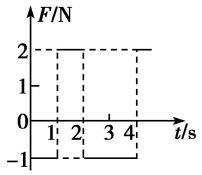
专题 12.3 动量、动量定理及动量守恒定律（提高训练）

1.(2018·山东德州一模)(多选)物体仅在力 F 作用下由静止开始运动，力 F 随时间变化的图象如图所示，则下列说法正确的是(　　)



A．0～3 s 内，力 F 所做的功等于零，冲量也等于零

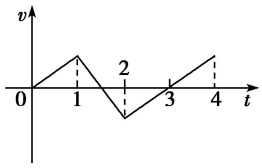
B．0～4 s 内，力 F 所做的功等于零，冲量也等于零

C．第 1 s 内和第 2 s 内的速度方向相同，加速度方向相反

D．第 3 s 内和第 4 s 内的速度方向相反，加速度方向相同

【答案】AD

【解析】根据冲量的定义 I＝Ft，可求 0～3 s 内力 F 总的冲量为零，再由动量定理知，动量的变化量为零，即初、末速度相同，动能的变化为零，根据动能定理，合外力的总功也等于零，所以 A 正确，B 错误；由题图知，在第 1 s 内物体以加速度 a1 沿负方向做匀加速运动，第 2 s 内物体以加速度 a2 沿负方向做匀减速运动，且 a2＝2a1，所以在 1.5 s 末速度减小为零，然后开始反向加速，所以 C 错误；第 3 s 内和第 4 s 内的速度方向相反，加速度方向相同，运动的 v -t 图象如图所示，所以 D 正确。



2.(2018·河南洛阳模拟)有一个质量为 0.5 kg 的篮球从 h＝0.8 m 的高度落到水平地板上，每弹跳一次上升的高度总等于前一次的 0.64，且每次球与地面接触时间相等，空气阻力不计，与地面碰撞时，篮球重力可忽略。(重力加速度 g 取 10 m/s2)

(1)第一次球与地板碰撞，地板对球的冲量为多少？

(2)相邻两次球与地板碰撞的平均冲力大小之比是多少？

【答案】(1)3.6 N·s　(2)5∶4

【解析】(1)篮球原高度为 h，与地面第一次碰前瞬时速度为 $v0=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times10\times0.8}$ m/s＝4 m/s

由 v2＝2gh 可知，第一次碰后的速度为

$v1=\sqrt{2gh'}=\sqrt{2g\times0.64h}=3.2$ m/s

选向上为正方向，由动量定理有

I＝mv1－(－mv0)＝1.8mv0＝1.8×0.5×4 N·s＝3.6 N·s。

(2)同理第二次碰前瞬时速度和第二次碰后瞬时速度关系为 v2＝0.8v1＝0.82v0。

设两次碰撞中地板对球的平均冲力分别为 F1、F2，选向上为正方向，由动量定理有

F1t＝mv1－(－mv0)＝1.8mv0

F2t＝mv2－(－mv1)＝1.8mv1＝1.44mv0　　F1∶F2＝5∶4

3．(多选)如图所示，一个质量为 0.18 kg 的垒球，以 25 m/s 的水平速度飞向球棒，被球棒打击后反向水平飞回，速度大小变为 45 m/s，设球棒与垒球的作用时间为 0.01 s。下列说法正确的是(　　)



A．球棒对垒球的平均作用力大小为 1 260 N

B．球棒对垒球的平均作用力大小为 360 N

C．球棒对垒球做的功为 126 J

D．球棒对垒球做的功为 36 J

【答案】AC

【解析】设球棒对垒球的平均作用力为 $\overline{F}$，由动量定理得 $\overline{F}$·t＝m(v－v0)，取 v＝45 m/s，则 v0＝－25 m/s，代入上式，得 $\overline{F}$＝1 260 N，由动能定理得 $W=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$＝126 J，选项 A、C 正确。

4．质量为 M 的运沙车在光滑水平地面上以速度 v0 匀速运动，当车上方高 h 处自由落下一质量为 m 的小球，恰好落入沙车中时，车子速度将(　　)

