

导学案

高中物理选修 3-5

DAOXUEAN
GAOZHONG WULI XUANXIU

物理工作室 / 主编



[导学案跟踪检测]



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

导学案. 高中物理. 选修 3-5 / 物理工作室主编. --

成都 : 电子科技大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5647-4331-4

I. ①导… II. ①物… 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(2017)第 078103 号

导学案.高中物理选修 3-5

物理工作室 主编

出版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 罗 雅
责任编辑: 罗 雅
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都市火炬印务有限公司
成品尺寸: 205mm×282 mm 印张 13 字数 320 千字
版 次: 2017 年 4 月第一版
印 次: 2017 年 4 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-4331-4
定 价: 48.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

→ → → → → → → → → → → → → → →

第一章 碰撞与动量守恒

第一节 碰 撞	(1)
教材重难点解读	(1)
方法热点分享	(3)
第二节 动 量	(5)
教材重难点解读	(5)
方法热点分享	(7)
真题原貌链接	(9)
典型专题培优 动量定理	(10)
方法热点分享	(10)
真题原貌链接	(13)
第三节 动量守恒定律的应用	(14)
教材重难点解读	(14)
方法热点分享	(15)
真题原貌链接	(17)
典型专题培优 动量守恒的综合应用	(20)

方法热点分享	(20)
--------------	--------

第二章 原子结构

第一节 电 子	(25)
教材重难点解读	(25)
方法热点分享	(26)
第二节 原子的核式结构模型	(29)
教材重难点解读	(29)
方法热点分享	(30)
真题原貌链接	(31)
第三节 光谱 氢原子光谱	(32)
教材重难点解读	(32)
方法热点分享	(33)
第四节 玻尔的原子模型——能级	(35)
教材重难点解读	(35)
方法热点分享	(36)
真题原貌链接	(37)
章末复习总结	(39)

第三章 原子核

第一节 原子核的组成与核力	(41)
教材重难点解读	(41)
方法热点分享	(42)
真题原貌链接	(44)
第二节 放射性衰变	(45)
教材重难点解读	(45)
方法热点分享	(46)
真题原貌链接	(49)
第三节 放射性的应用、危害与防护	(50)
教材重难点解读	(50)
方法热点分享	(51)
真题原貌链接	(53)
第四节 原子核的结合能	(54)
教材重难点解读	(54)
方法热点分享	(55)
真题原貌链接	(57)
第五节 核 裂 变	(59)
教材重难点解读	(59)
方法热点分享	(60)
真题原貌链接	(62)

第六节 核 聚 变	(63)
教材重难点解读	(63)
方法热点分享	(64)
真题原貌链接	(66)

第四章 波粒二象性

第一、二节 量子概念的诞生光电效应与光的量子说	(67)
教材重难点解读	(67)
方法热点分享	(69)
真题原貌链接	(71)
第三节 光的波粒二象性	(74)
教材重难点解读	(74)
方法热点分享	(76)
真题原貌链接	(77)
第四、五节 实物粒子的波粒二象性不确定性关系	(78)
教材重难点解读	(78)
方法热点分享	(79)
真题原貌链接	(80)
本章知识回顾与总结	(81)
参考答案	(83)
导学案跟踪检测(单独成册)	



第一章

碰撞与动量守恒

第一节 碰撞

教材重难点解读

新知重难点依教材 点精突破随名师

知识点一 碰撞现象

1. 碰撞

做相对运动的两个(或几个)物体相遇而发生_____, _____发生改变的过程。

2. 碰撞特点

(1)时间特点:在碰撞过程中,相互作用时间_____。

(2)相互作用力特点:在碰撞过程中,相互作用力_____外力。

(3)位移特点:在碰撞过程中,物体发生速度突变时,位移极小,可认为物体在碰撞前后仍在_____。

知识点二 碰撞的分类

1. 按碰撞过程中机械能是否损失分为

碰撞中能量特点:碰撞过程中,一般伴随机械能的损失,即 $E_{k1}' + E_{k2}' \leq E_{k1} + E_{k2}$, 其中,

(1)弹性碰撞:若两球碰撞后形变能完全恢复,并没有能量损失,即碰撞前后系统的总动能_____, $E_{k1} + E_{k2} = E_{k1}' + E_{k2}'$ 。

