

【高二物理 典题训练 08】

力的合成与分解 答案详解

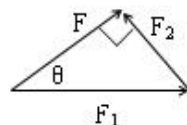
【题型 1】力的合成与其应用

【典例 1】作用于同一点的两个力，大小分别为 $F_1=5\text{ N}$ ， $F_2=4\text{ N}$ ，这两个力的合力 F 与 F_1 的夹角为 θ ，则 θ 可能为（ ）

- A. 45° B. 60° C. 75° D. 90°

【答案】AB

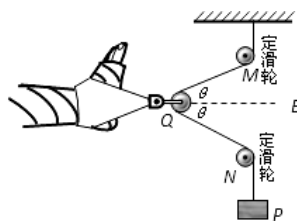
【解析】运用三角定则作出两个力 F_1 和 F_2 合力 F ，如图，根据几何知识得到，当 F_2 与合力 F 垂直时， θ 最大，设 θ 的最大值为 θ_m ，则有 $\sin\theta_m=F_2/F_1=4/5$ ， $\theta_m=53^\circ$ ；所以 θ 可能为 30° 和 45° ，故选 AB。



【考点】力的合成，三角形定则。

【典例 2】如图所示是骨折病人的牵引装置示意图，绳的一端固定，绕过定滑轮 M、N 和动滑轮 Q 后挂着一个重物 P，与动滑轮 Q 相连的帆布带拉着病人的脚，其中 M、N、Q 的位置可以发生变化，整个装置在同一竖直平面内。为了使脚所受的拉力减小，可采取的方法是（ ）

- A. 只减小重物 P 的质量 B. 只增加 NP 间绳的长度
C. 只将病人的脚沿 EQ 方向向左移动 D. 只将病人的脚沿 QE 方向向右移动



【答案】AD

【解析】对与滑轮接触的一小段绳子受力分析，如图受到绳子的两个等大的拉力，

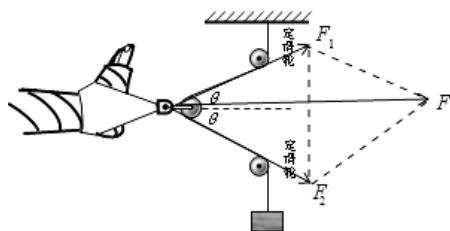
$$F_1=F_2=mg, 2F_1\cos\theta=F, \text{ 解得: } F=2mg\cos\theta$$

要减小拉力 F ，关键是要增大角 θ 或者减小 m 。

增加绳子长度不会改变角度 θ ，故不会改变力 F ；

将脚向左移动，会减小角 θ ，会增加拉力，将脚向右移动，

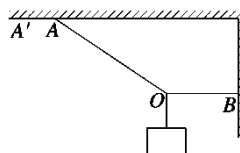
会增大角 θ ，会减小拉力。故 A、D 正确，B、C 错误。



【考点】力的合成，平行四边形定则。

【典例 3】如图所示，绳子的悬点 A 缓慢地移到 A' 点的过程中，关于绳子 AO 和 BO 张力的合力变化情况，下列结论正确的是（ ）

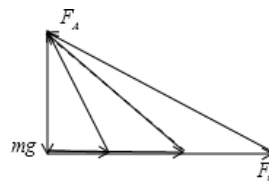
- A. 逐渐变大 B. 逐渐变小
C. 先逐渐变大后逐渐变小 D. 保持不变



【答案】A

【解析】对点 O 受力分析，受重力 mg 、拉力 F_B 和 F_A ，由于三个力合力为零，将三个力首尾相连，构成一个闭合的矢量三角形，如图：

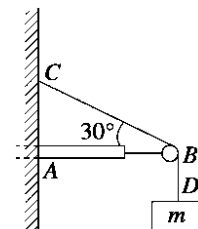
从上图可以看出，当绳子的悬点 A 缓慢地移到 A' 点的过程中，细线 AO 与竖直方向夹角逐渐变大的过程中，拉力 F_A 逐渐增大，拉力 F_B 也逐渐增大；故 A 正确。



