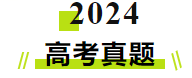
**专题02 相互作用**



1.**(2024年辽宁卷考题)** 3. 利用砚台将墨条研磨成墨汁时讲究“圆、缓、匀”，如图，在研磨过程中，砚台始终静止在水平桌面上。当墨条的速度方向水平向左时，（　　）



A. 砚台对墨条的摩擦力方向水平向左

B. 桌面对砚台的摩擦力方向水平向左

C. 桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力

D. 桌面对砚台的支持力与墨条对砚台的压力是一对平衡力

【答案】C

【解析】A．当墨条速度方向水平向左时，墨条相对于砚台向左运动，故砚台对墨条的摩擦力方向水平向右，故A错误；

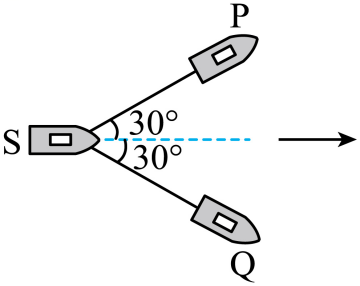
B．根据牛顿第三定律，墨条对砚台的摩擦力方向水平向左，由于砚台处于静止状态，故桌面对砚台的摩擦力方向水平向右，故B错误；

C．由于砚台处于静止状态，水平方向桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力，故C正确；

D．桌面对砚台的支持力大小等于砚台的重力加上墨条对其的压力，故桌面对砚台的支持力大于墨条对砚台的压力，故D错误。

故选C。

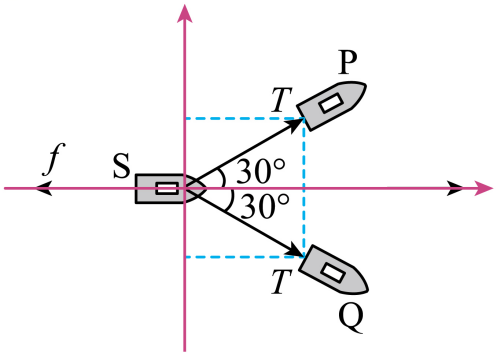
2.**(2024年湖北考题)** 6. 如图所示，两拖船*P*、*Q*拉着无动力货船S一起在静水中沿图中虚线方向匀速前进，两根水平缆绳与虚线的夹角均保持为30°。假设水对三艘船在水平方向的作用力大小均为*f*，方向与船的运动方向相反，则每艘拖船发动机提供的动力大小为（　　）



A.  B.  C. 2*f* D. 3*f*

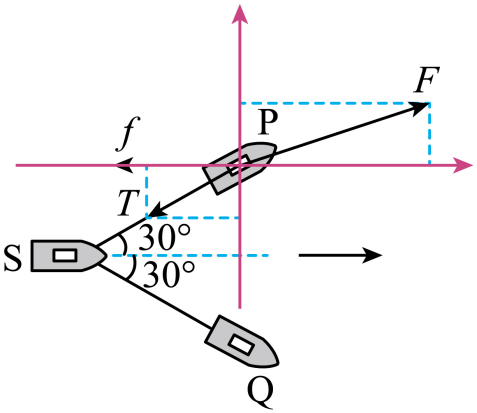
【答案】B

【解析】根据题意对S受力分析如图



正交分解可知 ， 所以有 

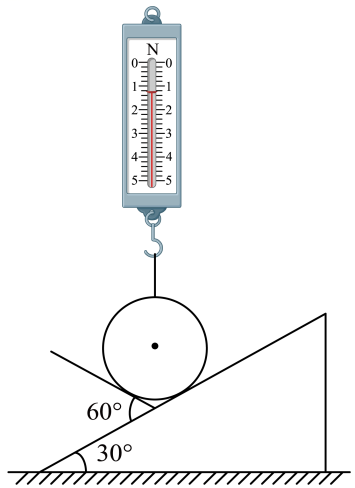
对P受力分析如图



则有 ， 解得

故选B。

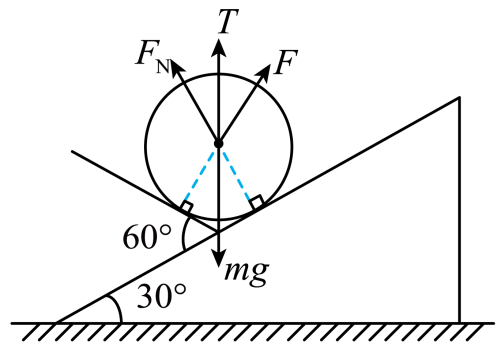
3.**(2024河北卷考题)**  5. 如图，弹簧测力计下端挂有一质量为的光滑均匀球体，球体静止于带有固定挡板的斜面上，斜面倾角为，挡板与斜面夹角为．若弹簧测力计位于竖直方向，读数为取,挡板对球体支持力的大小为（ ）



