

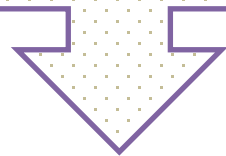
习题课四 牛顿运动定律的综合应用

素养·目标定位

课堂·要点解读

随堂训练

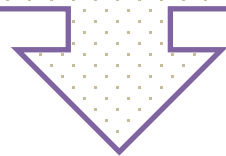
素养·目标定位



目标素养

1. 会分析动力学中的图像问题, 会结合图像解答动力学问题。
2. 掌握动力学临界问题的分析方法, 会分析几种典型临界问题的临界条件。

课堂·要点解读



一 动力学图像的问题

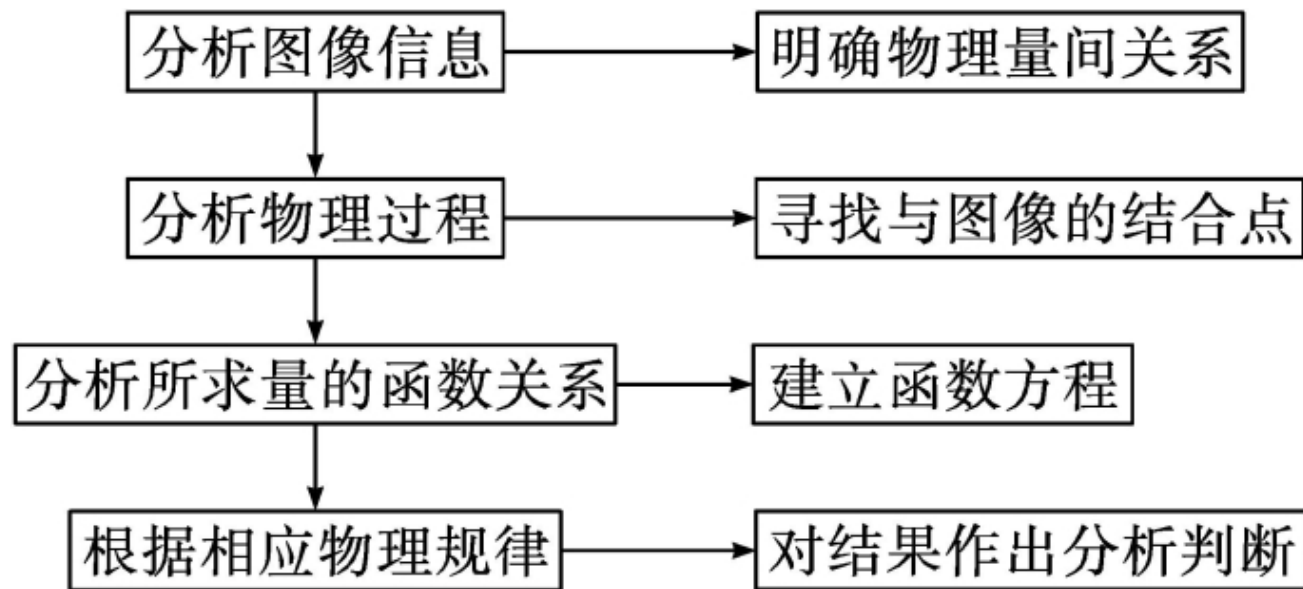
知识讲解

1. 牛顿定律应用相关联的常见图像。

图像能连续地反映两个量的变化关系,在高中阶段的各种考试中都是命题重点,图像问题的考查侧重于图像的斜率、截距、交点以及对图像与横轴包围的面积含义的理解。在牛顿运动定律综合问题中,常见的图像有 $a-F$ 、 $a-\frac{1}{m}$ 、 $F-t$ 、 $a-t$ 、 $a-x$ 图像等,结合牛顿第二定律分析力和运动的关系是解决关于牛顿第二定律图像问题的关键。

