



功和功率

日期:

时间:

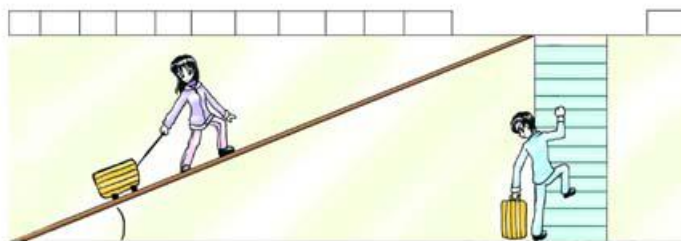
姓名:

Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒

初中我们已经学习了功的概念，机械做功有个重要的特点，任何机械不能省功，这个结论叫做功的原理，旅客将带滑轮的行李箱从地面搬到平台上，若沿竖直的扶梯上去很费力，但沿斜坡匀速拖上去很省力，但两者做的功相同的，这是为什么？





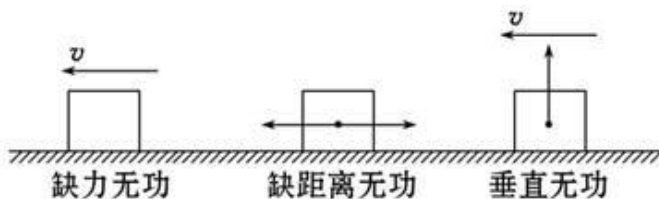
根深蒂固

知识点一：功

一、功的概念

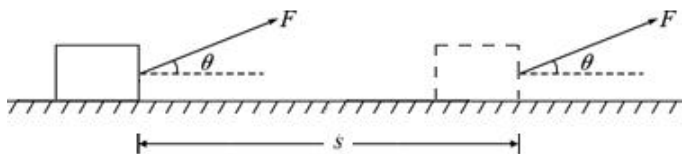
定义：如果一个物体受到力的作用，并且在力的方向上发生了一段位移，物理学中就说力对物体做了功。

做功的两个不可缺少的要素：力和物体在力的方向上发生的位移。（分析一个力是否做功，关键是要看物体在力的方向上是否有位移）



二、功的大小和单位

1、大小： $W = Fscos\theta$ 即：力对物体所做的功，等于力的大小、位移的大小、力和位移夹角的余弦三者的乘积。是标量。



2、判断功的正负

- (1) $\theta < 90^\circ$ ，力对物体做正功；
- (2) $\theta > 90^\circ$ ，力对物体做负功，或者说物体克服这个力做了功；
- (3) $\theta = 90^\circ$ ，力对物体不做功。

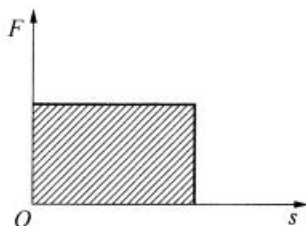
注意：功是标量，做功的正负代表是动力做功还是阻力做功，不代表做功的大小。

3、功的单位：在国际单位制中功的单位是“焦耳”，简称“焦”，符号“J”。 $1J = 1N \cdot m$ （1焦耳=1牛·米）

4、适用条件： F 可以是某一个力，也可以是几个力的合力，但 F 必须为恒力，即大小和方向都不变的力。

三、功的图像

功的大小也可以用图像来描述，用标示恒力做功的情况，横坐标为物体的位移 s ，纵坐标标示在位移方向上的作用力，画出的图像反映力与位移的关系，叫做 $F-s$ 图，图像的阴影面积表示力 F 做的功



【例 1】起重机以 1 m/s^2 的加速度将质量为 1000 kg 的货物由静止开始匀加速向上提升，若 g 取 10 m/s^2 ，则在 1 s 内起重机对货物所做的功是 ()

- A. 500 J B. 4500 J C. 5000 J D. 5500 J

【难度】★★

【答案】D

【解析】货物的加速度向上，由牛顿第二定律有： $F - mg = ma$ ，

起重机的拉力 $F = mg + ma = 11\,000 \text{ N}$

货物的位移是 $l = \frac{1}{2}at^2 = 0.5 \text{ m}$ ，

做功为 $W = Fl = 5\,500 \text{ J}$ 。故 D 正确。

【例 2】关于摩擦力做功的说法正确的是 () (多选)

