

# 第二章 相互作用

## 第二节 力的合成与分解



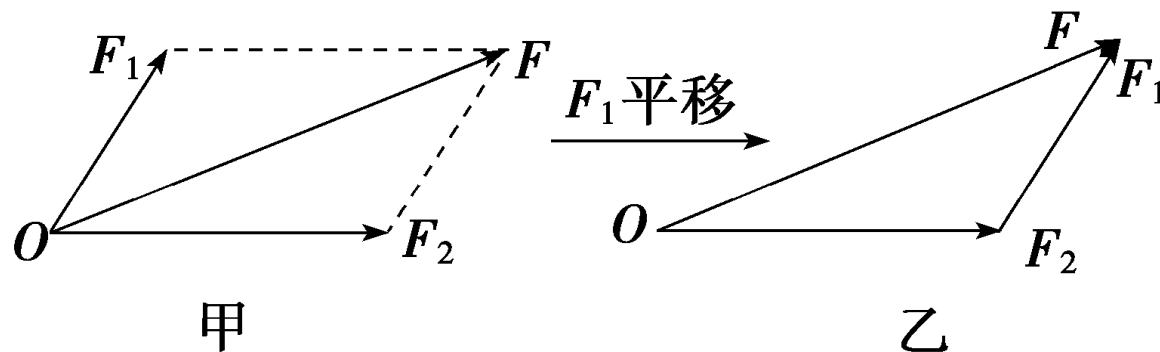
# 一、力的合成

1. 定义：求几个力的合力的过程。

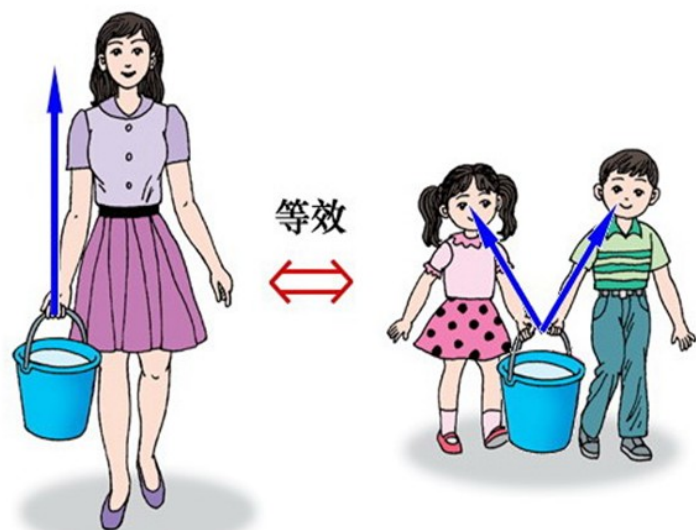
2. 运算法则

① 平行四边形定则：求两个互成角度的 **共点力** 的合力，可以用表示这两个力的有向线段为邻边作平行四边形，这两个邻边之间的对角线就表示合力的 **大小** 和 **方向**，如图甲所示。