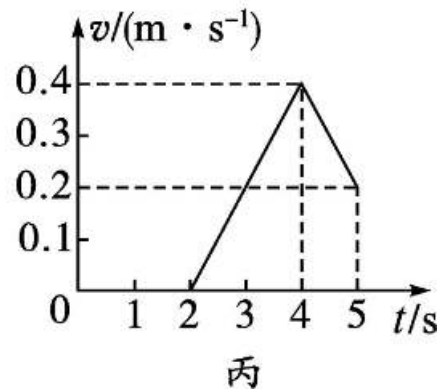
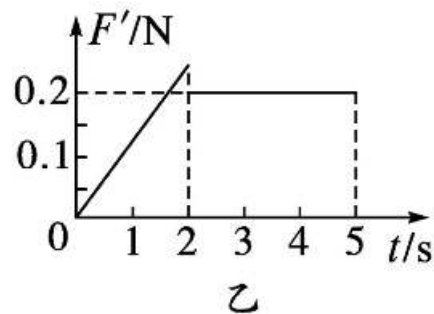
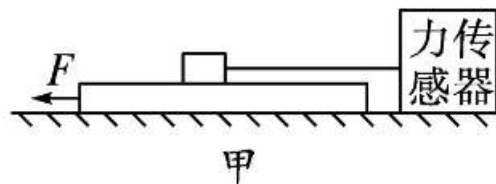
2. 求解图像问题的方法。

求解有关给定物理图像的问题,可以从图像的坐标轴的物理意义、斜率、截距、面积、交点、临界点等图像信息着手,获取有效信息,分析物理过程,展现物理情境,寻找物理量间的函数关系,其一般程序如下。



典例剖析

【例1】 (多选)如图甲所示,物块和木板叠放在实验台上,物块用一不可伸长的细绳与固定在实验台上的力传感器相连,细绳水平。 $t=0$ 时,木板开始受到水平外力 F 的作用,在 $t=4$ s时撤去外力。细绳对物块的拉力 F' 随时间 t 变化的关系如图乙所示,木板的速度 v 与时间 t 的关系如图丙所示。木板与实验台之间的摩擦可以忽略。重力加速度取 10 m/s^2 。由题给数据可以得出()



A.木板的质量为1 kg

B.2~4 s内,力 F 的大小为0.4 N

C.0~2 s内,力 F 的大小保持不变

D.物块与木板之间的动摩擦因数为0.2

思路引领:结合图丙和图乙进行分析。

答案:AB

解析:由题图丙可知木板在 $0\sim 2\text{ s}$ 内处于静止状态,再结合题图乙中细绳对物块的拉力 F' 在 $0\sim 2\text{ s}$ 内逐渐增大,可知物块受到木板的摩擦力逐渐增大,故可以判断木板受到的水平外力 F 也逐渐增大,选项 C 错误;由题图丙可知木板在 $2\sim 4\text{ s}$ 内做匀加速运动,其加速度大小

为 $a_1 = \frac{0.4-0}{4-2} \text{ m/s}^2 = 0.2 \text{ m/s}^2$,在 $4\sim 5\text{ s}$ 内做匀减速运动,其加速度大小为

$a_2 = \frac{0.4-0.2}{5-4} \text{ m/s}^2 = 0.2 \text{ m/s}^2$,另外由于物块静止不动,同时结合题图乙

可知物块与木板之间的滑动摩擦力 $F_f = F'$,故对木板进行受力分析,由牛顿第二定律可得 $F - F_f = ma_1$ 、 $F_f = ma_2$,解得 $m = 1\text{ kg}$ 、 $F = 0.4\text{ N}$,选项 A、B 正确;由于不知道物块的质量,所以不能求出物块与木板之间的动摩擦因数,选项 D 错误。

