



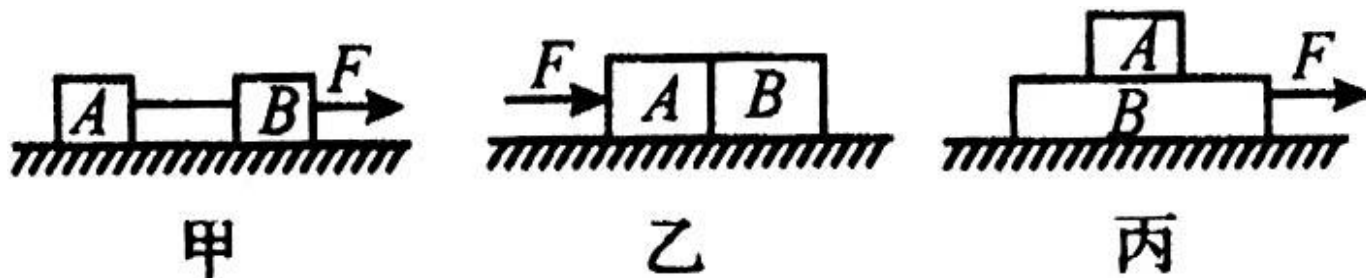
牛顿运动定律的应用二

(连接体、多过程及临界问题)



考点考法一 整体法、隔离法求解连接体问题

1、连接体：两个或两个以上物体相互组成的系统称为连接体。比较常见的连接体有三种：（1）用细绳连接的物体系，如图甲所示；（2）相互挤压在一起的物体系，如图乙所示；（3）相互摩擦的物体系，如图丙所示。



2、外力和内力：如果以物体组成的系统为研究对象，系统之外的物体对该系统的作用力称为外力，而系统内各物体间的相互作用力称为内力。

3、整体法：在连接体问题中，如果不要知道各个物体之间的相互作用力，并且各个物体具有相同的加速度，此时把它们看成一个整体来分析较方便，这种方法称为整体法。

4、隔离法：如果需要知道系统中物体之间的相互作用力，就需要把物体从系统中隔离出来，分析物体的受力情况和运动情况，这种方法称为隔离法。

5、整体法与隔离法的选用原则

处理各物体加速度都相同的连接体问题时，整体法与隔离法往往交叉使用，一般思路是：

(1) 求内力时，先用整体法求加速度，再用隔离法求物体间的作用力。

(2) 求外力时，先用隔离法求加速度，再用整体法求整体受到外加的作用力。

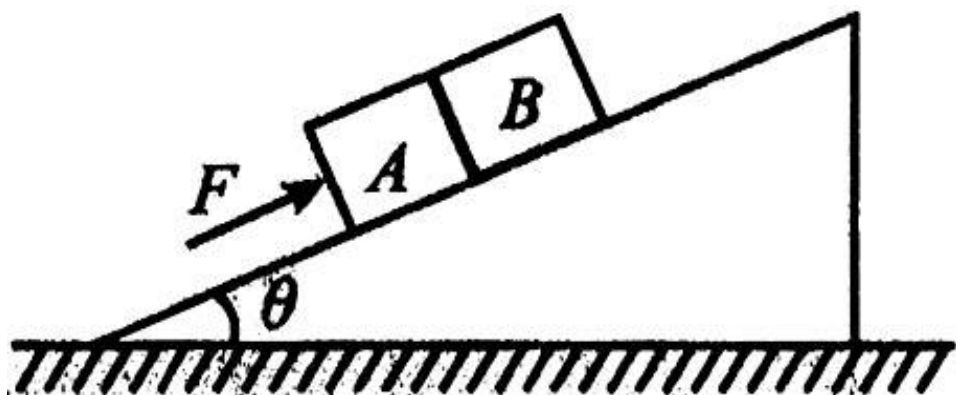
6、系统的牛顿第二定律

对各物体的加速度并不相同的系统来说，一般用隔离法处理，有时也可利用系统的牛顿第二定律来求解问题，即系统所受的合力等于各部分物体的质量与加速度乘积的矢量和：

$$F_{\text{合}} = m_1 a_1 + m_2 a_2 + \dots \xrightarrow{\text{分解}} \begin{cases} F_{x\text{合}} = m_1 a_{1x} + m_2 a_{2x} + \dots \\ F_{y\text{合}} = m_1 a_{1y} + m_2 a_{2y} + \dots \end{cases}$$

