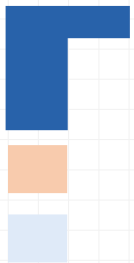


第1节：重力、弹力、摩擦力

广州市第八十六中学 魏延昇



考点一 重力和重心

考点二 弹力

考点三 摩擦力

课时精练

弹力

1. 力

(1) 定义：力是一个物体对另一个物体的作用。

(2) 作用效果：使物体发生形变或改变物体的运动状态（即产生加速度）。

(3) 性质：力具有物质性、相互性、矢量性、独立性等特征。

地球的吸引

(1) 产生：由于而使物体受到的力。

注意：重力不是万有引力，而是万有引力竖直向下的一个分力。



(2) 大小： $G=mg$ ，可用弹簧测力计测量。同一物体 G 的变

化是由在地球上不同位置处 g 的变化引起的。

(3) 方向：竖直向下。

重心：物体的各部分都受到重力的作用，可认为重力集中作用于一点，这一点叫作物体的重心。

影响重心位置的因素：物体的几何形状；物体的质量分布。

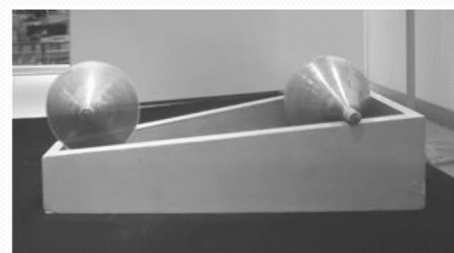
规则薄板形物体重心的确定方法：悬挂法。

注意：重心的位置不一定在物体上。

例 1

小明在参观科技馆时观察到有一个十分有趣的“锥体上滚”实验。

如图所示，将一个双圆锥体轻轻放在倾斜轨道的底端，就会看到它似乎在向“上”滚去，关于锥体的运动，下列说法正确的是



A 双圆锥体的重心在锥体的外部，不在锥体上

B 在双圆锥体上滚的过程中，锥体的重心在向上运动

C 双圆锥体上滚实验中，虽然看到的现象好像是锥体在上滚，但是从侧面

观察，锥体重心其实是下移的

D 当双圆锥体在轨道的最低处时，它的重心在最低处；当双锥体在轨道最高处时，它的重心在最高处



解析

双圆锥体的重心在锥体的中心轴的中间，A 错误；

从侧面观察到的现象好像是锥体在上滚，但是从侧面观察，锥体重心其实是下降的，B 错误，C 正确；

双圆锥体放在轨道的低处时，放手后它会向轨道高处滚动，这是因为当

双圆锥体在轨道的最低处时，它的重心在最高处，当双圆锥体在轨道最高处时，它的重心却在最低处，D 错误。

1. 弹力

(1) 定义：发生 **形变** 的物体，要恢复原状，对与它接触的物体产生 **弹力** 的作用。

(2) 产生条件：

① 物体间直接接触；

② 接触处发生 **弹性形变**。

(3) 方向：总是与施力物体形变的方向 **相反**。



2. 弹力有无的判断方法

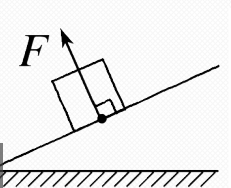
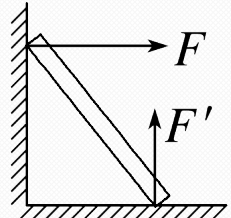
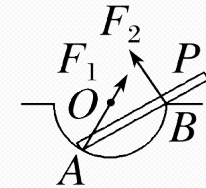
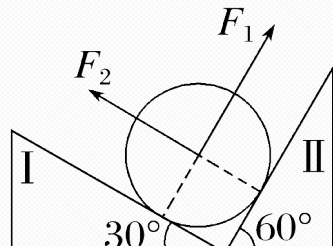
条件法：根据弹力产生条件——物体是否直接接触并发生弹性形变。