- A. 滑动摩擦力总是做负功 B. 滑动摩擦力可能做正功
C. 静摩擦力一定不做功 D. 静摩擦力可能做负功

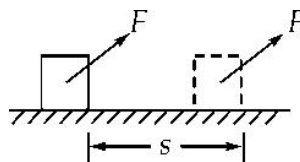
【难度】★★

【答案】BD

【解析】将小物块轻轻放在匀速运动的传送带上，小物块相对传送带运动，滑动摩擦力充当动力，滑动摩擦力做正功，故 A 错，B 对。静摩擦力作用的物体间无相对滑动，但不代表没有发生位移，所以可以做正功、负功或不做功。故 C 错，D 对。静摩擦力和滑动摩擦力都可以做正功、负功或不做功。

【例 3】如图所示，质量 2 kg 的物体在水平地面上，受到与水平方向成 37° 角，大小为 10 N 的拉力作用，移动 2 m ，已知地面与物体间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求：

- (1) 拉力对物体做的功
- (2) 重力对物体做的功
- (3) 弹力对物体做的功
- (4) 摩擦力对物体做的功
- (5) 外力对物体做的总功



【难度】★★

【答案】(1) 16 J (2) 0 (3) 0 (4) -5.6 J (5) 10.4 J

【解析】(1) 拉力 F 做功 $W_F = Fs \cdot \cos 37^\circ = 10 \times 2 \times 0.8 = 16 \text{ J}$

(2) 重力 G 做功 $W_G = mgs \cdot \cos 90^\circ = 0$

(3) 弹力 N 做功 $W_N = Ns \cdot \cos 90^\circ = 0$

(4) 摩擦力 f 做功 $W_f = fs \cdot \cos 180^\circ = -\mu Ns = -\mu (mg - F \sin 37^\circ) s = -5.6 \text{ J}$

(5) 外力做的总功 $W_{\text{总}} = W_F + W_G + W_N + W_f = 16 + 0 + 0 - 5.6 = 10.4 \text{ J}$

也可先求出合力，再求合力做的总功 $F_{\text{合}} = F \cos 37^\circ - \mu (mg - F \sin 37^\circ) = 5.2 \text{ N}$ ， $W_{\text{总}} = F_{\text{合}} s \cdot \cos 0^\circ = 5.2 \times 2 \times 1 = 10.4 \text{ J}$

知识点二：功率

一、功率的概念

- 1、定义：功和完成这些功所用的时间之比，叫做功率。
- 2、功率是描述做功快慢的物理量，功率是标量。

二、功率的公式和单位

- 1、定义式： $P = \frac{W}{t}$ （其中 W 代表功， t 代表做功所用的时间， P 代表功率）
- 2、功率的单位：
 - （1）在国际单位制中，功率的单位是瓦特，简称“瓦”，符号“W” $1W = 1J/s$ （1瓦=1焦/秒）
 - （2）常用单位：千瓦：符号“kW”， $1kW = 1000W$ （1千瓦=1000瓦）

三、平均功率与瞬时功率

1、平均功率：

$$\bar{P} = \frac{\bar{W}}{t} = \frac{FS \cos \theta}{t} = F \bar{v} \cos \theta$$

其中 F 是恒力， \bar{v} 是物体在 t 时间内的平均速度， α 是 F 与 \bar{v} 之间的夹角。

2、瞬时功率：

$$P = Fv \cos \theta \quad (\text{当 } \Delta t \rightarrow 0 \text{ 时, } \frac{\Delta s}{\Delta t} = v \text{ 为瞬时速度})$$

其中 v 是物体在某一时刻的瞬时速度， α 是 F 与 v 之间的夹角。

【例 1】关于功率的公式 $P = Fv \cos \alpha$ ，以下理解正确的是（ ）（多选）

- A. 它是由功率的定义式 $P = \frac{W}{t}$ 及功的定义式 $W = Fscos\alpha$ 联合导出的，所以它只能用来计算平均功率
- B. 若 F 与 v 的夹角 $\alpha = 0$ ， $P = Fv$
- C. 当公式中的 v 表示平均速度且 F 为恒力时，则 $P = Fv$ 求解的是平均功率
- D. 当 F 、 v 、 α 均为瞬时值时， $P = Fv \cos \alpha$ 求解的是瞬时功率

