

全品



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品学练考

AI智慧升级版

主编 肖德好

导学案

高中物理

基础版

选择性必修第一册 RJ

本书为智慧教辅升级版

“讲课智能体”支持学生聊着学，扫码后哪里不会选哪里；随时随地想聊就聊，想问就问。



天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS

目录 | 导学案

01 第一章 动量守恒定律

PART ONE

1	动量	101
2	动量定理	103
	第 1 课时 动量定理	103
	第 2 课时 动量定理的应用	105
3	动量守恒定律	108
	第 1 课时 动量守恒定律	108
	第 2 课时 动量守恒定律的应用	110
4	实验：验证动量守恒定律	113
5	弹性碰撞和非弹性碰撞	116
6	反冲现象 火箭	119
	专题课：碰撞模型拓展	124

02 第二章 机械振动

PART TWO

1	简谐运动	129
2	简谐运动的描述	131
3	简谐运动的回复力和能量	135
4	单摆	138
5	实验：用单摆测量重力加速度	141
6	受迫振动 共振	144

03

第三章 机械波

PART THREE

1	波的形成	147
2	波的描述	149
	专题课：机械振动和机械波的综合问题	152
3	波的反射、折射和衍射	155
4	波的干涉	157
5	多普勒效应	159

04

第四章 光

PART FOUR

1	光的折射	162
	第 1 课时 光的折射	162
	第 2 课时 实验：测量玻璃的折射率	164
2	全反射	168
	专题课：几何光学问题的综合分析	171
3	光的干涉	173
4	实验：用双缝干涉测量光的波长	176
5	光的衍射	179
6	光的偏振 激光	182

◆	参考答案	185
---	------	-----

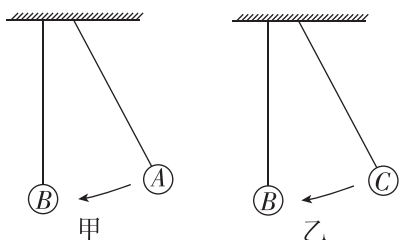
第一章 动量守恒定律

1 动量

学习任务一 寻求碰撞中的不变量

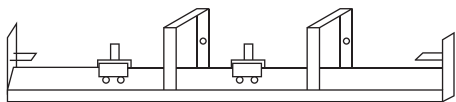
[科学探究] (1)如图甲,用两根长度相同的细线,分别悬挂两个完全相同的钢球 A、B,且两球并排放置.拉起 A 球,然后放开,该球与静止的 B 球发生碰撞.可以看到碰撞后 A 球_____, B 球_____,最终摆到_____.碰撞前后,两球的速度之和_____.

如图乙,将上面实验中的 A 球换成大小相同的 C 球,使 C 球质量大于 B 球质量,用手拉起 C 球至某一高度后放开,撞击静止的 B 球.可以看到碰后 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

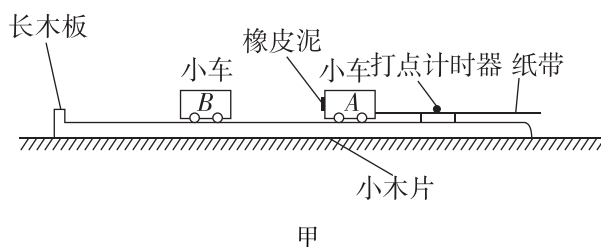
如图,两辆小车都放在滑轨上,用一辆运动的质量为 m_1 的小车碰撞一辆静止的质量为 m_2 的小车,碰撞后两辆小车粘在一起运动,小车的速度用滑轨上的计时器测量,下表的数据是某次实验时采集的:其中 v 是运动小车碰撞前的速度, v' 是碰撞后两小车的共同速度.



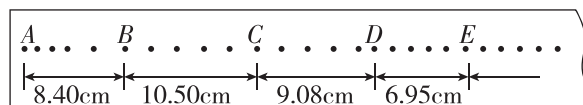
	m_1/kg	m_2/kg	$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$v'/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.519	0.519	0.628	0.307
2	0.519	0.718	0.656	0.265
3	0.718	0.519	0.572	0.321
	E_{k1}/J	E_{k2}/J	$m_1 v/(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$(m_1 + m_2) v'/(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1		0.049	0.326	0.319
2	0.112			0.328
3	0.117	0.064	0.411	

通过分析实验数据,两辆小车碰撞前后动能之和 E_{k1} 与 E_{k2} _____ (填“相等”或“不相等”),质量与速度的乘积之和_____.

例 1 某同学设计了一个用打点计时器探究碰撞过程中不变量的实验:在小车 A 的前端粘有橡皮泥,推动小车 A 使之做匀速运动,然后与原来静止在前方的小车 B 相碰并黏合成一体,继续做匀速运动,他设计的具体装置如图甲所示.在小车 A 后连着纸带,电磁打点计时器电源频率为 50 Hz,长木板下垫着小木片用以平衡摩擦力.



(1)若已得到打点纸带如图乙所示,并将测得的各计数点间距离标在图上, A 点是运动起始的第一点,则应选_____段来计算 A 的碰前速度,应选_____段来计算 A 和 B 碰后的共同速度(以上两格填“AB”或“BC”或“CD”或“DE”).



(2)已测得小车 A 的质量 $m_A = 0.40 \text{ kg}$, 小车 B 的质量 $m_B = 0.20 \text{ kg}$, 结合(1)中测量结果可得:碰前 $m_A v_A + m_B v_B =$ _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$; 碰后 $m_A v_A' + m_B v_B' =$ _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$. (以上两空结果保留 3 位有效数字)比较发现,在误差允许范围内,碰撞前后两个小车质量与速度的乘积之和_____.

[反思感悟]

学习任务二 动量及动量的变化量

[教材链接] 阅读教材“动量”的相关内容,完成下列填空.

一、动量

1. 定义:物理学中把_____和_____的乘积 mv 定义为物体的动量.
2. 表达式:_____.
3. 单位:_____,符号是_____.
4. 矢量性:动量是矢量,动量的方向与_____的方向相同,运算遵守_____定则.

