北京高考复习

物 理

第6章　机械能守恒定律

北京八中少儿班

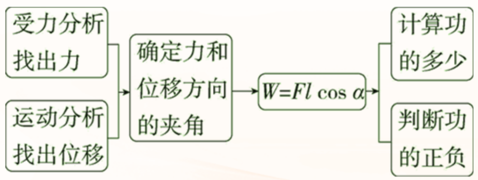
目 录

第1节　功和功率

返回目录

要点1　功的分析和计算

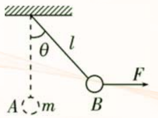
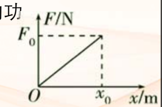
1.恒力做功的计算



返回目录

2.变力做功的计算方法

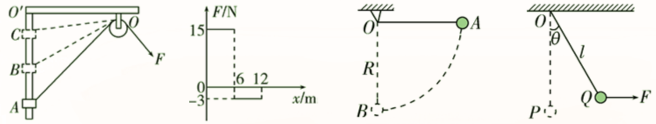
(1) 功率法 (2) 功能关系法 (3) 图像法 (4) 微元法 (5)转换法 (6) 平均力法

功率法	功能关系法	图像法	微元法
汽车以恒定功率P在水平路面上运动t时间的过程中,牵引力做功$W_F=Pt$	力F把小球从A处缓慢拉到B处，F做功W_F，则有W_F-$mgl(1-\cos\theta)=0$得$W_F=mgl(1-\cos\theta)$ 	一随位移均匀变化的水平拉力F拉着一物体在水平面上运动的位移为x_0,F-x图线与横轴所围面积表示拉力所做的功 	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\cdot\Delta x_1+f\cdot\Delta x_2+f\cdot\Delta x_3+\cdots$$=f(\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3+\cdots)=f\cdot2\pi R$ 

注意 平均力法中,平均力为力关于位移的平均值。

返回目录

例 如图所示,对于甲、乙、丙、丁四种情况下求解某个力所做的功,下列说法正确的是(B)



甲 乙 丙 丁

A.图甲中若F不变,物块从A到C过程中力F做的功$W=F\times AC$

B.图乙中,全过程中F做的总功为72 J

C.图丙中,若空气阻力f大小不变,小球从A运动到B过程中空气阻力做的功$W=\frac{1}{2}\pi Rf$

D.图丁中,F始终保持水平,忽略空气阻力,无论是用F缓慢将小球从P拉到Q,还是F为恒力将小球从P拉到Q,F做的功都是$W=Fl\sin\theta$

返回目录

析 图甲中绳子上的拉力大小不变,通过定滑轮改变了力的方向,故F做的功可转化为力与路程的乘积(等效转化法),物块从A到C过程中力F做的功为$W=F(OA-OC)$,A错误;乙图中F-x图线与横轴所围的面积代表全过程F做的总功(图像法),$W=15\times6$ J$+(-3)\times6$ J$=72$ J,B正确;丙图中,若空气阻力f大小不变,可用微元法得空气阻力做的功为$W=-f\cdot\frac{2\pi R}{4}=-\frac{1}{2}\pi Rf$,C错误;图丁中,$F$始终保持水平,当$F$为恒力将小球从$P$拉到$Q$时,$F$做的功是$W=Fl\sin\theta$,而当用$F$缓慢将小球从$P$拉到$Q$时,$F$为水平方向的变力,由动能定理得$-mgl(1-\cos\theta)+W=0$,$W=mgl(1-\cos\theta)$,D错误。

返回目录

3.合力做功的计算方法

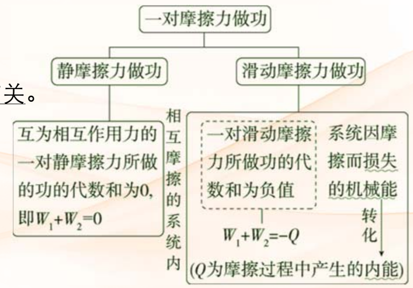
(1)方法一:先求合力$F_合$,再用$W_合=F_合 l\cos\alpha$求功(适用于合力为恒力)。

(2)方法二:先求各个力做的功W_1、W_2、W_3、…,再应用$W_合=W_1+W_2+W_3+\ldots$求合力做的功(适用于多阶段运动过程)。

(3)方法三:利用动能定理$W_合=E_{k2}-E_{k1}$(已知初、末状态的动能求合力做的功)。

4.摩擦力做功的计算

摩擦力可以做正功,也可以做负功,还可以不做功。摩擦力做功与路径有关。



返回目录

要点2　功率的分析和计算

1.功率的定义:功与完成这些功所用时间之比。功率描述力做功的快慢。

2.平均功率的计算

(1)利用$\overline{P}=\frac{W}{t}$。

(2)利用$\overline{P}=F\cdot\overline{v}_F$,其中$F$必须为恒力,$\overline{v}_F$为物体沿$F$方向的平均速度。

