

江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第一学期高一物理学科导学案

专题：摩擦力做功问题 变力做功的计算

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.04.11

本课在课程标准中的表述：掌握变力做功的求解方法。

[学习目标]

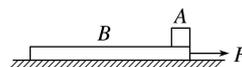
- 1.理解摩擦力做功的特点，会分析一对相互作用的摩擦力的做功情况.
- 2.掌握一般的变力做功的求解方法.

[课堂学习]

一、摩擦力做功

[导学探究] 如图所示，在光滑的水平面上，物体 A 放在长为 l 的木板 B 的右端，现用水平力 F 向右拉木板.

- (1)若物体 A 相对木板 B 滑动，当 B 前进 x 时，物体 A 从木板 B 左端滑下. 已知 A 、 B 间的滑动摩擦力为 F_f ，求摩擦力分别对 A 、 B 做了多少功？这一对滑动摩擦力做功的总和为多少？
- (2)若物体 A 相对木板 B 没有滑动，已知当 B 前进 x 时，物体 A 受到的静摩擦力为 F_f' ，求静摩擦力分别对 A 、 B 做了多少功？这一对静摩擦力做功的总和为多少？



[知识深化]

1. 不论是静摩擦力，还是滑动摩擦力都可以是动力也可以是阻力，也可能与位移方向垂直，所以不论是静摩擦力，还是滑动摩擦力既可能对物体做正功，也可能对物体做负功，还可能不对物体做功.
2. 一对相互作用的静摩擦力等大反向且物体之间相对静止，即两个物体的对地位移相同，由 $W=Fl\cos\alpha$ 可判断两个相互作用的静摩擦力做功的总和为零.
3. 一对相互作用的滑动摩擦力等大反向但物体之间相对滑动，即两个物体的对地位移不相同，由 $W=Fl\cos\alpha$ 可判断两个相互作用的滑动摩擦力做功的总和不为零.

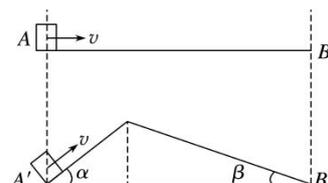
[深度思考] 一对相互作用的滑动摩擦力做功的总和是正值还是负值？

例 1：关于摩擦力做功，下列说法中正确的是()

- A. 滑动摩擦力总是阻碍物体的相对运动，所以一定做负功
- B. 静摩擦力起着阻碍物体的相对运动趋势的作用，静摩擦力一定不做功
- C. 静摩擦力和滑动摩擦力一定都做负功
- D. 滑动摩擦力可以对物体做正功

例 2：如图所示，一物体(可视为质点)以一定的速度沿水平面由 A 点滑到 B 点，摩擦力做功 W_1 ；若该物体从 A' 沿两斜面滑到 B' (此过程物体始终不会离开斜面)，摩擦力做的总功为 W_2 ，若物体与各接触面的动摩擦因数均相同，则()

- A. $W_1 = W_2$
- B. $W_1 > W_2$
- C. $W_1 < W_2$
- D. 不能确定 W_1 、 W_2 的大小关系



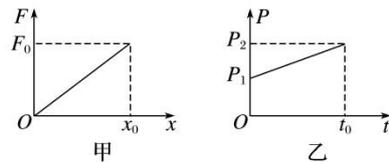
二、求变力做功的常用方法

1. 用 $W=Pt$ 求功

当牵引力为变力，且发动机的功率一定时，由功率的定义式 $P = \frac{W}{t}$ ，可得 $W = Pt$.

2. 用图像法求功

若已知 $F-x$ 图像和 $P-t$ 图像，则图像中图线与 x 轴或 t 轴所围的面积表示功。如图甲所示，在位移 x_0 内力 F 做的功 $W = \frac{F_0}{2}x_0$ 。在图



乙中， $0 \sim t_0$ 时间内做功 $W = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot t_0$ 。

3. 用平均力求功

若力 F 随位移 x 线性变化，则可以用一段位移内的平均力求功，如将劲度系数为 k 的弹簧由原长拉长 x 时，克服弹力做的功 $W = \frac{0+F}{2}x = \frac{kx}{2} \cdot x = \frac{1}{2}kx^2$ 。

4. 用微元法求功

功的公式只能计算恒力做功，若一个力的大小不变，只改变方向时，可将运动过程分成很多小段，每一小段内 F 可看成恒力，求出每一小段内力 F 做的功，然后累加起来得到整个过程中变力所做的功。

例如物体在水平面上做曲线运动，所受摩擦力大小为 μmg ，路程为 s ，采用微元法求摩擦力做的功：

$$W_1 = -\mu mg \Delta s_1$$

$$W_2 = -\mu mg \Delta s_2$$

$$W_3 = -\mu mg \Delta s_3$$

.....