(2)非弹性碰撞:若两球碰后它们的形变不能完全恢复原状,一部分动能最终转化为内能,碰前碰后系统的动能不再相等,这种碰撞叫作非弹性碰撞。

撞。碰撞过程中有动能损失,即动能_____, 碰撞后系统的总动能_____碰撞前系统的总动能。

$$E_{k1}' + E_{k2}' < E_{k1} + E_{k2}.$$

(3)完全非弹性碰撞:如果碰撞后二者_____成为一个整体,具有_____的速度,这种碰撞系统动能损失得最多,这种碰撞叫作完全非弹性碰撞。

2. 按碰撞前后,物体的运动方向是否沿同一条直线可分为

(1)对心碰撞(正碰):碰撞前后,物体的运动方向_____。

(2)非对心碰撞(斜碰):碰撞前后,物体的运动方向_____. (高中阶段只研究正碰)。

知识点三 探究一维碰撞中的不变量

1. 探究方案

方案一:利用气垫导轨实现一维碰撞

(1)质量的测量:用_____测量。

(2)速度的测量: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 式中 Δx 为滑块(挡光片)的宽度, Δt 为_____显示的滑块(挡光片)经过_____的时间。

(3)各种碰撞情景的实现:利用弹簧片、细绳、



弹性碰撞架、胶布、撞针、橡皮泥设计各种类型的碰撞,利用滑块上加重物的方法改变碰撞物体的质量.

方案二:利用等长悬线悬挂等大小球实现一维碰撞

(1)质量的测量:用天平测量.

(2)速度的测量:可以测量小球被拉起的角度,从而算出碰撞前对应小球的速度,测量碰撞后小球摆起的角度,算出碰撞后对应小球的速度.

(3)不同碰撞情况的实现:用贴胶布的方法增大两球碰撞时的能量损失.

方案三:利用小车在光滑桌面上碰撞另一静止小车实现一维碰撞

(1)质量的测量:用天平测量.

(2)速度的测量: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 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.

2. 实验器材

方案一:气垫导轨、光电计时器、天平、滑块(两个)、弹簧片、细绳、弹性碰撞架、胶布、撞针、橡皮泥.

方案二:带细线的摆球(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.

3. 实验步骤

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)用天平测相关质量;
- (2)安装实验装置;
- (3)使物体发生碰撞;
- (4)测量或读出相关物理量,计算有关速度;
- (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,找出碰撞中的守恒量;
- (7)整理器材,结束实验.

4. 数据处理

为了探究碰撞中的不变量,将实验中测得的物理量填入如下表格:

	碰撞前		碰撞后	
质量	m_1	m_2	m_1	m_2
速度	v_1	v_2	v_1'	v_2'
mv	$m_1 v_1 + m_2 v_2$		$m_1 v_1' + m_2 v_2'$	
mv^2	$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$		$m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$	
$\frac{v}{m}$	$v_1/m_1 + v_2/m_2$		$v_1'/m_1 + v_2'/m_2$	

经过验证后可知,在误差允许的范围内,碰撞前后不变的量是物体的质量与速度的乘积,即 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$.

【预习自测】

1. 试列举几种常见的碰撞过程.

2. 在光滑的水平面上,动能为 E_0 的钢球 1 与静止钢球 2 发生碰撞,碰后球 1 反向运动,其动能大小记为 E_1 ,球 2 的动能大小记为 E_2 ,则必有

()

- A. $E_1 < E_0$ B. $E_1 = E_0$
C. $E_2 > E_0$ D. $E_2 = E_0$



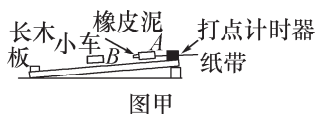
方法 热点 分享

方法热点早知道 规律技巧共探究

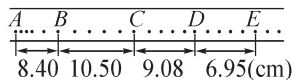
考点一 实验探究碰撞过程中的不变量

【典例共究】

例 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,他设计的装置如图甲所示.在小车 A 后面连着纸带,电磁打点计时器所接电源频率为 50 Hz,长木板的一端下垫着小木块用以平衡摩擦力.



