## 动量守恒定律及应用

### 考点一　动量守恒定律的理解和基本应用

1．内容

如果一个系统不受外力，或者所受外力的矢量和为0，这个系统的总动量保持不变．

2．表达式

(1)*p*＝*p*′或*m*1*v*1＋*m*2*v*2＝*m*1*v*1′＋*m*2*v*2′.系统相互作用前的总动量等于相互作用后的总动量．

(2)Δ*p*1＝－Δ*p*2，相互作用的两个物体动量的变化量等大反向．

3．适用条件

(1)理想守恒：不受外力或所受外力的合力为零．

(2)近似守恒：系统内各物体间相互作用的内力远大于它所受到的外力．

(3)某一方向守恒：如果系统在某一方向上所受外力的合力为零，则系统在这一方向上动量守恒．

技巧点拨

应用动量守恒定律解题的步骤

(1)明确研究对象，确定系统的组成(系统包括哪几个物体及研究的过程)．

(2)进行受力分析，判断系统动量是否守恒(或某一方向上是否守恒)．

(3)规定正方向，确定初、末状态动量．

(4)由动量守恒定律列出方程．

(5)代入数据，求出结果，必要时讨论说明．

例题精练

1．如图1所示，将一光滑的半圆槽置于光滑水平面上，槽的左侧紧靠在墙壁上．现让一小球自左侧槽口*A*的正上方从静止开始落下，与圆弧槽相切自*A*点进入槽内，则下列结论中正确的是(　　)

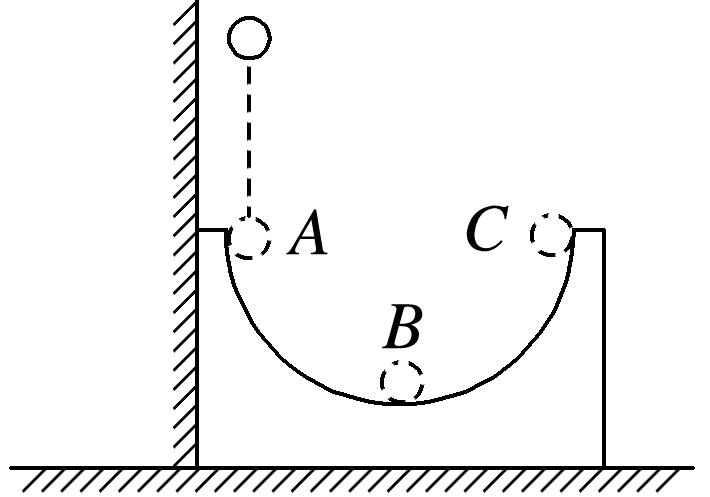


图1

A．小球在半圆槽内运动的全过程中，只有重力对它做功

B．小球在半圆槽内运动的全过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒

C．小球自半圆槽*B*点向*C*点运动的过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒

D．小球离开*C*点以后，将做竖直上抛运动

答案　C

解析　小球下滑到半圆槽的最低点*B*之后，半圆槽离开墙壁，除了重力外，槽对小球的弹力对小球做功，选项A错误；小球下滑到半圆槽的最低点*B*之前，小球与半圆槽组成的系统水平方向上受到墙壁的弹力作用，系统所受的外力不为零，系统水平方向上动量不守恒，半圆槽离开墙壁后，小球与半圆槽在水平方向动量守恒，选项B错误，C正确；半圆槽离开墙壁后小球对槽的压力对槽做功，小球与半圆槽具有向右的水平速度，所以小球离开右侧槽口以后，将做斜上抛运动，选项D错误．

2．(多选)如图2所示，一质量*M*＝3.0 kg的长方形木板*B*放在光滑水平地面上，在其右端放一个质量*m*＝1.0 kg的小木块*A*，同时给*A*和*B*以大小均为4.0 m/s，方向相反的初速度，使*A*开始向左运动，*B*开始向右运动，*A*始终没有滑离*B*板，在小木块*A*做加速运动的时间内，木板速度大小可能是(　　)

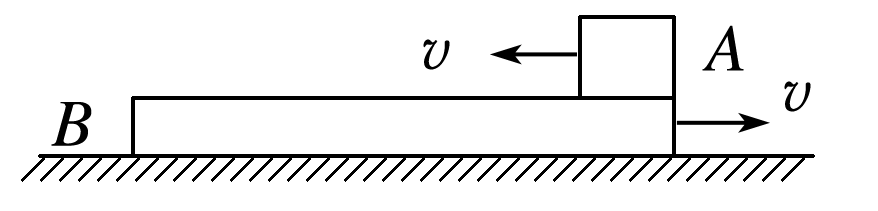


图2

A．2.1 m/s B．2.4 m/s

C．2.8 m/s D．3.0 m/s

答案　AB

解析　以*A*、*B*组成的系统为研究对象，系统动量守恒，取水平向右为正方向，从*A*开始运动到*A*的速度为零过程中，由动量守恒定律得(*M*－*m*)*v*＝*MvB*1，代入数据解得*vB*1≈2.67 m/s.当从开始到*A*、*B*速度相同的过程中，由动量守恒定律得(*M*－*m*)*v*＝(*M*＋*m*)*vB*2，代入数据解得*vB*2＝2 m/s，则在木块*A*做加速运动的时间内，*B*的速度大小范围为2 m/s<*vB*<2.67 m/s，故选项A、B正确．

3．(多选)某研究小组通过实验测得两滑块碰撞前后运动的实验数据，得到如图3所示的位移—时间图象．图中的线段*a*、*b*、*c*分别表示沿光滑水平面上同一条直线运动的滑块Ⅰ、Ⅱ和它们发生正碰后结合体的位移随时间变化关系．已知相互作用时间极短，由图象给出的信息可知(　　)

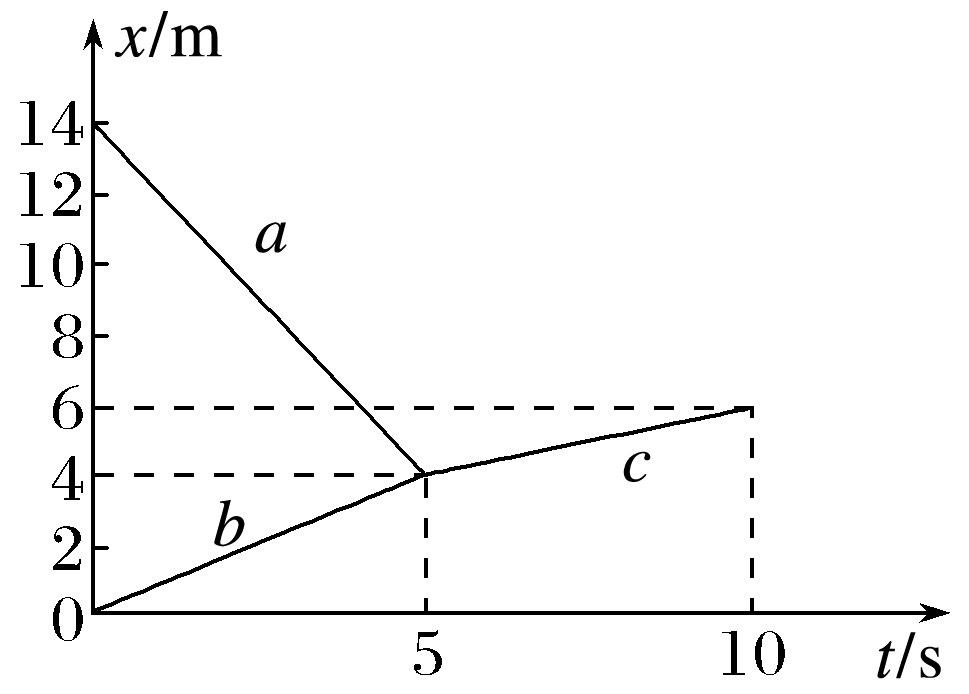


图3

A．碰前滑块Ⅰ与滑块Ⅱ速度大小之比为5∶2

B．碰前滑块Ⅰ的动量大小比滑块Ⅱ的动量大小大

C．碰前滑块Ⅰ的动能比滑块Ⅱ的动能小

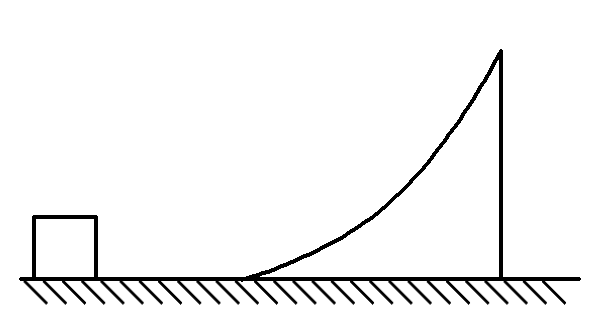
D．滑块Ⅰ的质量是滑块Ⅱ的质量的

答案　AD

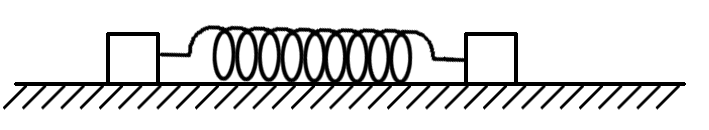
解析　根据*x*－*t*图象的斜率表示速度，可知碰前滑块Ⅰ速度为*v*1＝－2 m/s，滑块Ⅱ的速度为*v*2＝0.8 m/s，则碰前速度大小之比为5∶2，故选项A正确；碰撞后的共同速度为*v*＝0.4 m/s，根据动量守恒定律，有*m*1*v*1＋*m*2*v*2＝(*m*1＋*m*2)*v*，解得*m*2＝6*m*1，由动量的表达式可知|*m*1*v*1|＜*m*2*v*2，由动能的表达式可知，*m*1*v*12>*m*2*v*22，故选项B、C错误，D正确．

### 考点二　动量守恒定律的临界问题

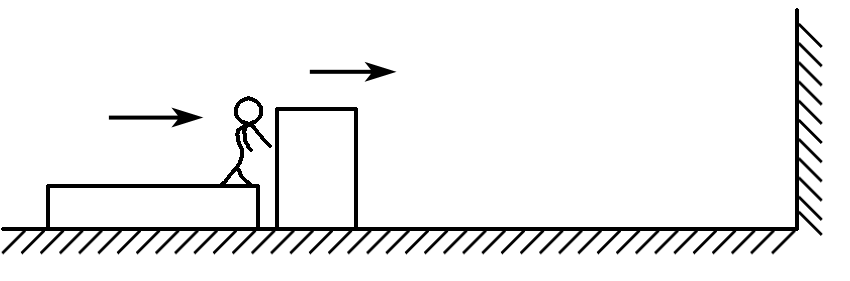
1．当小物块到达最高点时，两物体速度相同．



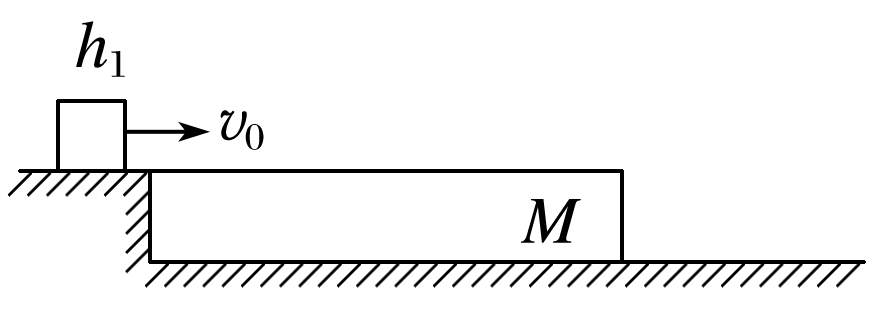
2．弹簧最短或最长时，两物体速度相同，此时弹簧弹性势能最大．



3．两物体刚好不相撞，两物体速度相同．



4．滑块恰好不滑出长木板，滑块滑到长木板末端时与长木板速度相同．



例题精练

4．如图4所示，光滑悬空轨道上静止一质量为3*m*的小车*A*，用一段不可伸长的轻质细绳悬挂一质量为2*m*的木块*B*.一质量为*m*的子弹以水平速度*v*0射入木块(时间极短)，在以后的运动过程中，细绳离开竖直方向的最大角度小于90°，试求：(不计空气阻力，重力加速度为*g*)

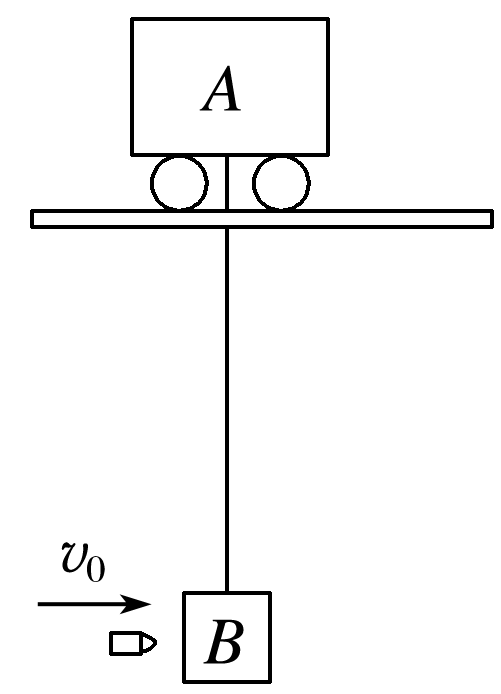


图4

(1)子弹射入木块*B*时产生的热量；

(2)木块*B*能摆起的最大高度；

(3)小车*A*运动过程的最大速度大小．

答案　(1)*mv*02　(2)　(3)*v*0

解析　(1)子弹与木块*B*作用瞬间水平方向的动量守恒，可得

*mv*0＝(*m*＋2*m*)*v*1，解得*v*1＝.

设产生的热量为*Q*，根据能量守恒定律有*Q*＝*mv*02－*mv*12＝*mv*02.

(2)木块*B*到最高点时，小车*A*、木块*B*、子弹三者有相同的水平速度，

根据水平方向动量守恒有(*m*＋2*m*)*v*1＝(*m*＋2*m*＋3*m*)*v*2，

解得*v*2＝*v*0.

由机械能守恒定律有3*mgh*＋×6*mv*22＝×3*mv*12，

解得*h*＝.

(3)设小车*A*运动过程的最大速度为*v*4，此时木块的速度为*v*3，当木块回到原来高度时，小车的速度最大，根据水平方向动量守恒，

有3*mv*1＝3*mv*3＋3*mv*4，

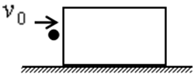
根据能量守恒定律有*mv*12＝*mv*32＋*mv*42，

解得*v*4＝*v*0.

# 综合练习

**一．选择题（共10小题）**

1．（重庆模拟）如图，质量为m的木块静止在光滑水平地面上，木块中有一竖直平面内的管道，管道的出、入口水平，入口在木块左端，出口在木块左端或右端。一个质量也为m的小球（其直径略小于管道直径）以水平速度v0从左端进入管道。以水平向右为正方向。设小球离开木块时，小球的速度为v1，木块的速度为v2，下列说法正确的（　　）



A．若管道光滑，且出口在左端，则一定有v1＝0，v2＝v0

B．若通道粗糙，则不可能出现v1＝﹣0.1v0，v2＝1.1v0

C．可能出现v1＝1.2v0，v2＝﹣0.2v0

D．若小球不能离开木块，则小球和木块产生的总热量一定为Q＝mv02﹣（2m）（）2



【分析】对比两个质量相等的小球发生弹性碰撞的结果，考虑到管道在竖直平面内，小球穿出后，会有重力势能的变化，就会造成碰后系统动能的变化，进而分析穿出后的小球的速度及能量变化的可能。

【解答】解：若管道光滑且在水平面内，小球从进入到离开管道，系统动量守恒，初末态系统总动能相等，则有：mv0＝mv1+mv2，，解得：或，即若管道光滑且在水平面内，出口在左端，二者交换速度，取第一组解，出口在右端，二者末态速度又恢复到与初态相同，取第二组解。



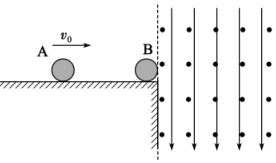
题中给出管道在竖直平面内，且进出口高度没有说明，所以，小球与木块作用的过程，小球的重力势能可能增大也可能减小，即作用后系统的动能可能减少也可能增加。若出口在左端且高度低于入口，系统重力势能减少，动能增加，小球末速度可能为负；同理，若出口在右端且高度低于入口，小球末速度可能大于v0，小球和木块产生的总热量也不一定等于mv02﹣（2m）（）2，故ABD错误，C正确。



故选：C。

【点评】本题是碰撞模型的变形题，弹性碰撞中碰前碰后系统动能相等，而此题中由于管道在竖直平面内，会引起系统动能的变化。

2．（江苏模拟）如图所示，虚线右侧有竖直向下的电场强度E＝45N/C的匀强电场及垂直于电场向外的磁感应强度B＝0.25T的匀强磁场。在光滑绝缘的水平面上有两个等大的金属小球A、B，小球A不带电，其质量mA＝0.05kg，紧贴虚线静置的小球B带电量qB＝﹣4×10﹣3C，其质量mB＝0.01kg。小球A以速度v0＝20m/s水平向右与小球B发生正碰，碰后小球B垂直于电、磁场直接进入正交电、磁场中。刚进入正交电、磁场的瞬间，小球B竖直方向的加速度恰好为零。设小球A、B碰撞瞬间电荷均分，取g＝10m/s2。则下列说法正确的是（　　）



A．碰后瞬间，小球A的速度大小为10m/s

B．小球A在刚进入正交电、磁场后的短时间内，其电势能减少

C．碰撞过程中，小球A对小球B做的功为2J

D．小球A、B之间的碰撞为弹性碰撞

【分析】由小球B进入电、磁场瞬间竖直方向上的加速度为0，推出竖直方向上合力为0，从而确定碰撞后小球B的速度，再根据动量守恒定律求出碰撞后A球的速度；定性分析小球A进入电、磁场后的运动状态，判断电场力的做功情况，若电场力做正功，电势能减小，若电场力做负功，电势能增大；小球A对小球B做的功全部转化成小球B的动能；分别计算碰撞前后AB系统的能量（动能），如果没有能量损失，碰撞为弹性碰撞，如果有能量损失，碰撞为非弹性碰撞。

