



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年专注教育行业

# 全品学练考

主编 肖德好

## 导学案

## 高中物理

选择性必修第一册 RJ

AI智慧教辅

索取二维码  
贴此处  
激活享受服务

AI时代就该用AI学习  
遇到问题快扫我

天津出版传媒集团  
天津人民出版社

# CONTENTS



## 目录

导学案



扫码领取  
单元真题练习  
全科高考真题卷

### 01 第一章 动量守恒定律

PART ONE

1 动量	099
2 动量定理	101
专题课:动量定理的应用	103
3 动量守恒定律	106
专题课:动量守恒定律的应用	108
4 实验:验证动量守恒定律	111
5 弹性碰撞和非弹性碰撞	114
6 反冲现象 火箭	118
专题课:“弹簧类”模型和“光滑圆弧(斜面)轨道”模型	122
专题课:“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	126
⑩ 知识整合与通关(一)	129

### 02 第二章 机械振动

PART TWO

1 简谐运动	131
2 简谐运动的描述	133
3 简谐运动的回复力和能量	136
4 单摆	138
专题课:单摆问题及其拓展	141
5 实验:用单摆测量重力加速度	143
6 受迫振动 共振	146
⑪ 知识整合与通关(二)	149

## 03 第三章 机械波

PART THREE

1 波的形成	151
2 波的描述	153
专题课:振动图像和波的图像 波的多解	157
3 波的反射、折射和衍射	159
4 波的干涉	161
5 多普勒效应	164
⑩ 知识整合与通关(三)	166

## 04 第四章 光

PART FOUR

1 光的折射	168
第1课时 折射现象与折射定律	168
第2课时 实验:测量玻璃的折射率	171
2 全反射	174
专题课:几何光学问题的综合分析	177
3 光的干涉	179
4 实验:用双缝干涉测量光的波长	183
5 光的衍射	185
6 光的偏振 激光	188
⑩ 知识整合与通关(四)	191

◆ 参考答案	193
--------	-----

# 第一章 动量守恒定律



AI学习有疑问  
扫码添加AI伴学者

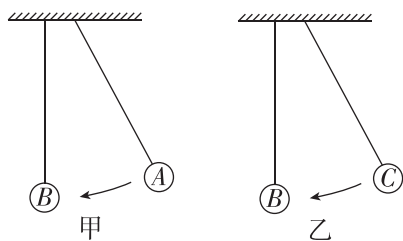


讲课智能体

## 1 动量

### 学习任务一 寻求碰撞中的不变量

[科学探究] (1)用两根长度相同的细线,分别悬挂A、B和C、B两个大小完全相同的钢球,且两球并排放置.拉起A球和C球,放开后,与静止的B球发生碰撞.



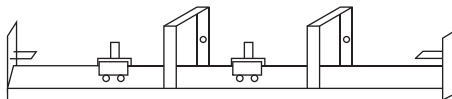
①如图甲所示,若  $m_A = m_B$ , 碰撞后A球 \_\_\_\_\_, B球 \_\_\_\_\_, 最终摆到 \_\_\_\_\_. 碰撞前后,两球的速度之和 \_\_\_\_\_.

②如图乙所示,若  $m_C > m_B$ , 碰撞后B球获得 \_\_\_\_\_, 摆起的最大高度 \_\_\_\_\_ C球被拉起时的高度. 碰撞前后,两球的速度之和 \_\_\_\_\_, 速度变化跟它们的 \_\_\_\_\_ 有关.

(2)用实验数据验证猜想

两辆小车都放在滑轨上,用一辆运动的质量为  $m_1$  的小车碰撞一辆静止的质量为  $m_2$  的小车,碰后两辆小车粘在一起运动,小车的速度用

滑轨上的计时器测量,下表的数据是某次实验时采集的,其中  $v$  是运动小车碰前的速度,  $v'$  是碰后两车的共同速度.



	$m_1/\text{kg}$	$m_2/\text{kg}$	$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$v'/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.519	0.519	0.628	0.307
2	0.519	0.718	0.656	0.265
3	0.718	0.519	0.572	0.321

	$E_{k1}/\text{J}$	$E_{k2}/\text{J}$	$m_1 v / (\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$(m_1 + m_2) v' / (\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.102	0.049	0.326	0.319
2	0.112	0.043	0.340	0.328
3	0.117	0.064	0.411	0.397

①结论:两辆小车碰撞前后动能之和  $E_{k1}$  与  $E_{k2}$  \_\_\_\_\_ (选填“相等”或“不相等”)

②结论:两辆小车碰撞前后 \_\_\_\_\_ 基本不变.

### 学习任务二 动量及动量的变化量

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.

动量

(1)定义:物体的 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 的乘积.

(2)表达式:  $p =$  \_\_\_\_\_.

(3)单位:动量的国际制单位是 \_\_\_\_\_, 符号是 \_\_\_\_\_.

(4)方向:动量是 \_\_\_\_\_, 它的方向与 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 的方向相同.

(5)动量变化量  $\Delta p = p_2 - p_1$ ,  $\Delta p$  是矢量,方向与  $\Delta v$  一致.

(6)动量变化率:动量的变化量与对应的时间的比值,反映动量变化的快慢.

【辨别明理】

(1)动量越大,物体的速度越大. ( )

- (2) 动量相同的物体, 运动方向一定相同. ( )
- (3) 动量变化量的方向一定和物体初动量的方向相同. ( )

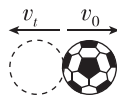
**例 1** [2026 · 山西省实验中学高二月考] 下列关于动量的说法正确的是 ( )

- A. 质量和速率都相同的物体动量一定相同
- B. 质量越大的物体动量一定越大
- C. 一个物体所受的合外力不为零, 它的动量一定改变
- D. 一个物体的加速度不变, 其动量一定不变

[反思感悟]

**例 2** 如图所示, 一足球运动员踢一只质量为  $0.4 \text{ kg}$  的足球, 若足球以  $12 \text{ m/s}$  的速率水平撞向球门门柱, 然后以  $8 \text{ m/s}$  的速率反向弹回, 这一过程的足球动量的变化量 ( )

- A. 大小为  $1.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与飞向球门方向相同
- B. 大小为  $1.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与飞向球门方向相反
- C. 大小为  $8.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与飞向球门方向相同
- D. 大小为  $8.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 方向与飞向球门方向相反



**【要点总结】**

动量变化量  $\Delta p$  的计算遵守矢量运算法则.

