## 专题强化二　共点力的平衡条件和应用

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif专题解读F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif 1.本专题是本章重要知识和规律的综合，特别是受力分析和平衡条件的应用更是高考的重点和热点.

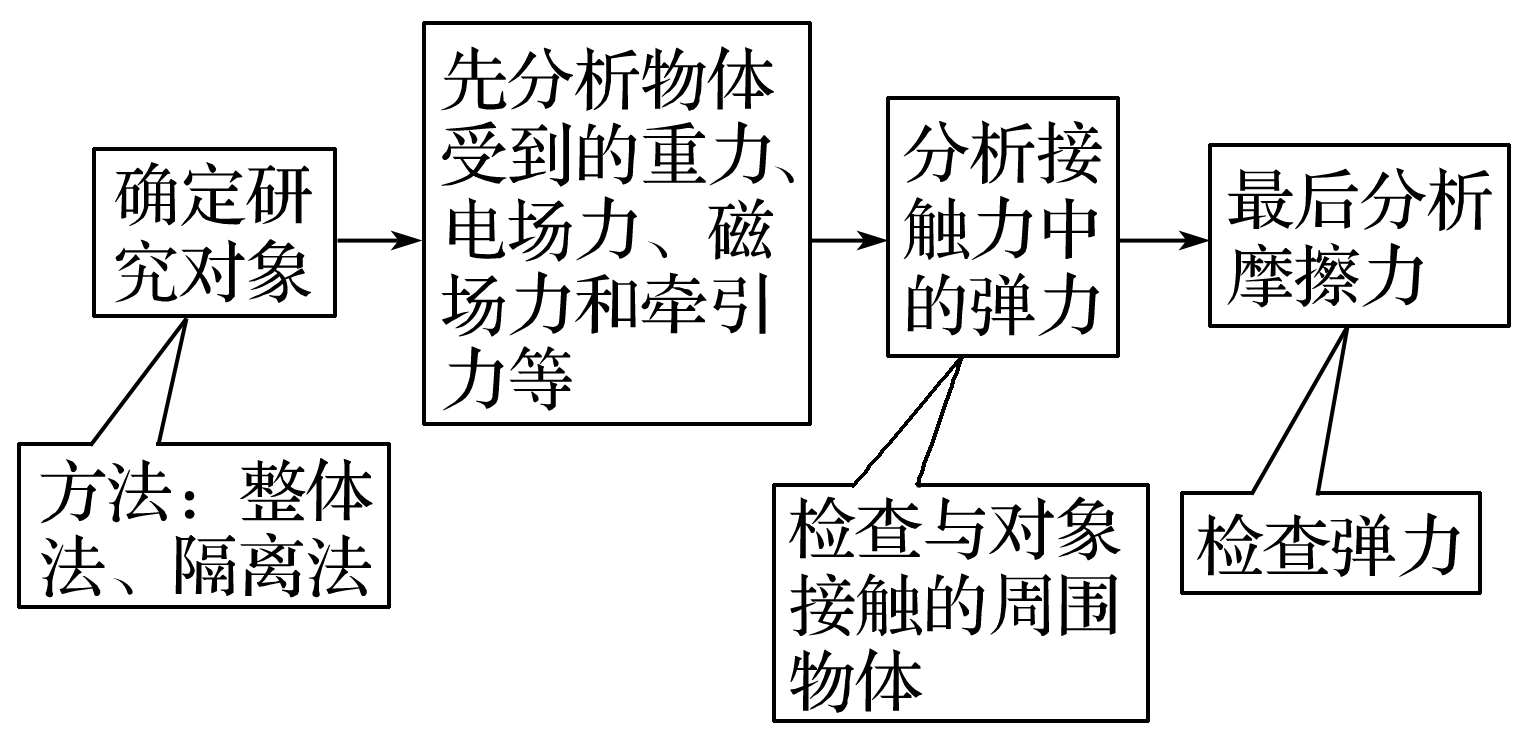
2.高考对本专题内容的考查主要是在选择题中作为一个考查点出现，但近年在计算题中也作为一个力学或电学考点命题.

3.用到的相关知识有：受力分析，力的合成与分解，共点力的平衡条件，用到的主要方法有：整体法与隔离法、合成法、正交分解法等.



命题点一　受力分析　整体法与隔离法的应用

1.受力分析的基本思路



2.受力分析的常用方法

(1)整体法；(2)隔离法；(3)假设法.

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif例1F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　如图1所示，甲、乙两个小球的质量均为*m*，两球间用细线连接，甲球用细线悬挂在天花板上.现分别用大小相等的力*F*水平向左、向右拉两球，平衡时细线都被拉紧.则平衡时两球的可能位置是下列选项中的(　　)

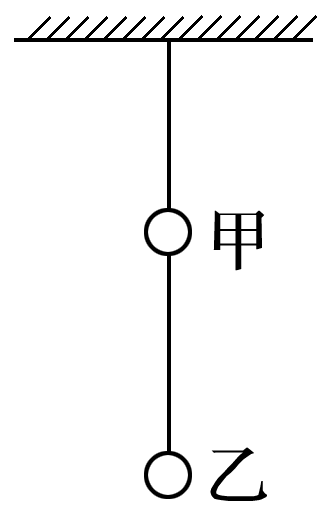
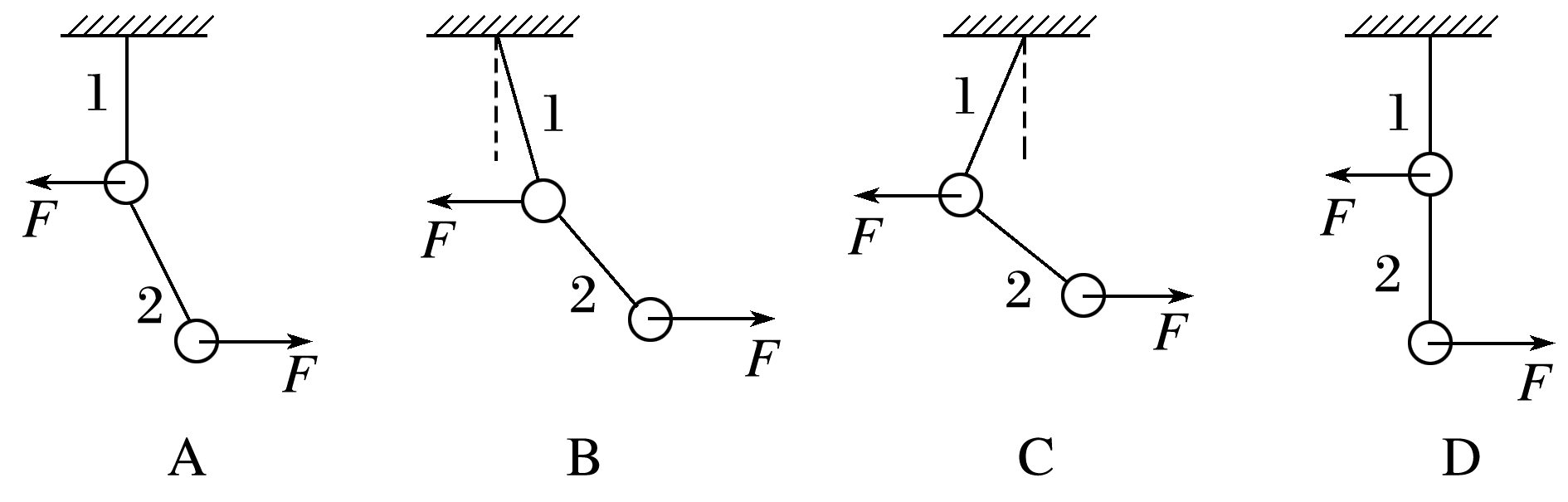


图1

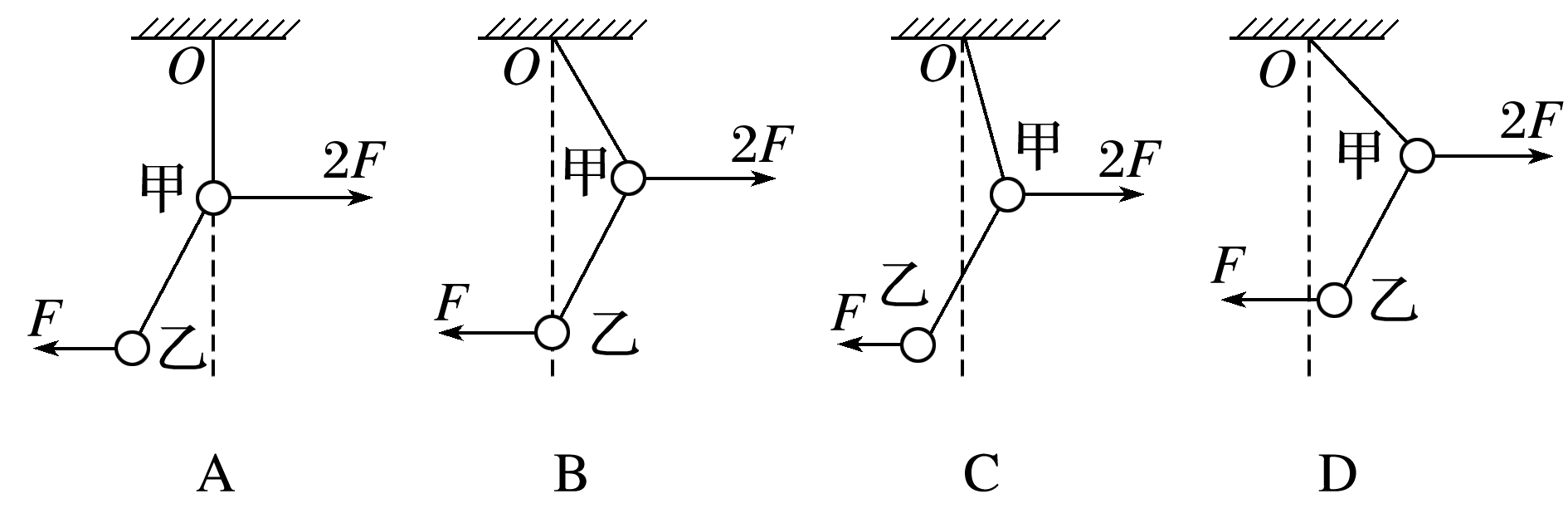


①大小相等的力*F*水平向左、向右拉球；②平衡时细线都被拉紧.

答案　A

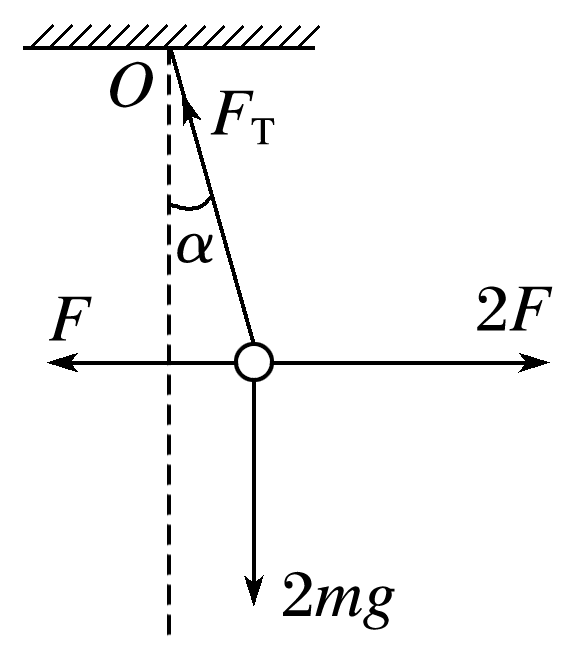
解析　用整体法分析，把两个小球看作一个整体，此整体受到的外力为竖直向下的重力2*mg*、水平向左的力*F*(甲受到的)、水平向右的力*F*(乙受到的)和细线1的拉力，两水平力相互平衡，故细线1的拉力一定与重力2*mg*等大反向，即细线1一定竖直；再用隔离法，分析乙球受力的情况，乙球受到向下的重力*mg*、水平向右的拉力*F*、细线2的拉力*F*2.要使得乙球受力平衡，细线2必须向右倾斜.