【解答】解：A、因为小球B进入电、磁场瞬间竖直方向上的加速度为0，所以竖直方向上的合力为0

因为小球B带负电，所以电场力和洛伦兹力方向都向上，设小球进入电、磁场瞬间速度为vB，则有：



代入数据解得：vB＝20m/s

以A、B两球为研究对象，设碰撞后A球的速度为vA，选A球碰撞前的速度方向为正方向，由动量守恒定律可得：

mAv0＝mAvA+mBvB

代入数据解得：vA＝16m/s

即碰撞后瞬间A的速度为16m/s，故A错误；

B、小球A刚进入电、磁场时，受到向下的重力为：



因为碰撞之后小球A也带上负电，所以受到的电场力和洛伦兹力向上，电场力和洛伦兹力的合力为：



因为向下的重力大于向上的电场力与洛伦兹力的合力，所以小球A接下来会向下偏转，电场力做负功，电势能会增大，故B错误；

C、碰撞过程中小球A对小球B做的功为：，故C正确；



D、碰撞前A具有的动能为：



碰撞后A、B具有的总动能为：

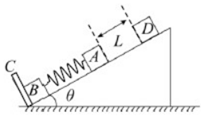


所以Ek1＞Ek2，即碰撞过程中存在能量损失，不是弹性碰撞，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查动量守恒定律的综合应用，还涉及能量、复合场等知识点，综合性很强。在解答A选项时不能先入为主的认为这是弹性碰撞，然后利用动量守恒定律和能量守恒定律联立求解，而应该从小球B在复合场中的运动状态出发进行求解。

3．（如东县校级月考）如图所示，在倾角为θ的固定光滑斜面上，有两个用轻质弹簧相连的物块A和B，它们的质量均为m，弹簧的劲度系数为k，C为一固定的挡板，原物块A静止在光滑斜面上，此时弹簧弹性势能为Ep。现将一个质量也为m的物体D从距A为L的位置由静止释放，D和A相碰后立即粘在一起，之后在斜面上做简谐运动。在简谐运动过程中，物体B对C的最小弹力为mgsinθ，则以下说法正确的是（　　）



A．简谐运动的振幅为



B．物体D和A相碰后，物块A获得的速度为



C．在运动过程中，弹簧的最大弹性势能为mglsinθ++Ep



D．B对C的最大弹力为



【分析】当AD受力平衡时，AD处于平衡位置，由胡克定律可求得平衡位置时弹簧的形变量；再由B对C的最小弹力可求得AD能达到的最大位移，即可求得振幅；由简谐运动的对称性可求得最大弹力。由机械能守恒求得弹簧的最大弹性势能。

【解答】解：A、当弹力等于AD的重力的分力时AD处于平衡状态，由kx＝2mgsinθ可知，平衡位置时弹簧的形变量为x0＝，处压缩状态；当B对C弹力最小时，对B分析，则有mgsinθ+kx＝mgsinθ；故弹簧此时形变量：x＝，此时弹簧处于压缩状态；故简谐运动的振幅为：A＝x0﹣x＝﹣＝，故A错误；



B、D物体碰撞前的速度v＝，AD碰撞动量守恒：mv＝2mv共，所以有：v共＝，故B错误；



C、从碰撞后粘在一起到弹簧压缩到最短，机械能守恒：Epm＝＝，故C错误；



D、当AD运动到最低点时，B对C的弹力最大；由对称性可知，此时弹簧的形变量为：△x＝A+x0＝+＝；此时弹力为：F＝k（A+x0）＝；B对C的弹力为F+mgsinθ＝，故D正确。



故选：D。

【点评】本题关键在于找出简谐运动的平衡位置，从而确定出物体的振幅及回复力。求弹簧的最大弹性势能时，要注意从碰撞位置到最低点的距离不能出错，要区别三个压缩量：碰撞前压缩量、简谐运动平衡位置压缩量为A＝，最低位置压缩量为（A+A﹣）。



4．（钟祥市期末）忽然“唵﹣﹣”的一声，一辆运沙车按着大喇叭轰隆隆的从旁边开过，小明就想，装沙时运沙车都是停在沙场传送带下，等装满沙后再开走，为了提高效率，他觉得应该让运沙车边走边装沙。设想运沙车沿着固定的水平轨道向前行驶，沙子从传送带上匀速地竖直漏下，已知某时刻运沙车前进的速度为v，单位时间从传送带上漏下的沙子质量为m，则下列说法中正确的是（　　）



A．若轨道光滑，则运沙车和漏进车的沙组成的系统动量守恒

B．若轨道光滑，则运沙车装的沙越来越多，速度却能保持不变

C．已知此时运沙车所受的轨道阻力为F阻，则要维持运沙车匀速前进，运沙车的牵引力应为 F＝F阻

D．已知此时运沙车所受的轨道阻力为F阻，则要维持运沙车匀速前进，运沙车的牵引力应为 F＝F阻+mv

【分析】根据系统水平方向动量守恒定律分析沙车速度的变化；选一段极短时间△t内漏进沙车的沙子△m为研究对象，由动量定理得车对漏进来的沙子向前的作用力，以沙车为研究对象根据平衡条件即可求解运沙车的牵引力。

【解答】解：A、若轨道光滑，则运沙车和漏进车的沙组成的系统水平方向动量守恒，而不是总动量守恒，因为沙子的竖直动量在变化，故A错误；

B、设某时刻沙车总质量为M，随后一段时间△t内漏进沙车的沙子质量为△m，则由水平方向动量守恒，有Mv+0＝（M+△m）v′，可以看出沙车速度会逐渐减小，故B错误；

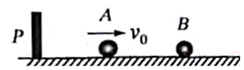
C、选一段极短时间△t内漏进沙车的沙子△m为研究对象，由动量定理，有F△t＝△mv﹣0，得车对漏进来的沙子向前的作用力为＝mv，则以沙车为研究对象，由平衡条件，有，其中F′是漏进沙子对车的阻力，由牛顿第三定律有F′＝F，联立得，故C错误，D正确；



故选：D。

【点评】本题考查水平方向动量守恒、变质量物体的动量定理及平衡条件，本题容易错选A或C，错选A是把动量守恒和水平方向动量守恒混淆，选C是忘记了沙子在连续不断的漏进沙车，沙车需要对沙子施加向前的作用力才能使沙子获得水平速度。

5．（石家庄三模）如图所示，质量为m的A球以速度v0在光滑水平面上向右运动，与静止的质量为5m的B球对心正碰，碰撞后A球以kv0的速率弹回，并与竖直固定的挡板P发生弹性碰撞，要使A球与挡板碰后能追上B球再次相碰，则k的取值范围为（　　）



A．≤k＜1 B．＜k＜1 C．＜k≤ D．＜k≤



【分析】A、B碰撞过程中动量守恒，抓住碰撞后A还能追上B，即碰后A的速度大于B的速度，求出系数k满足的条件，结合碰撞过程中有机械能损失求出k满足的条件，从而得出k取值范围。

【解答】解：A、B碰撞过程中，以v0方向为正方向，根据动量守恒定律得：

mv0＝﹣m•kv0+5mvB

A与挡板P碰撞后能追上B发生再碰的条件是：kv0＞vB

联立解得 k＞



碰撞过程中损失的机械能△E＝mv02﹣[m（kv0）2+×5mvB2]≥0



解得 k≤



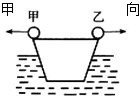
所以k取值范围是＜k≤，故ABD错误，C正确。



故选：C。

【点评】本题考查了动量守恒定律和能量守恒定律的综合运用，要抓住碰后A的速度大于B的速度，以及有机械能损失大于等于零进行解答。

6．（咸阳一模）静止在湖面的小船上有两个人分别向相反方向水平抛出质量相同的小球，甲向左抛，乙向右抛，如图所示．甲先抛，乙后抛，抛出后两小球相对岸的速率相等，若不计水的阻力，则下列说法中正确的是（　　）



A．两球抛出后，船往左以一定速度运动，乙球受到的冲量大一些

B．两球抛出后，船往右以一定速度运动，甲球受到的冲量大一些

C．两球抛出后，船的速度为零，甲球受到的冲量大一些

D．两球抛出后，船的速度为零，两球所受的冲量相等

【分析】因不计阻力，抛球过程，两人和船组成的系统动量守恒．根据动量守恒定律求出两球抛出后小船的速度．根据动量定理，通过动量的变化量判断冲量的大小．

【解答】解：设小船的质量为M，小球的质量为m，甲球抛出后，根据动量守恒定律有：mv＝（M+m）v′，v′的方向向右。乙球抛出后，规定向右为正方向，根据动量守恒定律有：（M+m）v′＝mv+Mv″，解得v″＝0。

根据动量定理得，所受合力的冲量等于动量的变化，对于甲球，动量的变化量为mv，对于乙球动量的变化量为mv﹣mv′，知甲的动量变化量大于乙球的动量变化量，所以抛出时，人给甲球的冲量比人给乙球的冲量大。故C正确。

故选：C。

【点评】解决本题的关键掌握动量守恒定律和动量定理，并能灵活运用．运用动量守恒定律时注意速度的方向．

7．（南宁一模）一颗子弹沿水平方向射向一个木块，第一次木块被固定在水平地面上，第二次木块静止放在光滑的水平地面上，两次子弹都能射穿木块而继续飞行，这两次相比较（　　）

A．第一次系统产生的热量较多

B．第一次子弹的动量的变化量较小

C．两次子弹的动量的变化量相等

D．两次子弹和木块构成的系统动量都守恒

【分析】根据产热公式Q＝f•△x，来判断两次系统产生的热量是否相等；根据系统能量守恒定律判断第一次子弹剩余的动能更大，子弹速度更大，那么第一次子弹速度的变化量就小，再由△p＝m△v来判断两次子弹的动量的变化量的大小。

【解答】解：A、根据两次子弹相对木块的位移相同，而它们之间的摩擦力相同，由产热公式Q＝f•△x，可知两次系统产生的热量相等，故A错误；

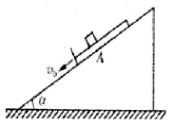
BC、因为第一次木块被固定在水平地面上，所以子弹减少的能量全部转化为内能，第二次木块静止放在光滑的水平地面上，根据动量守恒，子弹射穿后木块具有动能，所以子弹减少的能量转化成内能和木块的动能，又因为两次产生热量相同，所以第一次子弹剩余的动能更大，子弹速度更大，那么第一次子弹速度的变化量就小，根据动量变化量△p＝m△v，所以第一次子弹的动量的变化量较小，故B正确，C错误；

D、第一次木块被固定在水平地面上，系统所受合外力不为零，系统动量不守恒，故D错误。

故选：B。

【点评】本题考查的是动量守恒定律和能量守恒定律的综合应用，本题的突破口是两次子弹相对木块的位移相同，两次系统产生的热量相等；然后再利用能量守恒定律来判断子弹剩余的动能的大小，此题容易出现的错误就是设好几个未知数去列方程，但是未知数太多且非常繁琐不容易求解。

8．（桃城区校级期中）如图所示，固定斜面足够长，斜面与水平面的夹角α＝37°，一质量为3m的L形工件沿斜面以速度v0＝1m/s匀速向下运动。工件上表面光滑，下端为挡板，某时刻，一质量为m的小木块轻轻放在工件上的A点，当木板运动到工件下端是（与挡板碰前的瞬间），工件速度刚好减为零，后木块与挡板第一次相碰，以后每隔一段时间，木块就与挡板碰撞一次。已知木块与挡板都是弹性碰撞且碰撞时间极短，木块始终在工件上运动，重力加速度取g＝10m/s2，下列说法正确的是（　　）



A．下滑过程中，工件和木块系统沿斜面方向上动量不守恒

B．下滑过程中，工件的加速度大小为6m/s2

C．木块与挡板第1次碰撞后的瞬间，工件的速度大小为3m/s

D．木块与挡板第1次碰撞至第2次碰撞的时间间隔为0.75s

【分析】根据系统的受力情况判断沿斜面方向动量是否守恒；对工件根据牛顿第二定律求解加速度大小；根据动量守恒定律求出木块与工件碰撞前瞬间木块的速度，木块与工件碰撞过程中，根据动量守恒定律和能量关系求解碰撞后二者的速度大小；根据位移时间关系求解再次碰撞的时间。

【解答】解：A、开始L形工件沿斜面匀速向下运动，有3mgsinα＝μ•3mgcosα，解得μ＝0.75；放上木块后，工件增加的摩擦力f＝μmgcosα，而木块重力沿斜面向下的分力为mgsinα，二者相等，故工件和木块系统沿斜面方向上合力为零，所以沿斜面方向上动量守恒，故A错误；

B、把木块放上工件后，对工件根据牛顿第二定律可得：μ•4mgcosα﹣3mgsinα＝3ma，解得工件的加速度大小为a＝2m/s2，故B错误；

C、设木块与工件碰撞前瞬间木块的速度为v，根据动量守恒定律可得：3mv0＝mv，解得：v＝3v0＝3m/s；

木块与工件碰撞过程中，根据动量守恒定律可得：mv＝mv1+3mv2，根据能量关系可得：mv2＝mv12+3mv22，



联立解得：v1＝﹣1.5m/s，v2＝1.5m/s，所以木块与挡板第1次碰撞后的瞬间，工件的速度大小为1.5m/s，故C错误；

D、设木块与挡板第1次碰撞至第2次碰撞的时间间隔为t，在此时间内工件的位移为x工＝v2t﹣，木块的位移x木＝v1t，

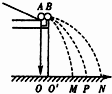


相碰时有：x工＝x木，联立解得t＝0.75s，此时根据刚好速度为零，故D正确。

故选：D。

【点评】本题主要是考查了动量守恒定律和能量守恒定律；对于动量守恒定律，其守恒条件是：系统不受外力作用或某一方向不受外力作用；解答时要首先确定一个正方向，利用碰撞前系统的动量和碰撞后系统的动量相等列方程，再根据能量关系列方程求解。

9．（鲤城区校级模拟）“验证动量守恒定律”的实验装如图所示，A，B是直径均为d，质量分别为mA和mB的两个小球。如果碰撞中动量守恒，根据图中各点间的距离，则下列式子可能成立的有 （　　）



A．＝ B．＝



C．＝ D．＝



【分析】两球碰撞后做平抛运动，根据平抛运动规律求出球的速度，然后应用动量守恒定律答题。

【解答】解：两球碰撞后，小球做平抛运动，由于小球抛出点的高度相等，

它们在空中做平抛运动的时间t相等，小球做平抛运动的初速度：

vA＝，vA′＝，vB′＝，



由动量守恒定律得：mAvA＝mAvA′+mBvB′，

则mA＝mA+mB，



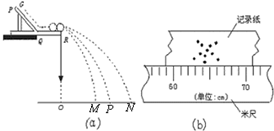
＝＝，故A正确；



故选：A。

【点评】本题考查了验证动量守恒定律实验，知道实验原理、应用速度公式、动量守恒定律即可正确解题；小球离开水平轨道后做平抛运动，可以用小球的水平位移代替小球的初速度。

10．（思明区校级模拟）某同学用如图所示的（a）图装置来探究碰撞中的守恒量，图中PQ是斜槽，QR为水平槽，（b）图是多次实验中某球落到位于水平地面记录纸上得到10个落点痕迹，有关该实验的一些说法，不正确的有（　　）



A．入射球和被碰球必须是弹性好的，且要求两球的质量相等，大小相同

B．被碰球静止放在槽口，入射球必须每次从轨道的同一位置由静止释放

C．小球碰撞前后的速度不易测量，所以通过测小球“平抛运动的射程”间接地解决

D．图（b）可测出碰撞后某球的水平射程为64.7cm（或取64.2cm﹣65.2cm之间某值）

【分析】根据通过实验的原理确定需要测量的物理量，小球离开轨道后做平抛运动，它们在空中的运动时间相同，水平位移与出速度成正比，可以用水平位移代替小球的初速度，根据实验原理与实验注意事项分析答题．

【解答】解：A、为防止两球碰撞后入射球反弹，入射球的质量应大于被碰球的质量，为发生对心碰撞，两球半径应相等，故A错误；

B、为保证小球的速度相等，被碰球静止放在槽口，入射球必须每次从轨道的同一位置由静止释放，故B正确；

C、小球离开轨道后做平抛运动，由于小球抛出点的高度相等，它们在空中的运动时间相等，小球的水平位移与小球的初速度成正比，小球碰撞前后的速度不易测量，所以通过测小球“平抛运动的射程”间接地解决，故C正确；

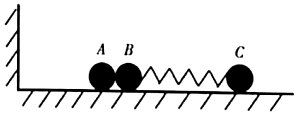
D、由图示刻度尺可知，图（b）可测出碰撞后某球的水平射程为64.7cm（64.2cm﹣65.2cm均正确），故D正确；

本题选择错误的，故选：A。

【点评】本题考查了实验注意事项、确定小球落点位置，知道实验原理与实验注意事项即可正确解题．

**二．多选题（共10小题）**

11．（茂名二模）如图所示，三个小球静止在足够长的光滑水平面，B、C两个小球之间用弹簧连接起来，A球紧靠B球，mA＝mB＝1kg，mC＝2kg。现用水平外力从两侧缓慢压A球与C球，使弹簧处于压缩状态且弹性势能为100J，再突然撤去外力。已知A球与墙壁碰撞无机械能损失，A球若能与B球碰撞则粘合在一起，全程弹簧始终未达到弹性限度，下列说法正确的是（　　）



