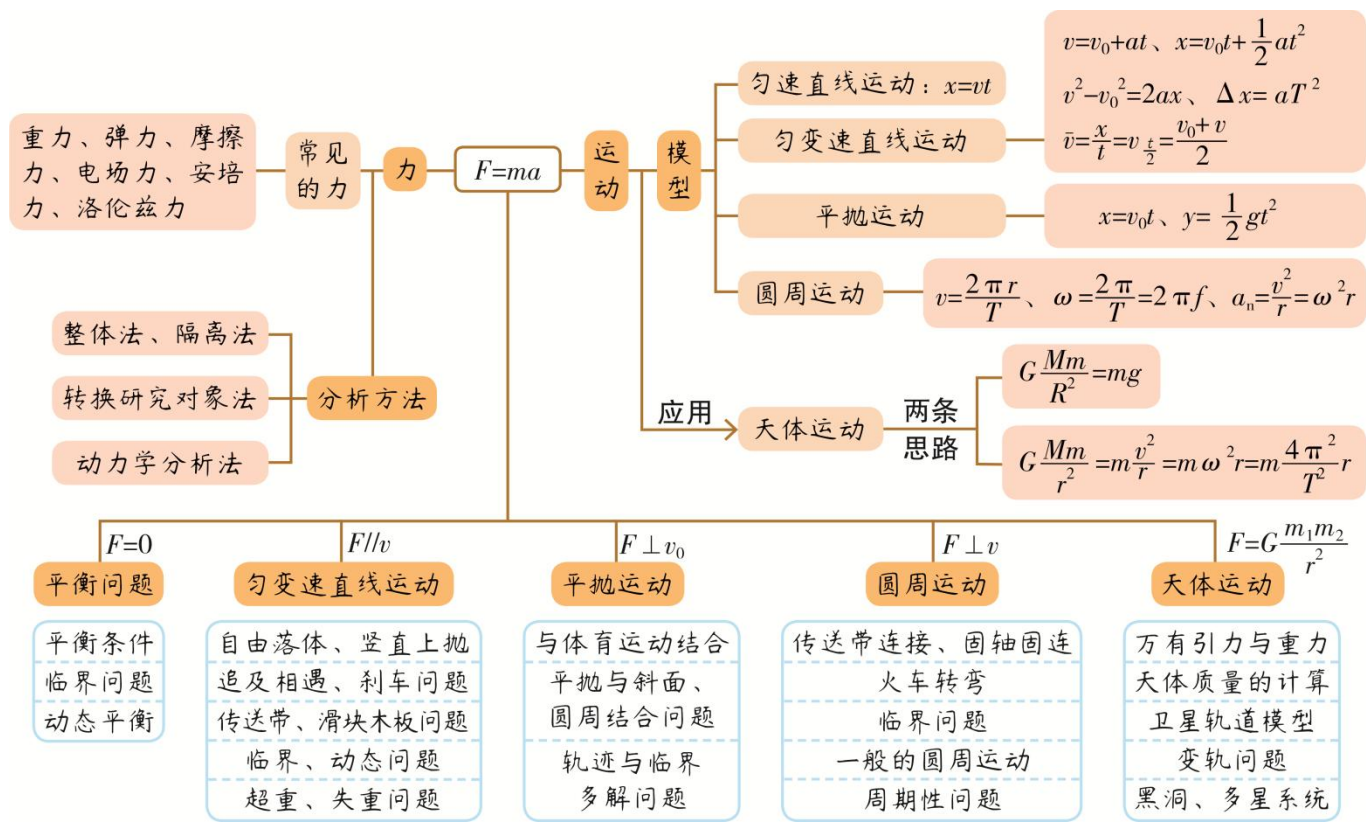


姓名： 完成评价：

一、核心知识的归纳总结和梳理模块



内容	重要的规律、公式和二级结论
1.弹力、胡克定律	(1)在弹性限度内，弹力与形变量成正比，即 $F=kx$ 。 (2)由“活结”分开的两段绳子上弹力的大小一定相等，两段绳子合力的方向一定沿这两段绳子夹角的平分线，由“死结”分开的两段绳子上的弹力大小不一定相等。 (3)“动杆”弹力方向一定沿杆方向，“定杆”弹力方向不一定沿杆方向。
2.摩擦力	(4)摩擦力的方向与物体间的相对运动或相对运动趋势方向相反。 (5)静摩擦力的大小 $0<F_f\leq F_{fmax}$ ；滑动摩擦力的大小 $F_f=\mu F_N$ 。
3.力的合成和分解	(6)两个分力大小不变，方向夹角越大，合力越小。 (7)两个力的合力大小范围： $ F_1-F_2 \leq F\leq F_1+F_2$ 。 (8)若三个力大小相等、方向互成 120° 角，则其合力为零。
4.共点力的平衡	(9)平衡条件： $F_{合}=0$ (或 $F_x=0, F_y=0$)。

1.思想方法

- (1)在判断弹力或摩擦力是否存在以及确定它们的方向时常用假设法。
- (2)求解平衡问题时常用二力平衡法、矢量三角形法、正交分解法、相似三角形法、图解法等。

2.模型建构

(1)合力与分力的关系

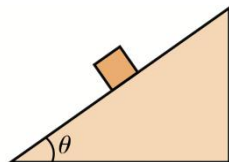
- ①合力不变时，两相等分力的夹角越大，两分力越大，夹角接近 180° 时，两分力接近无穷大。
- ②两相等分力夹角为 120° 时，两分力与合力大小相等。

(2)平衡条件的应用

- ① n 个共点力平衡时其中任意 $(n-1)$ 个力的合力与第 n 个力是一对平衡力。
- ②物体受包括重力在内的三个力作用平衡时一般用合成法，合成除重力外的两个力，合力与重力平衡，在力的三角形中解决问题，这样就把力的问题转化为三角形问题。

(3)滑块与斜面模型

