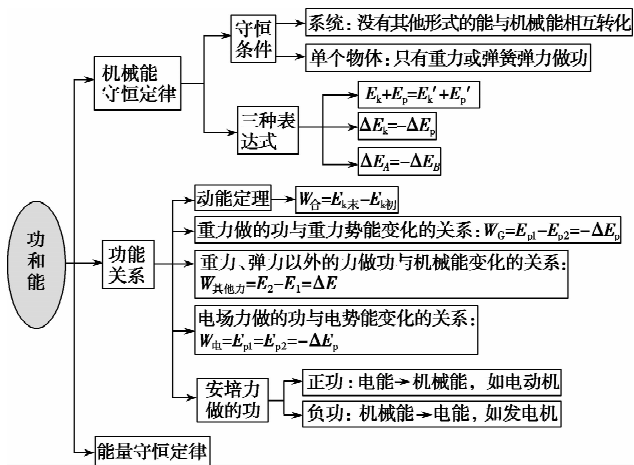


第2讲 机械能守恒定律 功能关系

知识网络



基础落实

1. 机械能守恒的判断

- (1) 利用机械能守恒的定义判断;
- (2) 利用做功判断;
- (3) 利用能量转化判断;
- (4) 对于绳突然绷紧和物体间非弹性碰撞问题, 机械能往往不守恒.

2. 功能关系

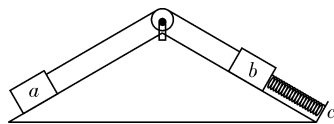
- (1) 重力的功等于_____的负值 $W_G = -\Delta E_p$;
- (2) 电场力的功等于_____的负值 $W_{电} = -\Delta E_p'$;
- (3) 弹簧弹力的功等于_____的负值 $W_{弹} = -\Delta E_p''$;
- (4) 合外力的功等于_____ $W_{合} = \Delta E_k$;
- (5) 一对滑动摩擦力做的总功等于_____的变化 $f x_{相对} = \Delta E_{内} = Q$;
- (6) 除重力和弹簧弹力之外的力做功等于_____的变化, $W_{其他} = \Delta E$;
- (7) 电流做的功等于其他能量的增量 $I U t = \Delta E'$;
- (8) 安培力做功等于电能与机械能的转化.

考点突破

考点一 机械能守恒定律的应用

例1 (多选) 如图所示, 两个倾角都为 30° 、足够长的光滑斜面对接在一起并固定在地面上, 顶端安装一光滑的轻质定滑轮, 质量分别为 $2m$ 和 m 的 a 、 b 两物体分别放在左、右斜面上, 不可伸长的轻绳跨过定滑轮将 a 、 b 两物体连接, b 与右边斜面的底端挡板 c 之间连有轻质弹簧. 现用手握住 a , 使弹簧刚好无形变, 系统处于静止状态. 松手后, 从 a 、 b 开始运

动到它们速度再次都为零的过程中(绳和弹簧都与斜面平行且弹簧伸长在弹性限度内) ()



- a 、 b 组成的系统机械能守恒
- a 、 b 和弹簧组成的系统机械能守恒
- a 的重力势能减少量大于弹簧弹力所做的功
- 重力对 a 做功的平均功率大于弹簧弹力对 b 做功的平均功率

【方法总结】1. 运用机械能守恒定律分析求解问题时应注意:

(1) 研究对象的选取. 研究对象的选取是解题的首要环节, 有的问题选单个物体(实为一个物体与地球组成的系统)为研究对象机械能不守恒, 但选此物体与其他几个物体组成的系统为研究对象, 机械能却是守恒的.

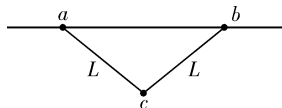
(2) 研究过程的选取. 有些问题研究对象的运动过程分几个阶段, 有的阶段机械能守恒, 而有的阶段机械能不守恒. 因此, 在应用机械能守恒定律解题时要注意过程的选取.

(3) 机械能守恒表达式的选取. “守恒的观点”的表达式适用于单个或多个物体机械能守恒的问题. 列式时需选取参考平面. 而用“转移”和“转化”的角度反映机械能守恒时, 不必选取参考平面.

