

【高一物理 典题训练 10】

共点力的平衡问题（一） 答案详解

【题型 1】三角形法

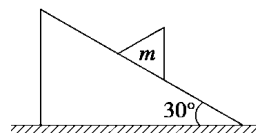
物体受三个力作用而平衡时，其中任意两个力的合力必与第三个力等大反向。可利用力的平行四边形定则，画出矢量三角形，然后利用三角函数、勾股定理、相似三角形等数学知识求解。

1. 直角三角形

如果共点的三个力平衡，且三个力构成直角三角形，则可根据三角形的边角关系，利用三角函数或勾股定理求解。

【典例 1】如图所示，质量为 m 的等边三棱柱静止在水平放置的斜面上。已知三棱柱与斜面之间的动摩擦因数为 μ ，斜面的倾角为 30° ，则斜面对三棱柱的支持力与摩擦力的大小分别为（ ）

- A. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ 和 $\frac{1}{2}mg$ B. $\frac{1}{2}mg$ 和 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
C. $\frac{1}{2}mg$ 和 $\frac{1}{2}\mu mg$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ 和 $\frac{\sqrt{3}}{2}\mu mg$



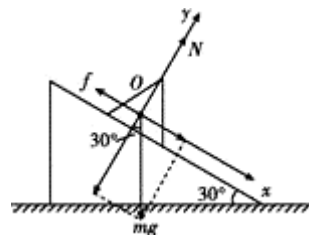
【答案】A

【解析】对三棱柱受力分析如图所示，沿斜面方向和垂直斜面方向建立直角坐标系，对重力进行分解，根据共点力平衡条件，三棱柱合力为 0。

故沿斜面方向的合力为 0: $F_f - mg \sin 30^\circ = 0$;

垂直斜面方向合力为 0: $F_N - mg \cos 30^\circ = 0$ 。

解得: $F_f = \frac{1}{2}mg$, $F_N = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$, 故选 A。



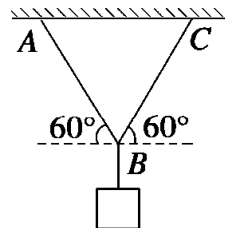
【考点】受力分析，力的分解，平衡方程。

2. 动态三角形

平衡问题中的一个力是变力，是动态力，力的大小和方向均要发生变化。

【典例 2】如图所示，两根等长的绳子 AB 和 BC 吊一重物静止，两根绳子与水平方向夹角均为 60° 。现保持绳子 AB 与水平方向的夹角不变，将绳子 BC 逐渐缓慢地变化到沿水平方向，在这一过程中，绳子 BC 的拉力变化情况是（ ）

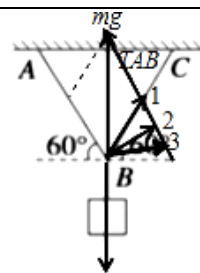
- A. 增大 B. 先减小，后增大
C. 减小 D. 先增大，后减小



【答案】B

【解析】以结点 B 为研究对象，分析受力情况，根据平衡条件得知，绳 OA 的拉力 T_{AB} 与绳 BC 的拉力 T_{BC}

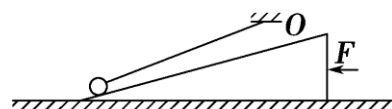
的合力与重力大小相等、方向相反。作出将绳子 BC 逐渐缓慢地变化到沿水平方向过程中三个位置力的合成图如图，则由几何知识得知，绳子 AB 拉力一直增大。而 BC 拉力在两绳垂直时最小，即图中 2 的位置，故 BC 拉力先变小后增大。故选：B。



【考点】受力分析，动态平衡问题，三力平衡，三角形定则。

[典例 3] 如图所示，小球用细绳系住，绳的另一端固定于 O 点。现用水平力 F 缓慢推动斜面体，小球在斜面上无摩擦地滑动，细绳始终处于直线状态，当小球升到接近斜面顶端时细绳接近水平，此过程中斜面对小球的支持力 F_N 以及绳对小球的拉力 F_T 的变化情况是 ()

