

功和能



大纲重点

1. 理解功,知道做功的两个必要因素,并能用公式进行简单计算;理解功率的概念,知道功率与速度的关系,并能用公式进行简单计算。
2. 了解动能和动能定理,能用动能定理解释生产、生活中的一些实际问题。
3. 了解重力势能和弹性势能,知道机械能是人类生活中常见的能量形式;理解机械能守恒定律,能进行简单计算,并能用机械能守恒定律分析生产、生活中的有关问题。



经典例题

例题 1 用力将重物竖直提起,先是从静止开始匀加速上升,紧接着匀速上升,如果前后两过程的时间相同,不计空气阻力,则()。

- A. 加速过程中拉力的功一定比匀速过程中拉力的功大
- B. 匀速过程中拉力的功比加速过程中拉力的功大
- C. 两过程中拉力的功一样大
- D. 上述三种情况都有可能

分析与解答 重物在竖直方向上仅受两个力作用:重力 mg 、拉力 F 。这两个力的相互关系决定了物体在竖直方向上的运动状态。设匀加速提升重物时拉力为 F_1 ,重物加速度为 a ,由牛顿第二定律 $F_1 - mg = ma$,则拉力做的功为

$$W_1 = F_1 s_1 = m(g+a) \cdot \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} m(g+a) at^2$$

匀速提升重物时,设拉力为 F_2 ,由平衡条件有 $F_2 = mg$,匀速直线运动的位移 $s_2 = vt = at^2$ 。拉力所做的功 $W_2 = F_2 s_2 = mg at^2$ 。故答案为 D。

例题 2 电动机通过一条绳子吊起质量为 8kg 的物体,绳的拉力不能超过 120N ,电动机的功率不能超过 $1\,200\text{W}$ 。要将此物体由静止起,用最快的方式吊高 90m (已知物体在被吊高 90m 以前已开始以最大速度匀速上升),所需时间为多少?(g 取 10m/s^2)

分析与解答 起吊最快的方式是:开始时以最大拉力起吊,达到最大功率后维持最大功率起吊。

在匀加速运动过程中,加速度为



$$a = \frac{F_m - mg}{m} = \frac{120 - 8 \times 10}{8} \text{m/s}^2 = 5 \text{m/s}^2$$

末速度为
$$v_t = \frac{P_m}{F_m} = \frac{1}{8} \frac{200}{10} \text{m/s} = 10 \text{m/s}$$

上升时间为
$$t_1 = \frac{v_t}{a} = \frac{10}{5} \text{s} = 2 \text{s}$$

上升高度为
$$h_1 = \frac{v_t^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \times 5} \text{m} = 10 \text{m}$$

在功率恒定的过程中,最后匀速运动的速度为

$$v_m = \frac{P_m}{mg} = \frac{1}{8} \frac{200}{10} \text{m/s} = 15 \text{m/s}$$

由动能定理,可得
$$P_m t_2 - mg(h - h_1) = \frac{1}{2} m v_m^2 - \frac{1}{2} m v_t^2$$

解得上升时间为

$$t_2 = \frac{mg(h - h_1) + \frac{1}{2} m (v_m^2 - v_t^2)}{P_m} = \frac{8 \times 10 \times (90 - 10) + \frac{1}{2} \times 8 \times (15^2 - 10^2)}{1200} \text{s} = 5.75 \text{s}$$

所以,要将此物体由静止起,用最快的方式吊高 90m,所需时间为

$$t = t_1 + t_2 = 2 \text{s} + 5.75 \text{s} = 7.75 \text{s}$$

例题 3 从离地面 H 高处落下一只小球,小球在运动过程中所受的空气阻力是它重力的 $k(k < 1)$ 倍,而小球与地面相碰后,能以大小相同的速率反弹而出,求:

- (1) 小球第一次与地面碰撞后,能够反弹起的最大高度是多少?
- (2) 小球从释放开始,直至停止弹跳为止,所通过的总路程是多少?