A.  B.  C.  D. 

【答案】A

【解析】对小球受力分析如图所示



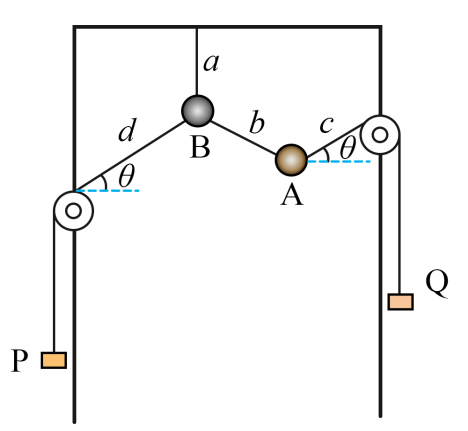
由几何关系易得力与力与竖直方向的夹角均为，因此由正交分解方程可得

， 

解得 

故选A。

4.**(2024浙江1月考题)** 6. 如图所示，在同一竖直平面内，小球A*、*B上系有不可伸长的细线*a、b、c*和*d*，其中*a*的上端悬挂于竖直固定的支架上，*d*跨过左侧定滑轮、*c*跨过右侧定滑轮分别与相同配重P*、*Q相连，调节左、右两侧定滑轮高度达到平衡。已知小球A*、*B和配重P*、*Q质量均为，细线*c、d*平行且与水平成（不计摩擦），则细线*a、b*的拉力分别为（　　）



A. ， B. ， C. ， D. ，

【答案】D

【解析】由题意可知细线*c*对A的拉力和细线*d*对B的拉力大小相等、方向相反，对A、B整体分析可知细线*a*的拉力大小为 

设细线*b*与水平方向夹角为*α*，对A、B分析分别有  

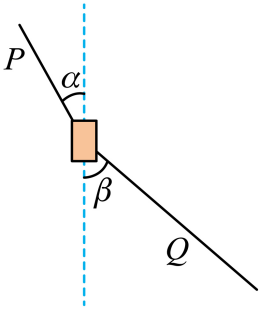
解得 

故选D。

5.**（2024年新课标考题）**11. 将重物从高层楼房的窗外运到地面时，为安全起见，要求下降过程中重物与楼墙保持一定的距离。如图，一种简单的操作方法是一人在高处控制一端系在重物上的绳子*P*，另一人在地面控制另一根一端系在重物上的绳子*Q*，二人配合可使重物缓慢竖直下降。若重物的质量，重力加速度大小，当*P*绳与竖直方向的夹角时，*Q*绳与竖直方向的夹角

（1）求此时*P*、*Q*绳中拉力的大小；

（2）若开始竖直下降时重物距地面的高度，求在重物下降到地面的过程中，两根绳子拉力对重物做的总功。



【答案】（1），；（2）

【解析】

1. 重物下降的过程中受力平衡，设此时*P*、*Q*绳中拉力的大小分别为和，

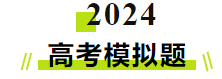
竖直方向 

水平方向 

联立代入数值得 ，

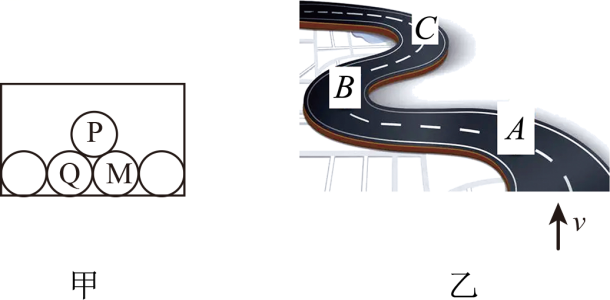
（2）整个过程根据动能定理得 

解得两根绳子拉力对重物做的总功为 



**一、单选题**

1．（2024·山西阳泉·三模）如图甲所示，汽车后备箱水平放置一内装圆柱形工件的木箱，工件截面和车的行驶方向垂直，图甲是车尾的截面图，当汽车以恒定速率从直道通过图乙所示的三个半径依次变小的水平圆弧形弯道*A*、*B*、*C*时，木箱及箱内工件均保持相对静止。已知每个圆柱形工件的质量为*m*。下列说法正确的是（　　）



