**第三章 力 物体平衡 第二节 力的合成**

**31393935333132383b31393939333839393b603b7ed36f148bb2初中回顾**

在初中我们已经学过同一直线上两个力合成，当作用在同一直线上的两个力*F*1、*F*2方向相同时，*F*合=*F*1＋*F*2，合力方向跟*F*1、*F*2方向相同。当两个力*F*1、*F*2方向相反且*F*1>*F*2时，*F*合=*F*1-*F*2，合力方向跟力*F*1方向相同。

31393936353332353b31393936383838313b759195ee如图3-26所示，2N＋2N=2N成立吗？



**31393935333139373b31393936363233353b5b666821入门阶梯**

图3-27（a）为因组特人的一群狗拉着雪橇在雪地上匀速行走，图3-27（b）为一个小女孩拉着相同的雪橇在雪地上匀速行走。



**(a) (b)**

**图 3-27**

一个人的拉力与一群狗的拉力有什么关系？

一个人的拉力大小是否就等于每条狗拉力大小之和？

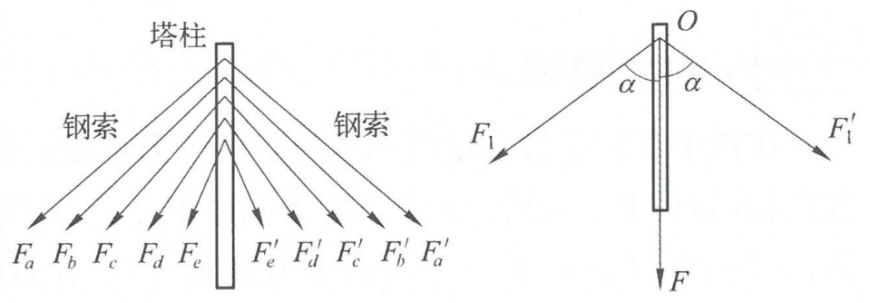
**一、合力与分力**

当一个力的作用效果与几个力共同作用的效果相同时，这个力就称为那几个力的合力，那几个力称为这个力的分力。合力与分力是相互替代的关系，这在物理学上叫做等效替代。等效替代是物理学中常用的一种研究方法。

在图3-27中，一个小女孩的拉力即为一群狗共同拉力的合力；每一条狗的拉力可称为小女孩拉力的分力。

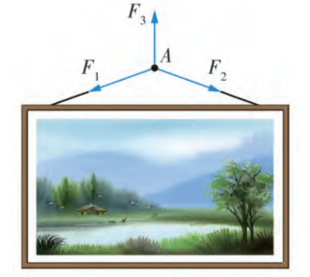
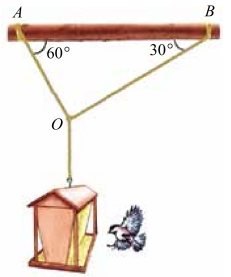
图3-28中，广州黄埔大桥的塔柱两侧有许多钢索，所有钢索的顶端都固定在塔柱上，底端则固定在桥面上，每一对钢索对塔柱的拉力F、H的作用效果，都可用一个沿塔柱向下合力F等效替代，使塔柱能稳固地矗立在桥墩上，不会因钢索的拉力而倾斜。

**图 3-28**



**二、共点力**

上一章我们已学习了“质点”这一理想模型，高中力学的研究对象除了转动的物体外，大部分物体都可看成质点，被当作质点的研究对象所受到的力都可看成作用在一个点上。像这种几个力作用在同一点或几个力的作用线相交于一点的力，我们称之为**共点力**。

**三、力的合成**

**1. 同一直线上多个力的合成**

对同一直线上三个或三个以上力的合成，其分析方法为：首先规定正方向，把力的大小和方向用数值表示出来，求合力时可以将它们直接相加减，即把矢量计算转换为代数运算。

**例题1** （同一直线上的多个力的合力）（1）若*F*1=3N，*F*2=4N，*F*3=5N，*F*1、*F*2、*F*3的方向相同，合力*F*合为多少？方向如何？

（2）若*F*1=12N，*F*2=4N，*F*3=5N，*F*1和*F*2的方向相反，*F*2与*F*3的方向相同，合力*F*合为多少？方向如何？

**解析** 当多个力在同一直线上时，可以规定正方向，用正负表示力的方向，直接相加减。

（1）规定*F*1、*F*2和*F*3，为正方向，则*F*1=3N，*F*2=4N，*F*3=5N。

*F*合=*F*1+*F*2+*F*3=3N+4N+5N=12N, F的方向也为正方向，方向与*F*1、*F*2和*F*3相同。

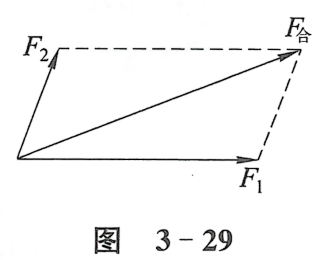
（2）规定*F*1为正方向，则*F*1=12N，*F*2= - 4N，*F*3= - 5N，即*F*合=*F*1 - *F*2 - *F*3=12N-4N-5N=3N。所以*F*合大小为3N，方向与*F*1相同。