二、动量的变化量

1. 定义:物体在某段时间内_____与_____的矢量差.
2. 物体沿直线运动时动量变化量的运算:选定坐标轴的方向,动量、动量的变化量用带正、负号的数值表示,从而将矢量运算简化成代数运算(此时的正、负号仅表示方向,不表示大小).
3. 表达式:_____.
4. 矢量性:动量的变化量也是矢量,方向与_____的方向相同.

例2 [2024·河北唐山高二期中] 关于动量,以下说法正确的是 ()

- A. 做匀速圆周运动的物体,其动量保持不变
B. 悬线拉着的摆球在竖直面内摆动时,每次经过最低点时的动量均相等
C. 动量相同的物体,其速度一定相等
D. 动量相同的物体,其速度方向一定相同

例3 如图所示,一个质量为 0.18 kg 的垒球,以大小为 25 m/s 的水平速度向左飞向球棒,被球棒打击后反向水平飞回,速度大小变为 45 m/s ,则这一过程中动量的变化量 ()

- A. 大小为 $3.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$,方向水平向左
B. 大小为 $3.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$,方向水平向右
C. 大小为 $12.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$,方向水平向左
D. 大小为 $12.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$,方向水平向右



【要点总结】

动量变化量 Δp 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 Δp 的大小和方向,这时 Δp 、 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	$p = mv$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
单位	$\text{kg}\cdot\text{m/s}$	J
性质	矢量	标量
特点	(1) 动量是可以在相互作用的物体间传递、转移的动量 (2) v 的大小或方向变化都可使 p 发生变化	(1) 动能可以转化为内能、光能、电能等其他形式的能量 (2) 只有 v 的大小发生变化时才会使 E_k 发生变化
联系	都是状态量,分别从不同的侧面反映和表示机械运动, $E_k = \frac{p^2}{2m}$, $p = \sqrt{2mE_k}$	
典例	匀速圆周运动中动量时刻变化,动能不变	

例4 [2025·山东滨州北镇中学高二上开学考] 对于质量一定的物体,下列说法正确的是 ()

- A. 动量变化,动能一定变化
B. 动能变化,动量一定变化
C. 速度不变,动量可能改变
D. 速度不变,动能可能改变

例5 [2025·湖北宜昌长阳一中高二月考] 质量为 0.2 kg 的玩具小车,速度由向左的 3 m/s 变为向右的 5 m/s ,取向左为正方向,则小车的动能变化量和动量变化量分别为 ()

- A. 1.6 J , $0.4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
B. 3.4 J , $0.4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
C. 1.6 J , $-1.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
D. 3.4 J , $-1.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

// 随堂巩固 //

1. (对动量的理解)(多选)下列关于动量的说法正确的是 ()

- A. 质量大的物体,动量一定大
- B. 甲物体的动量 $p_1 = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,乙物体的动量 $p_2 = -10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,所以 $p_1 > p_2$
- C. 一个物体的速率改变,它的动量一定改变
- D. 一个物体的运动状态改变,它的动量一定改变

2. (动量的变化量)(多选)质量为 0.5 kg 的物体,运动速度为 3 m/s ,它在一个变力作用下沿直线运动,经过一段时间后速度大小变为 7 m/s ,则这段时间内动量的变化量可能为 ()

- A. $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向与初速度方向相反
- B. $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向与初速度方向相同
- C. $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向与初速度方向相反
- D. $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向与初速度方向相同

3. (动量与动能的比较)两辆汽车的质量分别为 m_1 和 m_2 ,沿水平方向同方向行驶且具有相等的动能,已知 $m_1 > m_2$,则此时两辆汽车的动量 p_1 和 p_2 的大小关系是 ()

- A. $p_1 = p_2$
- B. $p_1 < p_2$
- C. $p_1 > p_2$
- D. 无法比较

2 动量定理

第1课时 动量定理

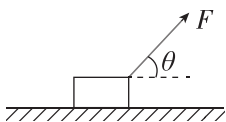
学习任务一 冲量的理解与计算

[教材链接] 阅读教材“动量定理”的相关内容,完成下列填空.

- 冲量:力与_____的乘积.
- 定义式: $I = F\Delta t$. 单位是_____,符号是_____.
- 物理意义:冲量反映了_____对_____的累积效应.
- 标矢性:冲量是_____,如果力的方向恒定,则冲量的方向与力的方向_____.
- 作用效果:使物体的_____发生变化.

例1 [2025·天津武清城关中学高二月考] 如图所示,一个物体在与水平方向成 θ 角的拉力 F 的作用下,沿粗糙水平面做匀加速运动,经过时间 t ,则 ()

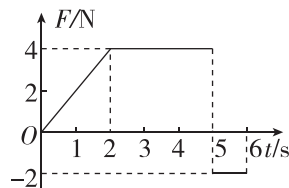
- A. 拉力对物体的冲量大小为 Ft
- B. 拉力对物体的冲量大小为 $Ft \cos \theta$
- C. 摩擦力对物体的冲量大小为 $Ft \cos \theta$
- D. 合外力对物体的冲量大小为零



例2 一质量为 0.25 kg 的滑块静置在水平地面上,在水平拉力 F 作用下,由静止开始运动. 已知力 F 随时间变化的规律如图所示,滑块与地面间的动摩

擦因数为 0.8 , g 取 10 m/s^2 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,则 $0 \sim 6 \text{ s}$ 内拉力 F 和滑块受到的合外力的冲量大小分别为 ()

- A. $14 \text{ N} \cdot \text{s}, 3 \text{ N} \cdot \text{s}$
- B. $14 \text{ N} \cdot \text{s}, 0$
- C. $3 \text{ N} \cdot \text{s}, 14 \text{ N} \cdot \text{s}$
- D. $0, 3 \text{ N} \cdot \text{s}$



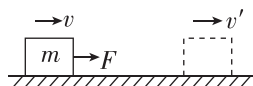
【技法点拨】

冲量的计算

恒力的冲量	求某个恒力的冲量:该力和力的作用时间的乘积
变力的冲量	(1)若力与时间成线性关系变化,则可用平均力求变力的冲量 (2)$F-t$ 图像中图线与时间轴围成的面积就是力的冲量. 如图所示
合力的冲量	(1)求几个力的合力的冲量时,既可以先算出各力的冲量后再求矢量和,也可以先算出各力的合力再求合力的冲量 (2)利用动量定理求合力的冲量(见学习任务二)

学习任务二 动量定理的理解和应用

[科学推理] 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 Δt 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 Δp 与恒力 F 及作用时间 Δt 的关系.



