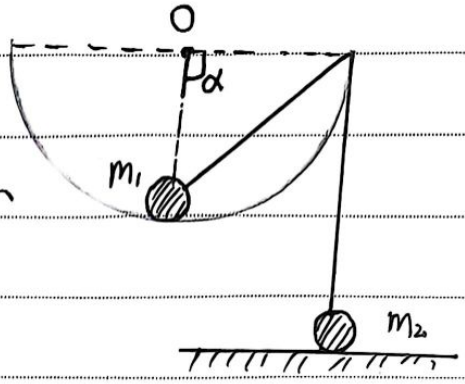
1、如图所示，一个半球形的碗置于桌面上，碗口水平，O点为其球心，碗内表面及碗口光滑。如图：两小球用细线相连，处于平衡状态。设m_2球对地面压力为N，细线拉力大小为T，则（　　）



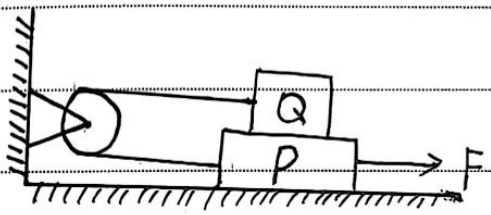
A. $T=\frac{\sqrt{2}}{2}mg$　　B. $T=(m_2-\frac{\sqrt{2}}{2}m_1)g$

C. $N=m_2g$　　D. $N=(m_2-m_1)g$

解析：分析m_1球受力。m_1球只受到重力和碗底支持力，故$T=0$，$N=G_2=m_2g$。

选C.

2. 如图：位于水平桌面上叠放的P、Q两物块，由绕过定滑轮的绳子相连。已知PQ之间，P与地面之间动摩擦因数都是μ，PQ两物块质量都为m，现在用一水平向右的拉力F拉P，使其匀速直线运动，则F的大小为（　　）



A. $4\mu mg$　　B. $3\mu mg$　　C. $2\mu mg$　　D. μmg

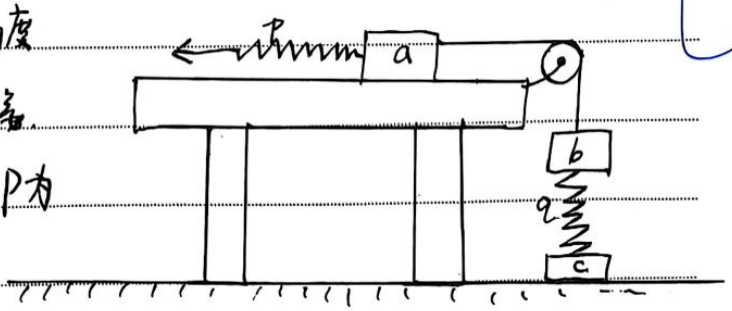
解析：分析Q受力：受两个平衡的力：拉力F_1=PQ间摩擦力$f_1=\mu mg$

分析P受力：①受绳水平向左的拉力$F_2=F_1=\mu mg$

②受PQ间摩擦力$f_1=\mu mg$，水平向左　③受地面水平向左摩擦力$f_2=2\mu mg$

④受水平向右拉力F。　$F=F_2+f_1+f_2=4\mu mg$　选A.

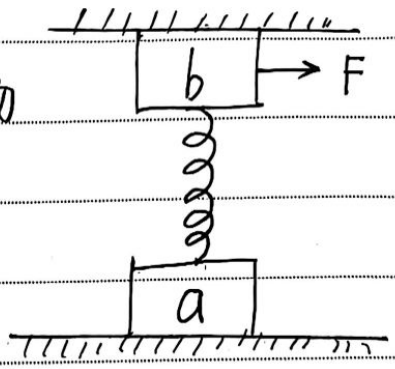
3. 三个质量均为1kg的物块a、b、c和两个劲度系数均为500N/m的轻质弹簧p、q用轻绳连接。其中，a置于水平桌面上，桌面光滑。开始时p为原长，所有木块静止。现用水平力F拉p的左端，至c恰好离开地面为止。$g=10m/s^2$，则p的左端向左移动了



A. 4cm.　B. 6cm.　C. 8cm.　D. 10cm.

解析：① p自然伸长，桌面光滑，故A在水平方向不受力，所以细线对b的拉力为0，所以q受到b的压力$F_b=G_b=10N$，被压缩了2cm ② 拉p左端至c离开地面，则a受到细线的力$F_{线}=G_b+G_c=20N$，$F=F_{线}=20N \Rightarrow$ p伸长了4cm ③ q此时受到c的拉力$F_c=G_c=10N$而被拉伸了2cm。综上所述，$\Delta L_p=4cm$，$\Delta L_q=2cm+2cm=4cm$，p左端移动距离$x=\Delta L_p+\Delta L_q=8cm$，选C

4. 质量均为m的两物体，放在固定的水平挡板之间，中间用一轻弹簧相接。在b上施加水平拉力F后，两物体始终静止。则下列说法正确的是（　　）

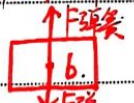


A：a对下挡板压力可能是2mg

B. a所受摩擦力大小为F

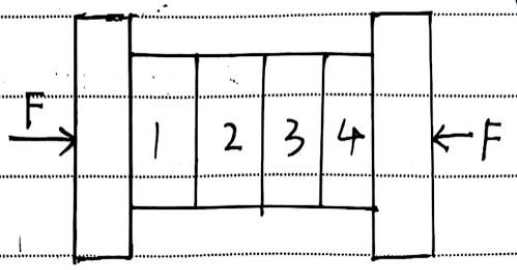
C. b受摩擦力大小为F　　D. 弹簧对b物体弹力大小可能等于mg

解析：b受拉力F而静止，故b与上挡板之间有静摩擦力，所以b与上挡板之间有弹力。



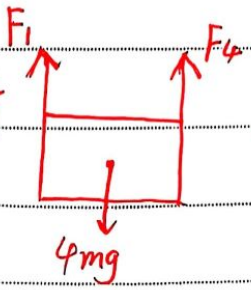
所以弹簧给b的弹力$>G_b=mg$，所以a受到弹簧弹力$>mg$，所以a对地面压力$>2mg$。另外，a没有相对运动趋势，故不受摩擦力。　选C

5. 如图：在两块相同竖直木板之间，有质量均为m的四块砖。用两个大小均为F的水平力压木板，使砖静止不动。则2与3之间的摩擦力是（　　）

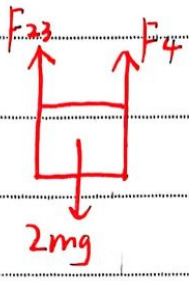


A. 0　B. mg　C. $\frac{1}{2}mg$　D. $\frac{1}{4}mg$

解析



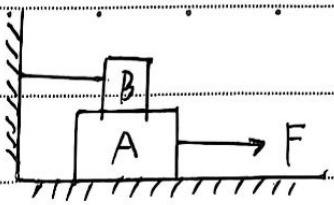
先将四块砖看作一个整体，根据受力平衡，得$F_1=F_4=2mg$



再将3、4看作一个整体，根据受力平衡，$F_{23}=0$，即2与3之间的摩擦力为0

选A

6.(多选). A、B叠放在粗糙水平地面上。A、B间动摩擦因数为μ. 现在用绳拴住B，绳固定在墙上，水平外力F作用于A。A、B均静止。则A、B受力个数分别为（　　）

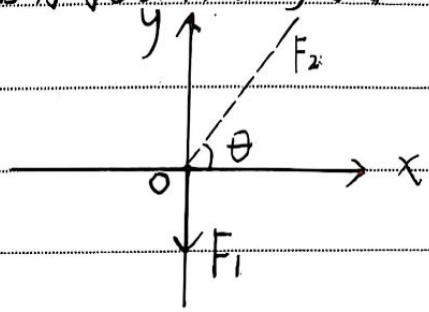


A. 5、2　　B. 4、2　　C. 5、4　　D. 6、4

解析：①假设绳无拉力，则B受重力、支持力共2个。A受F、B的压力、自身重力、地面支持力、地面摩擦力5个力，故A正确。②假设绳有拉力，则B受重力、支持力、拉力、摩擦力共4个，A受F、B的压力、自身重力、AB间摩擦力、地面支持力、地面摩擦力（当F=绳拉力时，此力不存在）5或6个力，故CD正确。选ACD

易错

7.（多选）如图所示，作用于O点的三个力F_1、F_2、F_3合力为0。F_1沿-y方向，大小已知。F_2与+x方向夹角为θ，（θ<90°），大小已知。则下列说法正确的是（　　）