**2. 两个互成角度的共点力合成**

（1）平行四边形定则

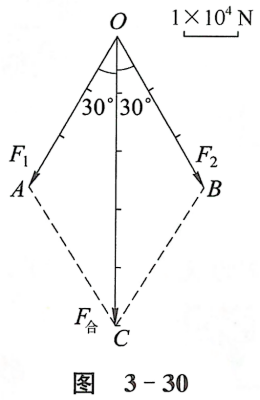
31393936353332353b31393936383838313b759195ee 两个互成角度的共点力，其合力大小还等于两个分力之和吗？合力与分力间应满足什么关系呢？

大量实验结果表明：互成角度的两个共点力的合力，可以用表示这两个力的有向线段为邻边画成的平行四边形的对角线表示。这就是力合成的平行四边形定则，如图3-29所示。



根据平行四边形作图可以看出，合力*F*合的大小、方向与*F*1、*F*2的大小、方向都有关系。当*F*1、*F*2的夹角为零时，*F*合=*F*1＋*F*2，合力方向跟分力方向相同。当两个分力*F*1、*F*2方向相反且*F*1 > *F*2时，*F*合=*F*1 - *F*2，合力方向跟分力*F*1方向相同。这就是初中学过的同一直线上二力合成规律。

图3-27中，由于每条狗拉力的方向不在一条直线上，所以一个因小女孩拉力大小不等于每条狗拉力之和。

**例题2** （互成角度的力的合成） 设图3-28中黄埔大桥的一个塔柱上，其中有两条对称的钢索与竖直塔柱的夹角均为30°，每根钢索中的拉力都为3×104N，求这两根钢索对塔柱拉力的合力大小和方向。

**解析** 把两钢索的拉力看成互成角度的共点力，以它们为邻边画平行四边形，其对角线就表示两根钢索对塔柱拉力的合力大小和方向。

作图：自*O*点起画两根有向线段*OA*、*OB*，它们与竖直方向夹角都为30°，取1cm为一个单位长度代表1×104N，*OA*、*OB*都画3个单位长。以OA、OB为邻边作平行四边形，画对角线*OC*，用刻度尺量得*OC*长52mm，按比例计算出，*F*合=5.2×104N，*F*合方向竖直向下（图3-30）。

（2）两个力合力大小的范围

通过作图可知，共点的两个力*F*1、*F*2的合力*F*的大小，与它们的夹角*θ*有关。当两个力*F*1、*F*2大小不变，*θ*越大，合力越小；*θ*越小，合力越大；当*F*1和*F*2方向相同即*θ*=0°时合力最大；当*F*1和*F*2方向相反即*θ*=180°时合力最小。合力大小的取值范围是|*F*1 - *F*2 | ≤ F ≤ (*F*1 + *F*2)。

**例题3**（两个力的合力范围）有两个共点力*F*1和*F*2，其中*F*1=6N，*F*1=9N，则它们合力大小可能是多少？

**解析** 由于合力的变化范围为|*F*1 - *F*2 | ≤ F ≤ (*F*1 + *F*2)，故3N ≤ F ≤ 15N。

**\*3.（拓展提高） 多个力合力大小的范围**

有*n*个力*F*1、*F*2、*F*3、…、*F*n，它们合力的最大值是它们的方向都相同时的合力，而它们的最小值要分下列两种情况讨论：

①若*n*个力*F*1、*F*2、*F*3、…、*F*n中的最大力*F*max小于等于其余（*n*-1）个力的代数和，则它们合力的最小值是0。

②若*n*个力*F*1、*F*2、*F*3、…、*F*n中的最大力*F*max大于其余（*n*-1）个力的代数和，则它们合力的最小值是*F*max减去其余（*n*-1）个力代数和。