[教材链接] 阅读教材“动量定理”的相关内容,完成下列填空.

1. 内容:物体在一个过程中所受力的_____等于它在这个过程始末的_____.
2. 表达式: $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 也可以写作 $F(t' - t) = \underline{\hspace{2cm}}$.
3. 变形式: $F = \underline{\hspace{2cm}}$ (牛顿第二定律的动量形式),它表示物体动量的_____等于物体所受的力.

[科学思维]

1. 对动量定理的理解

- (1) 动量定理反映了合力的冲量是动量变化的原因.
- (2) 动量定理的表达式 $F \cdot \Delta t = \Delta p$ 是矢量式,运用它分析问题时要注意冲量、动量及动量变化量的方向,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恒定的作用力,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. 动量定理的应用

- (1) 应用动量定理定性解释生活中的现象.
根据动量定理,如果物体的动量发生的变化是一定的,那么作用的时间短,物体受的力就_____;作用的时间长,物体受的力就_____.

- (2) 应用 $I = \Delta p$ 求变力的冲量.

3. 应用动量定理解题的一般步骤

- (1) 选定研究对象,明确运动过程.
- (2) 进行受力和运动的初、末状态分析.
- (3) 选定正方向,根据动量定理列方程求解.

角度一 用动量定理定性解释生活中的现象

例 3 行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞,车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体. 若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. 增加了司机单位面积的受力大小
- 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

角度二 用动量定理定量计算

例 4 [2024·江苏盐城伍佑中学高二月考] 第四次“天宫课堂”中,航天员用“特制”乒乓球拍,把以 0.2 m/s 的速度迎面而来的质量为 20 g 的水球轻轻击出,水球以 0.3 m/s 的速度反向弹回. 试求水球弹回时运动的动量大小以及球拍对水球的冲量大小.

例 5 [2024·湖北宜昌一中高二月考] 一排球运动员进行接球训练,排球以 6 m/s 的速度竖直向下打在运动员的手上,然后以 8 m/s 的速度沿水平方向飞出. 已知排球的质量为 300 g ,排球与手作用时间为 0.2 s . 重力加速度大小取 10 m/s^2 . 求:

- (1) 排球动能的变化量;
- (2) 排球的动量变化量大小;
- (3) 排球对手的平均作用力大小.

【易错警示】

应用动量定理的四点注意事项

- (1) 明确物体受到冲量作用的结果是导致物体动量的变化, 冲量和动量都是矢量, 它们的加、减运算都遵循平行四边形定则.
- (2) 列方程前首先要选取正方向, 与规定的正方向一致的力或动量取正值, 反之取负值, 而不能只关注力或动量数

值的大小.

(3) 分析速度时一定要选取同一个参考系, 未加说明时一般是选地面为参考系, 同一道题目中一般不要选取不同的参考系.

(4) 公式中的冲量应是合力的冲量, 求动量的变化量时要严格按公式, 且要注意是末动量减去初动量.

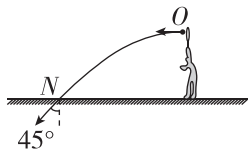
// 随堂巩固 //

1. (冲量与动量)[2025·吉林白城实验高级中学高二期末] 某物体在一段运动过程中受到的冲量为 $-1\text{ N}\cdot\text{s}$, 则 ()

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

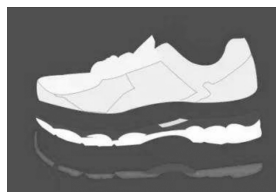
2. (冲量的计算) 如图所示, 运动员将质量为 m 的网球从 O 点以速度 v_0 水平击出, 网球落到水平地面上的 N 点时速度方向与竖直方向的夹角为 45° , 不计空气阻力, 则网球从 O 点运动到 N 点的过程中, 重力对网球的冲量大小为 ()

- $\frac{mv_0}{2}$
- mv_0
- $\sqrt{2}mv_0$
- $2mv_0$



3. (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 ()

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



- 减震跑步鞋减小了人脚与地面作用过程的作用力
- 减震跑步鞋减震部分吸收的能量不能再释放出来

4. (动量定理的应用)(多选) 打糍粑是中国传统节日的风俗, 流行于中国南方地区. 已知木槌质量为 10 kg , 木槌刚接触糍粑时的速度是 2 m/s , 打击 0.05 s 后木槌静止, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 关于打击糍粑过程, 下列说法正确的是 ()



- 木槌在 0.05 s 时间内动量先变大后变小
- 木槌打击糍粑的平均作用力为 500 N
- 木槌打击糍粑的平均作用力为 400 N
- 木槌在 0.05 s 时间内受到的合外力的冲量大小为 $20\text{ N}\cdot\text{s}$

第2课时 动量定理的应用

学习任务一 动量定理与动能定理的区别和应用

[科学思维]

- 动量定理揭示的是动量变化和冲量的因果关系, 即合力对物体的冲量结果是引起物体动量的变化, 一般涉及时间时用动量定理;
- 动能定理揭示的是动能的变化和功的因果关系, 即合力对物体做的功结果是引起物体动能的变化, 一般涉及位移或路程时用动能定理.

例1 一质点做曲线运动, 在前一段时间内速度大小由 v 增大到 $2v$, 在随后的一段时间内速度大小由 $2v$ 增大到 $5v$. 前后两段时间内, 合外力对质点做功分别为 W_1 和 W_2 , 合外力的冲量大小分别为 I_1 和 I_2 . 下列关系式一定成立的是 ()

- $W_2 = 3W_1, I_2 \leq 3I_1$
- $W_2 = 3W_1, I_2 \geq I_1$
- $W_2 = 7W_1, I_2 \leq 3I_1$
- $W_2 = 7W_1, I_2 \geq I_1$

学习任务二 应用动量定理处理多过程问题 解答规范

- [科学思维] 1. 多过程问题首先需要画出运动过程示意图,若包含碰撞过程或缓冲过程往往需运用动量定理解题.尤其碰撞过程,虽然时间短暂,但需提炼出来,并且重点探究.
2. 单物体多过程问题注意过程间的联系为衔接速度,常用规律有动量定理、动能定理,可分段使用,也可全程列式,有时综合使用.
3. 多物体多过程问题,主要运用整体法和隔离法解题,并且需注意物体运动的等时性.