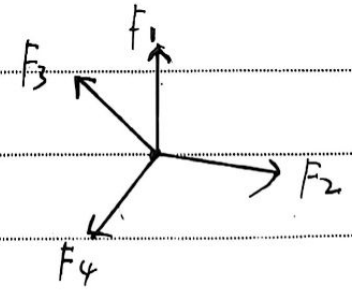
A. F_3可能指向第二象限　　B. F_3一定指向第3象限

C. F_3与F_2夹角越小，则F_3与F_2合力越小。

D. F_3最小值为$F_1\cos\theta$.

解析D：F_3与F_2垂直时最小，此时$F_3=F_1\cos\theta$　　答案：AD

8、某物体在F_1、F_2、F_3、F_4四力作用下平衡，此时将F_4逆时针扭转120°，其余力不变，则现在物体所受合力为（　　）

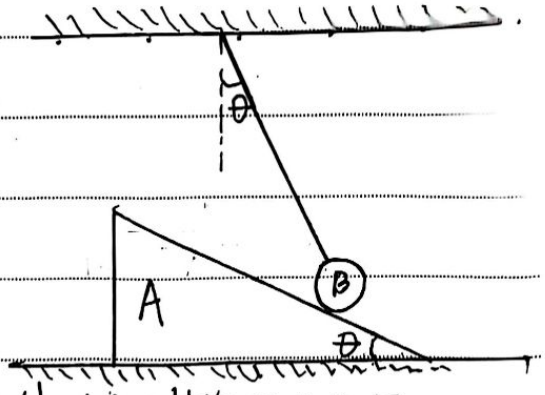


A. $\frac{F_4}{2}$　　B. 0　　C. F_4　　D. $\sqrt{3}F_4$

解析：平衡时，F_1、F_2、F_3合力与F_4等大反向，故F_4扭转120°后，与F_1、F_2、F_3三力之合力呈60°夹角，计算得四力合力为$\sqrt{3}F_4$

选D

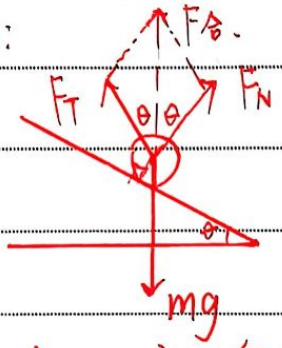
9（多选）如图：质量为M的斜面体A放在粗糙水平面上，用绳拴住质量为m的小球B置于斜面上，整个系统静止。已知斜面倾角=θ，轻绳与竖直方向夹角也是θ。θ=30°，不计小球与斜面间摩擦，则（ ）

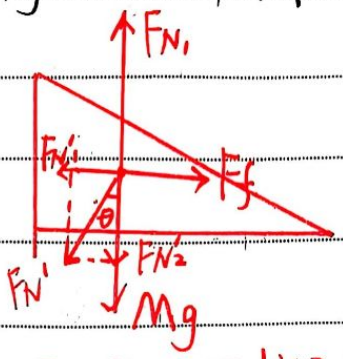


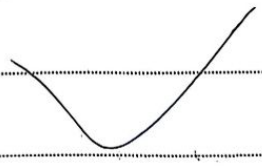
A. 轻绳对小球作用力为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$　　B. 斜面体对小球作用力为 $\sqrt{2}mg$

C. 斜面体对水平面压力为 $(M+m)g$　　D. 斜面体与水平面间摩擦力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$

解析：





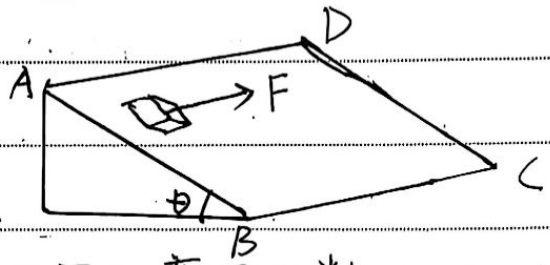


以小球为研究对象时，受力分析如图1所示，可求得 $F_T=F_N=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

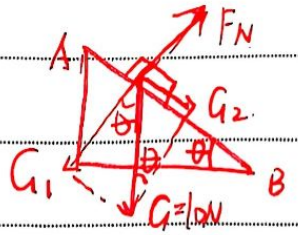
以斜面体为研究对象时，由相互作用力得 $F_N'=F_N=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$。再将 F_N' 分解到水平和竖直两个方向。$F_{N1}'=\sin\theta\cdot F_N'=\frac{\sqrt{3}}{6}mg$　$F_{N2}'=\cos\theta\cdot F_N'=\frac{1}{2}mg$

$F_f=F_{N1}'=\frac{\sqrt{3}}{6}mg$，$F_{N1}=F_{N2}'+Mg=\frac{1}{2}mg+Mg$，选A、D.

10. 如图：ABCD为一倾角θ=30°的粗糙斜面，AD∥BC，斜面上有一质量m=1kg的滑块，现对其施加一个平行于AD的拉力F=5N时，滑块恰好匀速直线运动。$g=10m/s^2$。则滑块与斜面间动摩擦因数 $\mu=$（ ）

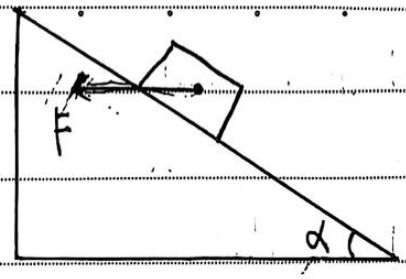


A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$　　B. $\frac{\sqrt{6}}{3}$　　C. $\frac{\sqrt{3}}{3}$　　D. $\sqrt{3}$



先从侧面，将G分解为一个使物体下滑的力 $G_2=5N$，和一个压紧斜面的力 $G_1=5\sqrt{3}N$，$F_N=G_1=5\sqrt{3}N$。再看ABCD平面，求出F与G_2的合力 $F'=5\sqrt{2}N$ 即使物体向右下运动的力。$f=F'=5\sqrt{2}N$，$\mu=\frac{f}{F_N}=\frac{5\sqrt{2}N}{5\sqrt{3}N}=\frac{\sqrt{6}}{6}$　选B

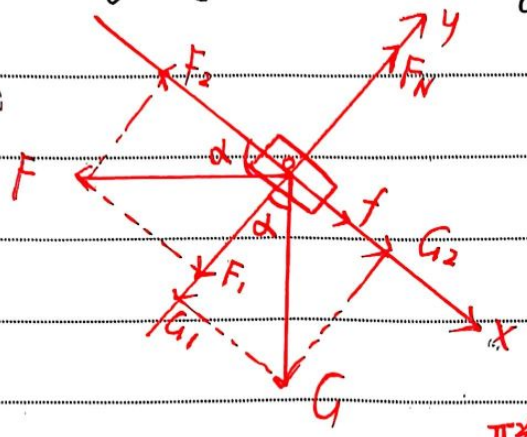
⊗如图，质量为m的物体，在水平力F的作用下，在倾角为α的粗糙斜面上匀速运动，物体与斜面动摩擦因数为μ，则水平推力为（ ）.



A. $\frac{mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{\cos\alpha-\mu\sin\alpha}$　　B. $\frac{mg(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}$

C. $mg\sin\alpha+\mu mg\cos\alpha$　　D. $\frac{mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{\cos\alpha}$

解析：



如图，以平行于斜面的方向为x方向，建立坐标系.

将F与G正交分解，$F_1=\sin\alpha\cdot F$，$F_2=\cos\alpha\cdot F$

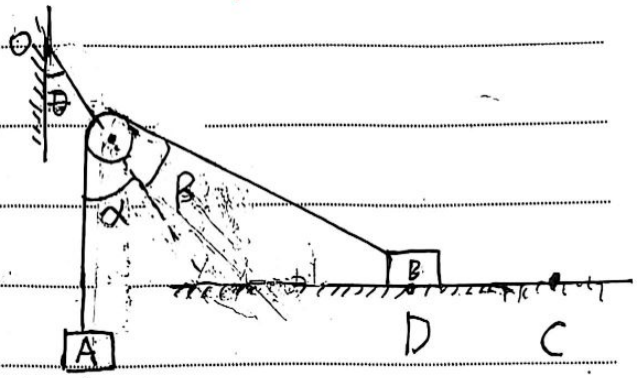
$G_1=\cos\alpha\cdot G=mg\cos\alpha$，$G_2=mg\sin\alpha$

$F_N=F_1+G_1=\sin\alpha\cdot F+mg\cos\alpha$

$f=F_2-G_2=\cos\alpha F-mg\sin\alpha=\mu F_N$

联立二式，解得 $F=\frac{mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{\cos\alpha-\mu\sin\alpha}$　选A

11.（多选）如图，不计质量的光滑滑轮用细绳悬挂于墙上的O点，跨过滑轮的细绳连接物块A、B。A、B均处于静止状态。将B从C点移到D点后，A、B仍静止，下列说法正确的是（ ）



A. B与水平面间摩擦力减小

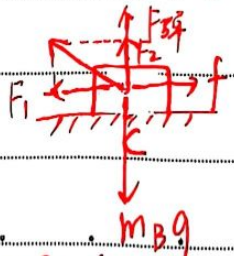
B. 水平面对B的弹力增大

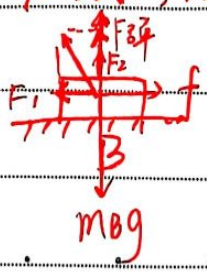
C. 悬挂于墙上的绳所受拉力减小

D. AB静止时，α、β一定相等.

解析：定滑轮两侧绳产生的力相等，故两股绳拉力的合力在其角平分线上.