A．汽车在由直道进入弯道*A*前，M对P的支持力大小为

B．汽车过*A*、*B*两点时，M、Q对P的合力依次增大

C．汽车过*A*、*B*、*C*三点时，汽车重心的角速度依次减小

D．汽车过*A*、*C*两点时，M对P的支持力小于Q对P的支持力

【答案】B

【解析】A．汽车在由直道进入弯道*A*前，以P为对象，根据受力平衡可得 

解得M对P的支持力大小为 ，故A错误；

B．汽车过*A*、*B*两点时，M、Q对P的合力的竖直分力与P的重力平衡，合力的水平分力提供所需的向心力，则有 ， ， 

当汽车以恒定速率通过半径依次变小的*A*、*B*两点时，M、Q对P的合力依次增大，故B正确；

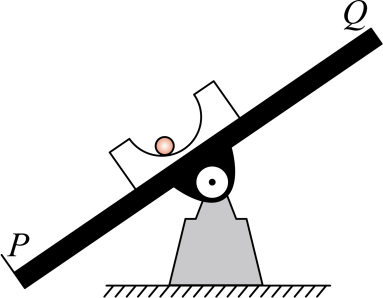
C．由角速度与线速度关系 

当汽车以恒定速率通过半径依次变小的*A*、*B*、*C*三点时，汽车重心的角速度依次增大，故C错误；

D．汽车过*A*、*C*两点时，所受的合外力向左，因此M对P的支持力大于Q对P的支持力，故D错误。

故选B。

2．（2024·山东济宁·三模）如图所示，质量为*m*的小球置于内壁光滑的半球形凹槽内，凹槽放置在跷跷板上，凹槽的质量为*M*。开始时跷跷板与水平面的夹角为，凹槽与小球均保持静止。已知重力加速度为*g*，，，则在缓慢压低跷跷板的*Q*端至跟*P*端等高的过程中。下列说法正确的是（　　）



A．跷跷板对凹槽的作用力逐渐增大

B．小球对凹槽的压力大小始终为*mg*

C．开始时跷跷板对凹槽的支持力大小为0.8*Mg*

D．开始时跷跷板对凹槽的摩擦力大小为0.6*Mg*

【答案】B

【解析】A．由于小球、凹槽整体的重力不变化，与跷跷板的作用力等大反向，那么跷跷板对凹槽的作用力不变，故A错误；

B．小球所在处的凹槽切线总是水平的，那么小球对凹槽的压力大小始终等于小球的重力，故B正确；

CD．将小球跟凹槽视为整体，开始时恰好静止，那么根据受力平衡知，跷跷板对凹槽的支持力大小为



跷跷板对凹槽的摩擦力大小为 ，故CD错误。

故选B。

3．（2024·广东·三模）如图所示，某大型吊灯半径为*R*，质量为*M*，且分布均匀，通过四根相同长度的细线悬挂在天花板上半径为*r*的固定圆盘上，已知，重力加速度为*g*，四根细线均匀对称分布，且长度可调节。则下列说法正确的是（    ）



A．每根细线对吊灯的拉力大小均为

B．将四根细线同时缩短相同长度，细线的张力大小不变

C．将四根细线同时伸长相同长度，细线的张力减小

D．去掉一根细线，假设吊灯位置保持不变，余下三根细线上的张力大小相等

【答案】C

【解析】A．设细线与竖直的夹角为，以吊灯为对象，竖直方向根据受力平衡可得 

可得每根细线对吊灯的拉力大小为  故A错误；

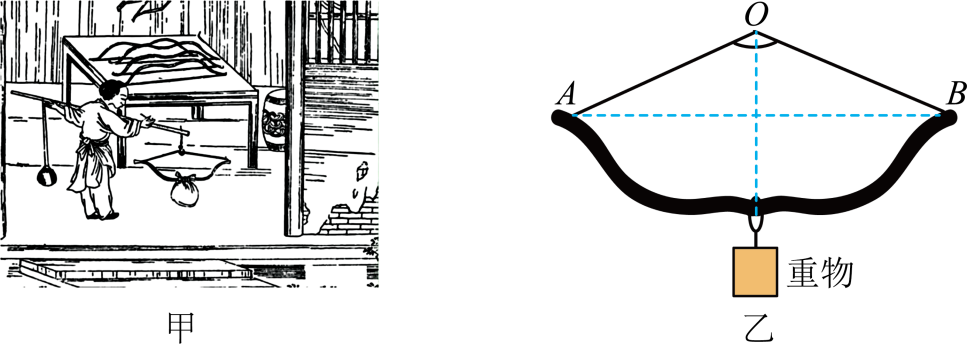
B．将四根细线同时缩短相同长度，则变大，变小，根据可知细线的张力大小变大，故B错误；

C．将四根细线同时伸长相同长度，则变小，变大，根据 可知细线的张力大小变小，故C正确；

D．去掉一根细线，假设吊灯位置保持不变，由于余下三根细线在水平方向的分力不是互成，水平方向根据受力平衡可知，余下三根细线上张力的水平分力大小不相等，所以余下三根细线上的张力大小不相等，故D错误。

故选C。

4．（2024·重庆·模拟预测）图甲所示是古代某次测量弓力时的情境，图乙为其简化图，弓弦挂在固定点*O*上，弓下端挂一重物，已知弓弦可看成遵循胡克定律的弹性绳，重物质量增减时弓弦始终处于弹性限度内，不计弓弦的质量和*O*点处的摩擦，忽略弓身的形变，则（　　）