3.瞬时功率的计算

(1)利用公式$P=F\cdot v\cos\alpha$,其中v为t时刻的瞬时速度。

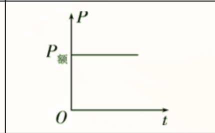
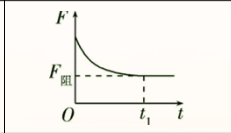
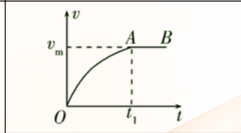
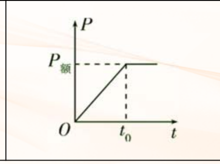
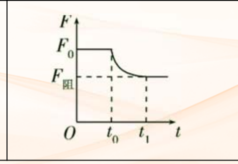
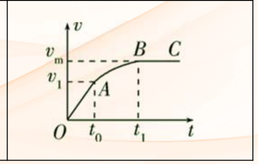
(2)利用公式$P=F\cdot v_F$,其中v_F为物体的速度v在力F方向上的分速度。

(3)利用公式$P=F_v\cdot v$,其中F_v为物体受到的外力F在速度v方向上的分力。

返回目录

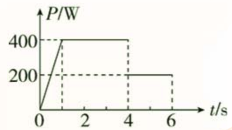
要点3　机车启动问题

两种启动方式

	P-t 图像	F-t 图像	v-t图像
以恒定功率启动			
以恒定加速度启动			

返回目录

例　一提升装置把静置于水平地面上的重物竖直向上提升的过程中,提升装置功率随时间变化的P-t图像如图所示。在t=1s时,重物上升的速度达到最大速度的一半,在t=3s时,达到最大速度v_m=20m/s,在t=6s时,重物再次匀速上升,取g=10m/s^2,不计一切阻力。下列说法正确的是　(　D　)

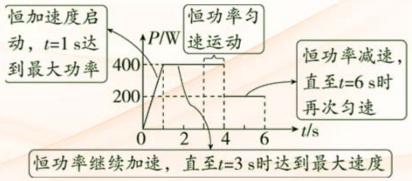


A.在0~1s时间内,重物做加速度逐渐增大的运动

B.在t=1s时,重物的加速度大小为20m/s^2

C.在t=6s时,重物的速度大小为5m/s

D.在0~6s时间内,重物上升的高度为85m



返回目录

解析　在0~1s时间内,提升装置的功率$P=Fv=Fat=F\cdot\frac{F-mg}{m}t$,功率$P$随时间$t$均匀增大,说明重物所受合力不变,做匀加速运动,A错误。在t=3s时,达到最大速度v_m=20m/s后,重物做匀速运动,则有$P_m=Fv_m=mgv_m$,可得m=2 kg;在t=1s时,重物的加速度$a=\frac{F-mg}{m}$,其中$F=\frac{P_m}{\frac{v_m}{2}}$,联立解得$a$=10m/s^2,B错误。在$t$=6s时,重物再次匀速上升,由$P_6=Fv_6=mgv_6$可得$v_6$=10 m/s,C错误。在0~1s时间内重物做匀加速运动,则有$h_1=\frac{1}{2}at_1^2=\frac{1}{2}\times10\times1^2$m=5m;在1~3s时间内,重物做加速度减小的加速运动,则有$P_mt_2-mgh_2=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}m\left(\frac{v_m}{2}\right)^2$,解得$h_2$=25m;在3~4s时间内,重物做匀速运动,则有$h_3=v_mt_3$=20m;在4~6s时间内,重物做加速度逐渐减小的减速运动,则有$\frac{P_m}{2}t_4-mgh_4=\frac{1}{2}mv_6^2-\frac{1}{2}mv_m^2$,解得$h_4$=35m;重物在0~6s时间内,上升的高度$h=h_1+h_2+h_3+h_4$=85m,D正确。

返回目录

关键·规律

机车启动问题三个重要关系式

(1)无论哪种启动方式,机车的最大速度都等于其匀速运动时的速度,即$v_m=\frac{P_{额}}{F_{阻}}$。

(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,$v_1=\frac{P_{额}}{F}<v_m=\frac{P_{额}}{F_{阻}}$。

(3)机车以恒定功率启动时,牵引力做的功$W=P_{额}t$。由动能定理得$P_{额}t-F_{阻}x=\Delta E_k$。此式经常用于求解机车以恒定功率启动过程的位移大小或运动时间。

返回目录

第2节 动能定理及其应用

返回目录

要点1 动能定理的理解和基本应用

1.动能

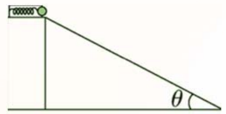
- 动能
  - 定义——物体由于运动而具有的能量
  - 表达式——$E_k=\frac{1}{2}mv^2$,单位为焦耳,符号是J
  - 标矢性——标量
  - 动能的变化量——$\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

2.动能定理

- 动能定理
  - 内容——合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
  - 表达式——$W=E_{k2}-E_{k1}$
  - 适用范围
    - 既适用于直线运动,也适用于曲线运动
    - 既适用于恒力做功,也适用于变力做功
    - 各种性质的力既可以同时作用,也可以分段作用

返回目录

例 如图所示,在倾角为θ的斜面顶端有一压缩的弹簧,弹簧将一个小球弹射出去,若小球从斜面水平抛出的初动能为E_1,小球落到斜面上的动能为E_2。不计空气阻力,下列结论正确的是 (D)



