

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

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。



长江出版传媒
崇文书局

CONTENTS

目录

导学案

01

第一章 动量守恒定律

PART ONE

1 动量	109
2 动量定理	111
专题课:动量定理的应用	114
3 动量守恒定律	116
专题课:动量守恒定律的应用	119
4 实验:验证动量守恒定律	122
5 弹性碰撞和非弹性碰撞	125
6 反冲现象 火箭	128
专题课:“弹簧类”模型和“光滑圆弧(斜面)轨道”模型	133
专题课:“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	136

02

第二章 机械振动

PART TWO

1 简谐运动	139
2 简谐运动的描述	141
3 简谐运动的回复力和能量	144
4 单摆	146
专题课:单摆问题及其拓展	149
5 实验:用单摆测量重力加速度	151
6 受迫振动 共振	154

03 第三章 机械波

PART THREE

1 波的形成	156
2 波的描述	158
专题课:振动图像和波的图像 波的多解	161
3 波的反射、折射和衍射	164
4 波的干涉	166
5 多普勒效应	168

04 第四章 光

PART FOUR

1 光的折射	171
第 1 课时 折射现象与折射定律	171
第 2 课时 实验:测量玻璃的折射率	173
2 全反射	176
专题课:几何光学问题的综合分析	180
3 光的干涉	182
4 实验:用双缝干涉测量光的波长	185
5 光的衍射	187
6 光的偏振 激光	190

◆ 参考答案	193
--------	-----

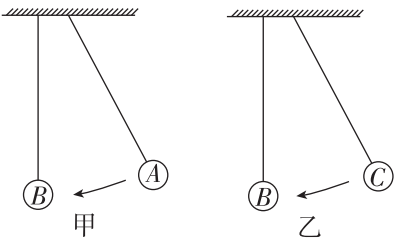


第一章 动量守恒定律

1 动量

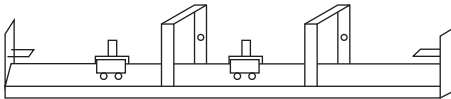
学习任务一 寻求碰撞中的不变量

[科学探究] (1)用两根长度相同的细线,分别悬挂A、B两个完全相同的钢球,且两球并排放置.拉起A球,放开后,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_____.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,放开后撞击静止的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
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/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} _____ (选填“相等”或“不相等”), _____ 基本不变.

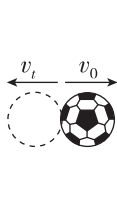
学习任务二 动量及动量的变化量

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.
(1)定义:物体的_____和_____的乘积.
(2)表达式: $p = \text{_____}$.
(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 $\Delta p = p_2 - p_1$, Δp 是矢量,方向与 Δv 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.

例1 [2024·湖南长沙一中月考] 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 $(+6 \text{ kg} \cdot \text{m/s})$ 的动量
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

[反思感悟] _____

例 2 如图所示,一足球运动员踢一只质量为 0.4 kg 的足球,若足球以 12 m/s 的速率水平撞向球门立柱,然后以 8 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
[反思感悟]

【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、转移的运动量 (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 3 [2024·江苏扬州中学高二月考] 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

变式 (多选)[2024·浙江杭州高级中学月考] 在光滑水平面上,原来静止的物体在水平恒力 F 的作用下,经过时间 t 、通过位移 x 后动量变为 p 、动能变为 E_k . 以下说法正确的是 ()

- A. 在 F 作用下,这个物体经过位移 $2x$,其动量等于 $2p$
 B. 在 F 作用下,这个物体经过位移 $2x$,其动能等于 $2E_k$
 C. 在 F 作用下,这个物体经过时间 $2t$,其动能等于 $2E_k$
 D. 在 F 作用下,这个物体经过时间 $2t$,其动量等于 $2p$

// 随堂巩固 //

- 1.** (对动量的理解)关于物体的动量,下列说法中正确的是 ()
 A. 运动物体在任一时刻的动量方向一定是该时刻的速度方向
 B. 物体的动能不变时,其动量一定不变
 C. 物体的动量越大,其惯性一定越大
 D. 物体的动能发生变化时,其动量不一定发生变化

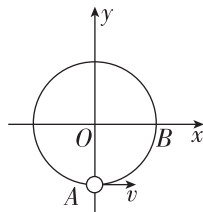
- 2.** (对动量变化量的理解)(多选)质量为 0.2 kg 的球竖直向下以 6 m/s 的速度落至水平地面,再以 4 m/s 的速度反向弹回. 取竖直向上为正方向,在小球与地面接触的的时间内,关于球的动量变化量 Δp 和合外力对小球做的功 W ,下列说法正确的是 ()
 A. $\Delta p = 2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ B. $\Delta p = -2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 C. $W = -2\text{ J}$ D. $W = 2\text{ J}$

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

4. (对动量变化量的理解) 在水平面内沿逆时针方向做匀速圆周运动的小球质量为 m , 速率为 v . 以圆心 O 为坐标原点, 以某时刻速度沿平行于 x 轴向正

方向经过 A 点开始计时, 经过四分之一周期到达 B 点, 求这个过程中, 小球的动量变化量.



