

2025 年高考物理一轮复习核心知识点总结训练—机械能（解析版）

知识点 01 功

一、功的定义

1.定义：力和作用在力的方向上通过的位移的乘积。是描述力对空间积累效应的物理量，是过程量。

2.定义式： $W = Fl \cos \theta$ ，其中 F 是力， l 是力的作用点位移（对地）， θ 是力与位移间的夹角。

二、功的大小的计算方法

1.恒力的功可根据 $W = Fl \cos \theta$ 进行计算，本公式只适用于恒力做功。

2.根据 $W = Pt$ ，计算一段时间内平均做功。

3.利用动能定理计算力的功，特别是变力所做的功。

4.根据功是能量转化的量度反过来可求功。

5.摩擦力、空气阻力做功的计算：功的大小等于力和路程的乘积。

发生相对运动的两物体的这一对相互摩擦力做的总功： $W=fd$ （ d 是两物体间的相对路程），且 $W=Q$ （摩擦生热）

6.总功计算

方法一：先求合外力 $F_{\text{合}}$ ，再用 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} l \cos \theta$ 求功。

方法二：先求各个力做的功 W_1 、 W_2 、 W_3 ……，再应用 $W_{\text{合}} = W_1 + W_2 + W_3$ ……求合外力做的功。

方法三：利用动能定理 $W_{\text{合}} = E_{k1} - E_{k0}$ 。

三、正功与负功

1.当 $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$ 时， $W > 0$ ，力对物体做正功。

2.当 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ 时， $W = 0$ ，力对物体不做功。

3.当 $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$ 时， $W < 0$ ，力对物体做负功，或者说物体克服这个力做了功。

【技巧点拨】 是否做功及做功正负的判断

①根据力 F 与物体位移 l 的方向的夹角 θ 判断——常用于恒力做功的情形;

②根据力与瞬时速度方向的夹角 α 判断: $0 \leq \alpha < 90^\circ$, 力做正功; $\alpha = 90^\circ$, 力不做功; $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, 力做负功. ——常用于曲线运动的情形

【技巧点拨】

①功是标量. 功的正、负并不表示功的方向, 表示动力做功还是阻力做功.

②一个力对物体做负功, 往往说成物体克服这个力做功.

四、各种力的做功特点

1. 重力、弹簧弹力、电场力做功与位移有关, 与路径无关.

2. 滑动摩擦力、空气阻力、安培力做功与路径有关.

3. 摩擦力做功有以下特点

①一对静摩擦力所做功的代数和总等于零;

②一对滑动摩擦力做功过程中会发生物体间机械能的转移, 做功的代数和总是负值, 差值为机械能转化为内能的部分, 也就是系统机械能的损失量, 损失的机械能会转化为内能, 内能 $Q = Ff x_{\text{相对}}$;

③两种摩擦力对物体都可以做正功, 也可以做负功, 还可以不做功.

【技巧点拨】 三步求解相对滑动物体的能量问题

①正确分析物体的运动过程, 做好受力分析.

②利用运动学公式, 结合牛顿第二定律分析物体的速度关系及位移关系, 求出两个物体的相对位移.

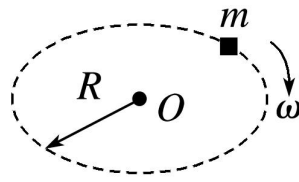
③代入公式 $Q = f \cdot x_{\text{相对位移}}$ 计算, 若物体在传送带上做往复运动, 则为相对路程 $Q = f \cdot s_{\text{相对路程}}$.

五、变力做功的分析和计算

1. “微元法”求变力做功: 将物体的位移分割成许多小段, 因小段很小, 每一小段上作用在物体上的力可以视为恒力, 这样就将变力做功转化为在无数多个无穷小的位移上的恒力所做功的代数和, 此法适用于求解大小不变、方向改变的变力做功.