(1) 物体做直线运动的情况:

①先规定正方向; ②用“+”“-”表示各矢量方向; ③将矢量运算简化为代数运算.

(2) 初、末状态动量不在一条直线上的情况:

可按平行四边形定则求得  $\Delta p$  的大小和方向, 这时  $\Delta p$ 、 $p_1$  为邻边,  $p_2$  为平行四边形的对角线.

### 学习任务三 动量与动能的比较

[科学思维]

物理量	动量	动能
定义式	$p = mv$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
标矢性	矢量	标量
$v$ 含义	速度	速率
联系	$E_k = \frac{p^2}{2m}, p = \sqrt{2mE_k}$	

**例 3** 关于动量与动能, 以下说法正确的是 ( )

- A. 两个物体动能相等, 它们的动量也一定相等
- B. 两个物体动量相等, 它们的动能也一定相等
- C. 质量相等的两个物体若动量相等, 则它们的动能一定相同

- D. 质量相等的两个物体若动能相等, 则它们的动量一定相等

[反思感悟]

**变式** [2025 · 河北邯郸一中高二月考] 一遥控无人机在竖直面内做匀速圆周运动, 下列说法正确的是 ( )

- A. 无人机的机械能不变, 动量不变
- B. 无人机的机械能不变, 动量变化
- C. 无人机的机械能变化, 动量不变
- D. 无人机的机械能与动量均变化

**【要点总结】**

- $v$  的大小或方向变化都可使  $p$  发生变化;
- 只有  $v$  的大小发生变化时才会使  $E_k$  发生变化.

### // 随堂巩固 //

1. (动量的理解) 关于物体的动量, 下列说法中正确的是 ( )

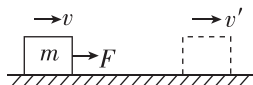
- A. 同一物体, 动量越大, 速度越大
- B.  $(-8 \text{ kg} \cdot \text{m/s})$  的动量小于  $(+6 \text{ kg} \cdot \text{m/s})$

- C. 物体的动量发生变化, 其动能一定发生变化
- D. 做匀速圆周运动的物体, 其动量不变



**[科学推理]** 推导动量定理表达式:

如图所示,一个质量为  $m$  的物体在光滑的水平面上受到向右的恒定外力  $F$  作用,经过时间  $\Delta t$  速度从  $v$  变为  $v'$ ,应用牛顿第二定律和运动学公式推导物体的动量变化量  $\Delta p$  与恒力  $F$  及作用时间  $\Delta t$  的关系.



### 角度一 用动量定理定性解释现象

**例 3** [2026·湖南师大附中高二月考] 碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零,关于安全气囊在此过程中的作用,下列说法正确的是 ( )

- A. 事故中气囊对头部的冲量与头部对气囊的冲量相同
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

**[反思感悟]** .....

**变式** [2026·江苏天一中学高二月考] 如图甲、乙所示,在码头和船边悬挂有旧轮胎,船以某一速度靠近并停靠在码头上.关于轮胎的作用,下列说法正确的是 ( )



甲



乙

- A. 可以增大船与码头间的作用力
- B. 可以增大船停靠过程的时间
- C. 可以增大船停靠过程中的动能变化量
- D. 可以增大船停靠过程中的动量变化量

### 【要点总结】

动量定理的理解

- (1) 动量定理不仅适用于恒力,也适用于随时间变化的作用力.这种情况下,动量定理中的力  $F$  应理解为变力在作用时间内的平均值.
- (2) 动量定理的表达式  $F\Delta t = mv' - mv$  是矢量式,运用动量定理解题时,要注意规定正方向.公式中的  $F$  是物体或系统所受的合力.
- (3) 动量定理不仅适用于宏观物体的低速运动,微观粒子的高速运动同样适用.

### 角度二 用动量定理定量计算

动量定理应用的基本程序:

- (1) 确定研究对象
- (2) 对研究对象进行受力分析,求合力冲量.
- (3) 抓住过程的初、末状态,选好正方向,确定各动量和冲量的正、负号,注意分析速度时一定要选取同一个参考系.
- (4) 根据动量定理列方程,如有必要还需要补充其他方程,最后代入数据求解.

**例 4** [2026·江苏前黄高级中学高二月考] 如图所示是一个蹦床,一名质量为  $30\text{ kg}$  的学生从离水平网面  $0.20\text{ m}$  的高处自由下落,着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面  $1.25\text{ m}$  的高处.已知该学生从下落到返回最高点的整个过程所用时间为  $1.2\text{ s}$ ,不计空气阻力,重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ .

- (1) 求该同学刚接触网时和离开网时的动量;
- (2) 求网对该同学的平均作用力大小;
- (3) 网对该同学做功为多少?



**例 5** 如图所示,用  $0.5 \text{ kg}$  的铁锤钉钉子. 打击前铁锤的速度为  $4 \text{ m/s}$ , 打击后铁锤的速度变为  $0$ , 设打击时间为  $0.01 \text{ s}$ ,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ .

(1) 不计铁锤所受的重力, 铁锤钉钉子的平均作用力是多大?

(2) 考虑铁锤所受的重力, 铁锤钉钉子的平均作用力是多大?



### 拓展延伸

你分析一下, 在计算铁锤钉钉子的平均作用力时, 在什么情况下可以不计铁锤所受的重力.