2 动量定理

学习任务一 冲量

[教材链接] 阅读教材, 完成下列填空.

- (1) 定义: _____ 与 _____ 的乘积, 即 $I = F \Delta t$.
单位: _____, 符号 _____.
(2) 意义: 冲量反映了 _____ 对 _____ 的累积效应.
(3) 方向: 冲量也是矢量, 冲量的方向由 _____ 的方向决定.
(4) 作用效果: 使物体的 _____ 发生变化.

[物理观念]

(1) 对冲量的理解

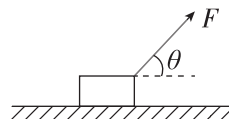
过程量	冲量描述的是力的作用对时间的累积效应, 取决于力和时间这两个因素, 所以求冲量时一定要明确所求的是哪一个力在哪一段时间内的冲量
矢量性	冲量的方向与力的方向相同, 合力的冲量方向与相应时间内物体动量变化量的方向相同 (见学习任务二)

(2) 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)

例 1 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直线运动, 经过时间 t , 则 ()

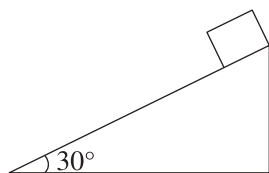
- A. 拉力对物体的冲量大小为 Ft
B. 拉力对物体的冲量大小为 $Ft \cos \theta$
C. 摩擦力对物体的冲量大小为 $Ft \cos \theta$
D. 合外力对物体的冲量大小为零



[反思感悟]

变式 1 如图所示, 质量为 2 kg 的物体在倾角为 30° 、高为 5 m 的光滑斜面上由静止从顶端下滑到底端的过程中, g 取 10 m/s^2 , 求:

- (1) 重力的冲量;
(2) 支持力的冲量;
(3) 合力的冲量.



【要点总结】

冲量的计算需要注意以下两点

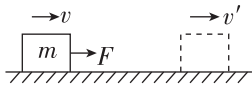
(1)求各力的冲量或者合力的冲量,首先判断是否是恒力,若是恒力,可直接用力与力的作用时间的乘积求解;

若是变力,要根据力的特点求解,或者利用动量定理求解(见学习任务二).

(2)求冲量大小时,一定要注意哪个力在哪一段时间内的冲量,只要力不为零,一段时间内的冲量就不为零.

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.



[科学思维]

1. 动量定理的理解

(1)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)动量定理反映了合力的冲量是动量变化的原因.

2. 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.可以先求每个力的冲量,再求各力冲量的矢量和;或先求合力,再求其冲量.

(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.

(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.

角度一 用动量定理定性解释现象

例 2 [2020·全国卷I] 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 ()

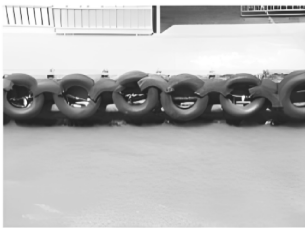
- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

[反思感悟]

变式 2 [2024·江苏南通中学月考] 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】

用动量定理解释相关现象	
第一类	物体动量的变化一定时,由 $\Delta p = F \Delta t$ 知, Δt 越长, F 就越小; Δt 越短, F 就越大
第二类	作用力一定时,力的作用时间越长,物体动量的变化就越大;作用时间越短,动量的变化就越小
第三类	作用时间一定时,作用力越大,物体动量的变化就越大;作用力越小,物体动量的变化就越小

角度二 用动量定理定量计算 **解答规范**

例 3 (10 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 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】

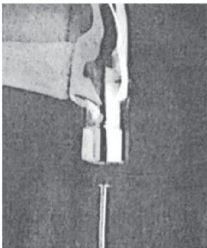
题干关键	获取信息
离水平网面为 3.2 m 高处自由下落	可获取接触网时的速度
蹦回离水平网面为 5.0 m 高处	可获取离开网时的速度
作用力当作恒力	可直接应用 $mv' - mv = F \cdot \Delta t$