2. 解决线、杆相关联的系统机械能守恒问题, 要注意以下三点:

- (1) 通过沿绳子方向速度相等建立起相关联物体的速度大小关系;
- (2) 明确系统, 并判定系统机械能是否守恒;
- (3) 根据系统始、末状态合理选择机械能守恒定律表述方式.

变式训练 1 (多选) a 、 b 、 c 是三个质量相同的小球(可视 为质点), a 、 b 两球套在水平放置的光滑细杆上, c 球分别用 长度为 L 的细线与 a 、 b 两球连接. 起初 a 、 b 两球固定在细杆 上相距 $2L$ 处, 重力加速度为 g . 若同时释放 a 、 b 两球, 则 ()

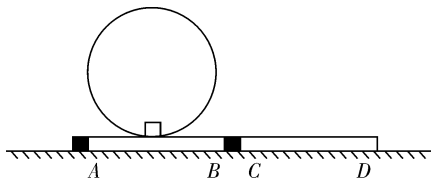


- 在 a 、 b 碰撞前, a 、 b 、 c 系统的机械能守恒
- 在 a 、 b 碰撞前的运动过程中, c 的机械能先增大后减小
- 在 a 、 b 碰撞前的瞬间, b 的速度为 \sqrt{gL}
- 在 a 、 b 碰撞前的瞬间, b 的速度为 $2\sqrt{gL}$

变式训练 2 半径为 r 的竖直光滑圆轨道固定在光滑木板 AB 中央, 置于光滑水平桌面. 圆轨道和木板 AB 的总质量 为 m , 木板 AB 两端被限定, 无法水平移动, 可竖直移动.

考点二 能量守恒定律的应用

木板 AB 的右端放置足够长的木板 CD,其表面与木板 AB 齐平,质量为 $2m$ 。一个质量为 m 的滑块(可视为质点)从圆轨道最低点以一定的初速度 v_0 向右运动进入圆轨道,运动一周后回到最低点并向右滑上水平木板 AB 和 CD,最终与木板 CD 保持相对静止,滑块与木板 CD 间动摩擦因数为 μ ,其余摩擦均不计,则:



- (1) 为保证滑块能通过圆轨道的最高点,求初速度 v_0 的最小值;
- (2) 为保证滑块通过圆轨道的最高点时,木板 AB 不离开地面,求初速度 v_0 的最大值;
- (3) 若滑块恰能通过圆轨道最高点,求滑块在木板 CD 上相对 CD 滑动的位移。

例 2 2019 年 2 月,国产科幻电影《流浪地球》的上映引起了人们对天体运动的极大兴趣.设想有质量为 m 的卫星绕质量为 M 的星球做匀速圆周运动,运动半径为 R ,以卫星距该星球中心无限远处势能为零,当卫星距该星球中心距离为 r 时,引力势能 $E_p = -\frac{GMm}{r}$, G 为引力常量,不考虑其他星体对卫星的作用,则卫星要脱离该星球到无限远处去,至少需要增加的能量为 ()

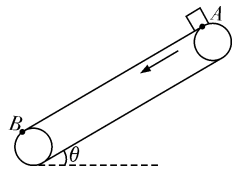
- A. $\frac{2GMm}{R}$ B. $\frac{GMm}{R}$
 C. $\frac{GMm}{2R}$ D. $\frac{GMm}{4R}$

【方法总结】应用能量守恒定律的两条基本思路:

- (1) 某种形式的能减少,一定存在其他形式的能增加,且减少量和增加量一定相等,即 $\Delta E_{\text{减}} = \Delta E_{\text{增}}$ 。
- (2) 某个物体的能量减少,一定存在其他物体的能量增加,且减少量和增加量一定相等,即 $\Delta E_{A\text{减}} = \Delta E_{B\text{增}}$ 。

注意:当涉及滑动摩擦力做功时,机械能不守恒,一般应用能量的转化和守恒定律,特别注意摩擦产生的内能 $Q = F_f x_{\text{相对}}$, $x_{\text{相对}}$ 为相对滑动的两物体间相对滑动路径的总长度。

变式训练 3 如图所示,白色传送带 A、B 两端距离 $L = 14 \text{ m}$,以速度 $v_0 = 8 \text{ m/s}$ 逆时针匀速转动,并且传送带与水平面的夹角 $\theta = 37^\circ$ 。现将一质量 $m = 2 \text{ kg}$ 的煤块轻放在传送带的 A 端,煤块与传送带间动摩擦因数 $\mu = 0.25$,取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,则下列叙述正确的是 ()