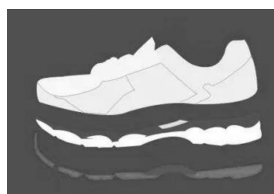
## // 随堂巩固 //

1. (冲量与动量) 某物体在一段运动过程中受到的冲量为  $-1 \text{ N} \cdot \text{s}$ , 则 ( )

- A. 物体的初动量方向一定与这个冲量方向相反
- B. 物体的末动量一定是负值
- C. 物体的动量一定减小
- D. 物体动量的变化量的方向一定与所规定的正方向相反

2. (动量定理解释现象) 减震性跑步鞋通常有较柔软且弹性好的夹层鞋底帮助足部减震. 如图是某品牌跑鞋结构示意图, 关于减震的分析下列说法正确的是 ( )

- A. 减震跑步鞋减小了脚掌受力时间
- B. 减震跑步鞋减小了人脚与地面作用前后动量的变化量



C. 减震跑步鞋减小了人脚与地面作用过程的作用力

D. 减震跑步鞋减震部分吸收的能量不能再释放出来

3. (动量定理的应用) [2025 · 重庆巴蜀中学高二月考] 高空抛物是一种会带来社会危害的不文明行为, 不起眼的物品从高空落下就可能致人伤亡. 某小区的监控摄像头录像显示, 一花盆从距离地面  $20 \text{ m}$  高的阳台上掉下, 落地时与地面作用时间为  $0.1 \text{ s}$ , 假设花盆质量为  $3 \text{ kg}$  且掉下时无初速度, 与地面作用后不反弹, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 不计空气阻力. 则花盆落地时对地面的平均作用力大小为 ( )

- A.  $600 \text{ N}$
- B.  $630 \text{ N}$
- C.  $300 \text{ N}$
- D.  $330 \text{ N}$

## 专题课：动量定理的应用

### 学习任务一 动量定理处理多过程问题

[科学思维] 多过程问题常采用两种方法

(1) 分段法: 找出每一段合外力的冲量  $I_1, I_2, \dots, I_n$ , 这些冲量的矢量和即外力的合冲量  $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ , 根据动量定理  $I = p' - p$  求解, 分段处理时, 需注意各段冲量的正负.

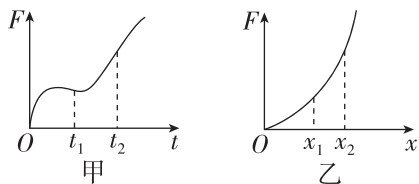
(2) 全程法: 在全过程中, 第一个力的冲量  $I_1$ , 第二个力的冲量  $I_2, \dots$  第  $n$  个力的冲量  $I_n$ , 这些冲量的矢量和即合冲量  $I$ , 根据  $I = p' - p$  求解, 用全程法求解时, 需注意每个力的作用时间及力的方向. 若不要求中间量, 用全程法更为简便.

**例 1** [2025·河北邢台一中高二期中] 蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目. 一个质量为  $60\text{ kg}$  的运动员, 从离水平网面为  $3.2\text{ m}$  高处自由下落, 着网后沿竖直方向蹦回离水平网面为  $5.0\text{ m}$  高处, 不计空气阻力. 已知运动员与网接触的时间为  $1.2\text{ s}$ , 若把这段时间内网对运动员的作用力

当作恒力处理, 求该力的大小和方向. ( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ )

## 学习任务二 动量定理与图像法的综合应用

[科学思维] “ $F-t$ ”图像与“ $F-x$ ”图像辨析  
冲量是力在时间上的积累, 而功是力在空间上的积累. 这两种积累作用可以在“ $F-t$ ”图像和“ $F-x$ ”图像上用面积表示, 如图甲、乙所示.

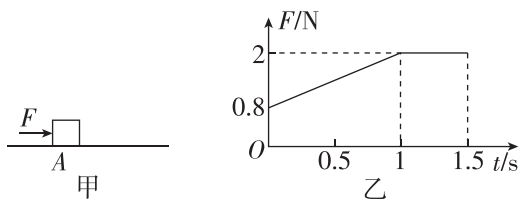


①  $F-t$  图像中, 图线与横轴围成的面积表示  $F$  的冲量(动量的变化量);

②  $F-x$  图像中, 图线与横轴围成的面积表示力  $F$  做的功.

**例 2** [2026·山东泰安一中高二月考] 如图甲所示, 一小物块在水平向右的推力  $F$  作用下从  $A$  点由静止开始向右做直线运动, 力  $F$  的大小随时间变化的规律如图乙所示, 物块的质量为  $m = 1\text{ kg}$ , 与台面间的动摩擦因数为  $\mu = 0.1$ ,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ . 则物块在  $t = 1.5\text{ s}$  时刻的速

度大小为 ( )



- A.  $\frac{9}{10}\text{ m/s}$                       B.  $\frac{13}{12}\text{ m/s}$   
C.  $\frac{11}{12}\text{ m/s}$                       D.  $2\text{ m/s}$

[反思感悟]

【技法点拨】

$F-t$  图像中, 在时间轴上方面积为正, 在时间轴下方面积为负, 合力的冲量(动量的变化量)等于上下面积绝对值之差. 若物体受到多个力, 某个力的  $F-t$  图像中, 图线与横轴围成的面积仅表示这个力的冲量.

## 学习任务三 动量定理与微元法的综合应用

(一) 流体类“柱状模型”

流体及其特点	通常液体流、气体流等被广义地视为“流体”, 质量具有连续性, 通常已知密度 $\rho$	
分析步骤	1	建立“柱状模型”, 沿流速 $v$ 的方向选取一段柱形流体, 其横截面积为 $S$
	2	微元研究, 作用时间 $\Delta t$ 内的一段柱形流体的长度为 $\Delta l$ , 对应的质量为 $\Delta m = \rho S \Delta l = \rho S v \Delta t$
	3	建立方程, 应用动量定理研究这段柱状流体

**例 3** [2026·江苏南京师大附属扬子中学高二月考] 司机清洗汽车时会用到如图所示的高压水枪. 已知水枪喷出水柱的半径为  $R$ , 水流速度为  $v$ , 水柱垂直于汽车表面, 水柱冲击汽车后水的速度为零, 水的密度为  $\rho$ , 若进入水枪的水流速度可忽略不计. 下列说法正确的是 ( )

- A. 高压水枪单位时间喷出的水的质量为  $\rho v R^2$

(续表)

分析 步骤	1	建立“柱状模型”，沿速度 $v$ 的方向选取一段柱体，其横截面积为 $S$
	2	微元研究，作用时间 $\Delta t$ 内一段柱体的长度为 $\Delta l$ ，对应的体积为 $\Delta V = S v \Delta t$ ，则微元内的粒子数 $N = n v S \Delta t$
	3	先应用动量定理研究单个粒子，建立方程，再乘 $N$ 计算

