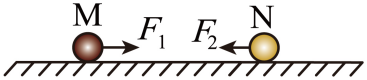
专题7·动量定理和动量守恒定律

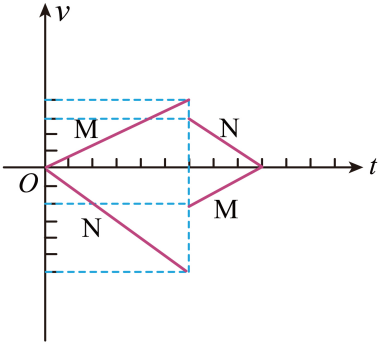
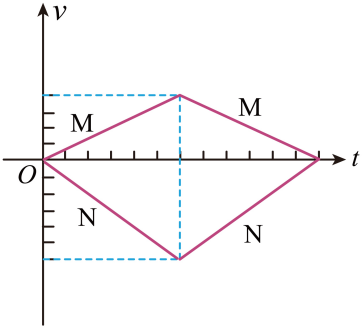
**题型1(类)碰撞问题**难度★★考频★★★

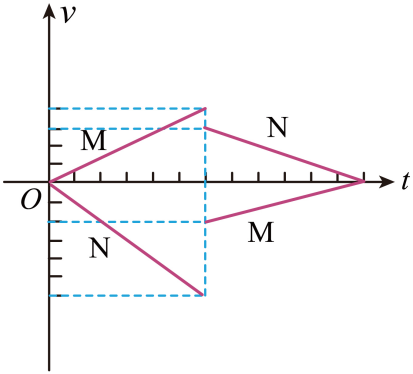
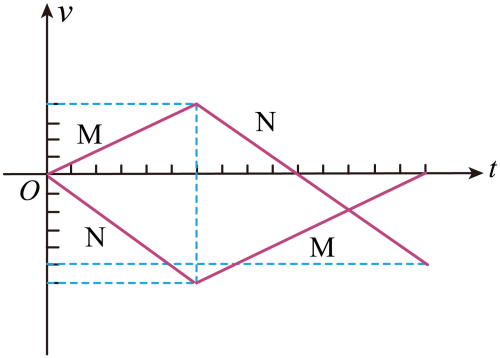
|  |
| --- |
| 备考策略  抓住碰撞特点,熟记碰撞常用公式和结论  (1)弹性碰撞  两球发生弹性碰撞时应满足动量守恒和机械能守恒*.*以质量为*m*1、速度为*v*1的小球与质量为*m*2的静止小球发生弹性正碰为例,有  *m*1*v*1=*m*1*v'*1+*m*2*v'*2  *m*1=*m*1*v'*21 +*m*2*v'*22  解得*v'*1=,*v'*2=*.*  结论:  ①当两球质量相等时,*v'*1=0,*v'*2=*v*1,两球碰撞后 |
| 交换了速度*.*  ②当质量大的球碰质量小的球时,*v'*1>0,*v'*2>0,碰撞后两球都沿速度*v*1的方向运动*.*  ③当质量小的球碰质量大的球时,*v'*1<0,*v'*2>0,碰撞后质量小的球被反弹回来*.*  (2)完全非弹性碰撞  动量守恒、末速度相同:*m*1*v*1+*m*2*v*2=(*m*1+*m*2)*v*共,机械能损失最多,损失的机械能:Δ*E*=*m*1+*m*2-(*m*1+*m*2)*.*  (3)物体*A*与静止的物体*B*发生碰撞,当发生完全非弹性碰撞时损失的机械能最多,物体*B*的速 |
| 度最小,*vB*=*v*0;当发生弹性碰撞时,物体*B*速度最大,*vB*=*v*0,则碰后物体*B*的速度范围为*v*0≤*vB*≤*v*0*.* |

题型例析

例1 [广东2025·7,4分]如图所示，在光滑的水平面上，两小球M、N分别受到拉力F1、F2的作用，从静止开始在同一直线上相向运动，在t1时刻发生正碰后各自反向运动。已知F1、F2始终大小相等、方向相反，从开始运动到碰撞后速度第1次减为0过程中，两小球速度v随时间t变化的关系图，可能正确的是（   ）