图甲



图乙

(1)若已得到打点纸带如图乙所示,并测得各计数点间距离标在图上, A 为运动起始的第一点,则应选 _____ 段来计算 A 碰撞前速度,应选 _____ 段来计算 A 和 B 碰撞后的共同速度.

(2)已测得小车 A 的质量 $m_1 = 0.40 \text{ kg}$, 小车 B 的质量 $m_2 = 0.20 \text{ kg}$, 由以上测量结果可得:

碰撞前两车质量与速度乘积之和为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$;

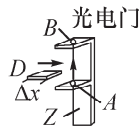
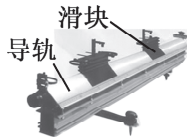
碰撞后两车质量与速度乘积之和为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

(3)结论 _____.

【及时演练】

如图所示为用气垫导轨实验探究碰撞中的不变量的实验装置,遮光片 D 在运动过程中的遮光时间 Δt 被光电计时器自动记录下来.在某次实验中,滑块 1 和滑块 2 质量分别为 $m_1 = 0.240 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 0.220 \text{ kg}$, 滑块 1 运动起来,向着静止的导轨上的滑块 2 撞去,碰撞之前滑块 1 的挡光片经过光电门时,光电计时器自动记录下来的时间 $\Delta t =$

110.7 ms. 碰撞之后,滑块 1 和滑块 2 粘连在一起,挡光片通过光电门的时间 $\Delta t' = 214.3 \text{ ms}$, 已知两滑块上的挡光板的宽度都是 $\Delta x = 3 \text{ cm}$, 问:



(1)碰撞前后两滑块各自的质量与速度乘积之和相等吗? 即 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 成立吗?

(2)碰撞前后两滑块各自的质量与速度平方乘积之和相等吗? 即 $m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$ 成立吗?



考点二 用能量的观点判断碰撞的类别

物体的碰撞是否为弹性碰撞的判断

(1)弹性碰撞是碰撞过程中无机械能损失的碰撞,确切地说是碰撞前后系统总动能不变, $E_{k1} + E_{k2} = E_{k1}' + E_{k2}'$ 计算碰撞前后系统动能是否相等即可判断是否是弹性碰撞

(2)题目中明确告诉物体间的碰撞是弹性碰撞.

(3)题目中明确告诉是弹性小球、光滑钢球或分子(原子等微观粒子)碰撞的,都是弹性碰撞.

例2 质量为 5 kg 的 A 球以 3 m/s 的速度与质量为 10 kg 静止的 B 球发生碰撞,碰后 A 球以 1 m/s 的速度反向弹回, B 球以 2 m/s 的速度向前运动,试分析:

(1)碰撞过程中损失了多少动能.

(2)两球的碰撞属于何种类型的碰撞.

【借题发挥】

(1)物体间发生完全弹性碰撞后形变能完全恢复,碰撞系统的动能不变;物体间发生非弹性碰撞后形变不能完全恢复,碰撞系统的动能有损失;物体间发生完全非弹性碰撞后,形变完全不能恢复,碰撞系统的动能损失最大.

(2)质量为 m 的运动物体与质量为 m 的静止物体发生弹性碰撞后,两物体交换速度.

【及时演练】

两球 A、B 在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动, $m_A = 1 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$, $v_A = 6 \text{ m/s}$, $v_B = 2 \text{ m/s}$. 当 A 追上 B 并发生碰撞后,两球 A、B 速度的可能值是 ()

A. $v_A' = 5 \text{ m/s}$, $v_B' = 2.5 \text{ m/s}$

B. $v_A' = 2 \text{ m/s}$, $v_B' = 4 \text{ m/s}$

C. $v_A' = -4 \text{ m/s}$, $v_B' = 7 \text{ m/s}$

D. $v_A' = 7 \text{ m/s}$, $v_B' = 1.5 \text{ m/s}$



第二节 动 量

教 材 重 难 解 读

新知重难依教材 点精突破随名师

知识点一 动量

一、动量的概念

1. 定义

物体的_____和_____的乘积.