A．若减少重物的质量，*OA*与*OB*的夹角不变

B．若增加重物的质量，*OA*与*OB*的夹角减小

C．若减少重物的质量，弓弦的长度不变

D．若增加重物的质量，弓弦的长度变短

【答案】B

【解析】设弓弦的张力为*F*，两侧弓弦与竖直方向夹角为*θ*，根据平衡条件公式有 

增加重物质量，*θ*减小，*OA*与*OB*的夹角减小，根据胡克定律可知，弓弦的长度变长。反之，减小重物质量，*OA*与*OB*的夹角增大，弓弦的长度变短。

故选B。

5．（2024·江西南昌·三模）如图所示，一梯子斜靠在光滑的竖直墙壁上，下端放在粗糙的水平地面上，某工人站立于梯子上，下列说法正确的是（　　）



A．地面对梯子的摩擦力方向水平向右 B．人和梯子组成的系统受三个力作用

C．梯子对工人的作用力竖直向上 D．地面对梯子的作用力竖直向上

【答案】C

【解析】A．对人和梯子组成的系统受力分析，由平衡条件可得，梯子在水平方向受到竖直墙壁水平向右的支持力和地面水平向左的摩擦力，故A错误；

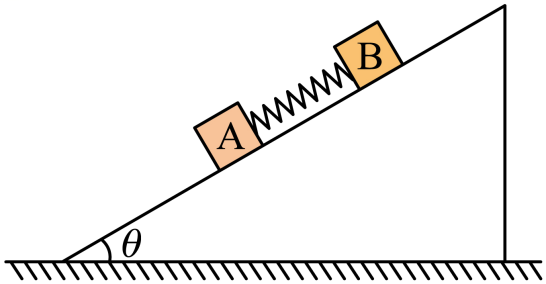
B．人和梯子组成的系统在竖直方向上受重力、地面的支持力，因为墙光滑，所以竖直墙对梯子没有摩擦力；在水平方向上，受到竖直墙壁水平向右的支持力和地面水平向左的摩擦力，共四个力作用，故B错误；

C．对人受力分析，人受到竖直向下的重力，根据平衡条件，梯子对工人的作用力竖直向上与重力平衡，故C正确；

D．地面对直梯的作用力为支持力和摩擦力的合力，方向斜向左上方，故D错误。

故选C。

6．（2024·河北保定·二模）如图所示，倾角为*θ*的斜面固定在水平地面上，两个物块A、B用轻质弹簧连接，两物块恰好能静止在斜面上。已知物块A的质量为1kg，物块A与斜面间的动摩擦因数为0.4，物块B与斜面间的动摩擦因数为0.8，两物块受到的摩擦力方向相同，滑动摩擦力等于最大静摩擦力，取重力加速度大小，，下列说法正确的是（　　）



A．弹簧可能处于压缩状态 B．弹簧中的弹力大小为2.4N

C．物块B的质量为7kg D．物块B受到的摩擦力大小为56N

【答案】C

【解析】A．因，物块A静止在斜面上，所以弹簧一定处于伸长状态， A错误；

B．对物块A有 ，解得  B错误；

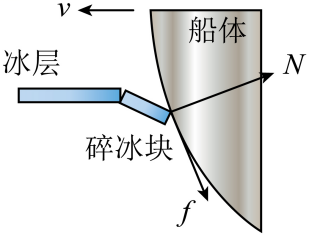
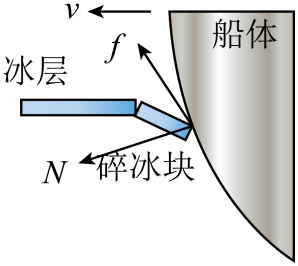
CD．把A、B看成一个整体，有 

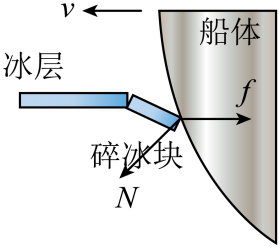
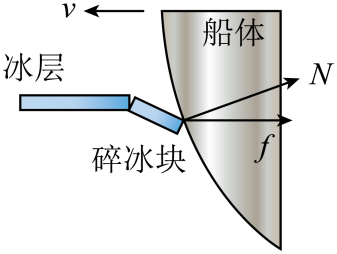
解得 kg

物块B受到的摩擦力大小为 ，C正确、D错误。

故选C。

7．（2024·辽宁沈阳·三模）“雪龙2号”是我国第一艘自主建造的极地破冰船，能够在1.5米厚的冰层中连续破冰前行。破冰船前行过程中，在船头相对冰层滑动时，碎冰块对船体弹力和摩擦力的示意图正确的是（　　）

A． B．

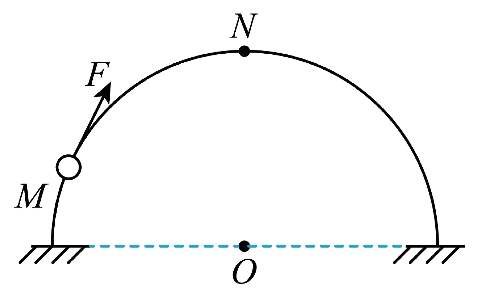
C． D．

【答案】A

【解析】船体对冰块的弹力垂直于接触面，指向受力物体；摩擦力与相对运动方向相反。

故选A。

8．（2024高三下·海南省直辖县级单位·学业考试）如图所示，固定在竖直平面内的光滑半圆环上套有一质量为*m*的小球，半圆环的圆心为*O*。现用始终沿圆弧切线方向的力*F*拉动小球由*M*点向圆环最高点*N*缓慢移动，则此过程中，力*F*和球所受支持力的变化情况是（　　）