【举例】 质量为 m 的木块在水平面内做圆周运动, 运动一周克服摩擦力做功

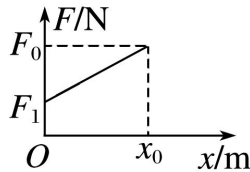
$$W_f = F_f \Delta x_1 + F_f \Delta x_2 + F_f \Delta x_3 + \dots = F_f(\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots) = F_f 2\pi R$$



2. “图像法”求变力做功: 在 $F-x$ 图像中, 图线与 x 轴所围“面积”的代数和 就表示力 F 在这段位移内所做的功, 且位于 x 轴上方的“面积”为正功, 位于 x 轴下方的“面积”为负功, 但此方法只适用于便于求图线与 x 轴所围面积的情况(如三角形、矩形、圆等规则的几何图形).

【举例】一水平拉力拉着一物体在水平面上运动的位移为 x_0 , 图线与横轴所围面积表示拉力所做的功,

$$W = \frac{F_0 + F_1}{2} x$$



3. “平均力”求变力做功: 当力的方向不变而大小随位移线性变化时, 可先求出 力对位移的平均值

$$\bar{F} = \frac{F_0 + F_1}{2}, \text{再由 } W = \bar{F}l \cos \theta \text{ 计算, 如弹簧弹力做功.}$$

【举例】弹力做功, 弹力大小随位移线性变化, 取初状态弹力为 0, 则

$$W = \bar{F}x = \frac{0 + F_k}{2} x = \frac{0 + kx}{2} x = \frac{1}{2} kx^2$$

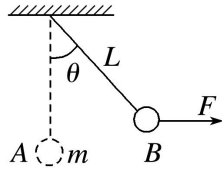
4. 应用动能定理求解变力做功: 在一个有变力做功的过程中, 当变力做功无法直接通过功的公式求解时,

可用动能定理 $W_{\text{变}} + W_{\text{恒}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 物体初、末速度已知, 恒力做功 $W_{\text{恒}}$ 可根据功的公式求出, 这样就

可以得到 $W_{\text{变}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - W_{\text{恒}}$, 就可以求出变力做的功了.

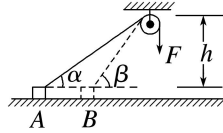
【举例】用力 F 把小球从 A 处缓慢拉到 B 处, F 做功为 W_F , 则有:

$$W_F + W_G = 0 \Rightarrow W_F - mgl(1 - \cos \theta) = 0 \Rightarrow W_F = mgl(1 - \cos \theta)$$



5.等效转换法求解变力做功：将变力转化为另一个恒力所做的功。

【举例】恒力 F 把物块从 A 拉到 B ，绳子对物块做功 $W = F \cdot (\frac{h}{\sin \alpha} - \frac{h}{\sin \beta})$



知识点 02 功率

一、功率的定义

功率是表示力做功快慢的物理量，是标量.求功率时一定要分清是求哪个力的功率，还要分清是求平均功率还是瞬时功率.

二、功率的计算

1.平均功率: $P = \frac{W}{t}$ (定义式) 表示时间 t 内的平均功率，不管是恒力做功，还是变力做功，

都适用.

2.瞬时功率: $P = Fv \cos \theta$ ，式中 θ 为 F 、 v 的夹角.

【技巧点拨】若 v 为瞬时速度，则 P 为瞬时功率. 若 v 为平均速度，则 P 为平均功率

三、额定功率与实际功率

1.额定功率:发动机正常工作时的最大功率.

2.实际功率:发动机实际输出的功率，它可以小于额定功率，但不能长时间超过额定功率.

技巧点拨：交通工具的启动问题通常说的机车的功率或发动机的功率实际是指其牵引力的功率.

四、机车启动

动力学方程: $\frac{P}{v} - F_f = ma$

1. 以恒定功率 P 启动

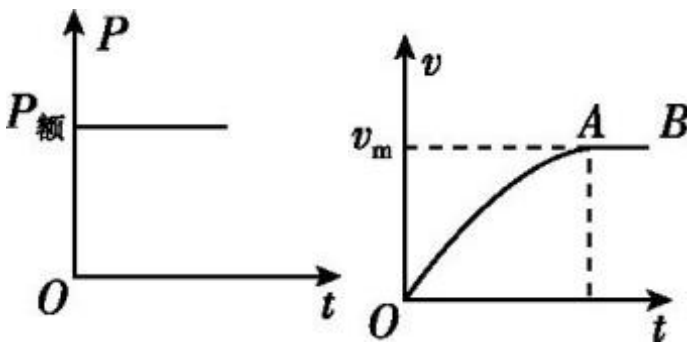
①过程分析: 机车的运动过程是先作加速度减小的加速运动, 后以最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$ 作匀速直线