A．减小　　B．不变　　C．增大　　D．无法确定

【答案】A

【解析】小球与运沙车组成的系统，水平方向不受外力作用，动量守恒，落入前小球的水平动量为零，落入车后两者速度相同，由 Mv0＝(M＋m)v′得，$v'=\frac{M}{M+m}v_0<v_0$，A 正确。

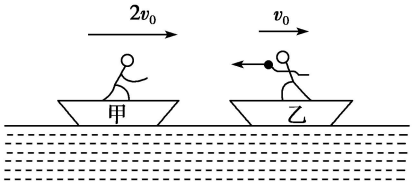
5.质量为 m、速度为 v 的 A 球与质量为 3m 的静止的 B 球发生正碰。碰撞可能是弹性的，也可能是非弹性的，因此，碰撞后 B 球的速度可能有不同的值，碰撞后 B 球的速度大小可能是(　　)

A．0.6v　　B．0.4v　　C．0.2v　　D．v

【答案】B

【解析】根据动量守恒定律得 mv＝mv1＋3mv2，则当 v2＝0.6v 时，v1＝－0.8v，则碰撞后的总动能 Ek′＝$\frac{1}{2}$m(－0.8v)2＋$\frac{1}{2}$×3m(0.6v)2＝1.72×$\frac{1}{2}$mv2，大于碰撞前的总动能，违反了能量守恒定律，故 A 项错误；当 v2＝0.4v 时，v1＝－0.2v，则碰撞后的总动能为 Ek′＝$\frac{1}{2}$m(－0.2v)2＋$\frac{1}{2}$×3m(0.4v)^2＝0.52×$\frac{1}{2}$mv^2，小于碰撞前的总动能，故可能发生的是非弹性碰撞，B 项正确；当 v2＝0.2v 时，v1＝0.4v，则碰撞后的 A 球的速度大于 B 球的速度，而两球碰撞，A 球不可能穿透 B 球，故 C 项错误；当 v2＝v 时，v1＝－2v，显然碰撞后的总动能大于碰撞前的总动能，故 D 项错误。

6.如图所示，甲、乙两船的总质量(包括船、人和货物)分别为 10m、12m，两船沿同一直钱同一方向运动，速度分别为 2v0、v0。为避免两船相撞，乙船上的人将一质量为 m 的货物沿水平方向抛向甲船，甲船上的人将货物接住，求抛出货物的最小速度。(不计水的阻力)



【答案】4v0

【解析】设乙船上的人抛出货物的最小速度大小为 vmin，抛出货物后船的速度为 v1，甲船上的人接到货物后船的速度为 v2，由动量守恒定律得

货物从乙船抛出过程，12mv0＝11mv1－mvmin

货物落入甲船过程，10m·2v0－mvmin＝11mv2

两船恰好不相撞应满足

v1＝v2　　解得 vmin＝4 v0。

7.(多选)质量分别为 m_P＝1 kg、m_Q＝2 kg 的小球 P、Q 静止在光滑的水平面上，现给小球 P 以水平的速度 v_{P0}＝4 m/s 沿直线朝小球 Q 运动，并发生正碰，分别用 v_P、v_Q 表示两小球碰撞结束的速度。则关于 v_P、v_Q 的大小可能的是(　　)

A．v_P＝v_Q＝$\frac{4}{3}$ m/s

B．v_P＝－1 m/s，v_Q＝2.5 m/s

C．v_P＝1 m/s，v_Q＝3 m/s

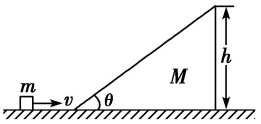
D．v_P＝－4 m/s，v_Q＝4 m/s

【答案】AB

【解析】碰撞前总动量为 p＝m_Pv_{P0}＝4 kg·m/s，碰撞前总动能为 E_k＝$\frac{1}{2}m_Pv_{P0}^2$＝8 J。如果 v_P＝v_Q＝$\frac{4}{3}$ m/s，p'