7、实例分析

有两个质量分别为 m_1 、 m_2 的木块A、B，并列地放在光滑斜面上，如图所示。当木块A受到平行斜面向上的力 F 的作用时，两木块沿斜面向上做匀加速运动，求B木块受到的A木块的作用力大小。



解析：先将两木块看成整体，两木块之间的作用力为系统内力，两木块的重力、两木块受到斜面的支持力、平行斜面向上的推力 F 为系统外力，因两木块沿斜面向上做匀加速运动，则加速度沿斜面向上，大小设为 a ，其中整体的重力沿斜面的分力大小为 $(m_1 + m_2)g\sin\theta$ ，对整体由牛顿第二定律得

$$F - (m_1 + m_2)g\sin\theta = (m_1 + m_2)a \quad \text{①}$$

由于B比A受力简单，隔离B，B受到重力、斜面的支持力、A对B平行斜面向上的作用力 F_{AB} ，其中重力沿斜面的分力大小为 $m_2 g \sin\theta$ ，B的加速度与整体的加速度相同，由牛顿第二定律得 $F_{AB} - m_2 g \sin\theta = m_2 a$ ②

联立①②求解得 $F_{AB} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$

根据此题的求解过程，可知求解此类问题应抓住三点：

- (1) 分析系统受到的外力；**
- (2) 灵活隔离出某一个物体；**
- (3) 建立直角坐标系，根据牛顿第二定律列出方程。**

典例1-1：(多选)在一东西向的水平直铁轨上，停放着一列已用挂钩连接好的车厢。当机车在东边拉着这列车厢以大小为 a 的加速度向东行驶时，连接某两相邻车厢的挂钩P和Q间的拉力大小为 F ；当机车在西边拉着车厢以大小为 $\frac{2}{3}a$ 的加速度向西行驶时，P和Q间的拉力大小仍为 F 。不计车厢与铁轨间的摩擦，每节车厢质量相同，则这列车厢的节数可能为

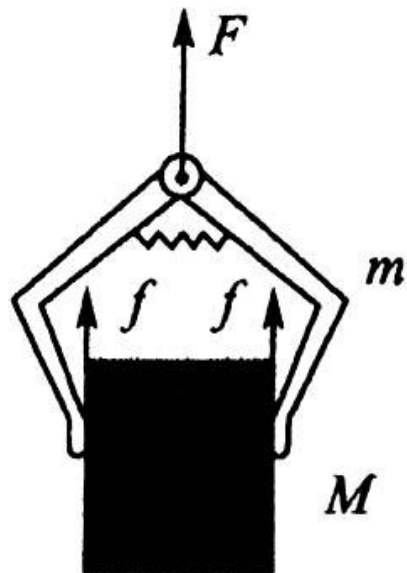
()

- A . 8 B . 10 C . 15 D . 18**

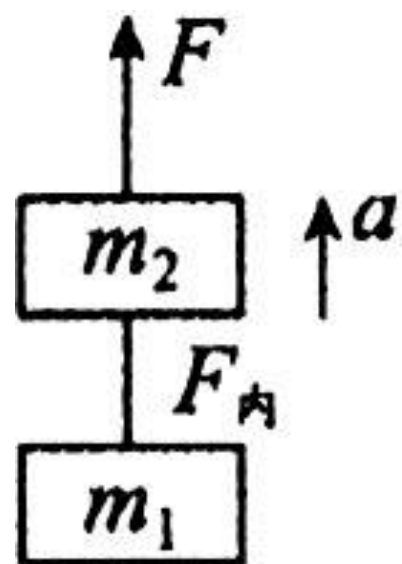


黄冈学习网
www.hgxxw.net

典例1-2：如图所示，一夹子夹住木块，在力F作用下向上提升。夹子和木块的质量分别为m、M，夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为f。若木块不滑动，力F的最大值是（ ）