② 三角形定则：把两个矢量 **首尾相接**，从而求出合矢量的方法，如图乙所示。



# 合力与分立是等效替代关系，产生作用效果相同



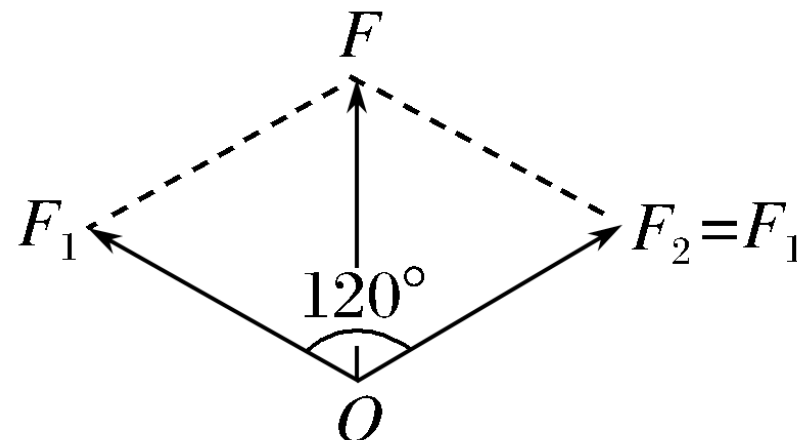
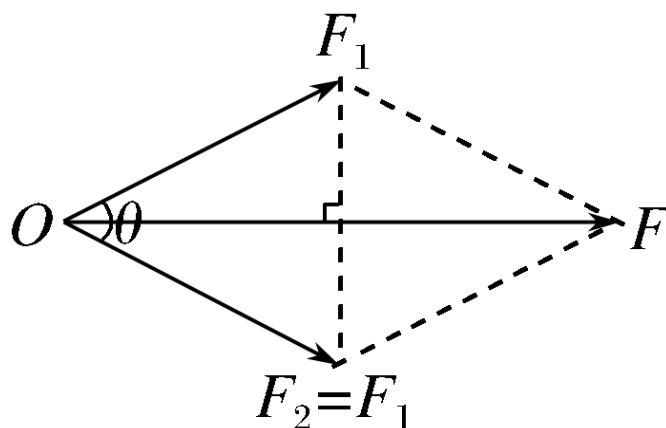
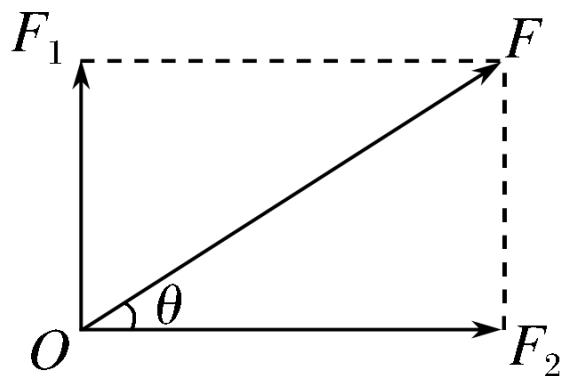
## 二、合力与分力的运算

1、核心思想：几何化

力的大小  $\leftrightarrow$  三角形边长长度

2、两个力合成

(1) 构建三角形 (平行四边形定则、三角形定则)



# 力的合成中合力与分力的大小范围

(3) 两个共点力的合成合力的大小

①  $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq F_1 + F_2$ ，两个力大小不变时，其合力随夹角的增大而减小。当两力反向时，合力最小，为  $|F_1 - F_2|$ ；当两力同向时，合力最大，为  $F_1 + F_2$ 。

(4) 三个共点力的合成

① 三个力共线且同向时，其合力最大，为  $F_1 + F_2 + F_3$

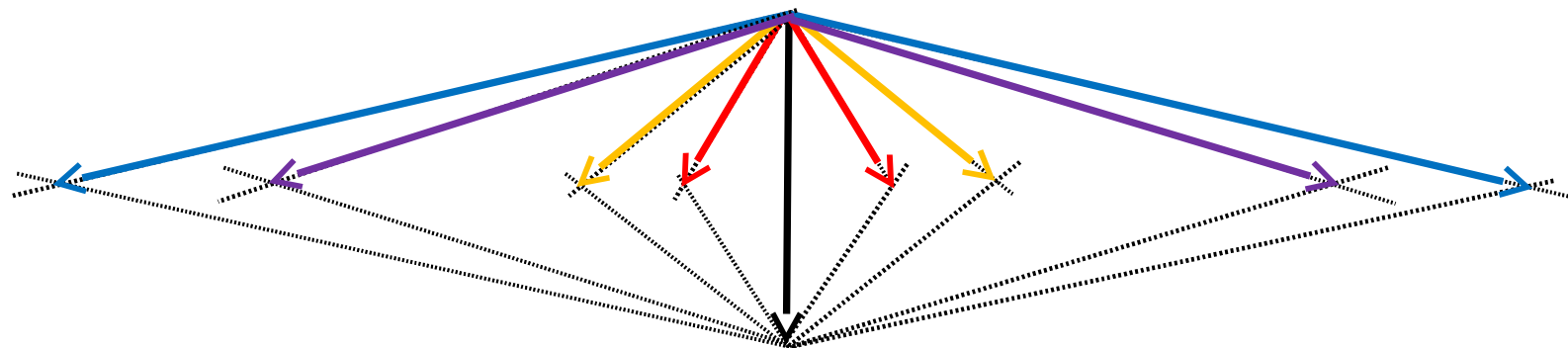
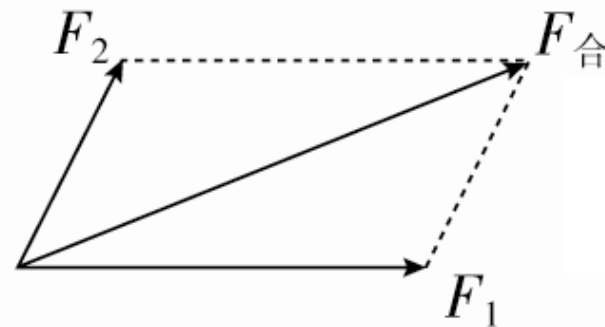
② 任取两个力，求出其合力的范围，如果第三个力在这个范围之内，则三个力的合力最小值为零；如果第三个力不在这个范围内，则合力最小值等于最大的力减去另外两个力。



