

第 4 节 力的合成和分解

第 1 课时 力的合成和分解

学习 任务	1. 知道合力和分力的概念，知道平行四边形定则的内容。 2. 能区别矢量和标量。 3. 知道力的合成和分解的方法，会用作图法和计算法进行力的合成与分解。
----------	--

[探究重构·关键能力达成]

知识一点一滴·三步素养形成

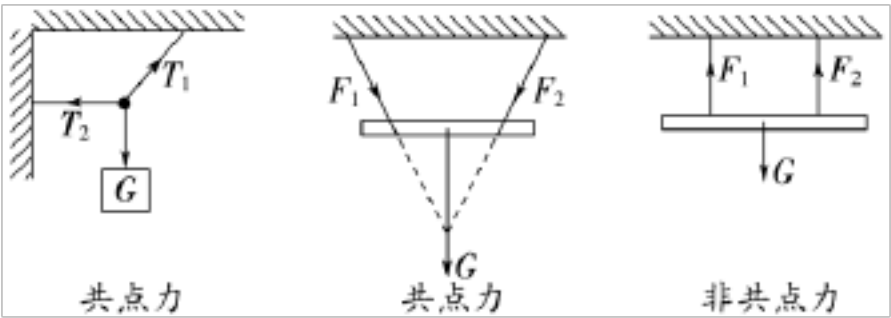
知识点一

合力和分力

挖掘教材·梳理要点

1. 共点力

几个力如果都作用在物体的同一点，或者它们的作用线相交于一点，这几个力叫作共点力。如图所示：



2. 合力与分力

假设一个力单独作用的效果跟某几个力共同作用的效果相同，这个力就叫作那几个力的合力，这几个力叫作那个力的分力。

3. 合力与分力的关系

合力与分力之间是一种等效替代的关系，合力作用的效果与分力作用的效果相同。

创设情境·启发思考

如图所示，一个成年人提起一桶水，使水桶保持静止，用力为 F ；两个孩子共同提起同样的一桶水并使之保持静止，用力分别为 F_1 和 F_2 。



问题 1 一个成年人提起一桶水，使水桶保持静止，则成年人对水桶向上的拉力是多少？

提示：200 N。

问题 2 当两个孩子共同提起同样的一桶水并使之保持静止，用力分别为 F_1 和 F_2 ，此时两小孩对水桶的拉力是多少呢？

提示：200 N。

问题 3 该成年人用的力与两个孩子的力作用效果是否相同？二者能否等效替代？

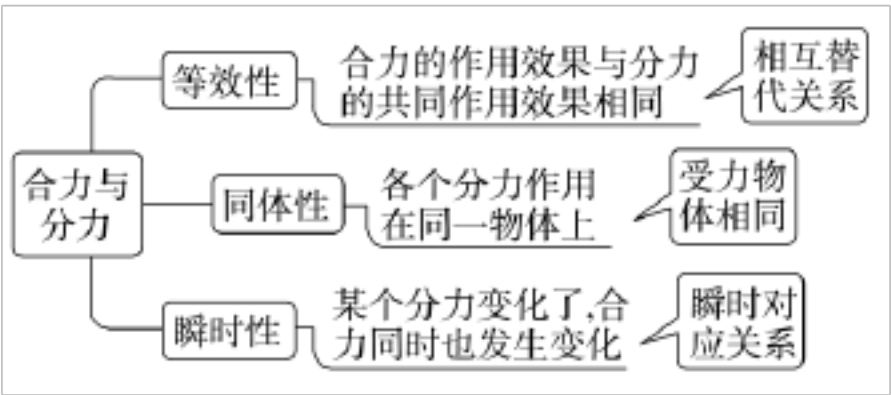
提示：作用效果相同，能等效替代。

问题 4 F 与 F_1 、 F_2 是什么关系？

提示： F 与 F_1 、 F_2 是合力与分力的关系， F 是 F_1 和 F_2 的合力， F_1 和 F_2 是 F 的两个分力。

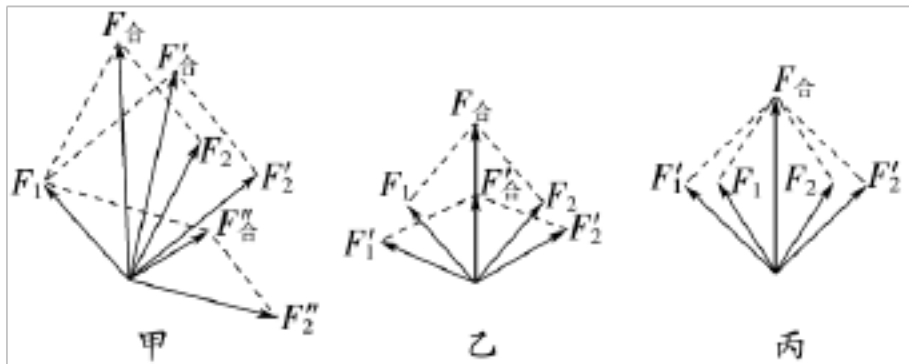
互动探究 · 深化提升

1. 合力与分力的性质



2. 合力与分力的大小关系

- (1)合力大小可以大于、等于或小于分力的大小，如图甲所示。
- (2)两个分力大小一定时，夹角越大合力越小，如图乙所示。
