

《宁夏回族自治区教育厅中小学教辅材料评议推荐目录》

推荐教辅图书

经人民教育出版社授权

配人教版®



宁夏专版

精讲精练

JINGJIANGJINGLIAN

高中物理
学生用书

选修 3-5
(人教)

《精讲精练》编写组 编



黄河出版传媒集团
宁夏人民教育出版社

宁夏回族自治区教育厅中小学教辅材料评议推荐图书

宁夏专版

精讲精练

JINGJIANGJINGLIAN

高中物理
学生用书

选修 3-5
(人教)

《精讲精练》编写组 编



黄河出版传媒集团
宁夏人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

精讲精练: 人教版: 宁夏专版. 高中物理. 3-5: 选修 / 《精讲精练》编写组编. -- 银川: 宁夏人民教育出版社, 2014.12

ISBN 978-7-5544-1013-4

I. ①精… II. ①精… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第310191号

精讲精练 宁夏专版 高中物理 选修3-5(人教)

《精讲精练》编写组 编

责任编辑 王 宁

封面设计 晨 皓

责任印制 殷 戈

黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民教育出版社

地 址 宁夏银川市北京东路139号出版大厦(750001)

网 址 www.yrpubm.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 jiaoyushe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5014284

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏雅昌彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0016784

开 本 890 mm × 1240 mm 1/16

印 张 8

字 数 288千字

版 次 2014年12月第1版

印 次 2015年2月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5544-1013-4/G·2792

定 价 11.51元

版权所有 翻印必究

创新学习模式——稳步提升计划

自主初探·夯基础

【知识梳理】

1. 原子核的组成: 放射性元素原子核能放出 α 或 β 射线, 发生核衰变。
2. 衰变: 放射性元素自发地放出射线, 原子核发生衰变。
3. 原子核衰变的实质: 原子核内部发生核反应。
4. 半衰期: 放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间。
5. 衰变规律: 放射性元素的衰变是自发进行的, 不受外界条件影响。
6. 衰变方程: 衰变过程中质量数和电荷数守恒。
7. 衰变类型: α 衰变、 β 衰变。
8. 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
9. 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
10. 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。

自主探究

1. 探究衰变的方法
(1) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(2) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(3) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(4) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(5) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(6) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(7) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(8) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(9) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。
(10) 衰变方程: $M \rightarrow M' + \alpha$ 或 $M \rightarrow M' + \beta$ 。

自主预习

梳理教材主干
夯实基础知识
辨析易错易混
思考点拨提醒

梳理教材主干
夯实基础知识
辨析易错易混
思考点拨提醒

核心归纳·抓要点

一、对物理量的理解

1. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
2. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
3. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
4. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
5. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
6. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
7. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
8. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
9. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。
10. 物理量的理解: 物理量是描述物体运动状态的物理量。

二、冲量及动量的计算

1. 冲量: 冲量是力与时间的乘积。
2. 动量: 动量是质量与速度的乘积。
3. 冲量: 冲量是力与时间的乘积。
4. 动量: 动量是质量与速度的乘积。
5. 冲量: 冲量是力与时间的乘积。
6. 动量: 动量是质量与速度的乘积。
7. 冲量: 冲量是力与时间的乘积。
8. 动量: 动量是质量与速度的乘积。
9. 冲量: 冲量是力与时间的乘积。
10. 动量: 动量是质量与速度的乘积。

课堂探究

整合重点难点
剖析疑点误区
精选典型示例
强化应用技能

整合重点难点
剖析疑点误区
精选典型示例
强化应用技能

课时训练·速提升

【基础题】

1. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
2. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
3. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
4. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
5. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
6. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
7. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
8. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
9. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
10. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。

【提高题】

1. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
2. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
3. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
4. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
5. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
6. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
7. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
8. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
9. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。
10. 下列物理量中, 属于标量的是 α 。

巩固提升

习练基础试题
巩固考点知识
甄选经典试题
提升解题素能

习练基础试题
巩固考点知识
甄选经典试题
提升解题素能

目录

精讲精练 宁夏专版
高中物理选修3-5 (人教)

课堂学习案

第十六章 动量守恒定律 · 1

- 1 实验:探究碰撞中的不变量 · 1
- 2 动量和动量定理 · 5
- 3 动量守恒定律 · 9
- 4 碰 撞 · 14
- 5 反冲运动 火箭 · 18

第十七章 波粒二象性 · 22

- 1 能量量子化
- 2 光的粒子性 · 22
- 3 粒子的波动性 · 28
- 4 概 率 波
- 5 不确定性关系 · 32

第十八章 原 子 结 构 · 35

- 1 电子的发现 · 35
- 2 原子的核式结构模型 · 38
- 3 氢原子光谱 · 42
- 4 玻尔的原子模型 · 46

第十九章 原 子 核 · 51

- 1 原子核的组成 · 51
- 2 放射性元素的衰变 · 55
- 3 探测射线的方法
- 4 放射性的应用与防护 · 59
- 5 核力与结合能 · 63
- 6 核 裂 变 · 67
- 7 核 聚 变
- 8 粒子和宇宙 · 71

阶段检测卷 (活页试卷) P77~P92

答案解析 (单独成册) P93~P124

聚焦核心知识

突破疑难瓶颈

深化理解

- 对动量的理解 · 6
- 对动量守恒定律的理解及应用 · 10
- 对碰撞问题的认识与理解 · 15
- 对反冲运动的进一步理解 · 19
- 正确理解光电效应中的五组概念 · 24
- 光子说对康普顿效应的解释 · 25
- 对不确定关系的理解 · 33
- 玻尔理论的理解 · 47
- 原子能级和能级跃迁的理解 · 48
- 对半衰期的理解 · 56
- 结合能与比结合能的理解 · 64
- 对重核裂变和链式反应的分析 · 68

规律方法

- 冲量及冲量的计算方法 · 6
- 某一方向上动量守恒问题的解题规律 · 11
- 光电效应方程及其规律 · 24
- 带电粒子比荷的测定方法 · 36
- 氢原子光谱的规律和应用 · 44
- 原子核的衰变规律 · 56
- 核能的计算方法 · 65

误区剖析

- 关于动量、冲量、动量定理理解的三个误区 · 8
- 关于动量守恒定律理解的三个误区 · 12
- 关于碰撞类问题的三个认识误区 · 16
- 理解光电效应规律的三个误区 · 25
- 对光的波粒二象性理解的三个误区 · 30
- 关于 α 粒子散射实验问题的三个认识误区 · 40
- 理解巴耳末公式的三个误区 · 44
- 理解原子跃迁问题的三个误区 · 49
- 三种射线的判断误区 · 53
- 关于核反应方程的两个误区 · 57
- 关于人工核反应认识的两个误区 · 61
- 有关核能计算的两个常见误区 · 66
- 对重核裂变的理解及方程式书写的三个误区 · 70
- 对轻核聚变理解的两个误区 · 74