运动.

$$v \uparrow \Rightarrow F = \frac{P_{\text{额}}}{v} \downarrow \Rightarrow a = \frac{F - F_f}{m} \downarrow$$

②转折点: 在转折点 A, 牵引力与阻力大小相等, 加速度为零, 速度达到最大, 为 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$

③终态: 匀速运动, 最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$



2. 以恒定牵引力 F 启动

①过程分析: 机车先作匀加速运动, 维持时间 $t_0 = \frac{v_1}{a} = \frac{P_{\text{额}}}{(F_f + ma) a}$, 当功率增大到额定功

率时速度为 $v_1 = \frac{P_{\text{额}}}{F_f + ma}$, 而后开始作加速度减小的加速运动, 最后以最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$ 作匀速

直线运动。

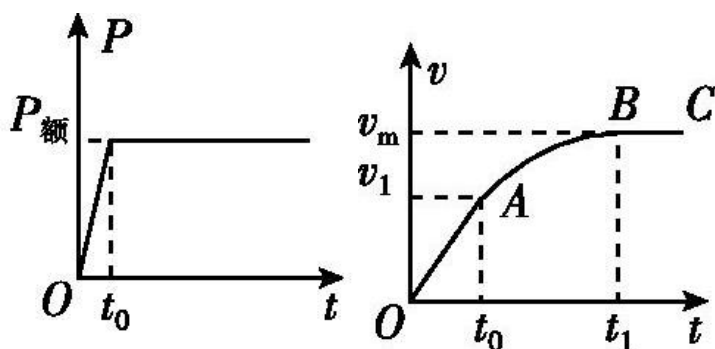
$$a = \frac{F - F_f}{m} \text{ 不变} \Rightarrow F \text{ 不变}, v \uparrow \Rightarrow P = Fv \uparrow \text{ 到最大 } P_{\text{额}} \Rightarrow P_{\text{额}} = Fv_1$$

$$P_{\text{额}} \text{ 不变, } a \neq 0 \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow F = \frac{P_{\text{额}}}{v} \downarrow \Rightarrow a = \frac{F - F_f}{m} \downarrow$$

②转折点: 在转折点 A , 功率达到额定功率, 匀加速运动结束, 此时 $v_1 = \frac{P_{\text{额}}}{F_f + ma}$; 在转折点 B , 速度

达到最大, 为 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$

③终态: 匀速运动, 最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$



【技巧点拨】

①无论哪种启动过程, 机车的最大速度都等于其匀速运动时的速度, 即 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{F_f}$.

【实战演练】

(2023·湖北卷·4) 两节动车的额定功率分别为 P_1 和 P_2 , 在某平直铁轨上能达到的最大速度分别为 v_1 和 v_2 。现将它们编成动车组, 设每节动车运行时受到的阻力在编组前后不变, 则该动车组在此铁轨上能达到的最大速度为()

- A. $\frac{P_1 v_1 + P_2 v_2}{P_1 + P_2}$ B. $\frac{P_1 v_2 + P_2 v_1}{P_1 + P_2}$ C. $\frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_1 + P_2 v_2}$ D. $\frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_2 + P_2 v_1}$

【答案】D

【解析】

由题意可知两节动车功率分别为 $P_1 = f_1 v_1$ 、 $P_2 = f_2 v_2$

当把它们编组后 $P_1 + P_2 = (f_1 + f_2)v$

联立解得 $v = \frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_2 + P_2 v_1}$

故 ABC 错误, D 正确。

②机车以恒定加速度启动的过程中, 匀加速过程结束时, 功率最大, 但速度不是最大, $v = \frac{P_{\text{额}}}{F} < v_m$

$$= \frac{P_{\text{额}}}{F_{\text{阻}}}$$

③机车以恒定功率运行时,牵引力做的功 $W = Pt$,由动能定理得 $Pt - F_f x = \Delta E_k$,用该式可求解机车以恒定功率启动过程的位移或速度问题.

