \text{ s}$  时间内, 阻拦系统对飞机的作用力  $F_{\text{合}}$  不变, 但  $v$  减小, 所以功率减小, 选项 D 错误.

**【答案】** AC



## 瞬时功率的计算方法

(1) 利用公式  $P = Fv \cos \alpha$ ，其中  $v$  为  $t$  时刻的瞬时速度。

(2) 利用公式  $P = Fv_F$ ，其中  $v_F$  为物体的速度  $v$  在力  $F$  方向上的分速度。

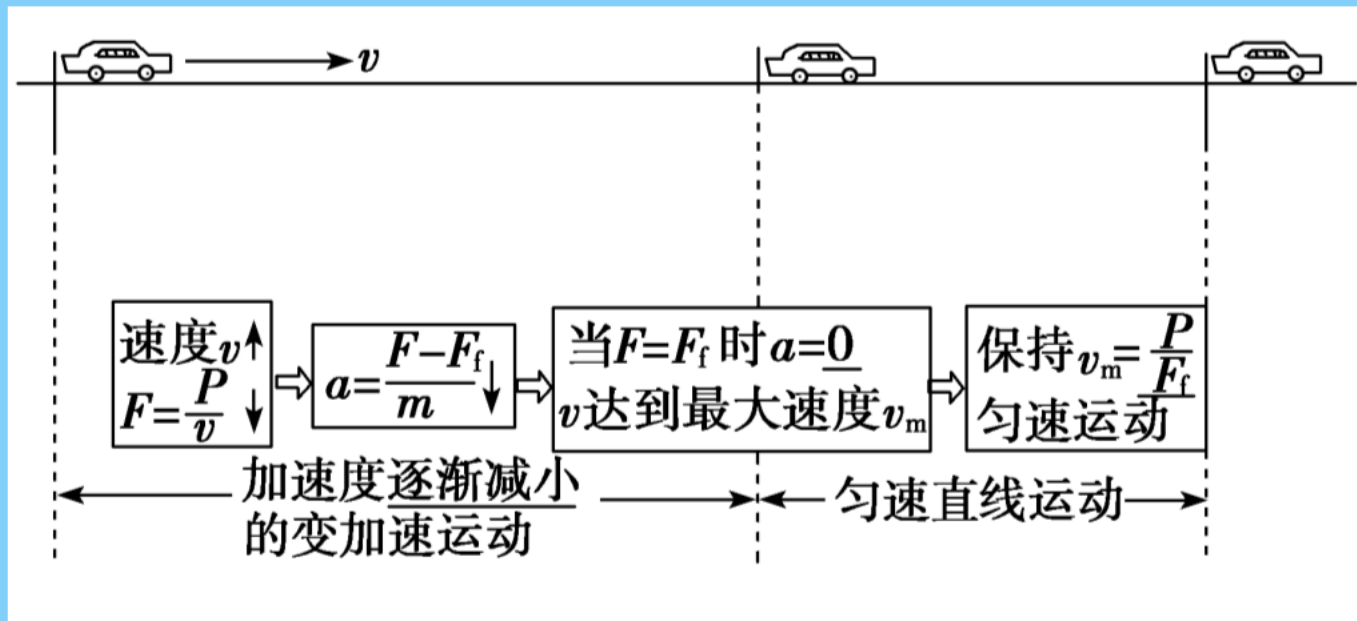
(3) 利用公式  $P = F_v v$ ，其中  $F_v$  为物体受的外力  $F$  在速度  $v$  方向上的分力。

## •考点三 机车两种开启模型(高频25)

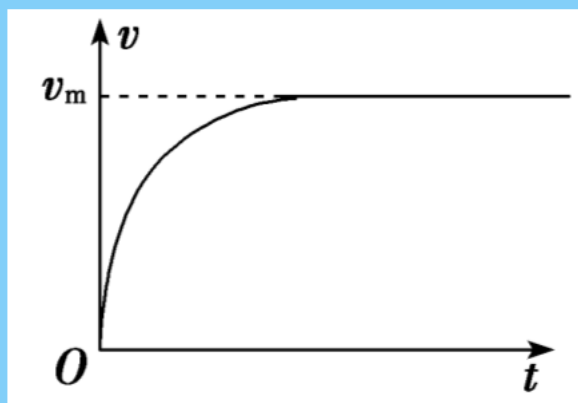
### 知识梳理

#### 模型一 以恒定功率启动

##### (1)动态过程



(2)这一过程的速度—时间图象如下图所示:





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/348025027137006060>