## 二、合力与分力的运算

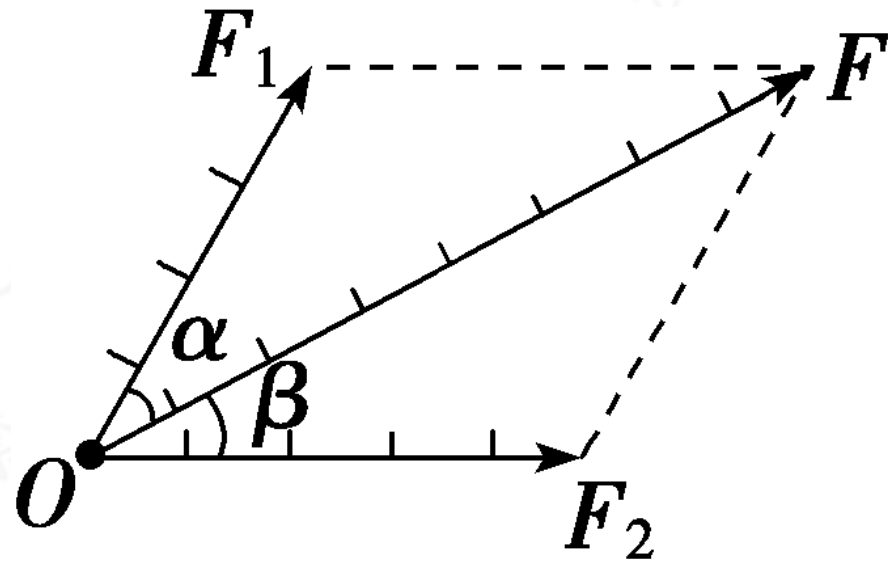
### (5) 常用结论

- ① 两力等大且夹角为  $120^\circ$ ，合力与分力等大
- ② 两个分力一定时，夹角  $\theta$  越大，合力越小
- ③ 合力一定时，两个等大分力的夹角越大，两个分力越大



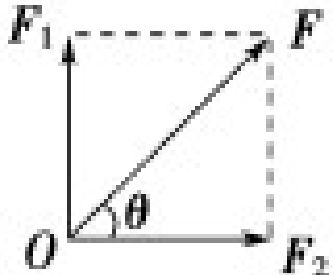
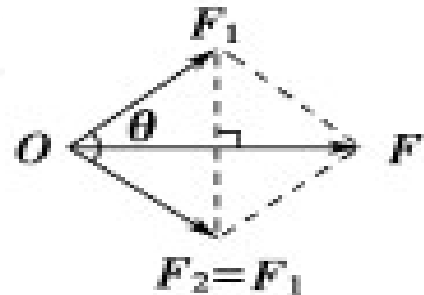
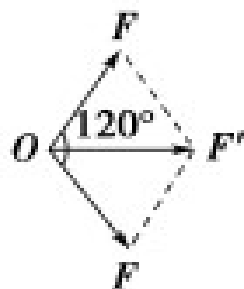
### 三、求共点力合成的两种方法

#### (1) 作图法





## (2) 应用计算法的三种特例

| 类型                   | 作图                                                                                    | 合力的计算                                                                                                       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 互相垂直                 |    | $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ $\tan \theta = \frac{F_1}{F_2}$                                                  |
| 两力等大，夹角为 $\theta$    |   | $F = 2F_1 \cos \frac{\theta}{2}$ <p><math>F</math> 与 <math>F_1</math> 夹角为 <math>\frac{\theta}{2}</math></p> |
| 两力等大，夹角为 $120^\circ$ |  | 合力与分力等大， $F'$ 与 $F$ 夹角为 $60^\circ$                                                                          |