A． B．

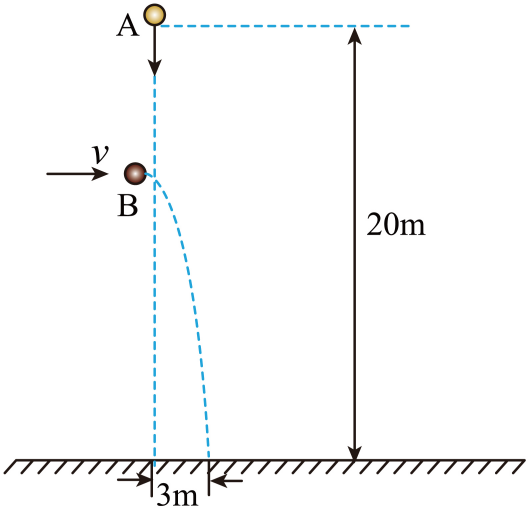
C． D．

解析▶本题的题眼是“在t1时刻发生正碰后各自反向运动”和“F1、F2始终大小相等、方向相反”*.*

根据牛顿第二定律两物体受外力F大小相等，由图像的斜率等于加速度可知M、N的加速度大小之比为4:6=2:3，可知M、N的质量之比为6:4=3:2；设分别为3m和2m；由图像可设MN碰前的速度分别为4v和6v，则因MN系统受合外力为零，向右为正方向，则系统动量守恒，则由动量守恒定律，若系统为弹性碰撞在，则能量关系可知，解得、，因M、N的加速度大小之比仍为2：3，则停止运动的时间之比为1:1，即两物体一起停止，则BD是错误的；若不是弹性碰撞，则，可知碰后速度大小之比为，若假设v1=2v，则v2=3v，此时满足，则假设成立，因M、N的加速度大小之比仍为2：3，则停止运动的时间之比为1:1，对M来说碰撞前后的速度之比为4v:2v=2:1，可知碰撞前后运动时间之比为2:1，可知A正确，C错误。

答案C

例2 [甘肃2025·4,4分]如图，小球A从距离地面处自由下落，末恰好被小球B从左侧水平击中，小球A落地时的水平位移为。两球质量相同，碰撞为完全弹性碰撞，重力加速度g取，则碰撞前小球B的速度大小v为（　　）



A． B． C． D．

解析▶本题的题眼是“两球质量相同，碰撞为完全弹性碰撞”*.*

根据题意可知，小球A和B碰撞过程中，水平方向上动量守恒，竖直方向上A球的竖直速度不变，设碰撞后A球水平速度为，B球水平速度为，则有，碰撞为完全弹性碰撞，则由能量守恒定律有，联立解得，，小球A在竖直方向上做匀加速直线运动，则有，解得，可知，碰撞后，小球A运动落地，则水平方向上有，解得，B正确.

答案B

例3 [湖南长沙2023二模]如图甲所示,曲面为四分之一圆弧、质量为*M*的滑块静止在光滑水平地面上,一光滑小球以某一速度水平冲上滑块的圆弧面,且没有从滑块上端冲出去,若测得在水平方向上小球与滑块的速度大小分别为*v*1、*v*2,作出图像如图乙所示,重力加速度为*g*,不考虑任何阻力,则下列说法不正确的是(　　)

甲　　乙

A*.*小球的质量为*M* B*.*小球运动到最高点时的速度为

C*.*小球能够上升的最大高度为 D*.*若*a*>*b*,小球在与圆弧滑块分离后向左做平抛运动

解析▶本题的题眼是“在水平方向上小球与滑块的速度大小分别为*v*1、*v*2,作出图像如图乙所示”*.*

设小球的质量为*m*,初速度为*v*0,在水平方向上由动量守恒定律得*mv*0=*mv*1+*Mv*2,*v*2=-*v*1,结合图乙可得=,=*b*,所以*a*=*v*0,*m*=*M*,故A正确;