- A. F_N 保持不变， F_T 不断增大
- B. F_N 不断增大， F_T 不断减小
- C. F_N 保持不变， F_T 先增大后减小
- D. F_N 不断增大， F_T 先减小后增大



【答案】D

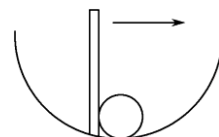
【解析】先对小球进行受力分析，重力、支持力 F_N 、拉力 F_T 组成一个闭合的矢量三角形，由于重力不变、支持力 F_N 方向不变，且从已知图形知 $\beta > \theta$ ，且 β 逐渐变小，趋向于 0；故斜面向左移动的过程中，拉力 F_T 与水平方向的夹角 β 减小，当 $\beta = \theta$ 时， $F_T \perp F_N$ ，细绳的拉力 F_T 最小，由图可知，随 β 的减小，斜面的支持力 F_N 不断增大， F_T 先减小后增大。故 D 正确。ABC 错误。故选 D。



【考点】受力分析，动态平衡问题，三力平衡，三角形定则。

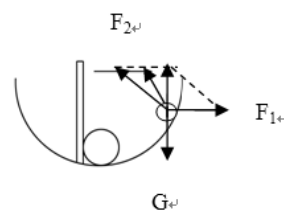
[典例 4] 如图所示，一光滑小球静止放置在光滑半球面的底端，用竖直放置的光滑挡板水平向右缓慢地推动小球，则在小球运动的过程中（该过程小球未脱离球面），木板对小球的推力 F_1 、半球面对小球的支持力 F_2 的变化情况正确的是 ()

- A. F_1 增大， F_2 减小
- B. F_1 增大， F_2 增大
- C. F_1 减小， F_2 减小
- D. F_1 减小， F_2 增大



【答案】B

【解析】据题意，当挡板向右缓慢平移时，小球缓慢向上移动，小球可以看成平衡状态，对小球受力分析，小球受到重力 G 、挡板给的支持力 F_1 和半圆给的支持力 F_2 ，当小球上移时，三个力的大小变化如图所示，则可知， F_1 和 F_2 均变大，所以 B 选项正确。

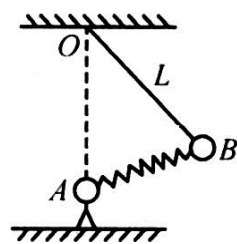


【考点】受力分析，动态平衡问题，三力平衡，三角形定则。

3.相似三角形

力学三角形与某个几何三角形相似，则可用相似三角形的特点求解。

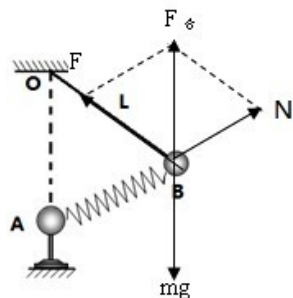
【典例 5】如图所示，A、B 两球用劲度系数为 k 的轻弹簧相连，B 球用长为 L 的细绳悬于 O 点，A 球固定在 O 点正下方，且 O、A 间的距离恰为 L ，此时绳子所受的拉力为 F_1 ，现把 A、B 间的弹簧换成劲度系数为 k_2 的轻弹簧，仍使系统平衡，此时绳子所受的拉力为 F_2 ，则 F_1 与 F_2 大小之间的关系为（ ）



- A. $F_1 < F_2$ B. $F_1 > F_2$
C. $F_1 = F_2$ D. 无法确定

【答案】C

【解析】以小球 B 为研究对象，分析受力情况，由平衡条件可知，弹簧的弹力 N 和绳子的拉力 F 的合力 $F_{\text{合}}$ 与重力 mg 大小相等，方向相反，即 $F_{\text{合}} = mg$ 。作出力的合成如图，由三角形相似得： $\frac{F_{\text{合}}}{OA} = \frac{F}{OB}$ ，又由题， $OA = OB =$

