

第6讲 力的合成与分解

——划重点之精细讲义系列



考点1	共点力的合成
考点2	力的分解
考点3	力的合成与分解方法在实际问题中的应用
考点4	绳上的“死结”和“活结”模型



一. 力的合成

1. 合力与分力

(1)定义: 如果一个力产生的效果跟几个力共同作用的效果相同, 这一个力就叫那几个力的合力, 那几个力就叫这个力的分力.

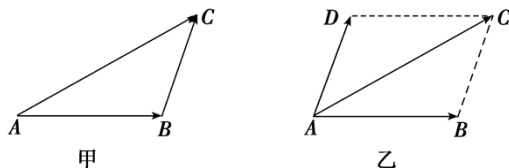
(2)关系: 合力和分力是一种等效替代关系.

2. 共点力: 作用在物体的同一点, 或作用线的延长线交于一点的力.

3. 力的合成: 求几个力的合力的过程.

4. 力的运算法则

(1)三角形定则: 把两个矢量首尾相连从而求出合矢量的方法. (如图甲所示)



(2)平行四边形定则: 求互成角度的两个力的合力, 可以用表示这两个力的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 . (如图乙所示)

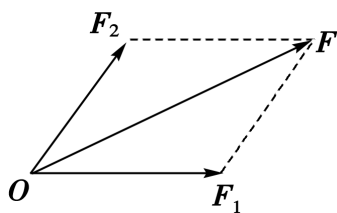
二. 力的分解

1.定义: 求一个已知力的分力的过程. 是力的合成的逆运算. 一个已知力和它的两个分力是同一性质的力, 而且产生于同一个物体, 作用于同一个物体.

2.遵循原则: 遵循平行四边形定则或三角形定则.

3.把一个已知力 F 作为平行四边形的对角线, 与力 F 共点的平行四边形的两个邻边, 就表示力 F

的两个分力 F_1 和 F_2 ，如图所示。这时，合力实际是存在的，分力实际不存在。



4. 分解的方法

(1) 把力按实际效果分解的一般思路



(2) 正交分解法

①定义：将已知力按互相垂直的两个方向进行分解的方法。

②建立坐标轴的原则：一般选共点力的作用点为原点，在静力学中，以少分解力和容易分解力为原则(即尽量多的力在坐标轴上)；在动力学中，以加速度方向和垂直加速度方向为坐标轴建立坐标系。

③方法：物体受到多个力作用 F_1 、 F_2 、 F_3 ...，求合力 F 时，可把各力沿相互垂直的 x 轴、 y 轴分解。

x 轴上的合力：

$$F_x = F_{x1} + F_{x2} + F_{x3} + \dots$$

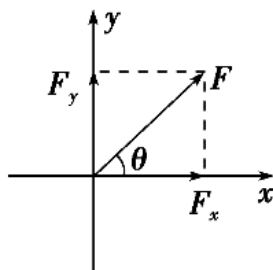
y 轴上的合力：

$$F_y = F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} + \dots$$

$$\text{合力大小：} F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

合力方向：与 x 轴夹角为 θ ，则

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$



一般情况下，应用正交分解法建立坐标系时，应尽量使所求量(或未知量)“落”在坐标轴上，这样解方程较简单，但在本题中，由于两个未知量 F_{AC} 和 F_{BC} 与竖直方向夹角已知，所以坐标轴选取了沿水平和竖直两个方向。



考点 1：共点力的合成

1. 共点力合成的方法

(1)作图法：根据力的三要素，利用力的图示法画规范图示求解。

(2)计算法：根据平行四边形定则作出示意图，然后利用解三角形的方法求出合力，是解题的常用方法。

(3)重要结论

①二个分力一定时，夹角 θ 越大，合力越小。

②合力一定，二等大分力的夹角越大，二分力越大。

③合力可以大于分力，等于分力，也可以小于分力。

2. 合力的大小范围

(1)两个共点力的合成

$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ ，即两个力大小不变时，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 $F_1 + F_2$ 。