课堂学习案

第十六章 动量守恒定律

1 实验:探究碰撞中的不变量

实验定向认知

夯实求知的征程,运筹帷幄

蓄势待发

一、实验目的

1. 明确探究物体碰撞中的不变量的基本思路。
2. 探究一维碰撞中的不变量。

二、实验原理

1. 探究思路:

(1)一维碰撞:两个物体碰撞前沿同一直线运动,碰撞后仍沿同一直线运动,这种碰撞叫做一维碰撞。

(2)追寻不变量:在一维碰撞的情况下,设两个物体的质量分别为 m_1 、 m_2 ,碰撞前的速度分别为 v_1 、 v_2 ,碰撞后的速度分别为 v_1' 、 v_2' ,如果速度与我们规定的正方向一致,取正值。相反取负值,依次研究以下关系是否成立:

$$\textcircled{1} m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2';$$

$$\textcircled{2} m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2;$$

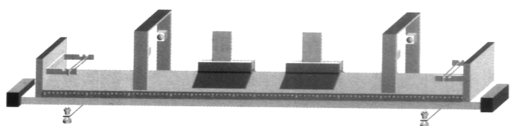
$$\textcircled{3} \frac{v_1}{m_1} + \frac{v_2}{m_2} = \frac{v_1'}{m_1} + \frac{v_2'}{m_2}.$$

探究以上各关系式是否成立,关键是准确测量和计算碰撞前与碰撞后的速度 v_1 、 v_2 、 v_1' 、 v_2' 。

2. 方案设计:

方案一:用气垫导轨完成两个滑块的一维碰撞。

实验装置如图所示:

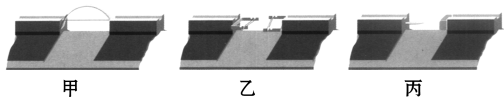


(1)质量的测量:用天平测量质量。

(2)速度的测量:利用公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,式中 Δx 为滑块(挡光片)的宽度, Δt 为计时器显示的滑块(挡光片)经过光电门所对应的时间。

(3)利用在滑块上增加重物的方法改变碰撞物体的质量。

(4)实验方法



①用细线将弹簧片压缩,放置于两个滑块之间,并使它们静止,然后烧断细线,弹簧片弹开后落下,两个滑块随即向相反方向运动(图甲)。

②在两滑块相碰的端面上装上弹性碰撞架(图乙),可以得到能量损失很小的碰撞。

③在两个滑块的碰撞端分别装上撞针和橡皮泥,碰撞时撞针插入橡皮泥中,把两个滑块连成一体运动(图丙),这样可以得到能量损失很大的碰撞。

方案二:利用等长悬线悬挂等大小的小球实现一维碰撞。

实验装置如图所示:

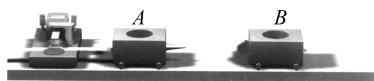
(1)质量的测量:用天平测量质量。

(2)速度的测量:可以测量小球被拉起的角度,根据机械能守恒定律算出小球碰撞前对应的速度;测量碰撞后两小球分别摆起的对应角度,根据机械能守恒定律算出碰撞后对应的两小球的速度。

(3)不同碰撞情况的实现:用贴胶布的方法增大两小球碰撞时的能量损失。

方案三:利用小车在光滑长木板上碰撞另一辆静止的小车实现一维碰撞。

实验装置如图所示:



(1)质量的测量:用天平测量质量。

(2)速度的测量: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,式中 Δx 是纸带上两计数点间的距离,可用刻度尺测量。 Δt 为小车经过 Δx 所用的时间,可由打点间隔算出。这个方案适合探究碰撞后两物体结合为一起的情况。

(3)碰撞的实现:两小车的碰撞端分别装上撞针和橡皮泥。碰撞时,撞针插入橡皮泥中,两小车连在一起运动。

三、实验器材

方案一:

气垫导轨、光电计时器、天平、滑块两个(带挡光片)、重物、弹簧片、细绳、弹性碰撞架、胶布、撞针、橡皮泥等。

方案二:

带细线的小球(两套)、铁架台、天平、量角器、坐标纸、胶布等。

方案三:

光滑长木板、打点计时器、纸带、小车(两个)、天平、撞针、橡皮泥等。

过程体验分析

体验学科的魅力,趣味盎然

得心应手

实验过程

不论采用哪种方案,实验过程均可按实验方案合理安排,参考步骤如下:

1. 用天平测量相关碰撞物体的质量 m_1 、 m_2 , 填入预先设计好的表格中。
2. 安装实验装置。
3. 使物体发生碰撞。
4. 测量或读出碰撞前后相关的物理量, 计算对应的速度, 填入预先设计好的表格中。
5. 改变碰撞条件, 重复步骤 3、4。
6. 进行数据处理, 通过分析比较, 找出碰撞中的“不变量”。
7. 整理器材, 结束实验。

实验中记录数据用的表格:

	碰撞前		碰撞后	
	m_1	m_2	m_1	m_2
质量 m/kg				
速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	v_1	v_2	v'_1	v'_2
$mv/(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$m_1 v_1 + m_2 v_2$		$m_1 v'_1 + m_2 v'_2$	
$mv^2/(\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2})$	$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$		$m_1 v'^2_1 + m_2 v'^2_2$	

$\frac{v}{m}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1})$	$\frac{v_1}{m_1} + \frac{v_2}{m_2}$	$\frac{v'_1}{m_1} + \frac{v'_2}{m_2}$
其他可能的猜想		
实验得出的结论		

误差分析

1. 系统误差: 主要来源于装置本身是否符合要求, 即:
 - (1) 碰撞是否为一维碰撞。
 - (2) 实验中是否合理控制实验条件, 如气垫导轨是否水平, 两球是否等大, 长木板实验是否平衡掉摩擦力。
2. 偶然误差: 主要来源于对质量 m 和速度 v 的测量。

注意事项

1. 前提条件: 碰撞的两物体应保证“水平”和“正碰”。
2. 方案提醒:
 - (1) 若利用气垫导轨进行实验, 调整气垫导轨时, 注意利用水平仪确保导轨水平。
 - (2) 若利用摆球进行实验, 两小球静放时球心应在同一水平线上, 且刚好接触, 摆线竖直, 将小球拉起后, 两条摆线应在同一竖直平面内。
 - (3) 若利用长木板进行实验, 可在长木板的一端下垫一小木片用以平衡摩擦力。
3. 探究结论: 寻找的不变量必须在各种碰撞情况下都不改变。