【难度】★【答案】BCD【解析】 $P = Fv \cos \alpha$ 是由功率的定义式和功的定义式推导得来的，但它既能用来求解平均功率，也能用来求解瞬时功率，A 错误。夹角 α 是力 F 与速度 v 的夹角，当夹角 $\alpha = 0$ 时， $P = Fv$ ，B 正确。当 F 为恒力， v 为平均速度时， P 为平均功率；当 v 为瞬时速度时， P 为瞬时功率，C、D 正确

【例 2】一质量为 m 的木块静止在光滑的水平面上，从 $t = 0$ 开始，将一个大小为 F 的水平恒力作用在该木块上，在 $t = t_1$ 时刻力 F 的瞬时功率是（ ）

- A. $\frac{F^2}{2m} t_1$
- B. $\frac{F^2}{2m} t_1^2$
- C. $\frac{F^2}{m} t_1$
- D. $\frac{F^2}{m} t_1^2$

【难度】★★【答案】C

【解析】在 $t = t_1$ 时刻木块的速度为 $v = at_1 = \frac{F}{m} t_1$ ，此时刻力 F 的瞬时功率 $P = Fv = \frac{F^2}{m} t_1$ ，选 C

【例 3】质量 $m=2\text{kg}$ 的物体从静止开始自由下落，求：

- (1) 重力 G 在 $t=3\text{s}$ 内对物体做的功
- (2) 重力 G 在 $t=3\text{s}$ 内对物体做功的平均功率
- (3) 在 3s 末，重力 G 对物体做功的瞬时功率

【难度】★★

【答案】(1) 900J (2) 300W (3) 600W

【解析】(1) 重力在 $t=3\text{s}$ 内对物体所做的功为： $W=mg\cdot s=20\times 45=900\text{J}$

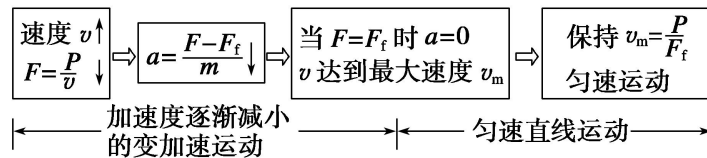
(2) 重力在 $t=3\text{s}$ 内对物体做功的平均功率： $\overline{P}=\frac{W}{t}=\frac{900}{3}=300\text{W}$

(3) 在 3s 末，重力对物体做功的瞬时功率为： $P=mg\cdot v=20\times 30=600\text{W}$

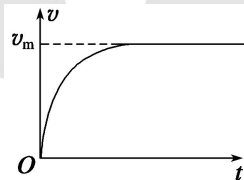
知识点三：机车启动的两种模型

一、以恒定功率启动

1、动态过程：

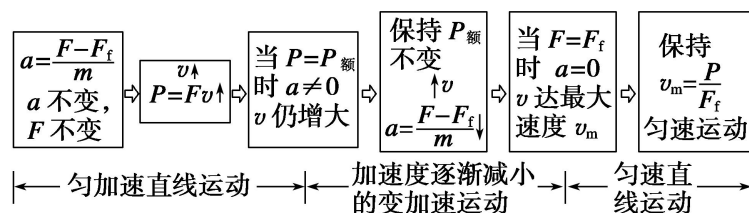


2、这一过程的速度—时间图象如图所示：

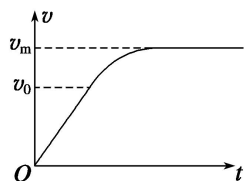


二、以恒定加速度启动

1、动态过程：



2、这一过程的速度—时间图象如图所示：



无论哪种启动方式，机车最终的最大速度都应满足 $v = \frac{P}{f}$ 且以这个速度做匀速直线运动。

三、额定功率和实际功率

- 1、额定功率就是机械正常条件下长时间工作的最大功率。
- 2、实际功率就是机械实际运行时的功率。

【例 1】假设摩托艇受到的阻力的大小正比于它的速率。如果摩托艇发动机的输出功率变为原来的 2 倍，则摩托艇的最大速率变为原来的 ()