【考点】力的合成，三角形定则，力的动态平衡。

【典例 4】水平横梁一端 A 插在墙壁内，另一端装有一小滑轮 B。一轻绳的一端 C 固定于墙壁上，另一端跨过滑轮后悬挂一质量为 $m=10\text{ kg}$ 的重物， $\angle CBA=30^\circ$ ，如图所示，则滑轮受到绳子的作用力为（ g 取 10 N/kg ）（ ）

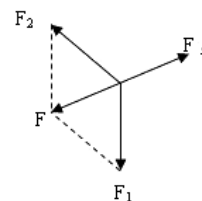
- A. 50 N B. $50\sqrt{3}\text{ N}$
C. 100 N D. $100\sqrt{3}\text{ N}$



【答案】C

【解析】滑轮受到绳子的作用力应为图中两段绳中拉力 F_1 和 F_2 的合力，因同一根绳张力处处相等，都等于物体的重量，即 $F_1=F_2=G=mg=100\text{ N}$ 。

用平行四边形定则作图，由于拉力 F_1 和 F_2 的夹角为 120° ，则有合力 $F=100\text{ N}$ ，所以滑轮受绳的作用力为 100 N 。方向与水平方向成 30° 角斜向下，故选 C。

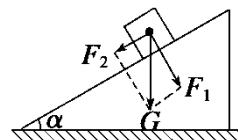


【考点】力的合成，平行四边形定则。

【题型 2】力的分解与其应用

【典例 5】如图所示，重力为 G 的物体静止在倾角为 α 的斜面上，将重力 G 分解为垂直斜面向下的力 F_1 和平行斜面向下的力 F_2 ，那么（ ）

- A. F_1 就是物体对斜面的压力
B. 物体对斜面的压力方向与 F_1 方向相同，大小为 $G\cos\alpha$
C. F_2 就是物体受到的静摩擦力
D. 物体受到重力、斜面对物体的支持力、静摩擦力、 F_1 和 F_2 共五个力的作用



【答案】B

【解析】A、 F_1 不是物体对斜面的压力，而使物体紧压斜面的力，因为物体对斜面的压力的受力物体是斜面，而 F_1 的受力体是物体，故 A 错误。

B、物体对斜面的压力方向垂直于斜面向下，与 F_1 的方向相同，根据几何知识得到， $F_1=G\cos\alpha$ 。故 B 正确。

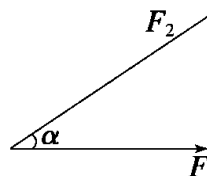
C、 F_2 不是物体受到的静摩擦力，而使物体下滑的力，根据平衡条件得知： F_2 的大小等于物体受到的静摩擦力，故 C 错误。

D、物体受到重力、斜面对物体的支持力、静摩擦力三个力作用，受力分析时分力不能分析，故 D 错误。

【考点】力的分解，合力与分力的定义。

【典例 6】将力 F 分解成 F_1 、 F_2 两个分力，如果已知 F_1 的大小和 F_2 与 F 之间的夹角 α ， α 为锐角，如图所示，则 ()

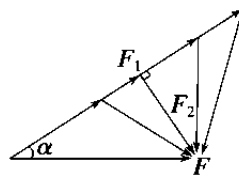
- A. 当 $F_1 > F \sin \alpha$ 时，一定有两解
B. 当 $F > F_1 > F \sin \alpha$ 时，有两解
C. 当 $F_1 = F \sin \alpha$ 时，有唯一解
D. 当 $F_1 < F \sin \alpha$ 时，无解



【答案】BCD

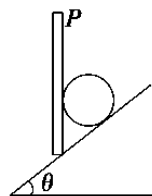
【解析】已知一个分力 F_1 的方向和另一个分力 F_2 的大小，对力 F 进行分解，则有三种可能 (F_1 与 F 的夹角为 α ，尺规作图法)：