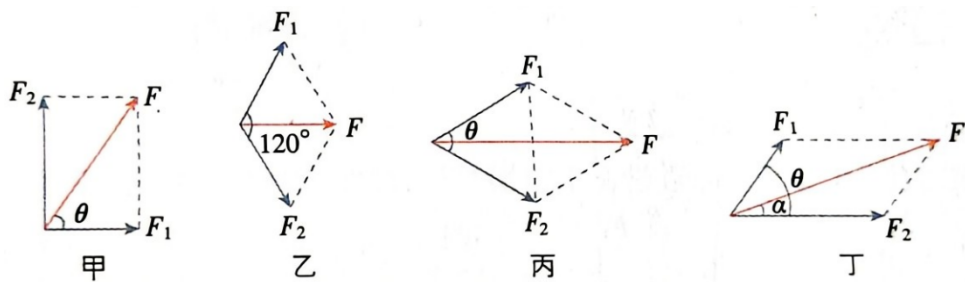
(2)三个共点力的合成

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

②最小值：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，则三个力的合力的最小值为零，如果第三个力不在这个范围内，则合力的最小值为最大的一个力的大小减去另外两个较小的力的大小之和。

3. 运用数学方法求力的大小

①相互垂直的两个力的合成如图甲所示，由几何关系得，合力的大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ ，与 F_1 间的夹角 θ 满足 $\tan\theta = F_2/F_1$ 。



②夹角为 120° 的两等大的力的合成如图乙所示。由几何关系得，对角线将画出的平行四边形分为两个等边三角形，所以合力的大小与分力等大，与每个分力的夹角均为 60° 。

③夹角为 θ 的相同大小的两个力的合成，如图丙所示。由几何关系可知，作出的平行四边形为菱形，其对角线相互垂直且平分，则合力大小 $F = 2F_1 \cos \frac{\theta}{2}$ ，与 F_1 间的夹角为 $\frac{\theta}{2}$ 。例如 $\theta = 60^\circ$ 时，

$$F = \sqrt{3}F_1 = \sqrt{3}F_2。$$

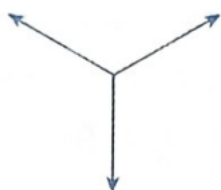
④根据平行四边形定则作出示意图,然后根据正、余弦定理和三角函数等几何知识计算合力.若两个分力的大小分别为 F_1 、 F_2 , 它们之间的夹角为 θ , 由平行四边形定则作出它们的合力示意图如图丁所示, 则

合力的大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$, 合力的方向 $\tan \alpha = \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta}$, α 为

合力 F 与 F_2 之间的夹角。



①3个互成 120° 夹角的大小相等的力合力为零。



②力是矢量, 在求合力时, 要同时求解合力的大小和方向。

③两个等大的力合成: 若两分力夹角小于 120° , 合力比分力大; 若两分力夹角等于 120° , 合力与分力一样大; 若两分力夹角大于 120° , 合力比分力小。

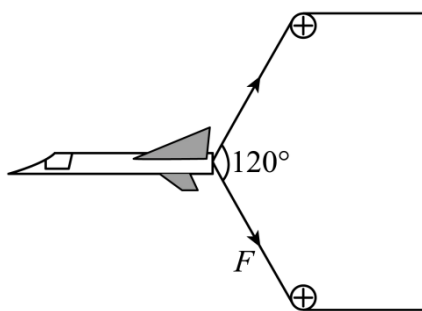
划重点



【考向1】两个力 $F_1 = 8\text{N}$ 和 $F_2 = 6\text{N}$ 之间的夹角 $\theta (0 \leq \theta \leq 180^\circ)$, 其合力为 F , 以下说法正确的是 ()

- A. 合力 F 比分力 F_1 和 F_2 中的任何一个力都大
- B. 当 F_1 和 F_2 大小不变时, θ 角减小, 合力 F 一定减小
- C. 合力 F 不可能大于 14N
- D. 合力 F 不可能小于 6N

【考向2】歼-35 舰载机在航母上降落, 需利用阻拦系统使之迅速停下。如图, 某次着舰时, 飞机钩住阻拦索中间位置, 两段绳索夹角为 120° 时阻拦索中张力为 F , 此刻飞机受阻拦索作用力的大小为 ()