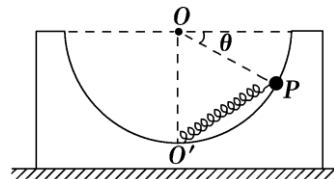


L ，得， $F = F_{\text{合}} = mg$ 。可见，绳子的拉力 F 只与小球 B 的重力有关，与弹簧的劲度系数 K 无关，所以得到 $F_1 = F_2$ ，故选：C。

【考点】受力分析，相似三角形，三力平衡，平行四边形定则。

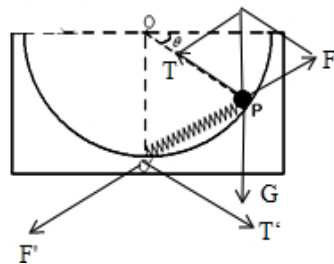
【典例 6】如图所示，质量为 M 、半径为 R 、内壁光滑的半球形容器静止在粗糙水平地面上，O 为球心。有一劲度系数为 k 的轻弹簧一端固定在半球形容器底部 O' 处，另一端与质量为 m 的小球相连，小球静止于 P 点。已知地面与半球形容器间的动摩擦因数为 μ ，OP 与水平方向的夹角为 $\theta = 30^\circ$ ，下列说法正确的是（ ）

- A. 小球受到轻弹簧的弹力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
B. 小球受到容器的支持力大小为 $\frac{mg}{2}$
C. 小球受到容器的支持力大小为 mg
D. 半球形容器受到地面的摩擦力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$



【答案】C

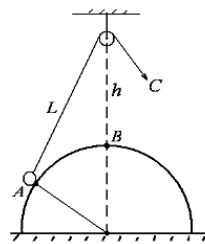
【解析】A、B、C 对小球受力分析，如图所示，由于图象中 $OP = O'P = OO'$ ，故三角形为等边三角形；由相似三角形可知，力学三角形满足 $T = F = mg$ ，故 AB 错误；C 正确；



D、以容器和小球整体为研究对象，分析受力可知：竖直方向有：总重力、地面的支持力，水平方向地面对半球形容器没有摩擦力。故 D 错误。故选 C。

【考点】受力分析，相似三角形，三力平衡，整体法。

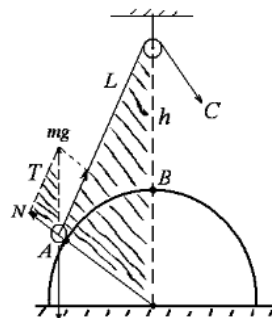
【典例 7】半径为 R 的球形物体固定在水平地面上，球心正上方有一光滑的小滑轮，滑轮到球面 B 的距离为 h ，轻绳的一端系一小球，靠放在半球上的 A 点，另一端绕过定滑轮后用力拉住，使小球静止，如图 1-1 所示，现缓慢地拉绳，在使小球由 A 到 B 的过程中，半球对小球的支持力 N 和绳对小球的拉力 T 的大小变化的情况是（ ）



- A、N 变大，T 变小
B、N 变小，T 变大
C、N 变小，T 先变小后变大
D、N 不变，T 变小

【答案】D

【解析】如图所示，对小球：受力平衡，由于缓慢地拉绳，所以小球运动缓慢视为始终处于平衡状态，其中重力 mg 不变，支持力 N ，绳子的拉力 T 一直在改变，但是总形成封闭的动态三角形。由于在这个三角形中有四个变量：支持力 N 的大小和方向、绳子的拉力 T 的大小和方向，所以还要利用其它条件。实物（小球、绳、球面的球心）形成的三角形也是一个动态的封闭三角形，并且始终与三力形成的封闭三角形相似，则有比例式： $\frac{T}{L} = \frac{mg}{R+h} = \frac{N}{R}$ ，可得： $T = \frac{L}{R+h}mg$ ，运动过程中 L 变小， T 变小。 $N = \frac{R}{R+h}mg$ ，运动中各量均为定值，支持力 N 不变。D 正确。



【考点】受力分析，相似三角形，三力平衡，三角形定则。