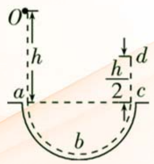
A.$\tan\theta=\sqrt{\frac{E_2-E_1}{E_1}}$　　B.$\tan\theta=\sqrt{\frac{E_2-E_1}{2E_1}}$

C.$\tan\theta=\sqrt{\frac{E_2-E_1}{3E_1}}$　　D.$\tan\theta=\sqrt{\frac{E_2-E_1}{4E_1}}$

析 根据题意,设小球落在斜面上时速度为v,竖直分速度为v_y,则有$v^2=v_0^2+v_y^2$。小球的初动能$E_1=\frac{1}{2}mv_0^2$,落到斜面上时的动能$E_2=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)$,则有$E_2-E_1=\frac{1}{2}mv_y^2$。设小球落在斜面上时,速度与水平方向夹角为$\alpha$,则有$\tan\theta=\frac{1}{2}\tan\alpha=\frac{1}{2}\times\frac{v_y}{v_0}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{E_2-E_1}{E_1}}=\sqrt{\frac{E_2-E_1}{4E_1}}$。

返回目录

例 （多选）冬奥会上有一种单板滑雪U型池项目,如图所示为U型池示意图。半径$R=\frac{1}{2}h$的半圆形池内各处粗糙程度相同,其中a、c在同一水平面,且b为U型池最低点。某运动员从距a点正上方h高的O点自由下落,由左侧切线进入池中,从右侧切线飞出后上升至最高位置d点(相对c点高度为$\frac{1}{2}h$)。不计空气阻力,重力加速度为g,则运动员 （ **BD** ）



A.每次经过b点时重力的功率不同$\sqrt{gh}$

B.第一次经过c点时的速度大小为$\sqrt{\frac{5}{2}gh}$

C.第一次经过b点时的速度大小为

D.从d向下返回一定能越过a点再上升一定高度

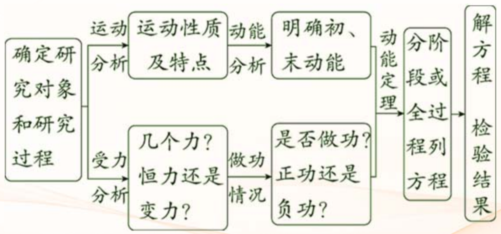
返回目录

解析 运动员每次经过b点时速度均沿水平方向,重力的方向始终竖直向下,两者相互垂直,所以在b点重力的功率始终等于0,A错误。运动员第一次从c点到达右侧最高点d的过程中,由动能定理有$-\frac{1}{2}mv_c^2=-\frac{1}{2}mgh$,解得$v_c=\sqrt{gh}$,B正确。运动员从$O$处自由下落,到达$d$点,由动能定理有$0=\frac{1}{2}mgh+W_f$,解得$W_f=-\frac{1}{2}mgh$,运动员第一次从$a$到$c$过程,半圆形池上同一水平高度的两个位置处,其在左侧位置处的速度大于在右侧位置处的速度,即运动员对左侧位置处的压力更大,受到的滑动摩擦力也更大,即运动员从O到b克服摩擦力做的功$W_1>\frac{1}{4}mgh$,运动员第一次从O到b,由动能定理有$\frac{1}{2}mv_b^2=\frac{3}{2}mgh-W_1<\frac{5}{4}mgh$,可知$v_b<\sqrt{\frac{5}{2}gh}$,C错误。运动员第一次从$c$到$a$过程,经过半圆形池上的同一位置时的速度大小都比第一次从a到c过程中的速度小,受到的滑动摩擦力也更小,则第一次从c到a过程克服摩擦力做的功$W_2<\frac{1}{2}mgh$,运动员从d到a过程,由动能定理有$\frac{1}{2}mv_a^2=\frac{1}{2}mgh-W_2>0$,解得$v_a>0$,即运动员可以越过$a$点继续上升,D正确。

返回目录

关键•规律

应用动能定理解题的一般步骤

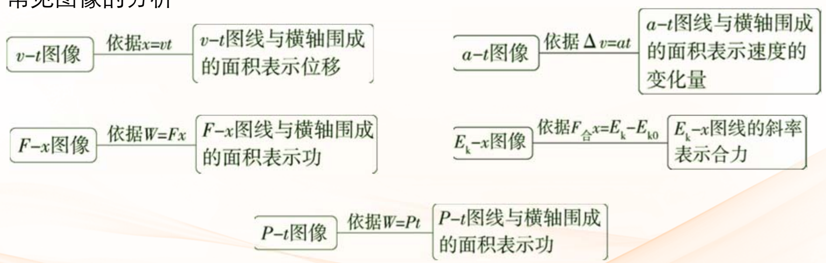


动能是标量,动能定理是标量式,解题时不能分解动能。

返回目录

要点2 动能定理与图像结合的问题

常见图像的分析

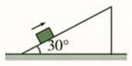


返回目录

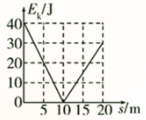
例 如图(a)所示,一物块以一定初速度沿倾角为30°的固定斜面上滑,运动过程中摩擦力大小f恒定,物块动能E_k与运动路程s的关系如图(b)所示。重力加速度大小取10m/s^2,物块质量m和所受摩擦力大小f分别为 (**A**)

