

第 3 节：牛顿第三定律、 共点力的平衡

广州第 86 中学 冯彩仪

复习目标



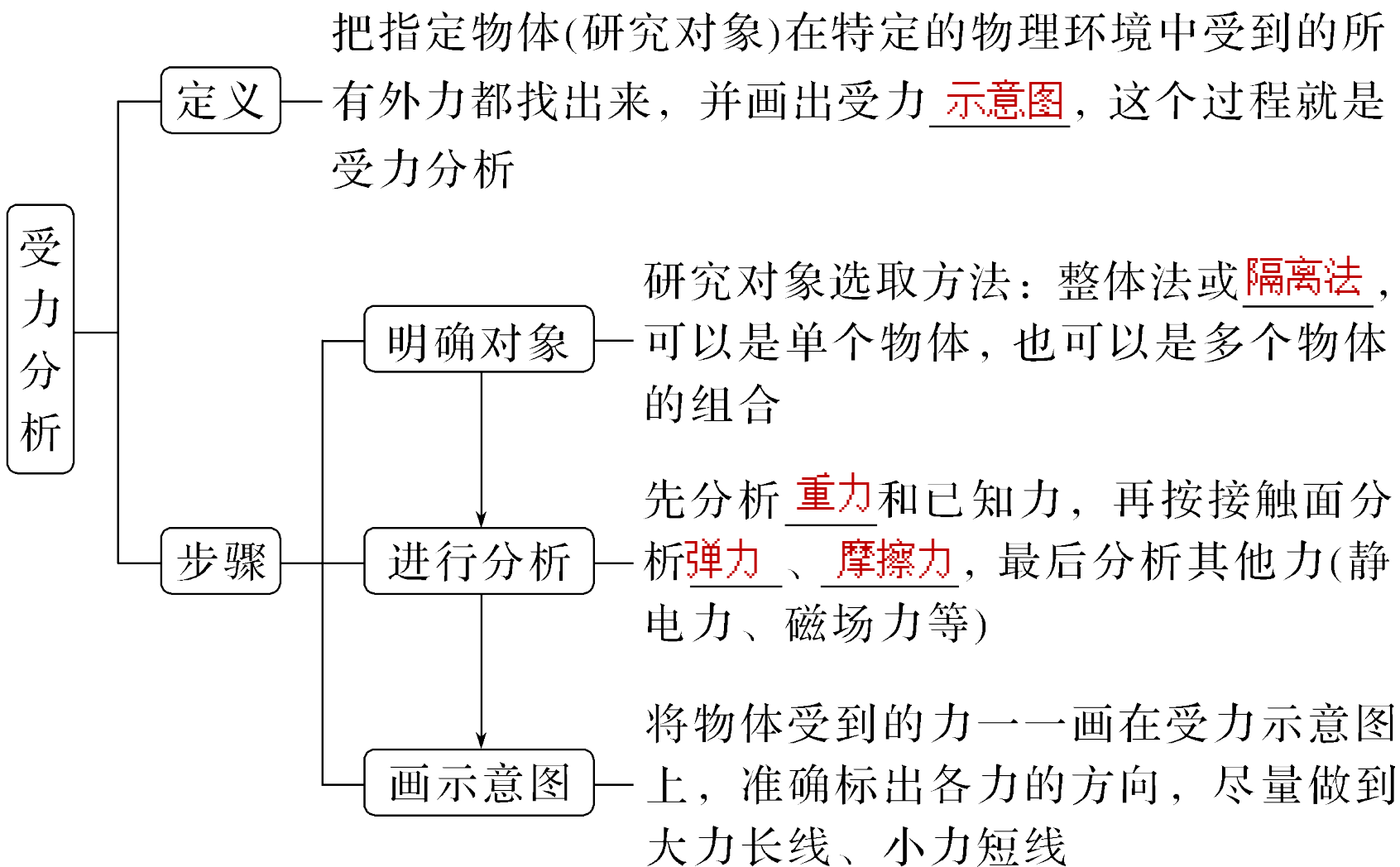
黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 理解牛顿第三定律的内容，并能区分一对作用力和反作用力与一对平衡力。
2. 熟练掌握受力分析的步骤，会灵活应用整体法、隔离法并结合牛顿第三定律进行受力分析。
3. 会用共点力平衡的条件分析解决平衡问题。