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots = -\mu mg(\Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 + \dots) = -\mu mgs$$

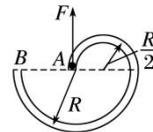
例 3：在水平面上有一弯曲的槽道 AB ，由半径分别为 $\frac{R}{2}$ 和 R 的两个半圆构成。如图所示，现用大小恒为 F 的拉力将一光滑小球从 A 点拉至 B 点，若拉力 F 的方向时刻与小球运动方向相同，则此过程中拉力所做的功为()

A. 0

B. FR

C. $\frac{3}{2}\pi FR$

D. $2\pi FR$



【知识深化】

当力的大小不变，而方向始终与运动方向相同或相反时，力 F 做的功与路程有关， $W = Fs$ 或 $W = -Fs$ ，其中 s 为物体通过的路程。

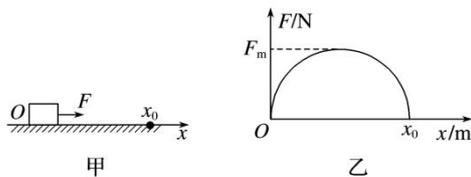
例 4：如图甲所示，静置于光滑水平面上坐标原点处的小物块，在水平拉力 F 的作用下，沿 x 轴正方向运动，拉力 F 随物块所在位置坐标 x 的变化关系如图乙所示，图线为半圆。则小物块运动到 x_0 处时拉力 F 做的功为()

A. 0

B. $\frac{1}{2}F_m x_0$

C. $\frac{\pi}{4}F_m x_0$

D. $\frac{\pi}{4}x_0^2$



【课后作业】 完成课后作业

【课后感悟】 _____

江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第一学期高一物理学科作业

专题：摩擦力做功问题 变力做功的计算

研制人：熊小燕

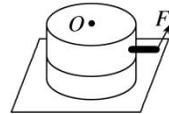
审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.04.11 作业时长：30 分钟

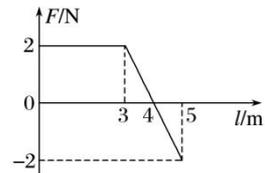
[基础练习]

- 关于摩擦力做功，以下说法正确的是()
 - 静摩擦力一定不做功
 - 滑动摩擦力一定做负功
 - 滑动摩擦力不可能做正功
 - 无论是滑动摩擦力还是静摩擦力，都有可能不做功
- 以一定的初速度竖直向上抛出一个小球，小球上升的最大高度为 h ，空气阻力的大小恒为 F ，则从抛出到落回到抛出点的过程中，空气阻力对小球做的功为()
 - 0
 - $-Fh$
 - $-2Fh$
 - Fh
- 在机械化生产水平较低时，人们经常通过“拉磨”的方式把粮食颗粒加工成粗面来食用。如图所示，一个人推磨，其推磨杆的力的大小始终为 F ，方向与磨杆始终垂直，作用点到轴心 O 的距离为 r ，磨盘绕轴缓慢转动，则在转动一周的过程中推力 F 做的功为()

- 0
- $2\pi rF$
- $2Fr$
- $-2\pi rF$

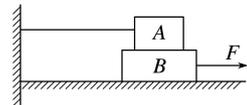


- 一个物体所受的力 F 随位移 l 变化的图像如图所示，在这一过程中，力 F 对物体做的功为()
 - 3 J
 - 6 J
 - 7 J
 - 8 J



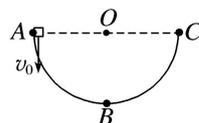
- 如图所示， A 、 B 两物体叠放在一起， A 被不可伸长的水平细绳系于左墙上， B 在拉力 F 作用下，向右匀速运动，在此过程中， A 、 B 间的摩擦力做功情况是()

- 对 A 、 B 都做负功
- 对 A 、 B 都不做功
- 对 A 不做功，对 B 做负功
- 对 A 做正功，对 B 做负功



- 如图所示，质量为 m 的滑块(可视为质点)，从半径为 R 的半球面的上端 A 点处以初速度 v_0 滑下， B 为最低点， O 为球心， A 、 O 、 C 三点等高，从 A 到 C 滑动过程中滑块所受的摩擦力大小恒为 F_f 。则滑块()

- 从 A 到 B 过程，重力做功为零
- 从 A 到 B 过程，弹力做功不为零



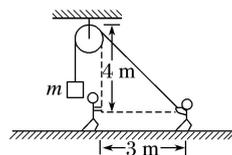
C. 从 A 到 B 过程, 摩擦力做功为 $-\frac{1}{4}\pi RF_f$

D. 从 A 到 C 过程, 摩擦力做功为 $-\pi RF_f$

[能力练习]