$=m_Pv_P+m_Qv_Q=4\ \text{kg·m/s}$，$E_k'=\frac{1}{2}m_Pv_P^2+\frac{1}{2}m_Qv_Q^2=\frac{8}{3}$ J，碰撞过程动量守恒，能量不增加，A 正确；如果 $v_P=-1\ \text{m/s}$，$v_Q=2.5\ \text{m/s}$，$p'=m_Pv_P+m_Qv_Q=4\ \text{kg·m/s}$，$E_k'=\frac{1}{2}m_Pv_P^2+\frac{1}{2}m_Qv_Q^2=6.75$ J，能量不增加，碰撞过程动量守恒，B 正确；如果 $v_P=1\ \text{m/s}$，$v_Q=3\ \text{m/s}$，$p'=m_Pv_P+m_Qv_Q=7\ \text{kg·m/s}$，碰撞过程动量不守恒，C 错误；如果 $v_P=-4\ \text{m/s}$，$v_Q=4\ \text{m/s}$，$p'=m_Pv_P+m_Qv_Q=4\ \text{kg·m/s}$，$E_k'=\frac{1}{2}m_Pv_P^2+\frac{1}{2}m_Qv_Q^2=24$ J，碰撞过程动量守恒，动能增加，D 错误。

8.如图所示，在足够长的光滑水平面上有一静止的质量为 M 的斜面，斜面表面光滑、高度为 h、倾角为θ。一质量为 m(m<M)的小物块以一定的初速度沿水平面向右运动，不计冲上斜面过程中的机械能损失。如果斜面固定，则小物块恰能冲到斜面顶端。如果斜面不固定，则小物块冲上斜面后能达到的最大高度为(　　)



A．h　　B．$\frac{m}{M+m}h$　　C.$\frac{m}{M}h$　　D．$\frac{M}{M+m}h$

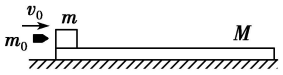
【答案】D

【解析】若斜面固定，由机械能守恒定律可得 $\frac{1}{2}mv2=mgh$；若斜面不固定，系统水平方向动量守恒，有 $mv=(M+m)v1$，由机械能守恒定律可得 $\frac{1}{2}mv2=mgh'+\frac{1}{2}(M+m)v12$。联立以上各式可得 $h'=\frac{M}{M+m}h$，故 D 正确。

9. (2018·广州模拟)如图所示，质量为 m＝245 g 的物块(可视为质点)放在质量为 M＝0.5 kg 的木板左端，足够长的木板静止在光滑水平面上，物块与木板间的动摩擦因数为μ＝0.4。质量为 m0＝5 g 的子弹以速度 v0＝300 m/s 沿水平方向射入物块并留在其中(时间极短)，g 取 10 m/s^2。子弹射入后，求：

(1)物块相对木板滑行的时间。

(2)物块相对木板滑行的位移。



【答案】(1)1 s　(2)3 m

【解析】(1)子弹打入物块过程，由动量守恒定律得：$m_0v_0=(m_0+m)v_1$

物块在木板上滑动过程，由动量守恒定律得

$(m_0+m)v_1=(m_0+m+M)v_2$

对子弹物块整体，由动量定理得

$-\mu(m_0+m)gt=(m_0+m)(v_2-v_1)$

联立解得物块相对木板滑行的时间 $t=1$ s

(2)由能量守恒定律得

$\mu(m_0+m)gd=\frac{1}{2}(m_0+m)v_1^2-\frac{1}{2}(m_0+m+M)v_2^2$

联立解得 $d=3$ m

10.质量为 $m_B=2$ kg 的木板 B 静止于光滑水平面上，质量为 $m_A=6$ kg 的物块 A 停在 B 的左端，质量为 $m_C=2$ kg 的小球 C 用长为 $L=0.8$ m 的轻绳悬挂在固定点 O。现将小球 C 及轻绳拉直至水平位置后由静止释放，小球 C 在最低点与 A 发生正碰，碰撞作用时间很短为$\Delta t=10^{-2}$ s，之后小球 C 反弹所能上升的最大高度 $h=0.2$ m。已知 A、B 间的动摩擦因数$\mu=0.1$，物块与小球均可视为质点，不计空气阻力，取 $g=10$ m/s^2。求：