A．若只撤去右侧外力，则小球B获得的最大速度为m/s



B．若只撤去右侧外力，则在此后的运动中，弹簧将会多次出现弹性势能等于J的时刻



C．若同时撤去两侧外力，则在此后的运动中，三个小球将会多次出现v＝m/s的共速时刻



D．同时撤去两侧外力，则三个小球最终将会以某一共同速度匀速运动下去

【分析】若只撤去右侧外力，当弹簧第二次恢复原长时，BC两球及弹簧组成的系统的动量守恒、机械能守恒，由此分别列出方程分析判断小球B获得的最大速度；弹簧恢复原长后，C球向右做减速运动，B球向右做加速运动，当两球速度相等时，BC两球及弹簧组成的系统的动量守恒、机械能守恒，由此分别列出方程分析判断弹簧出现弹性势能等于 J的情况；若同时撤去两侧外力，且A球能与B球碰撞则粘合在一起，则当弹簧恢复原长时，该过程ABC三球及弹簧组成的系统的动量守恒、机械能守恒，由此列出方程分析判断三个小球出现的情况和三个小球能否某一共同速度匀速运动下去。



【解答】解：A、当右边的力被撤去时，弹簧会恢复原长，由机械能守恒：得到：vC＝10m/s，即此时恢复原长，接着弹簧将带着B球一起向右继续运动，则设当加速度大小为0时，速度为vm，则由于BC系统具有动量守恒的特点，因此由动量守恒得：mCvC＝mBvm+mCv1，由能量守恒得：，联立解得：，故A正确；



B、弹簧恢复原长后，C球向右做减速运动，B球向右做加速运动，当两球速度相等时，弹簧的弹性势能达到最大。

该过程BC两球及弹簧组成的系统的动量守恒：mCvC＝（mB+mC）v，代入数据，解得：，



该过程BC两球及弹簧组成的系统的机械能守恒，BC共速时弹性势能最大：mCvC2＝Ep+（mB+mC）v2，



则有，Ep＝J，



在弹簧的伸长和压缩的循环往复过程中，每次BC两个小球共速时，弹簧均会出现弹性势能等于J的时刻，故B正确；



C、若同时撤去两侧外力，且A球能与B球碰撞则粘合在一起，则当弹簧恢复原长时：该过程ABC三球及弹簧组成的系统的动量守恒：（mA+mB）v3＝mCv4；

该过程ABC三球及弹簧组成的系统的机械能守恒：Ep+（mA+mB）v32＝mCv42；



解得：v3＝v4＝m/s，在弹簧的伸长和压缩的循环往复过程中，每次当弹簧恢复原长时，均会出现，三个小球速度等于m/s的共速时刻，故C正确；



D.由C项分析可知，在弹簧的伸长和压缩的循环往复过程中，小球的速度周期性的发生变化，所以不可能出现三个小球最终将会以某一共同速度匀速运动下去，故D错误。

故选：ABC。

【点评】本题考查了用动量和能量的观点分析弹簧类问题，涉及到了动量守恒定律、功能关系、机械能守恒定律，考查范围较广，对学生分析综合能力有一定要求。

12．（岳阳一模）物理学中有一种碰撞被称为“超弹性连续碰撞”，通过能量的转移可以使最上面的小球弹起的高度比释放时的高度更大。如图所示，A、B、C三个弹性极好的小球，相邻小球间有极小间隙，三球球心连线竖直，从离地一定高度处由静止同时释放（其中C球下部离地H），所有碰撞均为弹性碰撞，且碰后 B、C恰好静止，则（　　）



A．C球落地前瞬间 A 球的速度为



B．从上至下三球的质量之比为1：2：6

C．A球弹起的最大高度为25H

D．A球弹起的最大高度为9H

【分析】三球静止释放做自由落体运动，根据速度﹣位移公式求出C球落地前瞬间A球的速度大小；与地面发生弹性碰撞，速度大小不变，方向变为反向，球与球之间发生弹性碰撞，动量守恒，机械能守恒，结合动量守恒和机械能守恒求出三球的质量之比以及碰撞后A球的速度大小，结合速度﹣位移公式求出A球弹起的最大高度。

【解答】解：A、三球同时由静止释放，做自由落体运动，C球落地前瞬间下降的高度为H，则A球下降的高度也为H，根据速度﹣位移公式得：v2＝2gH，解得：v＝，故A正确；



B、球C与地面发射弹性碰撞后，速度方向向上，大小为，此时B的速度大小也为v＝，方向竖直向下，C、B两球发生弹性碰撞，动量守恒，机械能守恒，设碰撞后瞬间B的速度为v′，规定向上为正方向，有：



mCv﹣mBv＝mBv′，，



联立解得：mC＝3mB，v′＝2v；

A、B两球发生弹性碰撞，动量守恒，机械能守恒，设碰撞后A的速度为v″，规定向上为正方向，有：

mBv′﹣mAv＝mAv″，＝，



联立解得：mB＝2mA，v″＝3v。

可知mA：mB：mC＝1：2：6，故B正确；

C、根据速度﹣位移公式，对A球：v″2＝2gh，

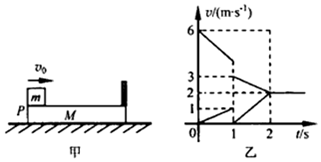
解得A弹起上升的最大高度h＝，故C错误，D正确。



故选：ABD。

【点评】本题主要考查了动量守恒定律和机械能守恒定律的综合应用，要求同学们能正确分析物体的运动情况，掌握弹性碰撞的特点，注意使用动量守恒定律时要规定正方向。

13．（烟台期末）如图甲所示，一质量为M、右端固定竖直挡板的木板静置于光滑的水平面上，现有一质量为m的小物块以v0＝6m/s的水平初速度从木板的最左端P点冲上木板，最终小物块在木板上Q点（图甲中未画出）与木板保持相对静止，二者运动的速度随时间变化的关系图象如图乙所示。已知小物块与木板之间的动摩擦因数μ恒定，重力加速度g＝10m/s2，则下列说法中正确的是（　　）



A．m：M＝1：2

B．小物块与木板之间的动摩擦因数μ＝0.1

C．P、Q两点间的距离为3m

D．小物块与挡板间的碰撞为非弹性碰撞

【分析】小物块与木板组成的系统所受合外力为零，系统动量守恒，根据图乙所示图象分析清楚小物块与木板的运动过程，应用动量守恒定律求出两者质量之比；应用能量守恒定律求出动摩擦因数；v﹣t图象与坐标轴所围图形的面积等于位移，根据图示图象求出小物块与木板的位移，根据碰撞前后系统动能间的关系判断碰撞是否是弹性碰撞。

【解答】解：A、由图乙所示图象可知，小物块与木板碰撞后瞬间，木板的速度v木板＝3m/s，物块的速度v小物块＝0，碰撞后两者的共同速度v＝2m/s，碰撞后小物块与木板组成的系统所受合外力为零，系统动量守恒，以向右为正方向，由动量守恒定律得：Mv木板＝（M+m）v，代入数据解得：m：M＝1：2，故A正确；

B、小物块与木板碰撞后到两者达到共同速度过程，两者的相对位移：x＝ m＝1.5m，从小物块与木板碰撞到两者共速过程，对系统，由能量守恒定律得：+μmgx，代入数据解得：μ＝0.2，故B错误；



C、设碰撞前瞬间物块的速度为v小物块′，由图乙所示图象可知，碰撞前瞬间木板的速度v木板′＝1m/s，小物块与木板组成的系统动量守恒，以向右为正方向，从小物块滑上木板到碰撞前瞬间过程，由动量守恒定律得：mv0＝mv小物块′+Mv木板′，代入数据解得：v小物块′＝4m/s，由图乙所示图象可知，木板的长度L＝＝4.5m，P、Q两点间的距离d＝L﹣x＝（4.5﹣1.5）m＝3m，故C正确；



D、碰撞前瞬间系统总动能：Ek＝＝＝9m，



碰撞后瞬间系统的总动能：Ek′＝＝9m，

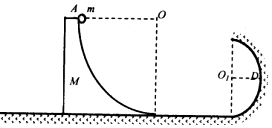


则：Ek＝Ek′，碰撞过程系统动能不变，碰撞过程机械能守恒，碰撞是弹性碰撞，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查了动量守恒定律的应用，根据题意与图示图象分析清楚小物块与木板的运动过程是解题的前提与关键，应用动量守恒定律与能量守恒定律即可解题；解题时要知道v﹣t图象与坐标轴所围图形的面积等于位移；弹性碰撞过程系统机械能守恒。

14．（唐山一模）如图所示，质量为0.4kg的四分之一圆弧轨道静止在光滑水平面，右侧有固定在竖直平面内的光滑半圆轨道，半径为0.4m，下端与水平面相切。现在将质量为0.2kg可视为质点的小球，从图中A点静止释放，小球离开圆弧轨道后恰好能通过半圆轨道的最高点，重力加速度为10m/s2，不计一切阻力。下列说法正确的（　　）



A．小球沿圆弧轨道下滑过程，系统动量守恒

B．小球沿圆弧轨道下滑过程，系统机械能守恒

C．小球通过半圆轨道D点时，对轨道的压力大小为4N

D．小球与圆弧轨道分离时，圆弧轨道的位移为0.5m

【分析】本题解题时可运用动量守恒以及机械能守恒的条件判断是否守恒，利用向心力公式以及牛顿第二定律可以求出小球在D点时对轨道的压力，对小球和轨道组成的系统，运用机械能守恒定律以及水平方向动量守恒定律可以求出水平方向运动情况。

【解答】解：A．小球沿圆弧轨道下滑过程，系统竖直方向合力不为零，故系统动量不守恒，故A错误；

B．小球沿圆弧轨道下滑过程，只有重力做功，系统机械能守恒，故B正确；

C．小球离开圆弧轨道后恰好能通过半圆轨道的最高点，在半圆轨道的最高点



从D点到最高点



在D点



根据牛顿第三定律可知，对轨道的压力大小为6N，故C错误；

D．小球与圆弧轨道分离，由水平方向动量守恒得mvm＝MvM

由系统机械能守恒得



其中



且mxm＝MxM，xm+xM＝RM

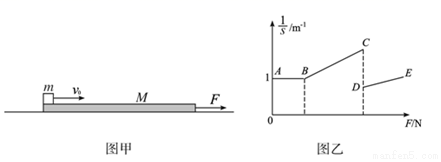
解得xM＝0.5m

故D正确。

故选：BD。

【点评】本题较为全面的考查了机械能守恒定律以及动量守恒，包含了守恒条件判断的基础知识，部分选项结合牛顿运动定律考查学生综合分析问题的能力，难度中等偏高。

15．（海珠区校级期末）如图甲所示，质量为M＝0.5kg的木板静止在光滑水平面上，质量为m＝1kg的物块以初速度v0＝4m/s滑上木板的左端，物块与木板之间的动摩擦因数为μ＝0.2，在物块滑上木板的同时，给木板施加一个水平向右的恒力F。当恒力F取某一值时，物块在木板上相对于木板滑动的路程为s，给木板施加不同大小的恒力F，得到﹣F的关系如图乙所示，其中AB与横轴平行，且AB段的纵坐标为1m﹣1。将物块视为质点，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度g＝10m/s2。则下列说法正确的是（　　）



A．若恒力F＝0，物块滑出木板时的速度为3m/s

B．C点纵坐标为1.5m﹣1

C．随着F增大，当外力F＝1N时，物块恰好不能木板右端滑出

D．图象中D点对应的外力的值为4N

【分析】若恒力F＝0，则物块会从木板的右端滑下，系统水平方向动量守恒，根据动量守恒定律和能量守恒定律进行解答；

当F较小时，物块将从木板右端滑下；当F继续增大时，物块减速、木板加速，两者在木板上某一位置具有共同速度，根据受力情况和运动情况求解BC段恒力F的取值范围，得到得到﹣F的关系函数关系进行分析；



当F较小时，物块将从木板右端滑下，当F增大到某一值时物块恰好到达木板的右端，且两者具有共同速度v，根据牛顿第二定律结合速度﹣时间关系进行解答；

图中D（C）临界点对应的情况是物块滑至某处时，木板与物块已达到速度相同，求出两者一起加速运动的临界加速度，根据牛顿第二定律求解外力的值。

【解答】解：A、F＝0时，m和M系统动量守恒，取水平向右为正方向，由动量守恒定律和能量守恒定律得：

mv0＝mv1+Mv2



将M＝0.5kg、m＝1kg、v0＝4m/s、s＝1代入得：v1＝2m/s、v2＝4m/s（不符合情况，舍去）

或，故A错误；



B、①当F较小时，物块将从木板右端滑下，当F增大到某一值时物块恰好到达木板的右端，且两者具有共同速度v，历时t1，

由牛顿第二定律得：，



根据速度时间关系可得：v＝v0﹣amt1＝a1+t1

根据位移关系可得：，



联立解得：



由图乙知，相对路程：s≤1m，

代入解得：F≥1N；

②当F继续增大时，物块减速、木板加速，两者在木板上某一位置具有共同速度；

当两者共速后能保持相对静止（静摩擦力作用）一起以相同加速度a做匀加速运动，

由牛顿第二定律得：，而f＝ma，



由于静摩擦力存在最大值，所以：f≤fmax＝μmg＝0.2×1×10N＝2N，

联立解得：F≤3N；

综上所述，BC段恒力F的取值范围是1N≤F≤3N，函数关系式是：



当F＝3N时， m﹣1



则B点的横坐标为：1N，C点的纵坐标为：1.5m﹣1，故B正确；

C、当F较小时，物块将从木板右端滑下，当F增大到某一值时物块恰好到达木板的右端，且两者具有共同速度v，历时t1，

则木板的加速度为：a1＝＝（2F+4）m/s2



根据速度﹣时间关系有：v＝v0﹣amt1＝a1t1

相对位移为：L＝t1﹣t1



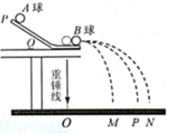
联立解得：F＝1N，故C正确；

D、图中D（C）临界点对应的情况是物块滑至某处时，木板与物块已达到速度相同，且之后物块与木板之间恰达到最大静摩擦力，两者一起加速运动的临界加速度为a＝μg＝0.2×10m/s2＝2m/s2，FD＝（m+M）a＝（0.5+1）×2N＝3N，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查动量守恒定律、牛顿运动定律和运动学规律的综合应用。滑块问题是物理模型中非常重要的模型，是学生物理建模能力培养的典型模型。滑块问题的解决非常灵活，针对受力分析、运动分析以及牛顿第二定律的掌握，还有相对运动的分析，特别是摩擦力的变化与转型，都是难点所在。本题通过非常规的图象来分析滑块的运动，能从图中读懂物体的运动。

16．（绍兴模拟）用如图所示的装置，来探究碰撞过程中的不变量．图中PQ是斜槽，其末端水平，先使A球从斜槽上某一高度处由静止释放，在水平地面的记录纸上留下落点痕迹P，重复10次，得到10个落点，再把B球放在斜槽末端，A球滚到斜槽末端与B球碰撞，碰后A、B球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹，重复10次．A、B两球在记录纸上留下的落点痕迹如图所示，则下列说法正确的是（　　）



A．只需满足A球和B球mA＞mB，对半径无特别要求

B．每次都要求A球从同一位置静止释放

C．斜槽不光滑，实验也可以正常进行

D．在误差范围内，通过探究会得到表达式：mA＝mA+mB成立



【分析】明确利用平抛运动规律验证动量守恒定律的实验原理，知道实验中的注意事项，明确动量守恒定律的结论，从而明确应证明的表达式．

【解答】解：A、为了保证两球为对心碰撞，要求两球半径必须相等，故A错误；

B、为了让每次碰撞中入射球的速度均相等，则每次都要求A球从同一位置静止释放，故B正确；

C、只要能保证每次从同一点由静止释放，则可以保证小球相碰时的速度相等，不需要要求斜槽光滑，故C正确；

D、根据动量守恒定律可知，mAv1＝mAv1’+mBv2；由于平抛运动的时间相同，则两边同乘以t可得，mAv1t＝mAv1’t+mBv2t；则根据平抛运动规律可知：

mA＝mA+mB成立，故D错误。



故选：BC。

【点评】本题考查利用平抛运动定律的应用，要注意掌握两球平抛的水平射程和水平速度之间的关系，是解决本题的关键，注意理解动量守恒定律的条件，明确两球应为对心碰撞，且必须用重球碰撞较轻的球．

17．（孝感期中）为了使验证动量守恒定律的实验成功，下列注意事项正确的是 （　　）

A．两球相碰时，它们的球心必须在同一个高度作对心碰撞

B．小球释放点越高，两球相碰时，相互作用的内力越大．碰撞前后动量之差越小，误差越小

C．入射小球始终从同一高度释放，然后选取其中水平射程最远点，作为小球落地点的位置

D．重复多次实验，用圆规画一个尽可能小的圆将对应同一位置的多个落点圈在里面，取圆心作为落点的平均值

E．改变入射球的释放高度，并多次释放，测出各次的水平位移，求出其平均值后再代入守恒式进行验证

【分析】在做“验证动量守恒定律”的实验中，是通过平抛运动的基本规律求解碰撞前后的速度的，所以要保证每次小球都做平抛运动，则轨道的末端必须水平；

【解答】解：A、为了使两球相碰时，它们的球心必须在同一高度上做对心碰撞，所以入射小球的半径与被碰小球的半径需相等。故A正确。

B、小球释放点越高，两球相碰时，相互作用的内力越大，则外力的影响越小，越可以视为动量守恒，故碰撞前后动量之差越小，误差越小，故B正确；

C、入射小球始终从同一高度释放，然后根据记录的点利用平均落点确定小球落地点的位置。不能取最远点，故C错误。

D、重复多次实验，用圆规画一个尽可能小的圆将对应同一位置的所有落点圈在里面，取圆心作为落点的平均位置，这样做可以减小实验的偶然误差。故D正确，E错误。

故选：ABD。

【点评】本题主要考查了“验证动量守恒定律”的实验的原理及注意事项等基础知识，要注意明确实验中数据处理的基本方法，明确落点的选取要用到圆规．

18．（盂县校级月考）入射球碰前的速度以及被碰后的速度可用其运动的水平位移来表示，在图中，M，N，P是小球的落点，下列说法中正确的是（　　）



A．O′是被碰小球前其球心在纸上的垂直投影

B．O是碰撞瞬间入射小球的球心在纸上的垂直投影

C．被碰球碰后的速度可用表示



D．入射球碰前的速度可用表示

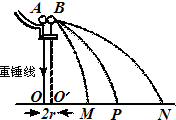


【分析】在做“验证动量守恒定律”的实验中，是通过平抛运动的基本规律求解碰撞前后的速度的，所以要保证每次小球都做平抛运动，则轨道的末端必须水平

【解答】解：如图所示为该实验的原理图，由图可知，O′是被碰小球前其球心在纸上的垂直投影，O是碰撞瞬间入射小球的球心在纸上的垂直投影，被碰球碰后的速度较大，飞行距离较远，可用表示，入射球碰前的速度要小于单独飞行时的距离，故可用表示； 故ABC正确，D错误。