方法点拨

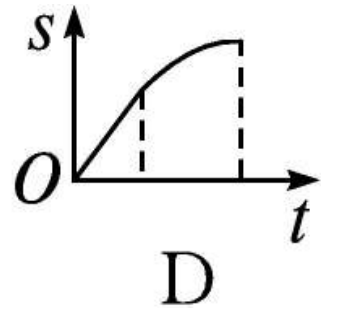
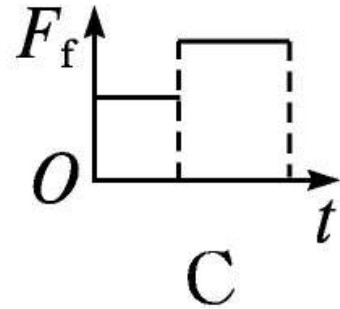
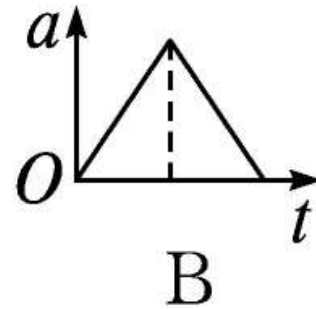
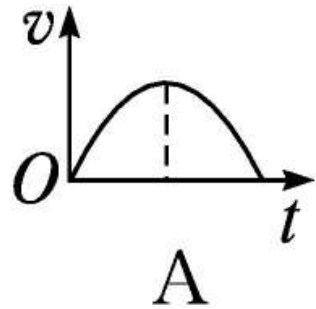
运用题目给定的图像解答物理问题的技巧

- (1)看坐标轴:看清坐标轴所表示的物理量,明确因变量(纵轴表示的量)与自变量(横轴表示的量)间的制约关系。
- (2)看图线:识别两个相关量的变化趋势,从而分析具体的物理过程。
- (3)看交点:分清两相关量的变化范围及给定的相关条件。明确图线与坐标轴的交点、图线斜率、图线与坐标轴所围面积的物理意义。

学以致用

1. 如图所示,物体沿斜面由静止滑下,在水平面上滑行一段距离后停止,物体与斜面和水平面间的动摩擦因数相同,斜面与水平面平滑连接。下图中 v 、 a 、 F_f 和 s 分别表示物体速度大小、加速度大小、摩擦力大小和路程。下列选项正确的是

()



答案:C

解析:根据物体的受力情况,可以判断出物体先是在斜面上做匀加速直线运动,到达水平面上之后,做匀减速运动,所以物体运动的速度—时间图像应该是倾斜的直线,不能是曲线,选项A错误;由于物体的运动先是匀加速运动,后是匀减速运动,在每一个运动的过程中物体的加速度的大小是不变的,所以物体的加速度—时间图像应该是两段水平的直线,不能是倾斜的直线,选项B错误;在整个运动的过程中,物体受到的都是滑动摩擦力,所以摩擦力的大小是不变的,并且由于在斜面上时的压力比在水平面上时的压力小,所以滑动摩擦力也比在水平面上的小,选项C正确;物体做的是匀加速直线运动,物体的位移为 $x=\frac{1}{2}at^2$,所以物体的路程和时间的关系应该是抛物线,不会是正比例的倾斜的直线,选项D错误。

二 动力学中的临界极值问题

知识讲解

1.概述:在物体的运动状态发生变化的过程中,往往达到某一个特定状态时,有关的物理量将发生突变,此状态即为临界状态,相应的物理量的值为临界值。临界状态一般比较隐蔽,它在一定条件下才会出现。若题目中出现“最大”“最小”“刚好”等词语,常有临界问题。

2.典型临界问题和处理方法。

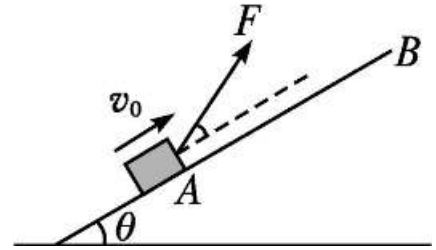
临界条件	条件说明
接触与脱离的临界条件	两物体相接触或脱离的临界条件是弹力 $F_N=0$
相对静止或相对滑动的临界条件	两物体相接触且处于相对静止时,常存在着静摩擦力,则相对静止或相对滑动的临界条件是静摩擦力达到最大值或为零
绳子断裂与松弛的临界条件	绳子所能承受的弹力是有限的,绳子断与不断的临界条件是弹力等于它所能承受的最大弹力;绳子松弛的临界条件是 $F_T=0$