- A. 4 倍 B. 2 倍 C. $\sqrt{3}$ 倍 D. $\sqrt{2}$ 倍

【难度】★★

【答案】D

【解析】摩托艇受到的阻力的大小正比于它的速率，有 $f = kv$ 。摩托艇匀速行驶时 $F = f$ ，功率 $P = Fv = kv^2$ ，所以输出功率变为原来的 2 倍，速率变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍，选 D。

【例 2】汽车以速率 v_1 沿一斜坡向上匀速行驶，若保持发动机功率不变，沿此斜坡向下匀速行驶的速率为 v_2 ，则汽车以同样大小的功率在水平路面上行驶时的最大速率为（设三情况下汽车所受的阻力相同）()

- A. $\sqrt{v_1 v_2}$ B. $\frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ C. $\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ D. $\frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2}$

【难度】★★

【答案】C

【例 3】一辆质量为 $2.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车以额定功率为 $6.0 \times 10^4 \text{ W}$ 在水平公路上行驶，汽车受到的阻力不变，汽车所能达到的最大速度为 30 m/s ，求：

- (1) 汽车所受的阻力大小
- (2) 当汽车的速度为 10 m/s 时，汽车的加速度

【难度】★★★

【答案】(1) 2000 N (2) 2 m/s^2

【解析】(1) 汽车所做匀速直线运动时受力平衡，汽车的牵引力等于所受的阻力，由功率 $P = Fv = fv$

解得： $f = 2000 \text{ N}$

(2) 当汽车的速度为 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 时，由： $P = F_1 v_1$ ，

解得： $F_1 = 6000 \text{ N}$

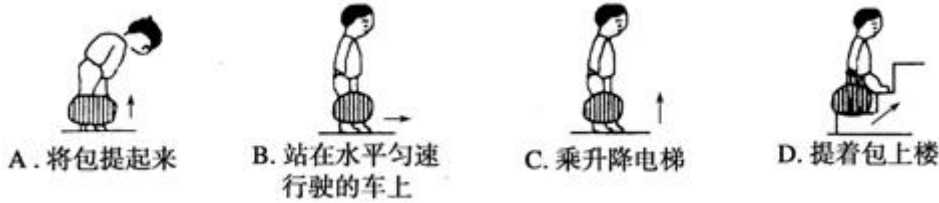
由牛顿第二定律得： $F_1 - f = ma$

解得： $a = 2 \text{ m/s}^2$



枝繁叶茂

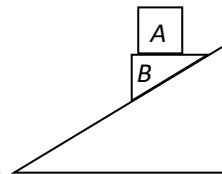
1、下列选项所示的四幅图是小明提包回家的情景，其中小明提包的力不做功的是 ()



【难度】★【答案】B

2、如图所示，木块 B 上表面是水平的，当木块 A 置于 B 上，并与 B 保持相对静止，一起沿固定的光滑斜面由静止开始下滑，在下滑过程中 ()

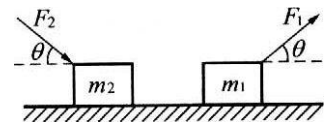
- A. A 所受的合外力对 A 不做功
- B. B 对 A 做正功
- C. B 对 A 的摩擦力做负功
- D. A 对 B 不做功



【难度】★【答案】D

3、如图所示，质量分别为 m_1 和 m_2 的两个物体， $m_1 < m_2$ ，在大小相等的两个力 F_1 和 F_2 的作用下沿水平方向移动了相同的距离。若 F_1 做的功为 W_1 ， F_2 做的功为 W_2 ，则 ()

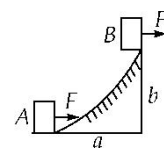
- A. $W_1 > W_2$
- B. $W_1 < W_2$
- C. $W_1 = W_2$
- D. 条件不足，无法确定



【难度】★★【答案】C

4、物体在水平恒力 F 作用下，沿曲面由 A 运动到 B ，此过程力 F 做的功为 ()