- B. 汽车对水柱的平均作用力为  $\rho \pi v R^2$
- C. 当高压水枪喷口的出水柱的半径变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍
- D. 当高压水枪喷口的出水速度变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍



[反思感悟]

### (二) 微粒类“柱状模型”

微粒及其特点	通常电子流、光子流、尘埃等被广义地视为“微粒”，质量具有独立性，通常给出单位体积内粒子数 $n$
--------	--

**例 4** 有一宇宙飞船，它的正面面积  $S = 0.98 \text{ m}^2$ ，以  $v = 2 \times 10^3 \text{ m/s}$  的速度飞入一宇宙微粒尘区，此尘区每立方米空间内有一个微粒，微粒的平均质量  $m = 2 \times 10^{-7} \text{ kg}$ ，设微粒与飞船外壳碰撞后附着于飞船上。要使飞船速度保持不变，则飞船的牵引力应增加 ( )

- A. 0.584 N                      B. 0.784 N
- C. 0.884 N                      D. 0.984 N

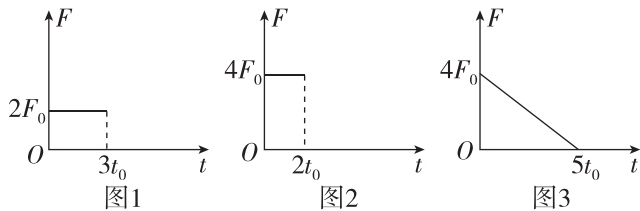
[反思感悟]

## // 随堂巩固 //

1. (动量定理处理多过程问题) 某消防队员从一平台上跳下，下落 1 s 后双脚触地，接着他用双腿弯曲的方法缓冲，使自身重心又下降了 0.2 s，不计空气阻力，在着地过程中地面对他双脚的平均作用力约为 ( )

- A. 自身所受重力的 2 倍
- B. 自身所受重力的 6 倍
- C. 自身所受重力的 8 倍
- D. 自身所受重力的 10 倍

2. (动量定理与图像法的综合应用)[2026 · 广东深圳中学高二月考] 甲、乙、丙三个不同物体所受的力与时间的关系图像分别如图 1、2、3 所示，作用力使物体的动量发生变化，则它们动量变化量的大小关系为 ( )



- A. 甲 > 乙 > 丙
- B. 丙 > 乙 > 甲
- C. 丙 > 甲 > 乙

D. 因物体的质量未知，无法判断

3. (微元法的应用)[2025 · 江苏无锡一中高二月考] 台风“贝碧嘉”给高层建筑物带来了不小的挑战。已知三级风速约为 4 m/s，十四级风速约为 44 m/s，则十四级风速作用在建筑物上的风力大约是三级风速作用在建筑物上的风力的 ( )

- A. 11 倍                          B. 120 倍
- C. 180 倍                          D. 1900 倍

### 3 动量守恒定律

#### 学习任务一 对动量守恒条件的理解

**[科学推理]** 如图所示,在光滑水平桌面上有两个向同一方向做匀速直线运动的物体 A、B,质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ ,速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ,且  $v_2 > v_1$ .当 B 追上 A 时发生碰撞,碰撞时间  $\Delta t$  极短,碰撞过程中 B 对 A 的作用力为  $F_1$ ,A 对 B 的作用力为  $F_2$ ,碰撞后 A、B 的速度分别是  $v_1'$ 、 $v_2'$ .请用所学知识证明:碰撞前后两物体的动量之和不变.




---



---



---



---



---

**[教材链接]** 阅读教材,完成下列填空.

(1)系统、内力和外力

①系统:\_\_\_\_\_相互作用的物体构成的整体.

②内力:系统\_\_\_\_\_物体间的作用力.

③外力:系统\_\_\_\_\_的物体施加给系统\_\_\_\_\_物体的力.

(2)动量守恒定律

①内容:如果一个系统不受\_\_\_\_\_,或者所受\_\_\_\_\_的矢量和为 0,这个系统的总动量保持不变.

②表达式:对两个物体组成的系统,常写成\_\_\_\_\_或者  $p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$ .

③动量守恒定律的应用情景

情景 1:系统不受外力;(理想条件)

情景 2:系统受到外力,但外力的合力为零;(实际条件)

情景 3:系统受到外力,且外力的合力不为零,但在某一方向上不受外力或所受外力的合力为零

时,则系统在这一方向上动量守恒.(单向条件)  
情景 4:系统所受外力合力不为零,但系统内力远大于外力,外力相对来说可以忽略不计,因而系统动量近似守恒.(近似条件)

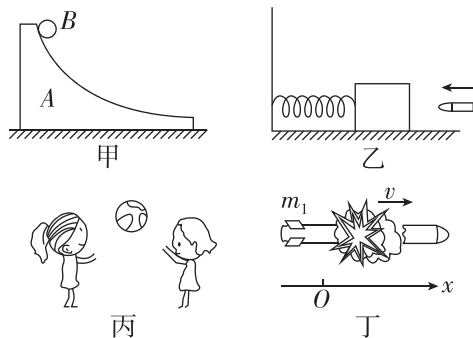
**[辨别明理]**

(1)一个系统初、末状态动量大小相等,即动量守恒. ( )

(2)系统动量守恒也就是系统总动量变化量始终为零. ( )

(3)只要系统内存在摩擦力,动量就一定不守恒. ( )

**例 1** [2025·陕西汉中高二期末] 关于下面四种情境说法正确的是 ( )

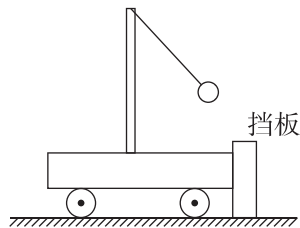


- A. 甲图中小球从静止在光滑水平面上的斜槽顶端释放,在离开斜槽前小球和斜槽构成的系统动量守恒
- B. 乙图中子弹打进木块后一起向左运动的过程,子弹和木块构成的系统动量守恒
- C. 丙图中两同学传接篮球的过程,两同学和篮球构成的系统动量不守恒
- D. 丁图中一枚在空中飞行的火箭在某时刻突然炸裂成两块,在炸裂前后系统动量不守恒

**[反思感悟]** \_\_\_\_\_

**例 2** [2026·浙江杭州二中高二月考] 光滑水平面上放置固定有竖直杆的小车,轻绳一端系有球,另一端系于杆顶,车右侧有固定挡板.现将小球向右拉开至如图位置,然后释放小球,

小球第一次向左摆动至最高点过程中 ( )



- A. 下摆过程,球车系统在水平方向上动量守恒
- B. 下摆过程,球车系统在竖直方向上动量守恒

- C. 上摆过程,球车系统在水平方向上动量守恒
- D. 上摆过程,球车系统在竖直方向上动量守恒

[反思感悟]

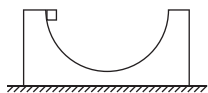
【要点总结】

动量守恒定律是一个独立的实验定律,它适用于目前为止物理学研究的一切领域.