A.m=0.7 kg,f=0.5N B.m=0.7 kg,f=1.0N

C.m=0.8 kg,f=0.5N D.m=0.8 kg,f=1.0N



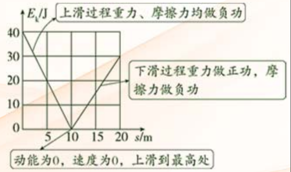
图(a)



图(b)

解析 由题图(b)可知,物块在上滑过程中动能由E_{k1}=40 J变为0,说明物块上滑到s=10m时速度为零,则由动能定理得$-mgh-fs=0-E_{k1}$;接下来返回到出发点时,动能变为E_{k2}=30J,则由动能定理得$mgh-fs=E_{k2}$,$h=s\cdot\sin30°$,联立解得m=0.7kg,f=0.5N,A正确。

一题多解 E_k-s图线的斜率表示物块受到的合力。上滑过程,物块做匀减速运动,斜率的绝对值表示所受合力大小,即$mg\sin\theta+f$=4N;下滑过程,物块做匀加速运动,斜率绝对值表示所受合力大小,即$mg\sin\theta-f$=3N,联立解得m=0.7kg,f=0.5N,A正确。



返回目录

小专题10

动能定理在多过程运动中的应用

返回目录

动能定理既适用于直线运动,也适用于曲线运动;既适用于恒力做功,也适用于变力做功;既适用于单过程运动,也适用于多过程运动。

1.当物体运动涉及多个阶段和多个过程时,若题目要求计算某一中间物理量,需分阶段列动能定理;若不需要研究运动的中间状态,可以对全程列动能定理,从而避开每个运动过程的具体细节。

2.思路分析

将全过程分解为多个过程 → 分析每个过程的运动情况及受力情况 → 根据题目问题,找到最佳过程列式求解

提醒注意

①各阶段的衔接点起承前启后的作用。②变力做功容易出错,需重点分析。

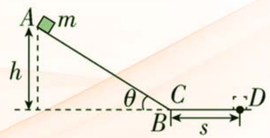
返回目录

题型1 动能定理在“单向”多过程运动中的应用

例 如图所示,$ABCD$是一条长轨道,其中AB段是倾角为θ的斜面,CD段是水平的,BC段是与AB和CD都相切的一小段圆弧,其长度可以忽略不计。一质量为m的滑块(可视为质点)在A点由静止释放,沿轨道滑下,最后停在D点,A、C之间高度差为h,C、D之间距离为s。现用一方向始终与轨道平行的力推滑块,使它缓慢地由D点推回到A点。滑块与轨道间的动摩擦因数为μ,重力加速度为g,则推力对滑块做的功为(**B**)

A.mgh B.$2mgh$

C.$\mu mg\left(s+\dfrac{h}{\sin\theta}\right)$ D.$\mu mgs+\mu mgh\cot\theta$



返回目录

解析 解法一 分阶段应用动能定理

设滑块滑到C点的速度为v_C,从A到C过程运用动能定理有$mgh-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}=\frac{1}{2}mv_C^2$,从$C$到$D$过程运用动能定理有$-\mu mgs=-\frac{1}{2}mv_C^2$,设推力对滑块做的功为$W_F$,从$D$到$A$由动能定理有$W_F-\mu mgs-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}-mgh=0$,联立上述方程解得$W_F=2mgh$,B正确。

解法二 全过程应用动能定理

从A到D全过程,由动能定理有$mgh-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}-\mu mgs=0$,从$A$到$D$再从$D$到$A$的过程,由动能定理得$W_F-2\mu mgs-2\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}=0$(初、末位置高度不变,重力做功为0),联立解得$W_F=2mgh$,B正确。

返回目录

题型2 动能定理在往复运动中的应用

1.往复运动的特性是什么?

物体的运动过程具有重复性、往返性,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或者难以确定的。

2.往复运动中特殊的物理量是什么?

路程。往复运动的路程不再与位移相等,使得利用运动学公式解题复杂烦琐。

3.哪些力做的功与路程无关或相关?

(1)无关:重力。重力做功只与初、末位置有关,与路径和路程无关。

(2)相关:滑动摩擦力(或其他阻力)。克服摩擦力做的功$W_f=fs$,s为路程。

4.动能定理的便捷性体现在哪里?

