# 第1章 动量及其守恒定律 章末练习

## 科学认知

1．如图所示，某同学要把压在水杯下的纸抽出来。第一次他将纸迅速抽出，水杯几乎不动；第二次他将纸较慢地抽出，水杯却被拉动了。请解释此现象。

**参考解答**：纸张和水杯间的滑动摩擦力大小一定，较慢抽出时滑动摩擦力对水的作用时间更长，根据动量定理可知较慢抽出时水杯获得的速度较大，因此其位移也更大。故会看到将纸迅速抽出时水杯几乎不动，较慢抽出时水杯被拉动的现象。

2．一位质量为 *m* 的运动员由下蹲状态向上起跳，经时间 Δ*t*，身体伸直并刚好离开地面，速度为 *v*。在此过程中，地面对他的支持力的冲量及所做的功分别为

A．*mv* + *mg*Δ*t*，*mv*2 B．*mv* + *mg*Δ*t*，0

C．*mv*，*mv*2 D．*mv* − *mg*Δ*t*，0

**参考解答**：B

3．半径相等的两小球 a 和 b，在光滑水平面上沿同一直线相向运动并发生正碰。若球 a 的质量大于球 b 的质量，碰撞前两球的动能相等，碰撞后两球的运动状态可能是

A．球 a 的速度为 0，球 b 的速度不为 0

B．球 b 的速度为 0，球 a 的速度不为 0

C．两球的速度均不为 0

D．两球的速度方向均与原方向相反，动能仍相等

**参考解答**：AC

4．蹦床运动有“空中芭蕾”之称。某次蹦床比赛中，质量为 *m* 的运动员从最高点自由下落 *h* 后触碰蹦床。此后，经时间 *t* 运动员达到最低点。若在此过程中蹦床给运动员的作用力始终竖直向上，该时间段内蹦床对运动员的平均作用力大小为多少？

**参考解答**：*F* = *mg* +

5．A、B 两物体沿同一直线相向运动。物体 A 的速度大小是 6 m/s，物体 B 的速度大小是 2 m/s，碰撞后两物体都沿各自原方向的反方向运动，速度大小都是 4 m/s。求 A、B 两物体的质量之比。

**参考解答**：

6．如图所示，质量为 *m* 的子弹，以水平初速度 *v*0 射入静止在光滑水平面上质量为 *M* 的长木块内，并嵌入其中。若木块对子弹的平均阻力为 *f*，求子弹射入木块的深度。

*v*0

**参考解答**：*l* =

7．如图所示，静置于水平地面的两辆手推车沿一直线排列，质量均为 *m*，人在极短的时间内给第一辆车一水平冲量使其运动，当车运动了距离 *l* 时与第二辆车相碰，两车以共同速度又运动了距离 *l* 时停止。车运动时受到的摩擦阻力恒为车所受重力的 *k* 倍，重力加速度为 *g*，车与车之间仅在碰撞时发生相互作用，碰撞时间很短，忽略空气阻力。求人给第一辆车水平冲量的大小。

*l*

*l*

1

2

**参考解答**：*I* = *m*

\*8．英国物理学家查德威克通过实验测出某种不带电的“未知粒子”的质量几乎与质子的质量相等，进而发现这就是中子。其测量思路是：通过该粒子与其他已知原子核发生弹性碰撞，测量碰撞后原子核的速度，可间接测出该粒子的质量。测量结果如下：用初速度一定的该粒子与静止的氢原子核碰撞后，氢原子核的最大速度是 3.3×107 m/s ；该粒子与静止的氮原子核碰撞后，氮原子核的最大速度是 4.7×106 m/s。已知氮原子核的质量 *m*N 是氢原子核质量 *m*H 的 14 倍。试计算该“未知粒子”的质量 *m* （用 *m*H 表示）。

