## 弹性碰撞和非弹性碰撞

## 知识点：弹性碰撞和非弹性碰撞

一、弹性碰撞和非弹性碰撞

1．弹性碰撞：碰撞过程中机械能守恒的碰撞叫弹性碰撞．

2．非弹性碰撞：碰撞过程中机械能不守恒的碰撞叫非弹性碰撞．

二、弹性碰撞的实例分析

在光滑水平面上质量为*m*1的小球以速度*v*1与质量为*m*2的静止小球发生弹性正碰．根据动量守恒和能量守恒：

*m*1*v*1＝*m*1*v*1′＋*m*2*v*2′；*m*1*v*12＝*m*1*v*1′2＋*m*2*v*2′2

碰后两个物体的速度分别为

*v*1′＝*v*1，*v*′2＝*v*1.

(1)若*m*1>*m*2，*v*1′和*v*2′都是正值，表示*v*1′和*v*2′都与*v*1方向同向．(若*m*1≫*m*2，*v*1′＝*v*1，*v*2′＝2*v*1，表示*m*1的速度不变，*m*2以2*v*1的速度被撞出去)

(2)若*m*1<*m*2，*v*1′为负值，表示*v*1′与*v*1方向相反，*m*1被弹回．(若*m*1≪*m*2，*v*1′＝－*v*1，*v*2′＝0，表示*m*1被反向以原速率弹回，而*m*2仍静止)

(3)若*m*1＝*m*2，则有*v*1′＝0，*v*2′＝*v*1，即碰撞后两球速度互换．

## 技巧点拨

一、弹性碰撞和非弹性碰撞

1．碰撞的特点

(1)时间特点：碰撞现象中，相互作用的时间极短，相对物体运动的全过程可忽略不计．

(2)相互作用力特点：在碰撞过程中，系统的内力远大于外力，所以碰撞过程动量守恒．

2．碰撞的分类

(1)弹性碰撞：系统动量守恒、机械能守恒．

*m*1*v*1＋*m*2*v*2＝*m*1*v*1′＋*m*2*v*2′

*m*1*v*12＋*m*2*v*22＝*m*1*v*1′2＋*m*2*v*2′2

若*v*2＝0，则有

*v*1′＝*v*1，*v*2′＝*v*1

(2)非弹性碰撞：系统动量守恒，机械能减少，损失的机械能转化为内能，Δ*E*＝*E*k初总－*E*k末总＝*Q*.

(3)完全非弹性碰撞：系统动量守恒，碰撞后合为一体或具有相同的速度，机械能损失最大．

设两者碰后的共同速度为*v*共，则有

*m*1*v*1＋*m*2*v*2＝(*m*1＋*m*2)*v*共

机械能损失为Δ*E*＝*m*1*v*12＋*m*2*v*22－(*m*1＋*m*2)*v*共2.

二、碰撞可能性的判断

碰撞问题遵循的三个原则：

(1)系统动量守恒，即*p*1＋*p*2＝*p*1′＋*p*2′.

(2)系统动能不增加，即*E*k1＋*E*k2≥*E*k1′＋*E*k2′或＋≥＋.

(3)速度要合理：

①碰前两物体同向运动，即*v*后>*v*前，碰后，原来在前面的物体速度一定增大，且*v*前′≥*v*后′.

②两物体相向运动，碰后两物体的运动方向不可能都不改变．

**总结提升**

处理碰撞问题的思路

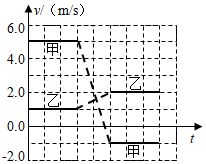
1．对一个给定的碰撞，首先要看动量是否守恒，再看总机械能是否增加．

2．注意碰后的速度关系．

3．要灵活运用*E*k＝或*p*＝，*E*k＝*pv*或*p*＝几个关系式．

## 例题精练

1．甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为1kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为（　　）