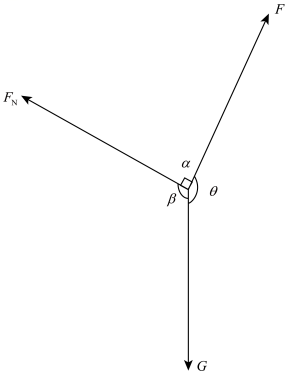


A．*F*减小，增大 B．*F*增大，减小

C．*F*增大，增大 D．*F*减小，减小

【答案】A

【解析】对小球受力分析，如图所示



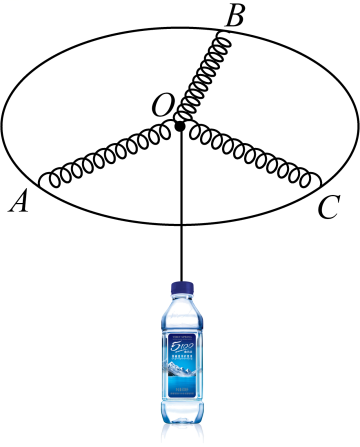
已知绳子的拉力与支持力相互垂直，即 

小球处于平衡状态，由正弦定理 

因为小球的重力*G*和不变，所以上式的比值不变。拉动小球由*M*点向圆环最高点*N*缓慢移动的过程中，由钝角增大到，即减小，故绳子拉力减小；由钝角减小到，即增大，故支持力增大。

故选A。

9．（2024·湖南·三模）如图所示，某创新实验小组制作了一个半径为8cm的圆环，将3个相同的轻弹簧一端等间距地连接在圆环上的*A*、*B*、*C*三点，另外一端连接于同一点，结点恰好在圆心*O*处。将圆环水平放置，在结点*O*处悬挂一瓶矿泉水，缓慢释放直至平衡时测得结点下降了6cm。已知轻弹簧的原长为8cm，矿泉水的重力为6N，则弹簧的劲度系数为（　　）



A． B． C． D．

【答案】B

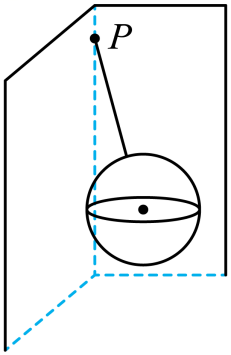
【解析】由几何关系可知每根弹簧此时的长度为 

此时每根弹簧与竖直方向夹角为 ，可知 

由平衡可知 ， 可得 

故选B。

10．（2024·四川雅安·三模）小明运动后用网兜将篮球挂在相互垂直的墙角。简化图如图所示，设篮球质量为、半径为，悬挂点为互相垂直的两竖直墙壁交线处的点，到球心的距离为，一切摩擦不计，则篮球对任一墙壁的压力大小为（　　）



A． B．

C． D．

【答案】B

【解析】对球进行受力分析，球受重力*Mg*、绳子的拉力*T*及两个墙壁对它的支持力，两个支持力大小相等，夹角为，设支持力的大小为*N*、绳子与竖直墙壁交线的夹角，根据几何知识可知球心到竖直墙壁交线的垂直距离为 

故 ， 解得 

在竖直方向上根据受力平衡可得  解得 

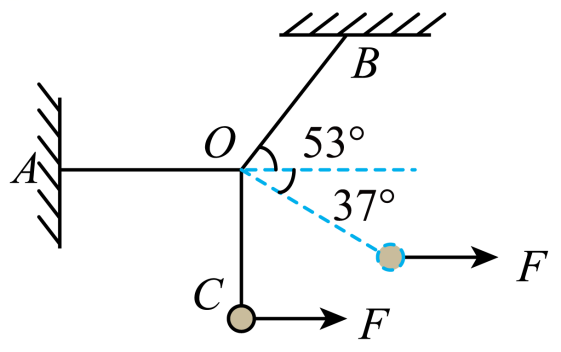
在水平方向上根据受力平衡可知两个墙壁对球的支持力的合力大小等于绳子拉力*T*的水平分力的大小，即 ， 解得 

根据牛顿第三定律可得则球对任一墙壁的压力大小为，B正确。

故选B。

**二、多选题**

11．（2024·四川泸州·二模）如图，竖直平面内有三根轻质细绳，绳水平，绳与水平方向成53°夹角，*O*为结点，绳的下端栓接一质量为*m*的小球。现保持结点*O*不变动，对小球施加一水平向右的作用力*F*，使绳缓慢摆动与水平方向成37°夹角的位置，重力加速度为*g*，关于此过程中各段绳子的受力情况，下列判断正确的是（　　）



