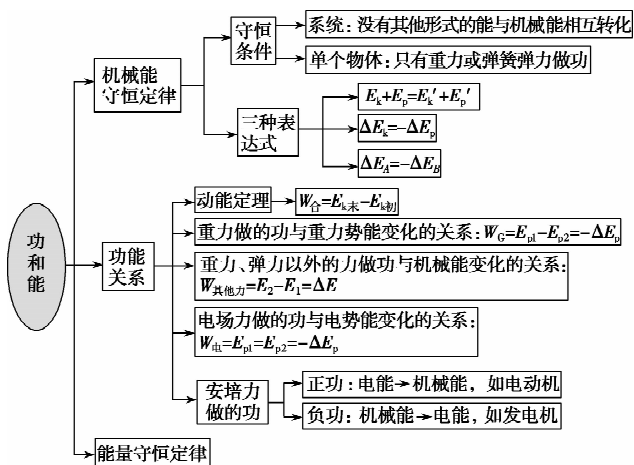


## 第2讲 机械能守恒定律 功能关系

### 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

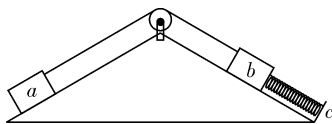
- (1) 重力的功等于\_\_\_\_\_的负值  $W_G = -\Delta E_p$ ;
- (2) 电场力的功等于\_\_\_\_\_的负值  $W_{电} = -\Delta E_p'$ ;
- (3) 弹簧弹力的功等于\_\_\_\_\_的负值  $W_{弹} = -\Delta E_p''$ ;
- (4) 合外力的功等于\_\_\_\_\_  $W_{合} = \Delta E_k$ ;
- (5) 一对滑动摩擦力做的总功等于\_\_\_\_\_的变化  $f x_{相对} = \Delta E_{内} = Q$ ;
- (6) 除重力和弹簧弹力之外的力做功等于\_\_\_\_\_的变化,  $W_{其他} = \Delta E$ ;
- (7) 电流做的功等于其他能量的增量  $IUt = \Delta E'$ ;
- (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  $30^\circ$ 、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.

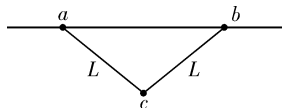
(2) 研究过程的选取. 有些问题研究对象的运动过程分几个阶段, 有的阶段机械能守恒, 而有的阶段机械能不守恒. 因此, 在应用机械能守恒定律解题时要注意过程的选取.

(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 ( )

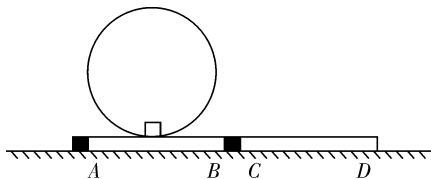


- 在  $a$ 、 $b$  碰撞前,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  系统的机械能守恒
- 在  $a$ 、 $b$  碰撞前的运动过程中,  $c$  的机械能先增大后减小
- 在  $a$ 、 $b$  碰撞前的瞬间,  $b$  的速度为  $\sqrt{gL}$
- 在  $a$ 、 $b$  碰撞前的瞬间,  $b$  的速度为  $2\sqrt{gL}$

**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  $\mu$ , 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 ( )

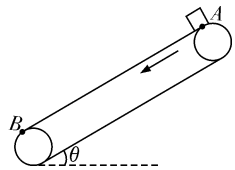
- A.  $\frac{2GMm}{R}$       B.  $\frac{GMm}{R}$   
 C.  $\frac{GMm}{2R}$       D.  $\frac{GMm}{4R}$

**【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  $2.25 \text{ s}$
- B. 煤块运动到 B 端时重力的瞬时功率为  $120 \text{ W}$
- C. 煤块从 A 端运动到 B 端在传送带上留下的黑色痕迹为  $4 \text{ m}$
- D. 煤块从 A 端运动到 B 端因摩擦产生的热量为  $8 \text{ J}$

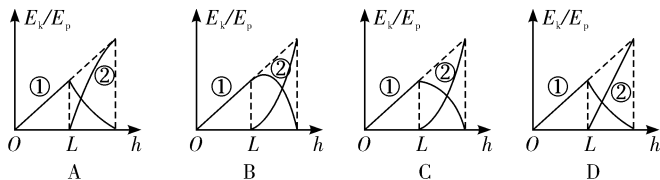
**变式训练 4** 如图所示, 某地建有风力发电机, 风力带动叶片转动, 叶片再带动转子(磁极)转动, 使定子(线圈, 不计电阻)中产生电流, 实现风能向电能的转化. 若叶片长为  $l$ , 设定的额定风速为  $v$ , 空气的密度为  $\rho$ , 额定风速下发电机的输出功率为  $P$ , 则风能转化为电能的效率为 ( )



- 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.

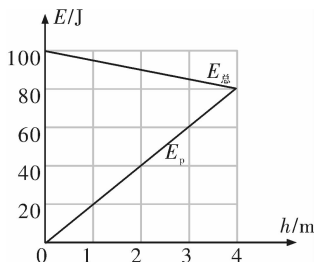
(2) 只涉及重力势能的变化, 用重力做功与重力势能变化的关系分析.

(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

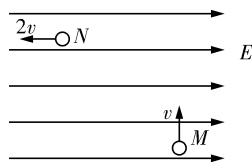
和. 取地面为重力势能零点, 该物体的  $E_{\text{总}}$  和  $E_p$  随它离开地面的高度  $h$  的变化如图所示. 重力加速度取  $10 \text{ m/s}^2$ . 由图中数据可得 ( )



- 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