- A. Fa
- B. Fb
- C. $F\sqrt{a^2 + b^2}$
- D. 无法确定

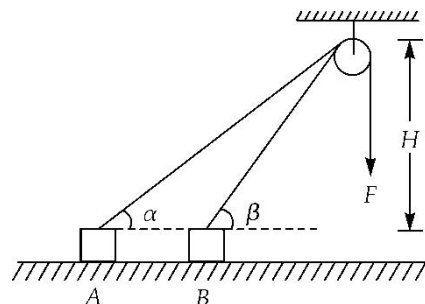


【难度】★★【答案】A

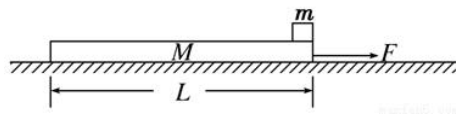
5、如图所示，在光滑的水平面上，物块在恒力 $F=100\text{N}$ 作用下从 A 点运动到 B 点，不计滑轮的大小，不计绳、滑轮间摩擦， $H=2.4\text{m}$ ， $\alpha=37^\circ$ ， $\beta=53^\circ$ ，求拉力 F 所做的功。（已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ）

【难度】★★

【答案】100J



6、质量为 M 、长为 L 的长木板，放置在光滑的水平面上，长木板最右端放置一质量为 m 的小物块，如图所示。现在在长木板右端加一水平恒力 F ，使长木板从小物块底下抽出，小物块与长木板摩擦因数为 μ ，求把长木板抽出来所做的功。



【难度】★★★

【答案】由 $F=ma$ 得 m 与 M 的各自对地的加速度分别为

$$a_m = \mu g, \quad a_M = \frac{F - \mu mg}{M}$$

设抽出木板所用的时间为 t ，则 m 与 M 在时间 t 内的位移分别为

$$s_m = \frac{1}{2} a_m t^2, \quad s_M = \frac{1}{2} a_M t^2$$

并有 $s_M = s_m + L$

$$\text{即 } L = \frac{1}{2} (a_M - a_m) t^2$$

$$\text{解得 } t^2 = \frac{2ML}{F - \mu(M + m)g}$$

$$\text{所以 } s_M = \frac{(F - \mu mg)L}{F - \mu(M + m)g}$$

所以把长木板从小物块底下抽出来所做的功为

$$W = F \cdot s_M = \frac{(F - \mu mg)FL}{F - \mu(M + m)g}$$

7、关于功率的概念，下列说法中正确的是 ()

- A. 功率是描述力对物体做功多少的物理量
- B. 由 $P = \frac{W}{t}$ 可知，功率与时间成反比
- C. 由 $P = Fv$ 可知只要 F 不为零， v 也不为零，那么功率 P 就一定不为零
- D. 某个力对物体做功越快，它的功率就一定大

【难度】★

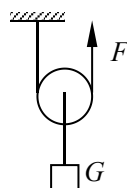
【答案】D

8、如图所示，用 $F=20\text{N}$ 的力将重物 G 由静止开始以 0.2m/s^2 的加速度上升，则 5s 末时 F 的功率是 ()

- A. 10W
- B. 20W
- C. 30W
- D. 40W

【难度】★★

【答案】D



9、起重机的钢绳吊着物体由静止开始竖直向上运动，先以加速度 a ($a < g$) 加速运动再匀速运动，最后减速运动到静止，则关于各段运动中绳的拉力的平均功率，下列说法中正确的是 () (多选)

- A. 第一段平均功率最大
B. 第二段平均功率最大
C. 第三段平均功率最小
D. 第一段平均功率最小

【难度】★★

【答案】BC

10、一个小孩站在船头，以图中两种情况用同样大小力拉绳，经过相同的时间 t (船未碰撞)，小孩所做的功 W_1 、 W_2 及在时间 t 内小孩拉绳的功率 P_1 、 P_2 的关系为 ()

- A. $W_1 > W_2$, $P_1 = P_2$
B. $W_1 = W_2$, $P_1 = P_2$
C. $W_1 < W_2$, $P_1 < P_2$
D. $W_1 < W_2$, $P_1 = P_2$



【难度】★★

【答案】C

11、用与斜面平行的 10N 的拉力沿斜面把一个物体从斜面底端拉到顶端需时间 2.5s ，已知斜面长 3.0m ，物体在斜面顶端时的速度为 2.0m/s ，在这过程中拉力的平均功率为 _____ W ，在斜面顶端的瞬时功率为 _____ W 。