## 四、力的分解

1. 定义：求一个已知力的分力，叫做力的分解（力的分解与力的合成互为逆运算）。

2. 遵循的法则：平行四边形定则或三角形定则。

3. 分解方法：

① 按力产生的效果分解

I、根据力的实际作用效果确定两个实际分力的方向。

II、再根据两个分力方向画出平行四边形。

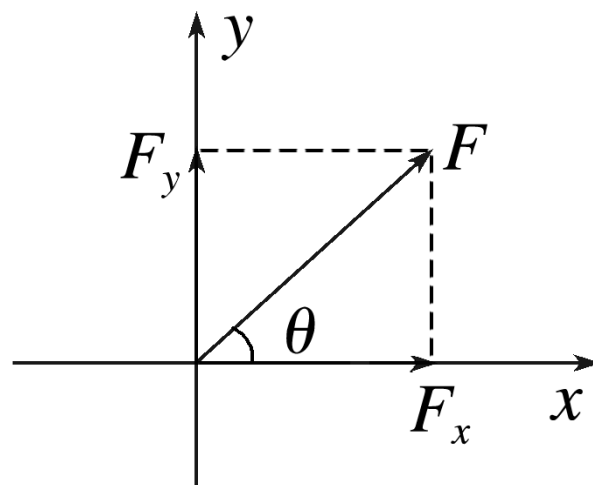
III、最后由几何知识求出两个分力的大小和方向。



## ② 正交分解

I、建立坐标轴的原则：在静力学中，以少分解力和容易分解力为原则（使尽量多的力分布在坐标轴上）；在动力学中，往往以加速度方向和垂直加速度方向为坐标轴建立坐标系。

II 在实际问题中，通常将已知力按力产生的实际作用效果分解；为方便某些问题的研究，在很多问题中都采用正交分解法，把各力向相互垂直的  $x$  轴、 $y$  轴分解。





### ③ 正交分解法及其求合力的基本步骤

I. 选取正交方向：正交的两个方向可以任意选取，不会影响研究的结果，但如果选择合理，则解题较为方便。

II. 分别将各力沿正交的两个方向（ $x$  轴和  $y$  轴）分解。

III. 求分解在  $x$  轴和  $y$  轴上的各分力的合力  $F_x$  和  $F_y$ ，则有

$$F_{x合} = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots$$

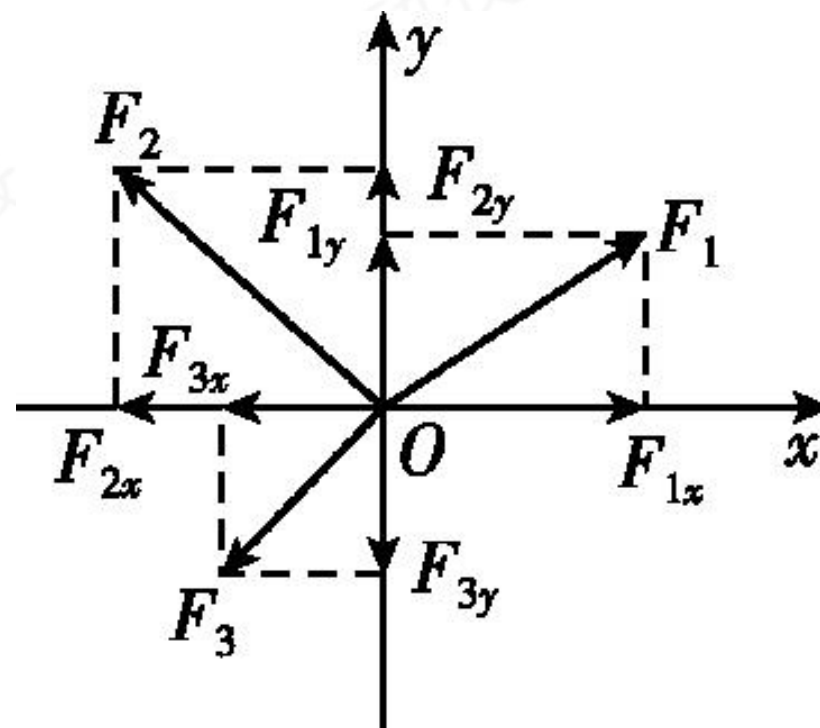
$$F_{y合} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots$$