- (3)合力一定，若两分力大小相等，则两等大分力的夹角越大，分力越大，如图丙所示。



【典例 1】 (多选)下列关于合力与分力的说法中正确的是()

- A．合力与分力同时作用在物体上
- B．分力同时作用于物体时共同产生的效果与合力单独作用时产生的效果是相同的
- C．合力可能大于分力，也可能小于分力
- D．当两分力大小不变时，增大两分力间的夹角，则合力一定减小

[思路点拨] 解答本题时需要把握以下两点：

- (1)合力与分力作用效果相同，但不同时作用在物体上。
- (2)合力与分力遵循平行四边形定则。

BCD [合力与分力的作用效果相同，它们并不是同时作用在物体上，选项 A 错误，B 正确；当两分力大小不变时，由平行四边形定则可知，分力间的夹角越大，合力越小，合力可能大于分力(如两分力间的夹角为锐角时)，也可能小于分力(如两分力间的夹角大于 120°时)，选项 C、D 正确。]

易错警示 关于合力、分力的两个注意事项

- (1)在力的合成中分力是实际存在的，每一个分力都有对应的施力物体，而合力没有与之对应的施力物体。
- (2)合力为各分力的矢量和，合力不一定比分力大。它可能比分力大，也可能比分力小，还有可能和分力大小相等。

[跟进训练]

1. (多选)两个力 F_1 和 F_2 间的夹角为 $\theta(0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ)$ ，两个力的合力为 F ，下列说法正确的是()
- A．若 F_1 和 F_2 大小不变， θ 角越小，合力 F 就越大
 - B．合力 F 总比分力中的任何一个力都大
 - C．如果夹角不变， F_1 大小不变，只要 F_2 增大，合力 F 就必然增大
 - D．合力 F 可能比分力中的任何一个力都小

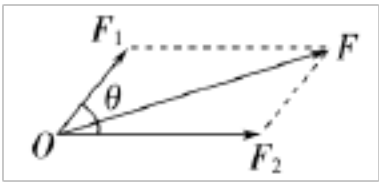
AD [若 F_1 和 F_2 大小不变， θ 角越小，合力 F 越大，故 A 正确；根据平行四边

形定则可知，合力可能比分力大，可能比分力小，可能与分力相等，故 B 错误，D 正确；如果夹角不变， F_1 大小不变， F_2 增大，合力 F 可能减小，也可能增加，故 C 错误。]