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif拓展延伸F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　在例1中，如果作用在乙球上的力大小为*F*，作用在甲球上的力大小为2*F*，则此装置平衡时的位置可能是(　　)



答案　C

解析　将甲、乙两个小球作为一个整体，受力分析如图所示，设上面的绳子与竖直方向的夹角为*α*，则根据平衡条件可得tan *α*＝，再单独研究乙球，设下面的绳子与竖直方向的夹角为*β*，根据平衡条件可得tan *β*＝，因此*β*>*α*，因此甲球在竖直线的右侧，而乙球在竖直线的左侧，选项C正确.





受力分析的三个常用判据

1.条件判据：不同性质的力产生条件不同，进行受力分析时最基本的判据是根据其产生条件.

2.效果判据：有时候是否满足某力产生的条件是很难判定的，可先根据物体的运动状态进行分析，再运用平衡条件或牛顿运动定律判定未知力.

(1)物体平衡时必须保持合外力为零.

(2)物体做变速运动时必须保持合力方向沿加速度方向，合力大小满足*F*＝*ma*.

(3)物体做匀速圆周运动时必须保持合外力大小恒定，满足*F*＝*m*，方向始终指向圆心.

3.特征判据：从力的作用是相互的这个基本特征出发，通过判定其反作用力是否存在来判定该力是否存在.





1.(多选)如图2所示，两个相似的斜面体*A*、*B*在竖直向上的力*F*的作用下静止靠在竖直粗糙墙壁上，关于斜面体*A*和*B*的受力情况，下列说法正确的是(　　)

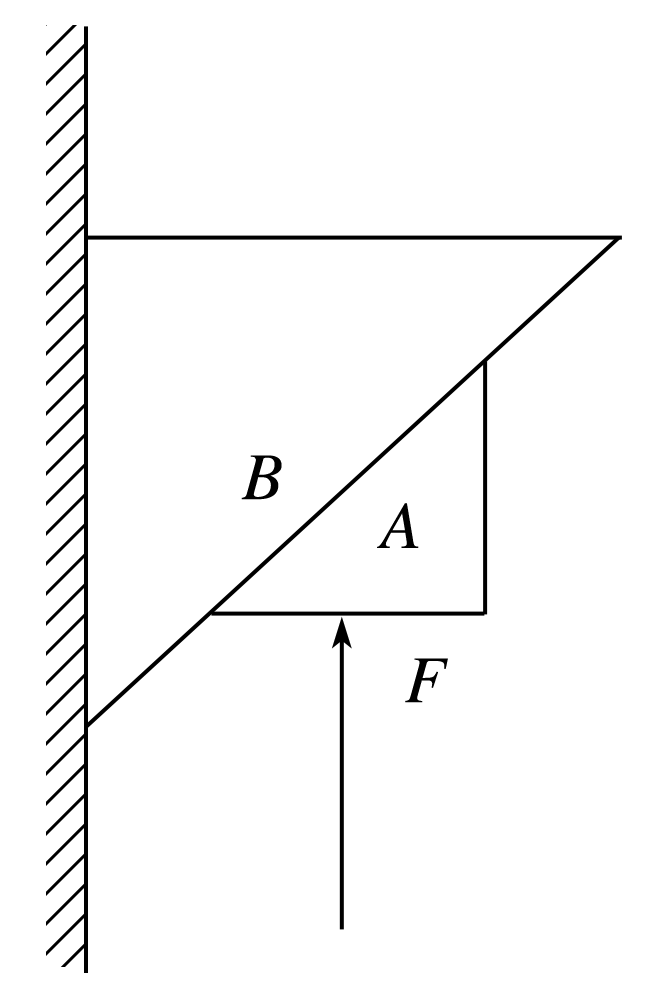


图2

A.*A*一定受到四个力

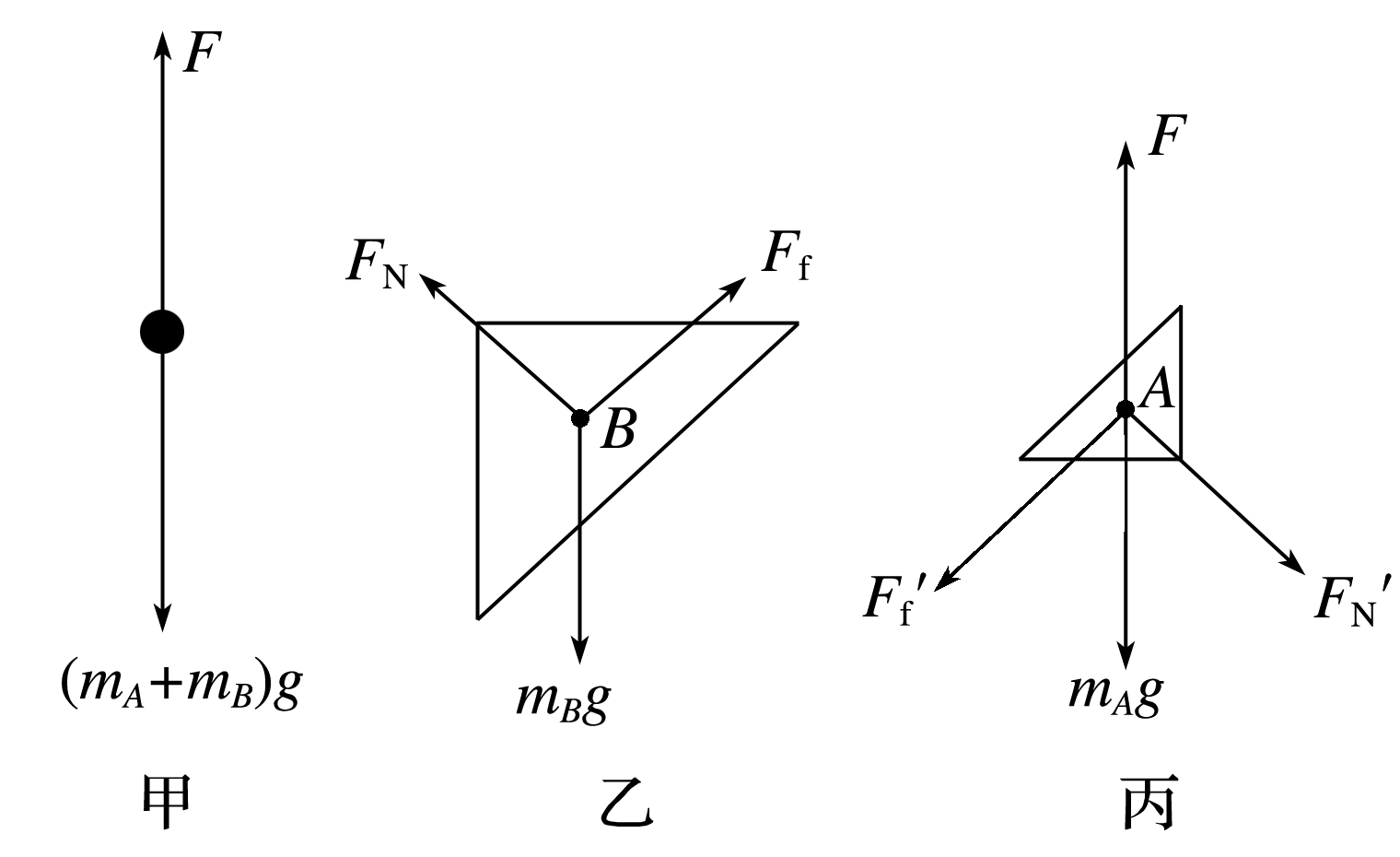
B.*B*可能受到四个力

C.*B*与墙壁之间一定有弹力和摩擦力

D.*A*与*B*之间一定有摩擦力

答案　AD

解析　对*A*、*B*整体受力分析，如图甲所示，受到向下的重力和向上的推力*F*，由平衡条件可知*B*与墙壁之间不可能有弹力，因此也不可能有摩擦力，故选项C错误；对*B*受力分析，如图乙所示，其受到重力、*A*对*B*的弹力及摩擦力而处于平衡状态，故*B*只受到三个力，选项B错误；对*A*受力分析，如图丙所示，受到重力、推力、*B*对*A*的弹力和摩擦力，共四个力，选项A、D正确.



2.(多选)如图3所示，物体*m*通过定滑轮牵引另一水平面上的物体沿斜面匀速下滑，此过程中斜面仍静止，斜面质量为*M*，则水平地面对斜面体(　　)

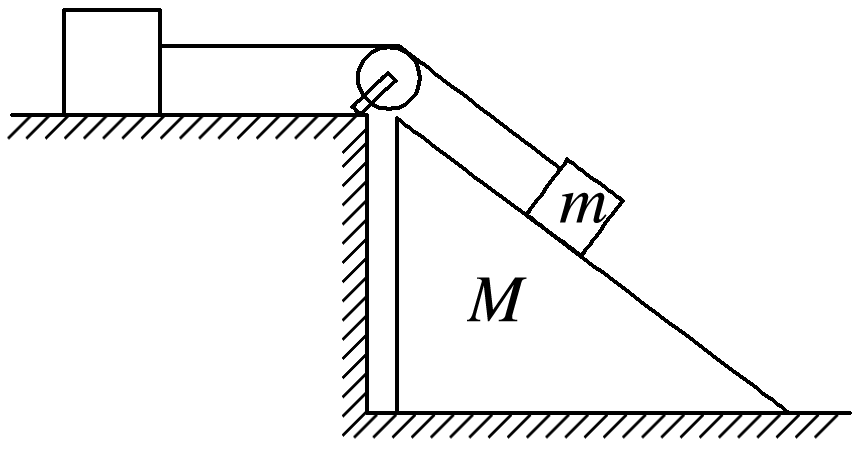


图3

A.无摩擦力 B.有水平向右的摩擦力

C.支持力为(*M*＋*m*)*g* D.支持力小于(*M*＋*m*)*g*

答案　BD

解析　设斜面夹角为*θ*，细绳的拉力为*F*T，*M*、*m*整体处于平衡状态，对*M*、*m*整体受力分析可得平衡方程*F*Tcos *θ*＝*F*静，*F*Tsin *θ*＋*F*N＝(*M*＋*m*)*g*，故*F*静方向水平向右，B、D正确.

命题点二　动态平衡问题

1.共点力的平衡

(1)平衡状态：物体处于静止或匀速直线运动状态，称为平衡状态.