如图所示，斜面固定，物块与斜面间的动摩擦因数为 μ ，将物块轻放在斜面上，若 $\mu \geq \tan \theta$ ，物块保持静止；若 $\mu < \tan \theta$ ，物块下滑。与物块质量无关，只由 μ 与 θ 决定，其中 $\mu \geq \tan \theta$ 时称为“自锁”现象。



题型 1 受力分析及静态平衡问题

1.受力分析的顺序

一般按照“重力→弹力→摩擦力→其他力”的顺序，结合整体法与隔离法分析物体的受力情况。

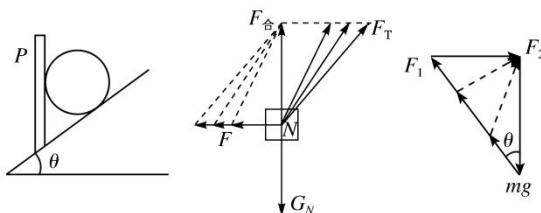
2.处理平衡问题常用的四种方法

合成法	物体受三个共点力的作用而平衡，则任意两个力的合力一定与第三个力大小相等，方向相反
分解法	物体受三个共点力的作用而平衡，将某一个力按力的效果分解，则其分力和其他两个力满足平衡条件
正交分解法	物体受到三个或三个以上力的作用时，将物体所受的力分解为相互垂直的两组，每组力都满足平衡条件
力的三角形法	对受三力作用而平衡的物体，将力的矢量图平移使三力组成一个首尾依次相接的矢量三角形，根据正弦定理、余弦定理或相似三角形等数学知识求解未知力

题型 2 动态平衡问题

考法一 图解法

- 1.题目特点：物体在三个力作用下缓慢运动，其中一个力恒定，另一个力方向恒定。



2.应用思路：读懂题目叙述的情景，依次画出多个状态下力的渐变平行四边形或矢量三角形，根据有向线段长度、方向的变化判断相应力的大小、方向的变化。

考法二 解析法

1.题目特点：物体受力示意图中某个力恒定，某个夹角发生的变化可判、可用。

2.应用思路：对力进行合成、分解或正交分解，用恒力、变角的三角函数写出变力的表达式(即平衡方程)，根据三角函数的变化判断力的变化。

考法三 相似三角形法

1.题目特点：物体在绳、杆或弹簧的作用下沿圆周缓慢运动。

2.应用思路：相似三角形法是图解法的特例，平移受力示意图中的两个力，与第三个力构建力三角形，找到与之相似的几何三角形，列出相应比例式进行分析，其中与半径对应的力大小不变。