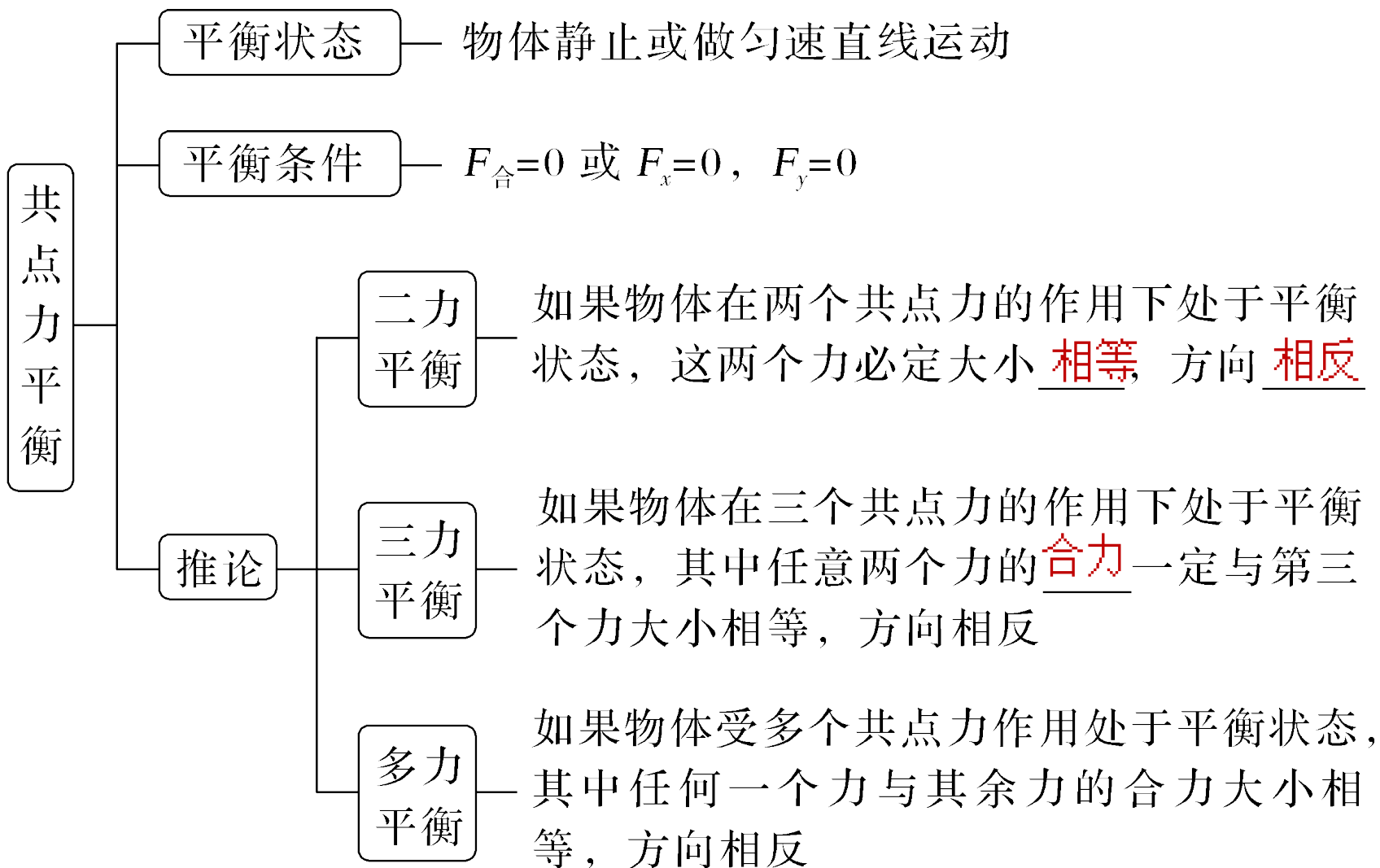
1

夯实必备知识

1.



2.



夯实必备知识

1. 思考判断

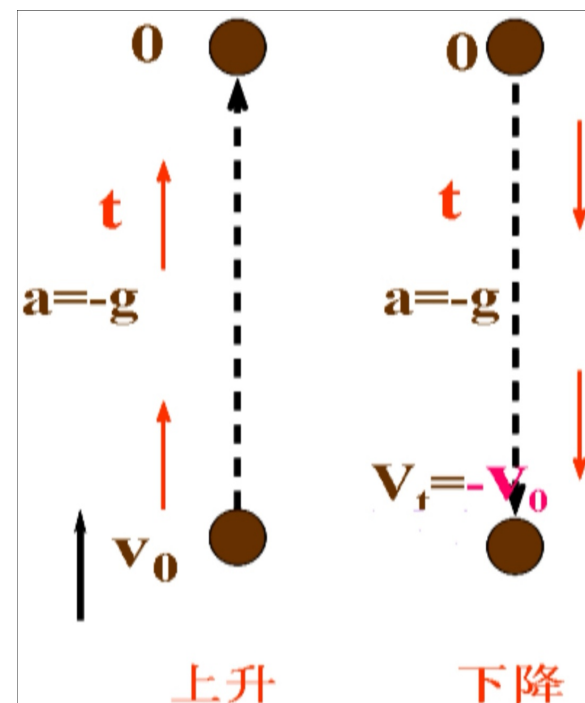
(1) 物体的速度为零即处于平衡状态。(☒)

(2) 物体处于平衡状态时, 其加速度一定为零。(☐)

(3) 物体受三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 作用处于平衡状态, 若将 F_2 转动 90° , 则这三个力的合力的大小为 $\sqrt{2}F_2$ 。(☐)

解析:

(1) 平衡状态条件是物体所受合力为零, 在竖直上抛运动中, 最高点物体速度为零, 仍然受到重力, 合力不等于零。





夯实必备知识

1. 思考判断

(1) 物体的速度为零即处于平衡状态。(☒)

(2) 物体处于平衡状态时, 其加速度一定为零。(☒)

(3) 物体受三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 作用处于平衡状态, 若将 F_2 转动 90° , 则这三个力的合力大小为 $\sqrt{2}F_2$ 。(☐)

解析:

(2) 平衡状态下物体受到的合力为零, 根据牛顿第二定律, 加速度一定为零。

夯实必备知识

1. 思考判断

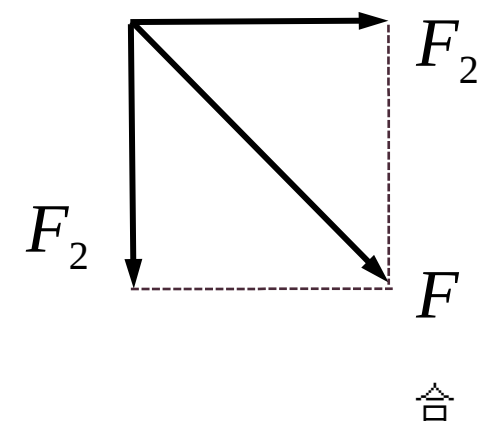
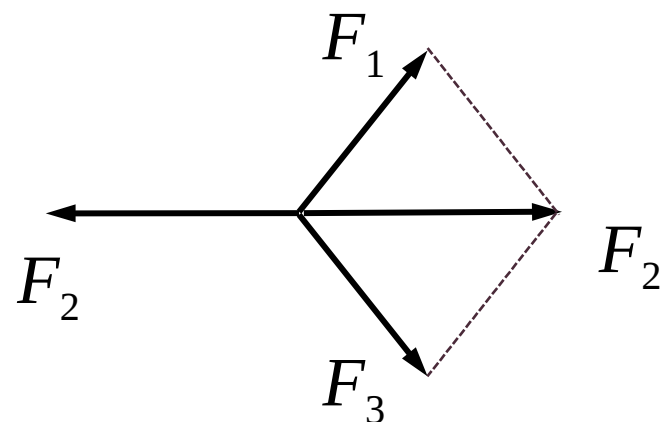
(1) 物体的速度为零即处于平衡状态。(×)

(2) 物体处于平衡状态时, 其加速度一定为零。(√)

(3) 物体受三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 作用处于平衡状态, 若将 F_2 转动 90° , 则这三个力的合力大小为 $\sqrt{2}F_2$ 。(√)

解析:

(3) 三力平衡中 F_1 、 F_3 合力与 F_2 等大反向, 当 F_2 转动 90° 受力分析如右图所示, 合力大小为 $\sqrt{2}F_2$



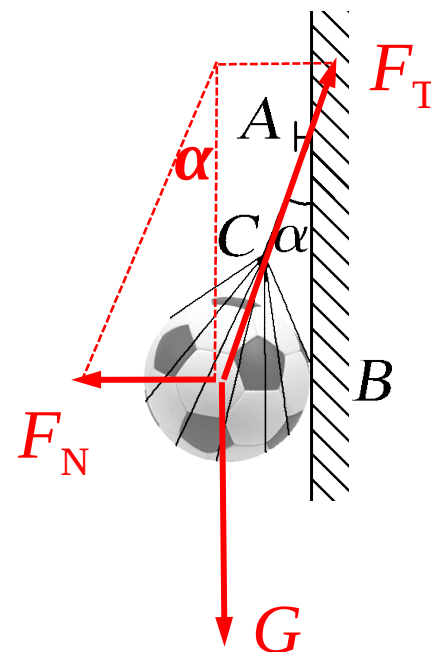
2. 如图所示，在光滑墙壁上用网兜把足球挂在 A 点，足球与墙壁的接触点为 B。足球的重力为 G ，AC 绳与墙壁的夹角为 α ，墙壁对球的支持力为 F_N ，AC 绳的拉力为 F_T ，不计网兜的重力。则下列关系式正确的是 ()

A. $F_T = F_N$

B. $F_T = G \sin \alpha$

C. $F_T > G$

D. $F_N = \frac{G}{\tan \alpha}$



解析：根据受力分析图，
解析：根据受力分析图，

$$\begin{aligned} F_T &= \frac{G}{\cos \alpha} \\ F_N &= G \tan \alpha \\ F_N &= G \tan \alpha \end{aligned}$$

3.

牛顿第三定律

内容

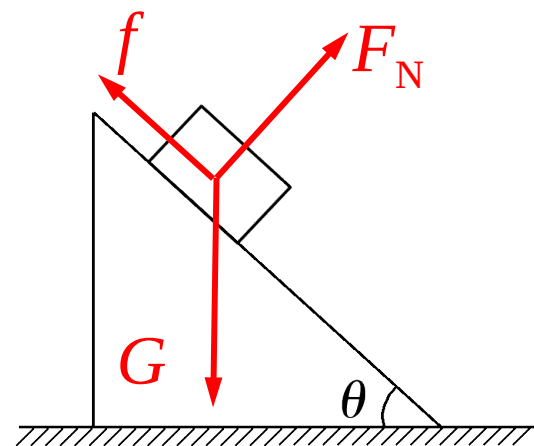
两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

表达式

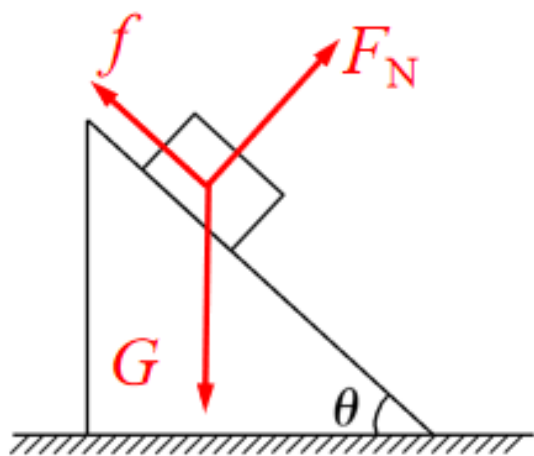
$$F = -F'$$

物体静止在固定的斜面上，分析作用力与反作用力

作用力与
反作用力



判断：（1）物体所受的重力和斜面对物体的作用力是一对平衡力？
（2）物体所受的重力可以分解为沿斜面向下的力和对斜面的压力？



解析

〔 1 〕斜面对物体的作用力是支持力和摩擦力的合力，与重力平衡，所以物体所受的重力和斜面对物体的作用力是一对平衡力；

〔 2 〕物体所受的重力可以分解为沿斜面向下的力和垂直于斜面向下的力，重力与压力的性质不同，所以垂直于斜面向下的力不是对斜面的压力。

夯实必备知识



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

3. 一对平衡力和作用力与反作用力的比较

	平衡力	作用力与反作用力
相同点	大小相等，方向相反，作用在同一条直线上	
作用对象	同一物体	两个相互作用的不同物体
作用时间	不一定同时产生、同时消失	一定同时产生、同时消失
力的性质	不一定相同	一定相同
作用效果	可相互抵消	不可抵消

2

研透核心考点

考点一 受力分析

考点二 共点力的平衡条件及应用

考点一 受力分析



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

受力分析的四种方法

假设法	在未知某力是否存在时,先对其做出不存在的假设,然后根据该力不存在对物体运动状态的影响来判断该力是否存在
整体法	将加速度相同的几个相互关联的物体作为一个整体进行受力分析的方法
隔离法	将所研究的对象从周围的物体中分离出来,单独进行受力分析的方法
动力学分析法	对加速运动的物体进行受力分析时,应用牛顿运动定律进行分析求解的方法



考点一 受力分析

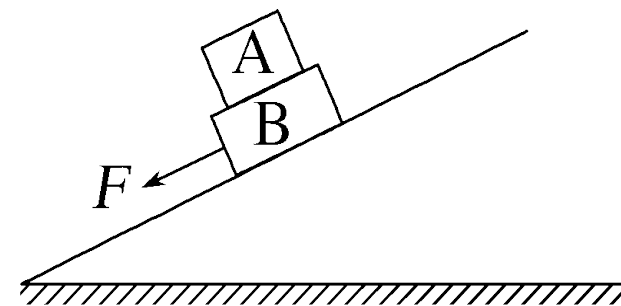
例 1 (2025·北京卷,6) 如图所示,长方体物块 A、B 叠放在斜面上,B 受到一个沿斜面方向的拉力 F ,两物块保持静止。B 受力的个数为 **C**

A.4

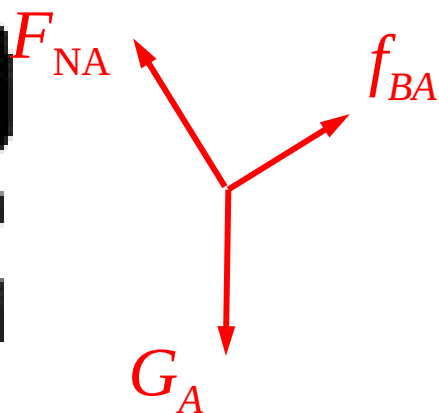
B.5

C.6

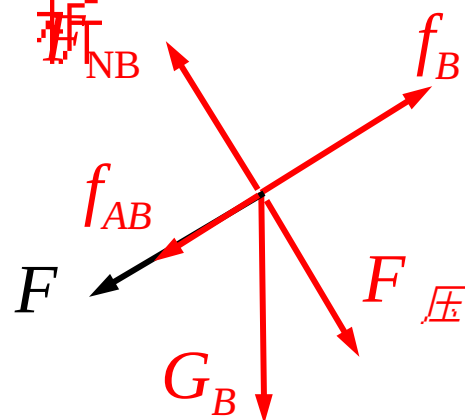
D.7



对 A 受力分析



对 B 受力分析



考点一 受力分析

例 2(多选) 如图所示, 两个相似的斜面体 A 、 B 在竖直向上的力 F 的作用下静止靠在竖直粗糙墙壁上. 关于斜面体 A 和 B 的受力情况, 下列说法

正确的是 ()