(2)平衡条件：物体所受合力为零，即*F*合＝0.若采用正交分解法求平衡问题，则平衡条件是*Fx*合＝0，*Fy*合＝0.

(3)常用推论：

①二力平衡：二力等大反向.

②三力平衡：任意两个力的合力与第三个力等大反向.

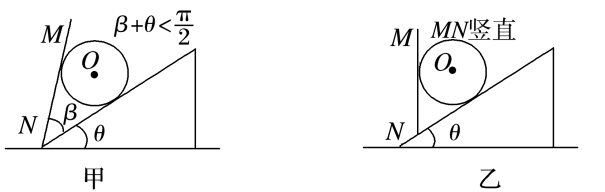
③多力平衡：其中任意一个力与其余几个力的合力等大反向.

2.动态平衡：物体所受的力一部分是变力，是动态力，力的大小和方向均要发生变化，但变化过程中的每一个状态均可视为平衡状态，所以叫动态平衡.

3.分析动态平衡问题的方法

|  |  |
| --- | --- |
| 方法 | 步骤 |
| 解析法 | (1)列平衡方程求出未知量与已知量的关系表达式；  (2)根据已知量的变化情况来确定未知量的变化情况 |
| 图解法 | (1)根据已知量的变化情况，画出平行四边形边、角的变化；  (2)确定未知量大小、方向的变化 |
| 相似三角形法 | (1)根据已知条件画出两个不同情况对应的力的三角形和空间几何三角形，确定对应边，利用三角形相似知识列出比例式；  (2)确定未知量大小的变化情况 |

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif例2F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　(多选)如图4所示，质量分布均匀的光滑小球*O*，放在倾角均为*θ*的斜面体上，斜面体位于同一水平面上，且小球处于平衡，则下列说法中正确的是(　　)



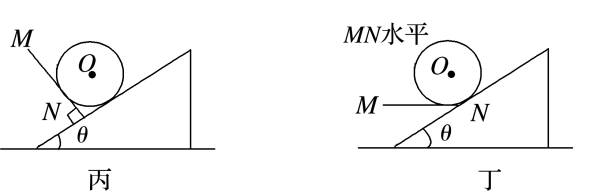


图4

A.甲图中斜面对球*O*弹力最大

B.丙图中斜面对球*O*弹力最小

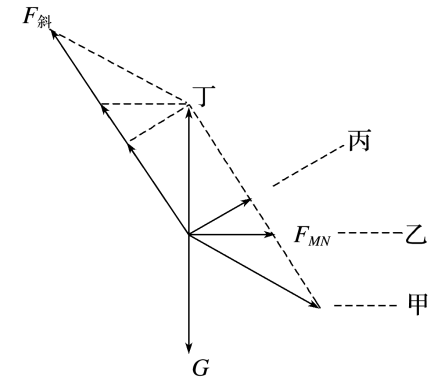
C.乙图中挡板*MN*对球*O*弹力最小

D.丙图中挡板*MN*对球*O*弹力最小

小球处于平衡.

答案　AD

解析　将甲、乙、丙、丁四种情况小球的受力图作于一幅图上，如图，根据平衡条件得知，丁图中斜面对小球的弹力为零，挡板对小球的弹力等于其重力*G*.斜面对小球的弹力和挡板对小球的弹力的合力与重力大小相等、方向相反，可知三种情况下此合力相等，根据平行四边定则得知，丙图中挡板*MN*对球*O*弹力最小，甲图中斜面对球*O*弹力最大.故B、C错误，A、D正确.



F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif例3F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　(多选)如图5所示，在固定好的水平和竖直的框架上，*A*、*B*两点连接着一根绕过光滑的轻小滑轮的不可伸长的细绳，重物悬挂于滑轮下，处于静止状态.若按照以下的方式缓慢移动细绳的端点，则下列判断正确的是(　　)

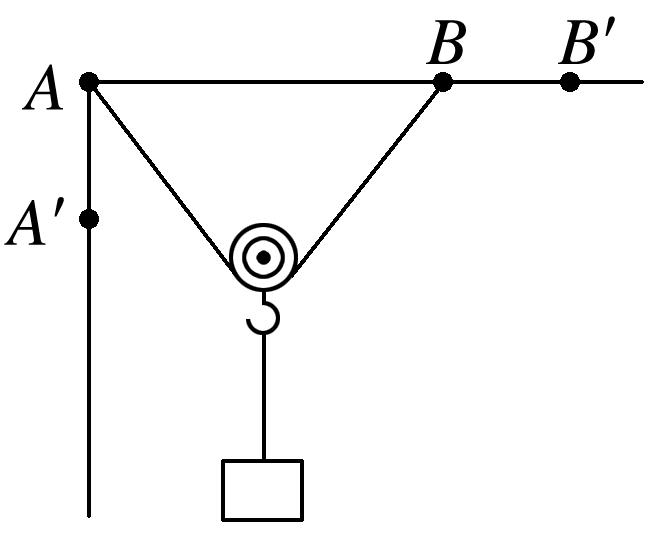


图5

A.只将绳的左端移向*A*′点，拉力变小

B.只将绳的左端移向*A*′点，拉力不变

C.只将绳的右端移向*B*′点，拉力变小

D.只将绳的右端移向*B*′点，拉力变大

①不可伸长的细绳；②缓慢移动细绳的端点.

答案　BD

解析　设滑轮两侧绳子与竖直方向的夹角为*α*，绳子的长度为*L*，*B*点到墙壁的距离为*s*，根据几何知识和对称性，得：

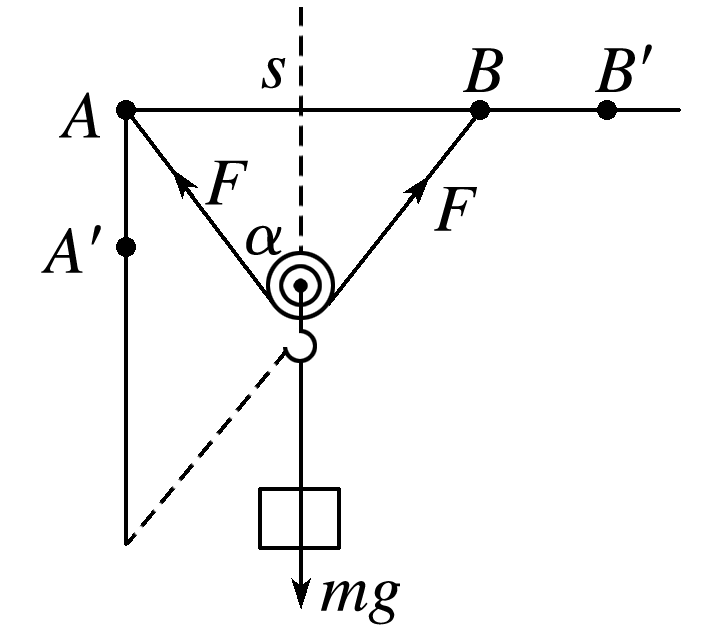
sin *α*＝ ①

以滑轮为研究对象，设绳子拉力大小为*F*，根据平衡条件得：

2*F*cos *α*＝*mg*，

得*F*＝ ②

当只将绳的左端移向*A*′点，*s*和*L*均不变，则由②式得知，*F*不变，故A错误，B正确.当只将绳的右端移向*B*′点，*s*增加，而*L*不变，则由①式得知，*α*增大，cos *α*减小，则由②式得知，*F*增大.故C错误，D正确.故选B、D.





处理动态平衡问题的一般思路

1.平行四边形定则是基本方法，但也要根据实际情况采用不同的方法，若出现直角三角形，常用三角函数表示合力与分力的关系.

2.图解法的适用情况：图解法分析物体动态平衡问题时，一般物体只受三个力作用，且其中一个力大小、方向均不变，另一个力的方向不变，第三个力大小、方向均变化.

3.用力的矢量三角形分析力的最小值问题的规律：

(1)若已知*F*合的方向、大小及一个分力*F*1的方向，则另一分力*F*2的最小值的条件为*F*1⊥*F*2；

(2)若已知*F*合的方向及一个分力*F*1的大小、方向，则另一分力*F*2的最小值的条件为*F*2⊥*F*合.





3.(2016·全国Ⅱ卷·14)质量为*m*的物体用轻绳*AB*悬挂于天花板上.用水平向左的力*F*缓慢拉动绳的中点*O*，如图6所示.用*T*表示绳*OA*段拉力的大小，在*O*点向左移动的过程中(　　)

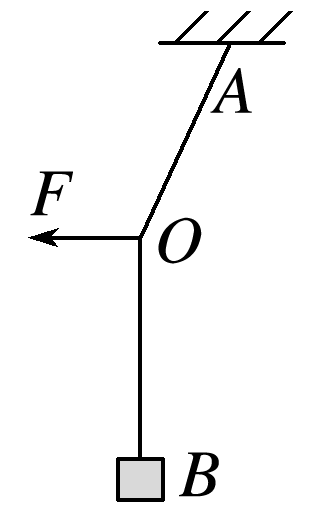


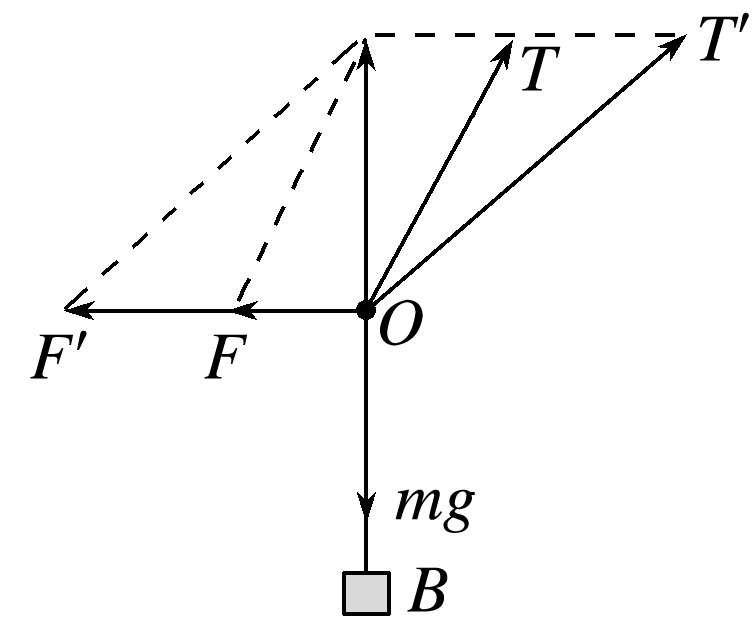
图6

A.*F*逐渐变大，*T*逐渐变大 B.*F*逐渐变大，*T*逐渐变小

C.*F*逐渐变小，*T*逐渐变大 D.*F*逐渐变小，*T*逐渐变小

答案　A

解析　对*O*点受力分析如图所示，*F*与*T*的变化情况如图，由图可知在*O*点向左移动的过程中，*F*逐渐变大，*T*逐渐变大，故选项A正确.