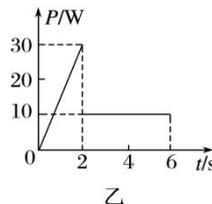
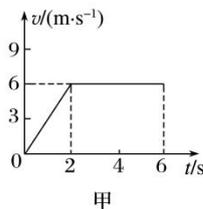
7. 如图所示, 一根绳子绕过滑轮(大小、摩擦均不计), 绳的一端拴一质量为 $m=10\text{ kg}$ 的物体, 另一侧沿竖直方向的绳被人拉住. 若人的手到滑轮最高点的距离为 4 m , 拉住绳子前进 3 m , 使物体匀速上升, g 取 10 m/s^2 . 则人拉绳所做的功为()

- A. 500 J
- B. 300 J
- C. 100 J
- D. 50 J



8. 放在粗糙水平地面上的物体受到水平拉力的作用, 在 $0\sim 6\text{ s}$ 内其速度与时间的图像和水平拉力的功率与时间的图像如图甲、乙所示. 下列说法正确的是()

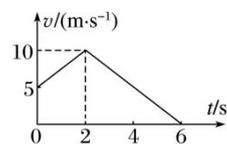
- A. $0\sim 6\text{ s}$ 内物体的位移大小为 20 m
- B. $0\sim 6\text{ s}$ 内拉力做功为 100 J
- C. 滑动摩擦力的大小为 5 N
- D. $0\sim 6\text{ s}$ 内滑动摩擦力做功为 -50 J



[提升练习]

★9. 质量为 2 kg 的物体置于水平面上, 在运动方向上受拉力作用而沿水
匀变速运动, 拉力作用 2 s 以后停止, 物体运动的速度-时间的图像如图所
 $=10\text{ m/s}^2$, 则下列说法中正确的是()

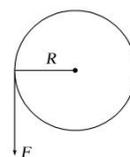
- A. 拉力 F 做功 250 J
- B. 拉力 F 做功 500 J
- C. 物体克服摩擦力做功 100 J
- D. 物体克服摩擦力做功 175 J



平方向做
示, 取 g

《专题：摩擦力做功问题 变力做功的计算》补充练习

1. 如图所示，某个力 $F=10\text{ N}$ 作用在半径为 $R=1\text{ m}$ 的转盘的边缘上，力 F 的大小保持不变，但方向保持与作用点的切线一致，则转盘转动一周这个力 F 做的总功为()



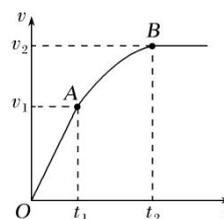
- A. 0
B. $20\pi\text{ J}$
C. 10 J
D. $10\pi\text{ J}$

2. 一起重机的钢绳由静止开始匀加速提起质量为 m 的重物，当重物的速度为 v_1 时，起重机的功率达到最大值 P ，以后起重机保持该功率不变，继续提升重物，直到以最大速度 v_2 匀速上升，重物上升的高度为 h ，重力加速度为 g ，不计空气阻力，则整个过程中，下列说法正确的是()

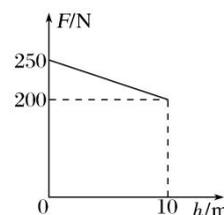
- A. 钢绳的最大拉力为 $\frac{P}{v_2}$
B. 钢绳的最大拉力为 mg
C. 重物匀加速的末速度为 $\frac{P}{mg}$
D. 重物匀加速运动的加速度为 $\frac{P}{mv_1} - g$

3. 质量为 m 的汽车在平直路面上启动，启动过程的 $v-t$ 图像如图所示(OA 段为直线)。从 t_1 时刻起汽车的功率保持不变，整个运动过程中汽车所受阻力恒为 F_f ，则()

- A. $t_1 \sim t_2$ 时间内，汽车的平均速度等于 $\frac{v_1 + v_2}{2}$
B. $0 \sim t_1$ 时间内，汽车的牵引力等于 $m \frac{v_1}{t_1}$
C. $t_1 \sim t_2$ 时间内，汽车的功率等于 $\left[m \frac{v_1}{t_1} + F_f \right] v_1$
D. 汽车运动过程中的最大速度 $v_2 = \frac{mv_1^2}{F_f t_1}$



4. 用质量为 5 kg 的均匀铁索，从 10 m 深的井中吊起一质量为 20 kg 的物体，此过程中人的拉力随物体上升的高度变化如图所示，在这个过程中人要做多少功？(g 取 10 m/s^2)



5. 如图所示，摆球质量为 m ，悬线的长为 l ，把悬线拉到水平位置后放手。设在摆球运动过程中空气阻力 F_f 的大小不变，求摆球从 A 运动到竖直位置 B 的过程中，重力 mg 、绳的拉力 F_T 、空气阻力 F_f 各做了多少功？