【实战演练】

(2021·湖南卷·3)“复兴号”动车组用多节车厢提供动力,从而达到提速的目的.总质量为 m 的动车组在平直的轨道上行驶.该动车组有四节动力车厢,每节车厢发动机的额定功率均为 P ,若动车组所受的阻力与其速率成正比($F_{\text{阻}}=kv$, k 为常量),动车组能达到的最大速度为 v_m .下列说法正确的是()

- A. 动车组在匀加速启动过程中,牵引力恒定不变
- B. 若四节动力车厢输出功率均为额定值,则动车组从静止开始做匀加速运动
- C. 若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$,则动车组匀速行驶的速度为 $\frac{3}{4}v_m$
- D. 若四节动力车厢输出功率均为额定值,动车组从静止启动,经过时间 t 达到最大速度 v_m ,则这一过程中该动车组克服阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - Pt$

【答案】C

【解析】对动车组由牛顿第二定律有 $F_{\text{牵}} - F_{\text{阻}} = ma$,

动车组匀加速启动,即加速度 a 恒定,但 $F_{\text{阻}} = kv$ 随速度增大而增大,则牵引力也随阻力增大而增大,故 A 错误;

若四节动力车厢输出功率均为额定值,则总功率为 $4P$,由牛顿第二定律有 $\frac{4P}{v} - kv = ma$,故可知加速启动的过程,牵引力减小,阻力增大,则加速度逐渐减小,故 B 错误;

若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$,动车组匀速行驶时加速度为零,有 $\frac{2.25P}{v} = kv$,

而以额定功率匀速行驶时,有 $\frac{4P}{v_m} = kv_m$,

联立解得 $v = \frac{3}{4}v_m$,故 C 正确;

若四节动力车厢输出功率均为额定值,动车组从静止启动,经过时间 t 达到最大速度 v_m ,

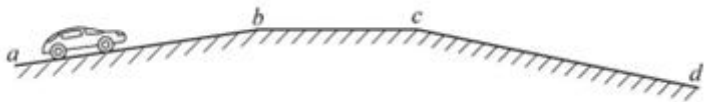
由动能定理可知 $4Pt - W_{\text{克阻}} = \frac{1}{2}mv_m^2 - 0$,

可得动车组克服阻力做的功为

$W_{\text{克阻}} = 4Pt - \frac{1}{2}mv_m^2$,故 D 错误.

【实战演练】

(2021·北京卷·8)如图所示,高速公路上汽车定速巡航(即保持汽车的速率不变)通过路面 $abcd$,其中 ab 段为平直上坡路面, bc 段为水平路面, cd 段为平直下坡路面。不考虑整个过程中空气阻力和摩擦阻力的大小变化。下列说法正确的是()



- A. 在 ab 段汽车的输出功率逐渐减小 B. 汽车在 ab 段的输出功率比 bc 段的大
C. 在 cd 段汽车的输出功率逐渐减小 D. 汽车在 cd 段的输出功率比 bc 段的大

【答案】B

【解析】

汽车做匀速率运动,受力平衡,设上下坡的夹角为 θ ,汽车受到的摩擦力为 f 。

在 ab 段,根据受力平衡可得 $F_1 = f + mg\sin\theta$

此时的功率为 $P_1 = F_1v = (f + mg\sin\theta)v$

在 bc 段,根据受力平衡可得 $F_2 = f$

此时的功率为 $P_2 = F_2v = fv$

在 cd 段,根据受力平衡可得 $F_3 = f - mg\sin\theta$

此时的功率为 $P_3 = F_3v = (f - mg\sin\theta)v$

所以 $P_1 > P_2 > P_3$,故B正确,ACD错误。

故选B。

知识点 03 机械能

一、重力势能

1.定义:地球上的物体具有跟它的高度有关的能量,叫做重力势能。

2.表达式: $E_p = mgh$ 。

【技巧点拨】

①重力势能是地球和物体组成的系统共有的,而不是物体单独具有的。

②重力势能的大小和零势能面的选取有关。

③重力势能是标量,但有“+”、“-”之分。

3.重力做功: $W_G = mg\Delta h$

【技巧点拨】重力做功只决定于初、末位置间的高度差，与物体的运动路径无关。

4.重力做功跟重力势能改变的关系:重力做功等于重力势能增量的负值,即 $W_G = -\Delta E_p$.

