

## 基础课 3 共点力的平衡条件和应用

课前双基过关

紧抓教材自主落实

### 知识排查

#### 知识点一 受力分析

1. 受力分析：把研究对象（指定物体）在特定的物理环境中受到的所有力都找出来，并画出受力示意图的过程。

2. 受力分析的一般顺序

(1) 画出已知力。

(2) 分析场力（重力、电场力、磁场力）。

(3) 分析弹力。

(4) 分析摩擦力。

#### 知识点二 共点力的平衡条件

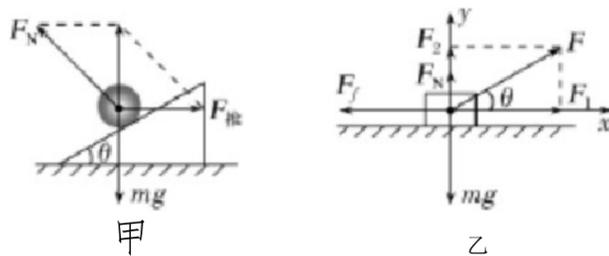
1. 平衡状态

物体处于静止或匀速直线运动的状态，即 $a=0$ 。

2. 平衡条件

$F_{合}=0$ 或错误!

如图甲所示，小球静止不动，如图乙所示，物块匀速运动。



则：小球 $F_{合}=0$   $F \sin \theta = F_{推}$ ， $F \cos \theta = mg$ 。

物块  $F = \underline{F - F = 0}$  ,  $F = \underline{F_2 + F - mg = 0}$  。

### 知识点三 平衡条件的推论

1. 二力平衡：如果物体在两个共点力的作用下处于平衡状态，这两个力必定大小相等，方向相反。
2. 三力平衡：如果物体在三个共点力的作用下处于平衡状态，其中任何一个力与其余两个力的合力大小相等，方向相反。
3. 多力平衡：如果物体在多个共点力的作用下处于平衡状态，其中任何一个力与其余几个力的合力大小相等，方向相反。

#### 小题速练

##### 1. 思考判断

- (1) 物体沿光滑斜面下滑时，受到重力、支持力和下滑力的作用。( )
- (2) 加速度等于零的物体一定处于平衡状态。( )
- (3) 速度等于零的物体一定处于平衡状态。( )
- (4) 若三个力 $F$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 平衡，若将 $F$ 转动 $90^\circ$ 时，三个力的合力大小为错误! $F$ 。( )

答案 (1)× (2)√ (3)× (4)√

2. (2017 · 广东六校联考) 一个质量为 $3\text{ kg}$ 的物体，被放置在倾角为 $\alpha=30^\circ$ 的固定光滑斜面上，在如图1所示的甲、乙、丙三种情况下处于平衡状态的是 ( $g=10\text{m/s}^2$ )( )

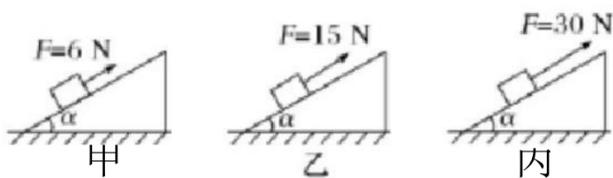


图 1

A. 仅甲图

B. 仅乙图

C. 仅丙图

D. 甲、乙、丙图

答案 B

3. (多选)如图2所示, 将一充有氢气的气球系在一个石块上, 风沿水平方向吹, 气球受到的风力大小为 $F_{\text{风}}=kSv$  ( $k$  是阻力系数,  $S$  是迎风横截面积), 石块开始静止于水平地面上, 则 ( )

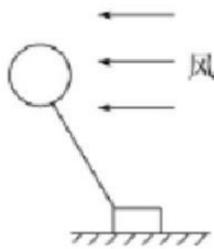


图 2

A. 若风速逐渐增大, 气球会连同石块一起离开地面

B. 无论风速多大, 气球连同石块都不会离开地面

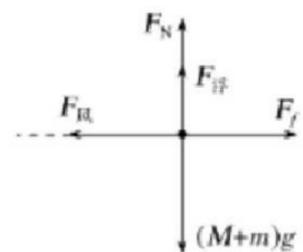
C. 若风速逐渐增大, 气球会连同石块一起沿地面向左滑动

D. 无论风速多大, 气球连同石块都不会被吹动

解析解析法分析动态变化。如图, 整体分析气球与石块。

开始时受力平衡, 水平风力增大, 不改变竖直方向的各个

力, 则石块不会离开地面, 故选项 A 错误, B 正确; 开始时



系统平衡, 有  $F_{\text{风}}=F$ , 又有  $F \leq F_{\text{max}}=\mu F$  ( $\mu$  为石块与地面的动摩擦因