IV. 求合力：求  $F_{x合}$  和  $F_{y合}$  的合力  $F_{合}$



$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_{x\text{合}}^2 + F_{y\text{合}}^2}$$

$$\tan \theta = \frac{F_{y\text{合}}}{F_{x\text{合}}}$$



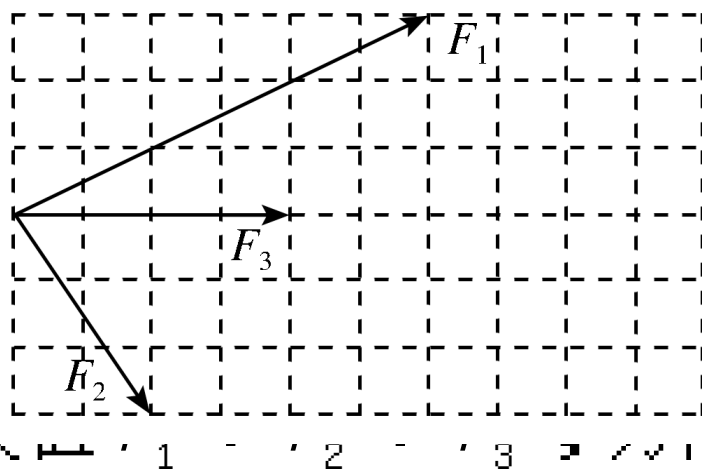
**例1** 大小分别为 10 N、8 N、4 N 的三个力，它们合力的最大值和最小值分别为 ( )

- A. 10 N、0 B. 22 N、2 N  
C. 22 N、0 D. 18 N、2 N

**【解析】** 它们合力的最大值为三个力大小相加，即最大值  $F_{\max} = 10\text{ N} + 8\text{ N} + 4\text{ N} = 22\text{ N}$ ，10 N、8 N 的合力最大值为 18 N，最小为 2 N，4 N 在该范围内，所以这三个力合力的最小值为 0. C 正确。



**例2** (用作图法求合力) 一物体受到三个共面共点力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  的作用, 三力的矢量关系如图所示(小方格边长相等), 则下列说法正确的是 **B**



- A . 三力的合力有最大值、最小值, 且不确定
- B . 三力的合力有唯一值  $3F_3$ , 方向与  $F_3$  同向
- C . 三力的合力有唯一值  $2F_3$ , 方向与  $F_3$  同向
- D . 由题给条件无法求合力大小



**例3** [2026 宿迁月考] 矫正牙齿时，可用牵引线对牙施加力的作用。若某颗牙齿受到牵引线的两个作用力大小均为  $F$ ，夹角为  $\alpha$  (如图所示)，则该牙所受两牵引力的合力大小为 ( )

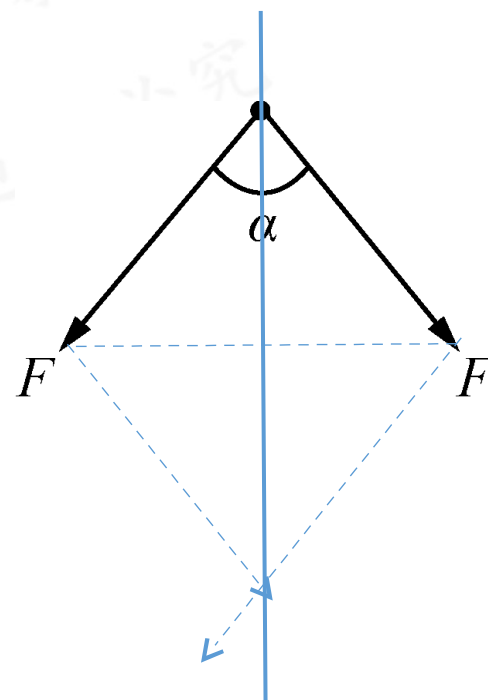
**A.**  $2F \cos \frac{\alpha}{2}$

**B.**  $2F \sin \frac{\alpha}{2}$

**C.**  $F \sin \alpha$

**D.**  $F \cos \alpha$

**B**



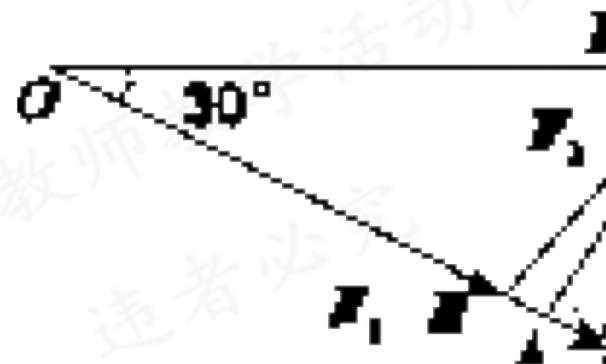
**例 4** (双选) 已知力  $F$  的一个分力  $F_1$  跟  $F$  成  $30^\circ$  角, 大小未知, 另一个分力  $F_2$  的大小为  $F_1$ , 方向未知, 则  $F_2$  的大小可能是