例 2 在水平力 $F=30\text{ N}$ 的作用下,质量为 $m=5\text{ kg}$ 的物体由静止开始沿水平面运动.已知物体与水平

面间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$,若 F 作用 6 s 后撤去,撤去 F 后物体还能向前运动多长时间才停止? (g 取 10 m/s^2)

例 3 (9 分)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 kg 的运动员,从离水平网面为 3.2 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 m 的高处.已知运动员与网接触的时间为 1.2 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 m/s^2)

【审题指导】

题干关键	获取信息
离水平网面 3.2 m 高处自由下落	可获取接触网时的速度
蹦回离水平网面 5.0 m 高处	可获取离开网时的速度
作用力当作恒力	可直接应用 $mv'-mv=F_{\text{合}}\cdot\Delta t$

规范答题区		自评项目 (共 9 分)	自评+ 得分
		书写工整无涂抹(是否加分项)	☐ (√或×)
		有必要的文字说明(1 分)	
		有解题关键公式(6 分)	
		结果为数字的带有单位(1 分)	
		求矢量的有方向说明(1 分)	

【易错警示】

(1)动量定理是矢量式,规定正方向后,力、速度、冲量、动量均要遵循规定,与规定的正方向相同,则为正值,与规定的正方向相反,则为负值.

(2)动量定理中,等号左侧为合外力的冲量,首先应对研究对象进行完整的受力分析,不要丢掉某个力的冲量,尤其不要丢掉重力的冲量.

学习任务三 应用动量定理处理柱状问题

(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 ρ
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 Δt 内的一段柱形流体的长度为 Δl ，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

(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
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 Δt 内一段柱体的长度为 Δl ，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

例 4 鼓浪屿原名“圆沙洲”，因岛西南有一海蚀岩洞受浪潮冲击时声如擂鼓，故自明朝起雅化为今称的“鼓浪屿”，现为中国第 52 项世界遗产项目。某次涨潮中，海浪以 5 m/s 的速度垂直撞击到一平直礁石上，之后沿礁石两侧流走，已知礁石受冲击的面积为 2 m^2 ，海水的密度为 $1.05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，则海浪对礁石的冲击力约为 ()

- A. $1.05 \times 10^4 \text{ N}$ B. $5.25 \times 10^4 \text{ N}$
C. $7.88 \times 10^4 \text{ N}$ D. $2.63 \times 10^5 \text{ N}$

例 5 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

// 随堂巩固 //

1. (动量定理与动能定理的区别和应用)(多选)[2024 · 广东广州实验中学高二期中] 如图所示，观察发现，短道速滑“接棒”的运动员甲提前站在“交棒”的运动员乙前面，并且开始向前滑行，待乙追上甲时，乙猛推甲一把，使甲获得更大的速度向前冲出。在乙推甲的过程中，忽略运动员与冰面间在水平方向上的相互作用，则 ()

- A. 甲对乙的冲量大小一定等于乙对甲的冲量大小
B. 甲、乙的动量变化一定大小相等方向相反
C. 甲的动能增加量一定等于乙的动能减少量
D. 甲对乙做多少负功，乙对甲就一定做多少正功



2. (应用动量定理解决多过程问题)在某次蹦极中，质量为 50 kg 的运动员在弹性绳绷紧后又经过 2 s 速度减为零，假设弹性绳原长为 45 m 。若运动员从跳下到弹性绳绷紧前的过程称为过程 I，从绳开始绷紧到运动员速度减为零的过程称为过程 II。(重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，不计空气阻力)下列说法正确的是 ()

- A. 过程 II 中绳对运动员的平均作用力大小为 750 N
B. 过程 II 中运动员重力的冲量与绳作用力的冲量大小

相等

- C. 过程 II 中运动员动量的改变量等于弹性绳作用力的冲量
D. 过程 I 中运动员动量的改变量与重力的冲量相等

3. (应用动量定理处理柱状问题)(多选)[2025 · 四川南充白塔中学高二月考] 如图所示为清洗汽车用的高压水枪。设水枪喷出水柱的直径为 D ，水流速度为 v ，水柱垂直汽车表面，水柱冲击汽车后水的速度为零，手持高压水枪操作，进入水枪的水流速度可忽略不计，已知水的密度为 ρ 。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 $\rho \pi v D^2$
B. 高压水枪单位时间喷出的水的质量为 $\frac{1}{4} \rho \pi v D^2$



- C. 水柱对汽车的平均冲力为 $\frac{1}{4} \rho D^2 v^2$
D. 当高压水枪喷口的出水速度变为原来的 2 倍时，喷出的水对汽车的压强变为原来的 4 倍

3 动量守恒定律

第1课时 动量守恒定律

学习任务一 动量守恒定律

[科学论证] 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 Δt 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“动量守恒定律”的相关内容,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)

(4)普适性:动量守恒定律适用于目前为止物理学研究的_____领域.