临界条件	条件说明
加速度最大与速度最大的临界条件	当物体在受到变化的外力作用下运动时,其加速度和速度都会不断变化,当所受合外力最大时,具有最大加速度;合外力最小时,具有最小加速度。当出现加速度为零时,物体处于临界状态,所对应的速度便会出现最大值或最小值

临界条件	条件说明
极限法	极限分析法作为一种预测和处理临界问题的有效方法,是指通过恰当地选取某个变化的物理量将其推向极端(“极大”或“极小”、“极右”或“极左”等),从而把比较隐蔽的临界现象(或“各种可能性”)暴露出来,使问题明朗化,以便非常简捷地得出结论
假设法	有些物理过程中没有明显出现临界问题的线索,但在变化过程中可能出现临界问题,也可能不出现临界问题,解答这类题,一般用假设法
数学法	将物理过程转化为数学表达式,根据数学表达式求解出临界条件

典例剖析

【例2】 如图所示,一质量 $m=0.4\text{ kg}$ 的小物块,以 $v_0=2\text{ m/s}$ 的初速度,在与斜面成某一夹角的拉力 F 作用下,沿斜面向上做匀加速运动,经 $t=2\text{ s}$ 的时间物块由 A 点运动到 B 点, A 、 B 之间的距离 $l=10\text{ m}$ 。已知斜面倾角 $\theta=30^\circ$,物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{5}$ 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。



- (1)求物块加速度的大小及到达 B 点时速度的大小。
- (2)拉力 F 与斜面夹角多大时,拉力 F 最小?拉力 F 的最小值是多少?

思路引领:(1)应用运动学公式联立求解。

(2)对小物块进行受力分析,应用牛顿第二定律及数学知识进行求解。

答案:(1) 3 m/s^2 8 m/s (2) 30° $\frac{13\sqrt{3}}{5} \text{ N}$

解析:(1)设物块加速度的大小为 a ,到达 B 点时速度的大小为 v ,由运动学公式得

$$l=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \quad \textcircled{1}$$

$$v=v_0+at \quad \textcircled{2}$$

联立①②式,代入数据得 $a=3 \text{ m/s}^2$ ③

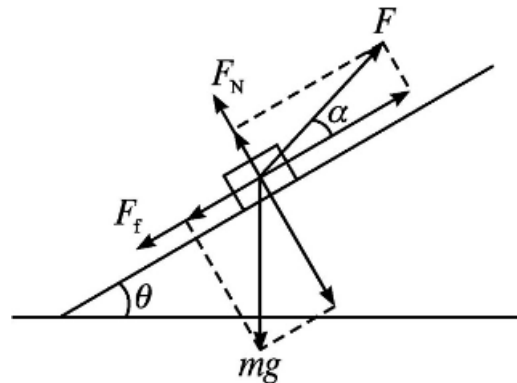
$$v=8 \text{ m/s}。 \quad \textcircled{4}$$

(2) 设物块所受支持力为 F_N , 所受摩擦力为 F_f , 拉力与斜面间的夹角为 α , 受力分析如图所示, 由牛顿第二定律得

$$F \cos \alpha - mg \sin \theta - F_f = ma \quad (5)$$

$$F \sin \alpha + F_N - mg \cos \theta = 0 \quad (6)$$

$$\text{又 } F_f = \mu F_N \quad (7)$$



$$\text{联立 } (5)(6)(7) \text{ 式得 } F = \frac{mg(\sin \theta + \mu \cos \theta) + ma}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \quad (8)$$

$$\text{由数学知识得 } \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{3} \sin \alpha = \frac{2\sqrt{3}}{3} \sin(60^\circ + \alpha) \quad (9)$$

$$\text{由 } (8)(9) \text{ 式可知对应最小 } F \text{ 的夹角 } \alpha = 30^\circ \quad (10)$$

$$\text{联立 } (3)(8)(10) \text{ 式, 代入数据得 } F \text{ 的最小值为 } F_{\min} = \frac{13\sqrt{3}}{5} \text{ N.}$$