数), 解得  $F_{\text{风}} \leq \mu F$ , 若  $F_{\text{风}}$  增大, 竖直方向  $F=(M+m)g-F$  浮不变, 当  $F_{\text{风}}$  增

大到  $\mu F$  时, 系统会沿地面向左滑动, 故选项 C 正确, D 错误。

答案 BC

|课堂互动探究

研透考点核心突破

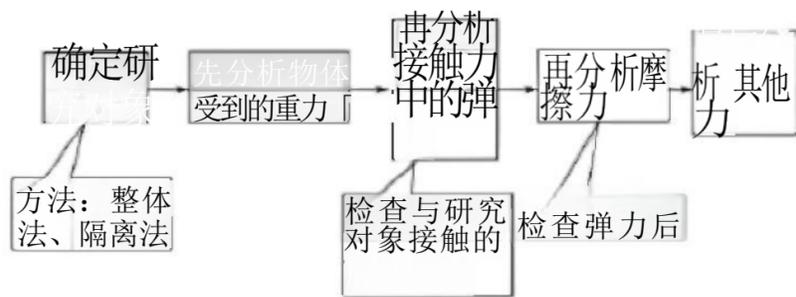
考点 1 受力分析



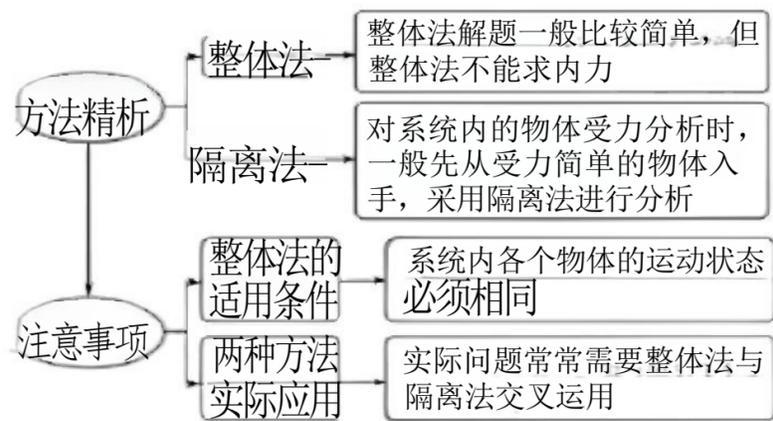
## 1. 受力分析的基本思路

(1) 研究对象的选取方法：整体法和隔离法。

(2) 基本思路



## 2. 整体法与隔离法



| 跟进题组

多角练透

1. 一建筑塔吊如图3所示向右上方匀速提升建筑物料，若忽略空气阻力，则下列有关物料的受力图正确的是（ ）

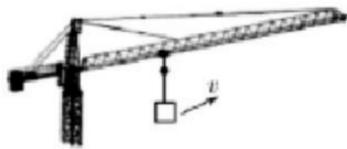
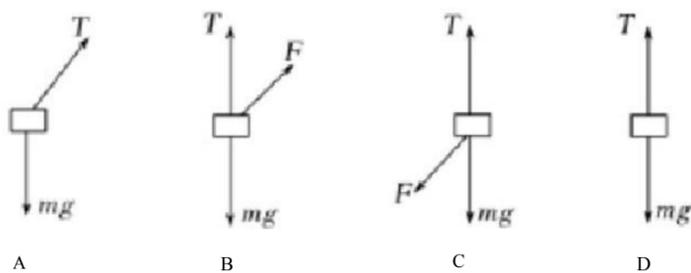