例1 (多选)下列关于系统动量守恒的说法正确的是 ()

- A. 只要系统所受的合外力为零,系统动量就守恒
- B. 系统内有摩擦力,系统动量可能守恒
- C. 系统所受合外力不为零,其动量一定不守恒,但有可能在某一方向上守恒
- D. 如果系统所受合外力远大于内力,可近似认为系统动量守恒

例2 把一支枪水平固定在小车上,小车放在光滑的水平面上,枪发射出一颗子弹时,关于枪、子弹和车,下列说法正确的是 ()

- A. 枪和子弹组成的系统动量守恒
- B. 枪和车组成的系统动量守恒
- C. 三者组成的系统因为子弹和枪筒之间的摩擦力很小,使系统的动量变化很小,可忽略不计,故系统动量近似守恒
- D. 三者组成的系统动量守恒,因为系统只受重力和地面支持力这两个外力作用,且这两个外力的合力为零,故系统动量守恒

[反思感悟]

【要点总结】

系统动量是否守恒的判定方法

1. 选定研究对象及研究过程,分清外力与内力.
2. 分析系统受到的外力矢量和是否为零,若外力矢量和为零,则系统动量守恒;若外力在某一方向上合力为零,则在该方向上系统动量守恒.系统动量严格守恒的情况很少,在分析具体问题时要注意把实际过程理想化.
3. 除了利用动量守恒条件判定外,还可以通过实际过程中系统各物体各方向上总动量是否保持不变来进行直观的判定.

学习任务二 动量守恒定律的基本应用

[科学思维]

1. 动量守恒定律的五种性质

性质	内容
矢量性	动量守恒定律的表达式是一个矢量式,其矢量性表现在:①该式说明系统的总动量在相互作用前、后不仅大小相等,方向也相同;②在求初、末状态系统的总动量 $p=p_1+p_2+\cdots$ 和 $p'=p_1'+p_2'+\cdots$ 时,要按矢量运算法则计算
相对性	在动量守恒定律中,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,各物体的速度通常均为对地的速度
条件性	动量守恒定律的成立是有条件的,应用时一定要首先判断系统是否满足动量守恒的条件
同时性	动量守恒定律中 $p_1、p_2\cdots$ 必须是系统中各物体在相互作用前同一时刻的动量, $p_1'、p_2'\cdots$ 必须是系统中各物体在相互作用后同一时刻的动量
普适性	动量守恒定律不仅适用于两个物体组成的系统,也适用于多个物体组成的系统;不仅适用于宏观物体组成的系统,也适用于微观粒子组成的系统

2. 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 3 质量为 3 kg 的小球 A 在光滑水平面上以 6 m/s 的速度向右运动,恰遇上质量为 5 kg、以 4 m/s 的速度

向左运动的小球 B,碰撞后 B 球恰好静止,求碰撞后 A 球的速度.(结果保留两位有效数字)

例 4 [2024·河南商丘德盛中学高二月考] 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、乙两运动员均以大小为 1 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 m/s、乙以大小为 2 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】

系统动量守恒的几点说明

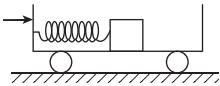
- (1)系统的动量守恒,并不是系统内各物体的动量都不变.一般来说,系统的动量守恒时,系统内各物体的动量是变化的,但系统内各物体的动量的矢量和是不变的.
- (2)动量守恒定律是矢量方程,规定正方向后,方向与正方向一致的矢量取正值,方向与正方向相反的矢量取负值.
- (3)系统动量严格守恒的情况是很少的,在分析守恒条件是否满足时,要注意对实际过程的理想化.

// 随堂巩固 //

1. (动量守恒的判断)[2024·江西抚州一中高二月考] 如图所示,光滑水平地面上有一小车,一轻弹簧的一端与车厢的挡板相连,另一端与滑块相连,滑块与车厢的水平底板间有摩擦.用力向右推动车厢,使弹簧压缩,撤去推力时滑块在车厢底板上有相对滑动.在地面参考系

(可视为惯性系)中,从撤去推力开始,小车、弹簧和滑块组成的系统 ()

- A. 动量守恒,机械能守恒
- B. 动量守恒,机械能不守恒
- C. 动量不守恒,机械能守恒
- D. 动量不守恒,机械能不守恒



2. (动量守恒定律的理解) 花样滑冰双人滑自由滑比赛中, 两个人静立在赛场中央, 互推后各自沿直线后退, 然后进行各种表演. 女选手的质量小于男选手的质量, 假设双人滑冰场地为光滑冰面, 下列关于两个人互推前后的说法正确的是 ()

- A. 静止在光滑的冰面上互推后瞬间, 两人的总动量不再为 0
 B. 静止在光滑的冰面上互推后瞬间, 两人的总动量为 0
 C. 男选手质量较大, 互推后两人分离时他获得的速度较大
 D. 女选手质量较小, 互推后两人分离时她获得的速度较小

3. (动量守恒定律的简单应用) 某鱼雷快艇在南海海域附近执行任务. 假设鱼雷快艇的总质量为 M , 以速度 v 前进, 现沿快艇前进方向发射一颗质量为 m 的鱼雷后, 快艇速度减为原来的 $\frac{3}{5}$, 不计水的阻力, 则鱼雷的发射速度为 ()

- A. $\frac{2M+3m}{5m}v$ B. $\frac{2M}{5m}v$
 C. $\frac{4M-m}{5m}v$ D. $\frac{4M}{5m}v$

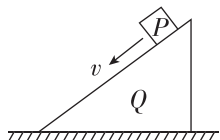
第 2 课时 动量守恒定律的应用

学习任务一 某一方向动量守恒定律的应用

若系统受到的合外力不为零, 则系统的动量不守恒. 但若在某一方向上受到的合力为零, 则系统在此方向上动量守恒. 系统在某一方向动量守恒时, 动量守恒表达式为: (以水平方向动量守恒为例)

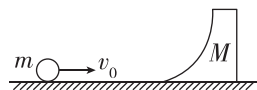
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

例 1 (多选) [2024 · 陕西西安高二期中] 物体 P 从置于光滑水平面上的斜面体 Q 的顶端以一定的初速度沿斜面往下滑, 如图所示. 在下滑过程中, P 的速度越来越小, 最后相对斜面体静止, 那么由 P 和 Q 组成的系统 ()



- A. 动量守恒
 B. 水平方向动量守恒
 C. 最后 P 和 Q 一定都静止在水平面上
 D. 最后 P 和 Q 以一定的速度共同向左运动

例 2 [2024 · 江苏树人中学高二月考] 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 向滑块滚来, 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. $\frac{Mv_0}{m}$

[反思感悟]

【易错警示】

系统某一方向动量守恒, 不等同于系统动量守恒. 与物体某方向受力平衡, 不能判定物体受力平衡的道理类似. 竖直方向系统动量是否守恒, 可直接研究竖直方向的分速度的变化, 也可间接研究竖直方向的加速度与合外力是否为零.