## 学习任务二 某一方向动量守恒定律的应用

**例 3** (多选)[2025·河北邢台一中高二月考]

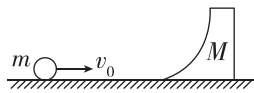
如图所示,内壁光滑的半圆形滑槽放置在光滑水平地面上,从滑槽左端的最高点由静止释放小滑块(可视为质点).对于小滑块从释放至运动到滑槽最低点的过程中,下列说法正确的是 ( )



- A. 小滑块和滑槽构成的系统动量守恒
- B. 小滑块和滑槽构成的系统在水平方向上动量守恒
- C. 小滑块和滑槽构成的系统在竖直方向上动量守恒
- D. 小滑块对滑槽的弹力做正功

[反思感悟]

**变式 1** 如图所示,质量为  $M$  的滑块静止在光滑的水平面上,滑块的光滑弧面底部与桌面相切,一个质量为  $m$  的小球以速度  $v_0$  向滑块运动,小球最后未越过滑块,则小球到达最高点时,小球和滑块的速度大小是 ( )



- A.  $\frac{mv_0}{M+m}$
- B.  $\frac{mv_0}{M}$
- C.  $\frac{Mv_0}{M+m}$
- D.  $\frac{Mv_0}{m}$

## 学习任务三 动量守恒定律的应用

[科学思维] 处理动量守恒问题的步骤

- (1)分析题目涉及的物理过程,选择合适的系统、过程,这是正确解决此类题目的关键;
- (2)判断所选定的系统、过程是否满足动量守恒定律的条件;
- (3)确定物理过程及其系统内物体对应的初、末状态的动量;
- (4)确定正方向,选取恰当的动量守恒的表达式求解.

**例 4** [2026·重庆南开中学高二月考] 如图所示,橡皮艇静止在平静的湖面,质量为  $m$  的人以

水平速度  $v_0$  跳离湖岸后落入橡皮艇中,稳定后人和橡皮艇以  $\frac{3}{5}v_0$  的速度沿湖面匀速运动,不计水对橡皮艇的阻力,则橡皮艇的质量为 ( )



- A.  $\frac{1}{2}m$
- B.  $\frac{2}{3}m$
- C.  $\frac{3}{4}m$
- D.  $\frac{4}{3}m$

**变式 2** [2026·福建厦门一中高二期末] 花样滑冰是技巧与艺术性相结合的一个冰上运动项目,在音乐伴奏下,运动员在冰面上表演各种技巧和舞蹈动作,极具观赏性.甲、乙两运动员以大小为  $1\text{ m/s}$  的速度沿同一直线相向运动.相遇时彼此用力推对方,此后甲以大小为  $1\text{ m/s}$ 、乙以大小为  $2\text{ m/s}$  的速度向各自原方向的反方向运动,推开时间极短,忽略冰面的摩擦,则甲、乙运动员的质量之比是 ( )

- A.  $1:3$                       B.  $3:1$   
C.  $2:3$                       D.  $3:2$

### 【要点总结】

动量守恒定律的五种性质:

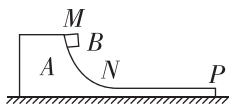
- (1) 矢量性:动量守恒定律的表达式是一个矢量式,要按矢量运算法则计算.
- (2) 相对性:系统中各物体在相互作用前、后的动量必须相对于同一惯性参考系.
- (3) 条件性:动量守恒定律要满足动量守恒的条件.
- (4) 同时性:系统中各物体动量在相互作用前、后为同一时刻的动量.
- (5) 普适性:动量守恒定律不仅适用两体系统,也适用于多体系统;不仅适用于宏观物体,也适用于微观粒子系统.

### // 随堂巩固 //

1. (对动量守恒条件的理解)(多选)关于动量守恒的条件,下列说法正确的是 ( )

- A. 只要系统内有摩擦力,动量就不可能守恒  
B. 只要系统所受合外力为零,系统动量就守恒  
C. 系统加速度为零,系统动量一定守恒  
D. 只要系统所受合外力不为零,则系统在任何方向上动量都不可能守恒

2. (某方向上的动量守恒)(多选)如图所示,木块 A 静置于光滑的水平面上,其曲面部分 MN 光滑,水平部分 NP 粗糙.现有一物体 B 自 M 点由静止下滑,设 NP 足够长,则以下说法正确的是 ( )



- A. A、B 最终以同一不为零的速度运动  
B. A、B 最终速度均为零  
C. 木块 A 先做加速运动,后做减速运动  
D. 木块 A 先做加速运动,后做匀速运动

3. (动量守恒定律的应用)[2026·山东广饶高二月考] 某火车机车以  $0.8\text{ m/s}$  的速度驶向停在铁轨上的 15 节与机车相同的车厢,跟它们对接.机车跟第 1 节车厢相碰后,它们连在一起具有一个共同的速度,紧接着又跟第 2 节车厢相碰,就这样,直至碰上最后一节车厢.设机车和车厢的质量相等,则跟最后一节车厢相碰后车厢的速度为(铁轨的摩擦忽略不计) ( )

- A.  $0.053\text{ m/s}$                       B.  $0.05\text{ m/s}$   
C.  $0.057\text{ m/s}$                       D.  $0.06\text{ m/s}$

## 专题课：动量守恒定律的应用

### 学习任务一 多物体、多过程中动量守恒的判断

[科学思维] 多物体、多过程中动量守恒的判断注意以下两点:

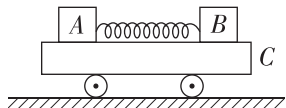
(1) 分析题意,明确研究对象

对于多个物体、比较复杂的物理过程,要明确在哪些阶段中,哪些物体发生相互作用,从而确定所研究的系统是由哪些物体组成的.