2. 定义式

$p = \underline{\hspace{2cm}}$.

3. 单位

在 国 际 单 位 制 中, 动 量 的 单 位 是_____.

4. 方向

动量是矢量,其方向与物体的_____方向相同,动量的运算服从_____.

【特别提醒】

在计算动量时必须规定正方向,与正方向同向为正,与正方向反向为负.

【总结拓展】

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. 动量是矢量,两个物体的动量相等,说明其大小相等,方向也相同

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,以_____为参考物.

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. 动量与速度的关系

(1)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, $p = mv$.

(2)区别:速度描述物体运动的快慢和方向;动量描述运动物体的作用效果.

6. 动量与动能的关系

(1)联系:都是描述物体运动状态的物理量,

$$E_k = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2} p v, p = \sqrt{2mE_k} = \frac{2E_k}{v}.$$

(2)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,动量从运动物体的作用效果方面描述物体的状态.

知识点二 系统内力外力

上节实验研究的是碰撞,与过去研究的大多数力学问题不同,碰撞研究的力学对象不是一个物理,而是两个(或者)多个物体,我们说这两个物体(或者多个物体)组成了一个力学系统.

碰撞时两个物体之间一定有相互作用力,由于这两个物体是属于同一个系统,他们之间的力叫作_____. 两个物体还会受到重力,如果放到桌上还会受到支持力,摩擦力,这些力都是系统以外的物体施加的,叫作_____

知识点三 动量守恒定律

1. 系统

_____的两个或多个物体组成的整体.



2. 动量守恒定律

(1)内容:如果一个系统_____或_____为零,这个系统的总动量保持不变.

(2)成立条件:

系统不受外力或所受合外力为零.

(3)两物体在同一直线上运动时,动量守恒表达式:

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

3. 动量守恒定律的适用范围及意义

动量守恒定律既适用于宏观领域,又适用于_____或高速领域,它是自然界中最普遍、最基本的定律之一.

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.

【总结拓展】

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.

(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一参考系,通常为地面.

(4)同时性:动量守恒定律中 p_1 、 p_2 ...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' ...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.

知识点三 动量定理

动量定理

(1)内容:物体所受合力的冲量等于物体的动量变化.

(2)表达式: $I = \Delta p$ 或 $Ft = p' - p$

(3)理解:

①物理意义. 合外力的冲量是动量变化的原因.

②动量定理的矢量性,合外力的冲量跟物体动量变化量不仅大小相等,而且方向相同.

③独立性. 某方向的冲量只改变该方向上物体的动量.

④广泛性. 动量定理不仅适用于恒力,而且也适用于随时间而变化的力. 对于变力,动量定理中的力 F 应理解为变力在作用时间内的平均值. 不仅适用于单个物体,而且也适用于物体系统.

②相等性. 物体在时间 Δt 内物体所受合外力的冲量等于物体在这段时间 Δt 内动量的变化量,因而可以互求.

【预习自测】

1. 判断

(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. ()

2. 思考:如图所示,两个穿滑冰鞋的小孩静止在滑冰场上,不论谁推谁,两人都会向相反方向滑去. 在互相推动前,两人的动量都为零;由于推力作用,每个人的动量都发生了变化. 那么,他们的总动量在推动前后是否也发生了变化呢?



3. 关于动量的概念,下列说法正确的是 ()

- A. 动量大的物体惯性一定大
- B. 动量大的物体运动一定快
- C. 动量相同的物体,运动方向一定相同
- D. 动量相同的物体,速度小的惯性大

4. 在光滑水平面上,一质量为 m 、速度大小为 v 的 A 球与质量为 $2m$ 静止的 B 球碰撞后, A 球的速度方向与碰撞前相反. 则碰撞后 B 球的速度大小可能是_____. (填选项前的字母)

- A. $0.6v$
- B. $0.4v$
- C. $0.3v$
- D. $0.2v$

方法 热点 分享

方法热点早知道 规律技巧共探究

考点一 对动量守恒条件的理解

1. 动量守恒的条件:如果一个系统_____或_____为零,这个系统的总动量保持不变. 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.