**参考解答**：*m* = 1.16*m*H

## 科学探究

9．有研究者用下列方式验证动量守恒定律。如图（a）所示，在气垫导轨上有 A、B 两个滑块，滑块 A 和 B 相对的侧面皆有弹簧片，滑块 A 左侧与连接打点计时器的纸带相连，滑块 B 上端固定有遮光片，光电计时器可记录遮光片通过光电门的时间。实验测得滑块 A 的质量 *m*1 = 0.310 kg，滑块 B 的质量 *m*2 = 0.108 kg，遮光片的宽度 *d* = 1.00 cm；打点计时器所用交流电源的频率 *f* = 50 Hz。将光电门固定在滑块 B 的右侧，启动打点计时器，给滑块 A 一向右的初速度，使它与滑块 B 相碰撞；碰撞后光电计时器显示的时间 Δ*t*B = 3.500 ms，碰撞前后打出的纸带如图（b）所示。

A

B

光电门

气垫导轨

1.91

1.92

1.93

1.94

3.25

（单位：cm）

4.02

4.03

4.05

4.00

遮光片

纸带

若实验允许的相对误差绝对值（×100%）最大为 5%，本实验是否在误差范围内验证了动量守恒定律？请写出运算过程。

**参考解答**：碰撞后滑块 B 的瞬时速度 *v*B′ = 2.86 m/s；滑块 A 碰撞前、后的速度分别为 *v*A = 2.00 m/s，*v*A′ = 0.97 m/s。

Δ = ×100%

代入数据得 Δ = 1.7% < 5%

因此，本实验在允许的误差范围内验证了动量守恒定律。

## 科学辨析

10．杂技表演中，在一个平躺的人身上压一块大而重的石板，另一人以大锤猛力击石，石裂而人未伤。请解释原因。有人建议用很厚的棉被代替石板，从而使冲击力减小而更加安全。你认为这样可行吗？请说明理由。

**参考解答**：不可行。

大锤在击打石板的碰撞过程中，由于相互作用力远大于两者受到的合外力，因此可近似认为两者动量守恒。由于石板质量远大于大锤，因此石板实际获得的速度比较小；又由于人的身体软，石板和身体的作用时间长，所以冲击力不会太大；且人与石板的作用面积大，压强小，因此可以做到“石裂而人不伤”。用很厚的棉被代替石板的做法不可行，因为棉被的质量太小且太软。当大锤压紧棉被时。大锤仍然具有较大的动量，人受到的冲击力会更大，且作用面积更小，因此人会更容易受伤。

## 温故知新

11．如图所示，一对杂技演员（都视为质点）乘秋千（秋千绳处于水平位置）从点 A 由静止出发绕点 O 下摆，当摆到最低点 B 时，女演员在极短时间内将男演员沿水平方向推出，然后自己刚好能回到高处 A。已知男演员质量 *m*1 和女演员质量 *m*2 之比为 2∶1，秋千的质量不计，秋千的摆长为 *R*，男演员落地点 C 比点 O 低 5*R*。求点 C 与点 O 的水平距离 *s*。

5*R*

A

B

O

C

*s*

*R*

**参考解答**：*s* = 8*R*

12．请根据第 1 章（动量及其守恒定律）的内容，结合你的理解，画出概念图。

**参考解答**：概念图略。

## 我的学习总结

# 单元自我检测

**一、选择题（本题共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，第 1 ～ 3 题只有一项符合题目要求，第 4、5 题有多项符合题目要求）**

1．如图所示，篮球运动员接传来的篮球时，通常要先伸出两臂迎接，手接触到球后，两臂顺势缩回将球引至胸前。这样做可以

A．减小篮球的动量的变化量

B．减小篮球对手的作用力的冲量

C．减小篮球的动量的变化率

D．减小篮球的动能的变化量

**参考解答**：C

2．将质量为 1.00 kg 的火箭模型点火升空，50 g 燃烧的燃气以大小为 600 m/s 的速度在很短时间内从火箭喷口喷出。若忽略燃气喷出过程中的重力和空气阻力作用，在燃气喷出后的瞬间，火箭的动量大小为