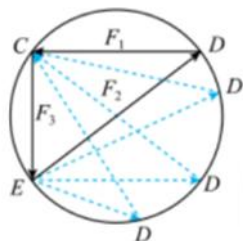
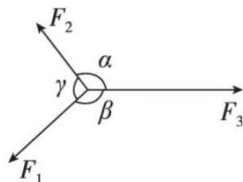
考法四 动态圆（拉蜜定律）

1.题目特点：三个力中，有一个力为恒力（大小方向均不变），其余两个力方向、大小均在变，有一个角恒定不变

2.应用思路：正弦定理或拉米定律或单位圆

正弦定理法（拉蜜定律）：物体在三个力的作用下平衡时，三个共点力的合力为零，其中任一个力与其它两个力夹

角正弦的比值相等，即 $\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$ 。



考法五 衣钩、滑环模型

题型3 空间力的平衡问题的求解方法

空间力是指物体所受的力不在同一平面内，物体受空间力平衡时，在任一平面内、任一直线上受力都是平衡的。处理此类问题常见方法如下：

①对称法

当研究对象所受的力具有对称性时，可利用物体的受力具有对称性的特点，如某些力大小相等、方向相反，把复杂的运算（或图形）转化为简单的运算（或图形）来处理。

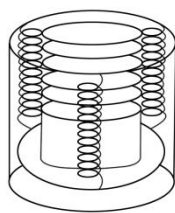
②转化法

空间力作用下物体处于平衡状态，要利用平衡条件将物体受到的力分解转化为同一平面上的力来分析处理问题。

二、练习模块

1.餐厅暖盘车的储盘装置示意图如图所示，三根完全相同的弹簧等间距竖直悬挂在水平固定圆环

上，下端连接托盘。托盘上叠放若干相同的盘子，取走一个盘子，稳定后余下的正好升高补平。已知单个盘子的质量为 300 g ，相邻两盘间距为 1.0 cm ，重力加速度大小取 10 m/s^2 。弹簧始终在弹性限度内，每根弹簧的劲度系数为()



- A. 10 N/m B. 100 N/m
C. 200 N/m D. 300 N/m

2.端午节是中国的传统节日，包粽子、吃粽子是人们的传统习惯之一。如图所示，某人把煮好的八个相同的粽子通过八根细绳用手提起后静止在空中，已知每个粽子的重力均为 mg ，每根绳子与竖直方向的夹角均为 θ ，每根细绳的拉力大小为 T ，手受到细绳的作用力为 F ，下列关系式正确的是()

- A. $F=T$
B. $F=mg$
C. $T=\frac{mg}{\cos \theta}$
D. $T=mgtan \theta$

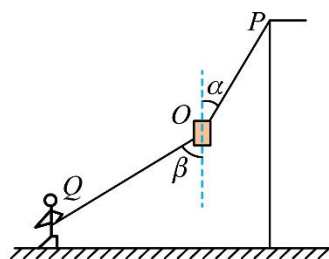


3.炎热夏天，人们都安装空调，图甲是某小区高层住宅外安装空调主机的情境。为安全起见，要求吊运过程中空调主机与楼墙保持一定的距离。原理如图乙，一人在高处控制一端系在主机上的轻绳 P ，另一人在地面控制另一端系在主机上的轻绳 Q ，二人配合可使主机缓慢竖直上升。主机质量 m ，当 P 绳与竖直方向的夹角 $\alpha=37^\circ$ 时， Q 绳与竖直方向的夹角 $\beta=53^\circ$ 。主机视为质点，重力加速度 g ($\sin 53^\circ=0.8$ ， $\cos 53^\circ=0.6$)。则()

- A. P 绳中拉力为 $\frac{10}{7}mg$
B. P 绳中拉力为 $\frac{20}{21}mg$
C. Q 绳中拉力为 $\frac{15}{7}mg$
D. Q 绳中拉力为 $\frac{80}{21}mg$