分析与解答 (1) 设小球第一次与地面碰撞后,能够反弹起的最大高度是 h ,则由动能定理得

$$mg(H - h) - kmg(H + h) = 0$$

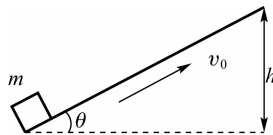
解得
$$h = \frac{1 - k}{1 + k} H$$

(2) 设小球从释放开始,直至停止弹跳为止,所通过的总路程是 S ,对全过程由动能定理得

$$mgH - kmgS = 0$$

解得
$$S = \frac{H}{k}$$

例题 4 如例图 2-1 所示,绷紧的传送带在电动机带动下,始终保持 $v_0 = 2 \text{m/s}$ 的速度匀速运行,传送带与水平地面的夹角 $\theta = 30^\circ$,现把一质量 $m = 10 \text{kg}$ 的工件轻轻地放在传送带底端,由传送带传送至 $h = 2 \text{m}$ 的高处。已知工件与传送带



例图 2-1

间的滑动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$, g 取 10m/s^2 。

(1) 试通过计算分析工件在传送带上做怎样的运动?

(2) 工件从传送带底端运动至 $h=2\text{m}$ 高处的过程中摩擦力对工件做了多少功?

分析与解答 (1) 工件刚放上传送带时受滑动摩擦力

$$F = \mu mg \cos \theta$$

工件开始做匀加速直线运动, 由牛顿运动定律, 可得

$$F - mg \sin \theta = ma$$

联立上式可得

$$a = \frac{F}{m} - g \sin \theta = g(\mu \cos \theta - \sin \theta) = 10 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cos 30^\circ - \sin 30^\circ \right) \text{m/s}^2 = 2.5 \text{m/s}^2$$

设工件经过位移 x 与传送带达到共同速度, 由匀变速直线运动规律, 可得

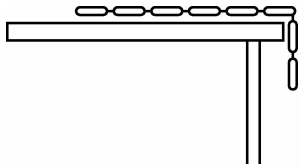
$$x = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{2^2}{2 \times 2.5} \text{m} = 0.8 \text{m} < 4 \text{m}$$

故工件先以 2.5m/s^2 的加速度做匀加速直线运动, 运动 0.8m 与传送带达到共同速度 2m/s 开始做匀速直线运动。

(2) 在工件从传送带底端运动至 $h=2\text{m}$ 高处的过程中, 设摩擦力对工件做功 W_f , 由动能定理 $W_f - mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$, 可得

$$W_f = mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = 10 \times 10 \times 2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{J} = 220 \text{J}$$

例题 5 长为 L 的均匀链条, 放在光滑的水平桌面上, 且使其长度的 $1/4$ 垂在桌边, 如例图 2-2 所示, 松手后链条从静止开始沿桌边下滑, 则链条滑至刚刚离开桌边时的速度大小为多大?



例图 2-2

分析与解答 链条下滑时, 因桌面光滑, 没有摩擦力做功。整根链条总的机械能守恒, 可用机械能守恒定律求解。设整根链条质量为 m , 则单位长度质量(质量线密度)为 $\frac{m}{L}$, 桌面重力势能为零, 由机械能守恒定律, 可得

$$-\frac{L}{4} \cdot \frac{m}{L} g \cdot \frac{L}{8} = \frac{1}{2}mv^2 - mg \frac{L}{2}$$

解得
$$v = \sqrt{\frac{15}{16}gL}$$

说明 求解这类题目时, 一是注意零势点的选取, 应尽可能使表达式简化, 该题如选链条全部滑下时的最低点为零势能点, 则初始势能就比较麻烦; 二是灵活选取各部分的重心, 该题最开始时的势能应取两部分(桌面上和桌面下)势能总和, 整根链条的总重心便不好确定, 最后刚好滑出桌面时的势能没有必要再分, 可对整根链条求出重



力势能。



第一章 功与功率

一、选择题

- 讨论力 F 在下列几种情况下做功的多少()。
 - ①用水平推力 F 推质量为 m 的物体在光滑水平面上前进了 s 。
 - ②用水平推力 F 推质量为 $2m$ 的物体沿滑动摩擦因数为 μ 的水平面前进了 s 。
 - ③斜面倾角为 θ , 用与斜面平行的推力 F 推质量为 $2m$ 的物体沿光滑斜面向上推进了 s 。