(1)小球 C 与物块 A 碰撞过程中所受的撞击力大小；

(2)为使物块 A 不滑离木板 B，木板 B 至少多长？

【答案】(1)1.2×10^3 N　(2)0.5 m

【解析】(1)小球 C 下摆过程，由动能定理：$m_CgL=\frac{1}{2}m_Cv_C^2$

小球 C 反弹过程，由动能定理：

$-m_Cgh=0-\frac{1}{2}m_Cv_C'^2$

碰撞过程，根据动量定理：

$-F\Delta t=m_C(-v_C')-m_Cv_C$

联立以上各式解得：$F=1.2\times10^3$ N

(2)小球 C 与物块 A 碰撞过程，由动量守恒定律：

$m_Cv_C=m_C(-v_C')+m_Av_A$

当物块 A 恰好滑至木板 B 右端并与其共速时，所求木板 B 的长度最小。

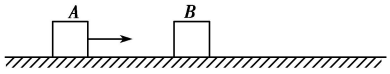
此过程，由动量守恒定律：

$m_Av_A=(m_A+m_B)v$

由能量守恒定律：$\mu m_Ag\cdot x=\frac{1}{2}m_Av_A^2-\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2$

联立以上各式解得 $x=0.5$ m

11. 如图所示，质量为 $m_1=0.2$ kg 的小物块 A，沿水平面与小物块 B 发生正碰，小物块 B 的质量为 $m_2=1$ kg。碰撞前，A 的速度大小为 $v_0=3$ m/s，B 静止在水平地面上。由于两物块的材料未知，将可能发生不同性质的碰撞，已知 A、B 与地面间的动摩擦因数均为$\mu=0.2$，重力加速度 g 取 10 m/s^2，试求碰后 B 在水平面上滑行的时间。



【答案】0．25 s≤t≤0.5 s

【解析】假如两物块发生的是完全非弹性碰撞，碰后的共同速度为 v_1，则由动量守恒定律有：

$m_1v_0=(m_1+m_2)v_1$

碰后，A、B 一起滑行直至停下，设滑行时间为 t_1，则由动量定理有：$\mu(m_1+m_2)gt_1=(m_1+m_2)v_1$

解得 $t_1=0.25$ s

假如两物块发生的是弹性碰撞，碰后 A、B 的速度分别为 v_A、v_B，则由动量守恒定律有

$m_1v_0=m_1v_A+m_2v_B$

由机械能守恒有

$\frac{1}{2}m_1v_0^2=\frac{1}{2}m_1v_A^2+\frac{1}{2}m_2v_B^2$

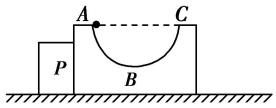
设碰后 B 滑行的时间为 t_2，则

$\mu m_2gt_2=m_2v_B$

解得 $t_2=0.5$ s

可见，碰后 B 在水平面上滑行的时间 t 满足 0．25 s≤t≤0.5 s

12.(2018·南昌模拟)如图所示，质量为 m1＝3 kg 的二分之一光滑圆弧形轨道 ABC 与一质量为 m2＝1 kg 的物块 P 紧靠着(不粘连)静置于光滑水平面上，B 为半圆轨道的最低点，AC 为轨道的水平直径，轨道半径 R＝0.3 m。一质量为 m3＝2 kg 的小球(可视为质点)从圆弧轨道的 A 处由静止释放，g 取 10 m/s2，求：



(1)小球第一次滑到 B 点时的速度 v1；

(2)小球第一次经过 B 点后，相对 B 能上升的最大高度 h。

【答案】(1)2 m/s　方向向右　(2)0.27 m

【解析】(1)设小球第一次滑到 B 点时的速度为 v_1，轨道和 P 的速度为 v_2，取水平向左为正方向，由水平方向动量守恒有：$(m_1+m_2)v_2+m_3v_1=0$

根据系统机械能守恒

$m_3gR=\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_2^2+\frac{1}{2}m_3v_1^2$