(2) 要对各阶段所选系统内的物体进行受力分析

弄清哪些是系统内部物体之间相互作用的内力,哪些是系统外物体对系统内物体作用的外力.在受力分析的基础上根据动量守恒定律条件,判断能否应用动量守恒定律.

**例 1** [2026·江苏南通如皋中学高二月考] 如图所示,  $A$ 、 $B$  两物体质量之比  $m_A : m_B = 3 : 2$ , 原来静止在平板小车  $C$  上.  $A$ 、 $B$  间有一根被压缩的弹簧, 地面光滑, 当弹簧突然释放后, 则下列说法中不正确的是 ( )



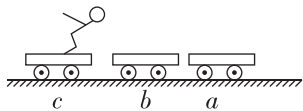
- A. 若  $A$ 、 $B$  与平板车上表面间的动摩擦因数相同,  $A$ 、 $B$  组成的系统动量守恒
- B. 若  $A$ 、 $B$  与平板车上表面间的动摩擦因数相同,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  组成的系统动量守恒
- C. 若  $A$ 、 $B$  所受的摩擦力大小相等,  $A$ 、 $B$  组成的系统动量守恒
- D. 若  $A$ 、 $B$  所受的摩擦力大小相等,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  组成的系统动量守恒

## 学习任务二 多物体、多过程中动量守恒定律的应用

**[科学思维]** 对于多物体、多过程, 应用动量守恒定律解题时应注意:

- (1) 分清作用过程中的不同阶段, 并按作用关系将系统内的物体分成几个小系统.
- (2) 对不同阶段、不同的小系统准确选取初、末状态, 分别列动量守恒方程.
- (3) 在研究地面上物体间相互作用的过程时, 各物体运动的速度均应取地球为参考系.

**例 2** (多选) 如图所示, 三辆完全相同的平板小车  $a$ 、 $b$ 、 $c$  成一直线排列, 静止在光滑水平面上.  $c$  车上有一小孩跳到  $b$  车上, 接着又立即从  $b$  车跳到  $a$  车上. 小孩跳离  $c$  车和  $b$  车时对地的水平速度相同. 他跳到  $a$  车上相对  $a$  车保持静止, 此后 ( )



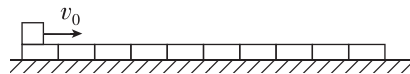
- A.  $a$ 、 $b$  两车运动速率相等
- B.  $a$ 、 $c$  两车运动速率相等
- C. 三辆车的速率关系为  $v_c > v_a > v_b$
- D.  $a$ 、 $c$  两车运动方向相反

**[反思感悟]** .....

**变式** 如图所示, 光滑水平地面上依次放置着 10 块质量均为  $m = 0.08 \text{ kg}$  的完全相同的长直木板. 一质量  $M = 1.0 \text{ kg}$ 、大小可忽略的小铜块以初速度  $v_0 = 6.0 \text{ m/s}$  从长木板左侧滑上木板,

当铜块滑离第一块木板时, 速度大小为  $v_1 = 4.0 \text{ m/s}$ , 铜块最终停在第二块木板上. 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 求:

- (1) 第一块木板的最终速度;
- (2) 铜块的最终速度. (结果保留两位有效数字)

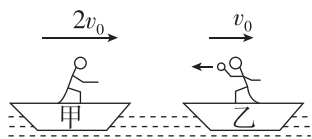


### 【要点总结】

一个系统如果满足动量守恒条件, 并且由两个以上的物体构成, 那么在对问题进行分析时, 既要注意系统总动量守恒, 又要注意系统内部分物体总动量守恒. 注重系统内部分物体动量守恒分析, 可以使求解突破关键的未知量, 增加方程个数, 为问题的最终解答铺平道路.



2. (动量守恒定律应用中的临界问题) 如图所示, 甲、乙两船的总质量(包括船、人和货物)分别为  $10m$ 、 $12m$ , 两船沿同一直线向同一方向运动, 速度分别为  $2v_0$ 、 $v_0$ . 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)

## 4 实验: 验证动量守恒定律

### 【实验思路】

#### 1. 一维碰撞

两个物体碰撞前沿同一直线运动, 碰撞后\_\_\_\_\_运动, 这种碰撞叫作一维碰撞.

#### 2. 实验的基本思路

在一维碰撞的情况下, 与物体运动有关的物理量只有物体的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_.

#### 3. 验证动量守恒定律

设两个物体的质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ , 碰撞前的速度分别为  $v_1$  和  $v_2$ , 碰撞后的速度分别为  $v_1'$  和  $v_2'$ , 若速度与设定的坐标轴的方向一致, 则取正值, 否则取负值. 探究  $m_1v_1 + m_2v_2 =$  \_\_\_\_\_ 是否成立.

### 方案一 研究气垫导轨上滑块碰撞时的动量守恒

#### 【实验原理】

如图所示. 这一实验装置不仅能保证碰撞是一维的, 还可以做出多种情形的碰撞, 速度的测量误差较小, 这个方案是本实验的首选.



#### 【实验器材】

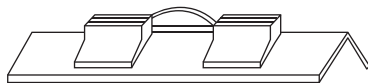
学生电源、气垫导轨、滑块、天平、光电门、光电计时器等.

#### 【物理量的测量】

1. 用天平测量两个滑块的质量  $m_1$ 、 $m_2$ .

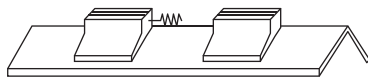
2. 调整导轨使之处于水平状态, 并使光电计时器系统正常工作.

3. 如图所示, 用细线将弹簧片弯成弓形, 放在两个滑块之间, 并使它们静止, 然后烧断细线, 两滑块随即向相反的方向运动.

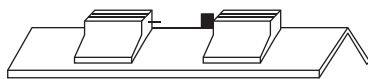


4. 记录滑块上遮光条的宽度  $\Delta x$  以及光电计时器显示的遮光时间  $\Delta t$ , 利用公式\_\_\_\_\_计算出两滑块相互作用前后的速度.