4.(多选)如图7所示，倾角为30°的斜面体静止在水平地面上，轻绳一端连着斜面上的物体*A*(轻绳与斜面平行)，另一端通过两个滑轮相连于天花板上的*P*点.动滑轮上悬挂质量为*m*的物块*B*，开始悬挂动滑轮的两绳均竖直.现将*P*点缓慢向右移动，直到动滑轮两边轻绳的夹角为90°时，物体*A*刚好要滑动.假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，物体*A*与斜面间的动摩擦因数为.整个过程斜面体始终静止，不计滑轮的质量及轻绳与滑轮的摩擦.下列说法正确的是(　　)

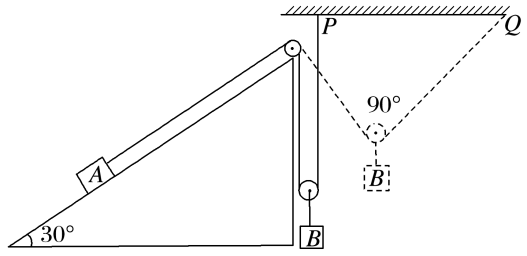


图7

A.物体*A*的质量为*m*

B.物体*A*受到的摩擦力一直增大

C.地面对斜面体的摩擦力水平向左并逐渐减小

D.斜面体对地面的压力逐渐减小

答案　AB

解析　同一条绳子上的拉力相等，对*B*受力分析，当两条绳子的夹角为90°时，绳子的拉力为*F*T＝*mg*sin 45°＝*mg*，对*A*受力分析，在沿斜面方向上有：*A*受到最大静摩擦力，重力沿斜面向下的分力和绳子的拉力，故有*mAg*sin 30°＋*F*fm＝*F*T，*F*fm＝*μmAg*cos 30°，解得*mA*＝*m*，A正确；当两个轻绳都是竖直方向时，绳子的拉力最小，为*mg*，此时*mAg*sin 30°<*mg*，所以刚一开始静摩擦力方向沿斜面向下，故*mAg*sin 30°＋*F*f＝*F*T，随着*F*T的增大，摩擦力在增大，B正确；将斜面和*A*以及*B*看做一个整体，受到最右边绳子的拉力作用，这个拉力在竖直方向上的分力恒等于*mg*，故有*F*f＝*mg*tan ，随着*θ*的增大，摩擦力在增大，C错误；对物体*A*和斜面体受力分析，受最左边绳子斜向下的拉力，这个拉力在竖直方向上的分力恒等于*mg*，所以斜面体对地面的压力恒定不变，D错误.

命题点三　平衡中的临界与极值问题

1.临界问题

当某物理量变化时，会引起其他几个物理量的变化，从而使物体所处的平衡状态“恰好出现”或“恰好不出现”，在问题的描述中常用“刚好”、“刚能”、“恰好”等语言叙述.

2.极值问题

平衡物体的极值，一般指在力的变化过程中的最大值和最小值问题.一般用图解法或解析法进行分析.

3.解决极值问题和临界问题的方法

(1)极限法：首先要正确地进行受力分析和变化过程分析，找出平衡的临界点和极值点；临界条件必须在变化中去寻找，不能停留在一个状态来研究临界问题，而要把某个物理量推向极端，即极大和极小.

(2)数学分析法：通过对问题的分析，依据物体的平衡条件写出物理量之间的函数关系(画出函数图象)，用数学方法求极值(如求二次函数极值、公式极值、三角函数极值).

(3)物理分析方法：根据物体的平衡条件，作出力的矢量图，通过对物理过程的分析，利用平行四边形定则进行动态分析，确定最大值与最小值.

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif例4F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　(多选)(2016·全国Ⅰ卷·19)如图8，一光滑的轻滑轮用细绳*OO*′悬挂于*O*点；另一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块*a*，另一端系一位于水平粗糙桌面上的物块*b*.外力*F*向右上方拉*b*，整个系统处于静止状态.若*F*方向不变，大小在一定范围内变化，物块*b*仍始终保持静止，则(　　)

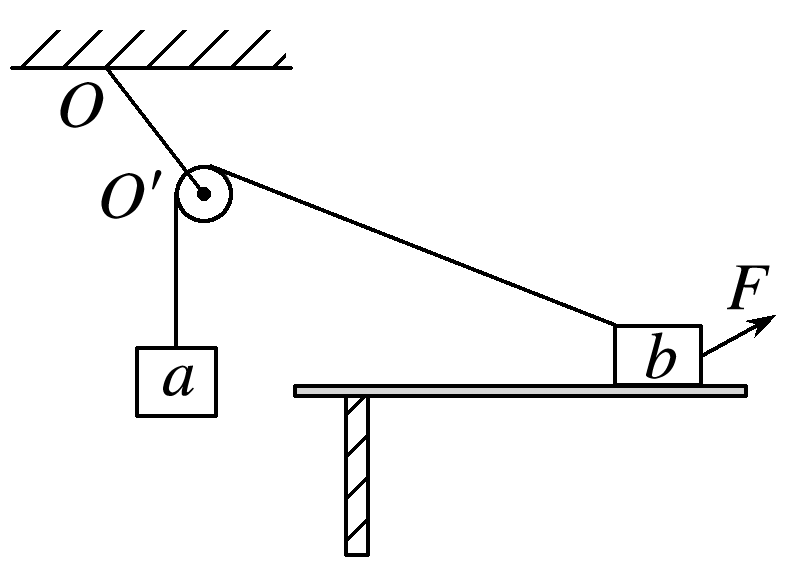


图8

A.绳*OO*′的张力也在一定范围内变化

B.物块*b*所受到的支持力也在一定范围内变化

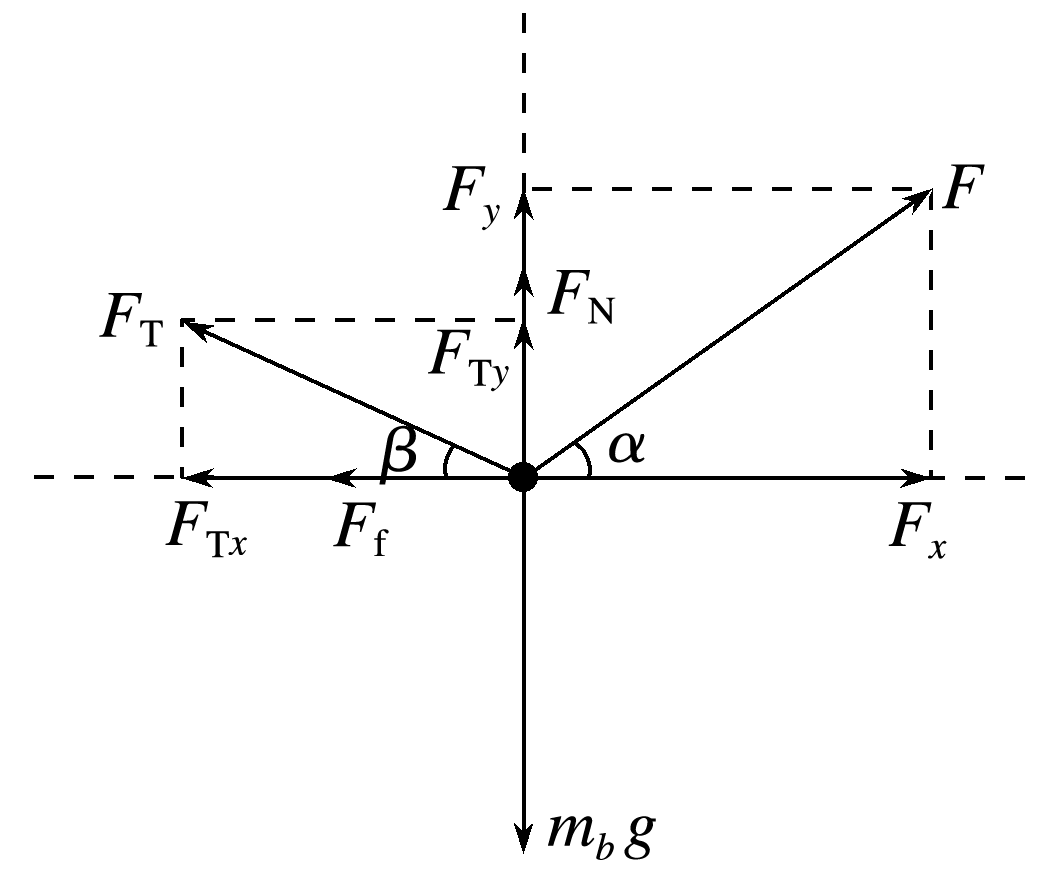
C.连接*a*和*b*的绳的张力也在一定范围内变化

D.物块*b*与桌面间的摩擦力也在一定范围内变化

①整个系统处于静止状态；②*F*方向不变，大小在一定范围内变化.

答案　BD

解析　由于物块*a*、*b*均保持静止，各绳角度保持不变，对*a*受力分析得，绳的拉力*F*T＝*mag*，所以物块*a*受到绳的拉力保持不变.由滑轮性质，滑轮两侧绳的拉力相等，所以*b*受到绳的拉力大小、方向均保持不变，C选项错误；*a*、*b*受到绳的拉力大小、方向均不变，所以*OO*′的张力不变，A选项错误；对*b*进行受力分析，如图所示.由平衡条件得：*F*Tcos *β*＋*F*f＝*F*cos *α*，*F*sin *α*＋*F*N＋*F*Tsin *β*＝*mbg*.其中*F*T和*mbg*始终不变，当*F*大小在一定范围内变化时，支持力在一定范围内变化，B选项正确；摩擦力也在一定范围内发生变化，D选项正确.





5.将两个质量均为*m*的小球*a*、*b*用细线相连后，再用细线悬挂于*O*点，如图9所示.用力*F*拉小球*b*，使两个小球都处于静止状态，且细线*OA*与竖直方向的夹角保持*θ*＝30°，则*F*的最小值为(　　)

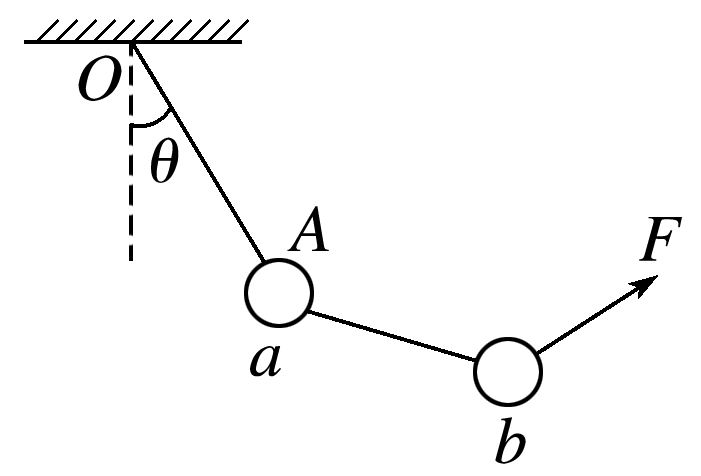
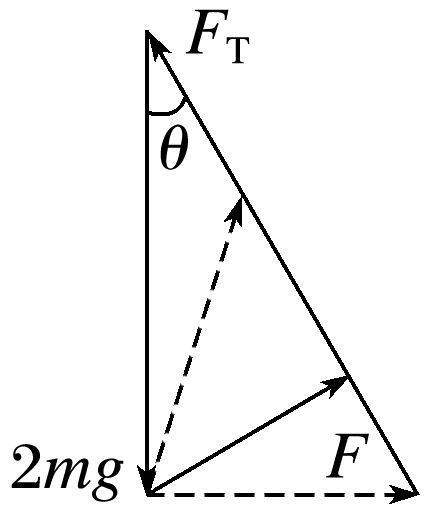


图9

A.*mg* B.*mg* C.*mg* D.*mg*

答案　B

解析　以*a*、*b*为整体，整体受重力2*mg*、悬绳*OA*的拉力*F*T及拉力*F*三个力而平衡，如图所示，三力构成的矢量三角形中，当力*F*垂直于悬绳的拉力*F*T时有最小值，且最小值*F*＝2*mg*sin *θ*＝*mg*，B项正确.