假设法：假设两个物体间不存在弹力，看物体能否保持原有的状态，
若运动状态不变，则此处 **没有** 弹力；若运动状态改变，则此处 **一定** 有弹力。

平衡法：根据物体的运动状态，利用牛顿第二定律或共点力平衡条件判断弹力是否存在。

3. 接触面上的弹力方向判断



面与面	点与平面	点与曲面	曲面与平面
 垂直于接触面	 垂直于接触面	 垂直于切面	 垂直于平面

弹力大小的计算

(1) 弹簧弹力大小

胡克定律 $F=kx$ ，其中 x 表示弹簧的形变量。

(2) 一般物体所受弹力：利用平衡条件或牛顿第二定律计算。

物理中的轻绳、轻杆、橡皮筋、轻弹簧四个物体中。

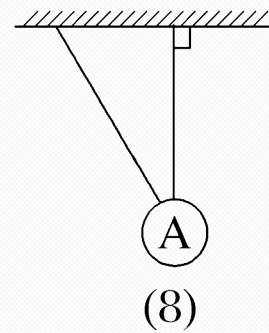
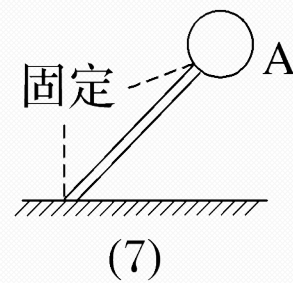
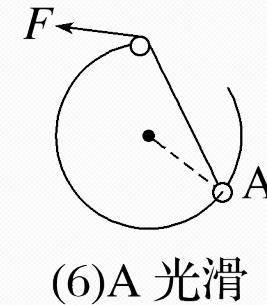
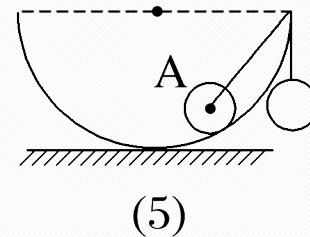
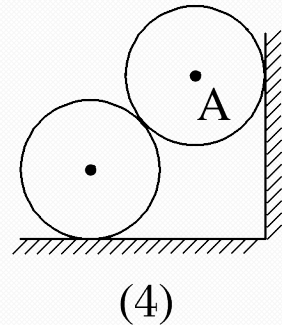
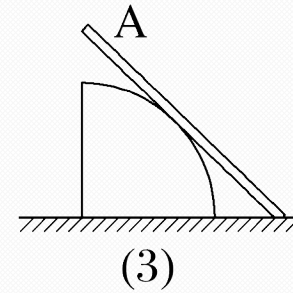
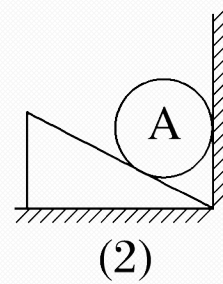
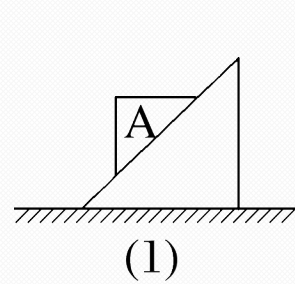
受外力作用形变量较小的有 轻绳、轻杆。