图 3



解析 由题意可知，物料匀速运动，合力为零，对物料受力分析知，拉力 $T$ 与重力 $mg$ 平衡，故选项A、B、C错误，D正确。

答案 D



2. 如图4所示，质量为 $m$ 的木块A放在一质量为 $M$ 的三角形斜劈B上，斜劈放在水平地面上，现同时用大小为 $F_1$ 和 $F_2$ 、方向相反的水平力分别推木块A和斜劈B，它们均静止不动，则（ ）

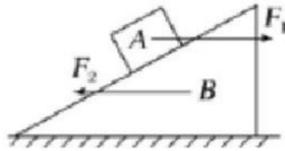


图 4

- A.  $F_1$ 、 $F_2$ 一定等大
- B. 木块A、斜劈B间一定存在摩擦力
- C. 斜劈B与地面间一定存在摩擦力
- D. 地面对斜劈B的支持力的大小一定等于 $(M+m)g$

答案 D

3. (2017 · 广东省百校联盟高三联考) (多选) 如图5所示，地面上固定一个斜面，斜面上叠放着A、B两个物块并均处于静止状态。现对物块A施加一斜向上的力 $F$ 作用，A、B两个物块始终处于静止状态。则木块B的受力个数可能是（ ）

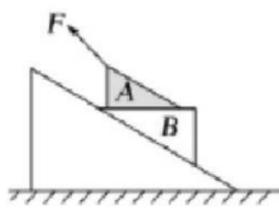


图 5

- A. 3个
- B. 4个
- C. 5个
- D. 6个

解析 对A受力分析可得，A受竖直向下的重力、斜向左上方的拉力 $F$ 、竖直向上的支持力及水平向右的摩擦力。对B受力分析可得，B受重力、A对B的压力、斜面的支持力、A对B向左的摩擦力，且斜面若对B没有摩擦力则B受到4个力，若斜面对B有摩擦力则B



受5个力, 选项A、D错误, B、C正确。

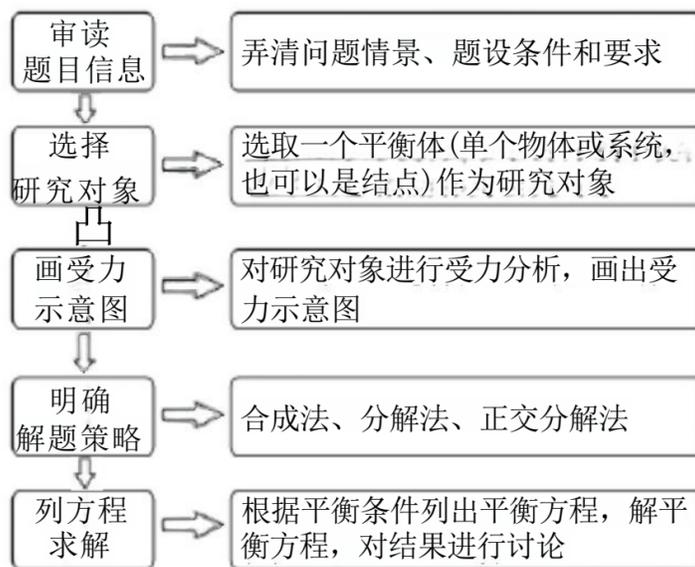
答案 BC

**考点 2 共点力作用下物体平衡的分析方法**

**1. 平衡中的研究对象选取**

(1) 单个物体; (2) 能看成一个物体的系统; (3) 一个结点.