二、弹性势能

1.定义:发生弹性形变的物体之间,由于有弹力的相互作用而具有的势能

2.表达式: $E_p = \frac{1}{2} k\Delta x^2$.

3.弹力做功跟弹性势能改变的关系:弹力做功等于弹性势能增量的负值.即 $W_{F_k} = -\Delta E_p$.

二、动能

1.定义:物体由于运动而具有的能量叫做动能.

2.公式: $E_k = \frac{1}{2} mv^2$, 单位: 焦耳(J). $1J = 1N \cdot m = 1kg \cdot m^2 / s^2$.

3.动能是描述物体运动状态的物理量,是个状态量.

【技巧点拨】动能和动量的区别和联系

①动能是标量,动量是矢量,动量改变,动能不一定改变;动能改变,动量一定改变.

②两者的物理意义不同:动能和功相联系,动能的变化用功来量度;动量和冲量相联系,动量的变化用冲量来量度.

③两者之间的大小关系为 $E_k = \frac{p^2}{2m}$.

三、动能定理

1.内容: 力在一个过程中对物体做的功,等于物体在这个过程中动能的变化.

2.表达式: $W_{\text{合}} = \frac{1}{2} mv_t^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$.

3.物理意义:合力做的功是物体动能变化的量度.

【技巧点拨】

①动能是标量,功也是标量,所以动能定理是一个标量式,不存在方向的选取问题.当然动能定理

也就不存在分量的表达式.例如,将物体以相同大小的初速度不管从什么方向抛出,若最终落到地面时速度大小相同,所列的动能定理的表达式都是一样的.

②高中阶段动能定理中的位移和速度必须相对于同一个参考系,一般以地面或相对地面静止的物体为参考系

③动能定理说明了合外力对物体所做的功和动能变化间的因果关系和数量关系,不可理解为功转变成了物体的动能

④合外力做的功为零时,合外力不一定为零(如匀速圆周运动),物体不一定处于平衡状态

⑤动能定理的表达式是在物体受恒力作用且做直线运动的情况下得出的.但它也适用于变力及物体作曲线运动的情况.

⑥应用动能定理解题应抓住“两状态,一过程”,“两状态”即明确研究对象的始、末状态的速度或动能情况,“一过程”即明确研究过程,确定在这一过程中研究对象的受力情况和位置变化或位移信息.

⑦应用动能定理只考虑初、末状态,没有守恒条件的限制,也不受力的性质和物理过程的变化影响.所以,凡涉及力和位移,而不涉及力的作用时间的动力学问题,都可以用动能定理分析和解答,而且一般都比用牛顿运动定律和机械能守恒定律简捷.

四、应用动能定理解题的一般步骤

1.选对象: 确定研究对象和研究过程

2.两分析:

①运动分析: 运动性质及特点、明确初、末状态动能?

②受力分析: 几个力? 恒力还是变力? 正功还是负功? 求总功

3.列方程: 分阶段或全过程列动能定理

【技巧点拨】 应用动能定理的注意事项

①动能定理中的位移和速度必须是相对于同一个参考系的,一般以地面或相对地面静止的物体为参考系.

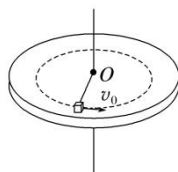
②应用动能定理的关键在于对研究对象进行准确地受力分析及运动过程分析,并画出运动过程

的草图,借助草图理解物理过程之间的关系.

③列动能定理方程时,必须明确各力做功的正、负,确实难以判断的先假定为正功,最后根据结果加以检验.

【实战演练】

(2021·山东卷·3)如图所示,粗糙程度处处相同的水平桌面上有一长为 L 的轻质细杆,一端可绕竖直光滑轴 O 转动,另一端与质量为 m 的小木块相连. 木块以水平初速度 v_0 出发,恰好能完成一个完整的圆周运动. 在运动过程中,木块所受摩擦力的大小为()



- A. $\frac{mv_0^2}{2\pi L}$ B. $\frac{mv_0^2}{4\pi L}$ C. $\frac{mv_0^2}{8\pi L}$ D. $\frac{mv_0^2}{16\pi L}$

【答案】B

【解析】在运动过程中,只有摩擦力做功,而摩擦力做功与路径有关.