产生弹力方向不一定沿物体本身的有 轻杆。

既可产生拉伸形变，又可产生压缩形变的有 轻杆、轻弹簧。

图中各物体均处于静止状态。画出图中物体 A 所受的力。

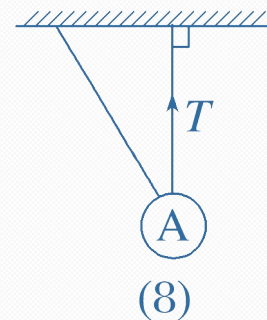
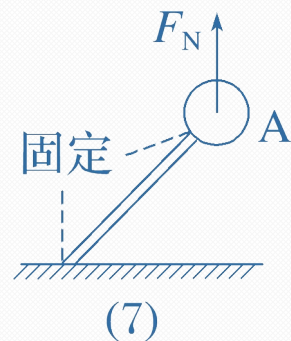
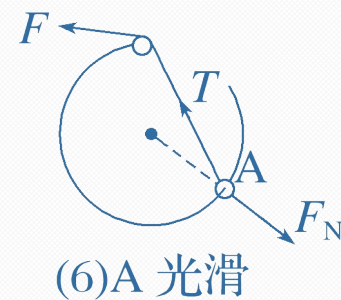
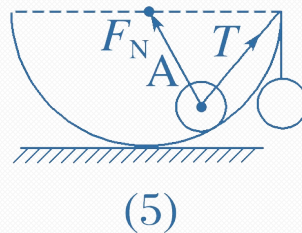
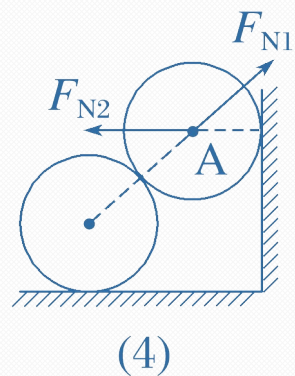
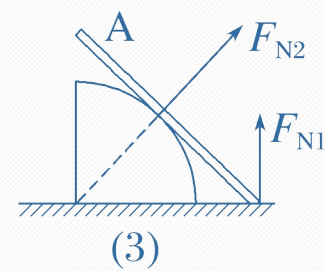
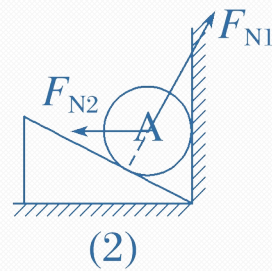
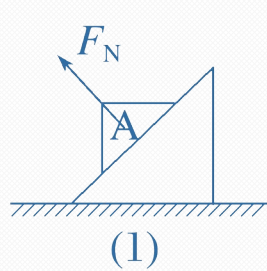
例 2



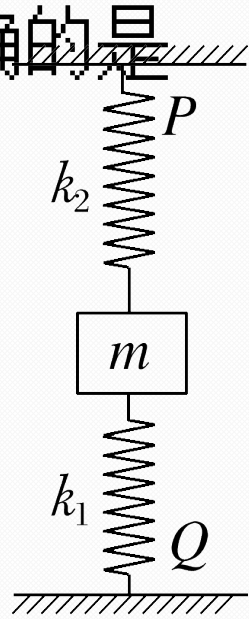
答案



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN



例3 (2025广东揭阳检测) 如图所示, 两个竖直弹簧的质量不计, 劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 它们上端固定在质量为 m 的物体上, 下端分别固定在点 P 和 Q 。当物体平衡时, 弹簧处于原长。现将物体换成质量为 $2m$ 的物体, 再次平衡后, 弹簧的总长度为 L 。下列说法正确的是



A. 第一次平衡时, 下方弹簧处于原长

B. 第一次平衡时, 下方弹簧被压缩的长度为 $\frac{mg}{k_2}$

C. 第二次平衡时, 上方弹簧伸长的长度为 $\frac{mg}{k_2}$

D. 第二次平衡时物体的位置比第一次平衡时下降的高度为 $\frac{mg}{k_1 + k_2}$



解析

当物体的质量为 m 时，根据平衡条件可得 $k_1 x_1 = mg$ ，解得下方弹簧被压缩

的长度 $x_1 = \frac{mg}{k_1}$ ，故 A、B 错误；

当物体的质量变为 $2m$ 时，设该物体与第一次平衡时相比位置下降的高度为 x ，则上方弹簧伸长量为 x ，下方弹簧压缩量为 $x_1 + x$ ，两弹簧弹力之和等

于 $2mg$ ，由胡克定律和平衡条件可得 $k_2 x + k_1 (x_1 + x) = 2mg$ ，联立解得 $x = \frac{mg}{k_1 + k_2}$ ，