A.  $\frac{\sqrt{3}}{3}F$       B.  $\frac{\sqrt{3}}{2}F$

C.  $\frac{2\sqrt{3}}{3}F$       D.  $\sqrt{3}F$



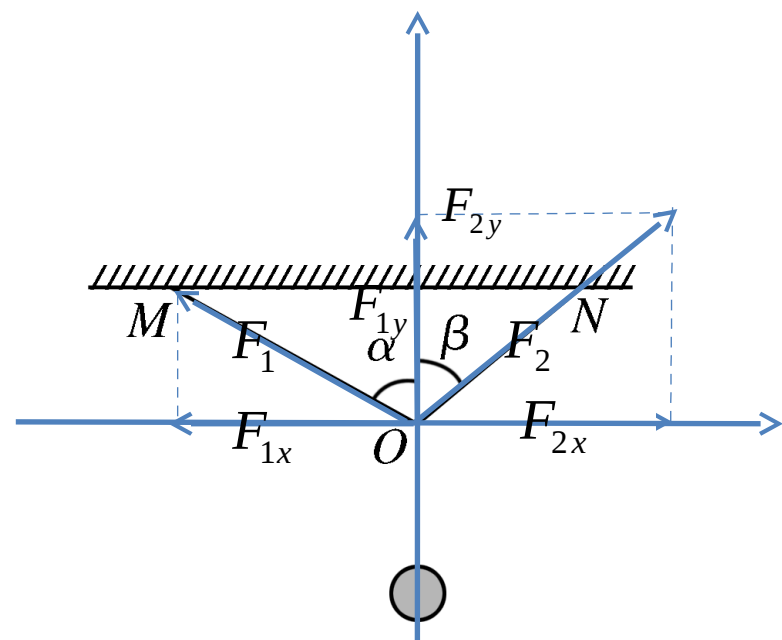
AC [解析] 根据题意作出矢量三角形，如图所示。 $\frac{\sqrt{3}}{3}F > \frac{F}{2}$ ，从图可看出， $F_1$ 有两个解，由直角三角形  $OAD$  可知  $OA = \sqrt{F^2 - \left(\frac{F}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}F$ ，由直角三角形  $ABD$  得： $AB = \sqrt{F_2^2 - \left(\frac{F}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{6}F$ 。由图的对称性可知： $AC = AB = \frac{\sqrt{3}}{6}F$ ，则分力  $F_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}F - \frac{\sqrt{3}}{6}F = \frac{\sqrt{3}}{3}F$ ， $F'_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}F + \frac{\sqrt{3}}{6}F = \frac{2}{3}\sqrt{3}F$ 。



► 考向 2 力的正交分解法

例 5 如图所示，蜘蛛用蛛丝将其自身悬挂在水管上，并处于静止状态。蛛丝  $OM$ 、 $ON$  与竖直方向夹角分别为  $\alpha$ 、 $\beta$  ( $\alpha > \beta$ )。用  $F_1$ 、 $F_2$  分别表示  $OM$ 、 $ON$  的拉力，则 ( )

- A .  $F_1$  的竖直分力大于  $F_2$  的竖直分力
- B .  $F_1$  的竖直分力等于  $F_2$  的竖直分力
- C .  $F_1$  的水平分力大于  $F_2$  的水平分力
- D .  $F_1$  的水平分力等于  $F_2$  的水平分力



## 课堂小结：力的合成与分解

1、合力与分力：等效替代关系

(1) 二力平衡：两个力等大反向

(2) 多力平衡：几个力的合力与剩下一个力等大反向

2、两个力的合成：

(1) 核心：构建三角形求解

(2) 常见的结论：

① 两力等大且夹角为  $120^\circ$ ，合力与分力等大。

② 两个分力一定时，夹角  $\theta$  越大，合力越小。 (  $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq F_1 + F_2$  )

③ 合力一定时，两个等大分力的夹角越大，两个分力越大。

3、正交分解法：沿运动方向 / 垂直于运动方向