规律总结

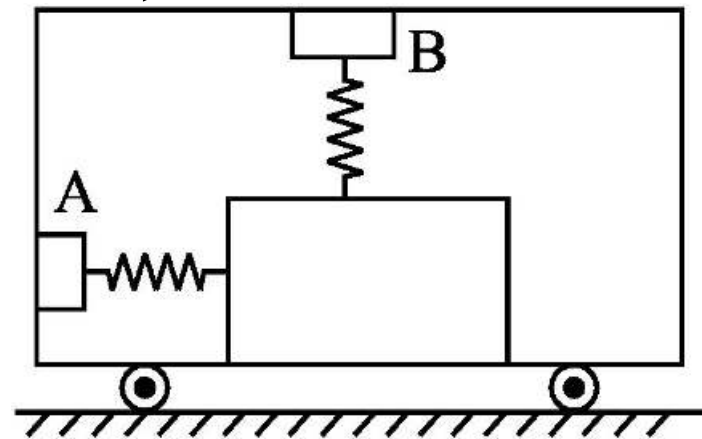
动力学中极值问题的数学处理方法

- (1) 三角函数法;
- (2) 根据临界条件列不等式法;
- (3) 利用二次函数的判别式法;

学以致用

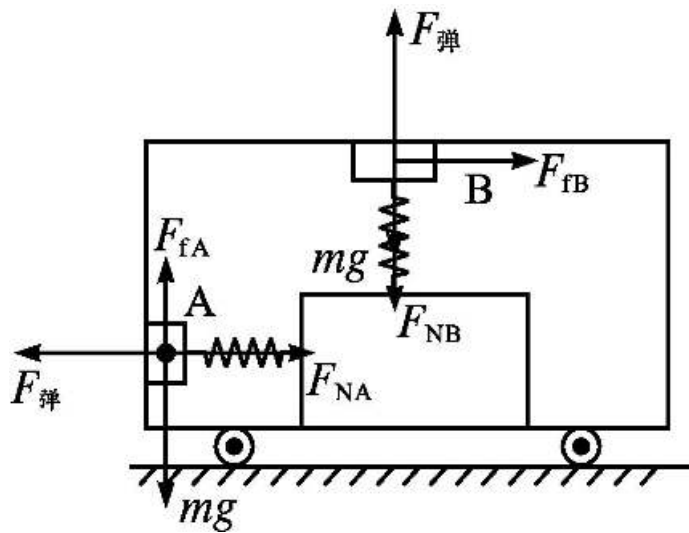
2. 如图所示,水平地面上有一车厢,车厢内固定的平台通过相同的弹簧把相同的物块A、B压在竖直侧壁和水平的顶板上。已知A、B与接触面间的动摩擦因数均为 μ ,车厢静止时,两弹簧长度相同,A恰好不下滑,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g 。现使车厢沿水平方向加速运动,为保证A、B仍相对车厢静止,则()

- A. 速度可能向左,加速度可大于 $(1+\mu)g$
- B. 加速度一定向右,不能超过 $(1-\mu)g$
- C. 加速度一定向左,不能超过 μg
- D. 加速度一定向左,不能超过 $(1-\mu)g$



答案:B

解析:开始 A 恰好不下滑,对 A 分析有 $F_{fA}=mg=\mu F_{NA}=\mu F_{\text{弹}}$,解得 $F_{\text{弹}}=\frac{mg}{\mu}$,此时弹簧处于压缩状态。当车厢做加速运动时,为了保证 A 不下滑,侧壁对 A 的支持力必须大于等于 $\frac{mg}{\mu}$,根据牛顿第二定律可知加速度方向一定向右。对 B 分析,有 $F_{fBm}=\mu F_{NB}=\mu(F_{\text{弹}}-mg)\geq ma$,解得 $a\leq(1-\mu)g$,选项 B 正确,A、C、D 错误。



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/435212302012012001>