- A. 煤块从 A 端运动到 B 端所经历时间为 2.25 s
- B. 煤块运动到 B 端时重力的瞬时功率为 120 W
- C. 煤块从 A 端运动到 B 端在传送带上留下的黑色痕迹为 4 m
- D. 煤块从 A 端运动到 B 端因摩擦产生的热量为 8 J

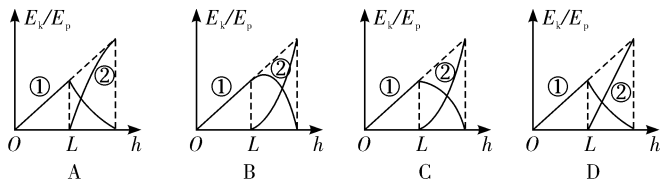
变式训练 4 如图所示,某地建有风力发电机,风力带动叶片转动,叶片再带动转子(磁极)转动,使定子(线圈,不计电阻)中产生电流,实现风能向电能的转化.若叶片长为 l ,设定的额定风速为 v ,空气的密度为 ρ ,额定风速下发电机的输出功率为 P ,则风能转化为电能的效率为 ()



- A. $\frac{2P}{\pi\rho l^2 v^3}$ B. $\frac{6P}{\pi\rho l^2 v^3}$
 C. $\frac{4P}{\pi\rho l^2 v^3}$ D. $\frac{8P}{\pi\rho l^2 v^3}$

考点三 功能关系的应用

例3 蹦极是一项考验体力、智力和心理承受能力的最具挑战性的空中极限运动. 蹦极者站在约 50 米的高处, 把一端固定的原长为 L 的弹性绳绑在双腿的踝关节处, 然后两臂伸开, 头朝下跳下去. 若弹性绳的弹力遵守胡克定律, 不计空气阻力, 则在蹦极者从空中平台自由落下去到第一次落到最低点的过程中, 蹦极者的动能 E_k (图线①) 和弹性绳势能 E_p (图线②) 随下落高度的变化图象中, 大致正确的是 ()



【方法总结】1. 功能关系的理解和应用:

(1) 只涉及动能的变化用动能定理分析.

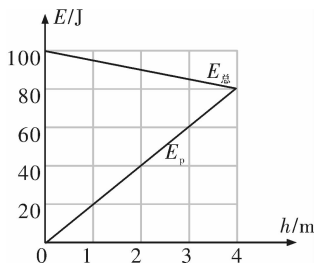
(2) 只涉及重力势能的变化, 用重力做功与重力势能变化的关系分析.

(3) 只涉及机械能的变化, 用除重力和弹簧的弹力之外的其他力做功与机械能变化的关系分析.

2. 能量守恒是无条件的, 利用它解题一定要明确在物体运动过程的始、末状态间有几种形式的能在相互转化, 哪些形式的能在减少, 哪些形式的能在增加.

变式训练 5 (2019·全国卷 II)(多选) 从地面竖直向上抛出一物体, 其机械能 $E_{\text{总}}$ 等于动能 E_k 与重力势能 E_p 之

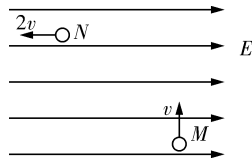
和. 取地面为重力势能零点, 该物体的 $E_{\text{总}}$ 和 E_p 随它离开地面的高度 h 的变化如图所示. 重力加速度取 10 m/s^2 . 由图中数据可得 ()



- A. 物体的质量为 2 kg
- B. $h=0$ 时, 物体的速率为 20 m/s
- C. $h=2$ m 时, 物体的动能 $E_k=40$ J
- D. 从地面至 $h=4$ m, 物体的动能减少 100 J

变式训练 6 (2019·天津卷)

如图所示, 在水平向右的匀强电场 E 中, 质量为 m 的带电小球, 以初速度 v 从 M 点竖直向上运动, 通过 N 点时, 速度大小为 $2v$, 方向与电场方向相反, 则小球从 M 运动到 N 的过程 ()



- A. 动能增加 $\frac{1}{2}mv^2$
- B. 机械能增加 $2mv^2$
- C. 重力势能增加 $\frac{3}{2}mv^2$
- D. 电势能增加 $2mv^2$

温馨提示: 请完成限时训练(七)P126