A．3J B．4J C．5J D．6J

【分析】甲、乙物块在碰撞的过程中动量守恒，以此求解出乙的质量，碰撞过程两物块损失的机械能等于碰撞前甲、乙的总动能减去碰撞后甲、乙的总动能。

【解答】解：令乙的质量为M，碰撞前甲、乙的速度大小分别为v1和v2，

碰撞后甲、乙的速度大小分别为v3和v4，

碰撞过程中动量守恒，则mv1+Mv2＝mv3+Mv4，

即1×5.0+M×1.0＝1×（﹣1.0）+M×2.0，

解得M＝6kg，

则碰撞过程两物块损失的机械能△E3J，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】解决该题需要明确知道甲乙在碰撞过程中动量守恒，知道动量是矢量，在计算时必须遵循矢量的运算规则。

## 随堂练习

1．两小球a和b沿同一直线运动，如果它们发生弹性碰撞，设a对b的冲量大小为I，b对a的冲量大小为I′，a对b做功的大小为W，b对a所做功的大小为W′则有（　　）

A．I可能不等于I′，W可能等于W′

B．I可能不等于I′，W必等于W′

C．I必等于I′，W 可能不等于W′

D．I必等于I′，W必等于W′

【分析】根据牛顿第三定律和公式冲量I＝Ft、W＝fx分析。

【解答】解：根据牛顿第三定律知相互作用力大小相等，方向相反，根据I＝Ft知力相等，作用时间相等，故冲量相等，W＝△Ek，它们发生弹性碰撞，总动能不变，故a的动能变化量等于b动能变化，故做功相等，故D正确；

故选：D。

【点评】此题考查牛顿第三定律和公式冲量I＝Ft、W＝△Ek，简单题目。

# 综合练习

**一．多选题（共1小题）**

1．水平冰面上有一固定的竖直挡板。一滑冰运动员面对挡板静止在冰面上，他把一质量为4.0kg的静止物块以大小为5.0m/s的速度沿与挡板垂直的方向推向挡板，运动员获得退行速度；物块与挡板弹性碰撞，速度反向，追上运动员时，运动员又把物块推向挡板，使其再一次以大小为5.0m/s的速度与挡板弹性碰撞。总共经过8次这样推物块后，运动员退行速度的大小大于5.0m/s，反弹的物块不能再追上运动员。不计冰面的摩擦力，该运动员的质量可能为（　　）

A．48kg B．53kg C．58kg D．63kg

【分析】根据动量守恒定律得到第n次推出物块后运动员的速度表达式，根据第7次推出后还能再推，第8次推出后不能再推求出运动员质量范围即可。

【解答】解：设该运动员的质量为M，物块的质量为m＝4.0kg，推物块的速度大小为v＝5.0m/s，取人运动的方向为正方向，根据动量守恒定律可得：

第一次推物块的过程中：0＝Mv1﹣mv

第二次推物块的过程中：Mv1+mv＝Mv2﹣mv

第三次推物块的过程中：Mv2+mv＝Mv3﹣mv

…

第n次推物块的过程中：Mvn﹣1+mv＝Mvn﹣mv

以上各式相加可得：Mvn＝（2n﹣1）mv

当n＝7时，v7＜v，解得M＞52kg

当n＝8时，v8＞v，解得M＜60kg，

故52kg＜M＜60kg，故AD错误、BC正确。

故选：BC。

【点评】本题主要是考查动量守恒定律，解答本题的关键是能够根据数学归纳法得到第n次的速度表达式，再根据实际情况进行分析。

**二．填空题（共3小题）**

2．质量为0.45kg的木块静止在光滑水平面上，一质量为0.05kg的子弹以200m/s的水平速度击中木块，并留在其中，整个木块沿子弹原方向运动，则木块最终速度的大小是　20　m/s。若子弹在木块中运动时受到的平均阻力为4.5×103N，则子弹射入木块的深度为　0.2　m。