A. ③做功最多 B. ②做功最多 C. ①②③做功相等 D. 不能确定
- 关于摩擦力对物体做功, 以下说法中正确的是()。

A. 滑动摩擦力总是做负功
B. 滑动摩擦力可能做负功, 也可能做正功
C. 静摩擦力对物体一定做负功
D. 静摩擦力对物体总是做正功
- 如图 2-1 所示, 一个物体放在水平面上, 在跟竖直方向成 θ 角的斜向下的推力 F 的作用下沿平面移动了距离 s , 若物体的质量为 m , 物体与地面之间的摩擦力大小为 f , 则在此过程中()。

A. 摩擦力做的功为 fs B. 力 F 做的功为 $Fs\cos\theta$
C. 力 F 做的功为 $Fs\sin\theta$ D. 重力做的功为 mgs
- 质量为 m 的物体静止在倾角为 θ 的斜面上, 当斜面沿水平方向向右匀速移动了距离 s 时, 如图 2-2 所示, 物体 m 相对斜面静止, 则下列说法中不正确的是()。

A. 摩擦力对物体 m 做功为零 B. 合力对物体 m 做功为零
C. 摩擦力对物体 m 做负功 D. 弹力对物体 m 做正功

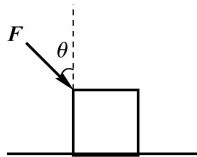


图 2-1



图 2-2

- 起重机竖直吊起质量为 m 的重物, 上升的加速度是 a , 上升的高度是 h , 则起重机对货物所做的功是()。

A. mgh

B. mah

C. $m(g+a)h$

D. $m(g-a)h$

6. 将横截面积为 s 的玻璃管弯成如图 2-3 所示的连通器, 放在水平桌面上, 左、右管处于竖直状态, 先关闭阀门 K, 往左、右管中分别注入高为 h_1 和 h_2 、密度为 ρ 的液体。然后打开阀门 K, 直到液体静止。在上述过程中, 重力对液体做的功为()。

A. $\rho g s (h_1 - h_2)$

B. $\frac{1}{2} \rho g s (h_1 - h_2)^2$

C. $\frac{1}{4} \rho g s (h_1 - h_2)^2$

D. $\frac{1}{4} \rho g s (h_1 - h_2)$

7. 物体 A 和 B 叠放在光滑水平面上, $m_A = 1\text{kg}$, $m_B = 2\text{kg}$, B 上作用一个 3N 的水平拉力后, A、B 一起前进了 4m, 如图 2-4 所示。在这个过程中 B 对 A 做的功为()。

A. 4J

B. 12J

C. 0

D. -4J

8. 质量为 m 的物块 A 始终附着在楔形物块 B 的倾角为 θ 的斜面上, 如图 2-5 所示, 下列说法中正确的是()。

A. 若 B 向右匀速移动距离 s , 则 B 对 A 做的功为 0

B. 若 B 向上匀速移动距离 s , 则 B 对 A 做的功为 mgs

C. 若 B 向左以加速度 a 移动距离 s , 则 B 对 A 做的功为 mas

D. 若 B 向下以加速度 a 移动距离 s , 则 B 对 A 做的功为 $m(g+a)s$

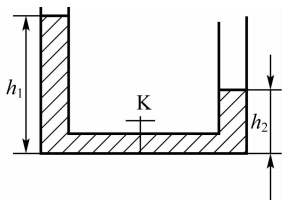


图 2-3

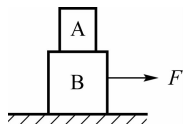


图 2-4

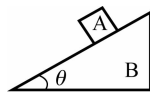


图 2-5

9. 关于一对相互作用力在作用过程中的总功 W 和总冲量 I , 下列说法中正确的是()。

A. W 和 I 一定都等于 0

B. W 一定等于 0, I 不可能为 0

C. W 可能不等于 0, I 一定等于 0

D. W 和 I 都可能不等于 0

10. 把一个物体竖直向上抛出去, 该物体上升的最大高度是 h , 若物体的质量为 m , 所受的空气阻力恒为 f , 则在从物体被抛出到落回地面的全过程中()。

