

第 5.1 节 功和功率

要点一 功的正负判断与恒力、合力做功的计算

1. (多选)如图 5-1-1 所示, 质量为 m 的物体置于倾角为 θ 的斜面上, 物体与斜面间的动摩擦因数为 μ , 在外力作用下, 斜面体以加速度 a 沿水平方向向左做匀加速运动, 运动中物体 m 与斜面体相对静止。则关于斜面对 m 的支持力和摩擦力的下列说法中正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-2.TIF"}

图 5-1-1

- A. 支持力一定做正功
B. 摩擦力一定做正功
C. 摩擦力可能不做功
D. 摩擦力可能做负功

2. 一物体静止在粗糙水平地面上。现用一大小为 F_1 的水平拉力拉动物体, 经过一段时间后其速度变为 v 。若将水平拉力的大小改为 F_2 , 物体从静止开始经过同样的时间后速度变为 $2v$ 。对于上述两个过程, 用 W_{F1} 、 W_{F2} 分别表示拉力 F_1 、 F_2 所做的功, W_{f1} 、 W_{f2} 分别表示前后两次克服摩擦力所做的功, 则()

- A. $W_{F2} > 4W_{F1}$, $W_{f2} > 2W_{f1}$
B. $W_{F2} > 4W_{F1}$, $W_{f2} = 2W_{f1}$
C. $W_{F2} < 4W_{F1}$, $W_{f2} = 2W_{f1}$
D. $W_{F2} < 4W_{F1}$, $W_{f2} < 2W_{f1}$

要点二 变力做功的计算

(一)利用动能定理求变力做功

[典例 1] 质量为 m 的物体以初速度 v_0 沿水平面向左开始运动, 起始点 A 与一轻弹簧 O 端相距 s , 如图 5-1-2 所示。已知物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 物体与弹簧相碰后, 弹簧的最大压缩量为 x , 则从开始碰撞到弹簧被压缩至最短, 物体克服弹簧弹力所做的功为()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-7.TIF"}

图 5-1-2

- A. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mg(s+x)$
B. $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mgx$
C. μmgs
D. $\mu mg(s+x)$

(二)利用微元法求变力做功

[典例 2] (多选)如图 5-1-3 所示, 摆球质量为 m , 悬线的长为 L , 把悬线拉到水平位置后放手。设在摆球从 A 点运动到 B 点的过程中空气阻力 $F_{阻}$ 的大小不变, 则下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-4.TIF"}

图 5-1-3

- A. 重力做功为 mgL
B. 绳的拉力做功为 0
C. 空气阻力 $F_{阻}$ 做功为 $-mgL$
D. 空气阻力 $F_{阻}$ 做功为 $-\frac{1}{2}F_{阻}\pi L$

(三)化变力为恒力求变力做功

图 5-1-4

- A. $W_1 > W_2$ B. $W_1 < W_2$
C. $W_1 = W_2$ D. 无法确定 W_1 和 W_2 的大小关系

【典例 4】 把长为 l 的铁钉钉入木板中，每打击一次给予的能量为 E_0 ，已知钉子在木板中遇到的阻力与钉子进入木板的深度成正比，比例系数为 k 。问此钉子全部进入木板需要打击几次？

(五) 利用 $F-x$ 图像求变力做功

[典例 5] 如图 5-1-5 甲所示, 静止于光滑水平面上坐标原点处的小物块, 在水平拉力 F 作用下, 沿 x 轴方向运动, 拉力 F 随物块所在位置坐标 x 的变化关系如图乙所示, 图线为半圆。则小物块运动到 x_0 处时 F 做的总功为()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-6.TIF"}

图 5-1-5

- A. 0 B. $\frac{1}{2}F_m x_0$ C. $\frac{\pi}{4}F_m x_0$
D. $\frac{\pi}{4}x_0^2$

要点三 功率的分析与计算

1. 把 A 、 B 两相同小球在离地面同一高度处以相同大小的初速度 v_0 分别沿水平方向和竖直方向抛出, 不计空气阻力, 如图 5-1-6 所示, 则下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-8.TIF"}

图 5-1-6

- A. 两小球落地时速度相同
B. 两小球落地时, 重力的瞬时功率相同
C. 从开始运动至落地, 重力对两小球做的功相同
D. 从开始运动至落地, 重力对两小球做功的平均功率相同

2. (多选) 质量为 m 的物体静止在光滑水平面上, 从 $t=0$ 时刻开始受到水平力的作用。力的大小 F 与时间 t 的关系如图 5-1-7 所示, 力的方向保持不变, 则()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-9.TIF"}

图 5-1-7

- A. $3t_0$ 时刻的瞬时功率为 $5F_0^2 t_0 m$
B. $3t_0$ 时刻的瞬时功率为 $15F_0^2 t_0 m$
C. 在 $t=0$ 到 $3t_0$ 这段时间内, 水平力的平均功率为 $23F_0^2 t_0 4m$
D. 在 $t=0$ 到 $3t_0$ 这段时间内, 水平力的平均功率为 $25F_0^2 t_0 6m$

要点四 机车启动问题

[典例] 动车组是城际间实现小编组、大密度的高效运输工具, 以其编组灵活、方便、快捷、安全、可靠、舒适等特点而备受世界各国铁路运输和城市轨道交通运输的青睐。动车组就是几节自带动力的车厢加几节不带动力的车厢编成一组, 就是动车组。假设有一动车组由 8 节车厢连接而成, 每节车厢的总质量均为 $7.5 \times 10^4 \text{ kg}$ 。其中第一节、第二节带动力, 他们的额定功率分别为 $3.6 \times 10^7 \text{ W}$ 和 $2.4 \times 10^7 \text{ W}$, 车在行驶过程中阻力恒为重力的 0.1 倍。(g 取 10 m/s^2)

- (1) 求该动车组只开动第一节的动力的情况下能达到的最大速度。
(2) 若列车从 A 地沿直线开往 B 地, 先以恒定的功率 $6 \times 10^7 \text{ W}$ (同时开动第一、第二节的动力)

从静止开始启动，达到最大速度后匀速行驶，最后除去动力，列车在阻力作用下匀减速至 B 地恰好速度为 0。已知 AB 间距为 $5.0 \times 10^4 \text{ m}$ ，求列车从 A 地到 B 地的总时间。

[针对训练]

1. 某车以相同的功率在两种不同的水平路面上行驶, 受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍, 最大速率分别为 v_1 和 v_2 , 则()

- A. $v_2 = k_1 v_1$ B. $v_2 = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} v_1$ C. $v_2 = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}} v_1$
D. $v_2 = k_2 v_1$

2. (多选)如图 5-1-8 所示为汽车的加速度和车速倒数 $\frac{1}{v}$ 的关系图像。若汽车质量为 $2 \times 10^3 \text{ kg}$, 它由静止开始沿平直公路行驶, 且行驶中阻力恒定, 最大车速为 30 m/s , 则()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-12.TIF"}

图 5-1-8

- A. 汽车所受阻力为 $2 \times 10^3 \text{ N}$ B. 汽车在车速为 15 m/s 时, 功率为 $6 \times 10^4 \text{ W}$
C. 汽车匀加速的加速度为 3 m/s^2 D. 汽车匀加速所需时间为 5 s