规范答题区	自评项目 (共 10 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 (5 分)	
	结果为数字的带有 单位(2 分)	
	求矢量的有方向说明 (2 分)	

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

【要点总结】

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)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. (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

3. (动量定理的应用)(多选)[2024·广东深圳期末]某同学以 5 m/s 的速度将篮球斜抛出,球在空中运动 0.4 s 后垂直撞击到竖直篮板上,然后以 1 m/s 的水平速度反弹,平抛进入篮筐.球与篮板接触的时间为 0.1 s ,忽略空气阻力,篮球质量为 0.6 kg (g 取 10 m/s^2).下列说法正确的是 ()



- 篮球撞击篮板时的动量大小为 $1.8\text{ N}\cdot\text{s}$
- 篮板对球的平均作用力大小为 12 N
- 篮球被抛出后上升过程处于超重状态
- 该同学投篮处距篮板水平距离为 1.2 m

专题课：动量定理的应用

学习任务一 动量定理与动能定理的综合

[科学思维]

1. 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;
2. 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 [2022·湖北卷]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 ()

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

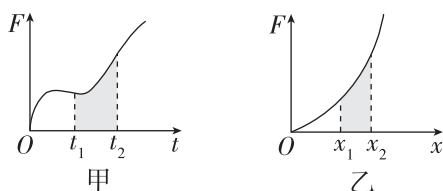
[反思感悟]

学习任务二 动量定理与图像法的综合应用

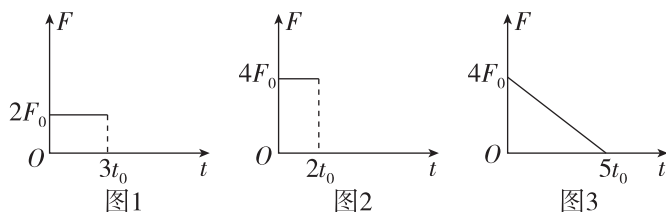
[科学思维] “ $F-t$ ”图像与“ $F-x$ ”图像辨析

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.

如图所示.图甲中的曲线是作用在某一物体上的力 F 随时间 t 变化的曲线,图中阴影部分的面积就表示力 F 在时间 $\Delta t = t_2 - t_1$ 内的冲量.图乙中阴影部分的面积表示力 F 做的功.



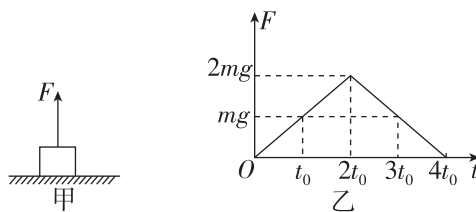
例 2 [2024·辽宁阜新期末] 甲、乙、丙三个不同物体所受的力与时间的关系图像分别如图 1、2、3 所示,作用力使物体的动量发生变化,则它们动量变化量的大小关系为 ()



- 甲 $>$ 乙 $>$ 丙
- 丙 $>$ 乙 $>$ 甲
- 丙 $>$ 甲 $>$ 乙
- 因物体的质量未知,无法判断

[反思感悟]

变式 (多选)[2024·湖北武汉一中月考] 如图甲所示,一质量为 m 的物体静止在水平面上,自 $t=0$ 时刻起对其施加一竖直向上的力 F ,力 F 随时间 t 变化的关系如图乙所示,已知当地重力加速度为 g ,空气阻力不计,则下列说法正确的是 ()



- $0 \sim t_0$ 时间内拉力 F 的冲量为 0
- $0 \sim t_0$ 时间内拉力 F 所做的功为 0
- 物体上升过程中的最大速度为 gt_0
- $4t_0$ 时刻物体的速度为 0

拓展延伸 1

试作出物体受到的合力 $F_{\text{合}}$ 随时间 t 变化的图像. ($F_{\text{合}}-t$ 图像)

拓展延伸 2

根据所作的 $F_{\text{合}}-t$ 图像判断物体在 $2t_0$ 时刻和 $4t_0$ 时刻的速度关系.