学习任务二 多物体、多过程中动量守恒定律的应用

多物体系统是指由两个以上的物体构成的系统, 如果系统满足动量守恒条件, 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的动量守恒. 解决问题时应注意:

(1) 灵活选取研究对象: 有时需应用整体系统动量守恒, 有时只需应用部分物体系统动量守恒. 研究对象

的选取, 一是取决于系统是否满足动量守恒的条件, 二是根据所研究问题的需要.

(2) 灵活进行运动过程的选取和分析: 通常对全过程进行分段分析, 并找出联系各阶段的状态量. 列式时有时需分过程多次应用动量守恒定律, 有时只需针对初、末状态建立动量守恒的关系式.

例3 甲、乙两人站在光滑的水平冰面上,他们的质量都是 M ,甲手持一个质量为 m 的球.现甲把球以对地为 v 的速度传给乙,乙接球后又以对地为 $2v$ 的速度把球传回甲(忽略空气阻力),甲接到球后,甲、乙两人的速度大小之比为 ()

- A. $\frac{2M}{M-m}$ B. $\frac{M+m}{M}$
C. $\frac{2(M+m)}{3M}$ D. $\frac{M}{M+m}$

例4 [2025·四川南充西充中学高二开学考] 如图所示,在光滑水平面上有两个并排静止放置的木块 A 、 B ,已知 $m_A = 0.5 \text{ kg}$, $m_B = 0.3 \text{ kg}$. 现有质量为 $m_0 = 0.08 \text{ kg}$ 的小物块 C 以初速度 $v_0 = 25 \text{ m/s}$ 在 A 表面沿水平方向向右滑动,由于 C 与 A 、 B 间均有摩擦, C 最终停在 B 上, B 、 C 最后的共同速度为 $v = 2.5 \text{ m/s}$. 求:

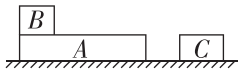
- (1)木块 A 的最终速度的大小;
(2)小物块 C 滑离木块 A 时的瞬时速度的大小.



学习任务三 动量守恒中的临界问题

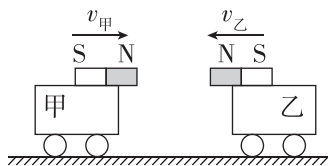
分析临界问题的关键是寻找临界状态,在动量守恒定律的应用中,常常出现相互作用的两物体相距最近、避免相碰和物体开始反向运动等临界状态,其临界条件常常表现为两物体的相对速度关系与相对位移关系,这些特定关系的判断是求解这类问题的关键.

例5 [2025·江苏连云港惠泽中学高二月考] 如图所示,光滑水平轨道上放置长木板 A (上表面粗糙) 和滑块 C ,滑块 B 置于 A 的左端,三者质量分别为 $m_A = 2 \text{ kg}$, $m_B = 1 \text{ kg}$, $m_C = 2 \text{ kg}$. 开始时 C 静止, A 、 B 一起以 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 的速度匀速向右运动, A 与 C 发生碰撞(时间极短)后 C 向右运动,经过一段时间, A 、 B 再次达到共同速度一起向右运动,且恰好不再与 C 碰撞. 求 A 与 C 发生碰撞后瞬间 A 的速度大小.



例6 如图,两条磁性很强且完全相同的磁铁分别固定在质量相等的两个小车上,水平面光滑,开始时甲车沿水平方向向右运动、速度大小为 3 m/s ,乙车速度大小为 2 m/s ,两车在同一条直线上相向运动.

- (1)当乙车速度为零时,甲车的速度是多大? 方向如何?
(2)由于磁性极强,两车不会相碰,那么两车的距离最小时,乙车的速度是多大? 方向如何?



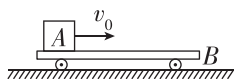
【技法点拨】

常见的临界问题

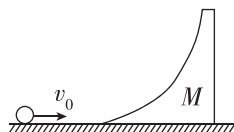
1. 光滑水平面上的 A 物体以速度 v 去撞击静止的 B 物体, A 、 B 两物体相距最近时, 两物体速度必定相等, 此时弹簧最短, 其压缩量最大.



2. 物体 A 以速度 v_0 滑到静止在光滑水平面上的足够长的小车 B 上, 当 A 、 B 两物体的速度相等时, A 在 B 上滑行的距离最远.



3. 质量为 M 的滑块静止在光滑水平面上, 滑块的光滑弧面底部与水平面相切, 一个质量为 m 的小球以速度 v_0 向滑块滚来. 设小球不能越过滑块, 则小球到达滑块上的最高点(即小球竖直方向上的速度为零)时, 两物体的速度肯定相等(方向为水平向右).



// 随堂巩固 //

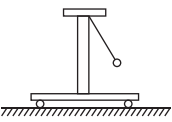
1. (某一方向上动量守恒)(多选)如图所示, 小车放在光滑的水平面上, 将轻绳系着的小球拉开到一定的角度, 然后同时放开小球和小车. 以小球和小车为系统, 在以后的过程中 ()

A. 小球向左摆动时, 小车也向左运动, 且系统动量守恒

B. 小球向左摆动时, 小车向右运动, 且系统水平方向动量守恒

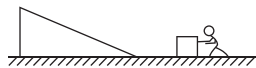
C. 小球向左摆动到最高点时, 小球的速度为零而小车速度不为零

D. 在任意时刻, 小球和小车在水平方向的动量一定大小相等、方向相反



2. (多物体、多过程中动量守恒定律的应用)(多选)

[2024·山东青岛九中高二月考] 如图所示, 光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体, 斜面体右侧一小孩和其面前的冰块均静止于冰面上. 某时刻小孩将冰块向斜面体推出, 冰块平滑地滑上斜面体, 并随即沿斜面滑下. 则 ()