$\alpha=\beta$。B物块从C点移至D点，α、β变小，故合力增大，悬挂于墙上的绳所受拉力减小





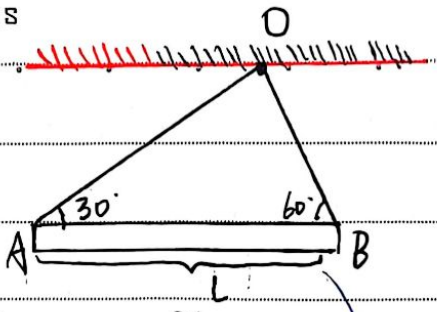
分析B在C、D点受力，可知此过程中，水平面对B弹力减小，摩擦力减小

$F_{弹}=m_Bg-F_2$

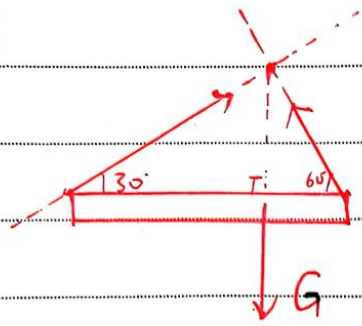
$f=F_1$

选A、D

12. 如图：AB为一质量不均匀横杆，长为L，用两根轻绳拴住两端后悬挂于O点。当AB在水平方向平衡时，绳与AB夹角分别为30°和60°，则重心与B端距离为（ ） A. $\frac{L}{5}$ B. $\frac{L}{4}$ C. $\frac{L}{2}$ D. $\frac{3L}{4}$



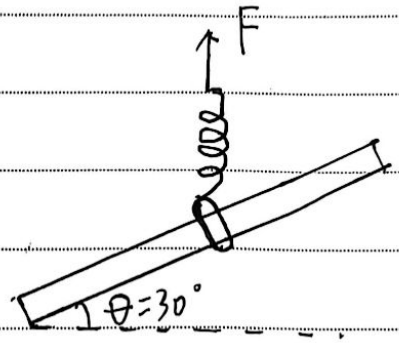
解析：



三力作用线交于一点.

选B.

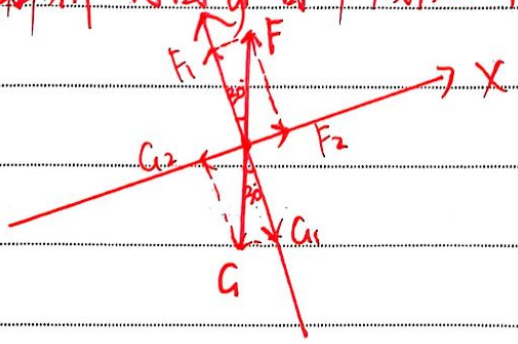
13. 如果一直杆倾斜固定，与水平面夹角为30°，直杆上套有一个质量为0.5kg的圆环，圆环与轻弹簧相连。在轻弹簧上施加一个竖直向上，大小F=7N的力，圆环静止。已知直杆与圆环间的动摩擦因数为0.7，g=10m/s²。下列说法正确的是（ ）



A. 圆环受直杆弹力，垂直于直杆向上. B. 圆环受到直杆摩擦力，方向沿杆向上

C. 圆环受直杆摩擦力等于1N D. 圆环受直杆的弹力大小等于 $\frac{5}{2}\sqrt{3}$ N.

解析：将圆环看作成质点，正交分解法分析其受力：



$F_1 = \cos\theta \cdot F = \frac{7}{2}\sqrt{3}$ N

$F_2 = \sin\theta F = \frac{1}{2}$ N

$G_1 = \cos\theta \cdot G = \frac{5}{2}\sqrt{3}$ N

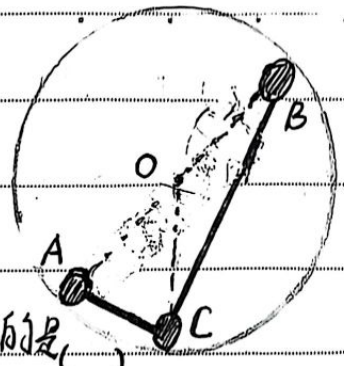
$G_2 = \sin\theta F = \frac{5}{2}$ N

弹力 $F_N = F_1 - G_1 = \sqrt{3}$ N. 垂直于斜面向下

摩擦力 $F_f = F_2 - G_2 = 1$ N. 沿斜面向下

选C.

14. 如图，大圆球内部有A、B、C三个光滑小球，在同一个竖直面内，C位于最低点。A、B通过轻杆与C球上的铰链连接在一起。A、B连线恰好经过圆心O，B、C两球质量均为m，B、C连线与竖直方向夹角为30°，下列说法正确的是（　）

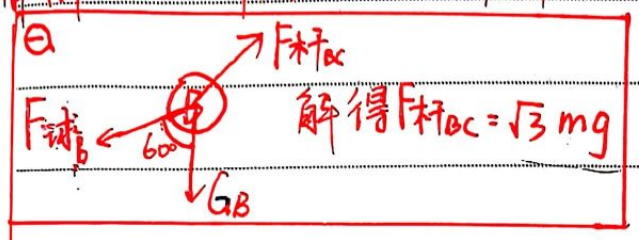


A. A球质量为$\sqrt{3}m$　　B. B球所受到大圆球弹力大小为$\sqrt{3}mg$

C. C球对大圆球压力大小为3mg　　D. 轻杆对B球弹力大小为2mg

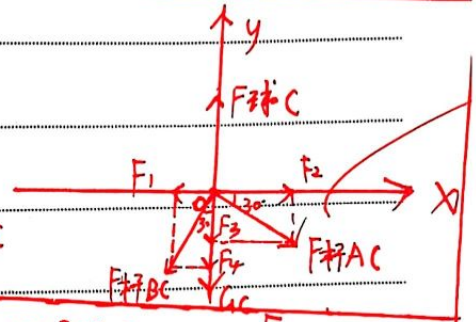
解析：先分析B，再用正交分解法分析C

㊀



解得$F_{杆BC}=\sqrt{3}mg$

㊁



$F_1=\sin30°\cdot F_{杆BC}=\cos30°\cdot F_{杆AC}=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

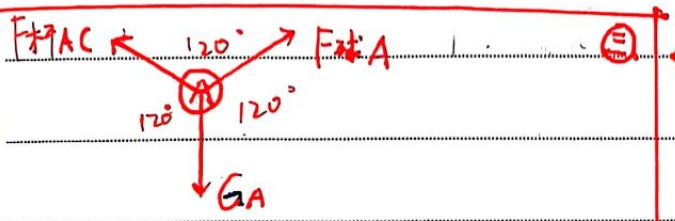
解得$F_{杆AC}=mg$

$F_3=\sin30°\cdot F_{杆AC}=\frac{1}{2}mg$

$F_4=\cos30°\cdot F_{杆AB}=\frac{3}{2}mg$

$F_{球C}=F_3+F_4+G_C=3mg$

㊂



三力互成120°角，解得$G_A=F_{球A}=mg$

选C. 也可先用力矩平衡求m_A，再用整体法求$F_{球C}$

15. A、B二人从同一地点同时同向沿直线驶向同一目的地，A在前一半路程中以v_1做匀速直线运动，后一半路程中以v_2做匀速直线运动（$v_1\neq v_2$）；B在前一半时间里以v_1做匀速直线运动，在后一半时间内以v_2做匀速直线运动，则（　）

A. B先到目的地　　B. A先到目的地　　C. AB同时到达　　D. 条件不足，无法比较

解析：设总路程为x，B运动时间为t_B，则$x=\frac{v_1t_B}{2}+\frac{v_2t_B}{2}$，推出$t_B=\frac{2x}{v_1+v_2}$；

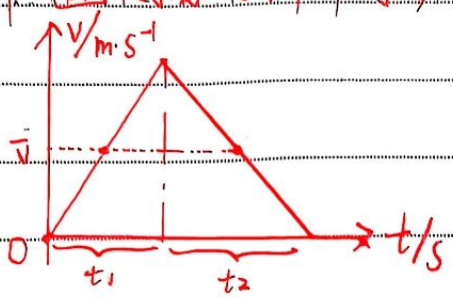
设A运动时间为t_A，则$t_A=\frac{x}{2v_1}+\frac{x}{2v_2}$；则$\frac{t_A}{t_B}=\frac{\frac{x}{v_1}+\frac{x}{v_2}}{\frac{2x}{v_1+v_2}}=\frac{(v_1+v_2)^2}{4v_1v_2}>1$（$v_1\neq v_2$）

即$t_A>t_B$，选A.