A. 重力所做的功为 0

B. 重力所做的功为 $2mgh$

C. 空气阻力做的功为 0

D. 空气阻力做的功为 $-2fh$

11. 关于功率, 以下说法中正确的是()。

A. 据 $P=W/t$ 可知, 机器做功越多, 其功率就越大

B. 据 $P=Fv$ 可知, 汽车牵引力一定与速度成反比

C. 据 $P=W/t$ 可知, 只要知道时间 t 内机器所做的功, 就可以求得这段时间内任一



刻机器做功的功率

D. 据 $P=Fv$ 可知, 发动机功率一定时, 交通工具的牵引力与运动速度成反比。

12. 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 F 的功率是()。

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

二、计算题

1. 如图 2-6 所示, 滑板运动是一项非常刺激的水上运动, 研究表明, 在进行滑板运动时, 水对滑板的作用力 F_N 垂直于板面, 大小为 kv^2 , 其中 v 为滑板速率(水可视为静止)。某次运动中, 在水平牵引力作用下, 当滑板和水面的夹角 $\theta=37^\circ$ 时, 滑板做匀速直线运动, 相应的 $k=54\text{kg/m}$, 人和滑板的总质量为 108kg , 试求(重力加速度 g 取 10m/s^2 , $\sin 37^\circ$ 取 0.6 , 忽略空气阻力):

- (1) 水平牵引力的大小;
- (2) 滑板的速率;
- (3) 水平牵引力的功率。

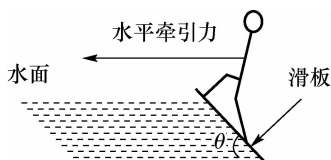


图 2-6

2. 如图 2-7 所示, 一个与平台连接的足够长的斜坡倾角 $\theta = \arcsin \frac{1}{30}$, 一辆卡车的质量为 1t 。关闭发动机, 卡车从静止开始沿斜坡滑下, 最大速度可达 120km/h , 已知卡车运动过程中所受空气阻力和地面阻力与速度成正比, 即 $F_f = kv$ (g 取 10m/s^2)。

- (1) 求出比例系数 k ;
- (2) 现使卡车以恒定功率 P 沿斜坡向上行驶, 达到的最大速度为 54km/h , 求功率 P 。



图 2-7



第二章 动能与动能定理

一、选择题

1. 关于做功和物体动能变化的关系, 不正确的是()。
 - A. 只有动力对物体做功时, 物体的动能增加

- B. 只有物体克服阻力做功时, 物体的动能减少
 C. 外力对物体做功的代数和等于物体的末动能和初动能之差
 D. 动力和阻力都对物体做功, 物体的动能一定变化
2. 关于运动物体所受的合外力、合外力做功和动能变化的关系, 下列说法中正确的是()。
 A. 如果物体所受的合外力为零, 那么合外力对物体做的功一定为零
 B. 如果合外力对物体所做的功为零, 则合外力一定为零
 C. 物体在合外力作用下做变速运动, 动能一定变化
 D. 物体的动能不变, 所受的合外力必定为零
3. 两个材料相同的物体, 甲的质量大于乙的质量, 以相同的初动能在同一水平面上滑动, 最后都静止, 它们滑行的距离()。
 A. 乙大 B. 甲大 C. 一样大 D. 无法比较
4. 放在水平面上的物体在一对水平方向的平衡力作用下做匀速直线运动, 当撤去一个力后, 下列说法中错误的是()。
 A. 物体的动能可能减少 B. 物体的动能可能增加
 C. 没有撤去的力一定不再做功 D. 没有撤去的力一定还做功
5. 如图 2-8 所示, 质量为 m 的物体用细绳经过光滑小孔牵引在光滑水平面上做匀速圆周运动, 拉力为某个值 F 时, 转动半径为 R , 当拉力逐渐减小到了 $F/4$ 时, 物体仍做匀速圆周运动, 半径为 $2R$, 则外力对物体所做的功大小是()。
 A. $FR/4$ B. $3FR/4$
 C. $5FR/2$ D. 零