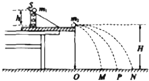


故选：ABC。



【点评】本题考查利用平抛运动规律验证动量守恒定律的实验，要注意明确实验基本原理，知道实验中的操作方法和注意事项．

19．（宁波期末）如图所示，用“碰撞实验器”可以研究碰撞中的不变量，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系，下列说法正确的是（　　）



A．实验中，两个小球的质量m1、m2应满足m1＞m2

B．实验中，质量为m1的小球每次应从同一位置静止释放

C．实验中，必须测量抛出点距地面的高度H

D．实验中，在确定小球落地点的平均位置时通常采用的做法是用圆规画一个尽可能小的圆把所有的落点圈在里面，圆心即平均速度

【分析】在做“验证动量守恒定律”的实验中，是通过平抛运动的基本规律求解碰撞前后的速度的，所以要保证每次小球都做平抛运动，则轨道的末端必须水平；由动量守恒定律求出需要验证的表达式，根据表达式确定需要测量的量．

【解答】解：A、为防止碰撞过程入射球反弹，入射球的质量应大于被碰球的质量m1大于m2，即m1＞m2．故A正确；

B、为了保证入射球每次的速度相同，故每次应让图1由同一位置滑下，故B正确；

C、由于本实验中不需要测量高度H，只要下落高度相同即可；故C错误；

D、由于落点比较密集，又较多，每次测量距离很难，确定落点平均位置的方法是最小圆法，即用尽可能最小的圆把各个落点圈住，这个圆的圆心位置代表落点的平均位置。故D正确；

故选：ABD。

【点评】实验的一个重要的技巧是入射球和靶球从同一高度做平抛运动并且落到同一水平面上，故下落的时间相同，所以在实验的过程当中把本来需要测量的速度改为测量平抛过程当中水平方向发生的位移，可见掌握了实验原理才能顺利解决此类题目．

20．（盂县校级月考）在做碰撞中的动量守恒实验中，不需要测量的物理量是（　　）

A．入射小球和被碰小球的质量

B．入射小球和被碰小球的直径

C．斜槽轨道的末端距地面的高度

D．入射球开始滚下时的初始位置与碰撞前位置的高度差

E．入射球未碰撞时飞出的水平距离

F．入射小球和被碰小球碰撞后飞出的水平距离

【分析】验证碰撞中的动量守恒时小球离开斜槽后做平抛运动，抛出点的高度相等，它们在空中的运动时间相等，小球的水平位移与初速度成正比，可以用水平位移代替初速度，从而明确实验中应测量的物理量．

【解答】解：如果小球动量守恒，满足关系式：mAv0＝mAv1+mBv2，故有mAv0t＝mAv1t+mBv2t，即mAOB＝mAOA+mBOC；由此可知：小球a、b的质量ma、mb，记录纸上O点A、B、C各点的距离OA、OB、OC需要测量；

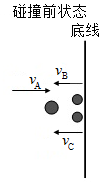
小球离开轨道后做平抛运动，小球下落的高度相同，在空中的运动时间t相同，由x＝vt可知，小球的水平位移与小球的初速度v成正比，可以用小球的水平位移代小球的初速度，故斜槽轨道末端到地面的高度不需要测量；只要能保证小球每次从同一高度滑下即可保证末速度相同，故不需要测量释放时的起始高度；同时只要保证两小球直径相同即可，不需要测出对应的直径，故BCD不需要测量。

本题选不需要测量的物理量，故选：BCD。

【点评】本题考查验证动量守恒定律的内容；注意运用等效思维方法，平抛时间相等，用水平位移代替初速度，这样将不便验证的方程变成容易验证，根据实验原理即可明确需要测量的物理量．

**三．填空题（共10小题）**

21．（如皋市模拟）如图所示，在橄榄球比赛中，质量为100kg的橄榄球前锋以vA＝5m/s的速度跑动，想穿越防守队员到底线触地得分。就在他刚要到底线时，迎面撞上了对方两名质量均为75kg的球员，一个速度vB＝2m/s，另一个速度vC＝4m/s，他们腾空扭在了一起。他们碰撞后瞬间的速度大小约为　0.2　m/s，在此过程中三名球员的总机械能　减小　（选填“增大”、“不变”或“减小”）。



【分析】三个运动员所受的合外力为零，动量守恒，根据动量守恒定律求出碰撞后共同速度，再算出碰撞前后三名队员总机械能，即可解答。

【解答】解：以前锋A的速度vA的方向为正方向，设碰撞后瞬间的共同速度为v，根据动量守恒定律得：

mAvA﹣mBvB﹣mCvC＝（mA+mB+mC）v，

代入数据解得：v＝0.2m/s

碰撞前三名队员的总动能 Ek1＝mAvA2+mBvB2+mCvC2＝2000J

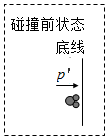


碰撞后三名队员的总动能 Ek2＝（mA+mB+mC）v2＝5J



可知，在碰撞过程中三名球员的总机械能减小。

故答案为：0.2，减小。



【点评】本题的关键要建立模型，掌握碰撞的基本规律：动量守恒定律，列式时要选取正方向，用正负表示速度的方向。

22．（盐城三模）在气垫导轨上，一个质量为0.6kg的滑块甲以0.15m/s的速度与另一质量为0.4kg、速度为0.1m/s并沿反方向运动的滑块乙迎面相撞，碰撞后两个滑块粘在一起，则碰撞后两个滑块一起运动速度大小为　0.05　m/s，碰撞过程中乙滑块受到甲冲量大小为　0.06　N•s。

【分析】碰撞过程系统动量守恒，由动量守恒定律可以求出碰撞后滑块的速度，再由动量定理即可求出冲量大小。

【解答】解：两滑块碰撞过程系统动量守恒，以0.6kg滑块的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得：

m1v1﹣m2v2＝（m1+m2）v，

代入数据解得：v＝0.05m/s，方向与0.6kg滑块的初速度方向相同；

对乙滑块由动量定理可得：

I＝m2v﹣（﹣m2v2）＝0.4×0.05﹣0.4×（﹣0.1）＝0.06Ns。

故答案为：0.05 0.06

【点评】本题考查了求滑块的速度，分析清楚滑块运动过程、应用动量守恒定律即可正确解题，解题时注意正方向的选择。

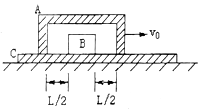
23．（鼓楼区校级期末）一段凹槽A倒扣在水平长木板C上，槽内有一小物块B，它到槽两内侧的距离均为，如图所示。木板位于光滑水平的桌面上，槽与木板间的摩擦不计，小物块与木板间的摩擦系数为μ．A、B、C三者质量相等，原来都静止，现使槽A以大小为v0的初速向右运动，已知v0＜．当A和B发生碰撞时，两者速度互换。求：



（1）从A、B发生第一次碰撞到第二次碰撞的时间内，木板C运动的路程是　L﹣　；



（2）在A、B刚要发生第四次碰撞时，B速度的大小是　v0　。



【分析】（1）A、B碰撞过程动量守恒，A、B第一次碰撞后，A静止，B向右做匀减速运动，C向右做匀加速运动，由动量守恒定律与能量守恒定律可以求出C的路程。

（2）根据物体的运动过程，应用动量守恒定律求出B的速度。

【解答】解：（1）A与B刚发生第一次碰撞后，A停下不动，B以初速V0向右运动。

由于摩擦，B向右作匀减速运动，而C向右作匀加速运动，两者速率逐渐接近。

设B、C达到相同速度V1时B移动的路程为S1．设A、B、C质量皆为m，以向右为正方向，

由动量守恒定律得：mv0＝2mv1…①

由能量守恒定律得：μmgS1＝mv02﹣×2mv12…②



由①②解得：S1＝



由题意知：v0＜



解得：S1＜L…③



可见，在B、C达到相同速度v1时，B尚未与A发生第二次碰撞，B与C一起将以v1向右匀速运动一段距离（L﹣S1）后才与A发生第二次碰撞。

设C的速度从零变到v1的过程中，C的路程为S2。

由能量守恒定律得：μmgS2＝mv12…④



解得：S2＝



因此在第一次到第二次碰撞间C的路程为：S＝S2+L﹣S1＝L﹣…⑤；



（2）由上面讨论可知，在刚要发生第二次碰撞时，A静止，B、C的速度均为v1。

刚碰撞后，B静止，A、C的速度均为V1．由于摩擦，B将加速，C将减速，直至达到相同速度v2。

以向右为正方向，由动量守恒定律得：mv1＝2mv2…⑥

解得：v2＝v1＝v0



因A的速度v1大于B的速度v2，故第三次碰撞发生在A的左壁。

刚碰撞后，A的速度变为V2，B的速度变为V1，C的速度仍为V2。

由于摩擦，B减速，C加速，直至达到相同速度v3．以A的速度方向为正方向，

由动量守恒定律得：mv1+mv2＝2mv3…⑦

解得：v3＝v0



故刚要发生第四次碰撞时，A、B、C的速度分别为：vA＝v2＝v0…⑧



vB＝vC＝v3＝v0…⑨



故答案为：（1）L﹣．（2）v0。



【点评】本题是对研究对象、多过程问题，关键是要分析清楚物体的运动过程，应用动量守恒定律与能量守恒定律即可正确解题，求C的路程是要注意B、C位移间的几何关系。

24．（岳阳楼区校级期中）在水平轨道上放置一门质量为M的炮车，发射质量为m的炮弹，炮下与轨道间摩擦不计，当炮身与水平方向成θ角发射炮弹时，炮弹相对地面出射的速度为v0，则此时炮身后退的速度为v′＝　　。



【分析】对炮弹和炮身组成的系统，在炮车发射炮弹的过程中，在水平方向受到的外力可忽略不计，在水平方向系统的动量守恒，由此列式可求得炮身后退的速度。

【解答】解：炮弹离开炮口时，炮弹和炮身在水平方向受到的外力相对于内力可忽略不计，则系统在水平方向动量守恒。

取炮车后退的方向为正，对炮弹和炮身组成系统为研究对象，根据水平方向动量守恒有：

Mv′﹣mv0cosθ＝0

解得炮车后退的速度大小：v′＝。

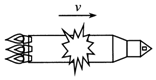


故答案为：。



【点评】本题主要考查了动量守恒定律的直接应用，关键掌握速度的分解和某一方向系统动量守恒，要注意炮弹和炮身组成系统总动量不守恒。

25．（西城区期末）如图所示，一枚导弹模型在5m高处以10m/s的速度水平向右飞行时，炸裂成质量比为3：2的两块，质量大的那块以30m/s的速度向左飞行，取g＝10m/s2，不计炸药的质量，在质量小的那块的速度为　70m/s，方向向右　；两块在水平地面上的落地点相距　100　m．



【分析】在爆炸过程中，外力远小于内力，认为系统的动量守恒，应用动量守恒定律求质量小的那块的速度；

爆炸后两块弹片均做平抛运动，由平抛运动知识可以求两块落地点的距离．

【解答】解：（1）设导弹的总质量为5m，以初速度v0的方向为正方向，爆炸后质量大的一块质量为3m，速度v1＝﹣30m/s，质量小的一块质量为2m，速度设为v2．

由动量守恒定律得：5mv0＝3mv1+2mv2

代入数据解得：v2＝70m/s，方向向右．

爆炸后两块分别向前、向后做平抛运动，下落到地面的时间为：

t＝＝s＝1s

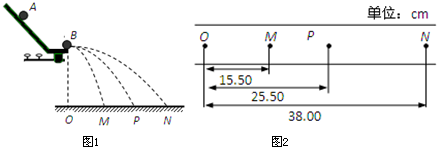


则两块落地的距离为：L＝x1+x2＝|v1|t+v2t＝100m

故答案为：70m/s，方向向右．100．

【点评】本题要抓住导弹在爆炸过程中系统动量守恒，爆炸后裂块做平抛运动，应用动量守恒定律及平抛知识即可正确解题．

26．（郑州期末）在做“验证动量守恒定律”实验中，装置如图1



（1）需要的测量仪器或工具有　BCDF

A．秒表 B．天平 C．刻度尺

D．重锤线 E．打点计时器 F．圆规

（2）必须要求的条件是　ABD

A．两小球碰撞时，球心必须在同一高度上

B．斜槽轨道末端的切线必须水平

C．入射球和被碰球的质量必须相等，且大小相同

D．入射球每次必须从轨道的同一位置由静止滚下

（3）某次实验中得出的落点情况如下图2所示，假设碰撞过程中动量守恒，则入射小球质量m1和被碰小球质量m2之比为　19：5　．

（4）在做“验证动量守恒定律”实验中，对产生误差的主要原因表述正确的是　AD

A．碰撞前入射小球的速度方向，碰撞后两小球的速度方向不是在同一直线上

B．倾斜部分轨道对入射小球的摩擦力作用

C．没有测量高度，算出具体的平抛时间

D．测量长度的误差．

【分析】1． 实验原理

在一维碰撞中，测出物体的质量*m*和碰撞前后物体的速度*v*、*v*′，找出碰撞前的动量*p*＝*m*1*v*1+*m*2*v*2及碰撞后的动量*p*′＝*m*1*v*1′+*m*2*v*2′，看碰撞前后动量是否守恒．

2． 实验器材

斜槽、小球（两个）、天平、复写纸、白纸等．

3． 实验步骤

（1）用天平测出两小球的质量，并选定质量大的小球为入射小球．

（2）按照实验原理图甲安装实验装置．调整、固定斜槽使斜槽底端水平．

（3）白纸在下，复写纸在上且在适当位置铺放好．记下重垂线所指的位置*O*．

（4）不放被撞小球，让入射小球从斜槽上某固定高度处自由滚下，重复10次．用圆规画尽量小的圆把小球所有的落点都圈在里面．圆心*P*就是小球落点的平均位置．

（5）把被撞小球放在斜槽末端，让入射小球从斜槽同一高度自由滚下，使它们发生碰撞，重复实验10次．用步骤（4）的方法，标出碰后入射小球落点的平均位置*M*和被撞小球落点的平均位置*N*．如实验原理图甲所示．

（6）连接*ON*，测量线段*OP*、*OM*、*ON*的长度．将测量数据填入表中．最后代入*m*1＝*m*1+*m*2，看在误差允许的范围内是否成立．



（7）整理好实验器材放回原处．

（8）实验结论：在实验误差允许范围内，碰撞系统的动量守恒．

【解答】解：（1）本实验需要天平称量物体的质量，需要刻度尺测量长度，需要中垂线调节轨道末端水平，需要圆规找物体的平均落点，故选：BCDF．

（2）A、要保证碰撞是一维的，即保证两物体在碰撞之前沿同一直线运动，故A正确；

B、要保证碰撞后两个球做平抛运动，故斜槽轨道末端的切线必须水平，故B正确；

C、入射球质量要大于被碰球质量，即*m*1＞*m*2，防止碰后*m*1被反弹，故C错误；

D、为保证碰撞的初速度相同，入射球每次必须从轨道的同一位置由静止滚下，故D正确；

故选：ABD．

（3）根据动量守恒定律，有：

m1＝*m*1+*m*2



代入数据，有：

mm1×0.2550＝*m*1×0.1550+*m*2×0.3800

解得：m1：m2＝19：5

（4）A、要保证两物体在碰撞之前沿同一直线运动，碰撞之后还沿这条直线运动；若碰撞前入射小球的速度方向，碰撞后两小球的速度方向不是在同一直线上会产生较大的误差，故A正确；

B、倾斜部分轨道对入射小球的摩擦力作用，但只要入射球每次必须从轨道的同一位置由静止滚下，即可保证碰撞的初速度相同，故B错误；

C、小球做平抛运动的时间由高度差决定，由于高度差一定，故平抛的时间都相同，故水平射程与平抛的初速度成正比，故不需要测量高度差，只要满足：m1＝*m*1+*m*2，就一定有m1*v*1+*m*2*v*2＝*m*1*v*1′+*m*2*v*2′，故C错误；



D、测量长度的误差对最终动量是否守恒的验证会有影响，故D正确；

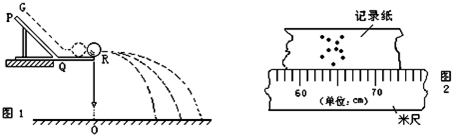
故选：AD．

故答案为：（1）BCDF；（2）ABD；（3）19：5；（4）AD．

【点评】实验注意事项：（1）前提条件：保证碰撞是一维的，即保证两物体在碰撞之前沿同一直线运动，碰撞之后还沿这条直线运动．

（2）利用斜槽进行实验，入射球质量要大于被碰球质量，即*m*1＞*m*2，防止碰后*m*1被反弹．

27．（路南区校级模拟）某同学用图1所示装置通过半径相同的A、B两球的碰撞来验证动量守恒定律．图1中PQ是斜槽，QR为水平槽．实验时先使A球从斜槽上某一固定位置G由静止开始滚下，落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹．重复上述操作10次，得到10个落点痕迹．再把B球放在水平槽上靠近槽末端的地方，让A球仍从位置G由静止开始滚下，和B球碰撞后，A、B球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹．重复这种操作10次．图1中O点是水平槽末端R在记录纸上垂直投影点．B球落点痕迹如图2所示，其中米尺水平放置，且平行于G、R、O所在的平面，米尺的零点与O点对齐．