动能定理只涉及物体的初、末状态,可简化运动过程中的分析。

返回目录

第3节

机械能守恒定律及其应用

返回目录

要点1 机械能守恒的判断

一、重力势能

1.重力做功的特点:物体运动时,重力对它做的功只跟它的起点和终点的位置有关,而跟物体运动的路径无关。

2.重力势能的表达式:$E_p=mgh$(h是物体相对于参考平面的高度)。

3.重力势能的变化与重力做功的关系

重力对物体做多少正功,物体的重力势能就减少多少;重力对物体做多少负功,物体的重力势能就增加多少,即$W_G=-\Delta E_p$。

二、弹性势能

1.表达式:$E_p=\frac{1}{2}kx^2$(x是相对弹簧原长的形变量)。

2.弹力做功与弹性势能变化的关系:弹力做正功,弹性势能减少;弹力做负功,弹性势能增加。

返回目录

三、机械能守恒定律

1.内容:在只有重力或弹力做功的物体系统内,动能与势能可以互相转化,而总的机械能保持不变。

2.表达形式

(1)守恒观点:$E_1=E_2$或$E_{p1}+E_{k1}=E_{p2}+E_{k2}$(需选取零势能面)。

(2)转化观点:$\Delta E_k+\Delta E_p=0$(动能与势能间的转化)。

(3)转移观点:$\Delta E_A+\Delta E_B=0$(系统内物体间机械能的转移)。

提醒 机械能守恒是指整个过程中系统机械能保持不变,而非仅初、末状态机械能相等。

返回目录

总结归纳 判断机械能守恒的三种方法

条件分析	能量转化	特殊情境
只有重力和系统内弹力做功,没有其他力做功	只有系统内物体间动能和势能的相互转化,系统内无机械能与其他形式能的转化	绳子突然绷紧、物体间非弹性碰撞等特定情境,机械能不守恒

返回目录

要点2 单物体的机械能守恒问题

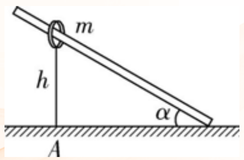
例 如图所示,固定的倾斜光滑杆上套有一个质量为m的圆环,圆环与一橡皮绳相连,橡皮绳的另一端固定在地面上的A点,橡皮绳竖直时处于原长且离A点高度为h。让圆环由静止沿杆滑下,滑到杆的底端时速度为0。重力加速度为g。在圆环下滑过程中(C)

A.圆环的机械能守恒

B.橡皮绳的弹性势能一直增大

C.橡皮绳的弹性势能增加了mgh

D.橡皮绳再次达到原长时圆环动能最大



返回目录

解析 圆环沿杆滑下,滑到杆的底端的过程中只有两个力对圆环做功,即圆环受到的重力和橡皮绳的拉力,所以圆环的机械能不守恒,但圆环和橡皮绳组成的系统(以下简称系统)机械能守恒,A错误;橡皮绳的弹性势能随橡皮绳的伸长量的变化而变化,由题图知橡皮绳先变松弛后被拉伸,故橡皮绳的弹性势能先不变后增大,B错误;圆环下滑过程中系统的机械能守恒,圆环的重力势能减小了mgh,动能变化量为0,则圆环的机械能减少了mgh,圆环的机械能的减少量等于橡皮绳的弹性势能增加量,橡皮绳的弹性势能增加了mgh,C正确;圆环开始下滑至橡皮绳再次达到原长的过程中动能一直增大,但此时圆环动能不是最大,因为当沿杆方向重力的分力大于橡皮绳弹力的分力时,圆环会继续加速,故当沿杆方向合力为零时,圆环的动能最大,D错误。

返回目录

关键·规律　判断机械能守恒的“两点”注意

(1)系统机械能守恒时,机械能一般在系统内物体间转移,其中的单个物体机械能不一定守恒。

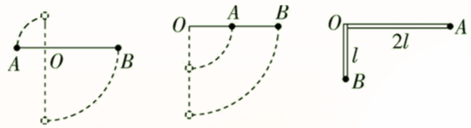
(2)机械能守恒的条件绝不是合力做的功等于零,更不是合力等于零,而是只有重力和系统内弹力做功。

返回目录

要点3　系统的机械能守恒问题

1.不含弹簧的物体系统

(1)轻杆连接的物体系统图例及三大特点



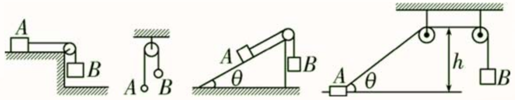
①转动时两物体角速度相等。

②杆对物体的作用力不一定沿杆的方向,杆能对物体做功,单个物体机械能不一定守恒。

③对于杆和物体组成的系统,忽略空气阻力和各种摩擦且只有重力和杆的弹力对物体A、B做功,则系统机械能守恒。

返回目录

(2)轻绳连接的物体系统图例及三点提醒



①分清两物体是速度大小相等,还是沿绳方向的分速度大小相等。

②抓住两物体的位移大小关系或竖直方向高度变化的关系。

③对于单个物体,一般绳上的力要做功,机械能不守恒;但对于绳连接的系统,只有重力和系统内绳的拉力做功,其他力不做功,则机械能守恒。

返回目录

2.含轻弹簧的物体系统

(1)含轻弹簧的物体系统在只有系统内弹簧弹力和重力做功时,物体的动能、重力势能和弹簧的弹性势能之间相互转化,物体和弹簧组成的系统机械能守恒。

(2)弹簧弹力做的功与弹簧弹性势能的关系为$W_{弹}=E_{p1}-E_{p2}$,且弹簧弹力做功与路径无关,只与初、末状态弹簧形变量的大小有关。

(3)由两个或两个以上的物体与弹簧组成的系统,当弹簧形变量最大时,弹簧两端连接的物体具有相同的速度(或沿弹簧方向的分速度相同);弹簧处于自然长度时,弹簧弹性势能最小(为零)。