A．*F*为恒力，大小等于 B．绳受到的拉力先增大后减小

C．绳受到最大拉力为 D．绳受到的拉力保持不变

【答案】CD

【解析】AC．对小球进行受力分析，则小球处于动态平衡状态，设绳与水平方向的夹角为，则

，

随着逐渐减小，逐渐增大，也逐渐增大。末状态时 ，绳受到最大拉力为。故A错误，C正确；

D．结点*O*不变动，则绳与水平方向夹角不变，对结点进行受力分析，在竖直方向上有

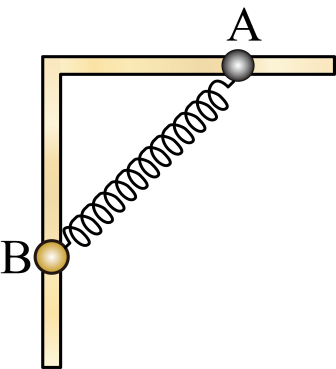
，解得 ，则绳受到的拉力保持不变。故D正确；

B．对结点进行受力分析，在水平方向有 ，解得 

随着逐渐增大，则绳受到的拉力逐渐增大。故B错误。

故选CD。

12．（23-24高三上·河北·期末）如图所示，一轻质弹簧两端分别固定小球A和B，小球A穿在水平粗糙杆上，小球B穿在竖直光滑杆上，两小球均保持静止。现用竖直向下适当大小的力缓慢拉小球B，整个过程中小球A静止不动。关于该过程，下列说法正确的是（　　）



A．小球A受到的合力增大 B．小球B受到竖直杆的弹力增大

C．小球A受到的摩擦力不变 D．两杆受到A、B两球作用力的合力增大

【答案】BD

【解析】A．对A、B及弹簧组成的整体，竖直方向只受重力和向上的支持力，用竖直向下适当大小的力拉小球B，小球A静止，受到的合力始终为0，选项A错误；

B．设弹簧与竖直方向的夹角为*θ*，弹簧的劲度系数为*k*、原长为*L0*，小球A到竖直杆的距离为*a*，则小球B受到竖直杆的弹力大小 

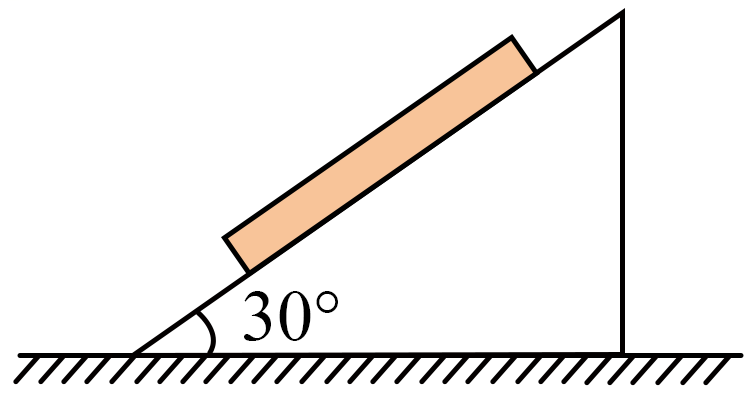
用竖直向下适当大小的力拉小球B，小球B向下移动了，则*θ*减小，*FN*增大，选项B正确；

C．对A、B整体，水平方向合力为0，小球A受到的摩擦力与小球B受到竖直杆的弹力等大、反向，由B项分析可知，该摩擦力增大，选项C错误；

D．开始时两杆对A、B的合力竖直向上，大小等于A和B整体受到的重力，反过来A、B两球对杆的合力竖直向下，大小等于A和B整体受到的重力；现用竖直向下适当大小的力拉小球B，A、B两球对杆的合力增大，选项D正确。

故选BD。

13．（2024·广东茂名·一模）某同学上网课时把平板放在倾角为30°的斜面上，平板质量为，平板处于静止状态，示意图如图所示，重力加速度*g*取，下列说法正确的是（    ）



A．斜面对平板的支持力方向竖直向上

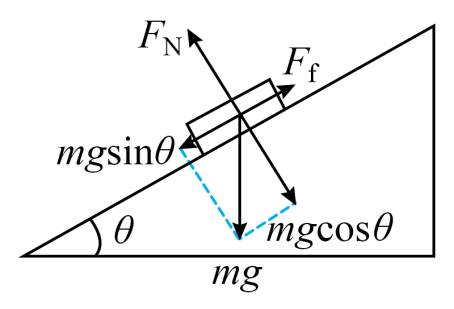
B．斜面对平板的支持力小于平板所受的重力

C．斜面对平板的摩擦力大小是，方向沿斜面向下

D．斜面对平板的作用力竖直向上

【答案】BD

【解析】AB．设手机的质量为*m*，斜面倾角为。对平板进行受力分析，如图所示



由图结合共点力平衡的特点可知，支持力方向垂直斜面向上，小于平板所受的重力，故A错误，B正确；

C．由图可知，平板受到的摩擦力方向沿斜面向上，根据平横条件则有 

静摩擦力等于平板重力沿斜面向下的分力，故C错误；

D．斜面对平板的作用力是支持力和摩擦力的合力，由共点力平衡条件知；斜面对平板的作用力竖直向上，故D正确。

故选BD。

14．（2024·四川凉山·一模）某同学在家清洁墙面的情景如图所示，他用力推着一个0.8kg的拖把沿墙竖直向上做匀速直线运动，推力保持在沿轻杆方向上，此时轻杆与竖直墙面的夹角为53°，推力大小为40N。已知sin53°=0.8，cos53°=0.6，*g*取10m/s2，则（    ）