- A . $\frac{2f(m+M)}{M}$ B . $\frac{2f(m+M)}{m}$ C . $\frac{2f(m+M)}{M-(M+m)g}$ D . $\frac{2f(m+M)}{m+(M+m)g}$



考点考法二 “多过程” “多物体叠放” 类综合问

题 “多过程” “多物体叠放” 类问题是高考考查的重点和热点，常以计算题的形式出现。此类问题对知识和能力的综合要求都很高，处理时既要重视过程、情景分析，还要重视运动、受力分析，关注“衔接点”和“临界点”，充分挖掘隐含条件。常见的物理模型有“滑块+传送带”模型和“滑块+木板”模型。

分析多过程的方法

a . “分段” 处理

(1) 将题目涉及的物理问题，合理地分解为几个彼此相对独立而又相互联系的过程。

(2) 对各个物理过程进行受力分析及运动状态的分析。

(3) 再根据各个过程遵从的物理规律逐个建立方程。

(4) 最后通过各过程相关联的物理量联系起来。

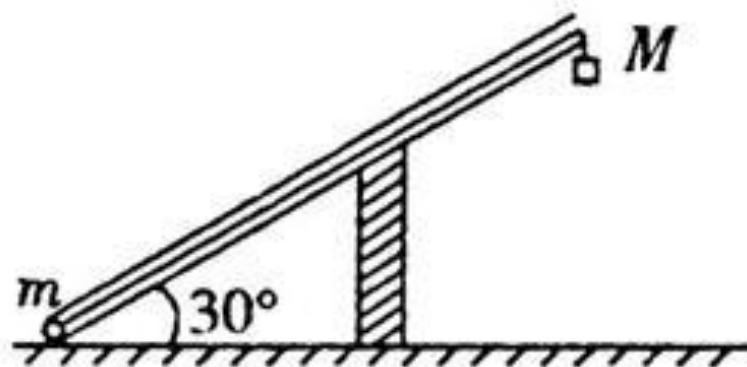
b . “全过程” 处理

抓住整个过程的初、末状态，利用能量观点解决问题。

典例2-1：如图所示，长为 L 、内壁光滑的直管与水平地面成 30° 角固定放置。将一质量为 m 的小球固定在管底，用一轻质光滑细线将小球与质量为 $M=km$ 的小物块相连，小物块悬挂于管口。现将小球释放，一段时间后，小物块落地静止不动，小球继续向上运动，通过管口的转向装置后从管口抛出。（重力加速度为 g ）

（1）求小物块下落过程中的加速度大小；

（2）求小球从管口抛出时的速度大小。



解析：（1）①问：小物块下落过程中，小球怎样运动？它们的运动有何联系？

答：小物块下落过程中，小球沿直管加速上升，与小物块具有大小相同的加速度。

②问：小球和小物块整体所受合力是多少，它们的加速度多大？

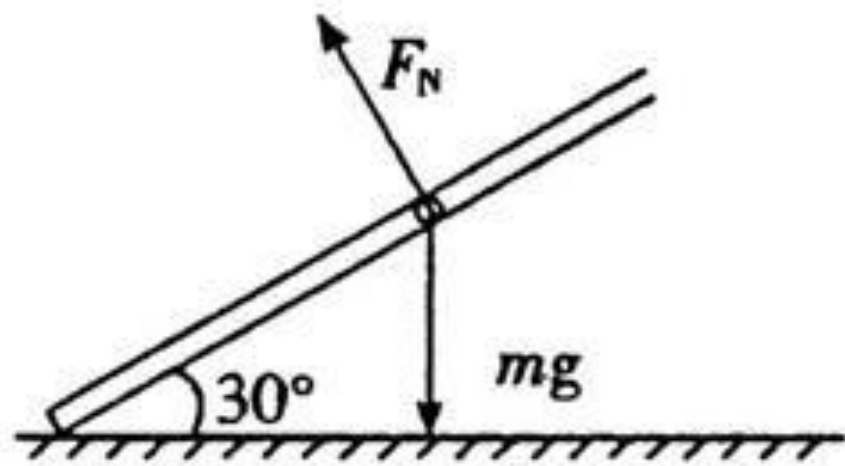
答：对小球和小物块整体受力分析，得： $F_{\text{合}} = Mg - mg\sin 30^\circ$