- ① $F_2 < F \sin \alpha$ 时无解，D 正确。
② $F_2 = F \sin \alpha$ 或 $F_2 \geq F$ 时有一组解，C 正确、A 错误。
③ $F \sin \alpha < F_2 < F$ 时有两组解，B 正确。



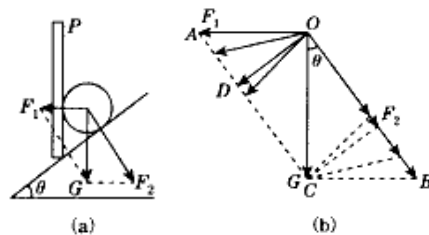
【考点】力的分解，三角形定则。

【典例 7】如图所示，一倾角为 θ 的固定斜面上，有一块可绕其下端转动的挡板 P，今在挡板与斜面间夹有一重为 G 的光滑球。试求挡板 P 由图示的竖直位置缓慢地转到水平位置的过程中，球对挡板压力的最小值是多大？



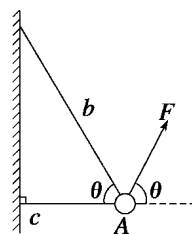
【答案】 $G \sin \theta$

【解析】如图(a)所示，球对挡板的压力就等于重力沿垂直于挡板方向上的分力 F_1 。在挡板 P 缓慢转动的过程中，重力 G 的大小和方向保持不变，分力 F_2 的方向不变，总与斜面垂直，分力 F_1 的大小和方向都发生变化，所以构成的平行四边形的形状对应变化，但无论如何变化，所构成的平行四边形总夹在两条平行线 OB 和 AC 之间，如图(b)所示。由图可知，表示 F_1 的线段中最短的是 OD ($OD \perp AC$)，则分力 F_1 的最小值 $F_{1\min} = G \sin \theta$ ，这个值也就等于球对挡板压力的最小值。



【考点】力的分解，平行四边形定则。

【典例 8】物体 A 的质量为 2 kg ，两根轻细绳 b 和 c 的一端连接于竖直墙上，另一端系于物体 A 上，在物体 A 上另施加一个方向与水平线成 θ 角的拉力 F ，相关几何关系如图所示， $\theta = 60^\circ$ 。若要使两绳都能伸直，求拉力 F 的大小范围。(g 取 10 m/s^2)



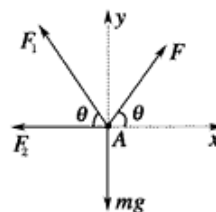
【答案】 $\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ N} \leq F \leq \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ N}$

【解析】作出物体 A 受力如图所示，由平衡条件：

$$F_y = F \sin \theta + F_1 \sin \theta - mg = 0 \quad (1)$$

$$F_x = F \cos \theta - F_2 - F_1 \cos \theta = 0 \quad (2)$$

$$\text{由①②式分别得：} F = \frac{mg}{\sin \theta} - F_1 \quad (3) \quad F = \frac{F_2}{2 \cos \theta} + \frac{mg}{2 \sin \theta} \quad (4)$$



要使两绳都能绷直，则有：

$$F_1 \geq 0 \quad ⑤$$

$$F_2 \geq 0 \quad ⑥$$

由③⑤式得 F 有最大值： $F_{\max} = \frac{mg}{\sin \theta} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ N}$,

由④⑥式得 F 有最小值： $F_{\min} = \frac{mg}{2\sin \theta} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ N}$,

综合得 F 的取值范围： $\frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ N} \leq F \leq \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ N}$ 。