【分析】以整体为研究对象，水平方向根据动量守恒定律求解木块最终的速度大小；

根据能量守恒定律求解子弹射入木块的深度。

【解答】解：木块的质量M＝0.45kg，子弹的质量为m＝0.05kg，初速度为v0＝200m/s，

二者组成的系统水平方向动量守恒，设子弹初速度方向为正方向，根据动量守恒定律可得：

mv0＝（m+M）v

解得木块最终速度的大小vm/s＝20m/s；

设子弹射入木块的深度为d，根据能量守恒定律可得：

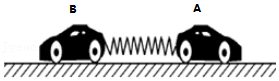
fd，

解得：d＝0.2m。

故答案为：20；0.2。

【点评】本题主要是考查了动量守恒定律；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进行解答。

3．两同学验证反冲运动中动量守恒。如图所示，两质量分别为mA、mB的玩具小车放置在水平桌面上，中间夹一弹簧。自某一位置突然放开，两小车做反冲运动，一段时间后，同时止住运动的小车，测出两小车运动的距离分别为sA、sB，忽略小车与桌面间的摩擦，请用以上物理量符号写出反冲前后动量守恒表达式 　mAsA＝mBsB　；已知课本宽度为L，并以此计量小车运动的距离分别为sA＝2L，sB＝1.5L，可知两小车质量之比mA：mB＝　3：4　。



【分析】忽略小车与桌面间的摩擦，系统的总动量守恒，速度用位移与时间之比表示，即可求得mA：mB。

【解答】解：忽略小车与桌面间的摩擦，反冲后两车都做匀速运动，则反冲后A、B两车的速度大小分别为 vA

vB

取向右为正方向，由动量守恒定律得：

mAvA﹣mBvB＝0

代入得 mAsA＝mBsB。

所以反冲前后动量守恒表达式mAsA＝mBsB。

已知sA＝2L，sB＝1.5L，代上式解得 mA：mB＝3：4

故答案为：mAsA＝mBsB，3：4。

【点评】本题是运用等效思维方法，用位移代替速度，这样将不便验证的方程变成容易验证。

4．弹性碰撞：　碰撞中物体形变后能够恢复原状　，遵从规律　动量守恒　。

【分析】弹性碰撞中物体形变后能够恢复原状，而非弹性碰撞中物体形变后不能恢复原状

【解答】解：在完全弹性碰撞中，碰撞的物体形状能够完全恢复，碰撞前后动能没有损失，非弹性碰撞可分为非弹性碰撞和完全非弹性碰撞，在非弹性碰撞中，碰撞物体的形状不能有很大的恢复，其系统的动能有一部分转化成了内能，动能有较大的损失，在完全非弹性碰撞中，碰撞物体形状不能恢复，系统的动能损失得最多

【点评】弹性和非弹性的区别在于碰撞过程中形变有没有完全恢复，这是解决问题的关键所在

**三．解答题（共1小题）**

5．根据碰撞前后物体的总动能是否变化，可将碰撞分成哪几类？

【分析】明确碰撞的定义和碰撞过程中有多少机械能转化为热能。

（1）定义：相对运动的物体相遇，在极短的时间内，通过相互作用，运动状态发生显著变化的过程叫做碰撞。

（2）碰撞过程中能量的转化：按照碰撞前后总动能是否变化，可以分为弹性碰撞和非弹性碰撞以及完全非弹性碰撞。

【解答】解：碰撞过程中符合动量守恒，但是因为在极短时间内内力做功情况的不同，碰撞前后的系统总动能是否变化，就成了碰撞分类的参照。如果在碰撞前后，系统总动能没有

发生变化，这样的碰撞称为弹性碰撞，碰撞过程中系统动量与机械能都守恒；

如果在碰撞前后，系统总动能发生了变化，这样的碰撞称为非弹性碰撞，碰撞过程中系统动量守恒而机械能要减少一部分，减少的机械能会转化为热能而耗散掉；如果在碰撞后两物体的速度相等或者两物体粘在一起，这样的碰撞称为完全非弹性碰撞，碰撞过程中系统动量守恒而机械能要减少，这种情况系统损失的动能最多，也是损失的动能转化为系统热能而耗散掉。

答：可将碰撞分成弹性碰撞、非弹性碰撞、完全非弹性碰撞三类。

【点评】本题考查了碰撞过程的分类：碰撞分为弹性碰撞和非弹性碰撞，在弹性碰撞中系统动量与机械能都守恒；在非弹性碰撞中，系统动量守恒而机械能不守恒，其中碰撞后两物体速度相等的碰撞称为完全非弹性碰撞，这种情况系统动能减少最多。在具体的考题中比较常见弹性碰撞和完全非弹性碰撞这两种情况，一定要搞清楚它们的特点。