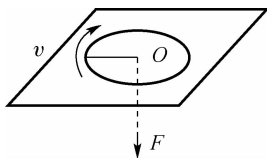


图 2-8

6. 一物体质量为 2kg , 以 4m/s 的速度在光滑水平面上向左滑行。从某时刻起施加一向右的水平力, 经过一段时间后, 滑块的速度方向变为水平向右, 大小为 4m/s , 在这段时间内, 水平力做功为()。
 A. 0 B. 8J C. 16J D. 32J
7. 下列说法中正确的是()。
 A. 某过程中外力做的总功等于各力做功的代数之和
 B. 外力对物体做的总功等于物体动能的变化
 C. 在物体动能不变的过程中, 动能定理不适用
 D. 动能定理只适用于物体受恒力作用而做加速运动的过程
8. 在光滑的地板上, 用水平拉力分别使两个物体由静止获得相同的动能, 那么可以肯定()。
 A. 水平拉力相等 B. 两物块质量相等
 C. 两物块速度变化相等 D. 水平拉力对两物块做功相等
9. 质点在恒力作用下从静止开始做直线运动, 则此质点任一时刻的动能()。



- A. 与它通过的位移 s 成正比
 B. 与它通过的位移 s 的平方成正比
 C. 与它运动的时间 t 成正比
 D. 与它运动的时间 t 的平方成正比
10. 一个人站在阳台上,从阳台边缘以相同的速率 v_0 ,分别把三个质量相同的球竖直上抛、竖直下抛、水平抛出,不计空气阻力,则比较三球落地时的动能()。
- A. 上抛球最大
 B. 下抛球最大
 C. 平抛球最大
 D. 三球一样大
11. 在离地面高为 h 处竖直上抛一质量为 m 的物块,抛出时的速度为 v_0 ,当它落到地面时的速度为 v ,用 g 表示重力加速度,则此过程中物块克服空气阻力所做的功等于()。
- A. $mgh - \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$
 B. $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 - mgh$
 C. $mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$
 D. $mgh - \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$
12. 一个质量为 m 的小球,用长为 L 的轻绳悬挂在 O 点,小球在水平拉力 F 作用下,从平衡位置 P 点很缓慢地拉到 Q 点,如图 2-9 所示,则拉力 F 做的功为()。
- A. $mgL\cos\theta$
 B. $mgL(1 - \cos\theta)$
 C. $FL\sin\theta$
 D. $FL\cos\theta$

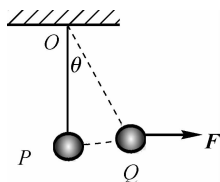


图 2-9

二、填空题

1. 如图 2-10 所示,地面水平光滑,质量为 m 的物体在水平恒力 F 的作用下,由静止从 A 处移动到了 B 处;此过程中力 F 对物体做正功,使得物体的速度_____ (增大、减少、不变)。如果其他条件不变,只将物体的质量增大为 $2m$,在物体仍由静止从 A 运动到 B 的过程中,恒力 F 对物体做的功_____ (增大、减少、不变);物体到达 B 处时的速度比原来要_____ (大、小、不变)。如果让一个具有初速度的物体在粗糙水平地面上滑行时,物体的速度会不断减少,这个过程中伴随有_____ 力做_____ 功(正、负、零)。可见做功能使物体的速度发生改变。
2. 一高炮竖直将一质量为 M 的炮弹以速度 v 射出,炮弹上升的最大高度为 H ,则炮弹上升的过程中克服空气阻力所做的功为_____,发射时火药对炮弹做功为_____。(忽略炮筒的长度)
3. 质量为 m 的物体静止在水平桌面上,物体与桌面间的滑动摩擦因数为 μ ,今用一水平力推物体,使物体加速运动一段时间,撤去此力,物体再滑行一段时间后静止,已知物体运动的总路程为 s ,则此推力对物体做功_____。

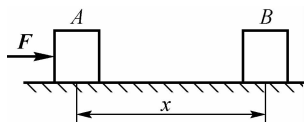


图 2-10

三、计算题

1. 质量为 $5 \times 10^5 \text{ kg}$ 的机车,以恒定的功率沿平直轨道行驶,在 3min 内行驶了 1450m,其速度从 10m/s 增加到最大速度 15m/s。若阻力保持不变,求机车的功率和所受阻力的