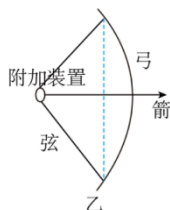


- A. F B. $\sqrt{3}F$ C. $\frac{3}{2}F$ D. $2F$

【考向 3】 在今年的杭州亚运会中，中国选手李佳蔓在射箭比赛中荣获铜牌，如图甲为李佳蔓射箭的场景。已知弓的顶部跨度为 l ，弦均匀且弹性良好，其自由长度为 l 。发射时弦和箭可等效为图乙，假设弓的跨度保持不变，即箭在弦的正中间，弦夹在类似动滑轮的附加装置上，将箭发射出去。已知弦的劲度系数为 k ，发射箭时弦的最大长度为 $2l$ （弹性限度内），则箭被发射瞬间所受的弹力为（设弦的弹力满足胡克定律）（ ）



甲



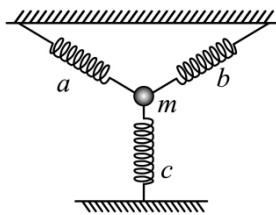
乙

- A. kl B. $\frac{16}{15}kl$ C. $\sqrt{3}kl$ D. $2kl$

【考向 4】 物体受到的三个共点力大小分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 ，关于它们的合力 F 的大小，下列说法中正确的是（ ）

- 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 $F_1 : F_2 : F_3 = 3 : 7 : 9$ ，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

【考向 5】（多选） 如图所示，竖直平面内质量为 m 的小球与三条相同的轻质弹簧相连接。静止时相邻两弹簧间的夹角均为 120° ，已知弹簧 a 、 b 对小球的作用力大小均为 F ，且 $F = mg$ ，则弹簧 c 对此小球的作用力的大小可能为（ ）



A. 0

B. mg

C. $2mg$

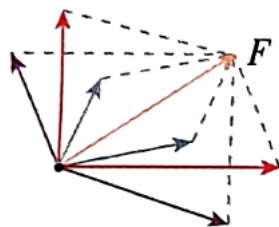
D. $3mg$



考点 2：力的分解

1. 力的分解的几种情况

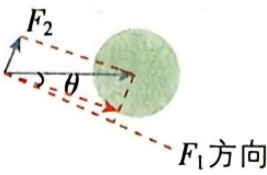
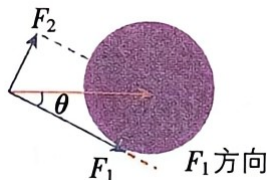
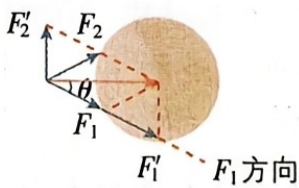
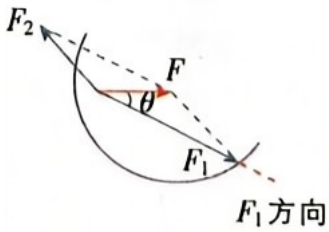
(1) 不受条件限制的分解



一个力分解为两个力，**从理论上讲有无数组解**。因为同一条对角线可以构成的平行四边形有无穷多个（如图）。

(2) 有条件限制的力的分解

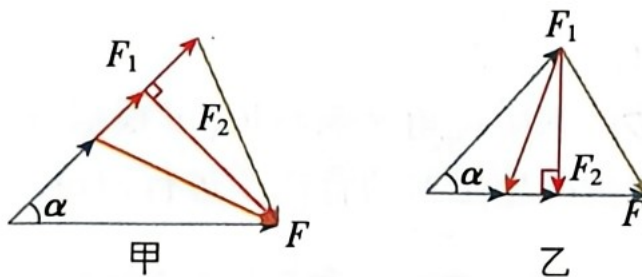
条件	已知条件	分解示意图	解的情况
已知两个分力的方向			唯一解
已知一个分力的大小和方向			唯一解
已知两个分力的大小	$F_1 + F_2 > F$		两解
	$F_1 + F_2 = F$		唯一解