返回目录

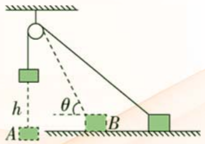
例 如图所示,物块A用不可伸长的轻绳绕过轻质光滑定滑轮与置于光滑水平面上的物块B连接,物块A、B的质量均为m,施加外力使物块A、B保持静止,此时轻绳恰好处于伸直状态。某时刻撤去外力,两物块同时由静止开始运动,当物块A下落高度为h时,其加速度大小为a,方向竖直向下,此时连接物块B的轻绳与水平方向的夹角为θ,整个过程物块B始终未离开水平面,已知重力加速度为g。不计空气阻力,当物块A下落高度为h时,下列说法正确的是(D)

A.物块B的加速度大小为$\frac{a}{\cos\theta}$

B.物块B的加速度大小为$(g+a)\cos\theta$

C.物块A的速度大小为$\sqrt{\frac{2gh}{1+\cos^2\theta}}$

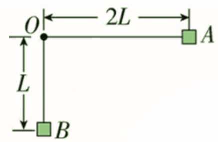
D.物块A的速度大小为$\sqrt{\frac{2gh\cos^2\theta}{1+\cos^2\theta}}$



解析 对物块A,根据牛顿第二定律有$mg-T=ma$,对物块B,根据牛顿第二定律有$T\cos\theta=ma_B$,联立解得$a_B=(g-a)\cos\theta$,AB错误;对物块A、B及轻绳组成的整体,根据机械能守恒定律有$mgh=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}mv_B^2$,物块$A$和$B$的速度大小关系为$v_A=v_B\cos\theta$,联立解得$v_A=\sqrt{\frac{2gh\cos^2\theta}{1+\cos^2\theta}}$,C错D对。

返回目录

例 可视为质点、质量分别为m和$2m$的物块A、B用“L”形轻质直角支架连接,支架的两直角边OA、OB的长度分别为$2L$和L,支架可以绕连接处O无摩擦地自由转动。将直角边OA水平静止释放,已知重力加速度为g。求物块B的最大速度v。



解析 物块A、B围绕O点做圆周运动,任意时刻两者的角速度ω相等,它们的线速度大小之比$v_A:v_B=2:1$。物块B有最大速度v时,物块A有最大速度$2v$,设此时OB与竖直方向的夹角为θ。对于A和B构成的系统,由机械能守恒定律有

$\frac{1}{2}m\times(2v)^2+\frac{1}{2}\times2mv^2=mg\times2L\sin\theta-2mgL(1-\cos\theta)$,化简可得$v^2=\frac{2gL}{3}\left[\sqrt{2}\sin(\theta+45°)-1\right]$

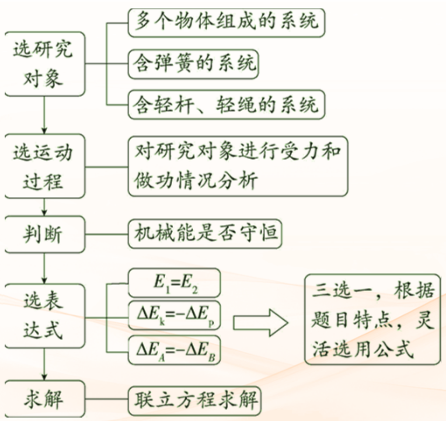
当$\theta=45°$时,物块B的速度有最大值且最大值为$v=\sqrt{\frac{2(\sqrt{2}-1)gL}{3}}$。

答案 $\sqrt{\frac{2(\sqrt{2}-1)gL}{3}}$

返回目录

关键•方法

系统的机械能守恒问题的解题思路



返回目录

第4节 功能关系 能量守恒

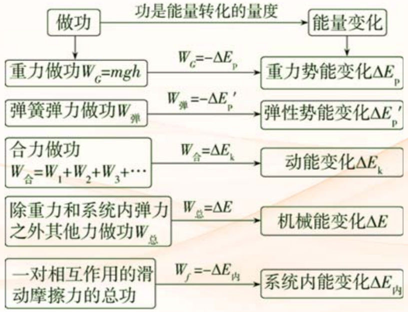
返回目录

要点1　常见的功能关系的理解和应用

1.对功能关系的理解

功是能量转化的量度,做功的过程就是能量转化的过程,不同形式的能量发生相互转化是通过做功来实现的。做功的多少与能量转化的多少在数值上相等。

2.力学中常见的功能关系



返回目录

要点2　能量守恒定律的理解和应用

1.定义: 能量既不会凭空产生,也不会凭空消失,它只能从一种形式转化为其他形式,或者从一个物体转移到别的物体,在转化或转移的过程中,能量的总量保持不变。

2.对能量守恒定律的两点理解

(1)某种形式的能量减少,一定存在其他形式的能量增加,且减少量和增加量一定相等。

(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。

返回目录

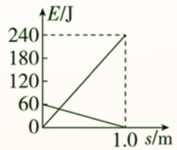
例　现有一质量为m的滑雪运动员从一定高度的斜坡自由下滑。如果运动员在下滑过程中受到的阻力恒定,斜坡倾角为30°,运动员滑至坡底的过程中,其机械能和动能随下滑距离s变化的图像如图所示,重力加速度g=10m/s²,下列说法正确的是　(　**B**　)