由 $F_{\text{合}} = (M + m) a_1$ 知： $Mg - mg\sin 30^\circ = (M + m) a_1$ ，解

得： $a_1 = \frac{2k - 1}{2(k + 1)} g$.

(2) ①问：小物块落地后，小球到达管口前做什么运动？请画出小球的受力图，并求出加速度。

小球做匀减速运动，其受力图如图所示。



由牛顿第二定律： $-mg\sin 30^\circ = ma_2$ ， $a_2 = -\frac{1}{2}g$ 。



②问：在小物块落地前瞬间，小球的速度是多少？

小球从管口抛出的速度又是多少？

答：设小物块落地前瞬间，小球的速度为 v_1 ，由运动学公式：

$v_1^2 = 2a_1 L \sin 30^\circ$ ，得：

$$v_1 = \sqrt{2a_1 L \sin 30^\circ} = \sqrt{\frac{2k-1}{2(k+1)} gL} \quad (k > \frac{1}{2})$$

小球从管口抛出时的速度为 v_2 ，则：

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a_2 L (1 - \sin 30^\circ)$$

联立得：
$$v_2 = \sqrt{\frac{k-2}{2(k+1)} gL} \quad (k > 2)$$

考点考法三 牛顿运动定律中的临界和极值问题

1、处理方法：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。解决临界问题一般用极端分析法，即把问题推向极端，分析在极端情况下可能出现的状态和满足的条件，应用物理规律列出在极端情况下的方程，从而找出临界条件。

2、动力学中的典型临界问题

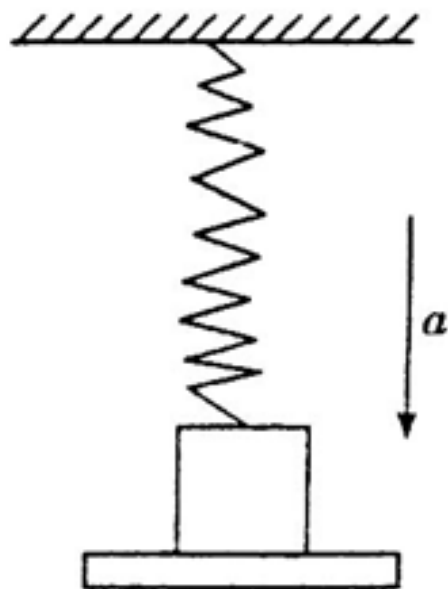
(1) 接触与脱离的临界条件：两物体相接触或脱离的临界条件是弹力 $F_N=0$ 。

(2) 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。

(3) 绳子断裂与松弛的临界条件：绳子所能承受的张力是有限的，绳子断与不断的临界条件是绳子张力等于它所能承受的最大张力。绳子松弛的临界条件是 $F_T=0$ 。

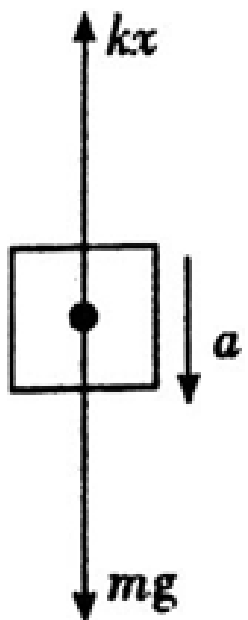
(4) 加速度最大与速度最大的临界条件：当物体在受到变化的外力作用下运动时，其加速度和速度都会不断变化，当所受外力最大时，具有最大加速度；所受外力最小时，具有最小加速度。当出现加速度有最小值或最大值的临界条件时，物体处于临界状态，所对应的速度便会出现最大值或最小值。