16、某物体由静止开始，做加速度大小为a_1的匀加速直线运动，运动时间为t_1，接着又做加速度大小为a_2的匀减速直线运动，再经过时间t_2，其速度变为0。则物体在全部时间内平均速度为（　　）（多选）

A. $\frac{a_1t_1}{2}$　　B. $\frac{a_1(t_1+t_2)}{2}$　　C. $\frac{a_1t_1(t_1-t_2)}{2(t_1+t_2)}$　　D. $\frac{a_2t_2}{2}$

解析：画图象分析即可，全程平均速度=t_1段平均速度=t_2段平均速度。

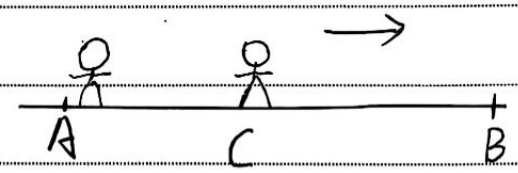


选AD。

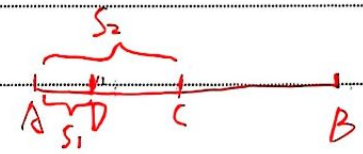
17. 如图，甲从A地沿平直公路由静止匀加速跑向B地。当甲前进距离为s_1时，乙从距A地s_2处的C点由静止出发，加速度与甲相同，最后二人同时到达B地，则A、B两地距离为（　　）

A. s_1+s_2　　B. $\frac{(s_1+s_2)^2}{4s_1}$

C. $\frac{s_1^2}{4(s_1+s_2)}$　　D. $\frac{(s_1+s_2)^2}{s_1(s_1-s_2)}$



解析



设甲行驶s_1时的速度为v，再行驶ts到达B。

则 $BD=\frac{1}{2}at^2=vt=x_甲$，$BC=x_乙=\frac{1}{2}at^2$

$CD=s_2-s_1=BD-BC=vt$。

$v^2=2as_1$，$v=\sqrt{2as_1}$

a设而不求，最后消掉

$t=\frac{s_2-s_1}{\sqrt{2as_1}}$。　$AB=AC+BC=s_2+\frac{1}{2}a\cdot\left(\frac{s_2-s_1}{\sqrt{2as_1}}\right)^2=\frac{(s_1+s_2)^2}{4s_1}$，选B。

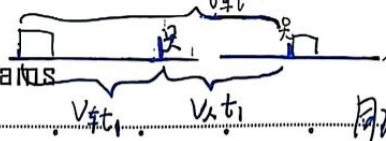
18. 有一人在平直公路边匀速散步，他发现每隔t_1时间有一路公共汽车迎面开过，他还发现每隔t_2时间有一辆这路公共汽车从身后开过。于是他计算出这路公共汽车的发车时间是（　　）

A. $\frac{\sqrt{2}t_1t_2}{t_1+t_2}$　　B. $\frac{\sqrt{2}t_1t_2}{2(t_1+t_2)}$　　C. $\frac{t_1t_2}{2(t_1+t_2)}$　　D. $\frac{2t_1t_2}{t_1+t_2}$

间隔

分析

[1.7]



$v_1(t-t_1)=v_2t_1$

同理 $v_1(t_2-t)=v_2t_2$

两式一比

解得 $t=\frac{2t_1t_2}{t_1+t_2}$

解析：设发车时间间隔为t，车速为v_1，人的速度为v_2，

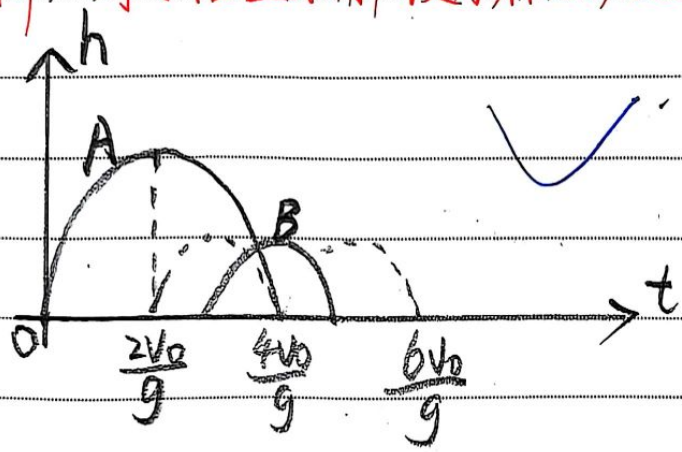
则 $(v_1-v_2)t_2=v_1t$，$(v_1+v_2)t_1=v_1t$

联立解得 $t=\frac{2t_1t_2}{t_1+t_2}$，选D.

19. 在地面以初速度 $2v_0$ 竖直上抛一物体A后，又以初速度 v_0 在同地点上抛同一物体。若要使两物体能在空中相遇，不计空气阻力，则两物体抛出的时间间隔 Δt 必须满足的条件是（ ）

A. $\Delta t=\frac{2v_0}{g}$　B. $\frac{2v_0}{g}<\Delta t<\frac{4v_0}{g}$　C. $\frac{4v_0}{g}<\Delta t<\frac{6v_0}{g}$　D. $\Delta t>\frac{4v_0}{g}$

解析：列方程组求解较为麻烦，此题要画图象分析



作出h-t图象

$h_A=2v_0t-\frac{1}{2}gt^2$

$h_B=v_0t'-\frac{1}{2}gt'^2$

有交点，则两物体可相遇

$\therefore \frac{2v_0}{g}<\Delta t<\frac{4v_0}{g}$

选B.

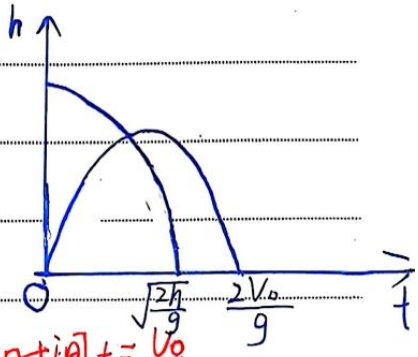
20. （多选）自高为h的塔顶自由下落某一物体a，与此同时物体b从塔底以初速度 v_0 竖直向上抛，且a，b在同一直线上运动，下列说法正确的是（ ）

A. 若 $v_0>\sqrt{gh}$，则两物体在b上升过程中相遇

B. 若 $v_0=\sqrt{gh}$，则两物体在地面相遇

C. 若 $\sqrt{\frac{gh}{2}}<v_0<\sqrt{gh}$，则两物体在b下降过程中相遇

D. 若 $v_0<\sqrt{\frac{gh}{2}}$，则两物体不可能在空中相遇



解析：①若b正好运动到最高点时与a相遇，则b速度减为0所用时间 $t=\frac{v_0}{g}$，

$s_a=\frac{1}{2}gt^2$，$s_b=\frac{v_0^2}{2g}$，$s_a+s_b=h$。解得 $v_0=\sqrt{gh}$。②当a，b恰好在落地时相遇，

$t_1=\frac{2v_0}{g}$，此时a位移 $s_a'=\frac{1}{2}gt_1^2=h$，解得 $v_0=\frac{\sqrt{2gh}}{2}$。

综上，$v_0>\sqrt{gh}\Leftrightarrow$ b上升途中与a相遇　$v_0=\sqrt{gh}\Leftrightarrow$ b上升至最高点时与a相遇

$\frac{\sqrt{2gh}}{2}<v_0<\sqrt{gh}\Leftrightarrow$ b下降途中与a相遇　$v_0=\frac{\sqrt{2gh}}{2}$，b落地时与a相遇

$v_0<\frac{\sqrt{2gh}}{2}$，b运动过程中不与a相遇

21. 风筝借助于均匀的风和牵线对其作用，才得以在空中处于平衡状态。图中所示风筝质量为$m=400g$，某时刻风筝平面与水平面的夹角为30°，主线对风筝的拉力与风筝平面成53°角。已知风对风筝的作用力与风筝平面相垂直，$g=10m/s^2$，（$\sin53°=0.8$，$\cos53°=0.6$，计算保留三位有效数字。）

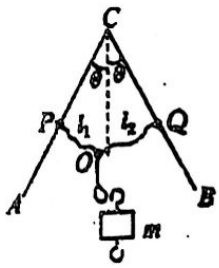
(1) 求此时风对风筝的作用力大小和主线对风筝的拉力大小

(2) 若拉着风筝匀速运动时，主线与水平面成53°角保持不变，这时拉主线的力为10N，则风对风筝的作用力为多大？风筝平面与水平面的夹角正切值为多大？

22.