（1）碰撞后B球的水平射程应取为　64.8　cm．

（2）在以下选项中，哪些是本次实验必须进行的测量？答：　ABD　（填选项号）．

A．水平槽上未放B球时，测量A球落点位置到O点的距离

B．A球与B球碰撞后，测量A球落点位置到O点的距离

C．测量A球或B球的直径

D．测量A球和B球的质量（或两球质量之比）

E．测量G点相对于水平槽面的高度．

【分析】根据通过实验的原理确定需要测量的物理量，小球离开轨道后做平抛运动，它们在空中的运动时间相同，水平位移与出速度成正比，可以用水平位移代替小球的初速度，根据动量守恒定律求出需要验证的表达式．

【解答】解：（1）碰撞后b球的水平射程落点如图2所示，取所有落点中靠近中间的点读数，即可取一个最小的圆的圆心，约为64.8cm；

（2）A、水平槽上未放b球时，测量a球落点位置到O点的距离，即测量出碰撞前a球的速度，故A正确；

B、a球与b球碰撞后，测量a球落点位置到O点的距离，即测量出碰撞后a球的速度，故B正确；

C、不需要测量a球或b球的直径，故C错误；

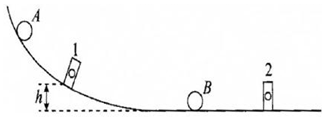
D、测量a球和b球的质量（或两球质量之比），用来表示出球的质量，故D正确；

E、不需要测量G点相对于水平槽面的高度，故E错误．故选：ABD．

故答案为：（1）64.8；（2）ABD．

【点评】掌握两球平抛的水平射程和水平速度之间的关系，是解决本题的关键，注意理解动量守恒定律的条件．

28．（永川区模拟）为了验证碰撞中的动量和能量是否守恒，长郡中学高三物理兴趣小组找来了一端倾斜另一端水平的光滑轨道，如图所示。在距离水平部分高为h处和水平部分安装了1、2两个光电门，然后找来两个直径均为d但质量分别为mA和mB的小球A、B进行实验。先将小球B静放在水平轨道上两光电门之间，让小球A从倾斜轨道上较高位置释放，光电门1记录了小球A碰撞前后通过的时间t1、t1′，光电门2记录了碰后小球B通过的时间t2′．通过对实验结果的分析可知mA　小于　（填“大于”“小于”或“等于”）mB，若满足关系式　＝+　，则说明碰撞中能量守恒。如果两小球的位置互换，该实验　能　（填“能”或“不能”）成功。



【分析】（1）为防止两滑块碰撞后入射滑块反弹，入射滑块的质量应大于被碰滑块的质量；

（2）（3）滑块在水平面上做匀减速直线运动，求出滑块到达水平面时的速度，应用动量守恒定律求出实验需要验证的表达式，然后答题；

（4）如果碰撞为弹性碰撞，碰撞过程机械能不变，根据机械能守恒定律分析答题。

【解答】解：（1）由题意，两个直径相同的小球在光滑的水平面上发生碰撞，要验证动量守恒，则必定要测出碰撞前后的速度。从题意来看，由于小球A通过光电门的时间有两个，则说明小球A碰撞两次通过光电门，即碰撞后反弹，要反弹则A球的质量要小于B球的质量；

（2）由机械能守恒律可以求出两个小球的速度分别由下式表示：

vA2＝



vA′2＝+2gh



vB′2＝



若碰撞前后机械能守恒，则有：＝+



将以上式代入并化简可得：＝+。



若把两球的位置互换，则碰撞后B球不会反弹，但B球碰撞可以通过光电门2，仍可求出碰撞后的速度，同样也能验证机械能是否守恒。

故答案为：（1）小于；（2）＝+，能



【点评】在碰撞、爆炸过程系统内力远大于外力，系统动量守恒，弹性碰撞过程系统机械能没有损失，机械能守恒，根据题意分析清楚滑块的运动过程，应用动量守恒定律与机械能守恒定律即可解题。

29．（塘沽区月考）为了验证碰撞中的动量守恒，某同学选取了两个体积相同、质量不相等的小球，按下述步骤做了如下实验：

A．用天平测出两个小球的质量（分别为m1和m2，且m1＞m2）

B．按照如图所示的那样，安装好实验装置。将斜槽AB固定在桌边，使槽的末端点的切线水平。将一斜面BC连接在斜槽末端。

C．先不放小球m2，让小球m1从斜槽顶端A处由静止开始滚下，记下小球在斜面上的落点位置。

D．将小球m2放在斜槽前端边缘处，让小球m1从斜槽顶端A处滚下，使它们发生碰撞，记下小球m1和小球m2在斜面上的落点位置。

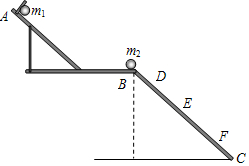
E．用毫米刻度尺量出各个落点位置到斜槽末端点B的距离。

图中D、E、F点是该同学记下的小球在斜面上的几个落点位置，到B点的距离分别为L1、L2、L3。

根据该同学的实验，回答下列问题：

（1）小球m1与m2发生碰撞后，m1的落点是图中的　D　点，m2的落点是图中的　F　点。

（2）用测得的物理量来表示，只要满足关系式　m1＝m1+m2　，则说明碰撞中动量是守恒的。



【分析】根据平抛运动的规律得出小球平抛运动的初速度与L的关系，通过用L代替速度得出动量守恒的表达式。

【解答】解：（1）不放小球m2，让小球m1从斜槽顶端A处由静止开始滚下，将落在E点，小球m1与m2发生碰撞后，入射球速度减小，而被碰球的速度大于入射球的速度，所以m1的落点是图1中的D点，m2的落点是图中的F点。

设斜面倾角为θ，小球平抛运动，由Lsinθ＝gt2，Lcosθ＝vt，



则有：v＝



得抛出速度v∝，验证动量是否守恒的表达式为：m1v0＝m1v1+m2v2，



即：m1＝m1+m2。

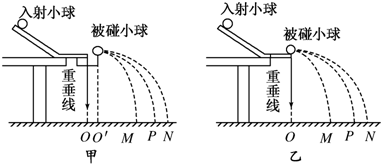


故答案为：（1）D；F；（2）m1＝m1+m2。



【点评】本题为验证动量守恒定律实验的变形实验，为验证动量守恒定律考查了与平抛运动的综合，根据题意掌握实验的基本方法，同时注意体会等效代替运用的优越性，

30．（顺义区校级期中）在实验室里为了验证动量守恒定律，一般采用如图甲、乙所示的两种装置：



（1）若入射小球质量为m1，半径为r1；被碰小球质量为m2，半径为r2，则　C

A．m1＞m2，r1＞r2　　　　B．m1＞m2，r1＜r2 C．m1＞m2，r1＝r2 D．m1＜m2，r1＝r2

（2）若采用图乙所示装置进行实验，以下所提供的测量工具中必需的是　AC

A．直尺　 B．游标卡尺　 C．天平　 D．弹簧测力计 E．秒表

（3）设入射小球的质量为m1，被碰小球的质量为m2，P为碰前入射小球落点的平均位置，则关系式（用m1、m2及图中字母表示）　m1OP＝m1OM+m2ON　成立，即表示碰撞中动量守恒．

【分析】（1）为了保证碰撞前后使入射小球的速度方向不变，故必须使入射小球的质量大于被碰小球的质量；为了使两球发生正碰，两小球的半径相同．

（2）求出需要验证的表达式，根据表达式确定需要测量的量．

（3）根据动量守恒定律与图示实验情景确定需要验证的表达式

【解答】解：（1）为保证两球发生对心正碰，两球的半径应相等，为防止碰撞后入射球反弹，入射球的质量应大于被碰球的质量，故选C；

（2）小球离开轨道后做平抛运动，由h＝gt2得小球做平抛运动的时间t＝，由于小球做平抛运动时抛出点的高度h相同，



则它们在空中的运动时间t相等，验证碰撞中的动量守恒，需要验证：m1v1＝m1v1′+m2v2，

则：m1v1t＝m1v1′t+m2v2t，m1x1＝m1x1′+m2x2，由图乙所示可知，需要验证：m1OP＝m1OM+m2ON，

因此实验需要测量的量有：①入射小球的质量，②被碰小球的质量，③入射小球碰前平抛的水平位移，④入射小球碰后平抛的水平位移，⑤被碰小球碰后平抛的水平位移．实验需要刻度尺与天平．

（3）由（2）可知，验证碰撞中的动量守恒，需要验证：m1OP＝m1OM+m2ON．

故答案为：（1）C；（2）AC；（3）m1OP＝m1OM+m2ON．

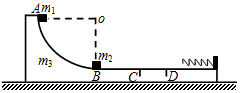
【点评】本题是运用等效思维方法，平抛时间相等，用水平位移代替初速度，这样将不便验证的方程变成容易验证．

**四．计算题（共10小题）**

31．（邯郸期中）如图所示，质量为m3＝2kg的滑道静止在光滑的水平面上，滑道的AB部分是半径为R＝0.3m的四分之一圆弧，圆弧底部与滑道水平部分相切，滑道水平部分右端固定一个轻质弹簧。滑道CD部分粗糙，其他部分均光滑。质量为m2＝2kg的物体2（可视为质点）放在滑道的B点，现让质量为m1＝1kg的物体1（可视为质点）自A点由静止释放，两物体在滑道上的C点相碰后粘在一起（g＝10m/s2）。

（1）求物体1从释放到与物体2相碰的过程中，滑道向左运动的距离；

（2）若CD＝0.2m，两物体与滑道的CD部分的动摩擦因数为μ＝0.15，求在整个运动过程中，弹簧具有的最大弹性势能。



【分析】（1）物体1从释放到与物体2相撞的过程中，物体1与滑道组成的系统在水平方向上动量守恒，根据动量守恒定律可以解出滑道的位移。

（2）先用动量守恒定律和机械能守恒定律计算出m1到达C点时的速度，再用动量守恒定律计算出m1与m2共速时候的共同速度，根据滑道、m1与m2组成的系统在水平方向上动量守恒，用动量守恒定律算出三者共速时候的速度，最后根据能量守恒定律列方程计算得出弹簧的最大弹性势能。

【解答】解：（1）物体1从释放到与物体2碰撞的过程中，物体1和滑道组成的系统在水平方向上动量守恒，设物体1水平位移大小为x1，滑道水平位移大小为x3。规定水平向右为正方向。因为BC段光滑，所以m2不会受到摩擦力，它会相对于地面一直静止，直到与m1相撞。所以m1撞上m2时，m1相对于地面的位移为R。

即：x1＝R

根据动量守恒定律得：

0＝m1x1﹣m3x3

代入数据解得：x3＝0.15m

（2）规定水平向右为正方向，物体1与物体2碰撞前，物体1和滑道组成的系统在水平方向上动量守恒，机械能守恒，设两者即将碰撞前，物体1的速度大小为v1，滑道速度大小为v3。由机械能守恒定律得：

m1gR＝+



由动量守恒定律得：

0＝m1v1+m3v3

联立以上两个方程，代入数据解得：v3＝﹣1m/s，v1＝2m/s

设物体1与物体2碰撞后，共同的速度为v4，由动量守恒定律得：

m1v1＝（m1+m2）v4

代入数据解得：v4＝m/s



物体1，2都与滑道相对静止的时候，弹簧压缩量达到最大，此时弹性势能最大。物体1，2与滑道相对静止时速度为v5，物体1，2与滑道组成的系统动量守恒。根据动量守恒定律有：

（m1+m2）v4+m3v3＝（m1+m2+m3）v5

代入数据解得：v5＝0

由能量守恒定律有：（m1+m2）+＝（m1+m2+m3）+μm4gxcd+Ep



代入数据解得：Ep＝J≈0.77J



答：（1）滑道向左运动的距离为0.15m

（2）弹簧具有的最大弹性势能约为0.77J

【点评】此题难点：

（1）理解最大弹性势能就是三个物体相对静止的时候。

（2）理解物体1释放后物体2会相对于地面静止不动。做动量题时，题目中提到的位移无特别说明都是相对于地面的。

易错点：

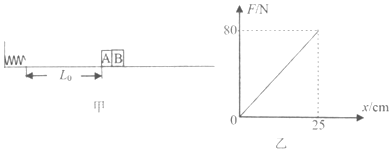
得出三者最后速度为0时，容易误认为整个系统的能量转化就是势能转成摩擦力产热与弹性势能，忽视了物体1与物体2碰撞也会造成能量损失

32．（南昌一模）如图甲所示，在一次爆炸实验中，质量分别为m＝2kg和M＝8kg的A、B两个物体之间装有少量炸药，并排放在水平导轨上。爆炸点的左侧的墙壁上装有轻弹簧，弹簧的左端固定，右端与A物体的距离L0＝1.25m。当炸药发生爆炸后，测得A物体压缩弹簧的过程中，对弹簧的压力F随压缩量x的变化关系如图乙所示（最大压缩量为25cm）。已知A、B两物体与水平导轨间的动摩擦因数均为μ＝0.2，A、B物体的碰撞不损失机械能，两物体均可看作质点。重力加速度g＝10m/s2。求：

（1）A压缩弹簧的过程中，克服摩擦力做的功和弹性势能的最大值；

（2）爆炸过程A、B获得的机械能之和；

（3）物体A和B最终静止时离爆炸点的距离。



【分析】（1）根据压缩弹簧的最大量求出克服摩擦力做功的大小，根据图线围成的面积求出弹簧弹力做功的大小，结合功能关系求出弹性势能的最大值；

（2）根据能量守恒得出爆炸时A的速度，抓住爆炸前后瞬间动量守恒，求出B的速度大小，从而得出爆炸过程A、B获得的机械能之和；

（3）根据动能定理求出爆炸后B向右匀减速运动的位移大小，结合能量守恒得出A运动到B停止位置的速度，抓住碰撞过程中动量守恒、机械能守恒求出碰撞后A、B的速度大小，结合动能定理分别求出A、B向左和向右滑动的距离，从而得出停止位置距离爆炸点的距离。

【解答】解：（1）A压缩弹簧的过程中，压缩量的最大值：x＝25cm，

则克服摩擦力做功：Wf＝μmgx＝0.2×2×10×0.25J＝1J；

根据功能关系知，弹性势能的最大值等于克服弹簧弹力做功的大小，即为F﹣x图线围成的面积，

可知：；



（2）根据能量守恒定律有：，



代入数据解得：vA＝4m/s，

爆炸前后瞬间A、B组成的系统动量守恒，规定向左为正方向，根据动量守恒定律有：0＝mvA﹣MvB，

解得B的速度大小：vB＝1m/s；

则A、B获得的机械能之和：E＝＝J＝20J；



（3）爆炸后，B向右做匀减速直线运动，设B向右速度减为零时，与爆炸点的距离为x1，

根据动能定理得：，



代入数据解得：x1＝0.25m，

设A与弹簧反弹后运动到B速度为零的位置时速度为v1，根据能量守恒定律有：，



代入数据解得：v1＝，



A、B物体的碰撞不损失机械能，规定向右为正方向，根据动量守恒定律有：mv1＝mv2+Mv3，

根据机械能守恒定律有：，



代入数据解得，；



对A运用动能定理得：，



代入数据解得：x2＝0.27m，

则A最终静止时距离爆炸点的距离：xA＝x2﹣x1＝0.27m﹣0.25m＝0.02m；

理得：，



代入数据解得：x3＝0.12m，

则B最终静止时距离爆炸点的距离：xB＝x1+x3＝0.25m+0.12m＝0.37m。

答：（1）A压缩弹簧的过程中，克服摩擦力做的功为1J，弹性势能的最大值为10J；

（2）爆炸过程A、B获得的机械能之和为20J；

（3）物体A和B最终静止时离爆炸点的距离分别为0.02m、0.37m。

【点评】本题考查了动量守恒定律、动能定理、机械能守恒定律的综合运用，知道F﹣x图线围成的面积表示功的大小，本题的关键要理清爆炸后以及碰撞后A、B的运动规律，选择合适的方法进行求解。

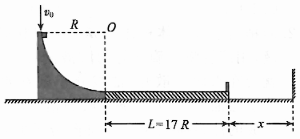
33．（山东模拟）如图光滑圆弧轨道固定在水平地面上，轨道半径为R，在圆弧轨道的右端紧靠圆弧轨道有长度为L＝17R的木板静止在水平光滑地面上，木板水平上端与圆弧轨道右端在同一水平高度，木板的上表面粗糙，木板右侧有一弹性挡板，质量为m的滑块以某一初速度由圆弧轨道顶端滑下，在最低点对轨道的压力为10mg，木板的质量为2m，滑块与木板间的动摩擦因数μ＝0.25，g表示重力加速度。



（1）求滑块的初速度物v0；

（2）滑块是否会与木板右端的挡板碰撞，如果不能，请计算出滑块与木板相对静止瞬间木板的位移；如果能，请计算出滑块与挡板碰后瞬间的速度。

（3）若在木板的右侧距离x处为竖直墙壁，木板与墙壁碰撞，速度瞬间变为0，但不粘连，请计算滑块与木板第一次相对静止时与木板右端的距离y与x的关系式。



【分析】（1）根据动能定理和牛顿第二定律求解物体初速度

（2）根据动量守恒定律和功能关系求解

【解答】解：（1）滑块由圆弧轨道滑下，由动能定理可得：



在滑轨最低点有：。



由题可知：FN＝10mg，

故可得，。



（2）假设滑块不会与木板右端的挡板碰撞，可达到共速v1

则 mv＝（m+2m）v1。



联立解得△L＝12R≤17R

故假设成立。

对木板分析有



可得二者相对静止瞬间木板的位移。



（3）设木板的右端距离墙壁的距离为x0时，滑块恰好能到达木板的右端。

对滑块，由动能定理得：



解得x0＝R（x0＜4R，符合实际）

①若0≤x＜R，则滑块能与挡板碰撞，设碰撞后瞬间的速度大小为v2，

有



由动量守恒定律和功能关系可得：

mv2＝（m+2m）v3



解得：



②若R≤x＜4R，则滑块不能与挡板碰撞

由功能关系可得：



解得y＝x﹣R.