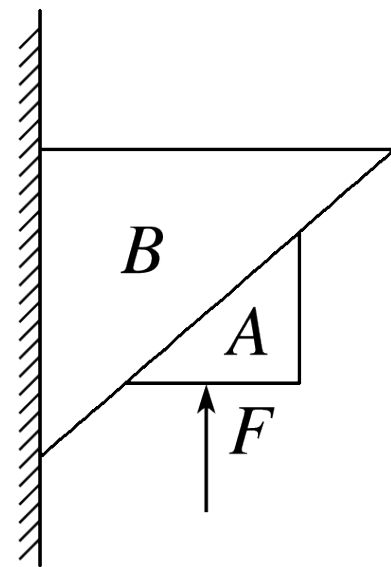
AD

A. A 一定受到四个力

B. B 可能受到四个力

C. B 与墙壁之间一定有弹力和摩擦力

D. A 与 B 之间一定有摩擦力



受力分析的三个技巧

- 1、可取研究对象为研究对象上的一研究对象，并从此研究对象上取一质点。
- 2、从该质点上画出其所受的力，并标出力的方向。如该质点与另一质点接触，则在该质点上画一弹力。
- 3、若该质点与另一质点接触，且该质点与另一质点接触，则在该质点上画一弹力。



考点二 共点力的平衡条件及应用

求解共点力平衡问题的常用方法

- (1) 合成法：一个力与其余所有力的合力等大反向，常用于非共线三力平衡。
- (2) 正交分解法： $F_{x\text{合}}=0, F_{y\text{合}}=0$ ，常用于多力平衡。

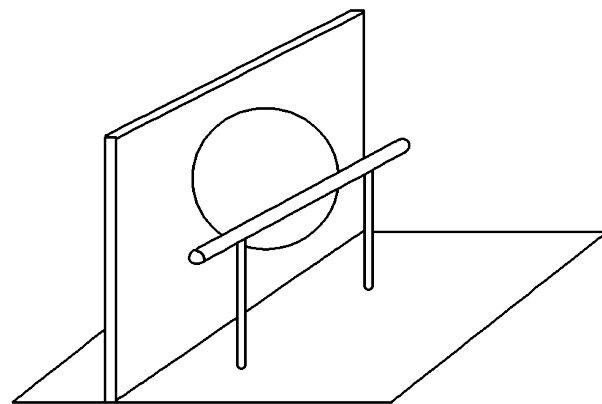


合成法

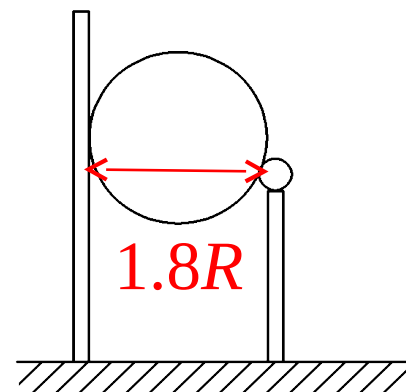
例 3 (2024·贵州卷,4) 如图 (a), 一质量为 m 的匀质球置于固定钢质支架的水平细横杆和竖直墙之间, 并处于静止状态, 其中一个视图如图 (b) 所示。测得球与横杆接触点到墙面的距离为球半径的 1.8 倍, 已知重力加速度大小为 g , 不计所有摩擦, 则球对横杆的压力大小为 ()

A. $\frac{1}{3}mg$
A. $\frac{7}{5}mg$
C. $\frac{4}{5}mg$
C. $\frac{4}{3}mg$

B. $\frac{1}{3}mg$
B. $\frac{7}{5}mg$
D. $\frac{4}{5}mg$
D. $\frac{5}{3}mg$



(a)



(b)

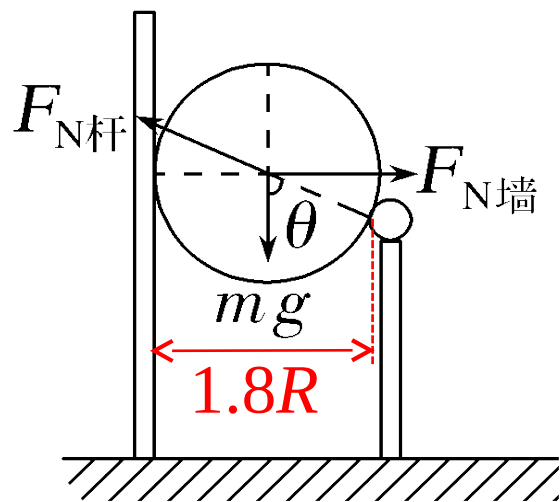


合成法

例 3 (2024·贵州卷,4) 如图 (a), 一质量为 m 的匀质球置于固定钢质支架的水平细横杆和竖直墙之间, 并处于静止状态, 其中一个视图如图 (b) 所示。测得球与横杆接触点到墙面的距离为球半径的 1.8 倍, 已知重力加速度大小为 g , 不计所有摩擦, 则球对横杆的压力大小为 ()

解析

转换研究对象





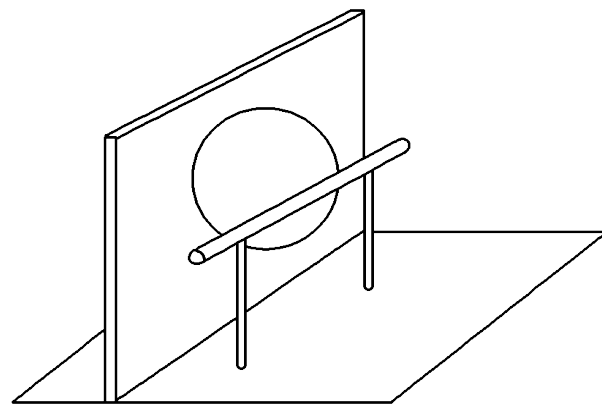
合成法

例 3 (2024·贵州卷,4) 如图 (a), 一质量为 m 的匀质球置于固定钢质支架的水平细横杆和竖直墙之间, 并处于静止状态, 其中一个视图如图 (b) 所示。测得球与横杆接触点到墙面的距离为球半径的 1.8 倍, 已知重力加速度大小为 g , 不计所有摩擦, 则球对横杆的压力大小为 ()