7. 如图5所示，ACB是一光滑的、足够长的、固定在竖直平面内的"∧"形框架，其中CA、CB边与竖直方向的夹角均为θ. P、Q两个轻质小环分别套在CA、CB上，两根细绳的一端分别系在P、Q环上，另一端和一绳套系在一起，结点为O. 将质量为m的钩码挂在绳套上，OP、OQ两根细绳拉直后的长度分别用l_1、l_2表示，若$l_1:l_2=2:3$，则两绳受到的拉力之比$F_1:F_2$等于

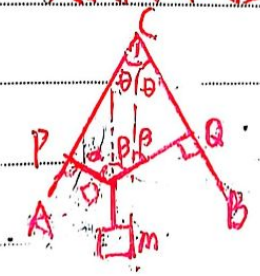
图4



A. 1∶1　　B. 2∶3

C. 3∶2　　D. 4∶9

解析："轻质""光滑"说明环不受摩擦力，且重力忽略不计。所以每个小环只受到支持力和拉力，拉力与框架垂直。如图 $\alpha=90°-\theta$，$\beta=90°-\theta$



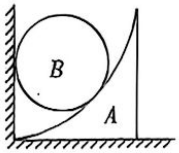
∴ $\alpha=\beta$　二绳拉力合力在其角平线上　所以二绳拉力相等

选A

动态平衡问题23-30.

Hang on to your dreams

23.(多选)如图所示,在粗糙水平地面上放有一个截面为四分之一圆弧的柱状物体 A,A 的左端紧靠竖直墙,A 与竖直墙之间放一光滑圆球 B,已知 A 的圆半径为球 B 的半径的 3 倍,球 B 所受的重力为 G,整个装置处于静止状态。设墙壁对 B 的弹力为 F_1,A 对 B 的弹力为 F_2。若把 A 向右移动少许后,它们仍处于静止状态,则 F_1、F_2的变化情况分别是

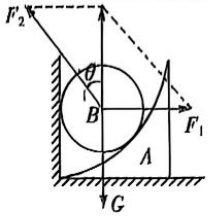


A. F_1减小　　B. F_1增大

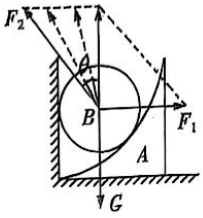
C. F_2增大　　D. F_2减小

【解题思路】 解析法:以球 B 为研究对象,受力分析如图甲所示,根据合成法,可得出 $F_1 = G\tan\theta$,$F_2 = \frac{G}{\cos\theta}$,当 A 向右移动少许后,θ 减小,则 F_1 减小,F_2 减小,选项 AD 正确。

图解法:先根据平衡条件和平行四边形定则画出如图乙所示的矢量三角形,在 θ 减小的过程中,从图乙中可直观地看出,F_1 减小,F_2 减小,选项 AD 正确。



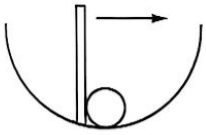
图甲



图乙

24.

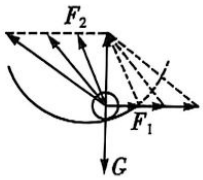
如图所示,一光滑小球静止放置在光滑半球面的底端,小球所受重力为 G,用竖直放置的光滑挡板水平向右缓慢地推动小球,则在小球运动的过程中(该过程小球未脱离球面),挡板对小球的推力 F_1、半球面对小球的支持力 F_2的变化情况正确的是 (　　)



A. F_1增大,F_2减小　　B. F_1增大,F_2增大

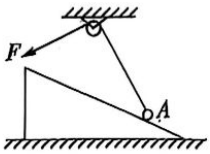
C. F_1减小,F_2减小　　D. F_1减小,F_2增大

【解题思路】 作出球在某位置时的受力分析图,如图所示,在小球运动的过程中,F_1的方向不变,F_2与竖直方向的夹角逐渐变大,画力的动态平行四边形,由图可知 F_1、F_2均增大,选项 B 正确。



25.

如图所示,在拉力 F 作用下,小球 A 沿光滑的斜面缓慢地向上移动,在此过程中,小球受到的拉力 F 和支持力 F_N的大小变化是 (　　)



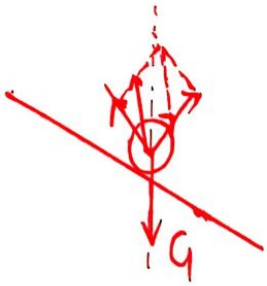
A. F 增大,F_N减小　　B. F 和 F_N均减小

C. F 和 F_N均增大　　D. F 减小,F_N不变

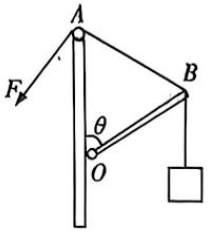
解析法:

【解题思路】 对小球 A 受力分析,设斜面倾角为 α,连接小球 A 的细线与斜面的夹角为 β,由平衡条件得 $mg\sin\alpha = F\cos\beta$,$F\sin\beta + F_N = mg\cos\alpha$;小球 A 沿光滑的斜面缓慢地向上移动,夹角 β 增大,则 F 增大,F_N减小,故选项 A 正确。

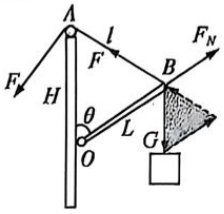
图解法:



26 一轻杆 BO，其 O 端用光滑铰链固定在竖直轻杆 AO 上，在 B 端用细绳挂一重物，重物所受重力大小为 G，且系另一细绳，细绳跨过杆顶 A 处的光滑小滑轮，用力 F 拉住，如图所示。现将细绳缓慢往左下拉，使杆 BO 与杆 AO 间的夹角 θ 逐渐减小，则在此过程中，拉力 F 及杆 BO 所受压力 F_N 的大小变化情况是（　　）



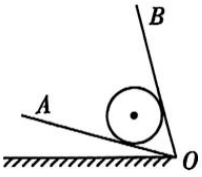
【解题思路】 取 BO 杆的 B 端为研究对象，受到绳子拉力（大小为 F）、BO 杆的支持力 F_N 和悬挂重物的绳子的拉力（大小为 G）的作用，将 F_N 与 G 合成．其合力与 F 等值反向，如图所示，B 端所受的三个力构成矢量三角形（如图中阴影部分），力的三角形与几何三角形 OBA 相似，利用相似三角形对应边成比例可得 $\frac{G}{H}=\frac{F_N}{L}=\frac{F}{l}$，式中 G、H、L 均不变，l 逐渐变小，可知 F_N 不变，F 逐渐变小，选项 B 正确。



A. F_N 先减小，后增大　　B. F_N 始终不变

C. F 先减小，后增大　　D. F 始终不变

27 6.（多选）如图所示，将两块光滑平板 OA、OB 固定连接，构成顶角为 60° 的楔形槽，楔形槽内放置一重为 G 的光滑小球，整个装置保持静止，OA 板与水平面夹角为 15°。现使楔形槽绕 O 点顺时针缓慢转动至 OA 板竖直，则转动过程中（　　）



A. OA 板对小球的作用力 N_A 一直在减小

B. OB 板对小球的作用力 N_B 一直在增大

C. OA 板对小球的作用力 N_A 的最大值为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}G$

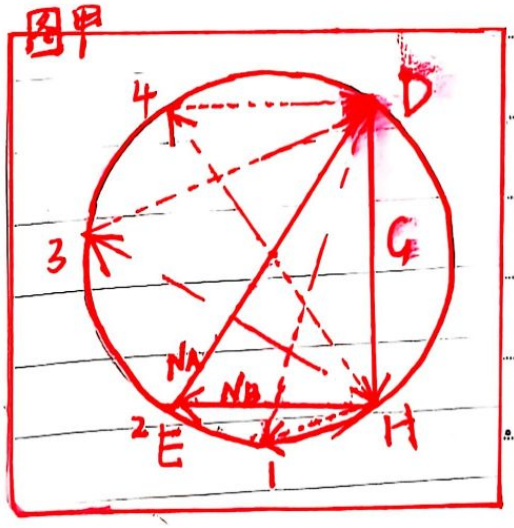
D. OB 板对小球的作用力 N_B 大小为 G 时，OA 板对小球的作用力大小也为 G