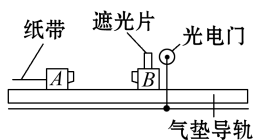
典例精析导悟

碰撞智慧的火花, 揭秘规律

提能增效

类型 1 实验原理与数据处理

【典例 1】(2014 · 新课标全国卷 II) 现利用图甲所示的装置验证动量守恒定律。在图甲中, 气垫导轨上有 A、B 两个滑块, 滑块 A 右侧带有一弹簧片, 左侧与打点计时器(图中未画出)的纸带相连; 滑块 B 左侧也带有一弹簧片, 上面固定一遮光片, 光电计时器(未完全画出)可以记录遮光片通过光电门的时间。

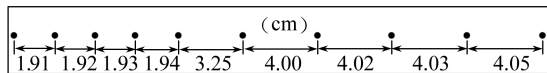


甲

实验测得滑块 A 的质量 $m_1 = 0.310 \text{ kg}$, 滑块 B 的质量 $m_2 =$

0.108 kg , 遮光片的宽度 $d = 1.00 \text{ cm}$; 打点计时器所用交流电的频率 $f = 50.0 \text{ Hz}$ 。

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 B 相碰。碰后光电计时器显示的时间为 $\Delta t_B = 3.500 \text{ ms}$, 碰撞前后打出的纸带如图乙所示。



乙

若实验允许的相对误差绝对值 $\left(\left| \frac{\text{碰撞前后总动量之差}}{\text{碰撞前总动量}} \right| \times 100\% \right)$ 最大为 5%, 本实验是否在误差范围内验证了动量守恒定律? 写出运算过程。

【标准解答】纸带上打出的相邻点的时间间隔



$$\Delta t = \frac{1}{f} = 0.02 \text{ s}$$

根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可计算出滑块 A 碰撞前后的速度

$$v_0 = 2.00 \text{ m/s}, v_1 = 0.970 \text{ m/s}$$

滑块 A、B 碰撞后滑块 B 的速度

$$v_2 = \frac{d}{\Delta t_B} = 2.86 \text{ m/s}$$

两滑块碰撞前后的总动量

$$p = m_1 v_0 = 0.310 \times 2.00 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.620 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p' = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0.610 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

两滑块碰撞前后总动量相对误差绝对值为

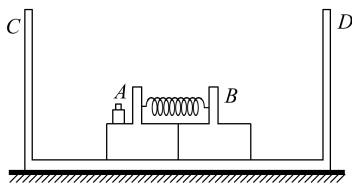
$$\delta = \left| \frac{p - p'}{p} \right| \times 100\% = 1.6\% < 5\%$$

因此,本实验在误差允许范围内验证了动量守恒定律。

答案:见标准解答

类型 2 实验的创新与设计

【典例 2】如图所示,在实验室用两端带竖直挡板 C、D 的气垫导轨和带固定挡板的质量都是 M 的滑块 A、B,做探究碰撞中不变量的实验:



(1)把两滑块 A 和 B 紧贴在一起,在 A 上放质量为 m 的砝码,置于导轨上,用电动卡销卡住 A 和 B,在 A 和 B 的固定挡

板间放一弹簧,使弹簧处于水平方向上的压缩状态。

(2)按下电钮使电动卡销放开,同时启动两个记录两滑块运动时间的电子计时器,当 A 和 B 与挡板 C 和 D 碰撞同时,电子计时器自动停表,记下 A 运动至 C 的时间 t_1 ,B 运动至 D 的时间 t_2 。

(3)重复几次取 t_1 、 t_2 的平均值。

请回答以下几个问题:

①在调整气垫导轨时应注意_____;

②应测量的数据还有_____;

③作用前 A、B 两滑块的速度与质量乘积之和为_____,作用后 A、B 两滑块的速度与质量乘积之和为_____。

【标准解答】①为了保证滑块 A、B 作用后做匀速直线运动,必须使气垫导轨水平,需要用水准仪加以调试。

②要求出 A、B 两滑块在卡销放开后的速度,需测出 A 至 C 的时间 t_1 和 B 至 D 的时间 t_2 ,并且要测量出两滑块到挡板的

运动距离 L_1 和 L_2 ,再由公式 $v = \frac{s}{t}$ 求出其速度。

③设向左为正方向,根据所测数据求得两滑块的速度分别为

$$v_A = \frac{L_1}{t_1}, v_B = -\frac{L_2}{t_2}。 \text{碰前两滑块静止, } v = 0, \text{速度与质量乘积}$$

之和为 0;碰后两滑块的速度与质量乘积之和为 $(M+m)\frac{L_1}{t_1} -$

$$M\frac{L_2}{t_2}。$$

答案:①用水准仪测量并调试使得导轨水平

②A 至 C 的距离 L_1 、B 至 D 的距离 L_2

$$\text{③ } 0 \quad (M+m)\frac{L_1}{t_1} - M\frac{L_2}{t_2}$$

放飞激扬的梦想,沙场点兵

课时提升作业

检测实效

1. 在利用气垫导轨探究碰撞中的不变量的实验中,哪些因素可导致实验出现误差 ()

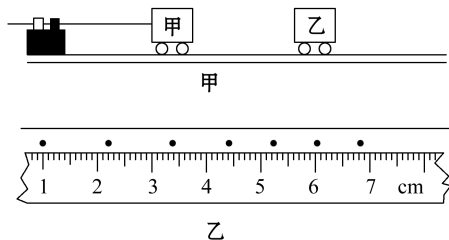
- A. 导轨安放不水平
- B. 小车上的挡光板倾斜
- C. 两小车的质量不相等
- D. 两小车碰后连在一起

2. 在做利用悬线悬挂等大的小球探究碰撞中的不变量的实验中,下列说法正确的是 ()

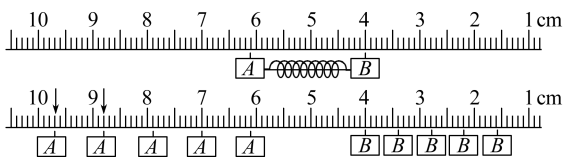
- A. 悬挂两小球的细线长度要适当且等长
- B. 由静止释放小球以便较准确地计算小球碰前的速度
- C. 两小球必须都是刚性球且质量相同
- D. 两小球碰后可能粘合在一起共同运动