A．拖把头对墙的压力为32N

B．拖把头对墙的压力为24N

C．拖把头与墙面之间的动摩擦因数为0.5

D．拖把头与墙面之间的动摩擦因数为0.75

【答案】AC

【解析】AB．拖把沿墙竖直向上做匀速直线运动，根据平衡条件可得拖把头对墙的压力为

，故A正确，B错误；

CD．拖把沿墙竖直向上做匀速直线运动，有 

拖把受到的滑动摩擦力为 

解得拖把头与墙面之间的动摩擦因数为 ，故C正确，D错误。

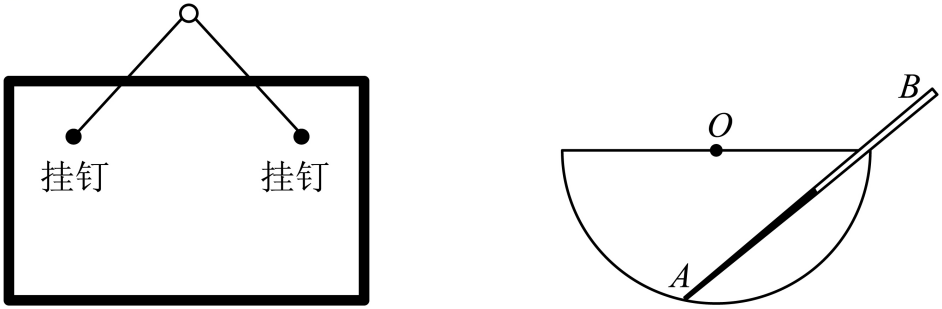
故选AC。

**三、解答题**

15．（2024·辽宁丹东·二模）小明学习了共点力及共点力作用下物体平衡的条件后，对生活中的一些平衡现象产生了浓厚的兴趣，进行了一些研究并获取相关数据，请你协助小明完成以下两个任务：

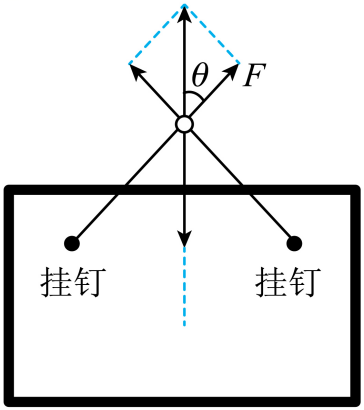
（1）竖直墙上用一根细绳（轻质）悬挂了一幅相框（如图），经测量：两挂钉之间的细绳长度为70cm，两个挂钉间距离为42cm，相框的重10N，计算出细绳上的张力大小为多少；

（2）长度为2*R*的筷子*AB*放入半径为*R*的半球形空汤碗中恰处于静止状态，测得筷子在碗内的长度为1.6*R*，计算出这根筷子的重心到*A*端的距离（筷子与汤碗之间的摩擦不计）。



【答案】（1）6.25N；（2）0.7*R*

【解析】（1）设细绳上的张力大小为*F*，方向与竖直方向成角，如图所示

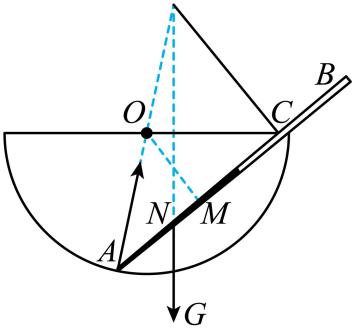


由几何关系可知 



解得 

（2）对筷子进行受力分析如图所示



根据共点力平衡，汤碗对筷子在*A*、*C*两点的弹力延长线交点一定在过筷子重心的竖直线上，设筷子的重心为*N*点，则 

则重心到*A*点的距离为 

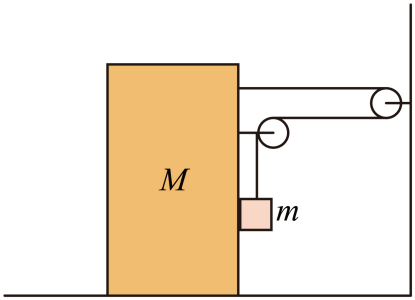
即这根筷子的重心到*A*端的距离为0.7*R*。

16．（2024·湖北·模拟预测）如图所示，一个侧壁光滑的质量为*M*的矩形装置放置在水平地面上，现有一个固定在矩形装置上的滑轮和一个固定在竖直墙壁上的滑轮，滑轮质量均不计。一木块通过轻质细线绕过两个滑轮系在竖直墙壁上，细线有两部分处于水平状态、有一部分处于竖直状态，重力加速度为*g*，假定装置不翻转。