A.运动员下滑过程中只有重力做功

B.运动员下滑过程中受到的阻力为60 N

C.运动员下滑时加速度的大小为5m/s²

D.不能计算出运动员质量m的大小

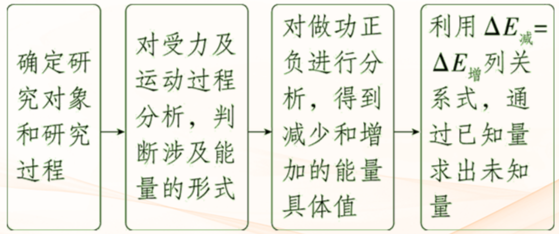


解析　运动员下滑过程中机械能发生变化,则除了重力做功之外必然还有其他力做功,A错误。运动员下滑过程中所受支持力不做功,则阻力做的功等于机械能的变化量,即$\Delta E=-F_f s$,解得受到的阻力$F_f=\frac{-\Delta E}{s}$=60 N,B正确。下滑到底端时的动能$E_k=\frac{1}{2}mv^2$=240J,$v^2=2as$,$mg\sin30°-F_f=ma$,联立得运动员下滑时加速度的大小a=4m/s²,m=60kg,CD错误。

返回目录

关键·方法

应用能量守恒定律解题的步骤



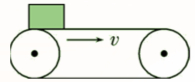
返回目录

小专题11 动力学和能量观点相结合的两类典型模型

返回目录

题型1 传送带模型

如图所示,传送带在电动机带动下,始终以速度v匀速转动。将质量为m的墨块轻放在水平传送带上(初速度可忽略不计)。墨块与传送带间的动摩擦因数为μ,传送带足够长,重力加速度为g。



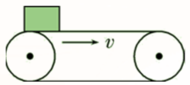
1.动力学分析

分析初态物体与传送带的速度关系，分析物体的受力	墨块相对传送带向左运动，受到向右的滑动摩擦力
↓ 根据物体的受力和初态，分析物体的运动情况	墨块向右做初速度为零的匀加速直线运动，加速度$a=\mu g$，匀加速时间$t_1=\frac{v}{a}$,位移$x_墨=\frac{1}{2}at_1^2=\frac{v}{2}t_1$
↓ 找出临界态，判断摩擦力是否突变，分析物体之后的运动情况	当墨块速度与传送带相等时，墨块不再受摩擦力，之后随传送带一起做匀速直线运动

返回目录

题型1 传送带模型

如图所示,传送带在电动机带动下,始终以速度v匀速转动。将质量为m的墨块轻放在水平传送带上(初速度可忽略不计)。墨块与传送带间的动摩擦因数为μ,传送带足够长,重力加速度为g。



2.能量分析

分析外力对物体做功情况，判断物体能量的变化	墨块匀加速阶段，滑动摩擦力对其做功$W_f=fx_墨$，墨块动能增加量$\Delta E_k=W_f$
↓ 分析物体与传送带的相对位移，判断因摩擦产生的热量Q	t_1时间内，传送带的位移$x_传=vt_1$，二者相对位移$\Delta x=x_传-x_墨$，$Q=f\cdot\Delta x$
↓ 分析因放上物体电动机多消耗的电能$E_电$	由能量守恒分析$E_电=\Delta E_k+Q$

返回目录

题型2 滑块-木板模型

1.动力学分析: 对滑块和木板进行受力分析,利用牛顿第二定律计算各自的加速度,分析滑块和木板的运动时间、速度关系和位移关系。可以画出滑块和木板的速度随时间变化的图像,帮助分析和理解二者的相对运动情况。

2.能量分析

(1)对于滑块与木板相对静止的过程:由于相对位移为零,故滑块与木板所受的一对静摩擦力做功不产生内能。

(2)对于滑块与木板相对滑动的过程

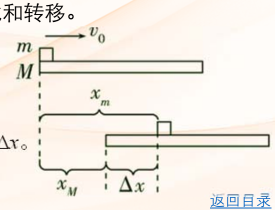
①利用功能关系分析滑块和木板各自的能量,分析系统能量的转化和转移。

②注意区分三个位移(如图所示)

a.计算摩擦力对滑块做功时,用滑块相对地面的位移x_m;

b.计算摩擦力对木板做功时,用木板相对地面的位移x_M;

c.计算滑块和木板间因摩擦产生的热量时,用滑块相对木板的位移Δx。



返回目录

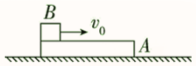
例 一块质量为M、长为l的长木板A静止放在光滑的水平面上,质量为m的物体B(可视为质点)以初速度v_0从左端滑上长木板A的上表面并从右端滑下,该过程中,物体B的动能减少量为ΔE_{kB},长木板A的动能增加量为ΔE_{kA},A、B间因摩擦产生的热量为Q,下列说法正确的是 (B)