故 C 错误，D 正确。

（粗体，D 正确。

定义：两个相互接触的物体，当它们发生相对运动或具有相对运动的趋势时，在接触面上会产生阻碍 相对运动 或 相对运动趋势 的力。

2. 产生条件 粗糙 压力 相对运动 相对运动趋势 相对运动趋势：(2) 接触处有 压力；(3) 两物体间有 相对运动 或 相对运动趋势。

方向：与受力物体 相对运动 或 相对运动趋势 的方向相反。



4. 大小

(1) 滑动摩擦力： $f = \mu E_N$ ， μ 为动摩擦因数；

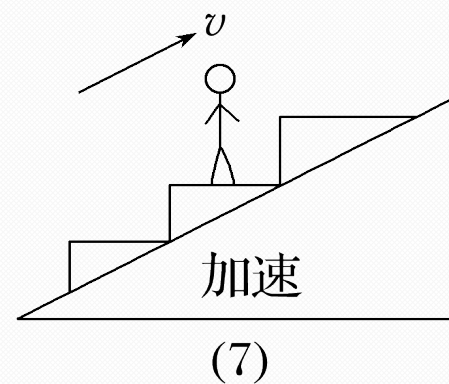
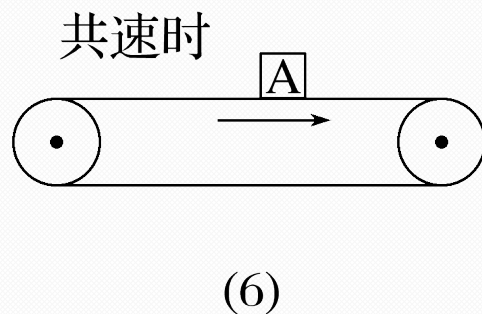
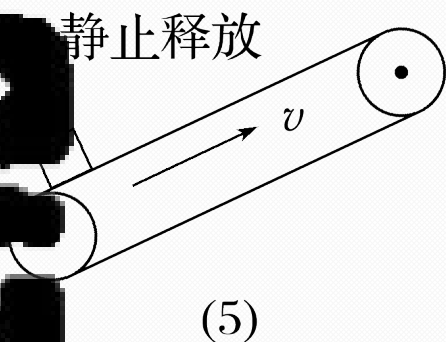
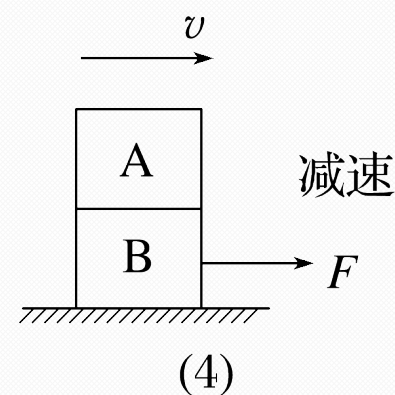
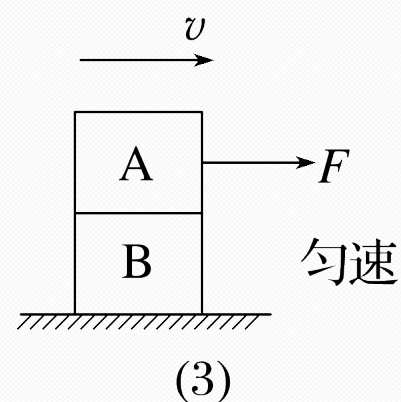
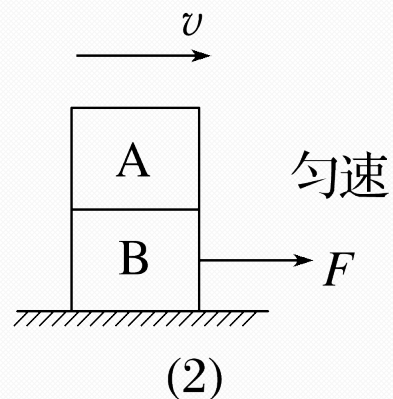
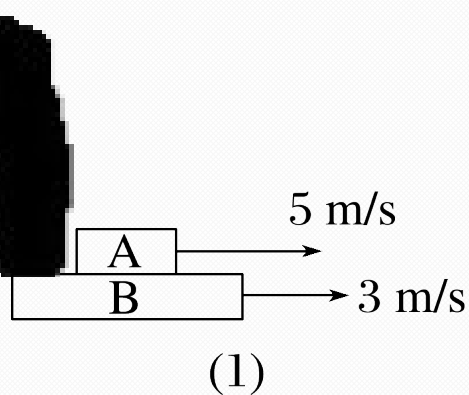
静摩擦力： $0 < f_{\text{静}} \leq f_{\text{max}}$ 。