知识点二 求合力的方法

挖掘教材 · 梳理要点

- 1. 力的合成：求几个力的合力的过程。
- 2. 平行四边形定则：在两个力合成时，以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代表合力的大小和方向，如图所示， F 表示 F_1 与 F_2 的合力。



3. 多个力的合成方法

先求出任意两个力的合力，再求出这个合力跟第三个力的合力，直到把所有的力都合成进去，最后得到的结果就是这些力的合力。

创设情境 · 启发思考

港珠澳大桥是世界上最长的跨海大桥，港珠澳大桥全长 55 公里，其主体工程由 6.7 公里的海底沉管隧道、长达 22.9 公里的桥梁、逾 20 万平方米的东、西人工岛组成，即“桥—岛—隧”一体。桥梁采用斜拉索式，假设斜拉桥中某对钢索与竖直方向的夹角都是 30° ，每根钢索中的拉力都是 $3 \times 10^4 \text{ N}$ 。



问题 1 这对钢索对塔柱形成的合力大小能直接相加吗？为什么？

提示：不能，因为两条钢索的拉力不在同一方向上。

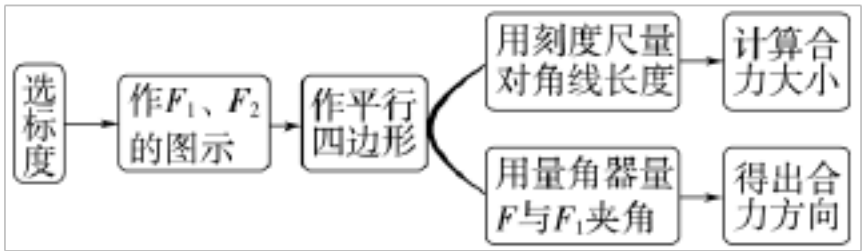
问题 2 两条钢索对塔柱形成的合力如何计算？方向如何确定？

提示：把两根钢索的拉力看成沿钢索方向的两个分力，以它们为邻边画出一个平行四边形，其对角线就表示它们的合力，可用作图法或计算法求解。由对称性可知，合力方向一定沿塔柱竖直向下。

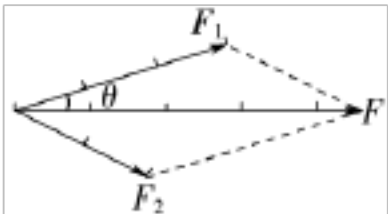
互动探究 · 深化提升

1. 作图法

(1)基本思路



(2)如图所示：用作图法求 F_1 、 F_2 的合力 F 。



2. 计算法

(1)两分力共线时：

- ①若 F_1 、 F_2 两力同向，则合力 $F = F_1 + F_2$ ，方向与两力同向。
- ②若 F_1 、 F_2 两力反向，则合力 $F = |F_1 - F_2|$ ，方向与两力中较大者同向。

(2)两分力不共线时：根据平行四边形定则结合解三角形的知识求合力。如以下常见的三种特殊情况：

类型	作图	合力的计算
两分力相互垂直		大小： $F = \sqrt{\quad + \quad}$ 方向： $\tan \theta = \quad$
两分力大小相等，夹角为 θ		(1)大小： $F = 2F_1 \cos \quad$ 方向： F 与 F_1 夹角为 $\quad$ (2)当 $\theta = 120^\circ$ 时， $F_1 = F_2 = F$
合力与其中一个分力垂直		大小： $F = \sqrt{\quad}$ 方向： $\sin \theta = \quad$