根据动能定理 $-F_f \cdot 2\pi L = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 可得摩擦力的大小 $F_f = \frac{mv_0^2}{4\pi L}$, 故选 B.

【实战演练】

(2021·全国乙卷·24)一篮球质量为 $m=0.60\text{ kg}$ ，一运动员使其从距地面高度为 $h_1=1.8\text{ m}$ 处由静止自由落下，反弹高度为 $h_2=1.2\text{ m}$ 。若使篮球从距地面 $h_3=1.5\text{ m}$ 的高度由静止下落，并在开始下落的同时向下拍球、球落地后反弹的高度也为 1.5 m 。假设运动员拍球时对球的作用力为恒力，作用时间为 $t=0.20\text{ s}$ ；该篮球每次与地面碰撞前后的动能的比值不变。重力加速度大小取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

- (1)运动员拍球过程中对篮球所做的功；
 (2)运动员拍球时对篮球的作用力的大小。

【答案】 (1) 4.5 J (2) 9 N

【解析】 (1) 篮球从距地面高度 $h_1=1.8\text{ m}$ 处自由下落的过程中由动能定理可得 $E_{k1}=mgh_1$

篮球反弹后向上运动的过程由动能定理可得 $0-E_{k2}=-mgh_2$

篮球从距地面 $h_3=1.5\text{ m}$ 的高度由静止下落，同时向下拍球，篮球下落过程中，

由动能定理可得 $W+mgh_3=E_{k3}$

在篮球反弹上升的过程中，由动能定理可得 $0-E_{k4}=0-mgh_4$

因篮球每次和地面撞击的前后动能的比值不变，则有比例关系 $\frac{E_{k2}}{E_{k1}}=\frac{E_{k4}}{E_{k3}}$

代入数据可得 $W=4.5\text{ J}$ 。

(2) 因作用力是恒力，在恒力作用下篮球向下做匀加速直线运动，因此由牛顿第二定律可得 $F+mg=ma$ ，

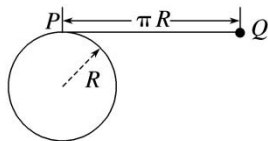
在拍球时间内运动的位移为 $x=\frac{1}{2}at^2$

做的功为 $W=Fx$

联立可得 $F=9\text{ N}$ ($F=-15\text{ N}$ 舍去)。

【实战演练】

(2021·河北卷·6)一半径为 R 的圆柱体水平固定，横截面如图所示，长度为 πR 、不可伸长的轻细绳，一端固定在圆柱体最高点 P 处，另一端系一个小球，小球位于 P 点右侧同一水平高度的 Q 点时，绳刚好拉直，将小球从 Q 点由静止释放，当与圆柱体未接触部分的细绳竖直时，小球的速度大小为(重力加速度为 g ，不计空气阻力)()



A. $\sqrt{(2+\pi)gR}$

B. $\sqrt{2\pi gR}$

C. $\sqrt{2(1+\pi)gR}$

D. $2\sqrt{gR}$

【答案】 A

【解析】 小球下落的高度为 $h=\pi R-\frac{\pi}{2}R+R=\frac{\pi+2}{2}R$ ，小球下落过程中，根据动能定理有 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$ ，

综上有 $v=\sqrt{(\pi+2)gR}$ ，故选 A。

五、应用动能定理解决多过程问题

当物体的运动是由几个物理过程所组成，又不需要研究过程的中间状态时，可以把这几个物理过程看作一个整体进行研究，从而避开每个运动过程的具体细节，具有过程简明、方法巧妙、运算量小等优点。

1.全过程应用动能定理解决问题：当物体的运动包含多个不同过程时，可分段应用动能定理求解；当所求解的问题不涉及中间的速度时，也可以全过程应用动能定理求解，这样更简便。