③若x≥4R，则木板与墙壁碰撞前，滑块、木板已共速。



解得y＝5R

答：（1）物体初速度为



（2）不会碰撞，相对位移为4R

（3）①若0≤x＜R，则

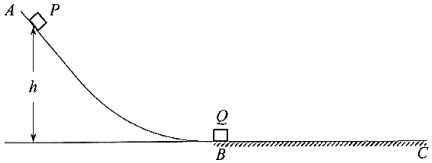


②若R≤x＜4R，则y＝x﹣R.

③若x≥4R，则y＝5R

【点评】本题主要考查学生的综合分析能力与运用数学知识解决物理问题的能力，涉及动量守恒定律，动能定理等多个知识点，题目较为综合，难度较高。

34．（山东二模）如图所示，光滑斜轨道AB和一条足够长的粗糙水平轨道BC平滑连接，质量为5kg的物块Q静置在水平轨道的最左端，质量为1kg的物块P从斜轨道上距离BC竖直高度为h＝1.8m处由静止下滑，滑下后与物块Q碰撞。已知两物块与水平轨道BC之间的动摩擦因数均为0.2，物块P、Q均可视为质点，它们之间的每次碰撞均为弹性碰撞，取重力加速度g＝10m/s2。求：



（1）物块P、Q第一次碰撞前瞬间，物块P的速度大小；

（2）第一次碰撞后，物块P滑上斜轨道的最大高度；

（3）物块Q运动的总路程。

【分析】（1）物块P在倾斜轨道上下滑过程机械能守恒，应用机械能守恒定律可以求出碰撞前瞬间P的速度大小。

（2）物块发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，应用动量守恒定律与机械能守恒定律可以求出碰撞后物块的速度，碰撞后物块P沿倾斜轨道上滑过程机械能守恒，应用机械能守恒定律可以求出物块P第一次碰撞后上滑的最大高度。

（3）P、Q发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，应用动量守恒定律、机械能守恒定律与牛顿第二定律与运动学公式求出Q运动的总路程。

【解答】解：（1）设物块P滑到倾斜轨道底端时的速度大小为v，下滑过程机械能守恒，由机械能守恒定律得：

mPgh＝



代入数据解得：v＝6m/s

（2）P、Q发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，设碰撞后P、Q的速度大小分别为v1、v2，

以向右为正方向，由动量守恒定律得：mPv＝mPv1+mQv2，

由机械能守恒定律得：



代入数据解得：v1＝﹣4m/s，v2＝2m/s

碰撞后P反弹，P沿倾斜轨道上滑过程机械能守恒，设上升的最大高度为h1，由机械能守恒定律得：

＝mPgh1



代入数据解得：h1＝0.8m

（3）物块在水平轨道上滑动过程，由牛顿第二定律得：

对P：μmPg＝mPaP

对Q：μmQg＝mQaQ

代入数据解得：aP＝aP＝a＝2m/s2，

第一次碰撞后Q向右滑行的距离：x1＝m＝1m



第一次碰撞后P沿倾斜轨道上滑到最高点后返回，返回地面时的速度大小仍为v1，

比第一次碰撞后的Q速度大小，所用P、Q会发生第二次碰撞；

物块在Q与P第一次碰撞后向右运动时间t＝s＝1s后停止运动；



物块P反弹后滑上倾斜轨道以后在倾斜轨道上运动过度的加速度大小小于10m/s2，

滑块在倾斜轨道上运动的时间tP＞s＝0.8s，



物块P滑会B点后向右运动1m的过程中做匀减速直线运动，运动时间一定大于0.25s，

所以物块P从反弹后运动到距B点右方1m位置所用的的时间一定大于1.05s，

因此物块P与物块Q第二次发生碰撞时Q已经停止运动，设第二次碰撞前瞬间P的速度大小为v3，

则v3＝m/s＝2m/s



P、Q发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，设拍张照后P的速度大小为v4，Q的速度大小为v5，

以向右为正方向，由动量守恒定律得：mPv3＝mPv4+mQv5，

由机械能守恒定律得：



代入数据解得：v4＝﹣m/s，v5＝m/s



P、Q第二次碰撞后P的动能＜μmPg•2x1，所以两物块不会发生第3次碰撞，两物块总共碰撞2次，



第二次碰撞后物块Q滑行的距离：x2＝m＝m



物块Q运动的总路程：x＝x1+x2＝（1+）m＝m



答：（1）物块P、Q第一次碰撞前瞬间，物块P的速度大小是6m/s；

（2）第一次碰撞后，物块P滑上斜轨道的最大高度是0.8m；

（3）物块Q运动的总路程是m。



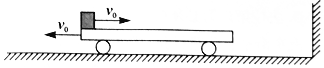
【点评】本题是一道力学综合题，考查了多体多过程问题，物块的运动过程复杂，分析清楚物块的运动过程是解题的前提与关键，分析清楚运动过程后由于动量守恒定律、机械能守恒定律、运动学公式与牛顿第二定律即可解题。

35．（湖北模拟）如图所示，光滑的水平面上，质量为m1＝1kg的平板小车以v0＝5m/s的速度向左运动，同时质量为m2＝4kg的铁块（可视为质点）从小车左端以v0＝5m/s的速度向右滑上平板小车，一段时间后小车将与右侧足够远的竖直墙壁发生碰撞（碰撞时间极短），碰撞前后小车速度大小不变，方向相反。已知铁块与平板车之间的动摩擦因数为μ＝0.25，小车始终未从小车上掉下来，取重力加速度g＝10m/s2。求：

（1）小车与墙壁发生第一次碰撞前的速度大小；

（2）小车的最小长度；

（3）小车与墙壁发生第一次碰撞后运动的总路程（计算结果保留三位有效数字）。



【分析】（1）设水平向右为正方向，由动量守恒定律列方程求解；

（2）最终小车和铁块的动能全部转化为系统的内能，由能量守恒定律列方程求解；

（3）对系统应用动量守恒定律结合运动学公式求解第n次与墙壁相碰后离墙的最大位移为sn和第n+1次与墙壁相碰后离墙的最大位移为sn+1，再根据数学知识进行求解。

【解答】解：（1）设水平向右为正方向，小车与墙壁第一次碰撞时的速度为v1，此时二者已经共速；

由动量守恒定律得：﹣m1v0+m2v2＝（m1+m2）v1

解得：v1＝3m/s；

（2）设小车的最小长度为L，最终小车和铁块的动能全部转化为系统的内能。

由能量守恒定律得：＝μm2gL



解得：L＝6.25m；

（3）设小车的加速度为a，小车第一次碰撞向左速度减为零时的位移大小为s1，

由牛顿第二定律得：μm2g＝m1a，解得：a＝10m/s2

由运动学公式得：v12＝2as1

解得：s1＝0.45m

设木板与墙壁第n次碰撞后的速度为vn，碰后的共同速为vn+1，vn+1同时也是第n+1次碰撞后的速度，对系统应用动量守恒定律：

m2vn﹣m1vn＝（m1+m2）vn+1

解得：vn+1＝vn



设车第n次与墙壁相碰后离墙的最大位移为sn，则有：

sn＝



sn+1＝



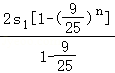
则：sn+1＝sn



由此可知，木板每次碰后与墙的最大位移成等比数列，公比为



前n次路程，s前n＝2（s1+s2+…+sn）＝



n取无限大，则有：s总＝＝m＝1.41m。



答：（1）小车与墙壁发生第一次碰撞前的速度大小为3m/s；

（2）小车的最小长度为6.25m；

（3）小车与墙壁发生第一次碰撞后运动的总路程为1.41m。

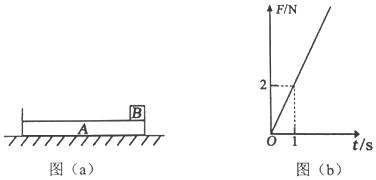
【点评】本题主要是考查了动量守恒定律和能量守恒定律；对于动量守恒定律，其守恒条件是：系统不受外力作用或某一方向不受外力作用；解答时要首先确定一个正方向，利用碰撞前系统的动量和碰撞后系统的动量相等列方程，再根据能量关系列方程求解，注意数学知识在该题中的应用。

36．（成都模拟）如图（a），质量为mA＝2kg、长度为L＝6.75m的木板A静止在足够长的水平地面上，A与地面之间的动摩擦因数为μ1＝0.2。质量为mB＝2kg、可视为质点的滑块B静止放于A右端，A左端固定有挡板，A、B之间的动摩擦因数为μ2＝0.1。用力敲击A，A立即获得水平向右的初速度，此后B恰好能到达A左端挡板处。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度g＝10m/s2。求：

（1）B到达A左端挡板处前，A、B运动的加速度大小；

（2）A被敲击后获得的初速度大小；

（3）若未敲击A，且A左边水平地面上有处于静止状态的滑块C（图中未画出）。C的质量为mC＝2kg，C右侧面材料可调，与A初始距离可调，C与地面之间的动摩擦因数为μ1＝0.2，C在图（b）所示力F作用下从静止开始加速运动，直到与A碰撞，碰撞时间极短，碰后立即撤去力F。由于C右侧面材料不同（可与A发生任何形式的碰撞）、与A相距的初始距离不同，所以C与A碰撞后A获得的速度大小不同。若要求B与A左端挡板也能碰撞，则从t＝0时刻开始计时，试求力F作用的最短时间（结果可用根号表示）。



【分析】（1）先进行受力分析，做出AB各自的受力；根据牛顿第二定律计算出A和B的加速度；

（2）根据题意，A减速，B加速，当两物体共速时恰到B的左端，即在共速的时间内两物体的位移差为B板的长，由此列方程求出A的初速度；

（3）先确定符合题设条件的C的碰撞前的最小速度，再根据动量定理求出变力F作用在C上的最小时间。

【解答】解：（1）对B，向右做匀加速运动，根据牛顿第二定律：μ2mBg＝mBaB，

代入数据解得：aB＝1m/s2

对A，做匀减速直线运动，根据牛顿第二定律：mμ2mBg+μ1（mA+mB）g＝mAaA

代入数据解得：aA＝5m/s2

（2）设A、B从开始运动到达到共速的时间为t1

根据匀速直线运动速度公式

对A，v共＝vA﹣aAt1

对B，v共＝aBt1

这个过程中B相对于A运动的位移L＝vAt1﹣﹣



代入数据解得：vA＝9m/s

（3）当C与A碰撞后A的速度为vA＝9m/s时，B刚好能与A左端挡板碰撞

因为C右侧面材料可调，当A、C发生弹性碰撞时，C有与A碰撞前C速度的最小值

以向右的方向为正，根据动量守恒，mCv1＝mCvC+mAvA

根据机械能守恒律：＝+



代入数据解得：v1＝9m/s

对C：从t＝0时刻开始，当F＞μ1mCg时，C才能运动，由图知F＝2t

即C在力F作用2s后才能运动

根据动量定理：



根据图象有



代入数据解得：t＝



答：（1）B到达A左端挡板处前，A、B运动的加速度大小分别为5m/s2和1m/s2；

（2）A被敲击后获得的初速度大小为9m/s；

（3）若未敲击A，且A左边水平地面上有处于静止状态的滑块C（图中未画出）。C的质量为mC＝2kg，C右侧面材料可调，与A初始距离可调，C与地面之间的动摩擦因数为μ1＝0.2，C在图（b）所示力F作用下从静止开始加速运动，直到与A碰撞，碰撞时间极短，碰后立即撤去力F。由于C右侧面材料不同（可与A发生任何形式的碰撞）、与A相距的初始距离不同，所以C与A碰撞后A获得的速度大小不同。若要求B与A左端挡板也能碰撞，则从t＝0时刻开始计时，则力F作用的最短时间为。



【点评】这个题是考查力学三大问题的好题，关于加速度与位移问题，关键是做好受力分析，根据牛顿第二定律F合＝ma和运动学公式可以解决问题。难点是第三问，在变力的作用下，C要达到什么速度才能使B恰能与挡板碰撞，只能用动量定理去做，同时还要考虑只有拉力达到最大静摩擦力时C才开始运动。

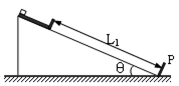
37．（青羊区校级模拟）如图所示，有一倾角θ＝37°的固定斜面，斜面底端固定有一垂直斜面的挡板P，第一次将质量m1＝1kg的“”形木板（前端挡板厚度忽略）单独从斜面上由静止释放，木板与挡板P发生第一次碰撞后，沿斜面上升的最大距离为s＝0.15m；第二次将木板与一放置在木板最上端的光滑物块同时由静止释放，物块的质量m2＝2kg，大小可忽略。已知：木板下端到挡板P的距离L1＝3m，木板长L2＝0.75m，g＝10m/s2，木板与挡板P碰后速率均为碰前速率的一半，物块与木板前端挡板碰撞后立刻粘合在一起，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，求：



（1）木板与斜面间的动摩擦因数；

（2）物块与木板前端挡板碰撞过程中系统损失的机械能；

（3）物块与木板前端挡板碰撞后木板运动的总路程。



【分析】（1）应用能量守恒定律可以求出木板与斜面间的动摩擦因数；

（2）求出木板与斜面间的最大静摩擦力，判断木板的运动状态，应用动能定理求出物块与木板碰撞前瞬间物块的速度，物块与木板碰撞过程系统动量守恒，应用动量守恒定律求出碰撞后物块与木板的速度，然后求出碰撞过程系统损失的机械能；

（3）应用牛顿第二定律求出物块和木板的加速度大小，根据物块和木板的运动过程应用运动学公式求出其位移，然后根据数学归纳法求出整个过程木板滑行的总路程。

【解答】解：（1）木板单独下滑，由能量守恒定律得：m1gL1sinθ＝μm1gcosθ⋅L1+m1v2



木板与挡板碰撞后上升，由能量守恒定律得：



解得：μ＝0.5；

（2）木板与滑块同时释放，木板与斜面间的最大静摩擦力为：

f1＝μ⋅（m1+m2）gcosθ＝0.5×（1+2）×10×0.8N＝12N

因f1＞m1gsinθ＝1×10×0.6N＝6N，故开始时木板静止不动。

设滑块加速下滑的加速度为a，根据牛顿第二定律可得：m2gsinθ＝m2a

解得：a＝6m/s2，

根据位移﹣时间关系可得：



解得：t＝0.5s，

物块与木板下端碰撞前速度大小为：v0＝at＝6×0.5m/s＝3m/s

撞后速度设为v′，取沿斜面向下为正方向，由动量守恒定律得：m2v0＝（m1+m2）v′

损失的机械能：



联立解得：△E＝3J；

（3）设木板与物块一起在斜面上向下运动的加速度大小为a1，向上运动的加速度大小为a2，根据牛顿第二定律可得：

（m1+m2）gsinθ﹣μ（m1+m2）gcosθ＝（m1+m2）a1

（m1+m2）gsinθ+μ（m1+m2）gcosθ＝（m1+m2）a2

解得：a1＝2m/s2，a2＝10m/s2

木板与物块粘合后经时间t1与挡板第一次碰撞，根据位移﹣时间关系可得：，解得t1＝1s，



则木板与挡板第一次撞击时的速度大小为：v1＝v′+a1t1，解得：v1＝4m/s

第一次撞击后木板上滑的距离，解得：s1＝0.2m



第二次撞击后木板上滑的距离



同理可得第三次撞击后木板上滑的距离为：＝



第n次撞击后木板上滑的距离为：sn＝



故木板运动的总路程为s总＝L1+2s1+2s2+2s3+⋯⋯，

根据等比数列前n项和计算公式解得：。



答：（1）木板与斜面间的动摩擦因数为0.5；

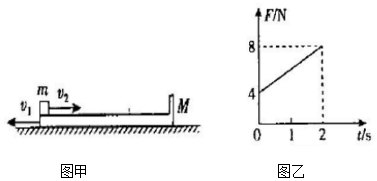
（2）物块与木板前端挡板碰撞过程中系统损失的机械能为3J；

（3）物块与木板前端挡板碰撞后木板运动的总路程为。



【点评】本题是多体多过程问题，根据题意分析清楚物块与木板的运动过程是解题的前提与关键，应用能量守恒定律、动量守恒定律、牛顿第二定律与运动学公式即可解题，掌握归纳法的应用方法。

38．（梅河口市校级月考）如图甲所示，光滑水平面上有一质量为M＝1kg的“”形木板（右端挡板厚度忽略）以速度v1＝6m/s向左做匀速直线运动，某时刻一质量为m＝2kg的可视为质点的物块以速度v2＝6m/s向右水平滑上木板，经过t＝1.5s时间物块与木板右端的挡板发生弹性碰撞。已知物块与木板间的动摩擦因数为μ＝0.2，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，g＝10m/s2。求：



（1）木板的长度；

（2）从碰撞后到物块与木板共速所经历的时间；

（3）若物块与木板碰撞结束的瞬间，给木板施加一水平向右的力F，力只作用2s时间，大小随时间t的变化图像如图乙所示，已知在力F作用的时间内，物块相对木板运动的位移△x1＝4.67m，求最终物块与挡板之间的距离。

【分析】（1）分别对木块、对木板由牛顿第二定律求解加速度大小，再根据两物体相向运动的位移之和等于板长列方程求解；

（2）根据运动学公式求解两物体碰撞前的速度大小，根据动量守恒定律、机械能守恒定律求解碰撞后的速度大小；碰撞后到物块与木板共速，由系统动量守恒定律求解共同速度大小，对木板由动量定理求解从碰撞后到物块与木板共速所经历的时间；