③系统受外力作用,但外力远远小于系统内各物体间的内力,系统的总动量近似守恒. 例如,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.

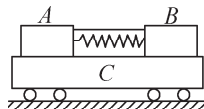
2. 在判断系统动量是否守恒时注意:在同一物理过程中,系统的动量是否守恒,与系统的选取密切相关,判断动量是否守恒,首先要弄清所研究的对象和过程,即哪个系统在哪个过程中,常见的判断方法是:

(1)分析系统在所经历过程中的受力情况,看合外力是否为零;

(2)直接分析系统在某一过程的初、末状态的动量,看它们是否大小相等,方向相同.

【典例共究】

例 如图所示, A 、 B 两物体的质量 $m_A > m_B$,中间用一段细绳相连并有一被压缩的弹簧,放在平板小车 C 上后, A 、 B 、 C 均处于静止状态. 若地面光滑,则在细绳被剪断后, A 、 B 从 C 上未滑离之前, A 、 B 沿相反方向滑动过程中,下列说法正确的是 ()



A. 若 A 、 B 与 C 之间的摩擦力大小相同,则 A 、 B 组成的系统动量守恒, A 、 B 、 C 组成的系统动量也守恒

B. 若 A 、 B 与 C 之间的摩擦力大小不相同,则 A 、 B 组成的系统动量不守恒, A 、 B 、 C 组成的系统动量也不守恒

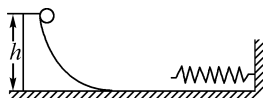
C. 若 A 、 B 与 C 之间的摩擦力大小不相同,则 A 、 B 组成的系统动量不守恒,但 A 、 B 、 C 组成的系统动量守恒



D. 以上说法均不对

【及时演练】

- 下列说法中正确的是 ()
 - 若系统不受外力作用,则该系统的机械能守恒
 - 若系统不受外力作用,则该系统的动量守恒
 - 平抛运动中,物体水平方向不受力,则水平方向的动能不变
 - 平抛运动中,物体水平方向不受力,则水平方向的动量不变
- (多选)(2016·佛山模拟)如图所示,弹簧的一端固定在竖直墙上,质量为 m 的光滑弧形槽静止在光滑水平面上,底部与水平面平滑连接,一个质量也为 m 的小球从槽上高 h 处由静止开始自由下滑 ()



- 在下滑过程中,小球和槽之间的相互作用力对槽不做功
- 在下滑过程中,小球和槽组成的系统水平方向动量守恒
- 被弹簧反弹后,小球和槽都做速率不变的直线运动
- 被弹簧反弹后,小球能回到槽上高 h 处

考点二 动量守恒定律的基本应用

1. 动量守恒定律的不同表现形式

(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' .

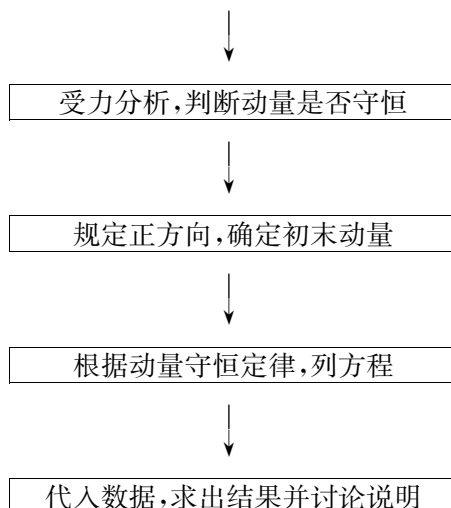
(2) $\Delta p_1 = -\Delta p_2$: 相互作用的两个物体组成的系统,一个物体的动量变化量与另一个物体的动量变化量大小相等、方向相反.

(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.

2. 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



3. 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(系统包括哪几个物体及研究的过程).
- 进行受力分析,判断系统动量是否守恒(或某一方向上是否守恒).
- 规定正方向,确定初末状态动量.
- 由动量守恒定律列出方程.
- 代入数据,求出结果,必要时讨论说明.