**2. 静态平衡问题的解题“五步骤”**



**【典例】** (多选) 如图6所示, 光滑半球形容器固定在水平面上, O为球心. 一质量为m的小滑块, 在水平力F的作用下静止于P点. 设滑块所受支持力为F, OP与水平方向的夹角为 $\theta$ . 下列关系正确的是( )

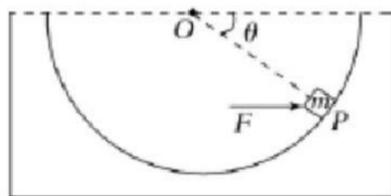


图6

A.  $F = mg \tan \theta$  错误!

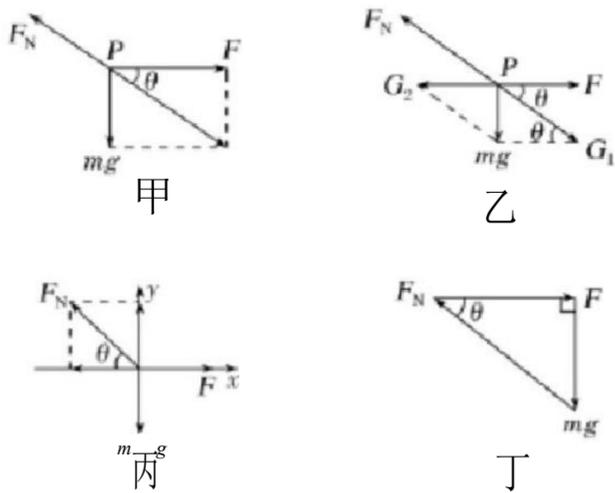
B.  $F = mg \tan \theta$

C.  $F = mg \tan \theta$  错误!

D.  $F = mg \tan \theta$

解析 方法一 合成法

滑块受力如图甲, 由平衡条件知  $F = mg \tan \theta$  错误!,  $F = mg \tan \theta$  错误!。



### 方法二效果分解法

将重力按产生的效果分解，如图乙所示，

$F=G_2=$  错误! ,  $F=G=$  错误!.

### 方法三正交分解法

将滑块受的力沿水平、竖直方向分解，如图丙所示，

$mg=F\sin \theta, F=F\cos \theta,$

联立解得  $F=\frac{mg}{\tan \theta}, F=$  错误!

### 方法四封闭三角形法

如图丁所示，滑块受的三个力组成封闭三角形，解直角三角形得  $F=\frac{mg}{\tan \theta}, F_N$

=错误!。

答案 AC

| 跟进题组

多角练透

1. 如图7所示，光滑斜面的倾角为  $\theta = 37^\circ$ ，一个可以看成质点的小球在轻质细线的拉力作用下静止在斜面上，细线与斜面间的夹角也为  $37^\circ$ ，若小球的重力为  $G$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 则手对细线的拉力等于( )

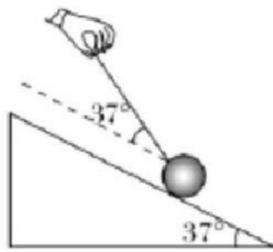


图 7

A.G                      B.错误!                      C.错误!                      D. 错误!

解析对小球受力分析，小球受到细线的拉力  $F$ 、斜面的支持力和小球的重力作用，在沿斜面方向上， $F\cos 37^\circ = G\sin 37^\circ$ ，解得  $F = G\tan 37^\circ =$  错误!G，故选项C正确。

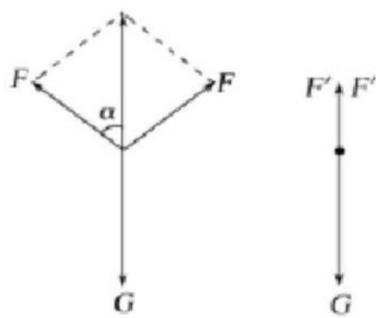
答案 C

2。(2017 · 全国卷III, 17) 一根轻质弹性绳的两端分别固定在水平天花板上相距80 cm 的两点上，弹性绳的原长也为80 cm。将一钩码挂在弹性绳的中点，平衡时弹性绳的总长度为100 cm；再将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点，则弹性绳的总长度变为(弹性绳的伸长始终处于弹性限度内)

( )

A.86 cm                      B.92 cm                      C.98 cm                      D. 104 cm

解析设弹性绳的劲度系数为  $k$ 。挂钩码后，弹性绳两 endpoint 移动前，左、右两段绳的伸长量  $\Delta L =$  错误! $=10$  cm，两段绳的弹力  $F = k\Delta L$ ，对钩码受力分析，如图甲所示， $\sin a =$  错误!， $\cos a =$  错误!。根据共点力的平衡条件可得，钩码的重力为  $G = 2k\Delta L\cos a$ 。将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点时，受力图如图乙所示。设弹性绳伸长量为  $\Delta L'$ ，弹力为  $F' = k\Delta L'$ ，钩码的重力为  $G = 2k\Delta L'$ ，联立解得  $\Delta L' =$  错误! $\Delta L = 6$  cm。弹性绳的总长度变为  $L + 2\Delta L' = 92$  cm，故选项B正确，A、C、D错误。