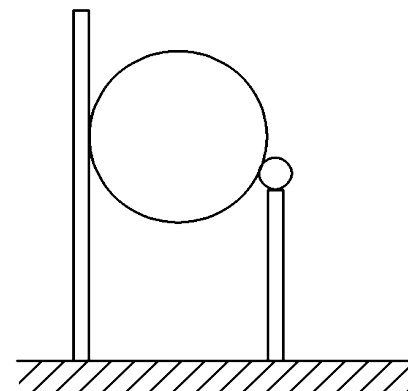
D

A. $\frac{1}{3}mg$
B. $\frac{2}{3}mg$
C. $\frac{4}{5}mg$
D. $\frac{4}{3}mg$

A. $\frac{1}{3}mg$
B. $\frac{2}{3}mg$
C. $\frac{4}{5}mg$
D. $\frac{4}{3}mg$



(a)



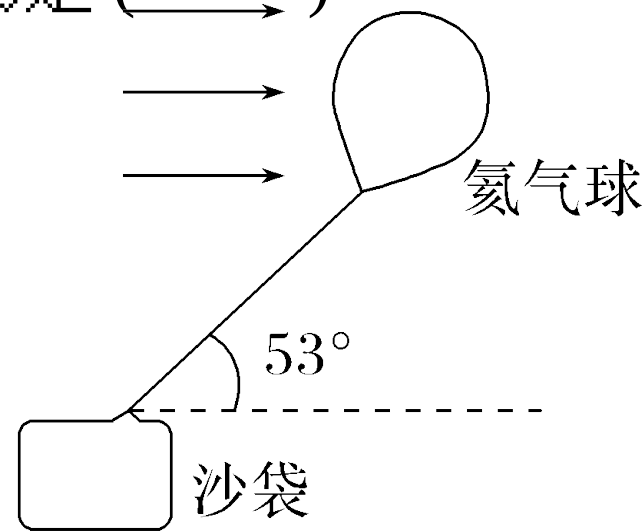
(b)



多力平衡 (正交分解法)

例 4 (多选) (粤教版第一册 P90 例题 2 改编) 如图所示, 氦气球通过轻绳系留在地面的沙袋上, 已知氦气球以及球内氦气质量为 12 kg , 沙袋质量为 20 kg , 氦气球与地面之间的滑动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。气球受到竖直向上的空气的浮力以及水平向右风的作用力, 当系留轻绳与水平方向的夹角为 53° 时, 沙袋刚要在地面上滑动。可认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$, 关于气球的受力, 下列说法正确的是 ()

- A. 气球所受的空气的浮力大小为 200 N
- B. 气球所受的空气的浮力大小为 180 N
- C. 水平风力的大小为 80 N
- D. 水平风力的大小为 60 N

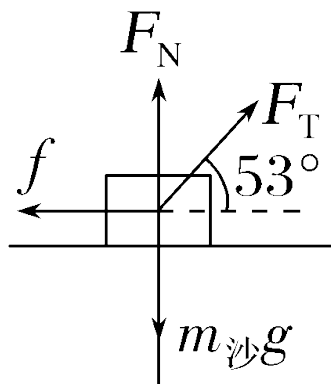


多力平衡 (正交分解法)



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

例 4



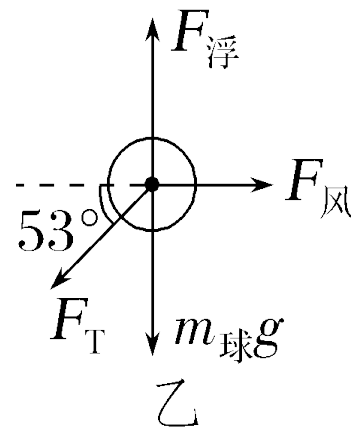
水平 : $F_T \cos 53^\circ = f$

竖直 : $F_N + F_T \sin 53^\circ = m_{\text{沙}} g$

沙袋受到的摩擦力为最大

静摩擦力 : $f = \mu F_N$

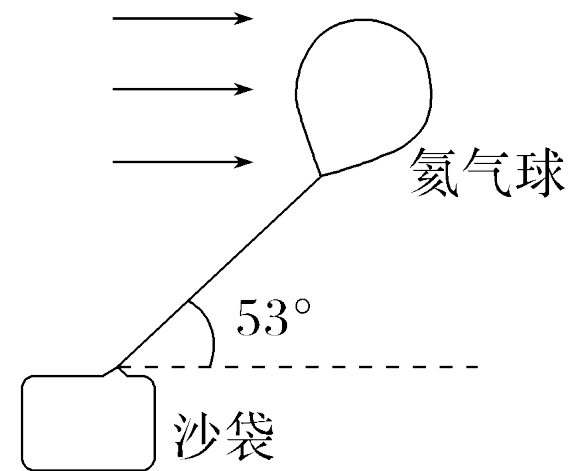
代入数据, 解得 : $F_T = 100 \text{ N}$



水平 : $F_{\text{风}} = F_T \cos 53^\circ$

竖直 : $F_{\text{浮}} = m_{\text{球}} g + F_T \sin 53^\circ$

代入数据, 解得 $F_{\text{浮}} = 200 \text{ N}, F_{\text{风}} = 60 \text{ N}$

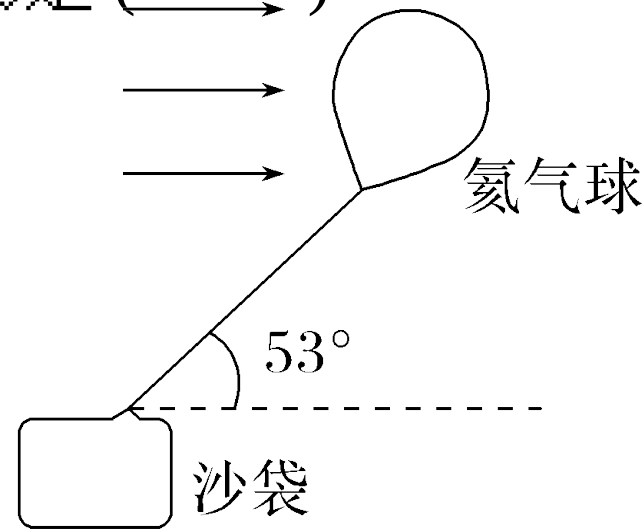




多力平衡 (正交分解法)