联立解得 $v_1=-2$ m/s，方向向右；

$v_2=1$ m/s，方向向左

(2)小球经过 B 点后，物块 P 与轨道分离，小球与轨道水平方向动量守恒，且小球上升到最高点时与轨道共速，设为 v，则有：$m_1v_2+m_3v_1=(m_1+m_3)v$

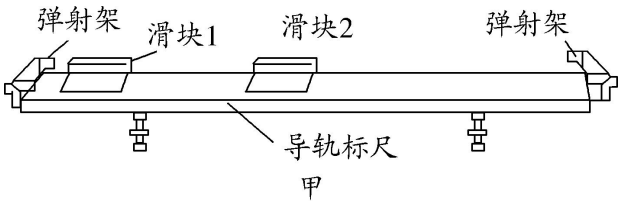
解得 $v=-0.2$ m/s，方向向右

由机械能守恒

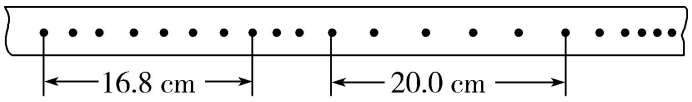
$\frac{1}{2}m_1v_2^2+\frac{1}{2}m_3v_1^2=\frac{1}{2}(m_1+m_3)v^2+m_3gh$

解得 $h=0.27$ m

13.某同学利用打点计时器和气垫导轨做验证动量守恒定律的实验．气垫导轨装置如图甲所示，所用的气垫导轨装置由导轨、滑块、弹射架等组成．在空腔导轨的两个工作面上均匀分布着一定数量的小孔，向导轨空腔内不断通入压缩空气，空气会从小孔中喷出，使滑块稳定地漂浮在导轨上，这样就大大减小了因滑块和导轨之间的摩擦而引起的误差．



甲



乙

(1)下面是实验的主要步骤：

①安装好气垫导轨，调节气垫导轨的调节旋钮，使导轨水平；

②向气垫导轨通入压缩空气；

③把打点计时器固定在紧靠气垫导轨左端弹射架的外侧，将纸带穿过打点计时器与弹射架并固定在滑块 1 的左端，调节打点计时器的高度，直至滑块拖着纸带移动时，纸带始终在水平方向；

④使滑块 1 挤压导轨左端弹射架上的橡皮绳；

⑤把滑块 2 放在气垫导轨的中间；

⑥先接通打点计时器的电源，然后_释放滑块 1，让滑块带动纸带一起运动；

⑦取下纸带，重复步骤④⑤⑥，选出理想的纸带如图乙所示；

⑧测得滑块 1 的质量为 310 g，滑块 2(包括橡皮泥)的质量为 205 g.

请完善实验步骤⑥的内容．

(2)已知打点计时器每隔 0.02 s 打一个点，计算可知两滑块相互作用以前系统的总动量为 0.620 ；两滑块相互作用以后系统的总动量为 0.618kg·m/s(结果均保留三位有效数字)

(3)试说明(2)中两结果不完全相等的主要原因是_纸带和打点计时器限位孔之间有摩擦力的作用.

【答案】见解析

【解析】(1)使用打点计时器时，先接通电源后释放纸带，所以步骤⑥中先接通打点计时器的电源，后释放滑块 1.

(2)放开滑块 1 后，滑块 1 做匀速运动，跟滑块 2 发生碰撞后跟滑块 2 一起做匀速运动，根据纸带的数据可计算出碰撞前滑块 1 的动量为：$p1=m1v1=0.310\times\frac{0.200}{0.10}$ kg·m/s=0.620 kg·m/s，滑块 2 的动量为零，所以碰

撞前的总动量为 0.620 kg·m/s；碰撞后滑块 1、2 速度相等，所以碰撞后总动量为：(m1＋m2)v2＝(0.310＋0.205)×$\frac{0.168}{0.14}$ kg·m/s＝0.618 kg·m/s.

(3)结果不完全相等是因为纸带与打点计时器限位孔之间有摩擦力的作用.