典例3：一根劲度系数为 k 、质量不计的轻弹簧上端固定，下端系一质量为 m 的物块，有一水平的木板将物块托住，并使弹簧处于自然长度，如图所示。现让木板由静止开始以加速度 a ($a < g$) 匀加速向下移动，经过多长时间木板与物块分离？



读题：“木板与物块分离” → 木板与物块接触，但无作用力。

画图：物块受力图如图所示。

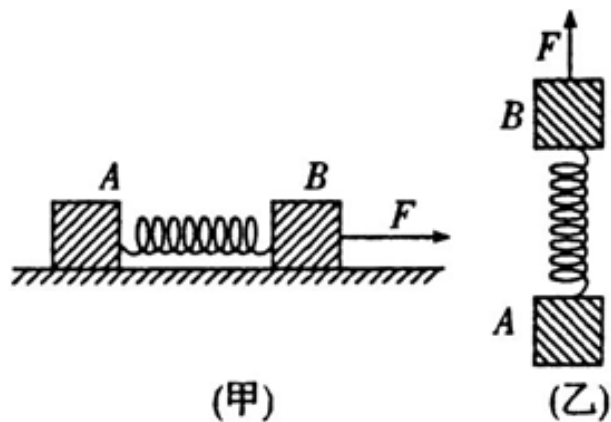




黄冈学习网
www.hgxxw.net

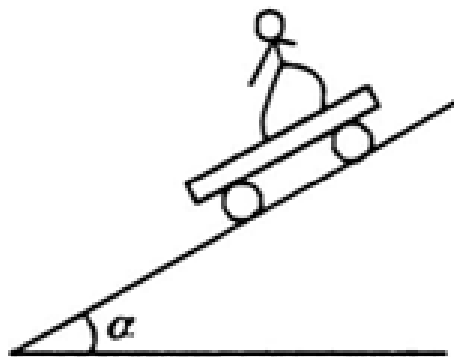
课后练习：

1、如图（甲）所示，在粗糙的水平面上，质量分别为 m 和 M （ $m : M = 1 : 2$ ）的物块A、B用轻弹簧相连，两物块与水平面间的动摩擦因数相同。当用水平力 F 作用于B上且两物块共同向右加速运动时，弹簧的伸长量为 x_1 。当用同样大小的力 F 竖直加速提升两物块时（如图（乙）所示），弹簧的伸长量为 x_2 ，则 $x_1 : x_2$ 等于（ ）



- A . 1 : 1 B . 1 : 2 C . 2 : 1 D . 2 : 3

2、如图所示，质量为M的长平板车放在光滑的倾角为 α 的斜面上，车上站着一质量为m的人，若要平板车静止在斜面上，车上的人必须（ ）



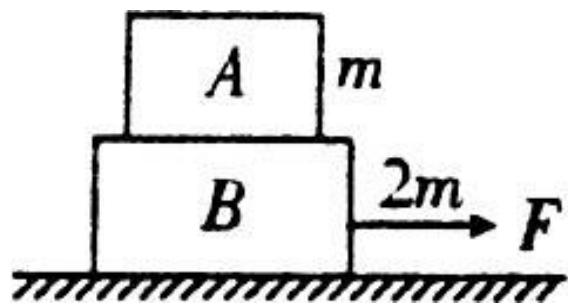
A . 匀速向下奔跑

B . 以加速度 $a = \frac{M}{m} g \sin \alpha$ 向下加速奔跑

C . 以加速度 $a = (1 + \frac{M}{m}) g \sin \alpha$ 向下加速奔跑

D . 以加速度 $a = (1 + \frac{M}{m}) g \sin \alpha$ 向上加速奔跑

3、如图所示，光滑水平面上放置质量分别为 m 、 $2m$ 的A、B两个物体，A、B间的最大静摩擦力为 μmg ，现用水平拉力 F 拉B，使A、B以同一加速度运动，则拉力 F 的最大值为（ ）