5. 如图所示, 在一个滑块上装上弹簧, 使两个滑块相互碰撞, 重复步骤 4.



6. 如图所示, 在两个滑块的碰撞端分别装上撞针和橡皮泥, 二者相碰后粘在一起, 重复步骤 4.



#### 【数据处理】

将实验中测得的物理量填入如下表格.

$$(m_1 = \underline{\hspace{2cm}}; m_2 = \underline{\hspace{2cm}})$$

	碰撞前		碰撞后		结论
	$v_1$	$v_2$	$v_1'$	$v_2'$	
速度					
$m v$	$m_1 v_1 + m_2 v_2$		$m_1 v_1' + m_2 v_2'$		

代入实验数据, 看在误差允许的范围内动量是否守恒.

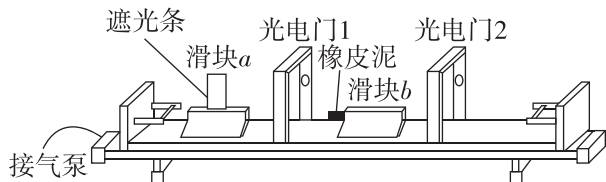
### 【注意事项】

1. 滑块速度的测量:滑块在气垫导轨上运动的速度

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ,式中  $\Delta x$  为滑块上的遮光条的宽度(由仪器说明书上给出,也可以直接测量), $\Delta t$  为光电计时器显示的遮光条经过光电门的时间.

2. 注意速度的矢量性:规定一个正方向,碰撞前、后滑块速度的方向与正方向比较,跟正方向相同即为正值,跟正方向相反即为负值,也就是说,比较  $m_1 v_1 + m_2 v_2$  与  $m_1 v_1' + m_2 v_2'$  是否相等时,应该把速度的正、负号代入计算.

**例 1** [2026·河北衡水高二期中] 某实验小组利用气垫导轨验证动量守恒定律,实验装置如图所示.



(1)下列操作需要进行的是 \_\_\_\_\_ ;(填选项前的字母)

- A. 测出遮光条的宽度  $d$
- B. 将气垫导轨调至水平
- C. 用天平测得滑块  $a$  (含遮光条)、 $b$  (含橡皮泥)的质量  $m_a$ 、 $m_b$
- D. 测出气垫导轨的长度  $L$

(2)将滑块  $a$  推至光电门 1 的左侧,将滑块  $b$  放在光电门 1 和 2 之间.向右轻推一下滑块  $a$ ,滑块通过光电门 1 后与静止的滑块  $b$  碰撞粘在一起通过光电门 2.测得滑块  $a$  通过光电门 1、2 的时间分别为  $t_1$  和  $t_2$ .在误差允许的范围内,只需验证等式 \_\_\_\_\_ (用题中所给的字母表示)成立,即说明碰撞过程中  $a$ 、 $b$  系统动量守恒;

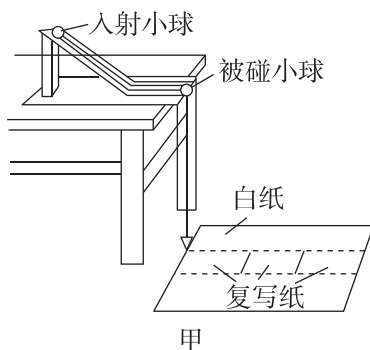
(3)某次实验中测得  $t_1 = 0.04 \text{ s}$ ,  $t_2 = 0.1 \text{ s}$ ,可知滑块  $a$ 、 $b$  的质量比值为 \_\_\_\_\_,二者碰撞过程中损失的机械能与碰前  $a$  的初动能的比值为 \_\_\_\_\_.

### 【反思感悟】

## 方案二 研究斜槽末端小球碰撞时的动量守恒

### 【实验原理】

如图甲所示,利用平抛运动的水平方向和竖直方向的等时性和独立性特点可知,高度相同则运动时间相同,水平方向做匀速直线运动,故可用水平位移替代水平初速度.

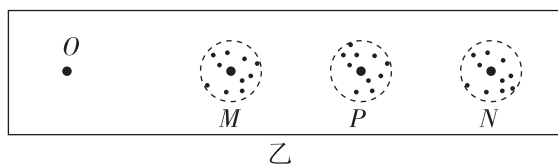


### 【实验器材】

斜槽轨道、铅垂线、天平、小球、白纸、复写纸、刻度尺等.

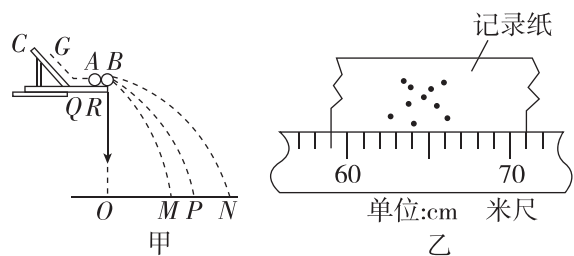
### 【物理量的测量】

1. 用天平测出两个半径相同的小球的质量  $m_1$ 、 $m_2$ ,并选定质量大的小球为入射小球(设  $m_1 > m_2$ ).
2. 按照图甲所示安装实验装置,调整固定斜槽使斜槽末端水平.
3. 白纸在下,复写纸在上,且在适当位置铺放好.记下铅垂线所指的位置  $O$ .
4. 不放被碰小球,让入射小球从斜槽上某固定高度处由静止滚下,重复 10 次.用圆规画尽量小的圆把所有的小球落点圈在里面,圆心  $P$  就是小球落点的平均位置.
5. 把被碰小球放在斜槽末端,让入射小球从斜槽同一高度处由静止滚下,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  $M$  和被碰小球落点的平均位置  $N$ ,如图乙所示.



6. 测量线段  $OP$ 、 $OM$ 、 $ON$  的长度. 将测量数据填入表中, 最后代入 \_\_\_\_\_, 看在误差允许的范围内此式是否成立.

**例 2** 某同学用图甲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, 图中  $CQ$  是斜槽,  $QR$  为水平槽, 二者平滑相接, 调节实验装置, 使小球放在  $QR$  上时恰能保持静止, 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, 落到位于水平地面上的记录纸上, 留下痕迹. 重复上述操作 10 次, 得到 10 个落点痕迹. 然后把  $B$  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.