6.如图10所示，质量为*m*的物体放在一固定斜面上，当斜面倾角为30°时恰能沿斜面匀速下滑.对物体施加一大小为*F*水平向右的恒力，物体可沿斜面匀速向上滑行.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，当斜面倾角增大并超过某一临界角*θ*0时，不论水平恒力*F*多大，都不能使物体沿斜面向上滑行，试求：

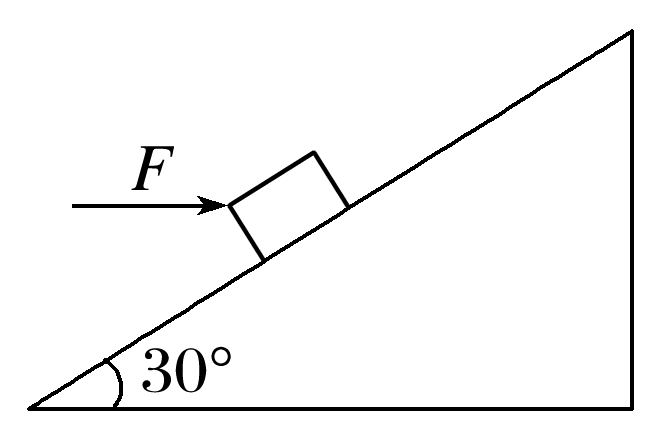


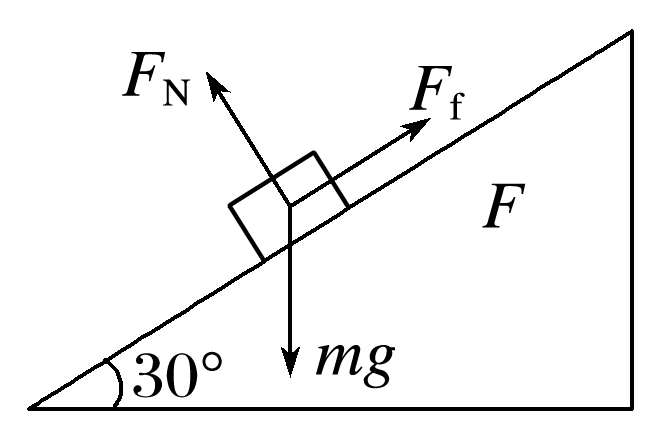
图10

(1)物体与斜面间的动摩擦因数；

(2)这一临界角*θ*0的大小.

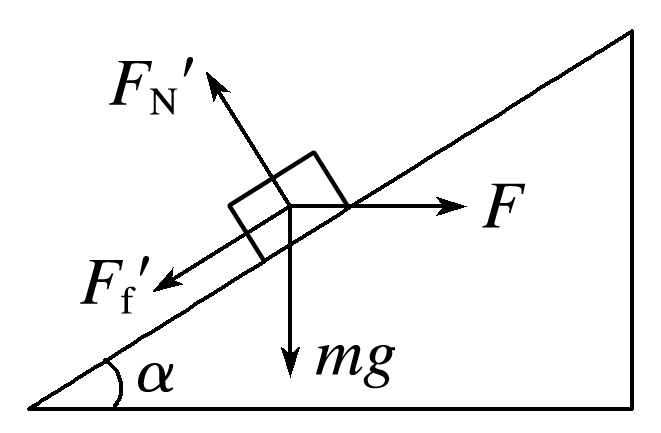
答案　(1)　(2)60°

解析　(1)如图所示，未施加力*F*时，对物体受力分析，由平衡条件得*mg*sin 30°＝*μmg*cos 30°



解得*μ*＝tan 30°＝

(2)设斜面倾角为*α*时，受力情况如图所示，由平衡条件得：



*F*cos *α*＝*mg*sin *α*＋*F*f′

*F*N′＝*mg*cos *α*＋*F*sin *α*

*F*f′＝*μF*N′

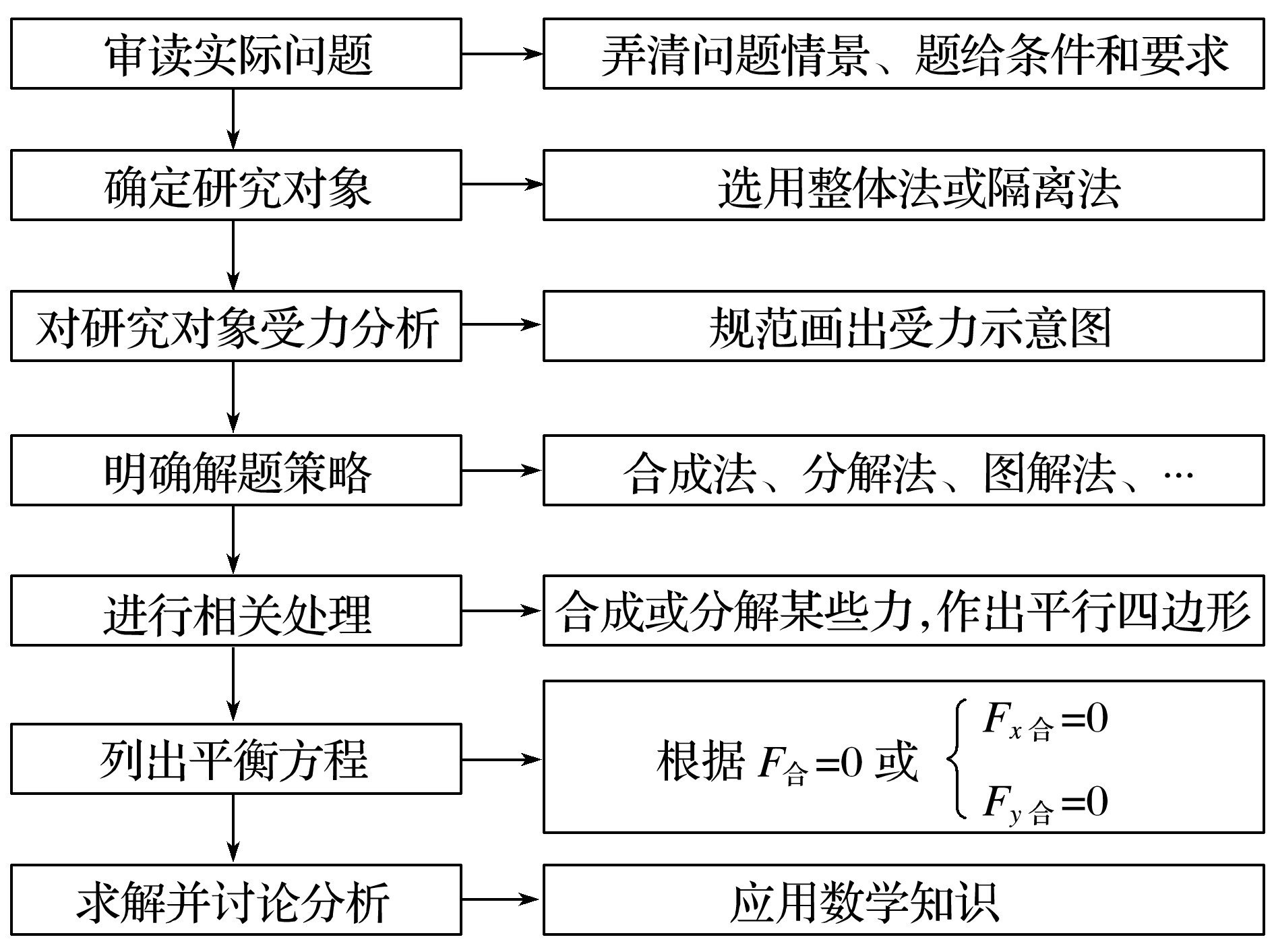
解得*F*＝

当cos *α*－*μ*sin *α*＝0，即tan *α*＝时，*F*→∞，即“不论水平恒力*F*多大，都不能使物体沿斜面向上滑行”，此时，临界角*θ*0＝*α*＝60°.



生活中平衡问题的实例分析

力的平衡问题在日常生活中有许多实例，解答的关键是要建立正确的物理模型，选择合适的的解题方法，一般按以下步骤进行：



F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif典例F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　一般教室门上都安装一种暗锁，这种暗锁由外壳*A*、骨架*B*、弹簧*C*(劲度系数为*k*)、锁舌*D*(倾角*θ*＝45°)、锁槽*E*以及连杆、锁头等部件组成，如图11甲所示.设锁舌*D*的侧面与外壳*A*和锁槽*E*之间的动摩擦因数均为*μ*，最大静摩擦力*F*fm由*F*fm＝*μF*N(*F*N为正压力)求得.有一次放学后，当某同学准备关门时，无论用多大的力，也不能将门关上(这种现象称为自锁)，此刻暗锁所处的状态的俯视图如图乙所示，*P*为锁舌*D*与锁槽*E*之间的接触点，弹簧由于被压缩而缩短了*x*.

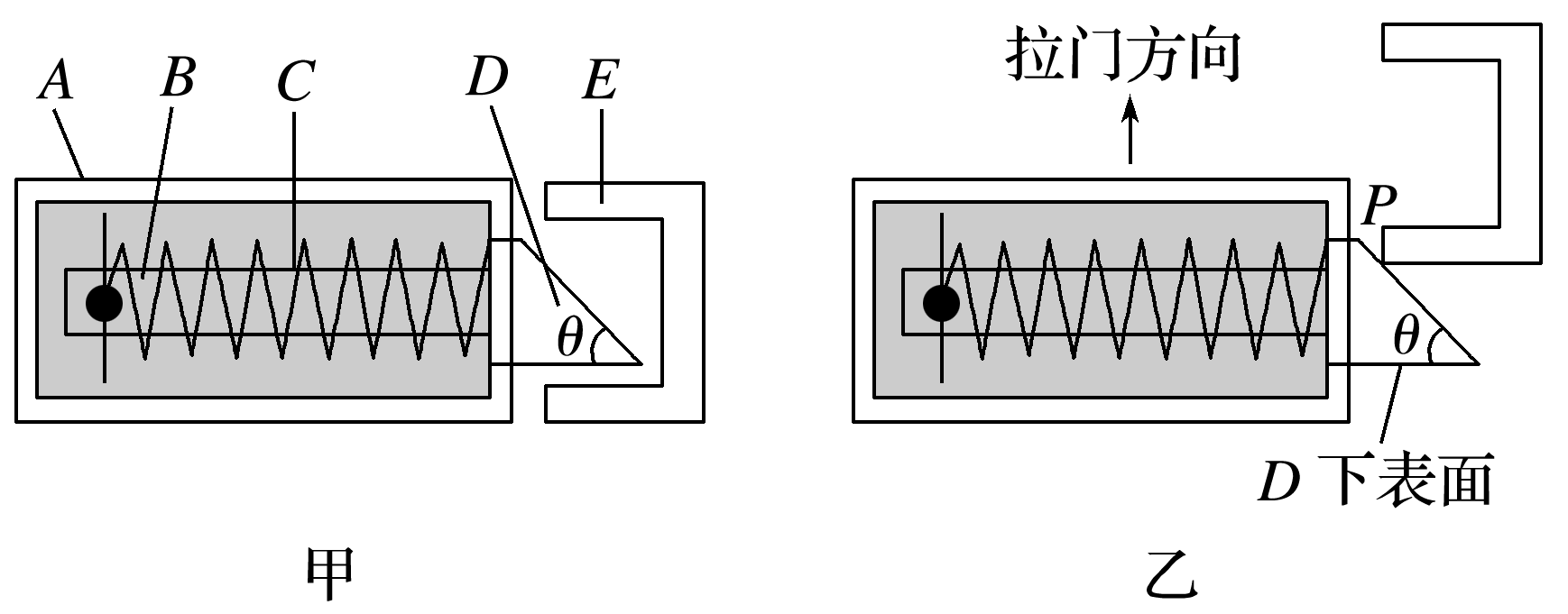


图11

(1)试问，自锁状态时*D*的下表面所受摩擦力的方向.