弹力与摩擦力的关系

若两物体间有摩擦力，则两物体间 一定有 弹力，若两物体间有弹力，则两物体间 不一定有 摩擦力（均选填“一定有”或“不一定有”）。

例 4

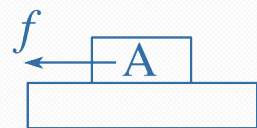
请判断相互接触的物体间是否存在摩擦力，若存在，请画出物体 A 或人所受摩擦力的示意图（各接触面均粗糙，且相互挤压）。



答案



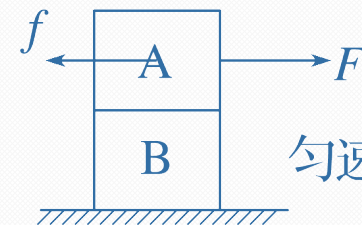
黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN



向左的滑动摩擦力

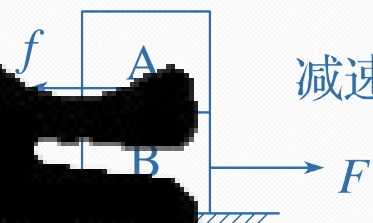
(1)

(2) A 不受摩擦力



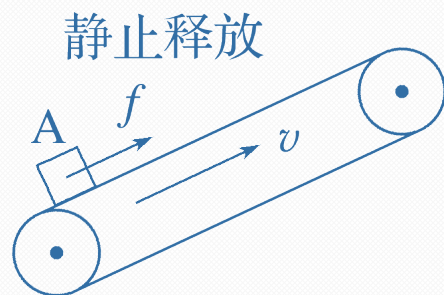
向左的静摩擦力

(3)



向左的静摩擦力

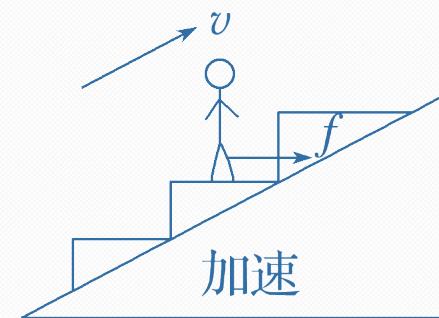
(4)



沿斜面向上的滑动摩擦力

(5)

(6) A 不受摩擦力



水平向右的静摩擦力

(7)

思考 摩擦力的方向是不是可以与物体运动方向相反，可以与物体运动方向相同，也可以与物体运动方向成任意角度？试举例说明。

用手握住水杯，水杯所受静摩擦力竖直向上，当水杯向上运动、向下运动、水平运动、斜向上运动、斜向下运动时，静摩擦力可以与物体运动方向相反，可以与物体运动方向相同，也可以与物体运动方向成任意角度。

当一个物体沿斜面体斜面下滑时，斜面体也可以向空间各个方向运动，物体所受滑动摩擦力可以与物体运动方向相反，可以与物体运动方向相同，也可以与物体运动方向成任意角度。

静摩擦力有无及方向的判断“三法”