（3）对木板根据动量定理求解力作用2s时间的速度大小，由系统动量守恒和能量守恒求解最终物块与挡板之间的距离。

【解答】解：（1）对木块由牛顿第二定律有：μmg＝ma1

可得：a1＝2m/s2

对木板由牛顿第二定律有：μmg＝Ma2，

可得a2＝4m/s2

两物体相向运动的位移之和等于板长，有：

L＝v1t﹣+v2t﹣



解得：L＝11.25m；

（2）设两物体碰撞前的速度为v1′、v2′，根据运动学公式可得：

v1′＝v1﹣a1t，解得：v1′＝3m/s

v2′＝v2﹣a2t，解得：v2′＝0

板与木块弹性碰撞，取向右为正，根据动量守恒定律可得：mv1′＝mv1″+Mv2″

根据机械能守恒定律可得：＝+



联立解得v1″＝1m/s，v2″＝4m/s

碰撞后到物块与木板共速，取向右为正，由系统动量守恒定律可得：mv1″+Mv2″＝（M+m）v共

解得：v共＝2m/s

对木板由动量定理，有：﹣μmgt1＝Mv共﹣Mv2″

解得：t1＝0.5s

即碰后经0.5s木板与木块共速；

（3）若物块与木板碰撞结束的瞬间，给木板施加一水平向右的力F，力只作用2s时间，对木块加速有：

v1″′＝v2″+at2，解得：v1″′＝5m/s

对木板，平均作用力为：＝N＝6N



对木板根据动量定理可得：t﹣μmgt＝Mv2″′﹣Mv2″



设△v为2s内木板速度变化量，有：v2″′＝8m/s

取向右为正，由系统动量守恒和能量守恒，有：

mv1″′+Mv2″′＝（M+m）v′共

+μmg•△x



解得：v'共＝6m/s，△x＝0.75m

故总的相对位移为：x＝△x+△x1＝0.75m+4.67m＝5.42m。

答：（1）木板的长度为11.25m；

（2）从碰撞后到物块与木板共速所经历的时间为0.5s；

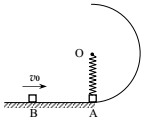
（3）最终物块与挡板之间的距离为5.42m。

【点评】本题主要是考查了动量守恒定律和能量守恒定律；对于动量守恒定律，其守恒条件是：系统不受外力作用或某一方向不受外力作用（或合外力为零）；解答时要首先确定一个正方向，利用碰撞前系统的动量和碰撞后系统的动量相等列方程，再根据能量关系列方程求解。

39．（泉州模拟）如图，圆心为O、半径为0.1m的半圆形轨道竖直固定在水平地面上，与水平地面相切于最低点。原长为0.2m、劲度系数为100N/m的轻质弹簧上端悬挂在O点，下端连接质量为1kg的小滑块A，A静止在轨道最低点。质量为2kg的小滑块B，以某一初速度水平向右运动，跟A发生碰撞（碰撞时间极短）。一切摩擦和空气阻力均不计，取g＝10m/s2。

（1）若B的初速度大小为1.5m/s，且B与A发生弹性正碰，求碰后瞬间A对轨道的压力大小；

（2）若B与A碰撞后粘合在一起，要使B与A能一起通过轨道的最高点，求B的初速度的最小值。



【分析】（1）A、B碰撞后根据动量守恒定律和能量守恒定律，求出A碰撞之后的速度，碰撞后在轨道最低点对A由牛顿第二定律求出A受到轨道的压力，根据牛顿第三定律求出此时A对轨道的压力；

（2）A、B整体恰好通过最高点，轨道对A、B无支持力，由牛顿第二定律求此时的速度，从圆弧最低点到最高点动能定理求出A、B碰撞之后的速度，由动量守恒可求出A、B碰撞之前的速度，即B的初速度的最小值。

【解答】解：（1）设A、B的质量分别为m1，m2，碰撞后A的速度大小为v1，B的速度大小为v2，

以A、B为系统，选水平向右为正方向，根据动量守恒定律和能量守恒定律可知：

m2v0＝m1v1+m2v2

＝+



以A为研究对象，设碰后瞬间轨道对A的支持力大小为N，根据牛顿第二定律可知：

N﹣m1g﹣k（l﹣R）＝



联立解得：N＝60N

由牛顿第三定律可知A对轨道的压力大小为：N′＝N＝60N

（2）设B的初速度答最小值为v，碰撞后瞬间，A、B的共同速度大小为v3，以A、B为系统，选水平向右为正方向，由动量守恒定律可知：

m2v＝（m1+m2）v3

设A、B一起恰好通过轨道最高点的速度大小为v4，根据牛顿第二定律可知：

（m1+m2）g﹣k（l﹣R）＝



A、B从轨道最低点到轨道最高点，根据动能定理可知：

﹣（m1+m2）g×2R＝﹣



联立解得：v＝m/s



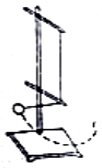
答：（1）碰后瞬间A对轨道的压力大小为60N；

（2）B的初速度的最小值为m/s。



【点评】本题综合考查了碰撞的动量守恒，能量守恒以及牛顿第二定律在圆弧轨道中的应用，在解题的过程中，一定要分析清楚物体的受力和运动过程，两滑块在碰撞过程中动量守恒，弹性碰撞时能量机械能也守恒。题目中物体的运动过程比较复杂，在解题时一定分析清楚运动过程。

40．（应县校级月考）17世纪初，伽利略在研究中发现了“摆球的等高性”如图是他当时研究的装置示意图（叫伽利略摆）．将小铁球拉到一定高度，然后释放，观察小球能摆多高，在哪个位置速度最大，在铁架上再加一个细杆（细杆不低于小球释放的高度），使得小球运动到最低点时，悬挂小球的细线被细杆挡住．将小球拉到与先前同样的高度，然后释放，观察小球能摆多高，在哪个位置速度最大．做伽利略实验，你观察到的结果是什么？先尝试用牛顿运动定律进行解释，再用《追寻守恒量》一节中学习的知识进行解释．



【分析】明确小球摆动中的现象，再分别根据牛顿第二定律和机械能守恒定律进行分析，从而得出合理的解释；注意杆在运动过程中不会影响能量．

【解答】解：观察的结果是不管放不放杆，细杆的位置如何上下变化，小球摆起的高度都相同，小球在最低点时的速度最大．

用牛顿运动定律解释：小球从最高点下降时重力沿切线方向的分力产生的加速度方向与运动方向相同，速度增大，小球从最低点向上运动时重力沿切线方向上的分力产生的分加速度方向与运动方向相反，速度减小，故在最低点时的速度最大；

根据能量守恒的观点分析，小球运动过程中动能和重力势能相互转化，总能量不变，最高点动能为零，重力势能最大；而在最低点重力势能最小，动能最大．

【点评】本题考查机械能守恒定律的应用，要注意明确在只有重力做功的情况下，只会发生动能和势能的相互转化，但总量是保持不变的．

**五．解答题（共10小题）**

41．（东昌府区校级模拟）如图，物块A放在足够长木板C的左端，物块B放在木板上物块A的右侧某位置，A、B的质量分别为mA＝4kg和mB＝2kg，两物块可视为质点，木板C静止在水平面上，木板质量mC＝2kg，两物块与木板间的动摩擦因数均为μ1＝0.4，木板与水平面间的动摩擦因数为μ2＝0.1。t＝0时刻给物块A一个水平向右的初速度v0＝4m/s，经过0.5s，A、B发生碰撞，且碰撞时间极短，碰撞过程中损失的机械能为△E＝0.5J。滑动摩擦力等于最大静摩擦力，重力加速度g＝10m/s2，求：

（1）t＝0时刻A、B两物块间的距离L；

（2）总共产生的摩擦热Q；

（3）木板向右运动的总位移。



【分析】（1）给物块A一个水平向右的初速度v0＝4m/s，A向右做匀减速直线运动，B、C一起做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律求A和B、C的加速度，由速度﹣时间公式求出碰撞前A、B的速度，再根据A与B、C对地的位移之差等于t＝0时刻A、B两物块间的距离L求解。

（2）木板C足够长，最终三个物体都静止，对全过程，根据能量守恒定律求总共产生的摩擦热Q；

（3）根据动量守恒定律和能量守恒定律求出A与B碰后瞬间的速度，碰撞后A、B减速，C加速，分析三个物体的运动情况，由牛顿第二定律和位移﹣时间公式求木板向右运动的总位移。

【解答】解：（1）设t＝0时刻A、B两物块间的距离为L，经时间t1＝0.5s两物块发生碰撞，碰撞前A、B的速度分别为vA1、vB1，发生的位移分别为xA1、xB1，此过程B、C一起运动。

对A，由牛顿第二定律有

μ1mAg＝mAaA1

对B、C，由牛顿第二定律有

μ1mAg﹣μ2（mA+mB+mC）g＝（mB+mC）aBC

由运动学公式有

vA1＝v0﹣aA1t1

vB1＝vC1＝aBCt1

t＝0时刻A、B两物块间的距离L＝xA1﹣xB1＝﹣



解得：L＝1.25m

（2）木板C足够长，最终三个物体都静止，对全过程，由能量守恒得

＝△E+Q



解得：Q＝31.5J

（3）设碰撞后A、B的速度分别为vA2、vB2，取向右为正方向，由动量守恒定律有

mAvA1+mBvB1＝mAvA2+mBvB2

由能量守恒定律得

mAvA12+mBvB12＝△E+mAvA22+mBvB22



碰撞后A、B减速，C加速，设经时间t2，A、C达到共速，共速的速度为vAC，此时B的速度为vB3。

对C，由牛顿第二定律有

μ1mAg+μ1mBg﹣μ2（mA+mB+mC）g＝mCaC

由运动学公式得

vAC＝vA2﹣aA1t2＝vC1+aCt2

vB3＝vB2﹣aA1t2

xC2＝



A、C达到共速后，A、C一起匀速运动，设经时间t3，A、B、C达到共速，共速的速度为vAC

vAC＝vB3﹣aA1t3

xC3＝vACt3

A、B、C达到共速后，三者一起做匀减速运动，直到停止，对A、B、C，由牛顿第二定律有

μ2（mA+mB+mC）g＝（mA+mB+mC）aABC

由运动学公式有 vAC2＝2aABCxC4

木板向右运动的总位移xC＝xB1+xC2+xC3+xC4

解得：xC＝1.35m

答：（1）t＝0时刻A、B两物块间的距离L是1.25m；

（2）总共产生的摩擦热Q是31.5J；

（3）木板向右运动的总位移是1.35J。

【点评】本题是多研究对象、多过程问题，关键要分析清楚物体的运动过程，特别是要判断B与长木板是否存在相对运动，再应用牛顿第二定律、运动学公式进行解答。

42．（广东模拟）如图所示，质量M＝2kg的滑块A静置在光滑的水平面上，A的左边为四分之一光滑圆弧轨道，圆弧轨道半径R＝0.8m，A的右边为上表面粗糙的水平轨道，A的左侧紧靠固定挡板，距离A的右侧s1＝1m处有与A的水平轨道等高的平台，平台上距离平台边缘s2＝2.5m处有一弹性卡口。一质量m＝1kg的滑块B（视为质点，图中未画出）从圆弧轨道的最高点的正上方h＝1m处由静止释放，恰好从圆弧轨道最高点沿切线滑入轨道，且滑上平台时恰好和A的速度相同。已知滑块B与平台间的动摩擦因数μ1＝0.075，取重力加速度大小g＝10m/s2。求：

（1）滑块B刚运动到圆弧轨道底端时受到轨道的支持力大小；

（2）滑块B与滑块A中水平轨道间的动摩擦因数；

（3）若滑块B与弹性卡口碰撞前的速度小于1m/s时将原速率弹回，大于或等于1m/s时将通过卡口，判断滑块B能否通过卡口，若能，求滑块B通过卡口时的速度大小；若不能，当滑块B停止运动时给滑块B一水平向右的拉力F，使滑块B能通过卡口，求水平拉力F的取值范围。



【分析】滑块B滑到A的底端过程机械能守恒，可由机械能守恒定律求到底端的速度，在底端合力提供向心力，结合向心力表达式可求支持力；后两问可运用动能定理，结合题干所描述运动过程进行求解

【解答】解：（1）设滑块B滑到A的底端时速度为v0，根据机械能守恒定律得：mg（R+h）＝mv02，



在底端由支持力与重力合力提供向心力：N﹣mg＝，



解得 N＝55N

（2）B到最低点后，与A共同作用过程中

mv0＝（M+m）v1，

对A根据动能定理

μmgs1＝Mv12



解得μ＝0.4

（3）B上平台后到卡口

μ1mgs2＝mv12﹣mv22，



解得：v2＝0.5m/s，所以不能通过，B速度反向减为零

μ1mgx1＝mv22，



解得：x1＝m



受到恒力后（F﹣μ1mg）x1＝mv32（v3≥1m/s）



解得：F≥3.75N。

答：（1）滑块B刚运动到圆弧轨道底端时受到轨道的支持力大小为55N；

（2）滑块B与滑块A中水平轨道间的动摩擦因数为0.4；

（3）水平拉力F的取值范围为F≥3.75N。

【点评】本题考查机械能守恒定律、动能定理向心力表达式，考查内容较多，要求学生综合运用所学知识进行求解，难度适中。

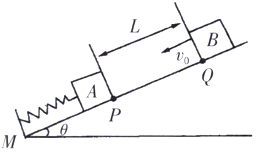
43．（广西二模）有一倾角为θ＝30°的斜面，其底端固定一挡板M，另有两个木块A和B，它们的质量分别为mA＝4kg、mB＝6kg，它们与斜面间的动摩擦因数相同。其中木块A连接一轻弹簧放于斜面上，并通过轻弹簧与挡板M相连，如图所示。开始时，木块A静止在P处.弹簧处于自然伸长状态。木块B在Q点以初速度v0＝10m/s向下运动，P、Q间的距离为L＝15m。已知木块B在下滑过程中与木块A相碰后立刻向下运动，两木块碰撞时间极短，它们到达一个最低点后又向上运动，木块A、B一起向上运动恰好能回到P点。已知两个木块A和B与斜面之间的动摩擦因数，取重力加速度g＝10m/s2，求：



（1）木块B与A碰前的速度以及与A碰后的共同速度各多大；

（2）整个过程弹簧的最大弹性势能；

（3）若把B木块换成另一个质量未知的C木块，让木块C以不同的初速度下滑后与木块A发生完全非弹性碰撞，要使因碰撞系统损失的机械能刚好是碰前木块C的动能的k倍（k＜1），那么木块C的质量取多大。



【分析】（1）碰撞前对B牛顿第二定律求加速度，由运动学公式求出碰前B的速度；然后根据碰撞动量守恒求碰后的共同速度；

（2）碰撞之后对A和B整体动能定理求出整个过程弹簧的最大弹性势能；

（3）若A、C发生完全非弹性碰撞，则碰撞后共速，根据碰撞过程的动量守恒和能量守恒关系求出木块C的质量。

【解答】解：（1）碰撞前，B做匀加速直线运动，由牛顿第二定律可知：

mgsinθ﹣μmgcosθ＝ma

运动学公式求速度：﹣＝2aL，解得：vB＝5m/s



A、B碰撞，动量守恒，选沿斜面向下为正，则：

mBvB＝（mA+mB）vAB

联立解得：vAB＝3m/s

（2）碰撞后，设A、B运动的最大位移为x，从碰撞后到返回至P点的过程中，由动能定理可得：

﹣2μ（mA+mB）gxcosθ＝0﹣



碰撞后，A、B向下运动至最低点过程中：

（mA+mB）gxsinθ﹣μ（mA+mB）gxcosθ﹣W弹＝0﹣



弹簧的最大弹性势能等于这个过程中弹簧做的功，即：

Ep＝W弹＝37.5J

（3）若A、C发生完全非弹性碰撞，则碰撞后共速，选沿着斜面方向为正方向，则碰撞过程中动量守恒：

mCvC＝（mA+mC）vAC

由题意可知，碰撞中的能量关系如下：

﹣＝



联立解得：mC＝﹣4k



答：（1）木块B与A碰前的速度为5m/s以及与A碰后的共同速度为3m/s；

（2）整个过程弹簧的最大弹性势能为37.5J；

（3）木块C的质量为﹣4k。



【点评】本题主要考查了动量守恒定律及动能定理的应用，要求考生能正确选择运动过程，运用定律求解，难度较大．

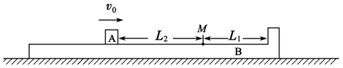
44．（德州一模）如图所示，可看做质点的小物块A的质量m＝1kg，右端带有竖直挡板的足够长的木板B，它的质量M＝2kg，木板B上M点左侧与小物块A间的动摩擦因数μ＝0.5，M点右侧光滑，M点与木板右侧挡板的距离L1＝1.5m，水平地面光滑。初始时木板B静止，A在木板B上M点的左侧，与M点的距离L2＝1.8m，现使A获得一水平向右的初速度，初速度大小v0＝6m/s，A与B右侧挡板碰撞的时间和能量损失都不计，重力加速度g＝10m/s2。求：