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 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

例 3 “水上飞人”是夏季最受欢迎的游乐项目之一.如图所示,操控者借助“喷射式悬浮飞行器”向下喷出高压水柱的方式实现在水面上方或悬停或急速升降等动作.假设某玩家的质量为 m (含装备),底部两个喷口的总面积为 S ,当向下喷水速度为 v 时(近似认为水流喷出前的速度为 0),该玩家可以悬停在空中,忽略水管对人的作用力.若玩家带上一位质量也为 m 的游客一起悬停在空中,则此时喷水速度应该调整为 ()



- $\sqrt{2}v$
- $2v$
- $2\sqrt{2}v$
- $4v$

(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 $\Delta V = Sv\Delta t$ ，则微元内的粒子数 $N = nvS\Delta t$
	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 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 ()

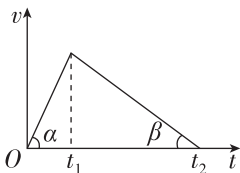
- A. 0.584 N B. 0.784 N
C. 0.884 N D. 0.984 N

〔反思感悟〕

// 随堂巩固 //

1. (动量定理与动能定理的综合应用) 用水平拉力 F 拉一物体, 使物体在水平地面上由静止开始做匀加速直线运动, t_1 时刻撤去拉力, 物体做匀减速直线运动直到 t_2 时刻停止, 其速度—时间图像如图所示. $\alpha > \beta$, 拉力 F 做的功为 W_1 , 冲量大小为 I_1 ; 物体克服摩擦阻力 F_f 做的功为 W_2 , F_f 的冲量大小为 I_2 . 则下列选项正确的是 ()

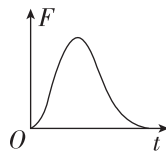
- A. $W_1 > W_2, I_1 = I_2$
 B. $W_1 < W_2, I_1 = I_2$
 C. $W_1 < W_2, I_1 < I_2$
 D. $W_1 = W_2, I_1 = I_2$



2. (动量定理与图像法的综合应用)[2024·清华附中期末] 在测试汽车的安全气囊对驾乘人员头部防护作用的实验中,某小组得到了假人头部所受安全气囊的作用力随时间变化的曲线(如图).从碰撞开始到碰撞

结束过程中,若假人头部只受到安全气囊的作用,则由曲线可知,假人头部 ()

- A. 速度的变化量等于曲线与横轴围成的面积
- B. 动量大小先增大后减小
- C. 动能变化正比于曲线与横轴围成的面积
- D. 加速度大小先增大后减小



3. (微元法的应用)[2024·福建厦门一中月考] 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 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,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

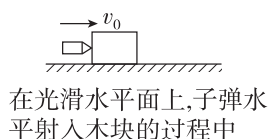
情景 1: 系统不受外力; (理想条件)

情景 2: 系统受到外力, 但外力的合力为零; (实际条件)

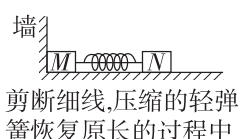
情景 3: 系统受到外力, 且外力的合力不为零, 但在某一方向上不受外力或所受外力合力为零时, 则系统在这一方向上动量守恒。(单向条件)

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)

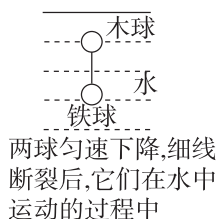
例 1 下图所反映的物理过程中, 系统动量守恒的是 ()



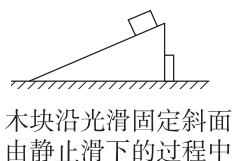
甲



乙



丙



丁

A. 只有甲和乙

B. 只有丙和丁

C. 只有甲和丙

D. 只有乙和丁

[反思感悟]

变式 1 如图所示, 质量为 M 的斜劈静止在光滑水平面上, 斜劈的上表面粗糙, 一个质量为 m 的小物块从斜劈的顶端由静止滑下, 则由斜劈和小物块组成的系统, 在小物块下滑过程中 ()

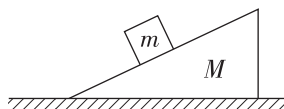
A. 动量守恒, 机械能守恒

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

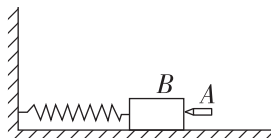
[反思感悟]



例 2 如图所示, 子弹 A 沿水平方向射入木块后留在木块内, 将弹簧压缩到最短。

(1) 若地面不光滑, 则子弹打击木块瞬间, 子弹和木块组成的系统动量守恒吗?

(2) 若地面光滑, 则子弹射入木块后将弹簧压缩到最短过程中, 子弹、木块、弹簧组成的系统动量守恒吗?