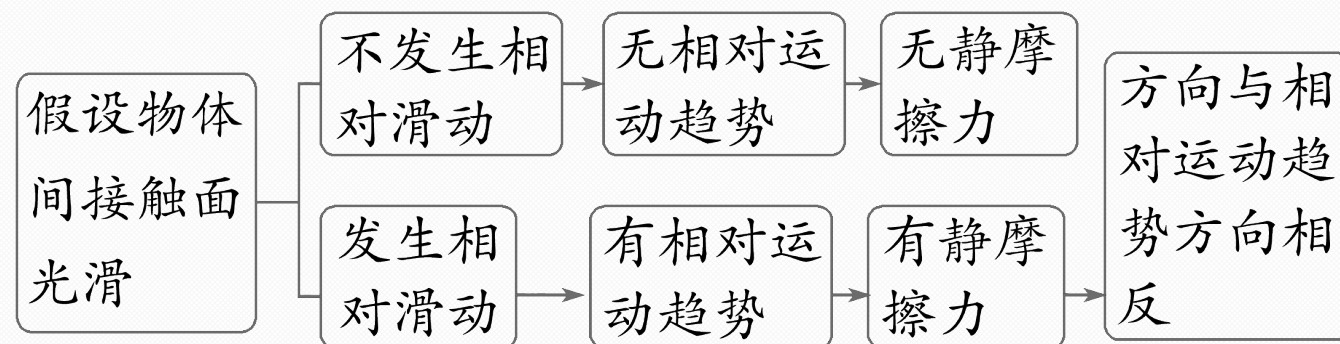
(1) 状态法

根据平衡条件、牛顿第二定律，判断静摩擦力的有无及方向。

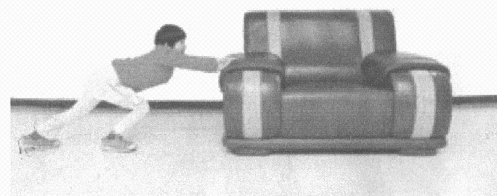
(2) 牛顿第三定律法

先确定受力较少的物体受到的静摩擦力的方向，再根据牛顿第三定律确定另一物体受到的静摩擦力的方向。

(3) 假设法



例 5 (来自人教教材改编) 如图所示, 重为 800 N 的沙发放在水平地面上, 体重 600 N 的小王至少要用 96 N 的水平力推沙发, 才能使沙发开始运动。沙发开始运动以后, 小王用 80 N 的水平力推沙发, 就可以使沙发保持匀速直线运动。以下说法正确的是



沙发与地面之间的动摩擦因数为 0.12

若用 90 N 的水平力推这个静止的沙发, 则此时沙发所受的摩擦力大小为 80 N

若用 96 N 的水平力推这个已经在运动的沙发, 则此时沙发所受的摩擦力大小为 96 N

若小王盘腿坐在沙发上, 小李用 140 N 的水平力推已经在运动的沙发, 可使小王和沙发保持匀速直线运动

由题意知沙发与地面间的滑动摩擦力大小 $f_{\text{滑}} = 80 \text{ N}$ ，则由 $f_{\text{滑}} = \mu mg$ 解得沙发与地面之间的动摩擦因数为 $\mu = \frac{80 \text{ N}}{800 \text{ N}} = 0.1$ ；故 A 错误；

由题意知沙发与地面间的最大静摩擦力为 96 N ，所以若用 90 N 的水平力推这个静止的沙发，沙发不动，沙发所受的摩擦力大小与推力相等，即为 90 N ，故 B 错误；