例 4 (多选) (粤教版第一册 P90 例题 2 改编) 如图所示, 氦气球通过轻绳系留在地面的沙袋上, 已知氦气球以及球内氦气质量为 12 kg , 沙袋质量为 20 kg , 氦气球与地面之间的滑动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。气球受到竖直向上的空气的浮力以及水平向右风的作用力, 当系留轻绳与水平方向的夹角为 53° 时, 沙袋刚要在地面上运动。可认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$, 关于气球的受力, 下列说法正确的是 ()

- A. 气球所受的空气的浮力大小为 200 N
- B. 气球所受的空气的浮力大小为 180 N
- C. 水平风力的大小为 80 N
- D. 水平风力的大小为 60 N



处理平衡问题的三个技巧

- (1) 物体受三个力平衡时，利用力的分解法或合成法比较简单，非特殊角时，可考虑矢量三角形。
- (2) 物体受四个或四个以上的力作用时，一般要采用正交分解法。
- (3) 正交分解法建立坐标系时应使尽可能多的力与坐标轴重合，需要分解的力尽可能少。



考点二 共点力的平衡条件及应用

求解共点力平衡问题的常用方法

- (1) 合成法：一个力与其余所有力的合力等大反向，常用于非共线三力平衡。
- (2) 正交分解法： $F_{x\text{合}}=0, F_{y\text{合}}=0$ ，常用于多力平衡。
- (3) 矢量三角形法：把表示三个力的有向线段构成一个闭合的三角形，常用于非特殊角的一般三角形。
- (4) 整体法和隔离法：常用于多个物体，求外力时用整体法，求内力时用隔离法。

相似三角形法



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

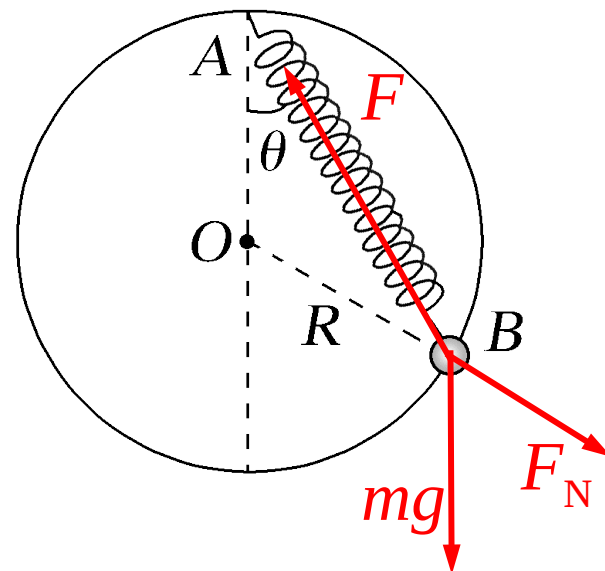
例5如图所示,一个重为 mg 的小球套在竖直的半径为 R 的光滑大圆环上,劲度系数为 k 、自然长度为 L_0 的轻质弹簧的一端固定在大圆环的最高点 A ,另一端固定在小球上,当小球静止时,弹簧与竖直方向之间的夹角为 θ ,已知 $\frac{\sqrt{3}mg}{2L_0}$, $L_0 = \frac{\sqrt{3}}{3}R$,则下列说法正确的是()

A. $\theta = 45^\circ$

B. 弹簧的长度为 $2L_0$

C. 小球受到大环的支持力为 mg

D. 弹簧弹力大小是 $\frac{\sqrt{3}mg}{2}$



相似三角形法



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

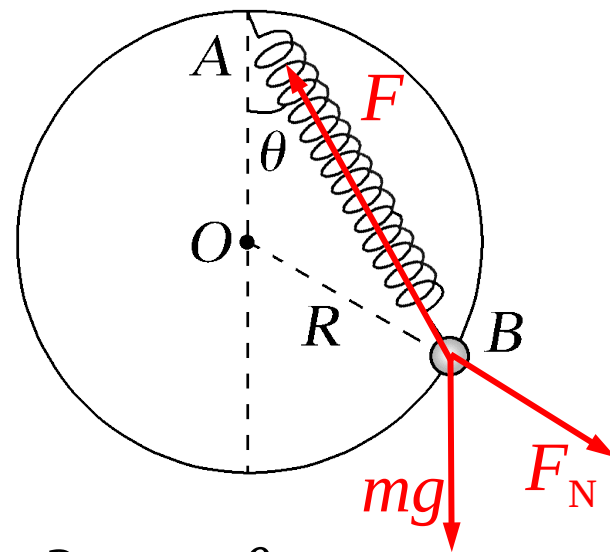
例5如图所示,一个重为 mg 的小球套在竖直的半径为 R 的光滑大圆环上,劲度系数为 k 、自然长度为 L_0 的轻质弹簧的弹簧固定端固定在大圆环的最高点,另一端固定在大圆环的最高点,当小球静止时,弹簧与竖直方向之间的夹角为 θ ,已知 $\frac{\sqrt{3}mg}{2L_0}$, $L_0 = \frac{\sqrt{3}}{3}R$,则下列说法正确的是()

A. $\theta = 45^\circ$

B. 弹簧的长度为 $2L_0$

C. 小球受到大环的支持力为 mg

D. 弹簧弹力大小是 $\frac{\sqrt{3}mg}{2}$



由力矢量三角形与几何三角形相似可得: $\frac{mg}{AO} = \frac{F_N}{OB} = \frac{F}{AB}$
 由于 $AO=OB$, 得 $F_N=mg$, 故C正确;
 由于 $AO=OB$, 得 $F_N=mg$, 故C正确;

整体法和隔离法解决多物体的平衡问题



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

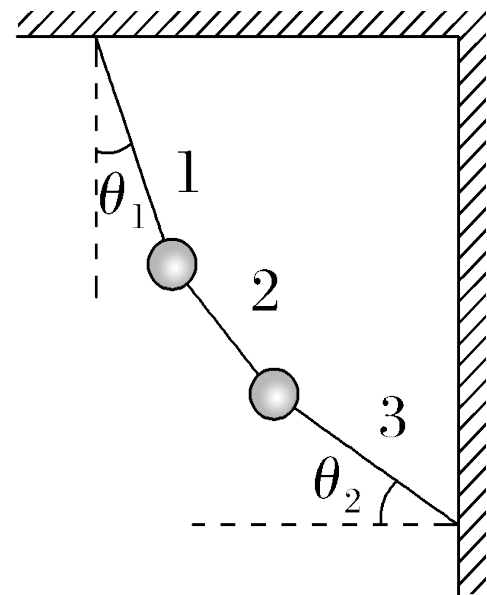
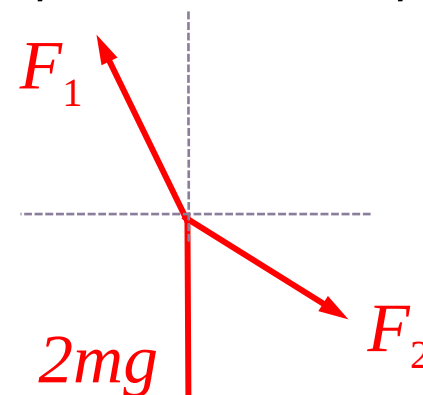
例 6 如图所示，两个彩灯用电线 1、2、3 连接，悬吊在墙角，电线 1 与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，电线 3 与水平方向的夹角 $\theta_2=37^\circ$ ，不计电线的重力， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，则电线 1、3 上的拉力之比为（ ）