3. 合力范围的确定

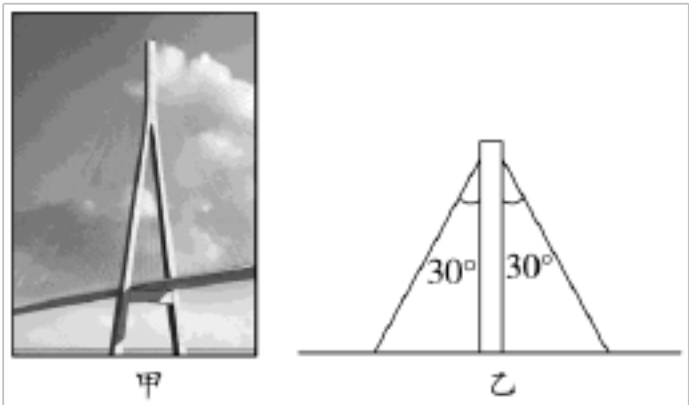
(1)两个共点力的合力范围： $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ 。

当两个力反向时，合力最小，为 $|F_1 - F_2|$ ；当两个力同向时，合力最大，为 $F_1 + F_2$ 。

(2)三个共点力的合力范围

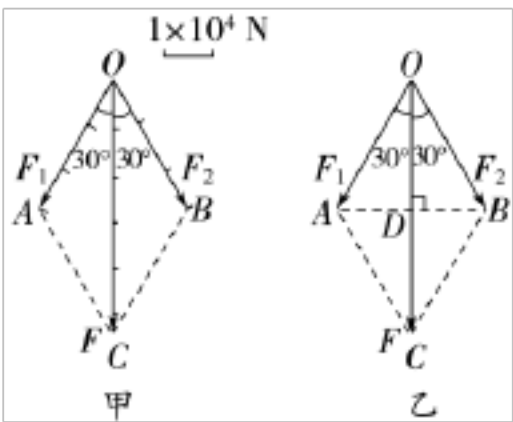
- ①最大值：三个力同向时，其合力最大，为 $F_{\max}=F_1+F_2+F_3$ 。
- ②最小值：以这三个力的大小为边，如果能组成封闭的三角形，则其合力的最小值为零，即 $F_{\min}=0$ ；如果不能，则合力的最小值等于最大的一个力减去另外两个力的大小之和，即 $F_{\min}=F_1-(F_2+F_3)$ (F_1 为三个力中最大的力)。

【典例 2】 杨浦大桥是继南浦大桥之后又一座跨越黄浦江的我国自行设计建造的双塔双索面叠合梁斜拉桥，如图甲所示。挺拔高耸的 208 m 主塔似一把剑直刺苍穹，塔的两侧 32 对钢索连接主梁，呈扇面展开，如巨型琴弦，正弹奏着巨龙腾飞的奏鸣曲。假设斜拉桥中某对钢索与竖直方向的夹角都是 30° ，如图乙所示每根钢索中的拉力是 $3\times 10^4\text{ N}$ ，那么它们对塔柱形成的合力大小为多少？方向如何？



【思路点拨】 把两根钢索的拉力看成沿钢索方向的两个分力，以它们为邻边画出一个平行四边形，它们之间的对角线就表示它们的合力。由对称性可知，合力方向一定沿塔柱竖直向下。

【解析】 方法一：作图法



如图甲所示，自 O 点引两条有向线段 OA 和 OB ，它们跟竖直方向的夹角都为 30° 。取单位长度为 $1\times 10^4\text{ N}$ ，则 OA 和 OB 的长度都是 3 个单位长度。量得对角线 OC 长为 5.2 个单位长度，所以合力的大小 $F=5.2\times 1\times 10^4\text{ N}=5.2\times 10^4\text{ N}$ 。

方法二：计算法

根据这个平行四边形是一个菱形的特点，如图乙所示，连接 AB ，交 OC 于 D ，则 AB 与 OC 互相垂直平分，即 AB 垂直于 OC ，且 $AD=DB$ ， $OD=OC$ 。考虑

直角三角形 AOD，其 $\angle AOD = 30^\circ$ ，则有 $F = 2F_1 \cos 30^\circ = 2 \times 3 \times 10^4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} \approx 5.2 \times 10^4 \text{ N}$ 。