A. 小孩推出冰块过程, 小孩和冰块组成的系统动量不守恒

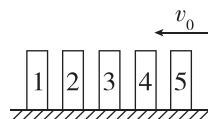
B. 冰块在斜面上运动过程, 冰块和斜面体组成的系统水平方向动量守恒

C. 冰块在斜面体上下滑过程, 斜面体动量减少

D. 冰块到达斜面体最高点时的速率与斜面体速率相等

3. (多物体、多过程中动量守恒定律的应用) 质量相等的五个物块在一光滑水平面上排成一条直线, 且彼此隔开一定的距离, 具有初速度 v_0 的第 5 号物块

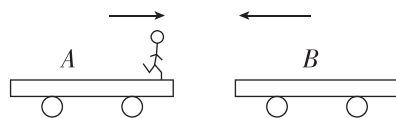
向左运动, 依次与其余四个静止物块发生碰撞, 如图所示, 最后这五个物块粘成一个整体, 则它们最后的速度为 ()



- A. v_0 B. $\frac{v_0}{5}$ C. $\frac{v_0}{3}$ D. $\frac{v_0}{4}$

4. (动量守恒中的临界问题) 如图所示, 光滑水平面上的 A 、 B 两小车质量都是 M , A 车上站立一质量为 m 的人, 两车在同一直线上相向运动. 为避免两车相撞, 人从 A 车跳到 B 车上, 最终 A 车停止运动, B 车获得反向速度 v_0 .

- (1) 求两小车和人组成的系统的初动量大小和方向;
(2) 若要求人跳跃速度尽量小, 为避免两车相撞, 则人跳上 B 车后, A 车的速度为多大?



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_____。

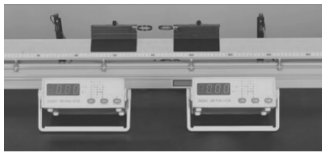
3. 验证动量守恒定律

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。

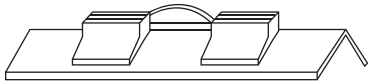


【实验器材】

学生电源、气垫导轨、滑块、天平、光电门、光电计时器等。

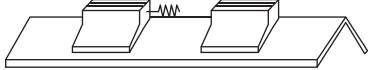
【物理量的测量】

- 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。

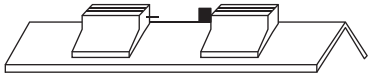


- 4. 记录滑块上遮光条的宽度 Δx 以及光电计时器显示的遮光时间 Δt ，利用公式_____计算出两滑块相互作用前后的速度。

- 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】

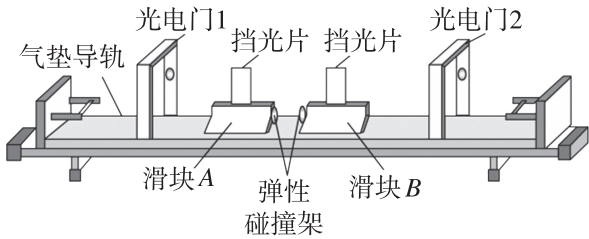
将实验中测得的物理量填入如下表格。

($m_1 =$ _____； $m_2 =$ _____)

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

代入实验数据，看在误差允许的范围内动量是否守恒。

例 1 [2025·河南安阳一中高二月考] 用如图所示的装置可以“验证动量守恒定律”，在滑块 A 和 B 相碰的端面上装有弹性碰撞架，它们的上端装有等宽的挡光片。



- (1) 实验前需要调节气垫导轨水平：在轨道上只放滑块 A，轻推一下滑块 A，其通过光电门 1 和光电门 2 的时间分别为 t_1 、 t_2 ，当 t_1 _____ t_2 (选填“>”“=”或“<”)时，说明气垫导轨水平。

- (2) 分别测出滑块 A、B 的质量 (包含挡光片) m_1 和 m_2 ，滑块 A 置于光电门 1 的左侧，滑块 B 静置于两光电门间的某一适当位置，给 A 一个向右的初速度，通过光电门 1 的时间为 Δt_1 ，A 与 B 碰撞后 A 通过光电门 1 的时间为 Δt_2 ，B 通过光电门 2 的时间为 Δt_3 ，为完成该实验，下列说法正确的有_____。

- A. 滑块 A 的总质量 m_1 应大于滑块 B 的总质量 m_2
- B. 不需要测量挡光片的宽度 d
- C. 需要测量光电门 1 到光电门 2 的间距 L

(3)若测量的物理量能够满足方程 _____
 _____(用测量物理量表示),则可验证碰撞过程中
 系统动量守恒.

(4)若在(1)步骤中,调节气垫导轨水平时, t_1 比 t_2
 略大,A、B组成的系统碰撞前的总动量 p_1 和碰撞
 后的总动量 p_2 相比,有 p_1 _____ p_2 (填“>”“=”
 或“<”).

【反思感悟】

【注意事项】

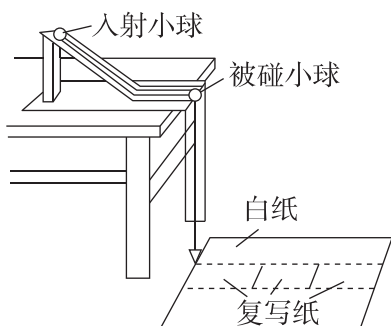
1. 滑块速度的测量:滑块在气垫导轨上运动的速度
 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,式中 Δx 为滑块上的遮光条的宽度(由仪器
 说明书上给出,也可以直接测量), Δt 为光电计时器
 显示的遮光条经过光电门的时间.

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.

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.