（1）A第一次到达M点时，A和B各自的速度大小；

（2）A和B达共同速度时，A距M点的距离；

（3）自初始时至A、B碰撞，A的平均速度大小；

（4）自初始时至A、B达共同速度，A向右运动的位移大小。



【分析】（1）A第一次到达M点时，由动量守恒及能量守恒定律求解A和B各自的速度大小；

（2）A和B达共同速度时，由动量守恒和能量守恒定律以及题意求解A距M点的距离；

（3）自初始时至A、B碰撞，由动能定理及及运动学公式求解A的平均速度大小；

（4）自初始时至A、B达共同速度，由动量守恒及机械能守恒定律，结合动能定理求得A向右运动的位移大小。

【解答】解：（1）自初始状态至A第一次到达B上的M点，规定初速度的方向为正方向，对A、B系统，由动量守恒定律得：mv0＝mv1+Mv2

由能量守恒定律得：



联立两式代入数据解得A和B各自的速度大小为：v1＝4m/s，v2＝1m/s

（2）自初始状态至A和B达共同速度，由动量守恒定律得：mv0＝（m+M）v

由能量守恒定律得：



△L＝L﹣L2

联立解得A距M点的距离为：△L＝0.6m

（3）自初始状态至A第一次到达B上的M点，由动能定理得：



解得：x1＝2m



解得：t1＝0.4s

自A第一次到达B上的M点至到达右侧挡板为：L1＝（v1﹣v2）t2

解得：t2＝0.5s

x2＝v1t2＝4×0.5m＝2m

自初始时至A、B碰撞，A的平均速度为：



代入数据解得A的平均速度大小为：＝4.44m/s



（4）A与B右侧挡板碰撞过程，由动量守恒定律得：mv1+Mv2＝mv1′+Mv2′

由机械能守恒定律得：



解得：v1′＝0，v2′＝3m/s

A第二次经过M点后，由动能定理得：



解得：x3＝0.4m

自初始时至A、B达共同速度，A向右运动的位移为：x＝x1+x2+x3＝2m+2m+0.4m＝4.4m

答：（1）A第一次到达M点时，A的速度大小为4m/s，B的速度大小为1m/s；

（2）A和B达共同速度时，A距M点的距离为0.6m；

（3）自初始时至A、B碰撞，A的平均速度大小为4.44m/s；

（4）自初始时至A、B达共同速度，A向右运动的位移大小为4.4m。

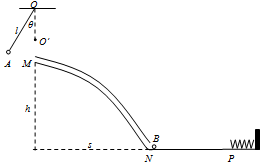
【点评】本题考查了动量守恒定律、机械能守恒定律、动能定理及运动学公式综合应用的试题，解决此题的关键是要明确研究对象的运动过程及初末状态，灵活选择相应公式求解。

45．（浙江月考）如图所示，O点用长为l＝1m的细线悬挂一质量为m＝0.5kg的小球A，细线能承受的最大拉力T＝10N，O点正下方O'处固定一根钉子，MN为一抛物线形状的管道（内径略大于小球半径，内壁铺设粗糙棉布），M点位于O点正下方且切线水平，OM＝1m，抛物线管道h＝2.5m，s＝3m，抛物线与粗糙平面NP在N点平滑连接，NP间动摩擦因数µ＝0.2，长度为L＝2.5m，P点右侧光滑，一弹簧右端固定在竖直挡板上，自由状态下弹簧左端恰好位于P点，另有一与A相同的小球B置于N点。现将小球A拉至与竖直方向成θ＝37°由静止释放，细线摆至竖直位置时恰好断裂，从M点进入轨道，在水平轨道上与小球B碰撞后粘连在一起；两球碰后立即撤去棉布，管道内壁可视为光滑。已知弹簧压缩到最短时弹性势能Ep＝1.125J，求：

（1）小球摆至M点时的速度和OO'间的距离？

（2）管道阻力对小球做的功；

（3）若小球AB之间发生的是弹性碰撞，最终B球停在距N多远的位置？



【分析】（1）对小球A摆至最低点的过程运用动能定理，求出小球A摆至M点的速度，抓住在最低点绳子恰好断裂，根据牛顿第二定律求出钉子到N点的距离，从而得出OO'间的距离；

（2）根据能量守恒定律，结合弹簧压缩至最短时的弹性势能，求出两球粘合在一起的速度，根据动量守恒定律求出小球A在N点的速度，通过动能定理求出管道阻力对小球做的功；

（3）两球质量相等，发生弹性碰撞，速度交换，判断出碰撞后小球能否从M点飞出，若不能飞出，根据能量守恒求出B球运动的总路程，从而得出B球的位置。

【解答】解：（1）小球摆至最低点的过程中，根据动能定理得：，



代入数据解得：vM＝2m/s；

在最低点，绳子恰好拉断，根据牛顿第二定律有：，



代入数据解得：r＝0.4m，

OO'间的距离：d＝l﹣r＝1m﹣0.4m＝0.6m；

（2）设小球到达N点的速度未vN，

规定向右为正方向，根据动量守恒定律得：mvN＝2mv共，

从N点至弹簧最大压缩量过程中，由能量守恒定律得：，



代入数据解得：vN＝2v共＝7m/s；

小球从M到N的过程中，根据动能定理得：，



代入数据解得：Wf＝﹣1.25J；

（3）若AB之间发生弹性碰撞，规定A的速度方向为正方向，根据动量守恒定律有：mv1＝mv1′+mv2，

根据机械能守恒定律有：，



解得：v1′＝0，，可知质量相等的两球发生弹性碰撞，速度交换。



根据能量守恒定律得，B球第一次被弹回时的动能：，故A球不会从M点飞出，



A球第一次与B碰撞至两球静止，B在NP间通过的路程设为x，

根据能量守恒定律有：，



代入数据解得：x＝12.25m＝4L+2.25m，即B球停止的位置距N点2.25m。

答：（1）小球摆至M点时的速度为2m/s，OO'间的距离为0.6m；

（2）管道阻力对小球做的功为﹣1.25J；

（3）若小球AB之间发生的是弹性碰撞，最终B球停在距N点2.35m。

【点评】本题考查了动量守恒定律、能量守恒定律、动能定理、牛顿运动定律的综合运用，综合性较强，关键合理地选择研究对象和研究过程，选择适当的规律进行求解。知道弹性碰撞的特点：机械能守恒、动量守恒，注意质量相等的两球发生弹性碰撞，则速度交换。

46．（新泰市校级月考）在一次实验中，某同学选用了两个外形相同的硬质小球A和B，小球A质量较大，小球B质量较小．该同学实验发现：若在水平面上用A球去撞击原来静止的B球，碰后A和B都向前运动；若用B球去撞击原来静止的A球，碰后A球向前运动，B球向后运动．为了探究碰撞中的不变量，该同学计划用如图所示的圆弧槽进行实验．实验时，分别将小球M、N放在竖直平面内的半圆形玻璃轨道内侧（轨道半径远大于小球半径）．现让小球M从与圆心O等高处由静止释放，在底部与静止的小球N发生正碰．

（1）实验中，若实验室里有如下所述的四个小球：

①半径为r的玻璃球；

②半径为2r的玻璃球；

③半径为1.5r的钢球；

④半径为2r的钢球．

为了便于测量，M球应选用　②　，N球应选用　④　（填编号）．

（2）实验中不用测量的物理量为　②　．

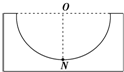
①小球M的质量m1和小球N的质量m2；

②圆弧轨道的半径R；

③小球M碰后上升的最高处与O点连线偏离竖直方向的夹角θ1；

④小球N碰后上升的最高处与O点连线偏离竖直方向的夹角θ2．

（3）用上述测得的物理量表示碰撞中的不变量的等式为：　m1＝﹣m1+m2　．



【分析】（1）根据实验原理明确所选用的小球；

（2、3）由机械能守恒定律求出小球在碰撞前后的速度，再对两小球应用动量守恒定律求出动量守恒的表达式，然后根据表达式分析答题．

【解答】解：（1）在本实验中应选择直径相同的小球，为了让M球碰后反弹，要用质量小的小球去碰撞质量大的小球；

由给出的小球可知，只能选用②④两球，且应用②球去碰撞④小球；

（2）小球与轨道间的摩擦可忽略，

小球运动过程机械能守恒，由机械能守恒定律得：

m1gR＝m1v12①



m1gR（1﹣cosθ1）＝m1v1′2 ②



m2gR（1﹣cosθ2）＝m2v2′2 ③



以A球的初速度方向为正方向，如果两球碰撞过程动量守恒，

由动量守恒定律得：m1v1′＝m1（﹣v1′）+m2v2′④

由①②③④解得：m1＝﹣m1+m2⑤



由⑤可知，探究碰撞中的不变量，需要测出两球的质量与碰撞后两球上升的最高位置所对应的夹，

故需要测量的量为：①③④，不需要测量的为：②，故选②

（3）由（2）可知，在碰撞中的不变量的等式为：m1＝﹣m1+m2；



（3）要提高实验精度，半圆形玻璃轨道内侧应光滑，测量小球质量与夹角应准确．

故答案为：（1）②④；（2）②；（3）m1＝﹣m1+m2；



【点评】本题考查了实验需要测量的量、求需要验证的表达式、提高实验精度的措施，知道实验原理、应用机械能守恒定律与动量守恒定律即可正确解题．

47．（博望区校级期末）为了验证碰撞中的动量守恒和检验两个小球的碰撞是否为弹性碰撞，某同学选取了两个体积相同、质量不相等的小球，按下述步骤做了如下实验：

①用天平测出两个小球的质量（分别为m1和m2，且m1＞m2）；

②按照如图所示的那样，安装好实验装置，将斜槽AB固定在桌边，使槽的末端点的切线水平．将一斜面BC连接在斜槽末端；

③先不放小球m2，让小球m1从斜槽顶端A处由静止开始滚下，记下小球在斜面上的落点位置；

④将小球m2放在斜槽前端边缘上，让小球m1从斜槽顶端A处仍由静止滚下，使它们发生碰撞，记下小球m1和小球m2在斜面上的落点位置；

⑤用毫米刻度尺量出各个落点位置到斜槽末端点B的距离．图中D、E、F点是该同学记下的小球在斜面上的几个落点位置，到B点的距离分别为LD、LE、LF．

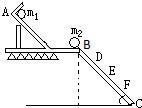
根据该同学的实验，请你回答下列问题：

（1）小球m1与m2发生碰撞后，m1的落点是图中的　D　点，m2的落点是图中的　F　点．

（2）用测得的物理量来表示，只要满足关系式　　，则说明碰撞中动量是守恒的．



（3）用测得的物理量来表示，只要再满足关系式　m1LE＝m1LD+m2LF　，则说明两小球的碰撞是弹性碰撞．



【分析】（1）小球m1和小球m2相撞后，小球m2的速度增大，小球m1的速度减小，都做平抛运动，由平抛运动规律不难判断出；

（2）设斜面BC与水平面的倾角为α，由平抛运动规律求出碰撞前后小球m1和小球m2的速度，表示出动量的表达式即可求解；

（3）若两小球的碰撞是弹性碰撞，则碰撞前后机械能没有损失；根据机械能守恒定律可求得表达式．

【解答】解：（1）小球m1和小球m2相撞后，小球m2的速度增大，小球m1的速度减小，都做平抛运动，所以碰撞后m1球的落地点是D点，m2球的落地点是F点；

（2）碰撞前，小于m1落在图中的E点，设其水平初速度为v1．小球m1和m2发生碰撞后，m1的落点在图中的D点，设其水平初速度为v1′，m2的落点是图中的F点，设其水平初速度为v2． 设斜面BC与水平面的倾角为α，

由平抛运动规律得：，LDcosα＝v′1t



解得：



同理可解得：，



所以只要满足m1v1＝m2v2+m1v′1即：则说明两球碰撞过程中动量守恒；



（3）若两小球的碰撞是弹性碰撞，则碰撞前后机械能没有损失．则要满足关系式

m1v12＝m1v′12+m2v2



即m1LE＝m1LD+m2LF

故答案为为：（1）D；F

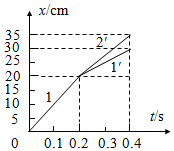
（2）



（3）m1LE＝m1LD+m2LF

【点评】本题利用平抛运动的规律考查动量守恒定律的验证，题目较为新颖，要学会运用平抛运动的基本规律求解碰撞前后的速度；从而验证动量守恒定律；同时注意两小球的碰撞是弹性碰撞，则碰撞前后机械能没有损失．

48．（定远县校级期末）“探究碰撞中的不变量”的实验中，入射小球m1＝15g，原来静止的被碰小球m2＝10g，由实验测得它们在碰撞前后的x﹣t图象如图，可知入射小球碰撞后的m1v′1是　0.0075kg•m/s　，入射小球碰撞前的m1v1是　0.015kg•m/s　，被碰撞后的m2v′2是　0.075kg•m/s　。由此得出结论　碰撞过程动量守恒　。



【分析】由速度图象求出小球的位移与对应的时间，由速度公式求出小球的速度，然后根据动量的计算公式求出小球的动量，然后分析答题。

【解答】解：（1）由图1所示图象可知，碰撞前球1的速度：v1＝＝＝1m/s，



碰撞后，球的速度：v1′＝＝＝0.5m/s，v2′＝＝＝0.75m/s，



入射小球碰撞后的m1v′1＝0.015×0.5＝0.0075kg•m/s，入射小球碰撞前的m1v1＝0.015×1＝0.015 kg•m/s，

被碰撞后的m2v′2＝0.01×0.75＝0.075kg•m/s，碰撞前系统总动量p＝m1v1＝0.015kg•m/s，

碰撞后系统总动量p′＝m1v′1+m2v′2＝0.015kg•m/s，p′＝p，由此可知：碰撞过程中动量守恒；

故答案为：0.0075kg•m/s； 　 0.015 kg•m/s； 0.075kg•m/s； 碰撞过程动量守恒。

【点评】本题考查了实验数据分析，由图象求出小球的位移与对应的时间，应用速度公式与动量的计算公式正确解题；要注意图象的正确应用。

49．（昭通模拟）气垫导轨是常用的一种实验仪器，它是利用气泵使带孔的导轨与滑块之间形成气垫，使滑块悬浮在导轨上，滑块在导轨上的运动可视为没有摩擦，我们可以用带竖直挡板C和D的气垫导轨和滑块A和B验证动量守恒定律，实验装置如图所示，采用的实验步骤如下：

a．松开手的同时，记录滑块A、B运动时间的计时器开始工作，当A、B滑块分别碰到C、D挡板时计时器结束计时，分别记下A、B到达C、D的运动时间t1和t2．

b．在A、B间水平放入一个轻弹簧，用手压住A、B使弹簧压缩，放置在气垫导轨上，并让它静止在某个位置．

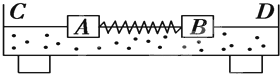
c．给导轨送气，调整气垫导轨，使导轨处于水平．

d．用刻度尺测出A的左端至C板的距离L1，B的右端至D板的距离L2．

（1）实验步骤的正确顺序是　cbda　．

（2）实验中还需要的测量仪器是　天平　，还需要测量的物理量是　两个滑块的质量mA、mB

（3）利用上述测量的实验数据，验证动量守恒定律的表达式是　mA＝mB　．



【分析】根据实验的原理确定测量的物理量，以及测量的步骤，根据原理列出动量守恒定律的表达式．

【解答】解：（1）实验时应先调整气垫导轨水平，把滑块放在合适的位置，测出滑块到两挡板的距离，然后释放滑块，测出滑块到两挡板的运动时间，根据滑块的位移与运动时间求出其速度，求出它们的动量，验证在该过程中动量是否守恒；

因此合理的实验步骤是：cbda．

（2）实验中需要测量两个滑块的质量mA、mB，因此需要的实验器材还有：天平．

（3）滑块A的速度vA＝，滑块B的速度vB＝，验证动量守恒定律的表达式是：mAvA＝mBvB，



将速度代入得：mA＝mB



故答案为：（1）cbda　（2）天平；两个滑块的质量mA、mB（3）mA＝mB



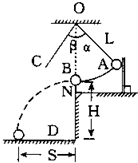
【点评】解决本题的关键知道验证动量守恒定律的实验原理，知道A、B组成的系统动量守恒．

50．（昌平区校级期末）用如图所示装置来验证动量守恒定律，质量为mA的钢球A用细线悬挂于O点，质量为mB的钢球B放在离地面高度为H的小支柱N上，O点到A球球心的距离为L，使悬线在A球释放前伸直，且线与竖直线夹角为α，A球释放后摆到最低点时恰与B球正碰，碰撞后，A球把轻质指示针OC推移到与竖直线夹角β处，B球落到地面上，地面上铺有一张盖有复写纸的白纸D，保持α角度不变，多次重复上述实验，白纸上记录到多个B球的落点．

（1）图中S应是B球初始位置到　落地点　的水平距离．

（2）为了验证两球碰撞过程动量守恒，应测得的物理量有S和　mA、mB、α、β、H、L、S　．（用字母表示）

（3）用测得的物理量表示碰撞前后A球、B球的动量：PA＝　　．PA′＝　　．PB＝0．PB′＝　mBS　．（当地的重力加速度为g）



【分析】A球下摆过程机械能守恒，根据守恒定律列式求最低点速度；球A上摆过程机械能再次守恒，可求解碰撞后速度；碰撞后小球B做平抛运动，根据平抛运动的分位移公式求解碰撞后B球的速度，然后验证动量是否守恒即可．

【解答】解：（1）B球离开小支柱后做平抛运动，S是B球做平抛运动的水平位移，即：B球初始位置到落地点的水平距离．

（2）小球从A处下摆过程只有重力做功，机械能守恒，由机械能守恒定律得：

mAgL（1﹣cosα）＝mAvA2﹣0，



解得：vA＝，



则PA＝mAvA＝mA；



小球A与小球B碰撞后继续运动，在A碰后到达最左端过程中，机械能再次守恒，

由机械能守恒定律得：﹣mAgL（1﹣cosβ）＝0﹣mAvA′2，



解得vA′＝，



PA′＝mAvA′＝mA；



碰前小球B静止，则PB＝0；

碰撞后B球做平抛运动，水平方向：S＝vB′t，竖直方向H＝gt2，



解得vB′＝S，则碰后B球的动量PB′＝mBvB′＝mBS；



由动量守恒定律可知，实验需要验证的表达式为：

mA＝mA+mBS，



实验需要测量的量有：mA；mB；α；β；H；L；S．

故答案为：（1）落地点；（2）mA、mB、α、β、H、L、S．（3）；；0；mBS；（3）mBS．



【点评】本题考查了动量守恒定律的验证实验；重点考查了确定实验需要测量的量，知道实验原理、求出实验需要验证的表达式是正确解题的关键．