[答案] $5.2 \times 10^4 \text{ N}$ 竖直向下

规律总结 两种方法的比较

“作图法”和“计算法”各有优缺点，“作图法”便于理解矢量的概念，形象直观，但不够精确，会出现误差；“计算法”是先根据平行四边形定则作出力的合成的示意图，再利用数学知识求出合力，解题时，可通过作辅助线、特殊角求解或巧妙分组得到一些特殊情况下的力的合成，会使解答更简捷。

[跟进训练]

2. 三个共点力的大小分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 ，关于它们的合力 F 的大小，下列说法正确的是()

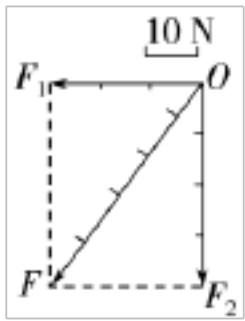
- A. F 大小的取值范围一定是 $0 \leq F \leq F_1 + F_2 + F_3$
- B. F 至少比 F_1 、 F_2 、 F_3 中的某一个大
- C. 若 $F_1 : F_2 : F_3 = 3 : 6 : 8$ ，只要适当调整它们之间的夹角，一定能使合力为零
- D. 若 $F_1 : F_2 : F_3 = 3 : 6 : 2$ ，只要适当调整它们之间的夹角，一定能使合力为零

C [这三个力合力的最小值不一定为零，合力不一定大于分力，A、B 错误；若 $F_1 : F_2 : F_3 = 3 : 6 : 8$ ，设三个力大小分别为 $3F_0$ 、 $6F_0$ 、 $8F_0$ ，由于其中任何一个力的大小都在其余两个力的合力大小范围之内，故这三个力的合力可以为零，C 正确；同理可知 D 错误。]

3. 物体受到两个力 F_1 和 F_2 ， $F_1 = 30 \text{ N}$ ，方向水平向左； $F_2 = 40 \text{ N}$ ，方向竖直向下，求这两个力的合力 F 。

[解析] 解法一 图解法

取单位长度为 10 N 的力，则分别取 3 个单位长度，取 4 个单位长度自 O 点引两条互相垂直的有向线段 OF_1 和 OF_2 。以 OF_1 和 OF_2 为两个邻边作平行四边形，如图所示，则对角线 OF 就是所要求的合力 F 。量出对角线的长度为 5 个单位长度、则合力的大小 $F = 5 \times 10 \text{ N} = 50 \text{ N}$ ，用量角器量出合力 F 与分力 F_1 的夹角 θ 为 53° 。



解法二 计算法

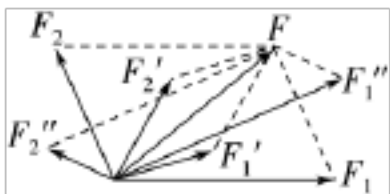
在解法一作的平行四边形中， $\triangle OF_1F$ 为直角三角形，根据直角三角形的几何关系，可以求得斜边 OF 的长度和 OF 与 OF_1 的夹角 θ ，将其转化为物理问题，就可以求出合力 F 的大小和方向，则 $F = \sqrt{\quad + \quad} = 50\text{ N}$ ， $\tan \theta = \frac{\quad}{\quad}$ ， θ 为 53° 。

[答案] 50 N 合力的方向与 F_1 成 53° 角

知识点三 力的分解 矢量和标量

挖掘教材 · 梳理要点

- 1. 力的分解：求一个力的分力的过程。
- 2. 力的分解
 - (1)力的分解也遵从平行四边形定则。
 - (2)如果没有限制，同一个力可以分解为无数对大小、方向不同的分力。如图所示。