(2)求此时(自锁时)锁舌*D*与锁槽*E*之间的正压力的大小.

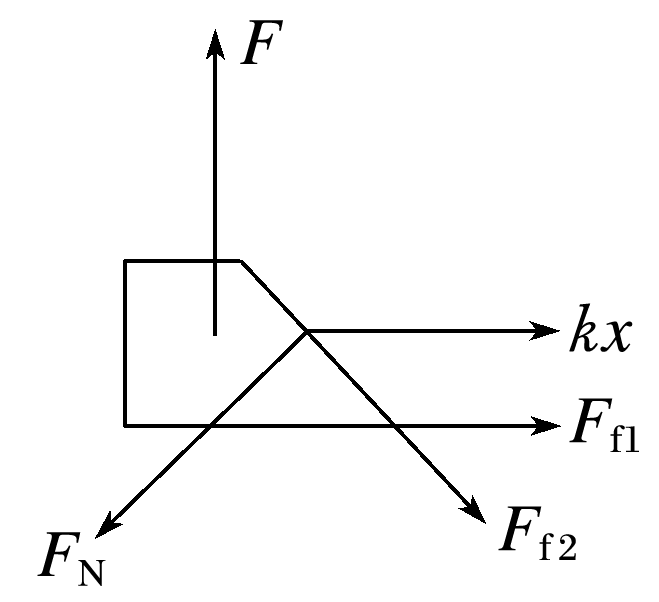
(3)无论用多大的力拉门，暗锁仍然能够保持自锁状态，则*μ*至少要多大？

F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\左括.tif思维过程F:\2017赵瑊\一轮\物理 人教通用\word\右括.tif　(1)锁舌有向左运动的趋势，故下表面受的摩擦力为静摩擦力，方向向右.(2)对锁舌进行受力分析，根据平衡条件分别在互相垂直的方向上列方程，再根据摩擦力计算公式*F*fm＝*μF*N，联立方程组求解.(3)无论用多大的力拉门，暗锁仍然能够保持自锁状态，说明正压力*F*N无穷大，根据*F*N的表达式求解*μ*即可.

答案　(1)向右　(2)　(3)0.41

解析　(1)锁舌*D*有向左的运动趋势，故其下表面所受摩擦力*F*f1方向向右.

(2)设锁舌*D*受锁槽*E*的最大静摩擦力为*F*f2，正压力为*F*N，下表面的正压力为*F*，弹簧弹力为*kx*，由力的平衡条件可知



*kx*＋*F*f1＋*F*f2cos 45°－*F*Nsin 45°＝0，

*F*－*F*Ncos 45°－*F*f2sin 45°＝0，

又*F*f1＝*μF*，

*F*f2＝*μF*N，

联立各式，解得正压力大小

*F*N＝.

(3)令*F*N趋近于∞，则有1－2*μ*－*μ*2＝0，

解得*μ*＝－1＝0.41.



题组1　受力分析和共点力平衡条件的应用

1.如图1所示，物体*A*在竖直向上的拉力*F*的作用下能静止在斜面上，关于*A*受力的个数，下列说法中正确的是(　　)

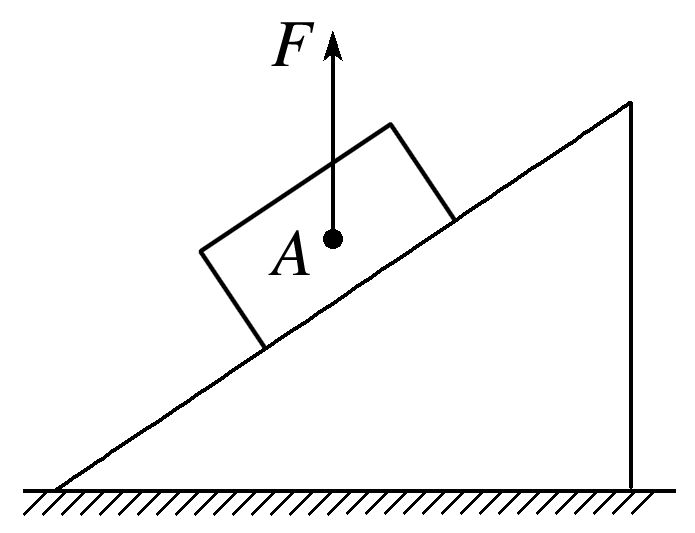


图1

A.*A*一定受两个力作用 B.*A*一定受四个力作用

C.*A*可能受三个力作用 D.*A*受两个力或者四个力作用

答案　D

解析　若拉力*F*大小等于物体的重力，则物体与斜面没有相互作用力，所以物体就只受到两个力作用；若拉力*F*小于物体的重力，则斜面对物体产生支持力和静摩擦力，故物体应受到四个力作用.

2.(多选)如图2所示，粗糙水平面上有一长木板，一个人站在木板上用力*F*向右推箱子，木板、人、箱子均处于静止状态.三者的质量均为*m*，下列说法正确的是(　　)



图2

A.箱子受到的摩擦力方向向右

B.人受到的摩擦力方向向右

C.箱子对木板的摩擦力方向向右

D.若水平面光滑，人用同样大小的力*F*推箱子，能使长木板在水平面上滑动

答案　BC

3.(多选)如图3所示，木板*C*放在水平地面上，木板*B*放在*C*的上面，木板*A*放在*B*的上面，*A*的右端通过轻质弹簧测力计固定在竖直的墙壁上，*A*、*B*、*C*质量相等，且各接触面动摩擦因数相同，用大小为*F*的水平力向左拉动*C*，使它以速度*v*匀速运动，三者稳定后弹簧测力计的示数为*F*f.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则下列说法正确的是(　　)

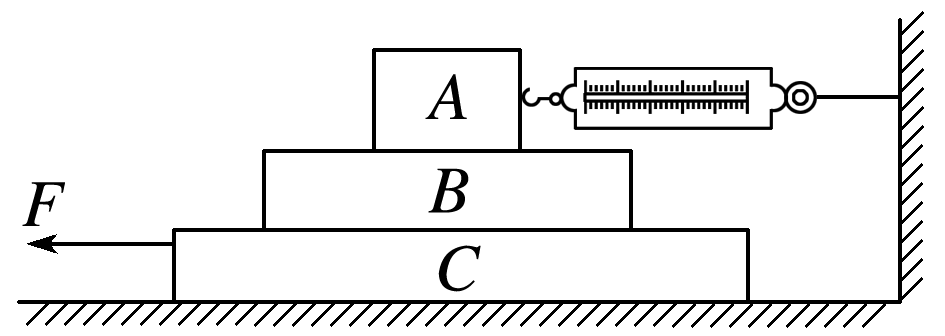


图3

A.*B*对*A*的摩擦力大小为*F*f，方向向左

B.*A*和*B*保持静止，*C*匀速运动

C.*A*保持静止，*B*和*C*一起匀速运动

D.*C*受到地面的摩擦力大小为*F*－*F*f

答案　ACD

4.如图4所示，两相同小球*a*、*b*用轻弹簧*A*、*B*连接并悬挂在天花板上保持静止，水平力*F*作用在*a*上并缓慢拉*a*，当*B*与竖直方向夹角为60°时，*A*、*B*伸长量刚好相同.若*A*、*B*的劲度系数分别为*k*1、*k*2，则以下判断正确的是(　　)

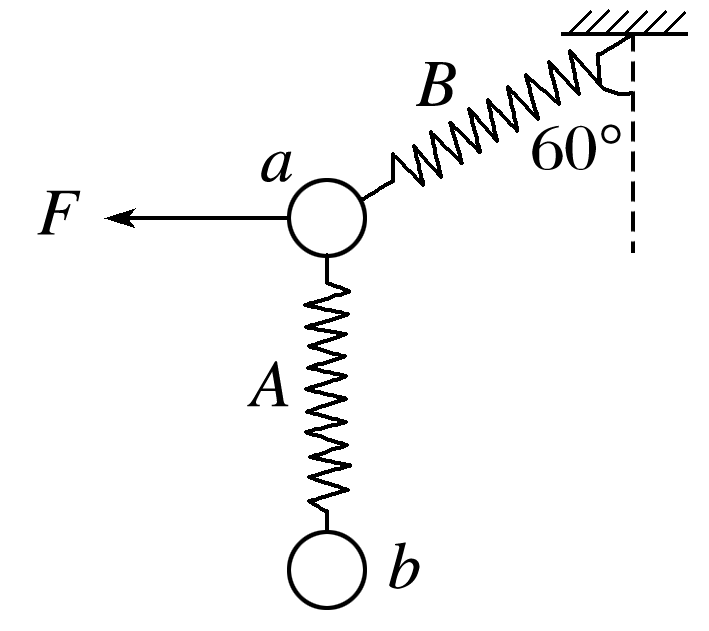


图4

A.＝

B.＝

C.撤去*F*的瞬间，*a*球的加速度为零

D.撤去*F*的瞬间，*b*球处于失重状态

答案　B

解析　以*a*、*b*小球和弹簧*A*组成的系统为研究对象，受三力而平衡，由平衡条件可得*FB*＝＝4*mg*＝*k*2*x*，以*b*小球为研究对象，受二力而平衡，则*FA*＝*mg*＝*k*1*x*，故＝，B正确，A错误；撤去*F*的瞬间，弹簧上的弹力不变，*b*球的加速度为零，*a*球受到的合外力大小等于*F*，加速度*a*＝，C、D错误.