【要点总结】

关于动量守恒定律理解的两个误区:

(1) 误认为只要系统初、末状态的动量相同, 系统动量就守恒, 产生误区的原因是没有正确理解动量守恒定律, 系统在变化的过程中每一个时刻动量均不变, 才符合动量守恒定律。

(2) 误认为动量守恒定律中各物体的动量可以相对于任何参考系, 出现该误区的原因是没有正确理解动量守恒定律, 应用动量守恒定律时, 各物体的动量必须是相对于同一惯性参考系, 一般情况下, 选地面为参考系。

学习任务二 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。

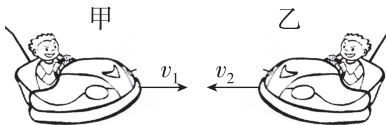
例 3 [2024·重庆八中月考] 如图所示,橡皮艇静止在平静的湖面,质量为 m 的人以水平速度 v_0 跳离湖岸后落入橡皮艇中,稳定后人和橡皮艇以 $\frac{3}{5}v_0$ 的速度沿湖面匀速运动,不计水对橡皮艇的阻力,则橡皮艇的质量为 ()



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

[反思感悟] _____

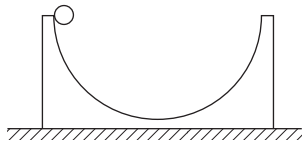
变式 2 如图所示,游乐场上,两位同学各驾驶一辆碰碰车迎面相撞,此后,两车以共同的速度运动.设甲同学和他的车的总质量为 120 kg ,碰撞前水平向右运动,速度大小为 5 m/s ;乙同学和他的车的总质量为 180 kg ,碰撞前水平向左运动,速度的大小为 4 m/s .则碰撞后两车共同运动速度大小为 _____,方向 _____.



碰碰车的碰撞示意图

学习任务三 某一方向动量守恒定律的应用

例 4 [2024·江苏南京一中高二月考] 如图所示,在光滑的水平面上放着一个上部为半圆形光滑槽的木块,开始时木块是静止的,把一个小球放到槽边从静止开始释放,关于两者的运动情况,下列说法正确的是 ()



- A. 小球在运动过程中机械能守恒
B. 小球和木块组成的系统,在运动过程中动量守恒
C. 当小球的速率最大时,木块有最小速率
D. 当小球再次上升到最高点时,木块的速率为零

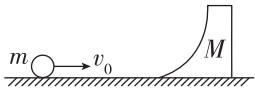
[反思感悟] _____

【要点总结】

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 $p = p_1 + p_2 + \dots$ 和 $p' = p_1' + p_2' + \dots$ 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 $p_1, p_2, \dots$ 必须是系统中各物体在相互作用前同一时刻的动量, $p_1', p_2', \dots$ 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

变式 3 [2024·上海一中月考] 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. $\frac{Mv_0}{m}$

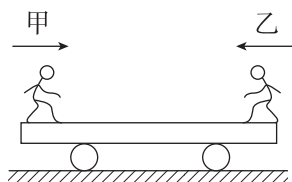
[反思感悟] _____

// 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. (动量守恒定律的应用)[2025·湖北武汉期末]如图所示,在光滑的水平面上,有一静止的小车,甲、乙两人分别站在小车左、右两端.当他俩同时相向而行时,发现小车向右运动,下列说法正确的是 ()



- A. 乙的速度必定小于甲的速度
- B. 乙的速度必定大于甲的速度
- C. 乙的动量必定大于甲的动量
- D. 乙对小车的冲量必定小于甲对小车的冲量

3. (某方向上的动量守恒)(多选)如图所示,在光滑水平面上有一辆平板车,一人手握大锤站在车上.开始时人、锤和车均静止.此人将锤抡起至最高点,此时大锤在头顶的正上方,然后,人用力使锤落下敲打车的左端,如此周而复始,使大锤连续地敲打车的左

端,最后,人和锤都恢复至初始状态并停止敲打.在此过程中,下列说法中正确的是 ()



- A. 锤从最高点落下至刚接触车的过程中,车的动量方向先水平向右,后水平向左
- B. 锤从刚接触车的左端至锤的速度减小至零的过程中,车具有水平向左的动量,车的动量减小至零
- C. 锤从刚离开车的左端至运动到最高点的过程中,车具有水平向右的动量,车的动量先增大后减小
- D. 在任一时刻,人、锤和车组成的系统动量守恒

4. (动量守恒定律的应用)某火车机车以 0.8 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 m/s
- B. 0.05 m/s
- C. 0.057 m/s
- D. 0.06 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:

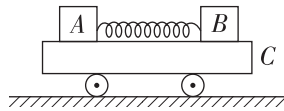
(1)分析题意,明确研究对象

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 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

[反思感悟]

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.