小球在圆弧滑块上运动,为类碰撞模型,碰撞相关公式也可套用*.*

对小球和圆弧滑块组成的系统,有*mv*0=*mv*1+*Mv*2,*m*=*m*+*M*,解得小球在与圆弧滑块分离时的速度为*v*1=*v*0=,即*a*>*b*时*v*1<0,小球的速度方向向左,所以小球与圆弧分离时向左做平抛运动,故D正确;

系统内无外力作用的方向动量守恒,此方向共速可视为完全非弹性碰撞*.*

小球运动到最高点时,竖直方向速度为零,在水平方向上与滑块具有相同的速度*v*共,在水平方向上由动量守恒定律得*mv*0=(*m*+*M*)*v*共,解得*v*共==,故B正确;小球从开始运动到最高点的过程中,由机械能守恒定律得*m*=(*m*+*M*)+*mgh*,解得*h*==,故C错误*.*A、B、D正确,不符合题意,故选C*.*

答案C

**题型2动量与能量问题的综合**难度★★★考频★★★

|  |
| --- |
| 备考策略  动量守恒定律、能量守恒定律(机械能守恒定律)、动能定理都只考查一个物理过程的始、末两个状态有关物理量间的关系,对过程的细节不予细究,特别对于变力做功问题,就更显示出它们的优越性*.*  (1)若研究对象为一个系统,应优先考虑应用动量守恒定律和能量守恒定律(机械能守恒定律)*.* |
| (2)若研究对象为单一物体,且涉及功和位移问题时,应优先考虑动能定理*.*  (3)在解题时,往往列出动量守恒和能量守恒两个相关方程才能解决问题*.* |

题型例析

例4 [河南开封2023三模](多选)如图所示,两根长度均为*L*的轻质细杆,一端用质量为*m*的球形铰链(球*a*)相连,两杆另一端分别安装质量为*m*和2*m*的小球*b*、*c.*开始时两杆并拢,竖直放置在光滑水平地面上,铰链球在上,从静止释放,*b*、*c*两球开始向两边滑动,两杆始终保持在同一竖直面内*.*已知三球本身的大小相同、*a*小球碰地面的能量损失以及一切阻力均可忽略,重力加速度为*g.*下列说法正确的是(　　)



A*.a*、*b*、*c*三小球组成的系统机械能守恒

B*.a*、*b*、*c*三小球组成的系统动量守恒

C*.a*小球碰地面前瞬间速度为

D*.*当两杆夹角为90*°*时,*b*、*c*两球的速度之比为5∶3

解析▶本题的题眼是“两杆始终保持在同一竖直面内”和“三球本身的大小相同、*a*小球碰地面的能量损失以及一切阻力均可忽略”*.*只要系统某一方向满足动量守恒条件,这一方向上动量守恒*.*

铰链球*a*与地面相碰时,三球的水平速度均为零,只有铰链球*a*具有竖直向下的速度*u.a*、*b*、*c*三小球组成的系统机械能守恒,则有*mgL*=*mu*2,解得*a*小球碰地面前瞬间速度为*u*=,故A、C正确;在铰链球下落过程中,铰链球*a*竖直方向有加速度,*b*、*c*两球竖直方向没有加速度,可知*a*、*b*、*c*三小球组成的系统竖直方向所受合力不为零,竖直方向动量不守恒,*a*、*b*、*c*三小球组成的系统水平方向合力为零,故*a*、*b*、*c*三小球组成的系统水平方向动量守恒,当两杆夹角为90*°*时,如图所示,



根据系统水平方向动量守恒可得*mv*1+*mu*1-2*mv*2=0,因杆为刚性杆,每杆上、下两端小球沿杆方向的速度分量应相同,当两杆夹角为90*°*时,有*v*1cos 45*°*=*u*1cos 45*°*+*u*2sin 45*°*,*v*2cos 45*°*=*u*2sin 45*°*-*u*1cos 45*°*,联立以上各式可解得*v*1=*v*2,故当两杆夹角为90*°*时,*b*、*c*两球的速度之比为*v*1∶*v*2=5∶3,故B错误,D正确*.*

答案ACD