- (3)一个已知力的分解要根据具体问题 来确定。

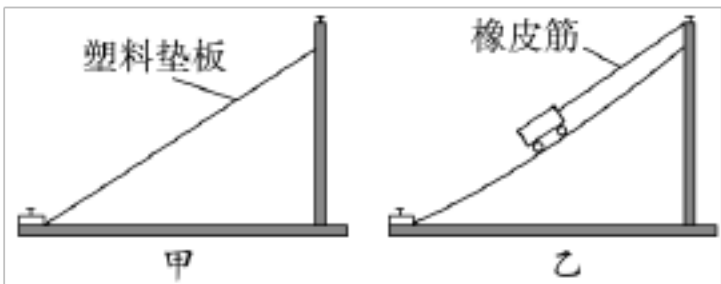
3. 矢量和标量

- (1)矢量：既有大小又有方向，相加时遵从平行四边形定则 的物理量。
- (2)标量：只有大小，没有方向，相加时遵从算术法则 的物理量。

提醒：矢量和标量的根本区别在于它们的运算法则不同，而不是有无方向。

创设情境 · 启发思考

如图甲所示，在一个直角木支架上，用塑料垫板做斜面。将一用橡皮筋拉着的小车放在斜面上(如图乙)，观察塑料垫板和橡皮筋的形变。



问题 1 小车重力对斜面和橡皮筋产生了哪些作用效果？

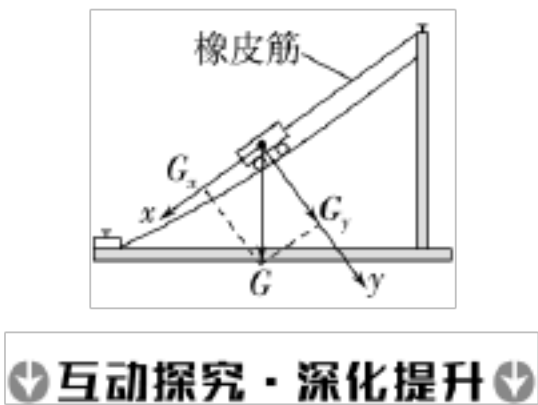
提示：斜面上小车重力产生了两个效果：一是使小车压紧斜面，二是使小车沿斜面下滑，拉伸橡皮筋。

问题 2 如果没有小车重力的作用，还会有这些作用效果吗？

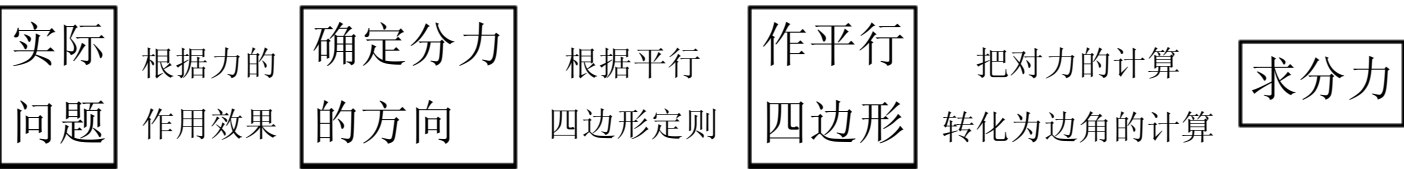
提示：不会。

问题 3 请沿斜面方向和垂直于斜面方向将重力分解。

提示：重力的分解如图所示。



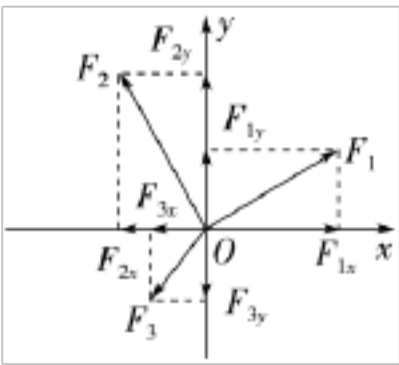
1. 根据力的作用效果分解力的基本思路



2. 正交分解法求合力的步骤

(1)建立坐标系：以共点力的作用点为坐标原点建立直角坐标系，其中 x 轴和 y 轴的选择应使尽量多的力处在坐标轴上。

(2)正交分解各力：将每一个不在坐标轴上的力分解到 x 轴和 y 轴上，并求出各分力的大小，如图所示。

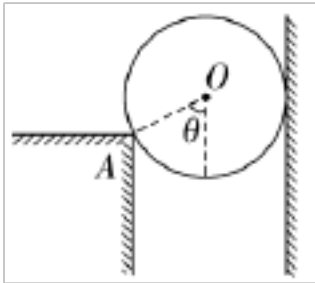


(3)分别求出 x 轴、y 轴上各分力的合力，即 $F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$ ； $F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$ 。