例2 (江苏高考)牛顿的《自然哲学的数学原理》中记载,A、B 两个玻璃球相碰,碰撞后的分离速度和它们碰撞前的接近速度之比总是约为 15 : 16. 分离速度是指碰撞后 B 对 A 的速度,接近速度是指碰撞前 A 对 B 的速度. 若上述过程是质量为 $2m$ 的玻璃球 A 以速度 v_0 碰撞质量为 m 的静止玻璃球 B,且为对心碰撞,求碰撞后 A、B 的速度大小.

(2)应用动量守恒定律的关键是正确地选择系统和过程,并判断是否满足动量守恒的条件.

【及时演练】

1. (2015 · 泉州高三质检)“爆竹声中一岁除,春风送暖入屠苏”,爆竹声响是辞旧迎新的标志,是喜庆心情的流露.有一个质量为 $3m$ 的爆竹斜向上抛出,到达最高点时速度大小为 v_0 、方向水平向

东,在最高点爆炸成质量不等的两块,其中一块质量为 $2m$,速度大小为 v ,方向水平向东;则另一块的速度为 ()

- A. $3v_0 - v$ B. $2v_0 - 3v$
C. $3v_0 - 2v$ D. $2v_0 + v$

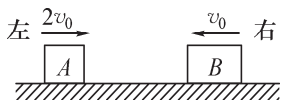
2. 在光滑水平面上, 一质量为 m 、速度大小为 v 的 A 球与质量为 $2m$ 静止的 B 球碰撞后, A 球的速度方向与碰撞前相反. 则碰撞后 B 球的速度大小可能是 ()

- A. $0.6v$ B. $0.4v$
C. $0.3v$ D. $0.2v$

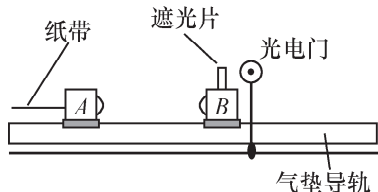
真题原貌链接

考题原貌现考情 过程表达呈规范

1. [2015 · 福建理综, 30(2), 6 分](难度★★) 如图, 两滑块 A、B 在光滑水平面上沿同一直线相向运动, 滑块 A 的质量为 m , 速度大小为 $2v_0$, 方向向右, 滑块 B 的质量为 $2m$, 速度大小为 v_0 , 方向向左, 两滑块发生弹性碰撞后的运动状态是 ()



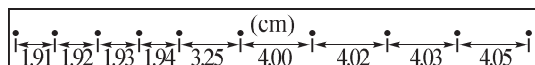
- A. A 和 B 都向左运动
B. A 和 B 都向右运动
C. A 静止, B 向右运动
D. A 向左运动, B 向右运动
2. [2014 · 新课标全国 II, 35(2), 10 分](难度★★★)现利用图(a)所示的装置验证动量守恒定律. 在图(a)中, 气垫导轨上有 A 、 B 两个滑块, 滑块 A 右侧带有一弹簧片, 左侧与打点计时器(图中未画出)的纸带相连; 滑块 B 左侧也带有一弹簧片, 上面固定一遮光片, 光电计时器(未完全画出)可以记录遮光片通过光电门的时间.



图(a)

实验测得滑块 A 的质量 $m_1 = 0.310 \text{ kg}$, 滑块 B 的质量 $m_2 = 0.108 \text{ kg}$, 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(b)所示.



图(b)

若实验允许的相对误差绝对值

$$(\frac{|\text{碰撞前、后总动量之差}|}{\text{碰前总动量}} \times 100\%) \text{ 最大为 } 5\%,$$

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.



典型专题培优 动量定理

方法热点分享

方法热点早知道 规律技巧共探究

考点一 动量与动量变化量

物体动量变化 Δp 等于末动量 p_1 减去初动量 p_0 .

说明:(1) 因为 $p = mv$ 是矢量, 只要 m 的大小、 v 的大小和 v 的方向三者中任何一个或几个发生了变化, 动量 p 就发生变化.

(2) 动量的变化量 Δp 也是矢量, 其方向与速度的改变量 Δv 的方向相同.