大小。

2. 一小球从高出地面 H 处,由静止自由下落,不计空气阻力,球落至地面后又深入沙坑 h 后停止,求沙坑对球的平均阻力是其重力的多少倍。
3. 如图 2-11 所示,飞行子弹打入放在光滑水平面上的木块中深入 2cm ,未穿出,同时木块滑动了 1cm ,则子弹动能的变化、木块获得的动能、由于摩擦增加的内能的比是多少。

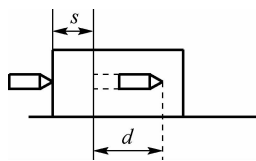


图 2-11

4. 如图 2-12 所示,质量为 m 的物体在半圆形轨道顶端从静止开始释放, A 为轨道最低点, A 与圆心 O 在同一竖直线上,已知圆弧轨道半径为 R ,运动到 A 点时,物体对轨道的压力大小为 $2.5mg$,求此过程中物体克服摩擦力做的功。

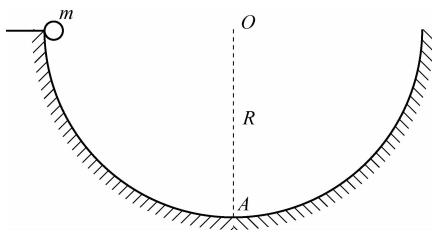


图 2-12



第三章 势能 机械能守恒

一、选择题

1. 质量相同的实心木球和铜球,放在同一水平桌面上,则它们的重力势能是()。
 - A. 木球大
 - B. 铜球大
 - C. 一样大
 - D. 不能比较
2. 以下叙述中正确的是()。
 - A. 重力对物体做功越多,物体的重力势能越少



- B. 物体克服重力做功越多, 物体的重力势能越少
 C. 重力对物体不做功, 物体的重力势能一定为零
 D. 物体没有克服重力做功, 物体的重力势能不一定为零
3. 如图 2-13 所示, 桌面离地高为 h , 质量为 m 的小球从离桌面高为 H 处自由下落, 不计空气阻力, 假设桌面为零势能的参考平面, 则小球在图示位置处的重力势能为()。

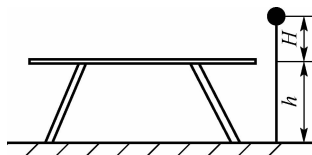


图 2-13

- A. mgh B. mgH
 C. $mg(H+h)$ D. $mg(H-h)$
4. 物体在运动过程中, 克服重力做功 50J, 则()。
- A. 重力做功为 50J B. 物体的重力势能一定增加 50J
 C. 物体的重力势能一定减小 50J D. 重力做功为 -50J
5. 用起重机将质量为 m 的物体匀速地吊起一段距离, 那么作用在物体上各力的做功情况应该是下面的哪种说法()。
- A. 重力做正功, 拉力做负功, 合力做功为零
 B. 重力做负功, 拉力做正功, 合力做正功
 C. 重力做负功, 拉力做正功, 合力做功为零
 D. 重力不做功, 拉力做正功, 合力做正功
6. 井深 8m, 井上支架高为 2m, 在支架上用一根 3m 长的绳子系住一个重 100N 的物体, 则物体的重力势能是(以地面为参考平面)()。
- A. 100J B. 700J C. -100J D. 无法确定
7. 一根长 $L=2\text{m}$, 重力 $G=200\text{N}$ 的均匀木杆放在水平地面上, 现将它的一端从地面抬高 0.5m, 另一端仍搁在地面上, 则物体重力势能的变化量为($g=10\text{m/s}^2$)()。
- A. 400J B. 200J C. 100J D. 50J
8. 在距地面高 5m 的平台上, 以 25m/s 的速率竖直向上抛出一质量为 1kg 的石块, 不计空气阻力, 取 $g=10\text{m/s}^2$, 则抛出后第 3s 内重力对石块所做的功是()。
- A. -100J B. 50J C. 100J D. 0J
9. 在空中某点, 将三个相同小球以相同的速率 v 水平抛出、竖直上抛、竖直下抛, 则从抛出到落地, 下列说法正确的是()。
- A. 重力做功相同 B. 重力的平均功率相同
 C. 竖直下抛的小球的重力平均功率最大 D. 落地时重力的瞬时功率相同