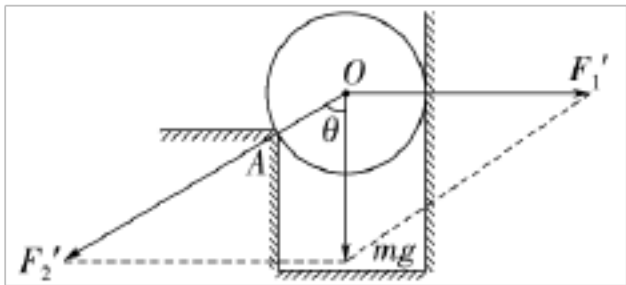
(4)求共点力的合力：合力大小 $F = \sqrt{\quad + \quad}$ ，设合力的方向与 x 轴的夹角为 α ，则 $\tan \alpha = \frac{\quad}{\quad}$ 。

角度 1 力的效果分解

【典例 3】 如图所示，一个重为 100 N 的小球被夹在竖直的墙壁和 A 点之间，已知球心 O 与 A 点的连线与竖直方向成 θ 角，且 $\theta=60^\circ$ ，所有接触点和面均不计摩擦。试求小球对墙面的压力 F_1 和对 A 点压力 F_2 。



[解析] 小球的重力产生两个作用效果：压紧墙壁和 A 点，作出重力及它的两个分力 F_1' 和 F_2' 构成的平行四边形，如图所示。

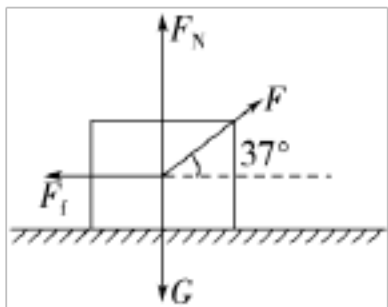


小球对墙面的压力 $F_1=F_1'=mg \tan 60^\circ=100 \sqrt{3} \text{ N}$ ，方向垂直墙壁向右；
小球对 A 点的压力 $F_2=F_2'=\frac{mg}{\cos 60^\circ}=200 \text{ N}$ ，方向沿 OA 方向。

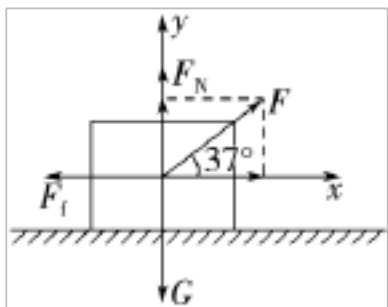
[答案] 见解析

角度 2 力的正交分解

【典例 4】 如图所示，水平地面上的物体重 $G=100 \text{ N}$ ，受到与水平方向成 37° 角的拉力 $F=60 \text{ N}$ ，支持力 $F_N=64 \text{ N}$ ，摩擦力 $F_f=16 \text{ N}$ ，求物体所受的合力及物体与地面间的动摩擦因数。($\sin 37^\circ=0.6$ $\cos 37^\circ=0.8$)



[解析] 对四个共点力进行正交分解，如图所示。



则 x 方向的合力： $F_x=F \cos 37^\circ-F_f=60 \times 0.8 \text{ N}-16 \text{ N}=32 \text{ N}$

y 方向的合力：

$$F_y=F \sin 37^\circ+F_N-G=60 \times 0.6 \text{ N}+64 \text{ N}-100 \text{ N}=0$$

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/296040133023011053>