①重力、弹簧弹力做功取决于物体的初、末位置，与路径无关。

②大小恒定的阻力或摩擦力做功的数值等于力的大小与路程的乘积。

【实战演练】

(2021·全国甲卷·20)(多选)一质量为 m 的物体自倾角为 α 的固定斜面底端沿斜面向上滑动。该物体开始滑动时的动能为 E_k ，向上滑动一段距离后速度减小为零，此后物体向下滑动，到达斜面底端时动能为 $\frac{E_k}{5}$ 。

已知 $\sin \alpha = 0.6$ ，重力加速度大小为 g 。则()

- A. 物体向上滑动的距离为 $\frac{E_k}{2mg}$
- B. 物体向下滑动时的加速度大小为 $\frac{g}{5}$
- C. 物体与斜面间的动摩擦因数等于 0.5
- D. 物体向上滑动所用的时间比向下滑动的时间长

【答案】BC

【解析】物体从斜面底端回到斜面底端根据动能定理有 $-\mu mg \cdot 2l \cos \alpha = \frac{E_k}{5} - E_k$ ，物体从斜面底端到

最高点根据动能定理有 $-mgl \sin \alpha - \mu mgl \cos \alpha = 0 - E_k$ ，整理得 $l = \frac{E_k}{mg}$ ， $\mu = 0.5$ ，A 错误，C 正确；物

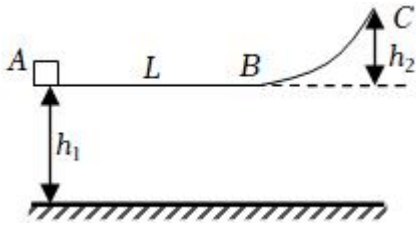
体向下滑动时根据牛顿第二定律有 $ma_{\text{下}} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$ ，解得 $a_{\text{下}} = \frac{g}{5}$ ，B 正确；物体向上滑动时

根据牛顿第二定律有 $ma_{\text{上}} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$ ，解得 $a_{\text{上}} = g$ ，故 $a_{\text{上}} > a_{\text{下}}$ ，由于上滑过程中的末速度为零，下滑过程中的初速度为零，且走过相同的位移，根据位移公式 $l = \frac{1}{2}at^2$ ，则可得出 $t_{\text{上}} < t_{\text{下}}$ ，D 错误。

【实战演练】

(2022·上海卷·19)如图所示, AB 为平直导轨, 长为 L , 物块与导轨间动摩擦因数为 μ , BC 为光滑曲面。 A 与地面间高度差为 h_1 , BC 间高度差为 h_2 , 一个质量为 m 的物块在水平恒力作用下, 从 A 点静止开始向右运动, 到达 B 点时撤去恒力, 物块经过 C 点后落地, 已知重力加速度为 g 。

- (1)若物块落地时动能为 E_1 , 求其经过 B 点时的动能 E_{kB} ;
- (2)若要物块落地时动能小于 E_1 , 求恒力必须满足的条件。



【答案】

解: (1)从 B 到落地过程中机械能守恒, 设地面为零势能面, 则 $mgh_1 + E_{kB} = E_1$

化简得: $E_{kB} = E_1 - mgh_1$

(2)整个过程中根据动能定理得: $F_{max}L - \mu mgL + mgh_1 = E_1$

所以 $F_{max} = \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$

若物体恰能达到 C 点, 根据动能定理得: $F_{min}L - \mu mgL - mgh_2 = 0$

解得: $F_{min} = \frac{\mu mgL + mgh_2}{L}$

综上所述可得: $\frac{\mu mgL + mgh_2}{L} < F < \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$

答: (1)若物块落地时动能为 E_1 , 求其经过 B 点时的动能为 $E_1 - mgh_1$;

(2)若要物块落地时动能小于 E_1 , 求恒力必须满足的条件为 $\frac{\mu mgL + mgh_2}{L} < F < \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$ 。

【解析】

(1)根据机械能守恒定律得出动能的大小;