	$F_1 + F_2 < F$		无解
已知一个分力 (F_2) 的大小和另一个分力 (F_1) 的方向	$F_2 < F \sin \theta$		无解
	$F_2 = F \sin \theta$		唯一解
	$F \sin \theta < F_2 < F$		两解
	$F_2 \geq F$		唯一解

划重点 (❗)

力的合成与分解中最小值问题

(1) 当已知合力 F 及一个分力 F_1 的方向时，另一个分力 F_2 最小的条件是两个分力垂直，如图甲所示，最小值 $F_2 = F \sin \alpha$ 。



(2) 当已知合力 F 的方向及一个分力 F_1 的大小、方向时，另一个分力 F_2 最小的条件是分力 F_2 与合力 F 垂直，如图乙所示，最小值 $F_2 = F_1 \sin \alpha$ 。

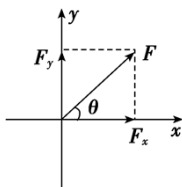
(3) 当已知合力 F 的大小及一个分力 F_1 的大小时，另一个分力 F_2 最小的条件是已知大小的分力 F_1 与合力 F 同方向，最小值 $F_2 = |F - F_1|$ 。

2. 正交分解法

(1)定义：将已知力按互相垂直的两个方向进行分解的方法。

(2)建立坐标轴的原则：一般选共点力的作用点为原点，在静力学中，以少分解力和容易分解力为原则(即尽量多的力在坐标轴上)；在动力学中，以加速度方向和垂直加速度方向为坐标轴建立坐标系。

(3)方法：物体受到多个力作用 F_1 、 F_2 、 F_3 ...，求合力 F 时，可把各力沿相互垂直的 x 轴、 y 轴分解。



x 轴上的合力： $F_x = F_{x1} + F_{x2} + F_{x3} + \dots$

y 轴上的合力： $F_y = F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} + \dots$

合力大小： $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

合力方向：与 x 轴夹角为 θ ，则 $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$ 。

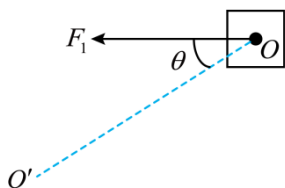
(4)正交分解法的适用原则

①物体受到三个或者三个以上的力的情况。

②只分析物体某一方向的运动情况时，需要把不沿该方向的力正交分解，然后分析该方向上的受力情况。

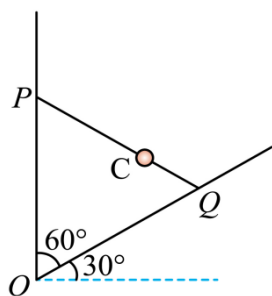


【考向 6】如图所示，小物块静止在光滑水平冰面上，要使小物块沿 OO' 方向运动，在施加水平向左拉力 F_1 的同时还需要再施加一个力 F_2 ， F_2 的最小值为 ()



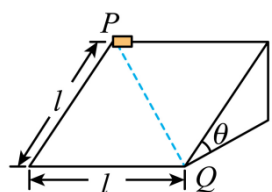
- A. $F_2 = F_1 \sin \theta$ B. $F_2 = F_1 \cos \theta$ C. $F_2 = F_1 \tan \theta$ D. $F_2 = \frac{F_1}{\sin \theta}$

【考向 7】如图，轻质细杆 PQ 上固定一个质量为 m 的小球 C ，将细杆放置于互成 60° 角的两光滑平面上，杆球系统恰好处于静止状态，已知右侧平面与水平面成 30° 角，左侧平面与水平面垂直， $\triangle OPQ$ 为等边三角形， $OPCQ$ 在同一竖直面内。下列说法正确的是（ ）



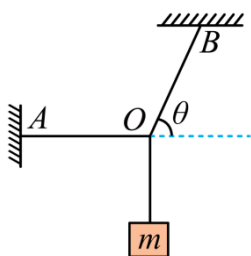
- A. 左侧面对杆的支持力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ B. 左侧面对杆的支持力大小为 mg
- C. 右侧面对杆的支持力大小为 $\sqrt{3}mg$ D. 右侧面对杆的支持力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