3. 如图甲所示,在水平光滑轨道上停着甲、乙两辆实验小车,甲车上系有一穿过打点计时器的纸带,当甲车获得水平向右的速度时,随即启动打点计时器。甲车运动一段距离后,与静止的乙车发生正碰并粘在一起运动,纸带记录下碰撞前甲车和碰撞后两车的运动情况,如图乙所示,电源频率为 50 Hz,则碰撞前甲车速度大小为_____ m/s,碰撞后两车的共同速度大小为_____

_____ m/s。



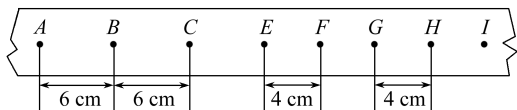
4. 如图所示为气垫导轨上两个滑块 A、B 相互作用后运动过程的频闪照片,频闪的频率为 10 Hz。开始时两个滑块静止,它们之间有一根被压缩的轻弹簧,滑块用细绳连接,细绳烧断后,两个滑块向相反方向运动。已知滑块 A、B 的质量分别为 200 g、300 g,根据照片记录的信息,细绳烧断后,A 滑块做_____运动,其速度大小为_____ m/s,本实验得出的结论是_____。



5. 某同学运用以下实验器材,设计了一个碰撞实验来寻找碰撞前后的守恒量,实验器材有打点计时器、低压交流电源(频率为50 Hz)、纸带、表面光滑的长木板、带撞针的小车A、带橡皮泥的小车B、天平。该同学经过以下几个步骤:

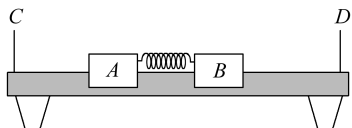
- 用天平测出小车A的质量 $m_A = 0.4 \text{ kg}$, 小车B的质量 $m_B = 0.2 \text{ kg}$ 。
- 更换纸带重复操作三次。
- 小车A靠近打点计时器放置,在车后固定纸带,把小车B放在长木板中间。
- 把长木板放在桌面上,在一端固定打点计时器,连接电源。
- 接通电源,并给A车一定的初速度 v_A 。

- 该同学正确的实验步骤为_____。
- 打点计时器打下的纸带中,比较理想的一条如图所示,根据这些数据完成下表。



	A 车	B 车	AB 整车
质量/kg			
速度/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)			
$\frac{v}{m}$			
mv			
mv^2			

- 根据以上数据猜想守恒表达式为_____。
6. 气垫导轨是常用的一种实验仪器,它是利用气泵使带孔的导轨与滑块之间形成气垫,使滑块悬浮在导轨上,滑块在导轨上的运动可视为没有摩擦。我们可以用带竖直挡板C和D的气垫导轨和滑块A和B探究碰撞中的不变量,实验装置如图所示(弹簧的长度忽略不计)。



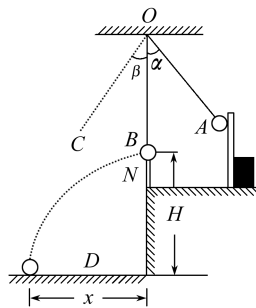
采用的实验步骤如下:

- 用天平分别测出滑块A、B的质量 m_A 、 m_B ;
- 调整气垫导轨,使导轨处于水平;
- 在A和B间放入一个被压缩的轻弹簧,用电动卡销锁定,静止放置在气垫导轨上;
- 用刻度尺测出A的左端至挡板C的距离 L_1 ;
- 按下电钮放开卡销,同时让分别记录滑块A、B运动时间的计时器开始工作,当A、B滑块分别碰撞挡板C、D时计时结束,记下A、B分别到达C、D的运动时间 t_1 和 t_2 。

- 实验中还应测量的物理量及其符号是_____。
- 作用前A、B两滑块质量与速度乘积之和为_____;
作用后A、B两滑块质量与速度乘积之和为_____。
- 作用前、后A、B两滑块质量与速度乘积之和并不完全相等,产生误差的原因有_____。

(至少答出两点)

7. 如图所示的装置中,质量为 m_A 的钢球A用细线悬挂于O点,质量为 m_B 的钢球B放在离地面高度为H的小支柱N上。O点到A球球心的距离为L。使悬线在A球释放前伸直,且线与竖直线的夹角为 α ,A球释放后摆动到最低点时恰与B球正碰,碰撞后,A球把轻质指示针OC推移到与竖直线夹角为 β 处,B球落到地面上,地面上铺一张盖有复写纸的白纸D。保持 α 角度不变,多次重复上述实验,白纸上记录到多个B球的落点。



- 图中 x 应是B球初始位置到_____的水平距离。
- 为了探究碰撞中的守恒量,应测得_____等物理量。
- 用测得的物理量表示:

$$m_A v_A = \text{_____};$$

$$m_A v'_A = \text{_____};$$

$$m_B v'_B = \text{_____}.$$



2 动量和动量定理

目标定位

1. 理解动量的概念,知道动量和动量变化量均为矢量,会计算一维情况下的动量变化量。
2. 知道冲量的概念,知道冲量是矢量。
3. 理解动量定理的确切含义,掌握其表达式。
4. 会用动量定理解释碰撞、缓冲等生活中的现象。

核心提示

- 重点:** 1. 动量概念的理解。
2. 动量变化量的理解与计算。
3. 动量定理的理解和应用。
- 难点:** 1. 动量、动量变化量、冲量、动量定理的矢量性。
2. 应用动量定理解决实际问题。

踏着坚实的步伐,稳健启程

自主初探·夯基础

预习新知

前知回顾

1. 速度是_____ (选填“矢量”或“标量”)。
2. 牛顿第二定律的表达式是_____。
3. 物体的加速度的定义式为_____。
4. 两物体发生一维碰撞时,在误差允许的范围内,碰撞前后两物体速度与质量的乘积之和_____。
5. 矢量运算遵循_____。

自主学习

一、动量

- 动量
- 定义:运动物体的_____和_____的乘积
 - 公式: $p = \underline{\hspace{2cm}}$
 - 单位: _____,符号是 _____
 - 矢量性:方向与_____的方向相同,运算遵循 _____ 定则

二、动量定理

1. 动量的变化量:
 - (1) 定义:物体在某段时间内_____与_____的矢量差(也是矢量), $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ (矢量式)。
 - (2) 动量始终保持在一条直线上时的运算:选定一个正方向,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为_____运算(此时的正、负号仅表示方向,不表示大小)。
2. 冲量:
 - 定义:力与力的作用_____的乘积
 - 公式: $I = F(t' - t)$
 - 单位: _____,符号是 _____
 - 矢量性:方向与_____的方向相同
 - 物理意义:反映力的作用对_____的积累效应

3. 动量定理:

- (1) 内容:物体在一个过程始末的_____等于它在这个过程中所受力的冲量。
- (2) 表达式: $mv' - mv = \underline{\hspace{2cm}}$ 或 $p' - p = I$ 。

思考辨析

1. 判断正误:

- (1) 物体的质量越大,动量一定越大。 ()
- (2) 物体的速度大小不变,动量可能不变。 ()
- (3) 物体动量大小相同,动能一定相同。 ()
- (4) 物体所受力的冲量为零时,物体的动量一定为零。 ()

2. 问题思考:

如图所示,在跳高比赛时,在运动员落地处为什么要放很厚的海绵垫子?