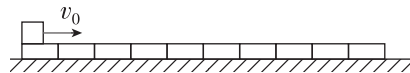
例 2 如图所示,在光滑水平面上有两个并排静止放置的木块 A、B,已知 $m_A = 0.5 \text{ kg}$, $m_B = 0.3 \text{ kg}$. 现有质量 $m_0 = 0.08 \text{ kg}$ 的小物块 C 以初速度 $v_0 = 25 \text{ m/s}$ 在 A 表面沿水平方向向右滑动,由于 C 与 A、B 间均有摩擦, C 最终停在 B 上, B、C 最后的共同速度 $v = 2.5 \text{ m/s}$. 求:

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



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 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.

学习任务三 动量守恒定律应用的临界问题

[科学思维] 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(或最远)、恰好不相撞、弹簧最长(或最短)或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或相对位移关系,这些特定关系的判断是求解这类问题的关键.

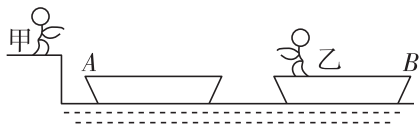
例 3 甲、乙两小孩各乘一辆小车在光滑水平面上匀速相向行驶,速度均为 6 m/s . 甲的车上有质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的小球若干个,甲和他的车及所带小球的总质量为 $M_1 = 50 \text{ kg}$,乙和他的车总质量为 $M_2 = 30 \text{ kg}$. 现为避免相撞,甲不断地将小球以相对地面 16.5 m/s 的水平速度抛向乙,且被乙接住. 假设某一次甲将小球抛出且被乙接住后刚好可保证两车不相撞,此时:

- (1)甲、乙两车的速度大小各为多少?
- (2)甲总共抛出了多少个小球?

【要点总结】

两物体不相撞的临界条件是速度相同.

例4 如图所示, A、B 两艘小船静止在水面上, 甲站在岸边, 乙站在 B 船上, 乙与 B 船的总质量是 A 船的 6 倍. 现乙将 A 船以相对于地面的速度 v 向左推出, 当 A 船到达岸边时, 甲立即以 $2v$ 的速度将 A 船推回, 乙接到 A 船后, 再次将它以速度 v 向左推出. 以此重复, 直到乙不能再接到 A 船, 忽略水的阻力且水面静止, 则乙最多可以推船的次数为 ()



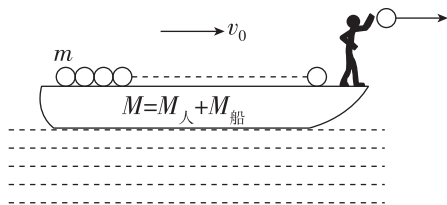
- A. 4 B. 5 C. 6 D. 7

[反思感悟]

例5 [2025 · 重庆八中期末] 如图所示, 在平静的湖面上有一小船以速度 $v_0 = 1 \text{ m/s}$ 匀速行驶, 人和船的总质量为 $M = 200 \text{ kg}$, 船上另载有 $N = 20$ 个完全相同的小球, 每个小球的质量为 $m = 5 \text{ kg}$. 人站立船头, 沿着船的前进方向、每隔一段相同的时间水平抛出一个球, 不计水的阻力和空气的阻力.

- (1) 如果每次都是以相对于湖岸 $v = 6 \text{ m/s}$ 的速度抛出小球, 试计算出第一个小球抛出后小船的速度大小 v_1 ;
- (2) 根据第(1)问, 计算抛出第几个球后船的速度反向;
- (3) 如果每次都是以相对于小船 $v' = 6 \text{ m/s}$ 的速度抛出小球, 试问抛出第 16 个小球可以使船的速度改

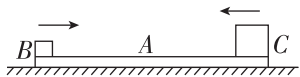
变多少? (提示: A 相对 B 速度公式的表达式为 $v = v_A - v_B$, 其中 v 表示两个物体的相对速度, v_A 表示 A 物体速度, v_B 表示 B 物体速度)



// 随堂巩固 //

1. (多物体动量守恒的判断) 如图所示, 光滑水平面上放置一足够长木板 A, 其上表面粗糙, 两个质量和材料均不同的物块 B、C, 以不同的水平速度分别从两端滑上长木板 A. 当 B、C 在木板 A 上滑动的过程中, 由 A、B、C 组成的系统 ()