$\Delta p = p_1 - p_0$, 此式为矢量式, 若 p_1 、 p_0 不在一直线上时, 要用平行四边形定则(或矢量三角形法)求矢量差. 若在一直线上, 先规定正方向, 再用正、负表示 p_0 、 p_1 , 则可用 $\Delta p = p_1 - p_0 = mv_1 - mv_0$ 进行代数运算求解.

(3) 动量、动能、动量变化量的比较

	动量	动能	动量变化量
定义	物体的质量和速度的乘积	物体由于运动而具有的能量	物体末动量与初动量的矢量差
定义式	$p = mv$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	$\Delta p = p' - p$
标矢性	矢量	标量	矢量
特点	状态量	状态量	过程量
关联方程	$E_k = \frac{p^2}{2m}, E_k = \frac{1}{2}pv,$ $p = \sqrt{2mE_k}, p = \frac{2E_k}{v}$		

续表

	动量	动能	动量变化量
联系	(1) 都是相对量, 与参考系的选取有关, 通常选取地面为参考系 (2) 若物体的动能发生变化, 则动量一定也发生变化; 但动量发生变化时动能不一定发生变化		

例1 质量为 m 的物体以速率 v_0 作匀速圆周运动, 运动半周的过程中其动量改变了多少? 动能改变了多少?



【及时演练】

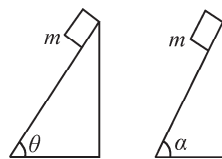
一个质量是 0.1 kg 的钢球以 6.0 m/s 的速度向右运动,碰到一个坚硬的障碍物后弹回,沿同一直线以 6.0 m/s 的速度向左运动,碰撞前后钢球的动量有没有变化?变化了多少?动量变化的方向怎样?

说明:在计算冲量时,不需要考虑被作用物体是否运动,也不必考虑作用力是否做功,可分为两种情况.

①恒力的冲量,可直接用公式 $I = F \cdot t$ 计算.

②对于变力,若力随时间均匀变化,可用力的平均值 $\frac{F_1 + F_2}{2}$ 计算;而若力的变化是非均匀的,则只能借助于动量定理计算.

例2 如图所示,两个质量相等的物体从同一高度沿倾角不同的两个光滑斜面由静止自由滑下,到达斜面底端的过程中 ()



- A. 两物体所受重力冲量相同
- B. 两物体所受合外力冲量不同
- C. 两物体到达斜面底端时动量相同
- D. 两物体到达斜面底端时动量不同

【及时演练】

一根轻质细线为 l ,系着一个质量为 m 的小球,在光滑水平面上作匀速圆周运动,小球的线速度为 v ,细线在水平面内,设小球运动一周的时间内,重力的冲量为 I_G ,细绳拉力的冲量为 I_F ,合力的冲量为 $I_{\text{合}}$,则 ()

- A. $I_G = I_F = I_{\text{合}}$
- B. $I_G = mg \frac{2\pi l}{v}$, $I_F = -2\pi mg \frac{l}{v}$, $I_{\text{合}} = 0$
- C. $I_G = 0$, $I_F = 2mv$, $I_{\text{合}} = -2mv$
- D. $I_G = \frac{2\pi mgl}{v}$ (方向竖直向下), $I_F = I_{\text{合}} = 0$

考点二 冲量

(1)定义

力和力的作用时间的乘积 Ft 叫作该力的冲量.用 I 表示,即 $I = Ft$.

(2)性质

①矢量性:方向由力的方向决定,如果在作用时间内力的方向不变,冲量的方向也就是力的方向.

②时间性:冲量是过程量,它不仅由力的大小决定,还由力的作用时间决定.

(3)冲量的计算方法

① $I = Ft$,采用定义式直接计算,主要解决恒力的冲量计算问题.

②利用动量定理 $Ft = \Delta p$,主要解决变力的冲量计算问题,但要注意式中的 F 为合外力.

考点三 动量定理的理解与应用

一、动量定理

(1)内容:物体所受合力的冲量等于物体的动量变化.

(2)表达式: $I = \Delta p$ 或 $Ft = p' - p$

(3)理解

①物理意义:合外力的冲量是动量变化的原因.



②动量定理的矢量性,合外力的冲量跟物体动量变化量不仅大小相等,而且方向相同.

③独立性:某方向的冲量只改变该方向上物体的动量.