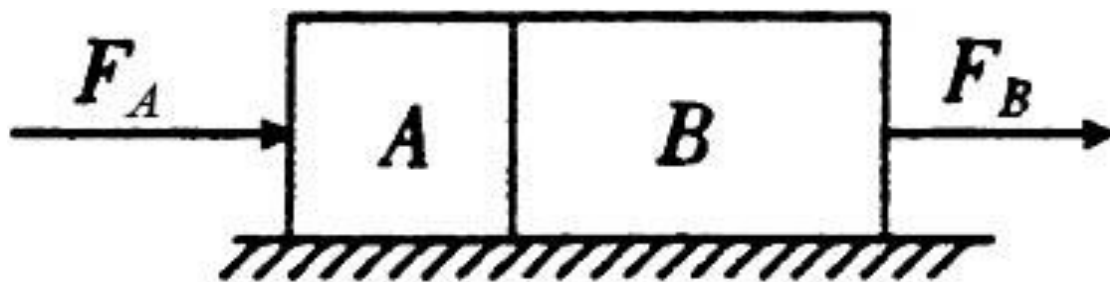


- A . μmg B . $2\mu mg$ C . $3\mu mg$ D . $4\mu mg$

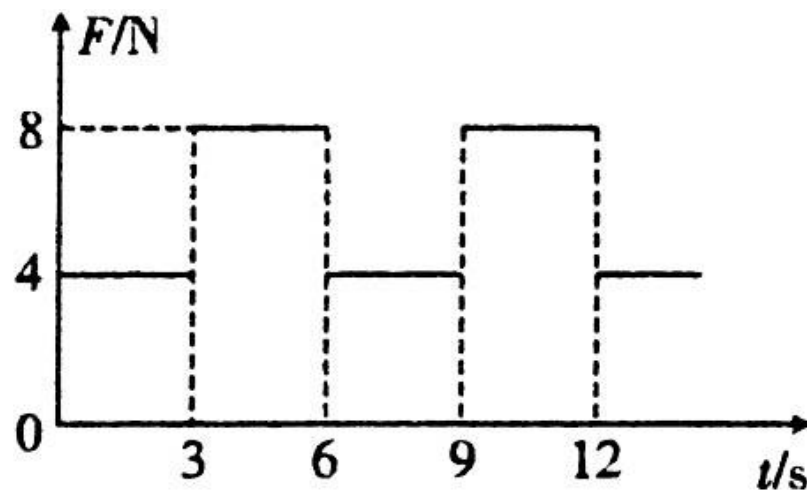
4、如图所示，A、B两个物体靠在一起放在光滑水平面上，它们的质量分别为 $m_A=3\text{kg}$ ， $m_B=6\text{kg}$ 。今用水平力 F_A 推A，用水平力 F_B 拉B， F_A 和 F_B 随时间变化的关系是 $F_A=9-2t$ （N）、 $F_B=3+2t$ （N）。求：

(1) 从 $t=0$ 到A、B脱离前，它们的加速度是多少？

(2) 从 $t=0$ 到A、B脱离时，物体A的位移是多少？



5、质量为2 kg的物体静止在足够大的水平地面上，物体与地面间的动摩擦因数为0.2，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等。从 $t=0$ 时刻开始，物体受到方向不变、大小呈周期性变化的水平拉力 F 的作用， F 随时间 t 的变化规律如图所示。重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，则物体在 $t=0$ 至 $t=12\text{s}$ 这段时间的位移大小为（ ）



- A . 18 m B . 54 m C . 72 m D . 198 m



黄冈学习网
www.hgxxw.net