甲

乙

答案 B

3. (2017 · 黄冈模拟) 如图8所示, 质量为  $m$  的物体置于倾角为  $\theta$  的固定斜面上。物体与斜面之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 先用平行于斜面的推力  $F$  作用于物体上使其能沿斜面匀速上滑, 若改用水平推力  $F$  作用于物体上, 也能使物体沿斜面匀速上滑, 则两次的推力之比错误! 为 ( )

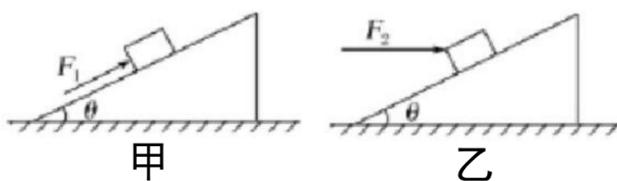


图 8

A.  $\cos \theta + \mu \sin \theta$

B.  $\cos \theta - \mu \sin \theta$

$\theta$

C.  $1 + \mu \tan \theta$

D.  $1 - \mu \tan \theta$

解析 施加平行于斜面的推力  $F$ , 由平衡条件得  $F = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$

$\theta$ ; 施加水平推力  $F_2$  时,  $F_2 \cos \theta = mg \sin \theta + \mu (mg \cos \theta + F_2 \sin \theta)$ ,

则  $F_2 =$  错误!, 解得错误!  $= \cos \theta - \mu \sin \theta$ , 选项B正确。

答案 B

反思总结

处理平衡问题的三点说明

(1) 物体受三力平衡时, 利用力的效果分解法或合成法比较简单。

(2) 物体受四个或四个以上的力作用时， 一般采用正交分解法.

(3) 物体只受三个力的作用且三力构成普通三角形，可考虑使用相似三角形法.

### 考点 3 动态平衡问题的分析方法

#### 1. 动态平衡

(1) 所谓动态平衡问题，是指通过控制某些物理量，使物体的状态发生缓慢变化，而在这个过程中物体又始终处于一系列的平衡状态，常利用图解法解决此类问题。

#### (2) 基本思路

化“动”为“静”，“静”中求“动”。

#### 2. 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

力的三角形 法	对受三力作用而平衡的物体，将力的矢量图平移使三力组成一个首尾依次相接的矢量三角形，根据正弦定理、余弦定理等数学知识求解未知力
------------	--

跟进题组

多角练透

1. (2017 · 河北唐山一模) 光滑斜面上固定着一根刚性圆弧形细杆，小球通过轻绳与细杆相连，此时轻绳处于水平方向，球心恰位于圆弧形细杆的圆心处，如图9所示。将悬点A 缓慢沿杆向上移动，直到轻绳处于竖直方向，在这个过程中，轻绳的拉力( )

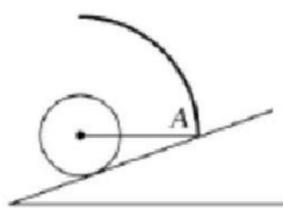
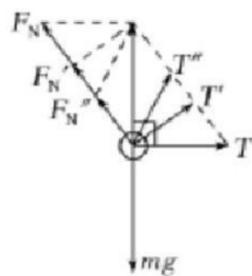


图 9

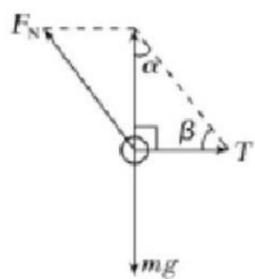
- A. 逐渐增大
- B. 大小不变
- C. 先减小后增大
- D. 先增大后减小

解析方法一 当悬点A缓慢向上移动过程中，小球始终处于平衡状态，小球所受重力  $mg$  的大小和方向都不变，支持力的方向不变，对球进行受力分析如图甲所示，由图可知，拉力  $T$  先减小后增大，选项C 正确。



甲

方法二由正弦定理得错误!=错误!, 得  $T = \frac{mg \sin \alpha}{\sin \beta}$ , 由于  $mg$  和  $\alpha$  不变, 而  $\sin \beta$  先增大, 后减小, 可得  $T$  先减小后增大。选项C正确。