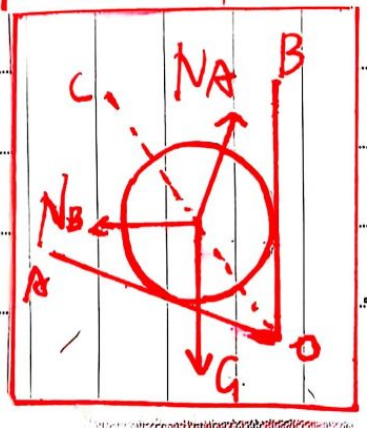
解析

【解题思路】 取小球为研究对象，受到 OA 板、OB 板的弹力和重力 G，三力构成矢量三角形（如图甲所示的实线三角形 DEH），重力 G 大小、方向不变，$\angle DEH=60°$，恒定不变。当 $EH\perp DH$ 时，N_A、N_B 的大小关系可以从以实线 DE 为直径的圆中找。在转动过程中弦 DH 恒定不变，如图甲所示，OB 板从开始位置转动到竖直位置，即 E 从位置 1 到位置 2 的过程，N_A、N_B 都在增大；OB 板从竖直位置继续转动至 OA 板竖直，即 E 从位置 2 到位置 4 的过程，N_A 在减小，N_B 在增大，故整个过程 OA 板对小球的作用力先增大后减小，而 OB 板对小球的作用力一直在增大，故选项 A 错误，B 正确。当 OB 板在竖直位置时，OA板对小球的作用力有最大值，此时小球受力分析，如图乙所示，根据平衡条件得 $N_A=\frac{2\sqrt{3}}{3}G$，故C正确。当OC线竖直时，球处于静止状态，受力平衡。根据几何关系可知，两平板对球的弹力大小相等，夹角为120°，根据平衡条件得 $N_A=G$，故D正确。

CD

图甲





图乙

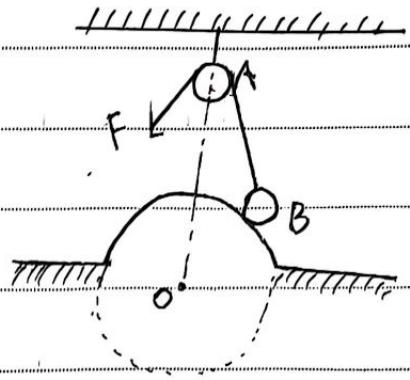
28. 如图，用细线吊着的小球B放在光滑的大球面上，细线的另一端跨过光滑的小滑轮由人拉着。球B质量为m，滑轮A处在大球面正上方。在人以拉力F缓慢地使B沿大球面逐渐上升的过程中，下列说法正确的是（）

A. F变大，大球面对小球B的支持力变大

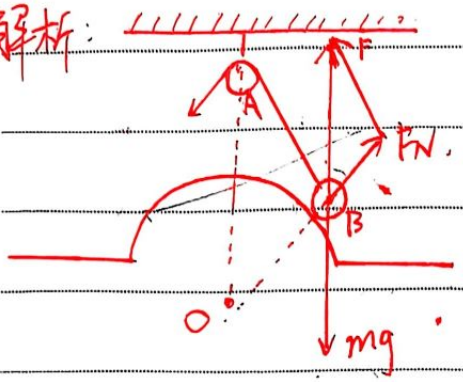
B. F变小，支持力变小

C. F变大，支持力不变

D. F变小，支持力不变



解析：



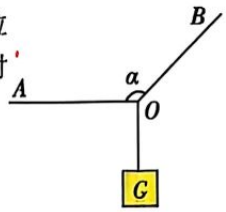
如图，作出B的三角形矢量图。其中，力的三角形与几何三角形OAB相似，得 $\frac{mg}{OA}=\frac{F}{AB}=\frac{F_N}{OB}$

解得 $F=\frac{mg}{OA}\cdot AB$，$F_N=\frac{mg}{OA}\cdot OB$

小球上升过程中，AB减小，F减小；OB不变，F_N不变

选D

29.（多选）如图所示，物体G用两根绳子悬挂，开始时绳OA水平，现将绳OA与绳OB同时顺时针转过90°，且保持两绳之间的夹角α不变（α>90°），物体保持静止状态，在旋转过程中，设绳OA的拉力为F_1，绳OB的拉力为F_2，物体对结点O的拉力为F_3，则



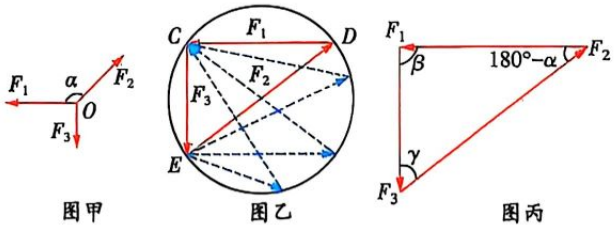
A. F_1先减小后增大

B. F_1先增大后减小

C. F_2逐渐减小

D. F_2最终变为零

解析 方法一 取绳子结点O为研究对象，受到3根绳的拉力，如图甲所示，三力构成矢量三角形（如图乙所示的实线三角形CDE），需满足力F_3大小、方向不变，∠CDE不变。由于∠CDE不变，则三力的几何关系可以从以实线DE边为直径的圆中找，则动态矢量三角形如图乙中画出的一系列虚线与实线CE构成的三角形所示，由此可知，F_1先增大后减小，F_2始终减小，且转过90°时，F_2刚好为零，所以选项BCD正确，A错误。



图甲　图乙　图丙

方法二 旋转过程中，物体保持静止，可知三力构成矢量三角形，如图丙所示，由正弦定理可得$\frac{F_1}{\sin\gamma}=\frac{F_2}{\sin\beta}=\frac{F_3}{\sin(180°-\alpha)}$。绳OA与绳OB顺时针转过90°的过程中，β由90°逐渐减小到0°（0°时三力不能构成矢量三角形），γ由α−90°逐渐增大到α，可得sin β由1逐渐减小到0，sin γ先由小于1大于0的某值增大到1，再减小到小于1大于0的某值。由于F_3、180°−α不变，可得F_1先增大后减小，F_2逐渐减小，当β减小到0°时，F_2为零。故A错误，BCD正确。

答案 BCD

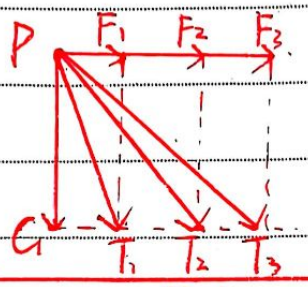
选BCD

30 如图 4 所示，用绳 OA、OB 和 OC 吊着重物 P 处于静止状态，其中绳 OA 水平，绳 OB 与水平方向成 θ 角. 现用水平向右的力 F 缓慢地将重物 P 拉起，用 F_A 和 F_B 分别表示绳 OA 和绳 OB 的张力，则 ( )

A. F_A、F_B、F 均增大　　B. F_A 增大，F_B 不变，F 增大　　B

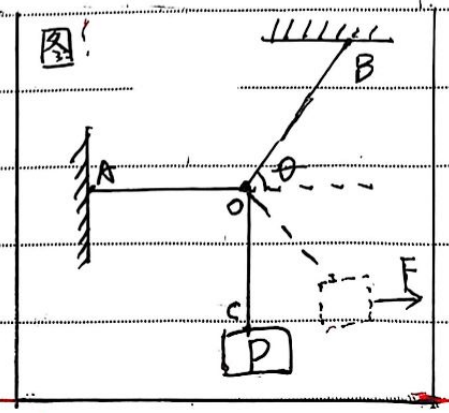
C. F_A 不变，F_B 减小，F 增大　　~~D. F_A 增大，F_B 减小，F 减小~~

解析 (一) 先分析OC拉力T、F的变化情况，以P为研究对象

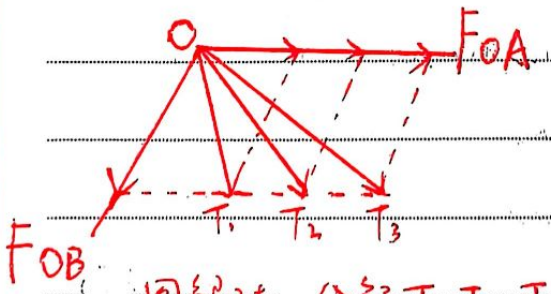


OC的拉力T，水平力F不断增大。

T的末端在一条水平线上。



(二). O隔离法分析结点O.



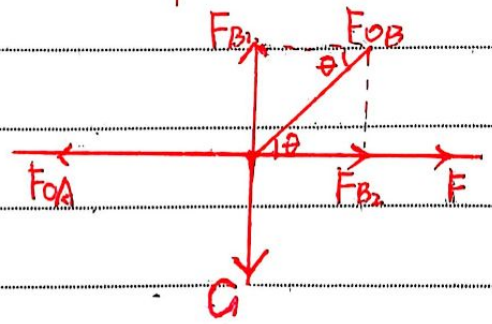
图解法，分解 T_1、T_2、T_3.