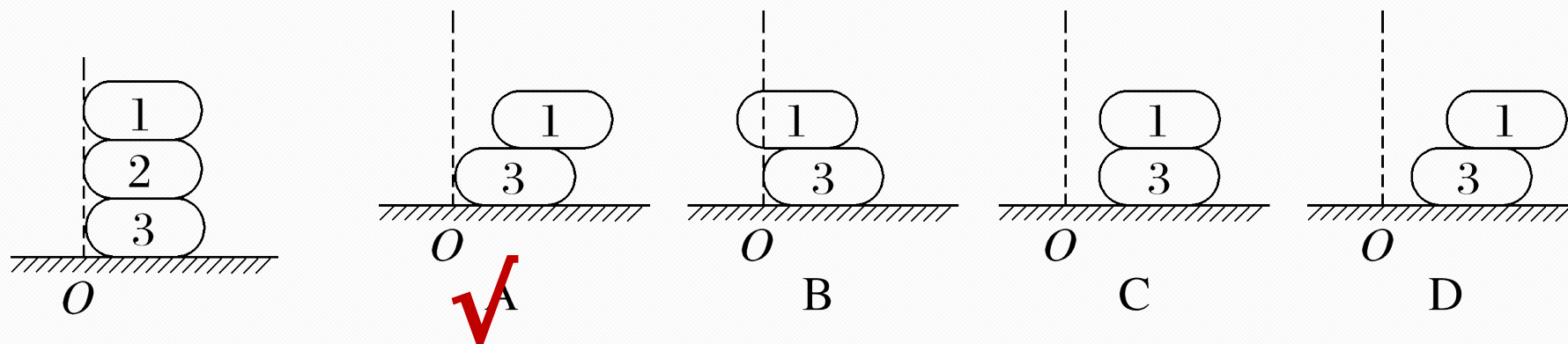
若用 96 N 的水平力推这个已经在运动的沙发，此时沙发所受的摩擦力为滑动摩擦力；大小为 80 N ，故 C 错误；

若王磊腿坐在运动的沙发上，想使小王和沙发保持匀速直线运动，则小王水平推力为 $F = \mu(G_{\text{小王}} + G_{\text{沙发}}) = 140 \text{ N}$ ，故 D 正确。

计算摩擦力大小时，首先判断是静摩擦力还是滑动摩擦力。滑动摩擦力用 $F_f = \mu F_N$ 计算，其中 F_N 并不总等于物体的重力。静摩擦力通常根据平衡条件或牛顿第二定律求解。

例 6

(2025·广东省部分学校联考) 中国象棋属于二人对抗性游戏，由于用具简单，趣味性强，成为流行极为广泛的棋艺活动。如图所示，3 颗完全相同的象棋棋子整齐叠放在水平面上，3 颗棋子最左端与水平面上 O 点的虚线对齐，所有接触面间的动摩擦因数均相同，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。现用一直尺快速水平向右将中间棋子击出（直尺未与 1、3 棋子接触），稳定后，1 和 3 棋子的位置情况可能是



解析

设每颗棋子质量为 m ，根据题意三颗完全相同象棋子竖直叠放，所有接触面间的动摩擦因数均相同，设 1、2 两颗棋子间最大静摩擦力为 f ，

2、3 棋子间最大静摩擦力为 $2f$ ，3 棋子与水平面间最大静摩擦力为 $2f$ ，当 2 棋子被击出，中间棋子对 1 棋子有向右的滑动摩擦力，则 1 棋子有向右的加速度，即向右有位移，后落在 3 棋子上，在摩擦力作用下