【难度】★★

【答案】12；20

12、一跳绳运动员质量 $m = 50\text{kg}$ ，1 分钟跳 180 次，假设每次跳跃中，脚与地面的接触时间占跳跃一次所用时间的 $\frac{2}{5}$ ，试估算该运动员跳绳时克服重力做功的平均功率多大？

【难度】★★★

【答案】75W

13、汽车由静止开始运动，若要使汽车在开始运动一小段时间保持匀加速直线运动，则 ()

- A. 不断增大牵引功率
B. 不断减小牵引功率
C. 保持牵引功率不变
D. 不能判断牵引功率怎样变化

【难度】★

【答案】A

14、一辆汽车以恒定的功率沿倾角为 30° 的斜坡行驶时，汽车所受的摩擦阻力等于车重的 2 倍，若车匀速上坡时速度为 v ，则它匀速下坡时的速度为 ()

- A. $\frac{5}{3}v$
B. $2v$
C. $3v$
D. $\sqrt{3}v$

【难度】★★

【答案】A

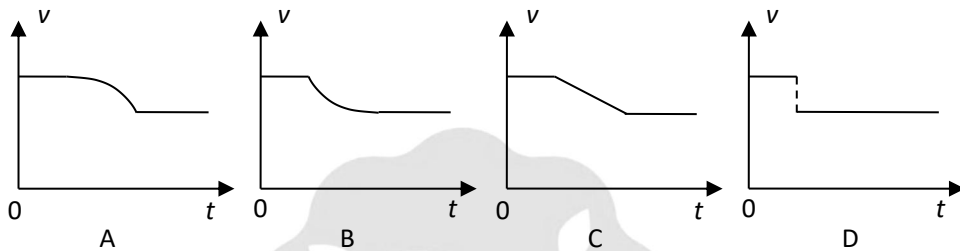
15、一辆汽车从静止开始做加速直线运动,运动中保持牵引功率不变,行驶 10s. 速度达到 10m/s. 则汽车在这段时间行驶的距离 ()

- A. 一定大于 50m
B. 一定小于 50m
C. 一定等于 50m
D. 可能等于 50m

【难度】★★

【答案】A

16、汽车在一平直路面上匀速行驶,前方遇到一段泥泞的路面,导致汽车受到的阻力变大了,若汽车发动机的功率保持不变,经过一段时间后,汽车在泥泞的路面上又做匀速运动,则在图中关于汽车的速度随时间变化关系正确的图象是 ()



【难度】★★

【答案】B

17、下表列出某种型号轿车的部分数据,根据表中数据可知:该车以最大功率和最高速度在水平路面上行驶时所受阻力的大小是_____N;假定轿车所受阻力恒定,若轿车保持最大功率行使,当轿车载重 200 kg,速度达到 10m/s 时,加速度为_____m/s²。

【难度】★★

【答案】3000; 10

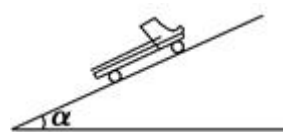
净重/kg	1000
发动机排量/L	2.2
最高时速/km·h ⁻¹	180
0—100km/h 的加速时间/s	9.9
最大功率/kW	150

18、汽车发动机的功率为 60 kW,汽车的质量为 4 t,当它行驶在坡度 $\sin\alpha=0.02$ 的长直公路上时,如图所示,所受阻力为车重的 0.1 倍,求:

- (1) 汽车所能达到的最大速度 v_m
- (2) 若汽车从静止开始以 0.6 m/s^2 的加速度做匀加速直线运动,则此过程能维持多长时间?
- (3) 当汽车匀加速行驶的速度达到最大值时,汽车做功多少?
- (4) 在 10 s 末汽车的即时功率为多大?