T_1 T_2 T_3 末端在同一条直线上，OB方向不变

所以FOB的大小也不变

F_{OA}变大

② 整体法 将从结点O到物块P看作一个整体分析其受力.



正交分解 F_{OB}. F_{B1} 恒等于G

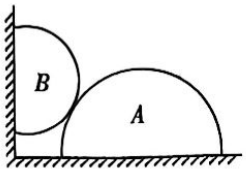
$F_{OB}=\frac{F_{B1}}{\sin\theta}$，θ不变，故 F_{OB} 不变，F_{B2} 不变

$F_{OA}=F_{B2}+F$

故F增大、F_{OA}增大.

31 **题型 2** 关联体平衡中整体法与隔离法的应用

（多选）如图所示，在粗糙水平地面上放着一个截面为半圆的柱状物体 A，A 与竖直墙之间放一光滑半圆球 B，整个装置处于静止状态。已知 A、B 两物体的质量分别为 m_A 和 m_B，重力加速度为 g，则下列说法正确的是



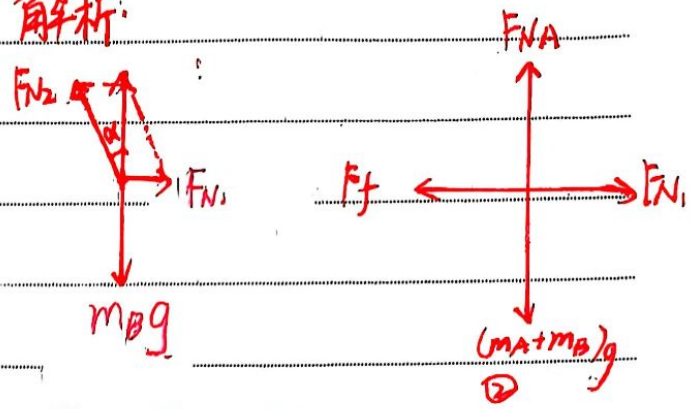
A. A 物体对地面的压力大小为 $m_A g$

B. A 物体对地面的压力大小为 $(m_A+m_B)g$

C. B物体对A物体的压力 $> m_B g$

D. 地面对A无摩擦力

解析：

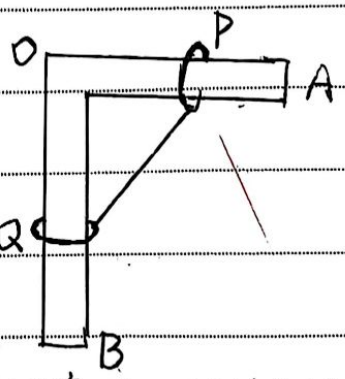


如图①，单独分析B，$F_{N2}=\frac{m_B g}{\cos\alpha}>m_B g$，C项正确。$F_{N1}=m_B g\cdot\tan\alpha$。

如图②，整体分析，$F_{NA}=(m_A+m_B)g$。

$F_f=F_{N1}=m_B g\cdot\tan\alpha$。B项正确。

32. 有一个直角支架AOB，AO水平，表面粗糙。OB竖直向下，表面光滑。AO上套有小环P，OB上套有小圆环Q，两环质量均为m，由一根质量可忽略不可伸展的细绳相连，并在某一位置平衡，如图。



现在将P环左移一段距离，两环再次平衡。与之前相比较，AO对P的支持力N和细绳上的拉力T的变化情况是（　　）

A. N不变，T变大　B. N不变，T变小　C. N变大，T变大　D. N变大，T变小

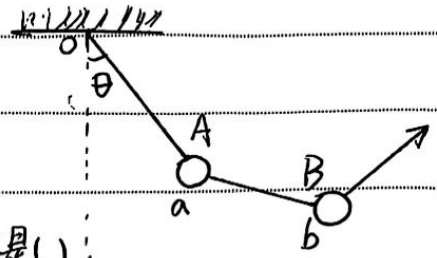
解析（一）隔离法：设PQ与OA夹角为α。对P，有 $mg+T\sin\alpha=N$

对Q，有 $T\sin\alpha=mg$。所以 $N=2mg$，$T=\frac{mg}{\sin\alpha}$。P环向左移动一小段距离，α增大，故N不变，T变小。

（二）整体法：P、Q整体为研究对象，在竖直方向上受到的合力为0，直接可得 $N=2mg$。再选Q为研究对象，设PQ与OA夹角为α，受力分析可求出 $T=\frac{mg}{\sin\alpha}$，P环向左移动一小段距离，α增大，T变小

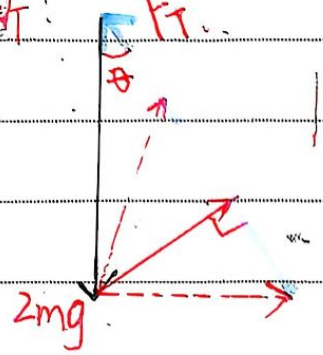
故选B。

33、将两个质量均为m的小球a、b用细线相连后，再用细线悬挂于O点，如图所示。用力F拉小球b，使两个小球均静止。细线OA与竖直方向的夹角保持θ=30°不变，则F的最小值是（）



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

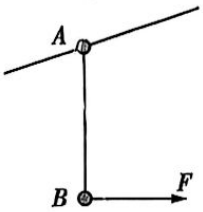
解析：



以a、b为整体，整体受重力2mg、细线OA的拉力F_T及拉力F三个力而平衡了，如图所示，在三个力构成了的矢量三角形中，当力F⊥F_T时，F有最小值，且最小值$F_{min}=2mg\sin\theta=mg$。

选B。

34. （多选）[2019 南京六校模拟考试]如图所示，带有孔的小球A套在粗糙的倾斜直杆上，并与正下方的小球B通过轻绳连接，处于静止状态。给小球B施加水平力F使其缓慢上升；直到小球A刚要滑动，在此过程中



（BC）

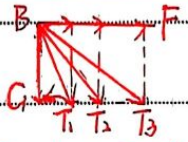
A. 水平力F的大小不变

B. 杆对小球A的支持力增大

C. 杆对小球A的摩擦力先变小后变大

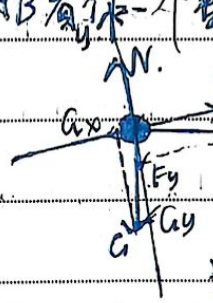
D. 轻绳对小球B的拉力先变大后变小

解析：分析B受力



所以绳拉力T、水平力F不断增大

将AB看作一个整体，分析受力



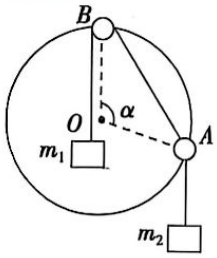
以直杆方向为x轴方向建系。在F增大过程中，F_x、F_y也增大

由图得，N随F_y增大而增大

当F_x从0增大至与G_x相等时，F_f方向为正，逐渐减小至0，F_x继续增大，F_f反向增大

故杆对A的支持力增大，摩擦力先变小后变大　选BC

35 如图所示，小球A吊着一个质量为m_2的物块并套在一个竖直放置的大圆环上，有一细线一端拴在小球A上，另一端跨过固定在大圆环最高点B的一个小滑轮后吊着一个质量为m_1的物块，整个系统处于静止状态。如果小球、滑轮、细线的质量和相互之间的摩擦都可以忽略不计，细线又不可伸长，静止时弦AB所对应的圆心角为α，则两物块质量的比值$\frac{m_1}{m_2}$应为

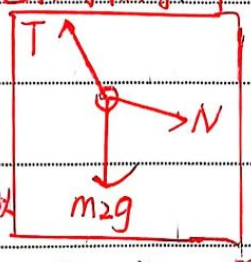


（C）

A. $\cos\frac{\alpha}{2}$　　B. $\sin\frac{\alpha}{2}$　　C. $2\sin\frac{\alpha}{2}$　　D. $2\cos\frac{\alpha}{2}$

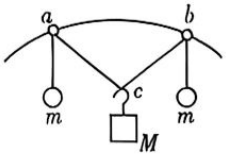
解析：B两侧绳子拉力相等，$T=m_1g$

分析A受力，平移三个力后，与图中△ABO相似



所以$\frac{m_1}{m_2}=\frac{T}{m_2g}=2\cdot\frac{\frac{T}{2}}{m_2g}=2\sin\frac{\alpha}{2}$　选C

36. (多选)[2020 河北存瑞中学期中考试]如图所示,两个轻环 a 和 b 套在位于竖直面内的一段半径为 R、圆心为 O(图中未画出)的固定圆弧上,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质量为 M 的小物块。平衡时,a、b 间的距离记为 L,物块的悬挂点记为 c,不计所有摩擦,下列说法正确的是 (A)