A．30 kg·m/s B．5.7×102 kg·m/s

C．6.0×102 kg·m/s D．6.3×102 kg·m/s

**参考解答**：A

3．质量相同的甲、乙两人站在光滑的冰面上，甲的手中拿有一个球。甲将球抛给乙，乙接到后，又抛给甲，如此反复多次，最后球落在乙的手中。此时甲、乙两人的速率关系是

A．甲、乙两人速率相等 B．甲速率大

C．乙速率大 D．两人仍保持静止状态

**参考解答**：B

4．一兴趣小组利用玩具小车进行实验。如图所示，在质量为 *M* 的小车中用细线挂一质量为 *m*0 的小球。小车和小球以恒定的速度 *v* 沿光滑水平地面运动，与位于正对面的质量为 *m* 的静止物体发生碰撞，碰撞时间极短。在此碰撞过程中，可能发生的情况是

*M*

*m*0

*m*

*v*

A．小车、物体、小球的速度都发生变化，三者构成的系统动量守恒，机械能守恒

B．小车、物体、小球的速度都发生变化，三者构成的系统动量守恒，机械能不守恒

C．小球的速度不变，小车和物体构成的系统动量守恒，机械能守恒

D．小球的速度不变，小车和物体构成的系统动量守恒，机械能不守恒

**参考解答**：CD

5．如图所示，光滑水平地面上的 P、Q 两物体质量都为 *m*，P 以速度 *v* 向右运动，Q 静止且左端有一轻弹簧。当 P 撞上弹簧，弹簧被压缩至最短时

*v*

P

Q

A．P、Q 系统总动量仍然为 *mv*

B．P 的动量变为 0

C．Q 的动量达到最大值

D．P、Q 的速度相等

**参考解答**：AD

**二、非选择题**

6．用如图所示的“碰撞实验器”可研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系，进而验证动量守恒定律。

（1）图中点 O 是小球抛出点在水平地面上的垂直投影。实验时，先让球 *m*1 多次从斜轨上位置S 由静止释放，找到其落点的平均位置 P，测量平抛射程 OP。然后，把球 *m*2 静置于轨道末端的水平部分，再将球 *m*1 从斜轨上位置 S 由静止释放，与球 *m*2 碰撞，如此重复多次。

接下来要完成的必要步骤是 \_\_\_\_\_\_\_\_。

A．用天平测量两个小球的质量 *m*1、*m*2

B．测量小球 *m*1 开始释放时的高度 *h*

C．测量抛出点距地面的高度 *H*

D．分别找到 *m*1、*m*2 碰撞后平均落点的位置 M、N

E．测量平抛射程 OM、ON

（2）若两球碰撞前后的动量守恒，其表达式可表示为 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_［用（1）中测量的量表示］。

（3）经测定，*m*1 = 45.0 g，*m*2 = 7.5 g，小球落点的平均位置距点 O 的距离 OM = 35.20 cm、OP = 44.80 cm、ON = 55.68 cm。碰撞前后 *m*1 的动量分别为 *p*1 与 *p*1′，则 *p*1∶*p*1′ = \_\_\_\_\_\_\_∶11；若碰撞结束时 *m*2 的动量为 *p*2′，则 *p*1′∶*p*2′ = 11∶ \_\_\_\_\_\_\_\_。实验结果说明，碰撞前后总动量的比值 = \_\_\_\_\_\_\_\_。

**参考解答**：（1）ADE

（2）*m*1OP = *m*1OM + *m*2ON

（3）14，2.9，1.007



7．如图所示，某同学在练习用头颠球。若足球被头顶起，每次上升高度都约为 30 cm，足球的质量为 420 g，球与头的作用时间为 0.1 s。不计空气阻力，取重力加速度 *g* = 10 m/s2，求足球对该同学头部的平均作用力大小。

**参考解答**：*F* = 24.78 N

8．如图所示，两质量分别为 *m* 和 *M* 的弹性小球 A、B 叠放在一起，从高度为 *h* 处自由下落。*h* 远大于两小球半径，落地瞬间球 B 先与地面碰撞，后与球 A 碰撞。所有碰撞都视为弹性碰撞且都发生在竖直方向上，碰撞时间均很短。求球 A 能上升的最大高度。

*h*

A

B

**参考解答**：*h*′ = 2*h*

## 单元自我评价

回顾本单元的学业要求和所学内容，结合本次单元自我检测和平时学习情况进行自我评价，写一篇“单元自我评价”报告。说说你学会了什么、存在什么问题及今后努力的方向等。