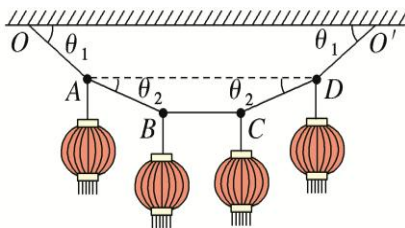


甲



乙

4.(多选)“繁灯夺雾华”，挂灯笼迎新春已成为中国人喜庆节日的习俗。如图所示，一轻质细绳上等距悬挂四个质量相等的灯笼， BC 段的细绳是水平的，另外四段细绳与水平面所成的角分别为 θ_1 和 θ_2 ，设绳子 OA 段、 AB 段的拉力分别为 T_1 、 T_2 。则()



- A. $\frac{T_1}{T_2}=\frac{2\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ B. $\frac{T_1}{T_2}=\frac{2\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$
C. $\frac{T_1}{T_2}=\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1}$ D. $\frac{T_1}{T_2}=\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$

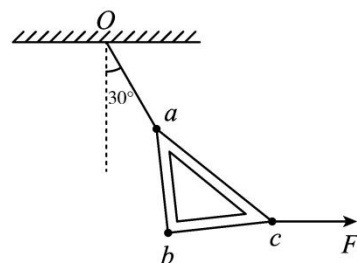
5. 由于突发状况消防车要紧急通过被石墩挡住的车道，消防员决定把石墩拉开，已知该石墩的质量为 m ，与水平地面间的动摩擦因数为 0.75 ，重力加速度大小为 g ，消防员要将石墩水平匀速拉动，认为滑动摩擦力等于最大静摩擦力，取 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，消防员的最小拉力与水平方向的夹角为()

- A. 60°
- B. 53°
- C. 45°
- D. 37°



6. 如图所示，质量为 m 的等腰直角三角板 abc ，用轻绳一端系着三角板 a 点，另一端固定于天花板，在三角板的 c 点施加水平拉力 F ，当系统处于平衡状态时，细绳与竖直方向夹角为 30° ，重力加速度为 g 。则下列说法正确的是()

- A. 轻绳拉力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$
- B. 外力 F 大小为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}mg$
- C. 若保持外力 F 的方向不变，使三角板绕 O 点逆时针缓慢转动

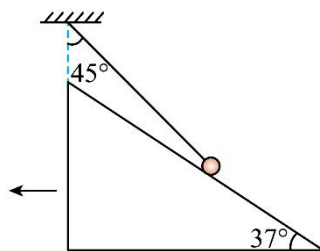


动，则轻绳的拉力先增大后减小

- D. 若保持细绳拉力方向不变，使外力 F 逆时针缓慢转动，则外力 F 先减小后增大

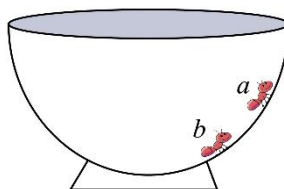
7. 如图所示，有一小球被轻绳拴住悬挂在天花板上并放置在斜面上，已知轻绳与竖直方向的夹角为 45° ，斜面倾角为 37° ，所有接触面都是光滑的，在斜面上施加一水平外力，使整个装置开始处于静止状态。现水平向左缓慢移动斜面，直至轻绳到达竖直位置，该过程中小球一直在斜面上，小球视为质点。下列说法正确的是()

- A. 斜面开始静止时，轻绳对小球的拉力大小等于斜面对小球的支持力大小
- B. 斜面缓慢移动过程中，斜面对小球的支持力先增大后减小
- C. 斜面缓慢移动过程中，轻绳对小球的拉力一直增大
- D. 斜面缓慢移动过程中，斜面对水平面的压力一直不变



8. 如图所示，一只可视为质点的蚂蚁在半球形碗内缓慢地从底部经过 b 点爬到 a 点。则下列说法正确的是()