（1）若地面光滑，当木块的质量，用一向左的水平恒力*F*使系统静止，求水平恒力*F*的大小；

（2）若装置*M*与地面的动摩擦因数为，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，整个系统始终处于静止状态，求木块质量*m*的最大值；

（3）若地面光滑，当木块的质量，整个系统从静止开始运动，当木块沿装置*M*侧壁下降高度*h*时，求装置*M*的速度大小。



【答案】（1）0.2*Mg*；（2）0.25*M*；（3）

【解析】（1）对木块受力分析，根据平衡条件可知绳子拉力大小为 

对矩形装置和木块整体，根据平衡条件可知 

解得 

（2）根据平衡条件可知矩形装置应满足 

解得 

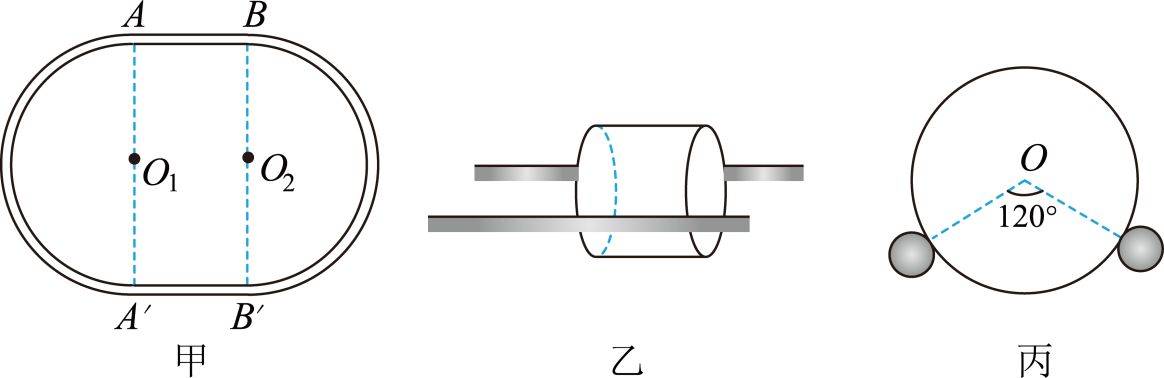
（3）矩形装置上的滑轮相当于动滑轮，因此物块竖直向下的速度是矩形装置的二倍，水平方向与举行装置相同，根据系统机械能守恒有 

解得 

17．（2024·辽宁沈阳·一模）如图甲，水平面内有一条双线等宽光滑轨道，它由直轨道和两端半圆形轨道组成。在直轨道上放置一质量的小圆柱体，如图乙。小圆柱体两侧与轨道相切处和小圆柱体截面的圆心*O*连线的夹角，如图丙，初始时小圆柱体位于轨道上*A*点。现使之获得沿直轨道*AB*方向的初速度，小圆柱体运动过程中所受阻力忽略不计，小圆柱体尺寸和轨道间距相对轨道长度也忽略不计，两端半圆形轨道半径，*g*取。

（1）当时，小圆柱体可以安全通过半圆形轨道，求小圆柱体在直轨道和半圆形轨道上运动时，内侧轨道对小圆柱体的支持力、的大小；

（2）为确保小圆柱体沿半圆形轨道运动不脱轨，初速度不能超过多少?（结果可以保留根式）



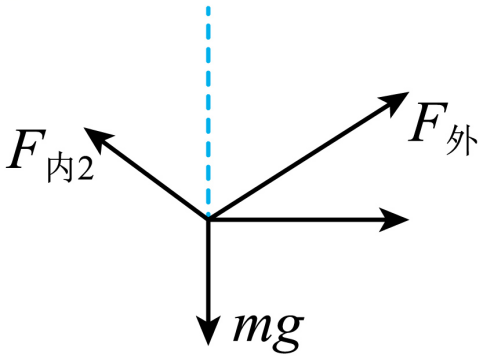
【答案】（1），；（2）

【解析】（1）小圆柱体在直轨道上做匀速直线运动，所受合力为零，则根据平衡条件可得



解得 

当小圆柱体在半圆形轨道上运动时，其受力分析如所示

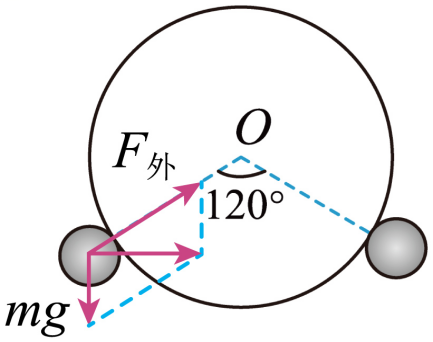


竖直方向根据平衡条件有 

水平方向由牛顿第二定律有 

联立解得 

（2）设小圆柱体沿半圆形轨道运动不脱轨的最大速度为，分析可知，小圆柱体恰好不脱轨时小圆柱体的重力与外侧导轨对小圆柱体的支持力恰好提供小圆柱体做圆周运动的向心力，对小圆柱体受力分析如图所示



则有 

解得 

即为确保小圆柱体沿半圆形轨道运动不脱轨，初速度不能超过。