题组2　动态平衡问题的分析

5.(多选)如图5，用*OA*、*OB*两根轻绳将花盆悬于两竖直墙之间，开始时*OB*绳水平.现保持*O*点位置不变，改变*OB*绳长使绳右端由*B*点缓慢上移至*B*′点，此时*OB*′与*OA*之间的夹角*θ*<90°.设此过程*OA*、*OB*绳的拉力分别为*FOA*、*FOB*，则下列说法正确的是(　　)

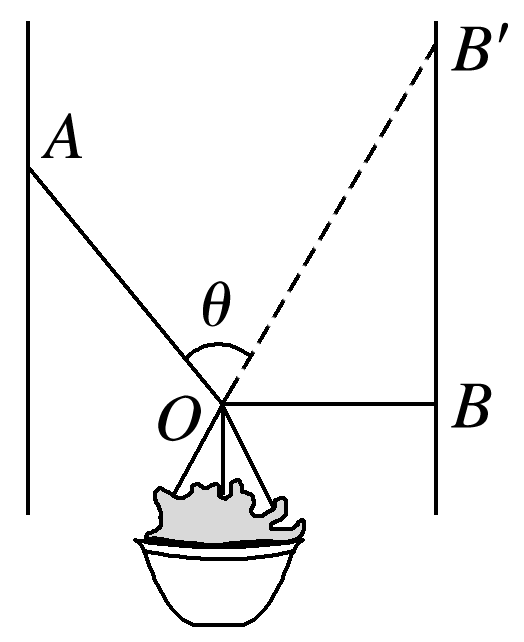


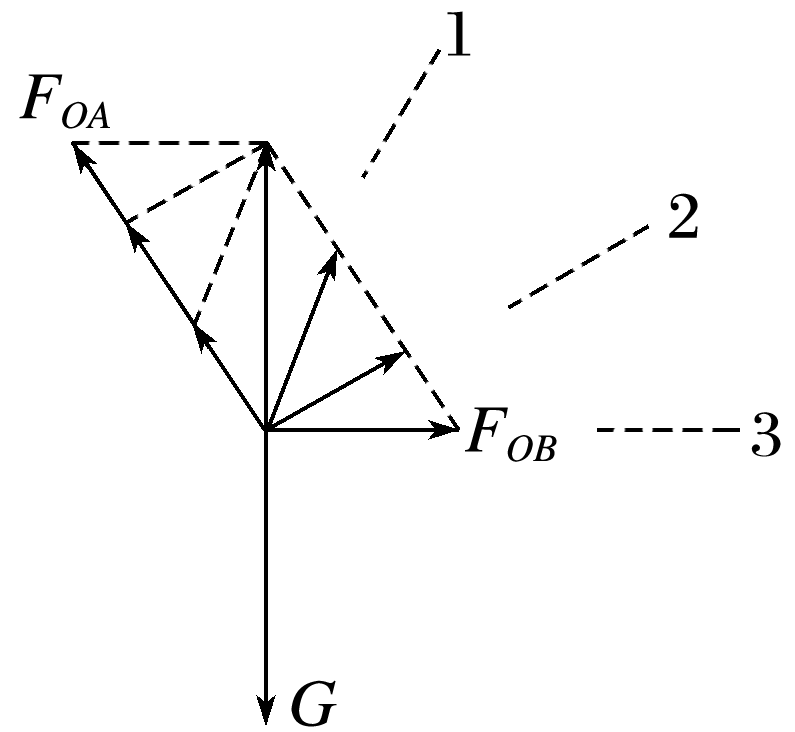
图5

A.*FOA*一直减小 B.*FOA*一直增大

C.*FOB*一直减小 D.*FOB*先减小后增大

答案　AD

解析　以结点*O*为研究对象，分析受力：重力*G*、绳*OA*的拉力*FOA*和绳*OB*的拉力*FOB*，如图所示，根据平衡条件知，两根绳子的拉力的合力与重力大小相等、方向相反，作出轻绳*OB*在两个位置时力的合成图如图，由图看出，*FOA*逐渐减小，*FOB*先减小后增大，当*θ*＝90°时，*FOB*最小.



6.如图6所示，在粗糙水平地面上放着一个截面为四分之一圆弧的柱状物体*A*，*A*的左端紧靠竖直墙，*A*与竖直墙之间放一光滑圆球*B*，整个装置处于静止状态.若把*A*向右移动少许后，它们仍处于静止状态.则下列判断中正确的是(　　)

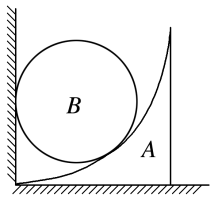


图6

A.球*B*对墙的压力增大

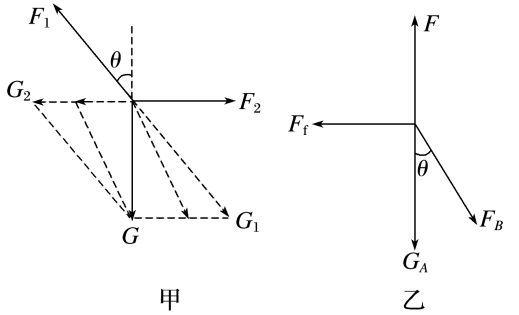
B.球*B*对柱状物体*A*的压力增大

C.地面对柱状物体*A*的摩擦力不变

D.地面对柱状物体*A*的支持力不变

答案　D

解析　球*B*受重力、*A*的支持力*F*1和墙壁的压力*F*2.如图甲所示：



将重力*G*分解为*G*1和*G*2，则根据平衡可知，*F*1＝*G*1＝，*F*2＝*G*2＝*G*tan *θ*.当*A*向右移动少许，根据题意可知，*A*对球*B*的作用力*F*1与竖直方向的夹角*θ*将减小，所以cos *θ*增大，tan *θ*减小，即墙壁对球*B*的作用力将减小，*A*对小球*B*的支持力减小.根据牛顿第三定律可知，球*B*对墙壁的压力将减小，球*B*对*A*的压力亦减小.选项A、B错误；再对*A*进行受力分析如图乙：由于*A*处于平衡状态，所以*A*受地面摩擦力*F*f＝*FB*sin *θ*，根据题意知，*B*对*A*的压力*FB*减小且*FB*与竖直方向的夹角*θ*减小，故*A*所受地面的摩擦力*F*f减小.选项C错误；对整体受力分析可知，地面对*A*的支持力等于*A*、*B*的重力之和，故选项D正确；故选D.

7.如图7所示，小车内固定着一个倾角为60°的斜面*OA*，挡板*OB*与水平面的夹角*θ*＝60°，可绕转轴*O*在竖直平面内转动.现将一质量为*m*的光滑圆球放在斜面与挡板之间，下列说法正确的是(　　)



图7

A.当小车与挡板均静止时，球对斜面的压力小于*mg*

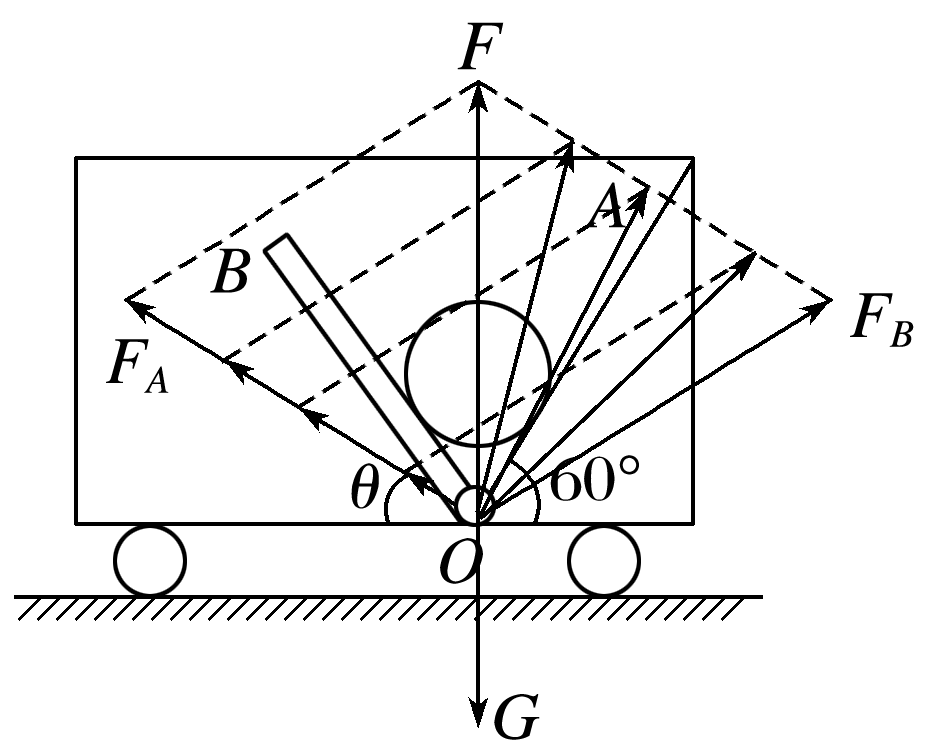
B.保持*θ*＝60°不变，使小车水平向右运动，则球对斜面的压力可能为零

C.保持小车静止，在*θ*由60°缓慢减小至15°的过程中，球对挡板的压力逐渐减小

D.保持小车静止，在*θ*由60°缓慢减小至15°的过程中，球对斜面的压力逐渐增大

答案　B

解析　球处于静止状态，受力平衡，对球进行受力分析，如图所示：*FA*、*FB*以及*F*构成的三角形为等边三角形，根据几何关系可知，*FA*＝*FB*＝*mg*，故A错误；若保持*θ*＝60°不变，使小车水平向右做匀加速直线运动，当*FB*和重力*G*的合力正好提供加速度时，球对斜面的压力为零，故B正确；保持小车静止，在*θ*由60°缓慢减小至15°的过程中，根据图象可知，*FA*不断减小，*FB*先减小后增大，根据牛顿第三定律可知，球对挡板的压力先减小后增大，球对斜面的压力不断减小，故C、D错误.



8.(多选)如图8所示，倾角为*θ*的斜面体*c*置于水平地面上，小物块*b*置于斜面上，通过细绳跨过光滑的定滑轮与沙漏*a*连接，连接*b*的一段细绳与斜面平行.在*a*中的沙子缓慢流出的过程中，*a*、*b*、*c*都处于静止状态，则(　　)

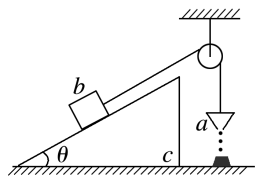


图8

A.*b*对*c*的摩擦力一定减小

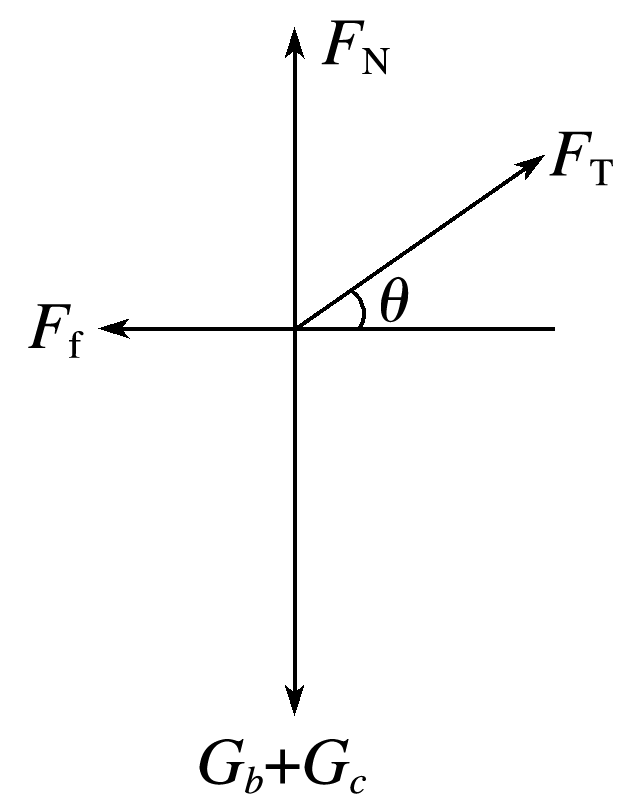
B.*b*对*c*的摩擦力方向可能平行斜面向上

C.地面对*c*的摩擦力方向一定向右

D.地面对*c*的摩擦力一定减小

答案　BD

解析　设*a*、*b*的重力分别为*Ga*、*Gb*.若*Ga*＝*Gb*sin *θ*，*b*受到*c*的摩擦力为零；若*Ga*≠*Gb*sin *θ*，*b*受到*c*的摩擦力不为零.若*Ga*>*Gb*sin *θ*，*b*受到*c*的摩擦力沿斜面向下，则*b*对*c*的摩擦力方向沿斜面向上，故A错误，B正确.以*b*、*c*整体为研究对象，受力分析如图，根据平衡条件得知地面对*c*的摩擦力*F*f＝*F*Tcos *θ*＝*Ga*cos *θ*，方向水平向左.在*a*中的沙子缓慢流出的过程中，*Ga*减小，摩擦力减小.故D正确，C错误.