- A. 碗对蚂蚁的摩擦力变大
- B. 碗对蚂蚁的支持力变大
- C. 碗对蚂蚁的作用力变小
- D. 蚂蚁的合外力变小



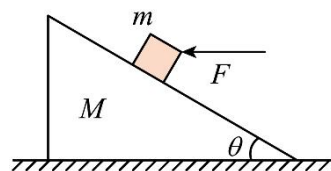
9. 如图所示，质量为 M 的斜面体静置在水平地面上，斜面上有一质量为 m 的小物块，水平力 F 作用在小物块上时，两者均保持静止，斜面体受到水平地面的静摩擦力为 f_1 、支持力为 N_1 ，小物块受到斜面的静摩擦力为 f_2 ，支持力为 N_2 。现使 F 逐渐增大，两者仍处于静止状态，则()

A. f_1 一定增大, f_2 可能减小

B. f_1 、 f_2 都不一定增大

C. N_1 一定不变, N_2 一定增大

D. N_1 一定增大, N_2 一定增大



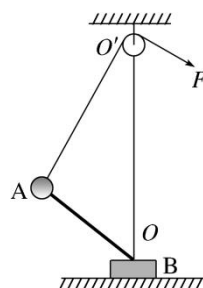
10. 如图所示, 木板 B 放置在粗糙水平地面上, O 为光滑铰链。轻杆一端与铰链 O 固定连接, 另一端固定连接一质量为 m 的小球 A。现将轻绳一端拴在小球 A 上, 另一端通过光滑的定滑轮 O' 由力 F 牵引, 定滑轮位于 O 的正上方, 整个系统处于静止状态。现改变力 F 的大小使小球 A 和轻杆从图示位置缓慢运动到 O' 正下方, 木板始终保持静止, 则在整个过程中()

A. 外力 F 大小不变

B. 轻杆对小球的作用力大小变小

C. 地面对木板的支持力逐渐变小

D. 地面对木板的摩擦力逐渐减小



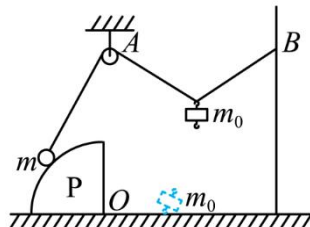
11. 如图所示, 四分之一圆柱体 P 放在水平地面上, 圆心 O 的正上方有一个大小可忽略的定滑轮 A, 一根轻绳跨过定滑轮, 一端和置于圆柱体 P 上, 质量为 m 的小球连接, 另一端系在固定竖直杆上的 B 点, 一质量为 m_0 钩码挂在 AB 间的轻绳上, 整个装置处于静止状态。除圆柱体与地面之间的摩擦以外, 其它摩擦不计。若在钩码下方再加挂一个钩码, 整个装置再次处于静止状态时, 小球依然处于圆柱体 P 上, 则此时与先前整个装置处于静止状态时相比()

A. 地面对 P 的摩擦力减小

B. P 对小球的弹力增大

C. 轻绳的张力增大

D. P 对地面的压力减小



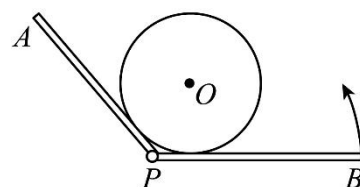
12. 新疆是我国最大的产棉区。自动采棉机能够在采摘棉花的同时将棉花打包成圆柱形棉包, 并通过后侧可以旋转的支架将其平稳放下 (如图甲所示)。放置棉包的过程可以简化为如图乙所示模型, 棉包放在“V”型挡板上, BP 板水平, 两板间夹角开始为 120° , 先让 BP 板绕 P 轴在竖直面内逆时针缓慢转动 30° , 再使两板保持夹角不变的同时在竖直面内逆时针缓慢转动 60° 。忽略“V”型挡板对棉包的摩擦力, 下列说法正确的是()