核心归纳·抓要点

萃取知识的精华, 细研深究

突破重点

一、对动量的理解

1. 动量的瞬时性: 通常说物体的动量是物体在某一时刻或某一位置的动量, 动量的大小可用 $p=mv$ 表示。
2. 动量的矢量性: 动量的方向与物体的瞬时速度的方向相同。有关动量的运算, 如果物体在一条直线上运动, 则选定一个正方向后, 动量的矢量运算就可以转化为代数运算。
3. 动量的相对性: 物体的动量与参考系的选择有关。选择不同的参考系时, 同一物体的动量可能不同, 通常在不说明参考系的情况下, 物体的动量是指物体相对地面的动量。
4. 动量的变化量: 是矢量, 其表达式 $\Delta p = p_2 - p_1$ 为矢量式, 运算遵循平行四边形定则, 当 p_2 、 p_1 在同一条直线上时, 可规定正方向, 将矢量运算转化为代数运算。
5. 动量与速度的区别与联系:
 - (1) 区别: 速度描述的是物体运动的快慢和方向; 动量在描述物体的运动方面更进一步, 更能体现物体运动的作用效果。
 - (2) 联系: 动量和速度都是描述物体运动状态的物理量, 都是矢量, 动量的方向与速度的方向相同, $p=mv$ 。
6. 动量与动能的区别与联系:
 - (1) 区别: 动量是矢量, 动能是标量; 动能从能量的角度描述物体的状态, 动量从物体运动的作用效果方面描述物体的状态。
 - (2) 联系: 动量和动能都是描述物体运动状态的物理量, 大小关系为 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 或 $p = \sqrt{2mE_k}$ 。

学而后思

- (1) 物体的动能发生变化时, 动量一定会发生变化吗?
- (2) 物体的动量发生变化时, 动能一定会发生变化吗?

【典例 1】下列说法中正确的是

()

- A. 动能变化的物体, 动量一定变化
- B. 动能不变的物体, 动量一定不变
- C. 动量变化的物体, 动能一定变化
- D. 动量不变的物体, 动能一定不变

【解题探究】(1) 物体动能的决定因素是什么? 速度变化时, 动能一定会变化吗?

(2) 物体动量的决定因素是什么? 速度变化时, 动量一定会变化吗?

【尝试解答】选_____。

【变式训练】下列说法中不正确的是

()

- A. 某物体的动量改变, 一定是其速度大小改变
- B. 某物体的动量改变, 一定是其运动状态改变
- C. 物体的运动速度改变, 其动量一定改变
- D. 物体的运动状态改变, 其动量一定改变

二、冲量及冲量的计算方法

1. 对冲量的理解:

- (1) 冲量是过程量, 冲量描述的是力的作用对时间的积累效应, 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。
- (2) 冲量是矢量, 在作用时间内力的方向不变时, 冲量的方向与力的方向相同, 如果力的方向是变化的, 则冲量的方向与相应时间内物体动量变化量的方向相同。
- (3) 冲量的单位: 在国际单位制中, 力 F 的单位是 N , 时间 t 的单位是 s , 所以冲量的单位是 $N \cdot s$ 。动量与冲量的单位关系是: $1 N \cdot s = 1 kg \cdot m/s$, 但要区别使用。

2. 冲量的计算:

- (1) 某个力的冲量: 仅由该力和力的作用时间共同决定, 与其他力是否存在及物体的运动状态无关。例如, 一个物体受几个恒力作用处于静止或匀速直线运动状态, 其中每一个力的冲量均不为零。
- (2) 求合冲量。
 - ① 如果是一维情形, 可以化为代数和, 如果不在一条直线上, 求合冲量遵循平行四边形定则。
 - ② 两种方法: 可分别求每一个力的冲量, 再求各冲量的矢量和; 另外, 如果各个力的作用时间相同, 也可以先求合力, 再用公式 $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} \cdot \Delta t$ 求解。
- (3) 变力的冲量要用动量定理列式求解。

学而后思

- (1) 冲量和功都是过程量, 二者都是力的作用效果, 它们的主要区别是什么?
- (2) 功是标量, 但功也有正功和负功之分, 功和冲量的正、负号有什么不同?

【典例 2】两个质量相等的物体在同一高度沿倾角不同的两个光滑斜面由静止开始自由下滑, 在它们到达斜面底端的过程中

()

- A. 重力的冲量相同
- B. 斜面弹力的冲量不同



- C. 斜面弹力的冲量均为零
D. 合外力的冲量不同

【解题探究】(1)若力的方向与物体速度垂直,能否说明此力在一段时间内的冲量为零?

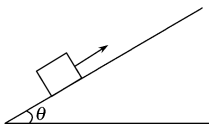
(2)相同物体从同一高度沿不同倾角的光滑斜面自由下滑到底端时,动量是否相同?

【尝试解答】选_____。

总结提升 冲量和功的三点比较

- (1)冲量和功都是过程量,冲量表示力在时间上的积累效果,功表示力在空间上的积累效果。
(2)功是标量,其正、负表示是动力对物体做功还是物体克服阻力做功。冲量是矢量,其正、负号表示方向,计算冲量时要先规定正方向。
(3)做功的多少由力的大小、位移的大小及力和位移的夹角三个因素决定。冲量的大小只由力的大小和时间两个因素决定。力作用在物体上一段时间,力的冲量不为零,但力对物体做的功可能为零。

【变式训练】如图所示,质量为 m 的小滑块沿倾角为 θ 的斜面向上滑动,经过时间 t_1 速度为零,然后又下滑,经过时间 t_2 回到斜面底端。滑块在运动过程中受到的摩擦力大小始终为



- F_1 ,在整个过程中,重力对滑块的总冲量为 ()
A. $mg\sin\theta(t_1+t_2)$ B. $mg\sin\theta(t_1-t_2)$
C. $mg(t_1+t_2)$ D. 0

三、对动量定理的理解及应用

1. 对动量定理的理解:

- (1)适用对象:在中学物理中,动量定理的研究对象通常为单个物体。
(2)适用范围:动量定理不仅适用于宏观物体的低速运动,也适用于微观物体的高速运动。不论是变力还是恒力,不论几个力作用时间是同时还是不同时,不论物体的运动轨迹是直线还是曲线,动量定理都适用。
(3)因果关系:动量定理反映了合外力的冲量与动量的变化量之间的因果关系,即合外力的冲量是原因,物体动量的变化量是结果。反映了力对时间的积累效应,与物体的初、末动量以及某一时刻的动量无必然联系,物体动量变化的方向与合力的冲量的方向相同,物体在某一时刻的动量方向与合力的冲量的方向无必然联系。

2. 动量定理的应用:

(1)定性分析有关现象:

- ①物体的动量变化量一定时,力的作用时间越短,力就越大,反之力就越小。例如,易碎物品包装箱内为防碎而放置的碎纸、刨花、塑料泡沫等填充物。
②作用力一定时,力的作用时间越长,动量变化量越大,反之动量变化量就越小。例如,杂耍中,用铁锤猛击“气功师”身上的

石板令其碎裂,作用时间很短,铁锤对石板的冲量很小,石板的动量几乎不变,“气功师”才不会受伤害。

(2)应用动量定理定量计算的一般步骤:

- ①选定研究对象,明确运动过程。
- ②进行受力分析,确定初、末状态。
- ③选取正方向,列动量定理方程求解。

学而后思 ?

(1)如何求解变力的冲量?

(2)动量定理有分量式吗?

【典例 3】质量为 0.5 kg 的弹性小球,从 1.25 m 高处自由下落,与地板碰撞后回跳高度为 0.8 m ,设碰撞时间为 0.1 s , g 取 10 m/s^2 ,求小球对地板的平均冲力。

【解题探究】(1)小球碰撞地板前的速度根据什么规律求解?

(2)小球与地板相碰后做什么运动,能否回到初始位置?

尝试解答:

总结提升 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外力的冲量,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。

【变式训练】质量为 60 kg 的建筑工人,不慎从高空跌下,幸好弹性安全带的保护使他悬挂起来。已知弹性安全带的缓冲时间是 1.5 s ,安全带自然长度为 5 m , g 取 10 m/s^2 ,则安全带所受的平均冲力的大小为 ()

- A. 500 N B. $1\,100 \text{ N}$ C. 600 N D. $1\,000 \text{ N}$

易错警示·析误区

破译思维的密码,点拨迷津

规避误区

关于动量、冲量、动量定理理解的三个误区

误区1:误认为动量和动能两个量中,只要其中一个发生变化,另一个会随着变化

产生此错误认识的原因是对概念理解不清。动量是矢量,动量发生变化时,动量的大小不一定发生变化,故动能不一定发生变化。

误区2:误认为力不做功时,力的冲量一定为零

这是由于混淆了冲量和功这两个概念。功是力对位移的积累效果,力做功为零时,力的作用时间不为零,故力的冲量 Ft 也不为零。

误区3:误认为合外力的冲量为零时,物体的动量一定为零

产生误区的原因是没有正确理解动量定理。合外力的冲量等于动量的变化量,冲量为零时,动量的变化量为零,动量不一定为零。

【典例】关于物体的动量,下列说法正确的是 ()

- A. 物体的动量越大,其惯性也越大
- B. 同一物体的动量越大,其速度一定越大

C. 物体的加速度不变,其动量一定不变

D. 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

【解析】通过以下表格进行逐项分析:

选项	情景与过程分析	判断
A	物体的动量越大,即质量与速度的乘积越大,惯性(质量)不一定越大	×
B	对于同一物体,质量一定,所以动量越大时,速度越大	✓
C	加速度不变,但速度可以变,如平抛运动的物体	×
D	动量的方向始终与速度方向相同	✓

课时训练·速提升

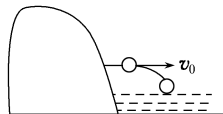
放飞激扬的梦想,沙场点兵

检测实效

基础达标

- 关于动量、冲量、动量定理,下列说法正确的是 ()
 - A. 质量大的物体的动量一定大
 - B. 质量和速率都相同的物体的动量一定相同
 - 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变化,它的动量一定改变
 - E. 力的冲量越大,力对物体做功越多
 - F. 合外力的冲量不为零时,动量的大小一定发生变化
 - G. 物体的动量变化越大,则物体所受的力越大
- 在任何相等时间内,物体动量的变化总是相等的运动可能是 ()
 - A. 匀速圆周运动
 - B. 匀变速直线运动
 - C. 自由落体运动
 - D. 平抛运动
- 下面关于物体动量和冲量的说法,正确的是 ()
 - A. 物体所受合外力冲量越大,它的动量也越大
 - B. 物体所受合外力冲量不为零,它的动量一定要改变
 - C. 物体动量增量的方向,就是它所受合外力的冲量方向
 - D. 物体所受合外力冲量越大,它的动量变化就越大
- 下列几种物理现象的解释中,正确的是 ()
 - A. 砸钉子时不用橡皮锤,只是因为橡皮锤太轻
 - B. 跳高时往沙坑里填沙,是为了减小冲量
 - C. 在推车时推不动是因为推力的冲量为零

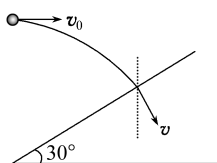
- 动量相同的两个物体受到相同的制动力,两个物体将同时停下来
- 放在水平桌面上的物体质量为 m ,用一个大小为 F 的水平推力推它 t 秒,物体始终不动,那么 t 秒内,推力对物体的冲量大小是 ()
 - A. $F \cdot t$
 - B. $mg \cdot t$
 - C. 0
 - D. 无法计算
- 竖直上抛一质量为 m 的小球,经 t 秒小球重新回到抛出点,若取向上为正方向,那么从抛出到重新回到抛出点的过程中,小球动量变化量为 ()
 - A. $-mgt$
 - B. mgt
 - C. 0
 - D. $-mgt/2$
- 如图所示的跳水运动员(图中用一小圆圈表示),从某一峭壁水平跳出,落入湖水中,已知运动员的质量 $m=60\text{ kg}$,初速度 $v_0=10\text{ m/s}$,若经过 1 s 时,速度为 $v=10\sqrt{2}\text{ m/s}$,则在此过程中,运动员动量的变化量为 ()



- A. $600\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - B. $600\sqrt{2}\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - C. $600(\sqrt{2}-1)\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 - D. $600(\sqrt{2}+1)\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- 一质量为 m 的小球,以初速度 v_0 沿水平方向射出,恰好垂直地射到一倾角为 30° 的固定斜面上,并立即沿反方向弹回。已知反弹速度的大小是入射速度大小的 $\frac{3}{4}$ 。求在碰撞中斜面对小