④广泛性:动量定理不仅适用于恒力,而且也适用于随时间而变化的力.对于变力,动量定理中的力 F 应理解为变力在作用时间内的平均值,不仅适用于单个物体,而且也适用于物体系统.

②相等性:物体在时间 Δt 内物体所受合外力的冲量等于物体在这段时间 Δt 内动量的变化量,因而可以互求.

二、应用动量定理解题的步骤

(1)明确研究对象和研究过程

研究对象可以是一个物体,也可以是几个物体组成的系统,系统内各物体可以是保持相对静止的,也可以是相对运动的.研究过程既可以是全过程,也可以是全过程中的某一阶段.

(2)进行受力分析

只分析研究对象以外的物体施加给研究对象的力,所有外力之和为合外力.研究对象内部的相互作用力(内力)会改变系统内某一物体的动量,但不影响系统的总动量,因此不必分析内力.如果在所选定的研究过程的不同阶段中物体的受力情况不同,则要分别计算它们的冲量,然后求它们的矢量和.

(3)规定正方向

由于力、冲量、速度、动量都是矢量,在一维的情况下,列式前可以先规定一个正方向,与规定的正方向相同的矢量为正,反之为负.

(4)写出研究对象的初、末动量和合外力的冲量(或各外力在各个阶段的冲量的矢量和).

(5)根据动量定理列式求解.

三、应用动量定理解题的注意事项

(1)动量定理的表达式是矢量式,列式时要注意各个量与规定的正方向之间的关系(即要注意各个量的正负).

(2)动量定理中的冲量是合外力的冲量,而不是某一个力的冲量,它可以是合力的冲量,也可以是各力冲量的矢量和,还可以是外力在不同阶段的

冲量的矢量和.

(3)应用动量定理可以只研究一个物体,也可以研究几个物体组成的系统.

(4)初态的动量 p 是系统各部分动量之和,末态的动量 p' 也是系统各部分动量之和.

(5)对系统各部分的动量进行描述时,应该选取同一个参考系,不然求和无实际意义.

四、应用动量定理求解的两类简单问题

(1)应用 $I = \Delta p$ 求变力的冲量和平均作用力.

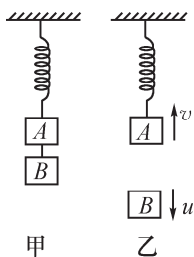
(2)应用 $\Delta p = Ft$ 求恒力作用下的曲线运动中物体动量的变化.

例3 (2005·天津)一高空作业的工人体重 600 N,系一条长为 $L=5$ m 的安全带,若工人不慎跌落时安全带的缓冲时间 $t=1$ s,则安全带所受的冲力是多大? (g 取 10 m/s²)



【及时演练】

1. 物体 A 和 B 用轻绳相连挂在经弹簧下静止不动,如图(甲)所示. A 的质量为 m , B 的质量为 M . 当连接 A、B 的绳突然断开后,物体 A 上升经某一位置时的速度大小为 v ,这时物体 B 的下落速度大小为 u ,如图(乙)所示. 在这段时间内,弹簧的弹力对物体 A 的冲量为 ()



A. mv

B. $mv - Mu$

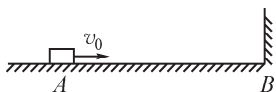
C. $mv + Mu$

D. $mv + mu$

← ← 真 题 原 貌 链 接 → →

考题原貌现考情 过程表达呈规范

1. (2015 · 安徽高考)一质量为 0.5 kg 的小物块放在水平地面上的 A 点,距离 A 点 5 m 的位置 B 处是一面墙,如图所示,一物块以 $v_0 = 9 \text{ m/s}$ 的初速度从 A 点沿 AB 方向运动,在与墙壁碰撞前瞬间的速度为 7 m/s ,碰后以 6 m/s 的速度反向运动直至静止, g 取 10 m/s^2 .



- (1) 求物块与地面间的动摩擦因数 μ .
- (2) 若碰撞时间为 0.05 s ,求碰撞过程中墙面对物块平均作用力的大小 F .
- (3) 求物块在反向运动过程中克服摩擦力所做的功 W .