10. 如图 2-14 所示, 小球自 a 点由静止自由下落, 到 b 点时与弹簧接触, 到 c 点时弹簧被压缩到最短, 若不计弹簧质量和空气阻力, 在小球由 $a \rightarrow b \rightarrow c$ 的运动过程中, 以下叙述正确的是()。

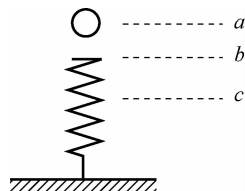


图 2-14

- A. 小球和弹簧总机械能守恒

- B. 小球的重力势能随时间均匀减少
 C. 小球在 b 点时动能最大
 D. 到 c 点时小球重力势能的减少量等于弹簧弹性势能的增加量

二、填空题

1. 甲、乙两物体, $m_{\text{甲}} = 5m_{\text{乙}}$, 从很高的同一处自由下落 2s, 重力做功之比为 _____, 对地面的重力势能之比为 _____。
2. 质量为 5kg 的铜球, 从离地 15m 高处自由下落 1s 后, 它的重力势能是 _____ J, 重力做功 _____ J。 ($g = 10\text{m/s}^2$)
3. 在地面附近一个质量为 5kg 的物体, 从零势能面以上 8m 处下落到零势能面以下 2m 处的过程中, 重力势能的最大值是 _____ J, 重力做功是 _____ J。 ($g = 10\text{m/s}^2$)
4. 如图 2-15 所示, 物体质量为 M , 与甲乙两弹簧相连接, 乙弹簧下端与地面连接, 甲、乙两弹簧质量不计, 其劲度系数分别为 K_1 和 K_2 , 起初甲处于自由长度, 现用手将弹簧的 A 端缓慢上提, 使乙弹簧产生的弹力大小变为原来的 $\frac{2}{3}$, 则物体 M 增加的重力势能可能是 _____。
5. 将长为 $2L$ 的均匀链条, 放在高 $4L$ 的光滑桌面上, 开始时链条的一半长度处于桌面, 其余从桌边下垂, 从此状态释放链条, 设链条能平滑地沿桌边滑下, 则链条下端触地速度为 _____。

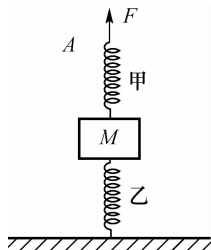


图 2-15

三、计算题

1. 如图 2-16 所示, 质量为 m 的物体放于水平面上, 物体上竖直固定一长度为 l 、劲度系数为 k 的轻质弹簧, 现用手拉住弹簧上端 P 缓慢向上提, 使物体离开地面上升一段距离。在这一过程中, 若 P 端上移的距离为 H , 求物体重力势能的增加量。

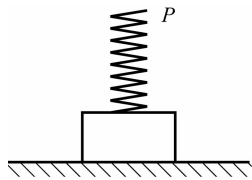


图 2-16

2. 如图 2-17 所示, 长度为 l 、质量为 m 的均匀的绳, 一段置于水平的光滑桌面上, 另一段长为 a 垂于桌面下, 当绳下滑全部离开桌面时, 求重力所做的功。

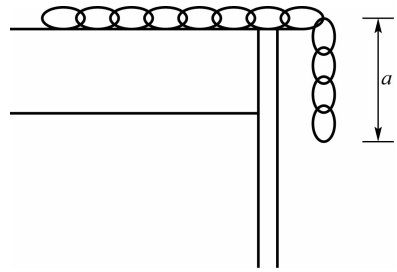


图 2-17

3. 如图 2-18 所示，一人造卫星绕地球做椭圆轨道运动，试比较该卫星在近地点与远地点时的重力势能大小。

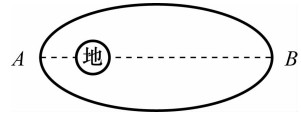


图 2-18

4. 质量为 m 的木球从离水面高度为 h 处由静止释放，落入水中后，在水中运动的最大深度是 h' ，最终木球停在水面上。若木球在水中运动时，受到因运动而产生的阻力恒为 F_{μ} ，求：
- (1) 木球释放后的全部运动过程中重力做的功是多少？它的重力势能变化了多少？
 - (2) 全过程中浮力对木球做了多少功？