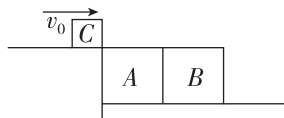
- A. 动量守恒, 机械能守恒
B. 动量守恒, 机械能不守恒



- C. 动量不守恒, 机械能守恒
D. 动量不守恒, 机械能不守恒

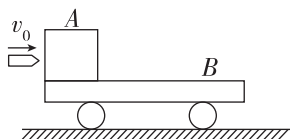
2. (多物体、多过程中动量守恒定律的应用) 如图所示, 两块厚度相同的木块 A、B, 紧靠着放在光滑的桌面上, 其质量分别为 2.0 kg 、 0.9 kg , 它们的下表面光滑, 上表面粗糙, 另有质量为 0.10 kg 的铅块 C (大小可以忽略) 以 10 m/s 的速度恰好水平地滑到 A 的上表面, 由于摩擦, 铅块 C 最后停在木块 B 上,

此时 B、C 的共同速度大小 $v = 0.5 \text{ m/s}$. 求木块 A 的最终速度的大小和铅块 C 刚滑到 B 上时的速度的大小.

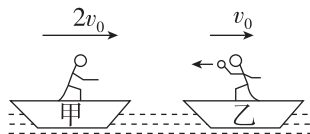


3. (多物体、多过程中动量守恒定律的应用) 如图所示, 质量为 m_B 的平板车 B 上表面水平, 开始时静止在光滑水平面上, 在平板车左端静置一质量为 m_A 的物体 A , 一颗质量为 m_0 的子弹以 v_0 的水平初速度射入物体 A , 射穿 A 后速度变为 v , 子弹穿过物体 A 的时间极短. 已知 A 、 B 之间的动摩擦因数不为零, 平板车 B 车身足够长, 且 A 与 B 最终相对静止. 求:

- (1) 子弹射穿物体 A 的瞬间物体 A 的速度 v_A ;
- (2) 平板车 B 和物体 A 的最终速度 $v_{共}$.



4. (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' , 若速度与我们设定的坐标轴的方向一致, 则取正值, 否则取负值. 探究 $m_1 v_1 + m_2 v_2 =$ _____ 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.

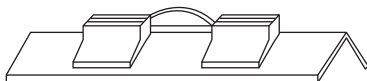


【实验器材】

学生电源、气垫导轨、滑块、天平、光电门、光电计时器等.

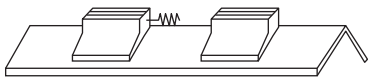
【物理量的测量】

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.

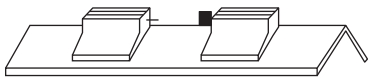


4. 记录滑块上遮光条的宽度 Δx 以及光电计时器显示的遮光时间 Δt , 利用公式 _____ 计算出两滑块相互作用前后的速度.

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.

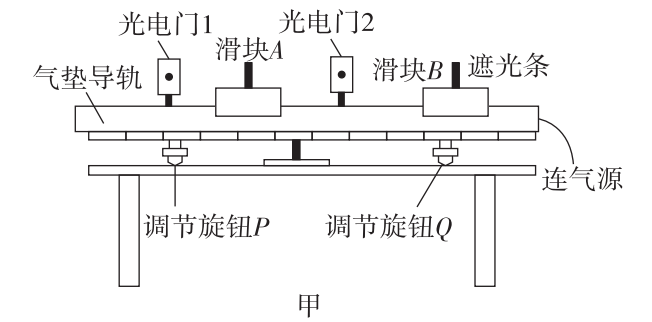
【注意事项】

1. 滑块速度的测量:滑块在气垫导轨上运动的速度

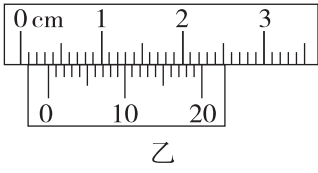
$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,式中 Δx 为滑块上的遮光条的宽度(由仪器说明书上给出,也可以直接测量), Δt 为光电计时器显示的遮光条经过光电门的时间.

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.

例 1 [2024·河北唐山一中月考] 图甲是验证动量守恒定律的装置,气垫导轨上安装了 1、2 两个光电门,两滑块上均固定一相同的竖直遮光条.



(1)用游标卡尺测得遮光条的宽度如图乙所示,其读数为 _____ mm.



(2)实验前,接通连气源后,在导轨上轻放一个滑块,给滑块一初速度,使它从轨道左端向右运动,发现滑块通过光电门 1 的时间大于通过光电门 2 的时间.为使导轨水平,可调节 Q 使轨道右端 _____ (选填“升高”或“降低”)一些.