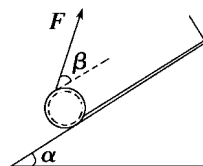
【考点】力的正交分解，平衡方程与其求解。

[典例 9] 在倾角为 α 的斜面上，一条质量不计的皮带一端固定在斜面上端，另一端绕过一中间有一圈凹槽的圆柱体，并用与斜面夹角为 β 的力 F 拉住，使整个装置处于静止状态。不计一切摩擦，圆柱体质量为 m ，求拉力 F 的大小和斜面对圆柱体的弹力 F_N 的大小。

某同学分析过程：将拉力 F 沿斜面和垂直于斜面方向进行分解。

沿斜面方向： $F \cos \beta = mg \sin \alpha$ ①

沿垂直于斜面方向： $F \sin \beta + F_N = mg \cos \alpha$ ②



问：你同意上述分析过程吗？若同意，按照这种分析方法求出 F 及 F_N 的大小；若不同意，指明错误之处并求出你认为正确的结果。

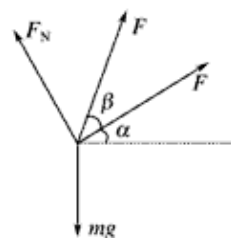
【答案】不同意； $mg \cos \alpha - mg \sin \beta \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \beta}$

【解析】平行于斜面的皮带对圆柱体也有力的作用，其受力如图所示：

故①式应改为： $F \cos \beta + F = mg \sin \alpha$ ③

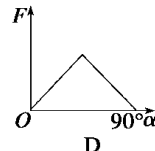
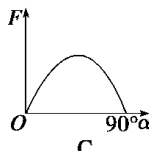
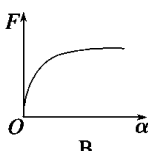
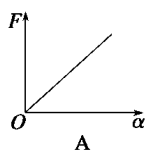
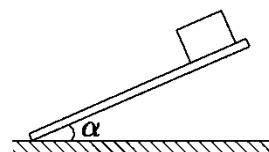
由③得 $F = mg \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \beta}$ ④

将④代入②，解得 $F_N = mg \cos \alpha - F \sin \beta = mg \cos \alpha - mg \sin \beta \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \beta}$



【考点】受力分析，力的正交分解，平衡方程与其求解。

[典例 10] 长直木板的上表面的一端放置一个铁块，木板放置在水平面上，将放置铁块的一端由水平位置缓慢地向上抬起，木板另一端相对水平面的位置保持不变，如图所示。铁块受到的摩擦力 F 与木板倾角 α 变化的图线可能正确的是（设最大静摩擦力的大小等于滑动摩擦力大小）（ ）



【答案】C

【解析】使铁块沿着斜面下滑的力是 $F = mg \sin \alpha$ ，而对于一个确定角度 α ，最大静摩擦力是 $f_m = \mu mg \cos \alpha$ ，当 α 改变， f_m 也随之改变。

(1) 如果 $F < f_m$ ，物体能够静止在斜面上，故受到静摩擦，由平衡条件得到摩擦力 $f = F = mg \sin \alpha$ 。

(2)当 α 持续变大，会出现 $F=f_m$ 的情况，物体刚好不沿斜面下滑，受最大静摩擦力，若“最大静摩擦力的大小等于滑动摩擦力大小”，则有 $f=F=mgsin\alpha=\mu mgcos\alpha$ 。

(3)当 α 继续变大，即出现 $F>f_m$ 的情况，物体沿斜面下滑，受滑动摩擦，摩擦力 $f=f_m=\mu mgcos\alpha$ ，由上述分析可知，在阶段 1、2 即静摩擦阶段， $f=F=mgsin\alpha$ ，正弦函数 $sin\alpha$ 随 α 变大而变大；当 F 大于 f_m 后，就进入第 3 阶段即动摩擦阶段， $f=f_m=\mu mgcos\alpha$ ，余弦函数随 α 变大而变小。在“设最大静摩擦力的大小等于滑动摩擦力大小”的情况下，两阶段的衔接处没有数值突变，故变化图象应为 C 图。

【考点】 受力分析，力的正交分解，平衡方程，摩擦力的性质与计算。