静止在 3 棋子上，3 棋子与地面的最大静摩擦力大于 2 棋子对其的滑动

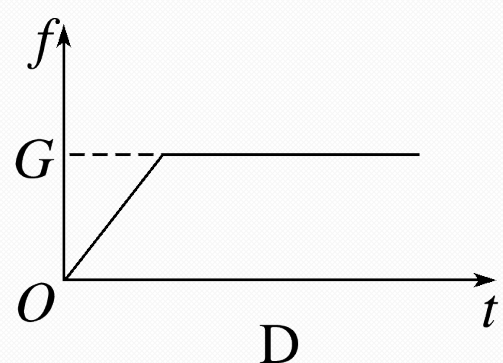
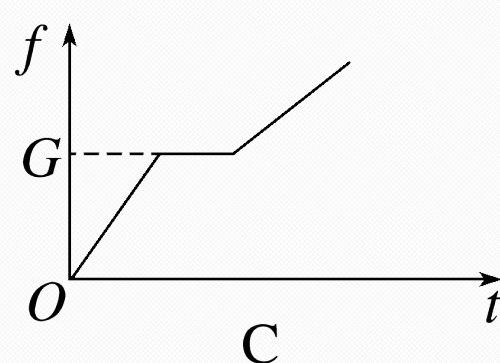
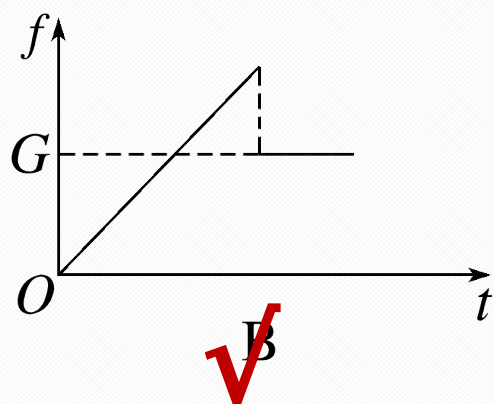
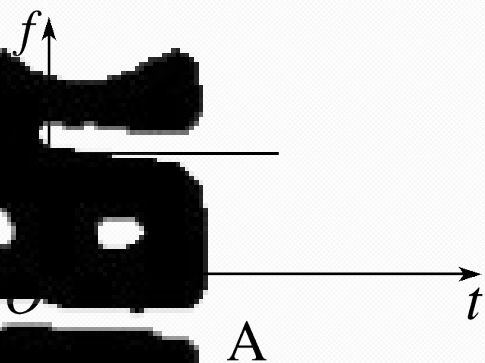
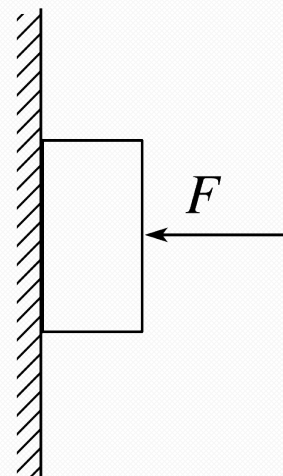
摩擦力，当 2 棋子离开后，1 棋子落到了 3 棋子上后，1、3 棋子间滑

动摩擦力为 f ，3 棋子与地面间的最大静摩擦力为 $2f$ ，故 3 棋子保持静

止，位移为零，可知稳定后，棋子的位置情况可能是 A。

例 7

(2025·广东东莞市检测) 把一个重为 G 的物体，用一个水平力 $F=kt$ (k 为恒量， t 为时间) 压在竖直的足够高的粗糙墙壁上，物体与墙壁间的动摩擦因数为 μ ，如图所示，从开始物体所受的摩擦力 f 随 t 的变化关系正确的是





解析

由于物体受到的水平推力为 $F=kt$ ，由二力平衡得，墙壁与物体间的弹力 $N=kt$ 。当摩擦力 f 小于物体的重力 G 时，物体将沿墙壁下滑，此时物体与墙壁间的摩擦力为滑动摩擦力，滑动摩擦力大小 $f=\mu kt$ ，当摩擦力 f 大于等于物体重力 G 时，物体有速度，物体受到的摩擦力仍然是滑动摩擦力，滑动摩擦力大小为 $f=\mu kt$ ，当摩擦力 f 大于物体重力 G 时，物体继续向上运动，滑动摩擦力大小为 $f=\mu kt$ ，当物体静止时，滑动摩擦力变为静摩擦力，静摩擦力与正压力无关，跟物体重力始终平衡，静摩擦力大小为 $f=G$ ，故选 B。

分析摩擦力突变问题的方法

1. 在涉及摩擦力的情况中，题目中出现“最大”“最小”或“刚好”等关键词，一般隐藏着摩擦力突变的临界问题。题意中某个物理量在变化过程中发生突变，可能导致摩擦力突变，则该物理量突变时的状态即为临界状态。

2. 在静摩擦力的情景中，物体由相对静止变为相对运动，或者由相对运动变为相对静止，或者受力情况发生突变，往往是摩擦力突变问题的临界状态。

3. 确定各阶段摩擦力的性质和受力情况，做好各阶段摩擦力的分析。



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