**例题4** （多个力的合成） 物体同时受到同一平面内的三个共点力作用，下列几组力的合力不可能为零的是（ ）

A. 5N、7N、8N B. 5N、2N、3N

C.1N、5N、10N D. 10N、10N、10N

**解析** 由力的平行四边形定则知，求三个力的合力可以先对其中两个力*F*1、*F*2求合力，其合力的变化范围为|*F*1 - *F*2 | ≤ *F*12 ≤ (*F*1 + *F*2)，选项A中5N、7N的合力范围为2N ≤ *F*合 ≤ 12N，8N在此范围内，合力可能为零；选项B中5N、2N的合力范围为3N ≤ *F*合 ≤ 7N，3N在此范围内，合力可能为零；选项C中1N、5N的合力范围为4N ≤ *F*合 ≤ 6N，10N不在此范围内，合力不可能为零；选项D中10N、10N的合力范围为0N ≤ *F*合 ≤ 20N，10N在此范围内，合力可能为零；

故C正确。

**例题5** （多个力的合成） 四个共点力的大小分别为2N、3N、4N、12N，它们的合力最大值为\_\_\_\_\_\_\_\_，它们的合力最小值为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**解祈** 它们的合力最大值*F*max=（2+3+4+12）N=21N，因为*F*合=12N >（2＋3＋4）N，所以它们的合力最小值为（12-2-3-4）=3N。

31393936353332353b31393936383838313b759195ee **一个2N大小的力与另一个2N大小的力相加还能等于2N大小吗？**

如图3-26所示，在同一平面内，调节两个弹簧测力计及细线的夹角为120°，细线与重力夹角也为120°，两弹簧测力计的读数能同时为2N。

343435383135323b333634333730303b8d8b52bf**尝试挑战**

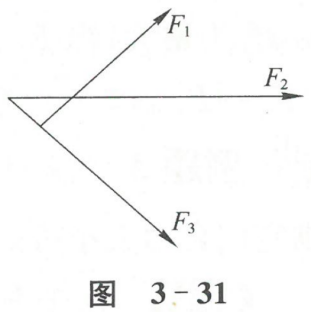
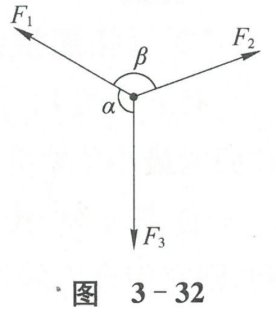
1.（两个力的合力范围）有两个共点力*F*1和*F*2，其中*F*1=5N，*F*2=9N，则它们合力大小可能是（ ）

A. 17 N B. 15 N C. 11 N D. 2N

2.（同一直线上的多个力的合成）（1）若*F*1=3N，*F*2=4N，*F*3=8N，*F*1、*F*2、*F*3的方向相同，则*F*合= N，方向 。

（2）若*F*1=12N，*F*2=4N，*F*3=7N，*F*1和*F*2的方向相反，*F*2、*F*3的方向相同，则*F*合= N，方向 。

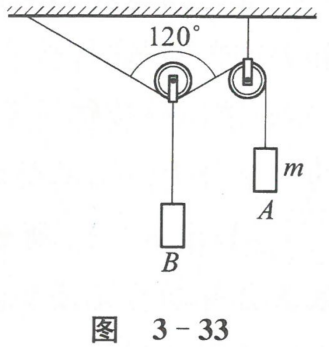
3.（共点力） 如图3-31所示，*F*1、*F*2、*F*3三个力，由共点力的概念可知：*F*1与*F*2\_\_\_\_\_\_\_\_共点力，*F*2与*F*3\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_共点力，*F*1、*F*2、*F*3这三个力\_\_\_\_\_\_\_\_共点力（均选填“是”或“不是”）。

4.（三个力的合成） 如图3-32所示，共点力*F*1、*F*2、*F*3，其夹角*α=β=*120°，*F*1=10N，*F*2=12N，*F*3=10N，这三个力的合力大小为\_\_\_\_\_\_\_\_\_N，方向\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

5.（两个力的合成） 两个共点力大小都为100 N，夹角为60°，用作图法求其合力的大小和方向。

6.（互成角度的力的合成） 如图3-33所示装置中，用一滑轮组将物体*B*吊起。已知，当两绳的夹角为120°时，物体*A*和*B*处于静止状态，若*A*物休的质量为*m*，则*B*物体的质量为多少？



参考答案

1.C 2.(1)15； 与*F*₁相同 (2)1；与*F*1相同 3.是；是；不是 4.2N；沿*F*₂方向 5.173.2N，与两力均夹30°角 6.*m*