【考向 8】如图所示，倾角为 θ 的光滑斜面长和宽均为 l ，一质量为 m 的质点由斜面左上方顶点 P 静止释放，若要求质点沿 PQ 连线滑到 Q 点，已知重力加速度为 g 。则在斜面上，可以对质点施加的作用力大小不可能为（ ）



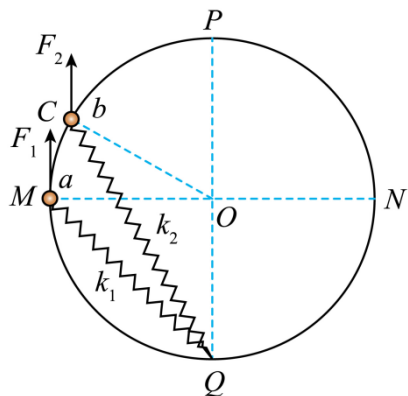
- A. $mg\sin\theta$ B. mg C. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg\sin\theta$ D. $\frac{\sqrt{3}}{3}mg\sin\theta$

【考向 9】（多选）如图所示，轻质细绳 AO 和 BO 相交于 O 点，其 A 、 B 端是固定的，在 O 点用轻质细绳悬挂质量为 m 的物体，平衡时， AO 水平， BO 与水平方向的夹角为 θ ，已知细绳 AO 和 BO 能承受的最大拉力相同， AO 和 BO 的拉力大小分别为 F_1 和 F_2 。则（ ）



- A. $F_1 = mg\tan\theta$
- B. $F_2 = \frac{mg}{\sin\theta}$
- C. F_1 与 F_2 的合力大小为 mg ，方向竖直向上
- D. 增大物体的质量，最先断的是细绳 BO

【考向 10】(多选) (2024·安徽·三模) 如图, 半径为 R 的光滑圆环固定在竖直平面内, MN 为圆的水平直径, PQ 为竖直直径。质量均为 m 的两相同小球 a , b 穿在圆环上, 分别与轻质弹簧 k_1 , k_2 连接, 弹簧的另一端均固定在圆环的 Q 点上, 弹簧原长均为 R 。现对 a , b 两球分别施加竖直向上的拉力 F_1 , F_2 , 两球静止时, a 球恰好位于 M 点, b 球位于 C 点, OC 与 OM 夹角为 30° , 此时 $F_1 = F_2 = 2mg$, 重力加速度为 g , 下列说法正确的是 ()



- A. 连接 a 球的弹簧 k_1 劲度系数为 $\frac{mg}{R}$
- B. 连接 b 球的弹簧 k_2 劲度系数为 $\frac{\sqrt{3}mg}{(\sqrt{3}-1)R}$
- C. b 球受到圆环的作用力大于 a 球受到圆环的作用力
- D. 保持 b 球静止, 改变 F_2 方向, 其最小值为 $\sqrt{3}mg$



考点 3: 力的合成与分解方法在实际问题中的应用

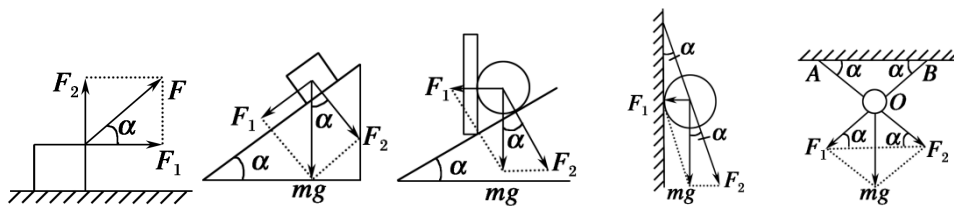
1. 力的效果分解法

① 通常根据力的作用效果分解力才有实际意义。

② 解题思路:



2. 常见实例分析



(1) 拉力 F 一方面使物体沿水平地面前进，另一方面向上提物体，因此拉力 F 可分解为水平向前的力 F_1 ($F_1 = F \cos \alpha$) 和竖直向上的力 F_2 ($F_2 = F \sin \alpha$)。