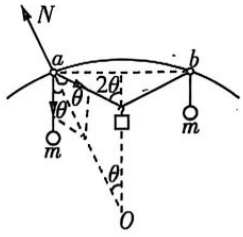
A. 平衡时,c 的位置一定在圆心 O 的上方

B. 平衡时,若 $L=1.2R$,则 $M=0.56m$

C. 平衡时,若 $L=R$,则 $M=\sqrt{3}m$

D. 平衡时,若 L 越大,则 M 与 m 的比值越大

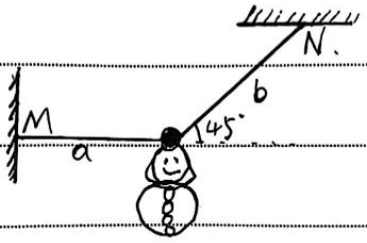
【解题思路】 由于 ca、cb 段细线的拉力相等,所以两段细线的拉力的合力与物块的重力等大反向,一定在 ab 的垂直平分线上,此线一定过圆心,如果 c 与 O 点重合或在 O 点下方,则圆弧对轻环的弹力方向不再经过圆心,故不可能,所以 c 点一定在 O 点上方,选项 A 正确。对小球受力分析,受重力和拉力,故 $T=mg$,对 a 处圆环分析,受细线的两个拉力和圆弧的支持力,如图所示,平衡时,若 $L=1.2R$,则 $\sin\theta=0.6$,$\cos\theta=0.8$;对物块受力分析,知 $2T\cos 2\theta=Mg$,得 $M=0.56m$,故选项 B 正确。平衡时,若 $L=R$,则 $\sin\theta=\frac{1}{2}$,$\theta=30°$,由 $2T\cos 2\theta=Mg$,得 $M=m$,故选项 C 错误;由 $2T\cos 2\theta=Mg$ 知 $\frac{M}{m}=2\cos 2\theta$,平衡时,若 L 越大,则 $\cos 2\theta$ 就越小,所以比值就越小,故选项 D 错误。



补充公式: $\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$

$\cos 2\theta = 1-2\sin^2\theta$

37. (多选) 如图,一根细线的两端分别固定在M、N两点,用小铁夹将一个玩具娃娃固定在细线上,使a段细线恰好水平,b与水平面夹角为45°。现将小铁夹的位置稍稍向左移动一段距离,待玩具平衡后,关于a、b两段细线,说法正确的是( )

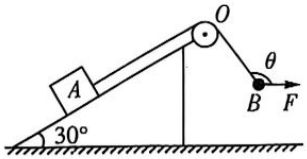


A. 移动前,a段拉力=玩具所受重力 B. 移动前a段拉力<玩具所受重力

C. 移动后,b段拉力的竖直分量不变 D. 移动后,b段拉力的竖直分量变小

易错点: 移动后,a段细绳方向不再水平。 选AD

38. (多选)如图,倾角为 30° 的斜面体放置于粗糙水平地面上,物块 A 通过跨过光滑定滑轮的柔软轻绳与小球 B 连接,O 点为轻绳与定滑轮的接触点。初始时,小球 B 在水平向右的拉力 F 作用下,使轻绳 OB 段与水平拉力 F 的夹角 $\theta=120°$,整个系统处于静止状态。现将小球向右上方缓慢拉起,并保持夹角 θ 不变,从初始到轻绳 OB 段水平的过程中,斜面体与物块 A 均保持静止不动,则在此过程中 (AD)



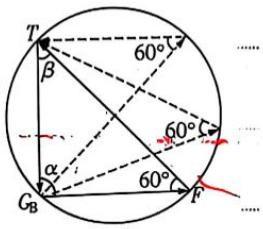
A. 拉力 F 逐渐增大

B. 轻绳上的拉力先增大后减小

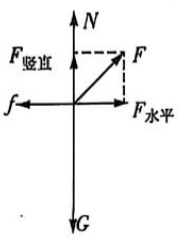
C. 地面对斜面体的支持力逐渐增大

D. 地面对斜面体的摩擦力先增大后减小

【解题思路】 对小球 B 进行受力分析,受重力 G_B、轻绳的拉力 T、水平拉力 F,在将小球 B 缓慢拉起的过程中,夹角 θ 不变,构建一个圆,如图甲所示,轻绳拉力 T 为直径,G_B 为固定不变的弦。在将小球 B 拉起到轻绳 OB 段水平的过程中,β 由 30° 逐渐增大到 90°,α 由 90° 逐渐减小到 30°,由图甲中虚线可知,F 逐渐变大,F 的水平分力先增大后减小,F 的竖直分力逐渐增大,T 逐渐变小,故 A 正确,B 错误。对整个系统进行受力分析,受重力 G、拉力 F、地面的支持力 N、地面的摩擦力 f,如图乙所示。在将小球 B 缓慢拉起到轻绳 OB 段水平的过程中,整个系统受力平衡,有 $N=G-F_{竖直}$,$f=F_{水平}$,又 $F_{竖直}$ 逐渐增大,$F_{水平}$ 先增大后减小,可知 N 逐渐减小,f 先增大后减小,故 C 错误,D 正确。



图甲



图乙

39 如图7所示，晾晒衣服的绳子轻且光滑，悬挂衣服的衣架的挂钩也是光滑的，轻绳两端分别固定在两根竖直杆上的 A、B 两点，衣服处于静止状态. 如果保持绳子 A 端的位置不变，将 B 端分别移动到不同的位置，下列判断正确的是（ ）

A. B 端移动到 B_1 位置时，绳子张力不变

B. B 端移动到 B_2 位置时，绳子张力不变

C. B 端在杆上位置不变，将杆移动到虚线位置时，绳子张力变大

D. B 端在杆上位置不变，将杆移动到虚线位置时，绳子张力变小

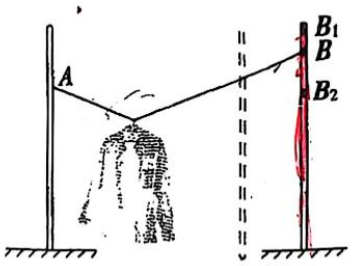
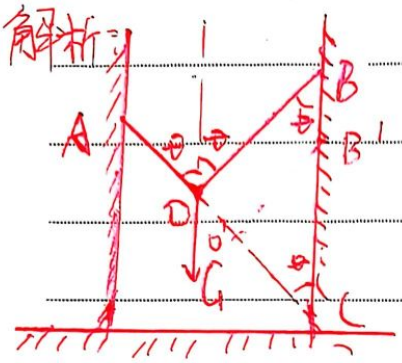


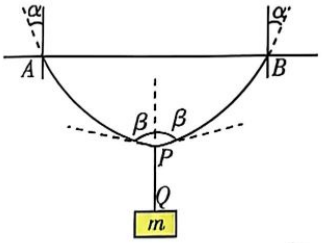
图7

解析：



O点相当于一个滑轮，两侧绳拉力相等，故OA、OB与竖直方向夹角相等，延长AO交墙于C。△OCB为等腰三角形，OB=OC。所以绳长AO+BO=AC。B端竖直移动过程中，绳长不变，A点不动，故AC不会移动（移动前后是结点O的位置），θ角不变。所以B端竖直移动时，绳张力不变

40 如图所示，一根匀质绳质量为 M，其两端固定在天花板上的 A、B 两点，在绳的中点悬挂一重物，质量为 m，悬挂重物的绳 PQ 质量不计。设 α、β 分别为绳子端点和中点处绳子的切线方向与竖直方向的夹角，试求 $\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}$ 的大小。



解析 如图所示，根据对称性可知 A、B 两处绳的张力大小相等，设 A、B 两处绳的张力为 T_1，在绳中点处绳的张力大小为 T_2，对于绳和重物整体，因为在竖直方向上受力平衡，所以有

$2T_1\cos\alpha=(m+M)g$ ①

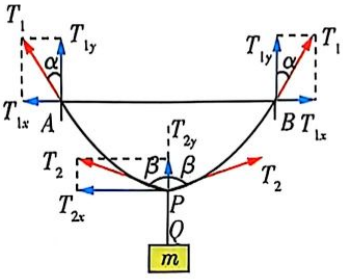
对于重物，因为在竖直方向上受力平衡，所以有

$2T_2\cos\beta=mg$ ②

对于 AP 段绳，因为在水平方向受力平衡，所以有

$T_1\sin\alpha=T_2\sin\beta$ ③

由以上三式联立解得 $\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}=\frac{m}{m+M}$



答案 $\frac{m}{m+M}$

联立求解过程：

③/① 得 $\frac{1}{2}\tan\alpha=\frac{T_2\sin\beta}{(m+M)g}$

③/② 得 $\frac{1}{2}\tan\beta=\frac{T_2\sin\beta}{mg}$

$\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}=\frac{m}{m+M}$