A. 在 BP 板转动前, AP 板对棉包的支持力不为零

B. 在只有 BP 板转动的过程中, 棉包对 BP 板的压力先减小后增大

C. 在卸下棉包的整个过程中, 棉包对 BP 板的压力一直在减小

D. 在卸下棉包的整个过程中, 棉包对 BP 板的压力一直在增大

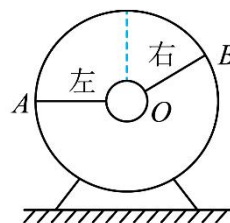


13. 绵阳中学作为全国知名的青少年航空学校, 学员会定期开展防眩晕训练, 如图甲所示。若某学员训练时, 左右手拉住圆环, 处于平衡状态, 左手刚好在水平状态, 右手与水平方向有一定夹角, 不考虑腿部受到的作用力, 等效为如图乙模型, 在圆环顺时针缓慢旋转 90° 过程中, 保持两手臂伸直状态 (夹角 AOB 保持不变), 则()

- A. 两手的拉力均变小
- B. 两手的拉力都是先变大再变小
- C. 左手拉力一直变小, 右手拉力先变小再变大
- D. 左手拉力先变大再变小, 右手拉力一直变小



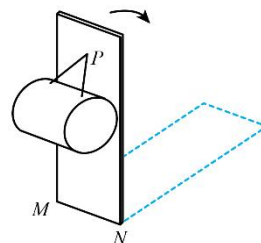
图甲



图乙

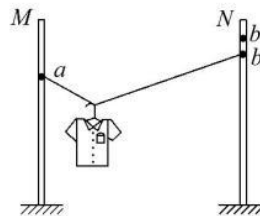
14. (多选) 如图, 用两根等长的细绳将一匀质圆柱体悬挂在竖直木板的 P 点, 将木板以底边 MN 为轴向后方缓慢转动直至水平, 绳与木板之间的夹角保持不变, 忽略圆柱体与木板之间的摩擦, 在转动过程中 ()

- A. 圆柱体对木板的压力先增大后减小
- B. 圆柱体对木板的压力逐渐增大
- C. 两根细绳上的拉力逐渐减小
- D. 两根细绳对圆柱体拉力的合力保持不变

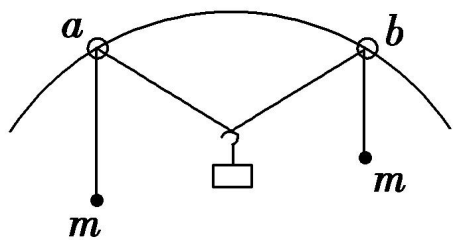


15. 如图所示, 轻质不可伸长的晾衣绳两端分别固定在竖直杆 M 、 N 上的 a 、 b 两点, 悬挂衣服的衣架挂钩是光滑的, 挂于绳上处于静止状态。如果只人为改变一个条件, 当衣架静止时, 下列说法正确的是 ()

- A. 绳的右端上移到 b' , 绳子拉力不变
- B. 将杆 N 向右移一些, 绳子拉力变大
- C. 绳的两端高度差越小, 绳子拉力越小
- D. 若换挂质量更大的衣服, 则衣架悬挂点右移



16. 如图所示, 两个轻环 a 和 b 套在位于竖直面内的一段固定圆弧上; 一细线穿过两轻环, 其两端各系一质量为 m 的小球。在 a 和 b 之间的细线上悬挂一小物块。平衡时, a 、 b 间的距离恰好等于圆弧的半径。不计所有摩擦, 小物块的质量为 ()



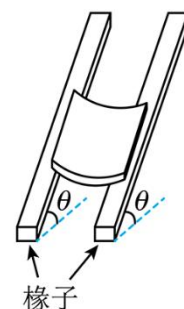
- A. $\frac{m}{2}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{2}m$
- C. m
- D. $2m$

17. (多选) 如图所示, 重力为 G 的吊灯用三根长度相同的轻绳悬挂在天花板上, 每根轻绳与竖直方向的夹角均为 θ , 不计一切摩擦, 下列说法正确的是 ()

- A. 每根轻绳对吊灯的拉力大小为 $\frac{G}{3}$
- B. 每根轻绳对吊灯的拉力大小为 $\frac{G}{3\cos\theta}$
- C. 三根轻绳的长度变长, 每根轻绳对吊灯的拉力变大
- D. 三根轻绳的长度变长, 三根轻绳对吊灯拉力的合力不变