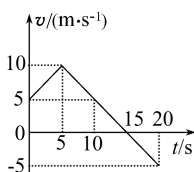


球的冲量大小。



能力提升

- 质量为 1 kg 的物体做直线运动,其速度图像如图所示。则物体在前 10 s 内和后 10 s 内所受外力的冲量分别是 ()
 A. $10\text{ N}\cdot\text{s}, 10\text{ N}\cdot\text{s}$
 B. $10\text{ N}\cdot\text{s}, -10\text{ N}\cdot\text{s}$
 C. $0, 10\text{ N}\cdot\text{s}$
 D. $0, -10\text{ N}\cdot\text{s}$
- 动量相等的甲、乙两车,刹车后沿水平路面滑行,若两车质量之比为 $\frac{m_{\text{甲}}}{m_{\text{乙}}} = \frac{1}{2}$,路面对两车的阻力相同,则两车的滑行时间之比为 ()
 A. $1:1$ B. $1:2$ C. $2:1$ D. $1:4$
- 质量为 m 的小球在竖直光滑圆形内轨道中做圆周运动,周期为 T ,则以下说法正确的是 ()
 A. 每运转一周,小球所受重力的冲量的大小为 0
 B. 每运转一周,小球所受重力的冲量的大小为 mgT
 C. 每运转一周,小球所受合力的冲量的大小为 0
 D. 每运转半周,小球所受重力的冲量的大小一定为 $\frac{mgT}{2}$



4. 一辆轿车强行超车时,与另一辆迎面驶来的轿车相撞,两车车身因相互挤压,皆缩短了 0.5 m ,据测算两车相撞前速度约为 30 m/s ,则:

- (1)假设两车相撞时人与车一起做匀减速运动,试求车祸中车内质量约 60 kg 的人受到的平均冲力是多大。
- (2)若此人系有安全带,安全带在车祸过程中与人体作用时间是 1 s ,求这时人体受到的平均冲力为多大。

5. 将质量 $m=0.2\text{ kg}$ 的小球以水平速度 $v_0=3\text{ m/s}$ 抛出,不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,求:

- (1)抛出后 0.4 s 内重力对小球的冲量。
- (2)抛出 0.4 s 时小球的动量。
- (3)抛出后 0.4 s 内小球动量的变化量。

3 动量守恒定律

目标定位

1. 理解系统、内力、外力的概念。
2. 知道动量守恒定律的内容及表达式,理解其守恒的条件。
3. 知道动量守恒定律的普遍意义。
4. 会用动量守恒定律解决实际问题。

核心提示

- 重点:** 1. 理解和掌握动量守恒定律的内容及表达式。
 2. 理解动量守恒的条件。
- 难点:** 1. 对动量守恒定律条件的掌握。
 2. 应用动量守恒定律解决实际问题。

踏着坚实的步伐,稳健启程

自主初探·夯基础

预习新知

前知回顾

1. 动量是矢量,其大小等于物体的 _____ 与 _____ 的乘积,方向与 _____ 的方向相同。
2. 冲量反映了力对时间的积累效应,其大小为 $I=$ _____,方

向与力 F 的方向 _____。

3. 物体在一个过程中所受力的冲量等于在这个过程始末的 _____。
4. 发生碰撞的两个物体在碰撞前后各自的质量与速度的乘积之和是 _____。

自主学习

一、系统、内力和外力

1. 系统:相互作用的两个或多个物体组成的_____。
2. 内力:系统_____物体间的相互作用力。
3. 外力:系统_____的物体对系统_____的物体的作用力。

二、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: $p_1 + p_2 =$ _____或 $m_1 v_1 + m_2 v_2 =$ _____。
3. 适用条件:系统_____或者所受外力矢量和_____。

三、动量守恒定律的普适性

动量守恒定律是一个独立的实验规律,它适用于目前为止物理学研究的_____领域。

思考辨析

1. 判断正误:

- (1)一个系统初、末状态动量大小相等,即动量守恒。 ()
- (2)两个做匀速直线运动的物体发生碰撞,两个物体组成的系统动量守恒。 ()
- (3)系统动量守恒也就是系统的动量变化量为零。 ()
- (4)只有两物体碰撞前后均在同一直线上运动,两物体组成的系统动量才守恒。 ()

2. 问题思考:

动量守恒定律和牛顿运动定律的适用范围是否一样?

核心归纳 · 抓要点

萃取知识的精华,细研深究

突破重点

一、对动量守恒定律的理解及应用

1. 研究对象:动量守恒定律的研究对象是相互作用的物体组成的系统。
2. 对系统“总动量保持不变”的三点理解:
 - (1)系统的总动量是指系统内各物体动量的矢量和,总动量不变指的是系统的总动量的大小和方向都不变。
 - (2)系统的总动量保持不变,但系统内每个物体的动量可能在不断变化。
 - (3)系统在整个过程中任意两个时刻的总动量都相等,不能误认为只是初、末两个状态的总动量相等。
3. 动量守恒定律的“五性”:
 - (1)条件性:应用动量守恒定律时,一定要先判断系统是否满足动量守恒的条件。
 - ①系统不受外力作用,这是一种理想化的情形,如宇宙中两星球的碰撞,微观粒子间的碰撞都可视为这种情形。
 - ②系统受外力作用,但所受合外力为零。像光滑水平面上两物体的碰撞就是这种情形。
 - ③系统受外力作用,但当系统所受的外力远远小于系统内各物体间的内力时,系统的总动量近似守恒。例如,抛出去的手榴弹在空中爆炸的瞬间,弹片所受火药爆炸时的内力远大于其重力,重力完全可以忽略不计,系统的动量近似守恒。
 - ④系统受外力作用,所受的合外力不为零,但在某一方向上合外力为零,则系统在该方向上动量守恒。
 - ⑤系统受外力作用,但在某一方向上内力远大于外力,也可认为在这一方向上系统的动量守恒。
 - (2)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系统的总动量在相互作用前后不仅大小相等,而且方向也相同。
 - 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。如果各物体动量的方向

在同一直线上,要选取正方向,将矢量运算转化为代数运算。计算时切不可丢掉表示方向的正、负号。

- (3)相对性: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系,各物体的速度通常均为相对于地面的速度。
 - (4)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。
 - (5)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。
4. 动量守恒定律不同表现形式的表达式的含义:
 - (1) $p = p'$:系统相互作用前总动量 p 等于相互作用后总动量 p' 。
 - (2) $\Delta p_1 = -\Delta p_2$:相互作用的两个物体组成的系统,一个物体的动量变化量与另一个物体的动量变化量大小相等、方向相反。
 - (3) $\Delta p = 0$:系统总动量增量为零。
 - (4) $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$:相互作用的两个物体组成的系统,作用前的动量和等于作用后的动量和。
 5. 应用动量守恒定律的解题步骤:

明确研究对象,确定系统的组成

受力分析,确定动量是否守恒

规定正方向,确定初末动量

根据动量守恒定律,建立守恒方程

代入数据,求出结果并讨论说明



学而后思?