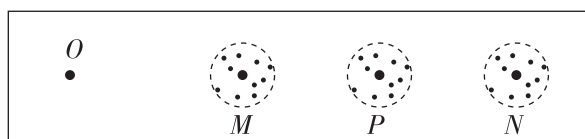


【实验器材】

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】

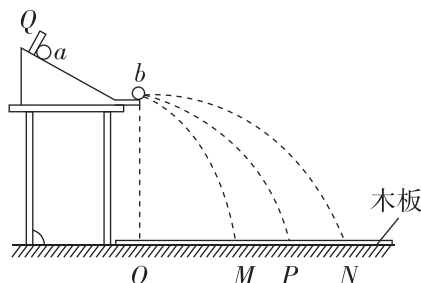
1. 用天平测出两个小球的质量 m_1 、 m_2 ,并选定质量
 大的小球为入射小球(设 $m_1 > m_2$).
2. 按照图示安装实验装置,调整固定斜槽使斜槽末
 端水平.
3. 白纸在下,复写纸在上,且在适当位置铺放好.记
 下铅垂线所指的位置 O .
4. 不放被碰小球,让入射小球从斜槽上某固定高度
 处由静止滚下,重复10次.用圆规画尽量小的圆把
 所有的小球落点圈在里面,圆心 P 就是小球落点的
 平均位置.
5. 把被碰小球放在斜槽末端,让入射小球从斜槽同
 一高度处由静止滚下,使它们发生碰撞,重复实验10
 次.用步骤4的方法标出碰后入射小球落点的平均
 位置 M 和被碰小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



6. 测量线段 OP 、 OM 、 ON 的长度.

将测量数据记录在表格中,最后代入 _____
 _____,看在误差允许的范围内此式是否
 成立.

例2 [2024·新课标卷] 某同学用如图所示的装置
 验证动量守恒定律.将斜槽轨道固定在水平桌面上,
 轨道末段水平,右侧端点在水平木板上的垂直投影
 为 O ,木板上叠放着白纸和复写纸.实验时先将小球
 a 从斜槽轨道上 Q 处由静止释放, a 从轨道右端水
 平飞出后落在木板上;重复多次,测出落点的平均位
 置 P 与 O 点的距离 x_P .将与 a 半径相等的小球 b 置
 于轨道右侧端点,再将小球 a 从 Q 处由静止释放,两
 球碰撞后均落在木板上;重复多次,分别测出 a 、 b 两
 球落点的平均位置 M 、 N 与 O 点的距离 x_M 、 x_N .



完成下列填空：

(1) 记 a 、 b 两球的质量分别为 m_a 、 m_b ，实验中须满足条件 m_a _____ (选填“ $>$ ”或“ $<$ ”) m_b 。

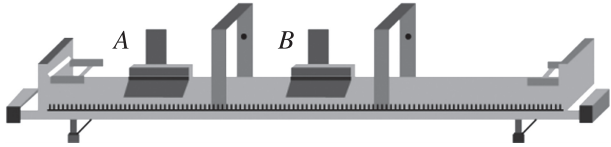
(2) 如果测得的 x_P 、 x_M 、 x_N 、 m_a 和 m_b 在实验误差范围内满足关系式 _____，则验证了两小球

在碰撞中满足动量守恒定律。实验中，用小球落点与 O 点的距离来代替小球水平飞出时的速度，依据是 _____

_____。

// 随堂巩固 //

1. (用气垫导轨验证动量守恒定律) 如图是用气垫导轨验证两滑块 A 、 B 碰撞过程中动量守恒的实验装置，已知遮光板宽度为 d ，实验过程中给滑块 A 一向右的初速度，使它碰撞静止的滑块 B 。某同学记录了滑块 A 碰撞前经过光电门的遮光时间 t_1 、碰撞后经过光电门的遮光时间 t_2 ，滑块 B 碰撞后经过光电门的遮光时间 t_3 ，选水平向右为正方向。



(1) 该实验还需测量的量为 _____。

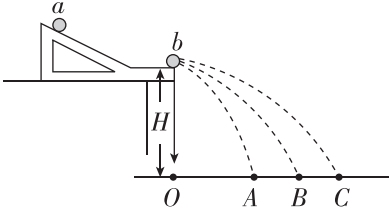
- A. 滑块 A 的质量 m_1
- B. 滑块 B 的质量 m_2
- C. 两光电门之间的距离 L_1
- D. 开始时滑块 A 、 B 之间的距离 L_2

(2) 以下各空，用题中和第(1)问中的相关字母表示。

- ① 碰撞前滑块 A 、 B 的总动量为 _____。
- ② 若碰撞后滑块 A 向右运动，则碰撞后滑块 A 、 B 的总动量为 _____。
- ③ 若碰撞后滑块 A 向左运动，则碰撞后滑块 A 、 B 的总动量为 _____。

通过比较滑块 A 、 B 碰撞前后的总动量，即可验证两滑块 A 、 B 碰撞过程中动量是否守恒。

2. (用平抛运动验证动量守恒定律) [2024 · 重庆巴蜀中学高二月考] 某实验小组同学研究两个小球在轨道末端碰撞前后的动量关系，实验装置如图所示，斜槽与水平槽平滑连接。安装好实验装置，在地上铺一张白纸，白纸上铺放复写纸，记下重垂线所指的位置 O 。



步骤 1: 不放小球 b ，让小球 a 从斜槽上某固定位置由静止滚下，并落在地面上，重复多次，用尽可能小的圆，把所有落点圈在里面，其圆心 B 就是小球落点的平均位置；

步骤 2: 把小球 b 轻放在斜槽末端边缘，让小球 a 从与步骤 1 中相同的位置由静止滚下，与小球 b 发生碰撞，重复多次，并使用与步骤 1 同样的方法分别标出碰撞后两小球落点的平均位置 A 、 C ；

步骤 3: 用刻度尺分别测量三个落地点的平均位置 A 、 B 、 C 与 O 点的距离，即线段 OA 、 OB 、 OC 的长度。已知小球 a 质量为 m_1 、小球 b 质量为 m_2 。

(1) 在本实验中，下列产生误差的原因正确的是 _____。

- A. 斜槽的末端没有调整至水平状态
- B. 小球在斜槽中运动时会受到摩擦力作用
- C. 小球 a 每次由静止释放时的位置不固定
- D. 测量平均落点到 O 点的线段长度时估读值不同

(2) 完成上述实验需小球 a 和小球 b 质量大小关系为 m_1 _____ m_2 (选填“大于”“等于”或“小于”)。

(3) 若等式 _____ 在误差范围内成立，则说明碰撞前后系统动量守恒；若想用该实验测得的数据进一步判断两球碰撞过程中机械能是否守恒，判断的依据可以是等式“ $\overline{OB} + \overline{OA} = \overline{OC}$ ”在误差允许的范围内是否成立，该依据 _____ (选填“正确”或“错误”)。