题组3　平衡中的临界和极值问题

9.如图9所示，有一倾角*θ*＝30°的斜面体*B*，质量为*M*.质量为*m*的物体*A*静止在*B*上.现用水平力*F*推物体*A*，在*F*由零逐渐增加到*mg*再逐渐减为零的过程中，*A*和*B*始终保持静止.对此过程下列说法正确的是(　　)

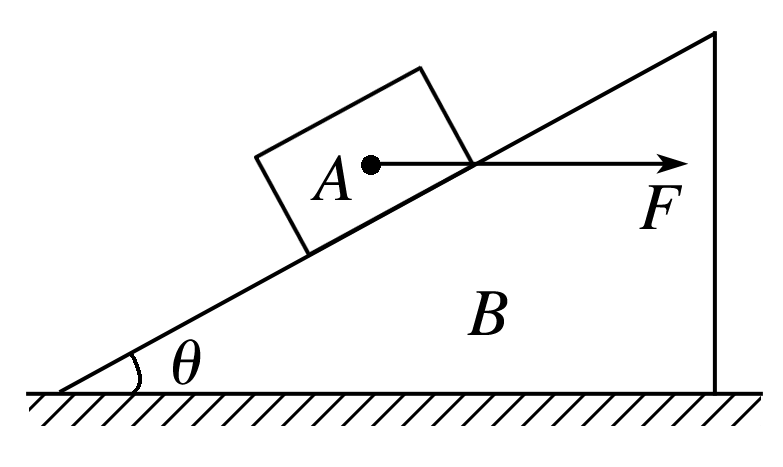


图9

A.地面对*B*的支持力大于(*M*＋*m*)*g*

B.*A*对*B*的压力的最小值为*mg*，最大值为*mg*

C.*A*所受摩擦力的最小值为0，最大值为

D.*A*所受摩擦力的最小值为*mg*，最大值为*mg*

答案　B

解析　因为*A*、*B*始终保持静止，对*A*、*B*整体受力分析可知，地面对*B*的支持力一直等于(*M*＋*m*)*g*，A错误.当*F*＝0时，*A*对*B*的压力最小，为*mg*cos 30°＝*mg*；当*F*＝*mg*时，*A*对*B*的压力最大，为*mg*cos 30°＋*F*sin 30°＝*mg*，B正确.当*F*cos 30°＝*mg*sin 30°时，即*F*＝*mg*时，*A*所受摩擦力为0，当*F*＝0时，*A*所受摩擦力大小为*mg*，方向沿斜面向上，当*F*＝*mg*时，*A*所受摩擦力大小为*mg*，方向沿斜面向下，选项C、D错误.

10.如图10所示，一球*A*夹在竖直墙与三角劈*B*的斜面之间，三角劈的重力为*G*，劈的底部与水平地面间的动摩擦因数为*μ*，劈的斜面与竖直墙面是光滑的，设劈的最大静摩擦力等于滑动摩擦力.问：欲使三角劈静止不动，球的重力不能超过多少？

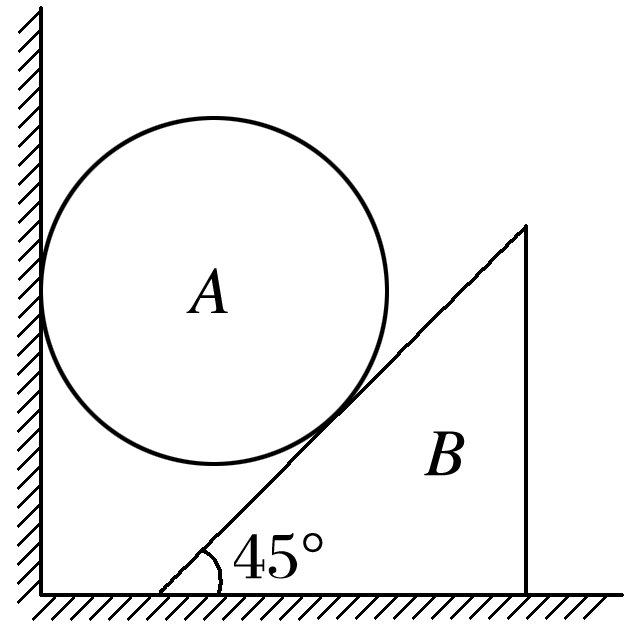
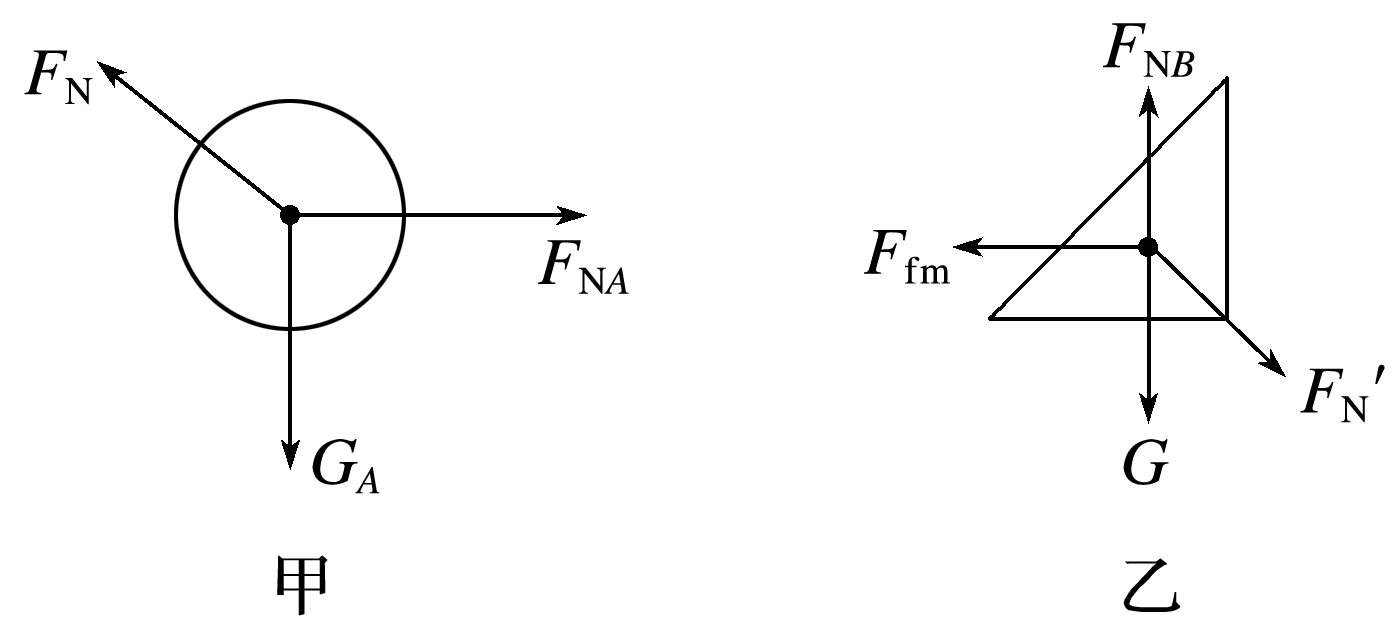


图10

答案　*G*

解析　由三角劈与地面之间的最大静摩擦力可以求出三角劈所能承受的最大压力，由此可求出球的最大重力.球*A*与三角劈*B*的受力情况如图甲、乙所示，



球*A*在竖直方向的平衡方程为*GA*＝*F*Nsin 45°

三角劈的平衡方程为*F*fm＝*F*N′sin 45°

*F*N*B*＝*G*＋*F*N′cos 45°

另有*F*fm＝*μF*N*B*，*F*N＝*F*N′

联立以上各式可得*GA*＝*G*.

11.质量为*M*的木楔倾角为*θ*，在水平面上保持静止，当将一质量为*m*的木块放在木楔斜面上时，它正好匀速下滑.如果用与木楔斜面成*α*角的力*F*拉着木块匀速上升，如图11所示(已知木楔在整个过程中始终静止).

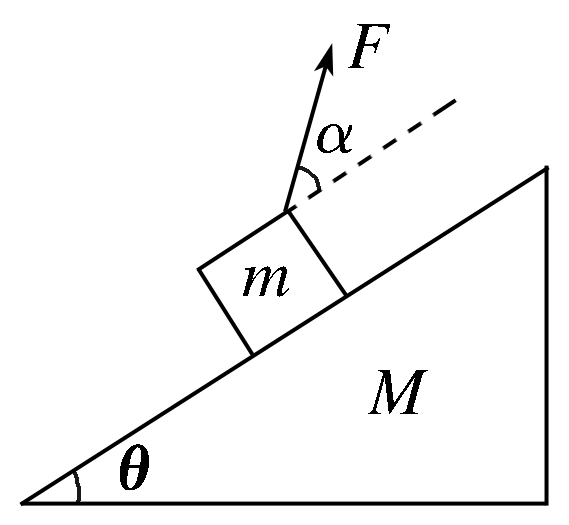


图11

(1)当*α*＝*θ*时，拉力*F*有最小值，求此最小值；

(2)当*α*＝*θ*时，木楔对水平面的摩擦力是多大？

答案　(1)*mg*sin 2*θ*　(2)*mg*sin 4*θ*

解析　木块在木楔斜面上匀速向下运动时，有

*mg*sin *θ*＝*μmg*cos *θ*，

即*μ*＝tan *θ*.

(1)木块在力*F*作用下沿斜面向上匀速运动，有

*F*cos *α*＝*mg*sin *θ*＋*F*f

*F*sin *α*＋*F*N＝*mg*cos *θ*

*F*f＝*μF*N

解得*F*＝＝＝

则当*α*＝*θ*时，*F*有最小值，为*F*min＝*mg*sin 2*θ*.

(2)因为木块及木楔均处于平衡状态，整体受到地面的摩擦力等于*F*的水平分力，即

*F*f＝*F*cos (*α*＋*θ*)

当*α*＝*θ*时，*F*取最小值*mg*sin 2*θ*，

*F*fm＝*F*mincos 2*θ*＝*mg*·sin 2*θ*cos 2*θ*＝*mg*sin 4*θ*.