【难度】★★★★

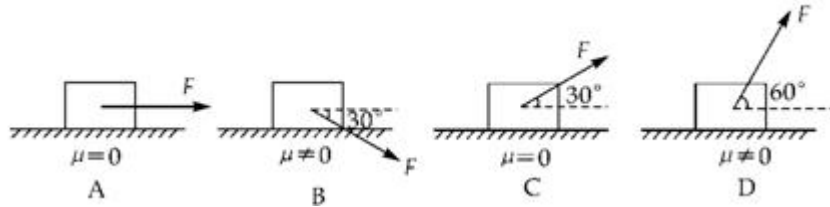
【答案】(1) 12.5m/s (2) 13.9s (3) $4.16 \times 10^5 \text{ J}$ (4) 43.2kW





瓜熟蒂落

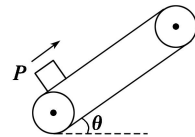
- 1、如图所示，力 F 大小相等，A、B、C、D 中物体运动的位移 s 也相同，以下哪种情况 F 做功最小（ ）



【难度】★【答案】D

- 2、如图所示，在皮带传送装置中，皮带把物体 P 匀速带至高处，在此过程中，下述说法正确的是（ ）
（多选）

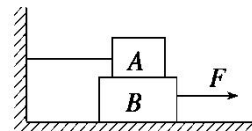
- A. 摩擦力对物体做正功
B. 摩擦力对物体做负功
C. 支持力对物体不做功
D. 摩擦力对物体不做功



【难度】★★【答案】AC

- 3、如图所示，A、B 叠放着，A 用绳系在固定的墙上，用力 F 将 B 拉着右移。用 F_T 、 F_{AB} 和 F_{BA} 分别表示绳子的拉力、A 对 B 的摩擦力和 B 对 A 的摩擦力，则下列叙述中正确的是（ ）

- A. F 做正功， F_{AB} 做负功， F_{BA} 做正功， F_T 不做功
B. F 和 F_{BA} 做正功， F_{AB} 和 F_T 做负功
C. F 做正功，其他力都不做功
D. F 做正功， F_{AB} 做负功， F_{BA} 和 F_T 都不做功



【难度】★★【答案】D

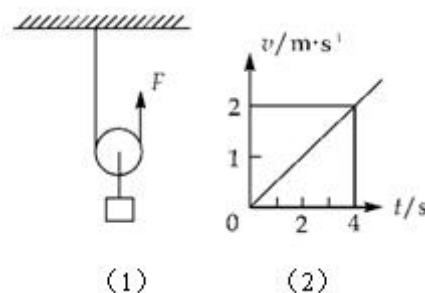
- 4、某车以相同的功率在两种不同的水平路面上行驶，受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分别为 v_1 和 v_2 ，则（ ）

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

【难度】★★【答案】B

- 5、如图（1）所示，滑轮质量、摩擦均不计，质量为 2kg 的物体在 F 作用下由静止开始向上做匀加速运动，其速度随时间的变化关系如图（2）所示，由此可知（ g 取 10m/s^2 ）（ ）

- A. 物体加速度大小为 2m/s^2
B. F 的大小为 21N
C. 4s 末 F 的功率大小为 42W
D. 4s 内 F 做功的平均功率为 42W



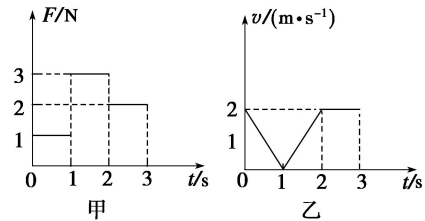
【难度】★★

【答案】B

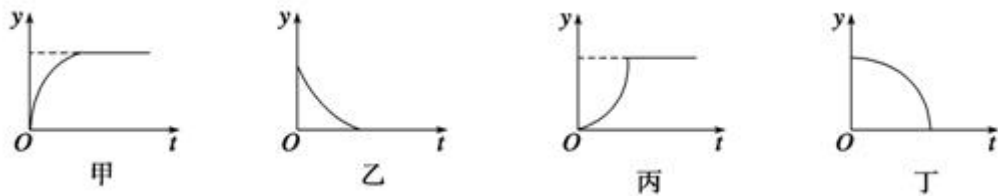
6、一滑块在水平地面上沿直线滑行， $t=0$ 时刻其速度为 2m/s 。从此时刻开始在滑块运动方向上再施加一水平拉力 F ，力 F 和滑块的速度 v 随时间 t 的变化规律分别如图甲和乙所示。设在第 1s 内、第 2s 内、第 3s 内力 F 对滑块做功的平均功率分别为 P_1 、 P_2 、 P_3 ，则（ ）（多选）