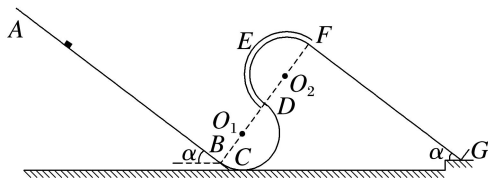
(2)根据动能定理分析出恒力需要满足的范围。

本题主要考查了动能定理的相关应用, 选择合适的过程和研究对象即可完成分析, 整体难度不大。

2.动能定理解决往复运动: 在有些问题中物体的运动过程具有重复性、往返性, 而在这一过程中, 描述运动的物理量多数是变化的, 而且重复的次数又往往是无限的或者难以确定。此类问题多涉及滑动摩擦力或其他阻力做功, 其做功的特点是与路程有关, 运用牛顿运动定律及运动学公式将非常繁琐, 甚至无法解出, 由于动能定理只涉及物体的初、末状态, 所以用动能定理分析这类问题可简化解题过程。

【实战演练】

(2022·浙江1月选考·20)如图所示,处于竖直平面内的一探究装置,由倾角 $\alpha=37^\circ$ 的光滑直轨道 AB 、圆心为 O_1 的半圆形光滑轨道 BCD 、圆心为 O_2 的半圆形光滑细圆管轨道 DEF 、倾角也为 37° 的粗糙直轨道 FG 组成, B 、 D 和 F 为轨道间的相切点,弹性板垂直轨道固定在 G 点(与 B 点等高), B 、 O_1 、 D 、 O_2 和 F 点处于同一直线上.已知可视为质点的滑块质量 $m=0.1\text{ kg}$,轨道 BCD 和 DEF 的半径 $R=0.15\text{ m}$,轨道 AB 长度 $l_{AB}=3\text{ m}$,滑块与轨道 FG 间的动摩擦因数 $\mu=\frac{7}{8}$,滑块与弹性板作用后,以等大速度弹回, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$.滑块开始时均从轨道 AB 上某点静止释放.



- (1)若释放点距 B 点的长度 $l=0.7\text{ m}$,求滑块到最低点 C 时轨道对其支持力 F_N 的大小;
- (2)设释放点距 B 点的长度为 l_x ,求滑块第一次经 F 点时的速度 v 与 l_x 之间的关系式;
- (3)若滑块最终静止在轨道 FG 的中点,求释放点距 B 点长度 l_x 的值.

【答案】(1) 7 N (2) $v=\sqrt{12l_x-9.6}$, 其中 $l_x\geq 0.85\text{ m}$ (3) 见解析

【解析】(1)滑块由释放到 C 点过程,由动能定理有 $mg l \sin 37^\circ + mgR(1 - \cos 37^\circ) = \frac{1}{2}mv_C^2$ ①

在 C 点由牛顿第二定律有 $F_N - mg = m\frac{v_C^2}{R}$ ②

由①②解得 $F_N = 7\text{ N}$ ③

(2)要保证滑块能到 F 点,必须能过 DEF 的最高点,当滑块恰到最高点时根据动能定理可得

$$mg l_x \sin 37^\circ - (3mgR \cos 37^\circ + mgR) = 0$$
④

解得 $l_1 = 0.85\text{ m}$ ⑤

因此要能过 F 点必须满足 $l_x \geq 0.85\text{ m}$ ⑥

能过最高点,则能到 F 点,由释放到第一次到达 F 点,根据动能定理可得

$$mg l_x \sin 37^\circ - 4mgR \cos 37^\circ = \frac{1}{2}mv^2$$
⑦

由④⑤⑥⑦解得 $v = \sqrt{12l_x - 9.6}$, 其中 $l_x \geq 0.85\text{ m}$.⑧

(3)设摩擦力做功为第一次到达中点时的 n 倍

$$mg l_x \sin 37^\circ - mg \frac{l_{FG}}{2} \sin 37^\circ - n \mu mg \frac{l_{FG}}{2} \cos 37^\circ = 0$$
⑨

$$l_{FG} = \frac{4R}{\tan 37^\circ}$$
⑩

由⑨⑩解得 $l_x = \frac{7n+6}{15}\text{ m}$, $n=1, 3, 5, \dots$

又因为 $0.85\text{ m} \leq l_x \leq l_{AB}$, $l_{AB} = 3\text{ m}$,

当 $n=1$ 时, $l_{x1} = \frac{13}{15}\text{ m}$; 当 $n=3$ 时, $l_{x2} = \frac{9}{5}\text{ m}$

当 $n=5$ 时, $l_{x3} = \frac{41}{15}\text{ m}$.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/208040026112007004>