(3)测出滑块 A 和遮光条的总质量为 m_A ,滑块 B 和遮光条的总质量为 m_B ,遮光条的宽度用 d 表示.将滑块 A 静置于两光电门之间,将滑块 B 静止于光电门 2 右侧,推动 B,使其获得水平向左的速度,经过光电门 2 并与 A 发生碰撞且被弹回,再次经过光电门 2. 光电门 2 先后记录的挡光时间为 Δt_1 、 Δt_2 ,光电门 1 记录的挡光时间为 Δt_3 ,则实验中两滑块的质量应满足 m_A _____ m_B (选填“>”“<”或“=”),实验需要验证的动量守恒表达式为 _____ (用题中给定的符号表示).

(4)若实验发现碰撞过程中机械能、动量均守恒,则 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 应满足的关系式是 _____.

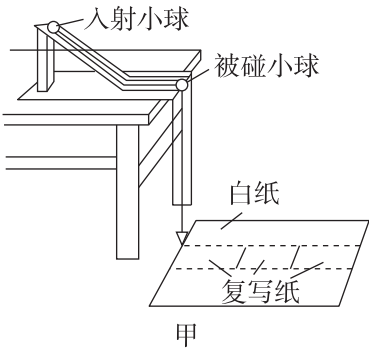
- A. $\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t_3$ B. $\Delta t_2 - \Delta t_1 = \Delta t_3$
 C. $\frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$ D. $\frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$

【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.

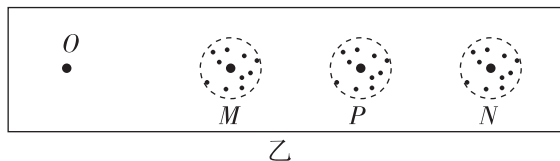


【实验器材】

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】

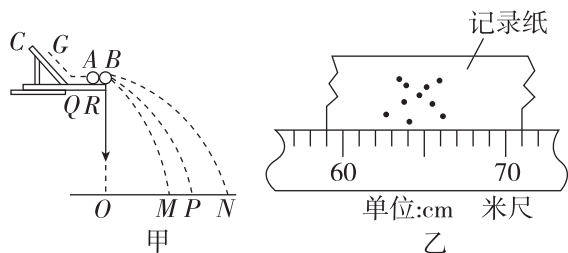
1. 用天平测出两个半径相同的小球的质量 m_1 、 m_2 ，并选定质量大的小球为入射小球(设 $m_1 > m_2$)。
2. 按照图甲所示安装实验装置，调整固定斜槽使斜槽末端水平。
3. 白纸在下，复写纸在上，且在适当位置铺放好。记下铅垂线所指的位置 O 。
4. 不放被碰小球，让入射小球从斜槽上某固定高度处由静止滚下，重复 10 次。用圆规画尽量小的圆把所有的小球落点圈在里面，圆心 P 就是小球落点的平均位置。
5. 把被碰小球放在斜槽末端，让入射小球从斜槽同一高度处由静止滚下，使它们发生碰撞，重复实验 10 次。用步骤 4 的方法标出碰后入射小球落点的平均位置 M 和被碰小球落点的平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



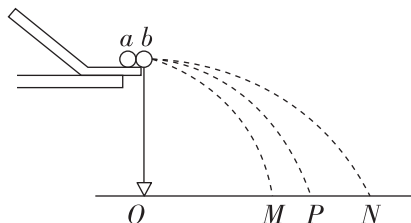
图甲中 O 是水平槽末端 R 在记录纸上的垂直投影点， P 为未放被碰球 B 时 A 球的平均落点， M 为与 B 球碰后 A 球的平均落点， N 为被碰球 B 的平均落点。若 B 球落点痕迹如图乙所示，其中米尺水平放置，且平行于 OP 。米尺的零刻度与 O 点对齐。

- (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)[2024·山东济南一中月考] 利用斜槽轨道做“验证动量守恒定律”的实验，实验中小球运动轨迹及落点的情况简图如图所示。



- (1) 除了图中的器材外，还需要 _____ (填选项前的字母)。
- A. 停表
 - B. 刻度尺
 - C. 天平

- D. 弹簧测力计
 - E. 游标卡尺
- (2) 下列关于实验的一些要求中必要的是 _____ (填选项前的字母)。

- A. 两个小球的质量应满足 $m_a \ll m_b$
- B. 实验中重复多次让 a 球从斜槽上释放，应特别注意让 a 球从同一位置由静止释放
- C. 斜槽轨道末端的切线必须水平
- D. 需要测出轨道末端到水平地面的高度
- E. 必须测量出小球的直径

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