- A. $P_1 > P_2 > P_3$
- B. $P_1 < P_2 < P_3$
- C. $0 \sim 2\text{s}$ 内拉力 F 对滑块做功为 4J
- D. $0 \sim 2\text{s}$ 内摩擦力对滑块做功为 4J

【难度】★★【答案】BC



7、汽车在平直的公路上以恒定的功率启动，设阻力恒定，则下列图中关于汽车运动过程中加速度、速度随时间变化的关系，以下判断正确的是（ ）（多选）



- A. 汽车的加速度—时间图象可用图乙描述
- B. 汽车的速度—时间图象可用图甲描述
- C. 汽车的加速度—时间图象可用图丁描述
- D. 汽车的速度—时间图象可用图丙描述

【难度】★★【答案】AB

8、汽车发动机的额定功率为 60kW ，满载时在水平直路上最大的行驶速度可达 20m/s ，这时汽车所受阻力为 _____ N ，若汽车实际速度保持 15m/s 的速度不变，则汽车发动机实际功率是 _____ W （设汽车所受阻力不变）。

【难度】★★【答案】 3×10^3 ； 4.5×10^4

9、某地强风的风速约为 $v=20\text{m/s}$ ，空气密度 $\rho=1.3\text{kg/m}^3$ 。如果把通过横截面积为 $S=20\text{m}^2$ 的风的动能全部转化为电能，则利用上述量计算电功率的公式 $P=_____$ ，功率大小约为 _____

【难度】★★【答案】 $\frac{1}{2}\rho S v^3$ ； $1.04 \times 10^5\text{W}$

10、一辆质量为 $2.0 \times 10^3\text{kg}$ 的汽车以额定功率为 $6.0 \times 10^4\text{W}$ 在水平公路上行驶，汽车受到的阻力为一定值在某时刻汽车的速度为 20m/s ，加速度为 0.5m/s^2 ，求：

- (1) 汽车所能达到的最大速度是多大？
- (2) 当汽车的速度为 10m/s 时的加速度是多大？
- (3) 若汽车从静止开始做匀加速直线运动（不是额定功率行驶），加速度的大小为 $a=1.0\text{m/s}^2$ ，则这一过程能保持多长时间？

【难度】★★★★【答案】(1) 30m/s (2) 2m/s^2 (3) 15s

11、心电图的出纸速度（纸带移动的速度） $v=2.5\text{ cm/s}$ ，记录下的某人的心电图如图所示（图纸上每小格边长 $l=5\text{ mm}$ ），在图象上，相邻的两个最大振幅之间对应的时间为心率的一个周期。

- （1）此人的心率为多少次/分？
- （2）若某人的心率为 75 次/分，每跳一次输送 80 mL 血液，他的血压（可看做心脏压送血液的平均压强）为 $1.5\times 10^4\text{ Pa}$ ，据此估算此人心脏跳动做功的平均功率 P 。
- （3）按第（2）问的答案估算一下，人的心脏工作一天所做的功相当于把 1 吨重的物体举起多高？（保留两位有效数字）



【难度】★★★

【答案】（1）75 次/分 （2）1.5W （3）13m

【解析】（1）在心脏跳动一次的时间 T （周期）内，图纸移动的距离 $L\approx 4l$ ，有 $T=\frac{L}{v}=\frac{4\times 0.5}{2.5}\text{ s}=0.8\text{ s}$

1 分钟内跳动次数为 $f=\frac{60\text{ s}}{T}=75\text{ 次/分}$ 。

（2）我们可以将心脏推动血液对外做功的过程，简化为心脏以恒定的压强推动圆柱形液体做功的模型。设圆柱形液体的横截面积为 S ，长度为 ΔL ，

根据 $P=\frac{W}{t}$ ， $W=F\Delta L$ ， $F=pS$ 得 $P=\frac{pS\Delta L}{t}=\frac{p\Delta V}{t}$

将已知条件代入式中得 $P=\frac{1.5\times 10^4\times 8\times 10^{-5}\times 75}{60}\text{ W}=1.5\text{ W}$

（3）心脏工作一天所做的功 $W=Pt'=1.5\times 3600\times 24\text{ J}=1.3\times 10^5\text{ J}$

$h=\frac{W}{mg}=\frac{1.3\times 10^5}{1.0\times 10^4}\text{ m}=13\text{ m}$