A.5:6

B.6:5

C.8:5

D.5:8



解析 设电线 1、3 上的拉力大小分别为 F_1 和 F_2 ，对两个灯和电线 2 整体受力分析：

根据平衡条件有 $F_1 \sin 30^\circ = F_2 \cos 37^\circ$ 解得 $F_1:F_2=8:5$



整体法和隔离法解决多物体的平衡问题

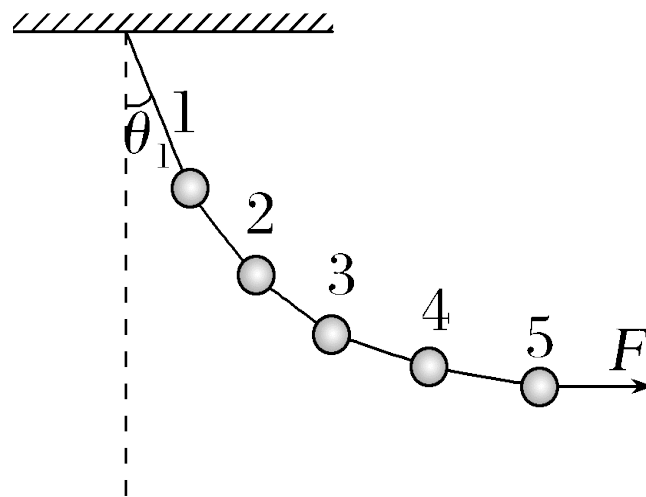
拓展 如图所示有五个质量均为 m 的小彩灯，通过轻质细绳进行连接，连接天花板与彩灯 1 的细绳与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，彩灯 5 右侧施加水平外力 F ，各彩灯均处于静止状态，已知重力加速度为 g 。则下列说法正确的是（ ）

A. 连接天花板与彩灯 1 的轻质细绳的拉力大小为 $10mg$

B. 彩灯 2、3 间细绳的拉力小于 3、4 间细绳的

C. 若保持外力 F 的方向不变，使 θ_1 缓慢增大，则外力 F 持续增大

D. 若保持外力 F 的大小、方向都不变，使每个彩灯质量都变为 $2m$ ，则平衡后 θ_1 增大





整体法和隔离法解决多物体的平衡问题

拓展 如图所示有五个质量均为 m 的小彩灯，通过轻质细绳进行连接，连接天花板与彩灯 1 的细绳与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，彩灯 5 右侧施加水平外力 F ，各彩灯均处于静止状态，已知重力加速度为 g 。则下列说法正确的是（ ）

A. 连接天花板与彩灯 1 的轻质细绳的拉力大小为

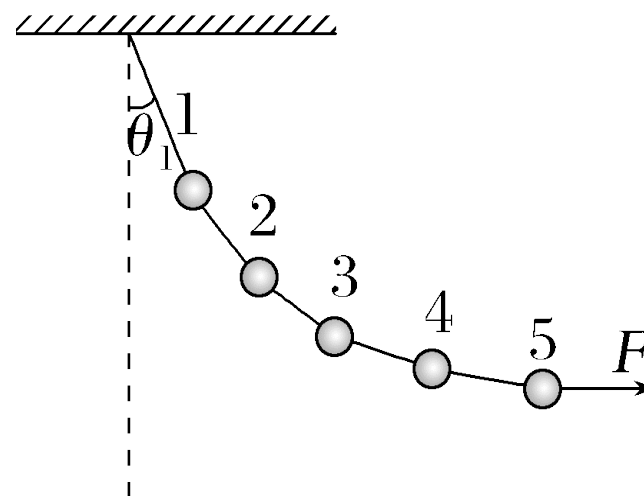
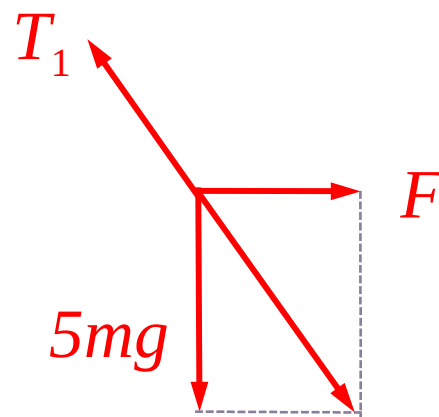
$10mg$

解析 以五个彩灯为整体，受到天花板对彩灯 1 的细绳拉力 T_1 和水平拉力 F

$$T_1 \cos \theta_1 = 5mg$$

$$\text{得 } T_1 = \frac{5mg}{\cos \theta_1}$$

$$= \frac{5\sqrt{3}}{3} mg$$





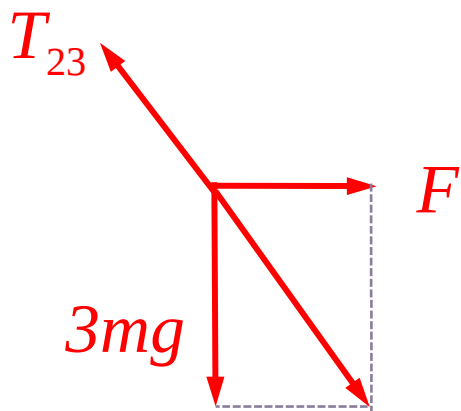
整体法和隔离法解决多物体的平衡问题

拓展 如图所示有五个质量均为 m 的小彩灯，通过轻质细绳进行连接，连接天花板与彩灯 1 的细绳与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，彩灯 5 右侧施加水平外力 F ，各彩灯均处于静止状态，已知重力加速度为 g 。则下列说法正确的是（ ）