图甲中  $O$  是水平槽末端  $R$  在记录纸上的垂直投影点,  $P$  为未放被碰球  $B$  时  $A$  球的平均落点,  $M$  为与  $B$  球碰后  $A$  球的平均落点,  $N$  为被碰球  $B$  的平均落点. 若  $B$  球落点痕迹如图乙所示, 其中米尺水平放置, 且平行于  $OP$ . 米尺的零刻度与  $O$  点对齐.

(1) 入射球  $A$  的质量  $m_A$  和被碰球  $B$  的质量  $m_B$  的关系是  $m_A$  \_\_\_\_\_ (选填“>”“<”或“=”)  $m_B$ .

(2) 碰撞后  $B$  球的水平射程约为 \_\_\_\_\_ cm.

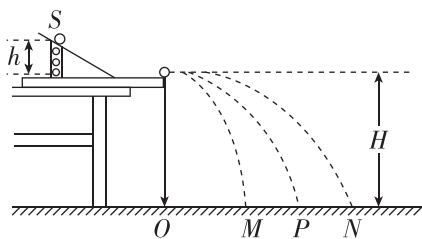
(3) 下列选项中, 属于本次实验必须测量的是 \_\_\_\_\_ (填选项前的字母).

- A. 水平槽上未放  $B$  球时, 测量  $A$  球平均落点位置到  $O$  点的距离
- B.  $A$  球与  $B$  球碰撞后, 测量  $A$  球平均落点位置到  $O$  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
- E. 测量  $G$  点相对于水平槽面的高度

(4) 若系统动量守恒, 则应有关系式: \_\_\_\_\_.

### // 随堂巩固 //

1. (用平抛运动验证动量守恒定律)[2026·广西大学附属中学高二月考] 如图所示, 用碰撞实验器可以探究碰撞中的不变量, 即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的关系.



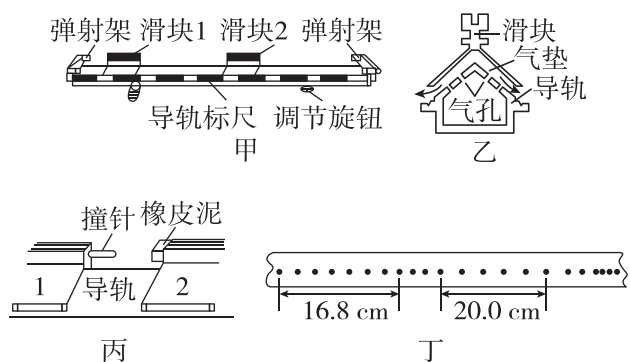
(1) 图中  $O$  点是小球抛出点在地面上的垂直投影. 实验时, 先让入射球多次从斜轨上  $S$  位置由静止释放, 找到其平均落地点的位置  $P$ , 测量平抛射程  $OP$ . 然后, 把被碰小球静置于轨道的水

平部分末端, 再将入射球从斜轨上  $S$  位置由静止释放, 与被碰小球相撞, 并多次重复. 接下来要完成的必要步骤是 \_\_\_\_\_ (填选项前的字母).

- A. 测量入射小球开始释放的高度  $h$
- B. 用天平测量两个小球的质量  $m_1$ 、 $m_2$
- C. 测量平抛射程  $OM$ 、 $ON$
- D. 测量抛出点距地面的高度  $H$

(2) 在某次的实验中, 得到小球的落点情况为  $OM = 7.75$  cm,  $OP = 12.75$  cm,  $ON = 20.00$  cm, 假设碰撞中系统动量守恒, 则入射小球的质量  $m_1$  和被碰小球的质量  $m_2$  应该满足  $m_1$  \_\_\_\_\_ (选填“>”“<”或“=”)  $m_2$ , 它们的比值  $m_1 : m_2 =$  \_\_\_\_\_.

2. (用气垫导轨验证动量守恒定律)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,压缩空气会从小孔中喷出,使滑块稳定地漂浮在导轨上,如图乙所示,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.



(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\_\_\_\_\_;

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和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(所用滑块1、2如图丙所示)放在气垫导轨的中间;

⑥先接通打点计时器的电源,然后\_\_\_\_\_,让滑块带动纸带一起运动;

⑦取下纸带,重复步骤④⑤⑥,选出较理想的纸带如图丁所示;

⑧测得滑块1(包括撞针)的质量为420 g,滑块2(包括橡皮泥)的质量为275 g.

(2)已知打点计时器每隔0.02 s打一个点,计算可知,两滑块相互接触作用前的总动量为\_\_\_\_\_ kg·m/s;两滑块相互作用以后的总动量为\_\_\_\_\_ kg·m/s.(均保留三位有效数字)

## 5 弹性碰撞和非弹性碰撞

### 学习任务一 弹性碰撞和非弹性碰撞

#### [物理观念]

#### 1. 碰撞过程的特点

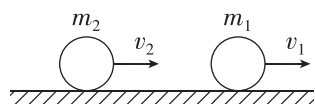
- (1)碰撞相互作用时间极短.
- (2)碰撞相互作用力极大,即内力远大于外力,满足系统动量守恒条件.
- (3)可以认为物体在碰撞的瞬间位置不变.

#### 2. 填写碰撞从能量角度的分类与特点的相关知识

弹性碰撞	碰撞前后动能_____
非弹性碰撞	碰撞后动能_____
完全非弹性碰撞	碰撞后合为一体或碰后具有共同速度,这种碰撞动能损失_____

[科学推理] 如图所示,质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  的两个大小相同的球分别以速度  $v_1$ 、 $v_2$  在光滑的

水平面上沿同一直线运动,其中  $v_2 > v_1$ ,两球碰撞后粘在一起以速度  $v$  运动.



系统碰撞前、后动量守恒,有\_\_\_\_\_.

碰撞后系统动能损失  $\Delta E_k =$ \_\_\_\_\_.

#### 【辨别明理】

(1)发生碰撞的两个物体,机械能一定是守恒的. ( )

(2)两球在光滑水平面上发生非弹性碰撞时,系统动量是守恒的. ( )