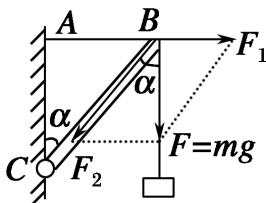
(2) 物体的重力产生两个效果：一是使物体具有沿斜面下滑趋势的分力 F_1 ；二是使物体压紧斜面的分力 F_2 ， $F_1 = mg \sin \alpha$ ， $F_2 = mg \cos \alpha$ 。

(3) 球的重力产生两个效果：一是使球压紧板的分力 F_1 ；二是使球压紧斜面的分力 F_2 。 $F_1 = mg \tan \alpha$ ， $F_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$ 。

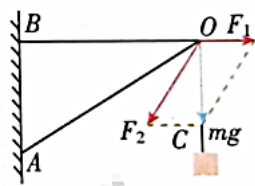
(4) 球的重力产生两个效果：一是使球压紧竖直墙壁的分力 F_1 ；二是使球拉紧悬线的分力 F_2 。 $F_1 = mg \tan \alpha$ ， $F_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$ 。

(5) 物体的重力产生两个效果：一是使物体拉紧 AO 线的分力 F_1 ；二是使物体拉紧 BO 线的分力 F_2 。 $F_1 = F_2 = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$ 。

(6) 质量为 m 的物体被带铰链的支架悬挂而静止，其重力产生两个效果：一是拉伸 AB 的分力 F_1 ；二是压缩 BC 的分力 F_2 。 $F_1 = mg \tan \alpha$ ， $F_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$ 。



(7) 质量为 m 的物体被支架悬挂而静止，其中 OA 为轻杆， A 端固定在墙壁上， OB 、 OC 为两根轻绳，其中一端都固定在 O 点，另外一端分别固定在墙壁上和悬挂重物 m ，此时杆 OA 上的弹力可能沿杆的方向，也可能不沿杆的方向，这个弹力的大小和方向是由 OB 、 OC 两根绳子的拉力共同决定的。图中只是画出了一种可能的情况，拉绳 OB 的分力 F_1 ，和压杆 OA 的弹力 F_2 。



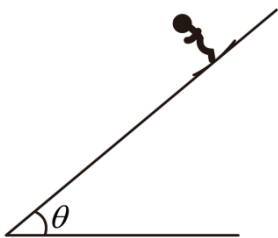
划重点

①将一个力分解为两个分力，仅是一种等效替代，**不能改变力的性质以及受力物体**。力的分解实例 b 中， G_2 是重力 G 的一个分力，它的作用效果是使物体压紧斜面。不能说 G_2 是物体对斜面的压力，这样的说法表示 G_2 的性质是弹力，受力物体是斜面，这是错误的！

划重点

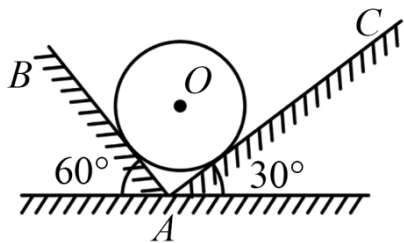
考向预测

【考向 11】如图所示，滑雪运动员从斜面雪道滑下，斜面与水平面间夹角为 θ ，滑板与雪道间的动摩擦因数为 μ ，运动员和滑板所受的重力为 G ，不计空气阻力，则（ ）



- A. 运动员和滑板所受重力沿雪道的分力大小为 $G\sin\theta$
- B. 滑板对雪道的压力大小为 $G\sin\theta$
- C. 雪道对滑板的支持力大小为 $G\tan\theta$
- D. 滑板与雪道间的摩擦力大小为 μG

【考向 12】如图所示 AB 、 AC 两光滑斜面互相垂直， AC 与水平面成 30° 。如把球 O 的重力 G 按照其作用效果分解，则两个分力的大小分别为（ ）



- A. $\frac{1}{2}G$, $\frac{\sqrt{3}}{2}G$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{3}G$, $\sqrt{3}G$
- C. $\frac{\sqrt{2}}{3}G$, $\frac{\sqrt{2}}{2}G$
- D. $\frac{\sqrt{2}}{2}G$, $\frac{\sqrt{3}}{2}G$

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/248121067102006133>