乙

答案C

2. (2017 · 湖南株洲二中模拟) (多选) 如图10所示, A 球被固定在竖直支架上, A 球正上方的点O悬有一轻绳拉住B 球, 两球之间连有轻弹簧, 平衡时绳长为L, 张力为 T, 弹簧弹力为 F。若将弹簧换成原长相同的劲度系数更小的轻弹簧, 再次平衡时绳中的张力为 $T_2$ , 弹簧弹力为 $F_2$ , 则 ( )

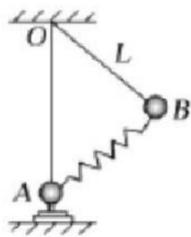


图 10

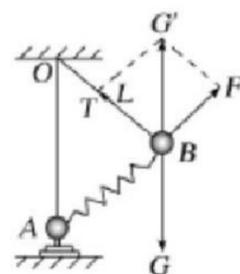
A.  $T_1 > T_2$

B.  $T = T_2$

C.  $F_1 < F_2$

D.  $F > F_2$

解析 以B 球为研究对象, B 球受到重力G、弹簧的弹力F 和绳子的张力 T, 如图所示。B 球受力平衡时, F 与 T 的合力与重力 G 大小相等、方向相反, 即 $G' = G$ 。根据三角形相似得错误!=



$\frac{T}{OB} = \text{错误!}$ , 换成劲度系数小的轻弹簧, 形变量增大, AB 减小, 则 T 不变, F 减小, 选项B、D正确。

答案 BD

3. (2017 · 广东省百校联盟高三模拟) 质量为M的半圆柱体 P 放在粗糙的水平地面上, 其右端固定一个竖直挡板 AB, 在 P 上放两个大小相同的光滑小球 C 和 D, 质量均为m, 整个装置的纵截面如图11所示。开始时P、C



球心连线与水平面的夹角为  $\theta$ ，点 P、D 球心连线处于竖直方向，已知重力加速度为  $g$ 。则下列说法正确的是（ ）

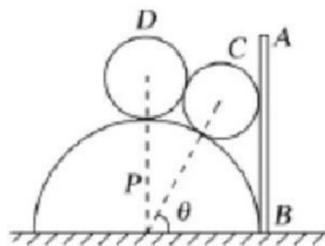


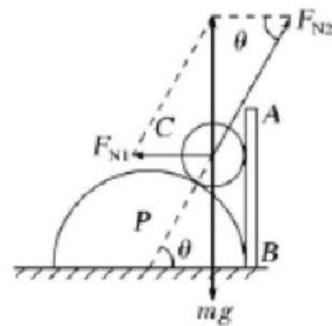
图 1 1

- A. P 和挡板对 C 的弹力分别为错误!和错误!
- B. 地面对 P 的摩擦力大小为零
- C. 使挡板缓慢地向右平行移动，但 C 仍在 P 和挡板 AB 作用下悬于半空中，则地面对 P 的摩擦力将不断增大
- D. 使挡板绕 B 点顺时针缓慢转动，P 始终保持静止，则 D 一定缓慢下滑

解析 对 D 受力分析，受到重力  $mg$  和 P 的支持力  $F$ ；对 C

受力分析，受到重力  $mg$ 、挡板 AB 的支持力  $F_M$  和 P 对 C 的

支持力  $F_2$ ，如图所示，根据平衡条件，得  $F_{N1} = \frac{mg}{\tan \theta}$



$F_2 =$  错误!, 选项 A 错误; 以 P、C

、D 整体为研究对象，进行受力分析，受到三者的重力、挡板 AB 的支持力

$F_M$ ，地面的支持力  $F_s$ ，地面的静摩擦力  $f$ ，根据

共点力平衡条件，有  $F_3 = (M+2m)g$ ,  $f = F_M$ ，选项 B

错误; 使挡板缓慢地向右平行移动，由于  $\theta$  不断减小，故  $f$

不断增大，选项 C 正确; 由于 P、D 球心连线处于竖直方向，当使挡板绕 B

点顺时针缓慢地转动时，小球 D 可继续保持静止，选项 D 错误。

答案 C

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/108066074051007013>