(1) 系统的动量守恒时, 系统内的各物体动量是否也守恒?

(2) 计算系统内各物体的动量时, 参考系能否选正在加速运动的物体?

【典例 1】质量 $m_1 = 10 \text{ g}$ 的小球在光滑的水平桌面上以 $v_1 = 30 \text{ cm/s}$ 的速率向右运动, 恰遇上质量为 $m_2 = 50 \text{ g}$ 的小球以 $v_2 = 10 \text{ cm/s}$ 的速率向左运动, 碰撞后, 小球 m_2 恰好停止, 则碰后小球 m_1 的速度大小和方向如何?

【解题探究】(1) 两小球组成的系统总动量的方向是什么?

(2) 两小球碰撞过程中是否满足动量守恒的条件?

尝试解答:

总结提升 | 处理动量守恒应用题“三步曲”

- (1) 判断题目涉及的物理过程是否满足动量守恒的条件。
- (2) 确定物理过程及其系统内物体对应的初、末状态的动量。
- (3) 确定正方向, 选取恰当的动量守恒的表达式列式求解。

【变式训练】一辆车在水平光滑路面上以速度 v 匀速行驶。车上的人每次以相同的速度 $4v$ (相对地面) 向行驶的正前方抛出车外一个质量为 m 的沙包。抛出第一个沙包后, 车速减为原来的 $\frac{3}{4}$, 则抛出第四个沙包后, 此车的运动情况如何?

二、某一方向上动量守恒问题的解题规律

1. 动量守恒定律的适用条件是普遍的, 当系统所受的合外力不为零时, 系统的总动量不守恒, 但是在不少情况下, 合外力在某个方向上的分量却为零, 那么在该方向上系统的动量分量就是守恒的。
2. 分析该方向上对应过程的初、末状态, 确定初、末状态的动量。
3. 选取恰当的动量守恒的表达式列方程。
4. 结合常用的机械能守恒、动能定理或能量守恒的公式列出对应的方程。
5. 根据题意分析讨论, 得出结论。

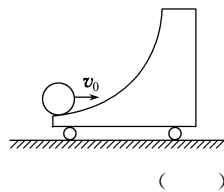
学而后思?

(1) 系统的动量守恒时, 在某方向上的动量是否也守恒?

(2) 系统的动量可以沿某个方向分解, 系统的动能是否也可以分解?

【典例 2】质量为 M 的带有 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨

道的小车静止置于光滑水平面上, 如图所示, 一质量也为 M 的小球以速度 v_0 水平冲上小车, 到达某一高度后, 小球又返回小车的左端, 则



- A. 小球以后将向左做平抛运动
- B. 小球将做自由落体运动

C. 此过程小球对小车做的功为 $\frac{1}{2} M v_0^2$

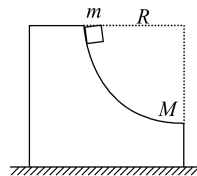
D. 小球在弧形槽上上升的最大高度为 $\frac{v_0^2}{2g}$

【解题探究】(1) 小球和小车组成的系统动量守恒吗?

(2) 小球上升到最高点时, 小球的速度是否为零?

【尝试解答】选_____。

【变式训练】如图所示, 一个质量为 m 的木块, 从半径为 R 、质量为 M 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆槽顶端由静止滑下。已知圆槽可沿着光滑水平面自由滑动。求木块从槽口滑出时的速度大小为多少?



三、“爆炸类问题中”动量守恒定律的应用

1. 爆炸的特点是物体间的相互作用突然发生,相互作用力尽管是变力,但作用时间很短,爆炸产生的内力远大于外力(如重力、摩擦力等),因此爆炸过程中外力的作用可以近似忽略,系统满足动量守恒的条件,因此可以利用动量守恒定律求解爆炸问题。
2. 由于爆炸过程中物体间相互作用的时间很短,作用过程中物体的位移很小,一般可忽略不计,因此可以把作用过程看作一个理想化过程来处理,可认为此过程动量守恒,位移不发生变化。

学而后思 ?

(1)爆炸前系统若静止,爆炸后各部分获得了速度,能否说明爆炸过程中系统总动量增加了?

(2)爆炸过程中能量是怎样转化的?

【典例3】抛出的手雷在最高点时水平速度为 10 m/s ,这时突然炸成两块,其中大块质量为 300 g ,仍按原方向飞行,测得其速度为 50 m/s ,另一小块质量为 200 g ,求它的速度的大小和方向。

【解题探究】(1)手雷爆炸过程中动量是否守恒?

(2)爆炸后,大块和小块各做什么运动?

尝试解答:

【变式训练】从某高度自由下落一个质量为 M 的物体,当物体下落 h 时,突然炸裂成两块,已知质量为 m 的一块碎片恰能沿竖直方向回到开始下落的位置,求刚炸裂时另一块碎片的速度。

破译思维的密码,点拨迷津

易错警示·析误区

规避误区

关于动量守恒定律理解的三个误区

误区1:误认为只要系统初末状态的动量相同,则系统动量守恒,中间某一时刻系统的动量不一定守恒

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,才能符合动量守恒定律。

误区2:误认为两物体作用前后的速度在同一条直线上时,系统动量才能守恒

产生该错误认识的原因是没有正确理解动量守恒的条件,动量是矢量,只要系统不受外力或所受合外力为零,则系统动量守恒,系统内各物体的运动不一定共线。

误区3: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。

【典例】关于系统动量守恒的条件,下列说法正确的是 ()

- A. 只要系统内存在摩擦力,系统动量就不可能守恒
- B. 只要系统中有一个物体具有加速度,系统动量就不守恒
- C. 只要系统所受的合外力为零,系统动量就守恒

D. 系统中所有物体的加速度为零时,系统的总动量有可能变化

【解析】通过以下表格进行逐项分析:

选项	情景与过程分析	判断
A	系统内的摩擦力属于内力,不影响系统的动量	×
B	系统内有一个物体有加速度,说明这个物体受力不为零,但系统所受外力可能为零	×
C	系统所受外力为零,是系统动量守恒的条件	√
D	所有物体加速度为零时,各物体速度恒定,动量恒定,总动量一定不变	×