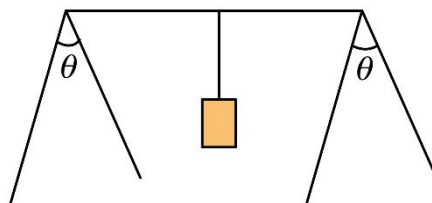


18. 孔府建筑是中国传统建筑的杰出代表，采用了瓦片屋顶，屋顶结构可简化为下图：质量为 m ，半径为 R 的弧形瓦片静止在两根相互平行且完全相同的倾斜细圆柱形椽子正中间，两根椽子间的距离为 $\sqrt{3}R$ ，与水平面的夹角均为 $\theta = 30^\circ$ 。重力加速度为 g ，则下列说法中正确的是（ ）



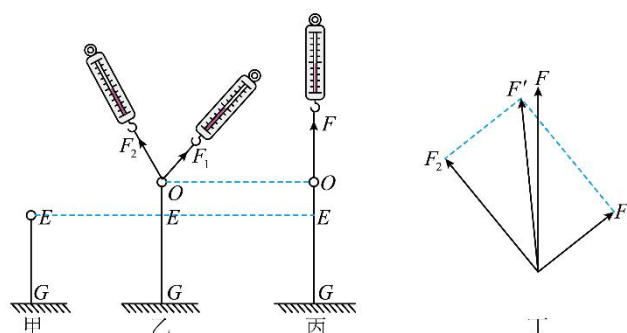
- A. 每根椽子对瓦片的支持力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$
- B. 每根椽子对瓦片的支持力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$
- C. 椽子与瓦片间的动摩擦因数可能为 $\frac{\sqrt{3}}{4}$
- D. 椽子与瓦片间的动摩擦因数可能为 $\frac{\sqrt{3}}{12}$

19. (多选) 如图所示，一轻质晒衣架静置于水平地面上，水平横杆与四根相同的斜杆垂直，两斜杆夹角 $\theta = 60^\circ$ 。一重为 G 的物体悬挂在横杆中点，则每根斜杆受到地面的（ ）



- A. 作用力为 $\frac{\sqrt{3}}{3}G$
- B. 作用力为 $\frac{\sqrt{3}}{6}G$
- C. 摩擦力为 $\frac{\sqrt{3}}{4}G$
- D. 摩擦力为 $\frac{\sqrt{3}}{12}G$

20. 如图是利用橡皮条、弹簧测力计、轻质小圆环、细绳套等仪器完成的“探究两个互成角度的力的合成规律”的实验示意图，该实验将橡皮条的一端固定于 G 点，另一端挂上轻质小圆环。图甲表示橡皮条处于原长；图乙表示通过细绳套在两个弹簧测力计互成角度拉力 F_1 、 F_2 的共同作用下，使小圆环处于 O 点；图丙表示通过细绳套用一个弹簧测力计施加拉力 F 使小圆环处于 O 点；图丁是在白纸上根据实验记录进行猜想后画出的力的合成图示。



(1) 关于此实验，下列叙述正确的是_____。

- A. 在进行图乙的实验操作时， F_1 、 F_2 的夹角越大越好
- B. 用两个测力计互成角度拉橡皮条，拉力大小一定都小于只用一个测力计时拉力大小
- C. 重复实验再次进行验证时，结点 O 的位置可以与前一次不同
- D. 本实验采用的科学方法为等效替代法

(2) 图丁中 F' 是以 F_1 、 F_2 为邻边构成的平行四边形的对角线，一定沿 GO 方向的是_____ (填“ F ”或者“ F' ”)。

(3) 若在图乙中， F_1 、 F_2 夹角小于 90° ，现保持 O 点位置不变，拉力 F_2 方向不变，增大 F_1 与 F_2 的夹角，将 F_1 缓慢转至水平方向的过程中，两弹簧秤示数大小变化为_____。

- A. F_1 一直减小 F_2 一直增大
- B. F_1 先减小后增大 F_2 一直增大
- C. F_1 一直增大 F_2 一直减小
- D. F_1 一直增大 F_2 先减小后增大