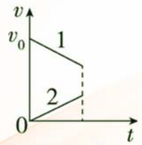
A.A、B组成的系统动量、机械能均守恒

B.ΔE_{kB}、ΔE_{kA}、Q的值可能为ΔE_{kB}=7 J,ΔE_{kA}=2 J,Q=5 J

C.ΔE_{kB}、ΔE_{kA}、Q的值可能为ΔE_{kB}=5 J,ΔE_{kA}=3 J,Q=2 J

D.若增大v_0和长木板A的质量M,B一定会从长木板A的右端滑下,且Q将增大





解析 A、B系统所受合力为零,动量守恒;A、B间有摩擦生热,系统机械能不守恒,A错。画出物体B和木板A的v-t图像,分别如图中线1和2所示,1和2间的梯形面积表示板长l,线1与t轴所围面积表示B的位移x_1,线2与t轴所围面积表示A的位移x_2,由图可知$x_1>l$,$x_2<l$。又$\Delta E_{kB}=fx_1$,$\Delta E_{kA}=fx_2$,$Q=fl$,有$\Delta E_{kB}>Q>\Delta E_{kA}$,B对C错。若增大$v_0$和板$A$质量$M$,图像中图线1将向上平移,图线2的斜率将变小,可知B一定会从板A右端滑下,而$Q=fl$不变,D错误。

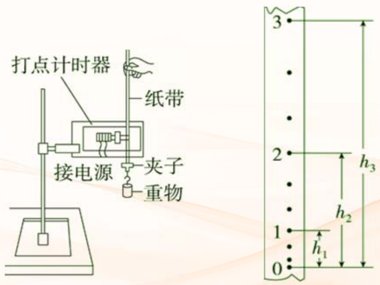
返回目录

实验7 验证机械能守恒定律

返回目录

一、实验原理及装置图

求出重物的重力势能的减少量和对应过程动能的增加量,在实验误差允许范围内,若二者相等,说明机械能守恒,从而验证机械能守恒定律。



甲 乙

返回目录

二、操作要领及注意事项

1.如何安装打点计时器和纸带:使两限位孔在同一竖直线上,以减小摩擦力;纸带沿竖直方向拉直。

2.如何选择重物:选用密度大、体积小的重物。

3.实验操作时应注意哪些细节:实验时,应先接通电源,让打点计时器正常工作后再松开纸带,让重物从靠近打点计时器处下落。

4.如何进行速度的计算:速度不能用$v=gt$或$v=\sqrt{2gh}$计算,应根据纸带上测得的数据,利用$v_n=\frac{h_{n+1}-h_{n-1}}{2T}$计算。

返回目录

三、数据处理

1.方法一　利用起始点和第n个点

选择开始的两点间距接近2mm的一条纸带,选取打的第一个点为起始点,在实验误差允许范围内若满足$mgh_n=\frac{1}{2}mv_n^2$,则机械能守恒定律得到验证。

2.方法二　任取两点A、B

如果在实验误差允许范围内满足$mgh_{AB}=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$,则机械能守恒定律得到验证。

3.方法三　图像法

在实验误差允许范围内若$\frac{1}{2}v^2-h$图线是一条过原点且斜率为g的倾斜直线,则机械能守恒定律得到验证。

返回目录

四、误差分析

1.系统误差

(1)产生原因:本实验中因重物和纸带在下落过程中要克服各种阻力(空气阻力、打点计时器阻力)做功,故动能的增加量ΔE_k稍小于重力势能的减少量ΔE_p,即$\Delta E_k<\Delta E_p$。

(2)改进的方法:调整器材的安装,尽可能地减小阻力等。

2.偶然误差

(1)产生原因:本实验在长度测量时会产生误差。

(2)减小误差的方法:测下落距离时都从起始点量起,一次将各点对应的下落高度测量完,或者多次测量取平均值来减小误差。

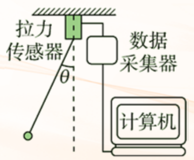
返回目录

五、其他方案

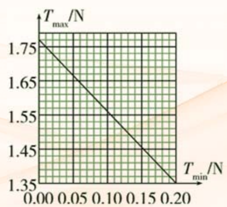
方案一　利用数据采集器研究动能和重力势能转化所遵循的规律

转换测量物理量:改变θ角,通过细线拉力最大值和最小值的关系图像验证机械能守恒定律。$T_{max}-mg=\frac{mv^2}{l}$、$T_{min}=mg\cos\theta$,

若机械能守恒,则有$mg(l-l\cos\theta)=\frac{1}{2}mv^2$,从而得到$T_{max}=3mg-2T_{min}$。



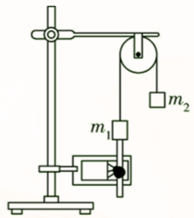
甲



乙

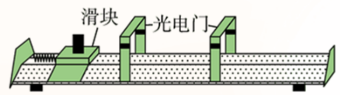
返回目录

方案二　用定滑轮验证系统机械能守恒



以m_1、m_2组成的系统为研究对象，验证系统机械能守恒

方案三　研究弹性势能与动能变化量之间的关系



压缩弹簧,释放后弹力作用于滑块,研究弹性势能变化量和动能变化量之间的关系

返回目录