B. 彩灯 2、3 间细绳的拉力小于 3、4 间细绳的

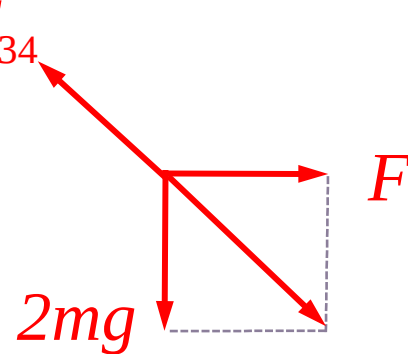
解析
对象

以 3、4、5 为研究

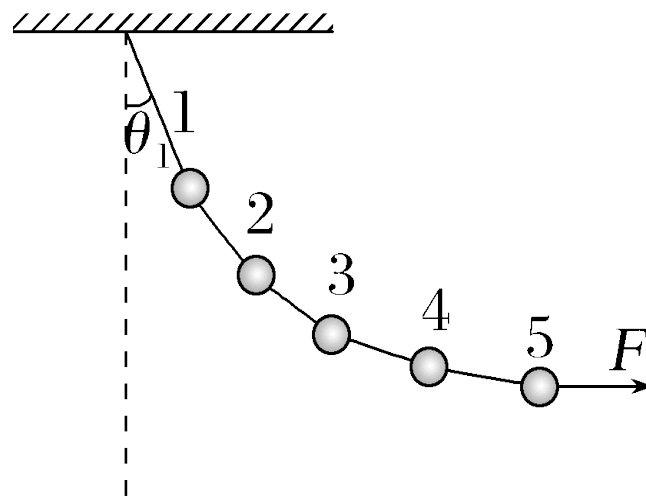


$$T_{23} = \sqrt{F^2 + (3mg)^2}$$

以 4、5 为研究对
象



$$T_{34} = \sqrt{F^2 + (2mg)^2}$$

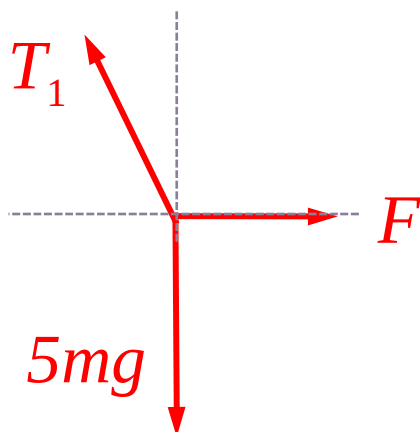




整体法和隔离法解决多物体的平衡问题

拓展 如图所示有五个质量均为 m 的小彩灯，通过轻质细绳进行连接，连接天花板与彩灯 1 的细绳与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，彩灯 5 右侧施加水平外力 F ，各彩灯均处于静止状态，已知重力加速度为 g 。则下列说法正确的是（ ）

C. 若保持外力 F 的方向不变，使 θ_1 缓慢增大，则外力 F 持续增大

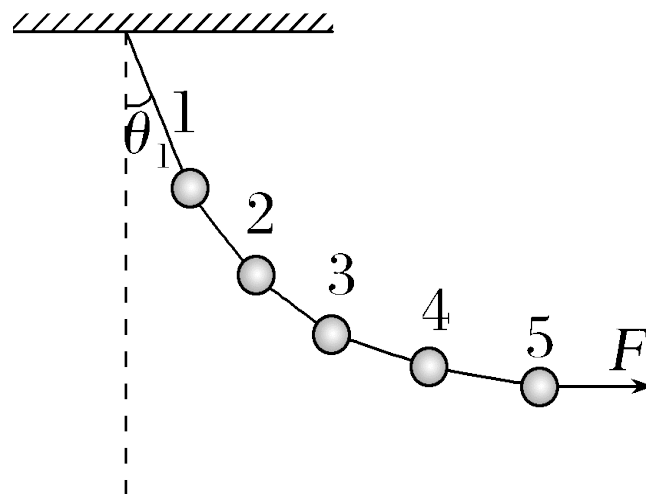


解析 $T_1 \sin \theta_1 = F$

$$T_1 \cos \theta_1 = 5mg$$

得 $F = 5mg \tan \theta_1$

若保持外力 F 的方向不变，使 θ_1 缓慢增大，则外力 F 持续增



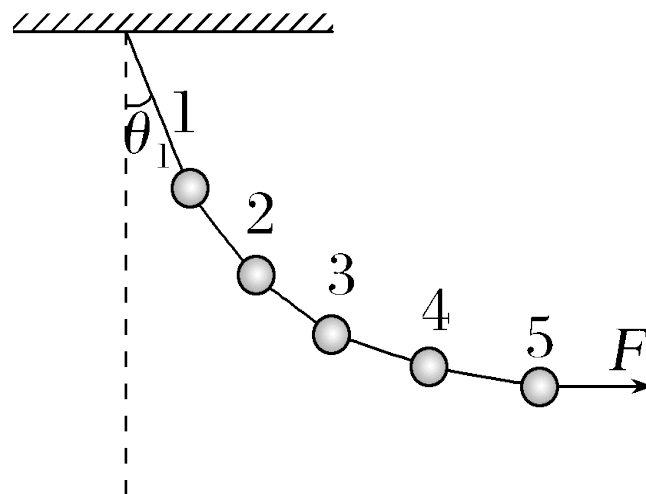


整体法和隔离法解决多物体的平衡问题

拓展 如图所示有五个质量均为 m 的小彩灯，通过轻质细绳进行连接，连接天花板与彩灯 1 的细绳与竖直方向的夹角 $\theta_1=30^\circ$ ，彩灯 5 右侧施加水平外力 F ，各彩灯均处于静止状态，已知重力加速度为 g 。则下列说法正确的是（ ）

D. 若保持外力 F 的大小、方向都不变，使每个彩灯质量都变为 $2m$ ，则平衡后 θ_1 增大

解析 根据 $F=5mg\tan\theta_1$ ，若保持外力 F 的大小方向都不变，使每个彩灯质量都变为 $2m$ ，由于整体重力增大，则平衡后 θ_1 减小，故 D 错误



处理多物体平衡问题的技巧

- (1) 合理选择研究对象：在分析两个或两个以上物体间的相互作用时，一般采用整体法与隔离法进行分析，在使用时有时需要先整体再隔离，有时需要先隔离再整体，交替使用整体法和隔离法。
- (2) 转换研究对象：用隔离法直接分析一个物体的受力情况不方便时，可转换研究对象，先隔离分析相互作用的另一个物体的受力情况，再根据牛顿第三定律分析该物体的受力情况。



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

