

◆ 人教版

学法大视野
XUEFA DASHIYE

考一本

课程基础导航

高中选修 3-5

物理



海豚出版社
DOLPHIN BOOKS
中国国际出版集团



物理

高中选修 3-5 (人教版)

组编单位: 长沙市教育科学研究院

编写指导: 王 旭 卢鸿鸣 刘维朝

(按姓氏笔画) 陈来满 雷建军 黎 奇

本册主编: 骆宪武 程悦康

本册编者: 骆宪武 毛海明 彭立秋 胡勇辉 瞿成建

陈伟宏 赖韵全 简觉明 吴朝晖 戴岳为

刘月娥 杨 丽 胡雁军 吴 迪

本册审读: 杨爱吾 罗文炎



海豚出版社

DOLPHIN BOOKS

中国国际出版集团

图书在版编目 (CIP) 数据

考一本·课程基础导练. 物理. 3-5: 选修 / 骆宪武,
程悦康主编. —北京: 海豚出版社, 2010.8

ISBN 978-7-5110-0376-8

I. ①考… II. ①骆… ②程… III. ①物理课—高中
—习题 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 170872 号

书 名: 考一本·课程基础导练 物理(选修 3-5)

作 者: 骆宪武 程悦康

责任编辑: 范劲松 葛致远

责任校对: 彭翠娥 胡宇波

装帧设计: 张 维 蒋 慧

出 版: 海豚出版社

网 址: <http://www.dolphin-books.com.cn>

地 址: 北京市百万庄大街 24 号 邮 编: 100037

客服电话: 0731-84322947 84313942 82254875

传 真: 0731-84322947 82322805

印 刷: 湖南版艺印刷有限公司

开 本: 16 开(880 毫米×1230 毫米)

印 张: 5.5

字 数: 180 千字

版 次: 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-5110-0376-8

定 价: 11.00 元

版权所有 侵权必究

第十六章 动量守恒定律	001
第 1 课时 实验:探究碰撞中的不变量	001
第 2 课时 实验:探究碰撞中的不变量实验报告	005
第 3 课时 动量和动量定理	007
第 4 课时 动量守恒定律	010
第 5 课时 碰 撞	013
第 6 课时 反冲运动 火箭	017
第 7 课时 第十六章小结	021
第十七章 波粒二象性	027
第 1 课时 能量量子化	027
第 2 课时 光的粒子性	030
第 3 课时 粒子的波动性	034
第 4 课时 概率波 不确定性关系	037
第 5 课时 第十七章小结	040
第十八章 原子结构	044
第 1 课时 电子的发现	044
第 2 课时 原子的核式结构模型	047
第 3 课时 氢原子光谱	050
第 4 课时 玻尔的原子模型	053
第 5 课时 第十八章小结	056

目录

CONTENTS

第十九章 原子核	059
第 1 课时 原子核的组成	059
第 2 课时 放射性元素的衰变	062
第 3 课时 探测射线的方法 放射性的应用与防护	065
第 4 课时 核力与结合能	068
第 5 课时 重核的裂变	071
第 6 课时 核聚变	074
第 7 课时 粒子和宇宙	077
第 8 课时 第十九章小结	080

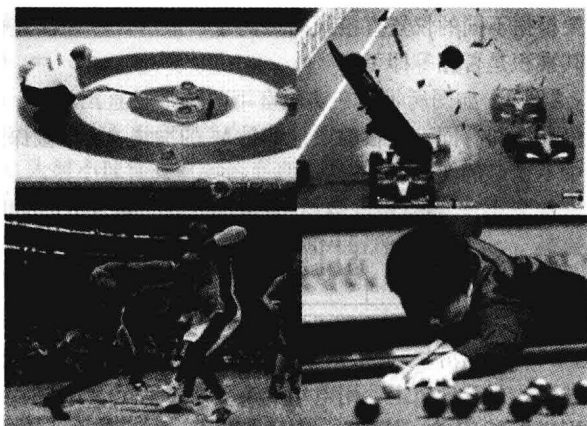
第十六章 动量守恒定律

第1课时 实验：探究碰撞中的不变量

自主探究

情景导入

我们研究物体的运动过程，大部分都不是单个物体独自的运动过程，经常都是两个相互作用的物体发生相互作用的运动过程。这类相互作用过程很多，比如，用手指弹一个硬币去撞另一个硬币，我们会发现去撞的硬币停下来，被撞的硬币被弹开。这类相互作用我们称为碰撞。类似硬币碰撞的这类现象，生活中很常见。比如：篮球运动员相撞、台球相撞、汽车撞车，冰壶碰撞。如图所示。



那么在碰撞这种相互作用过程中，除了能量守恒外，还有别的守恒规律吗？

基础过关

1. 实验探究的基本思路

(1) 一维碰撞：两个物体碰撞前_____运动，碰撞后_____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与物体运动有关的量只有物体的质量和物体的速度。设两个物体的质量分别为 m_1 、 m_2 ，碰撞前它们的速度分别为 v_1 、 v_2 ，碰撞后的速度分别为 v_1' 、 v_2' 。规定某一速度方向为正。碰撞前后速度的变化和物体的质量 m 的关系，我们可以做如下猜测：

- ① _____；
- ② _____；
- ③ _____。

分析：①碰撞前后物体质量不变，但质量并不描述物体的运动状态，不是我们追寻的“不变量”。

②必须在各种碰撞的情况下都不改变的量，才是我们追寻的不变量。

2. 实验条件的保证、实验数据的测量

(1) 实验必须保证碰撞是一维的，即两个物体在碰撞之前_____运动，碰撞之后还沿同一直线运动；

(2) 用天平测量物体的质量；

(3) 测量两个物体在碰撞前后的速度。

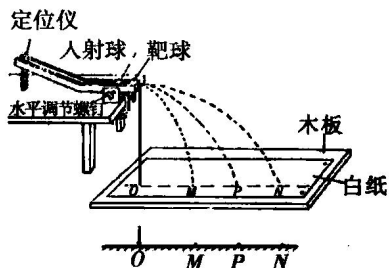
碰撞前后物体速度的测量的方法有：_____、_____、平抛测速等测速方法。

互动新课堂

名师解读

各种研究方案比较

(1) 运动的小球撞击静止的小球

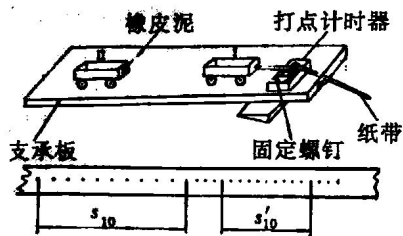


①质量的测量：天平；

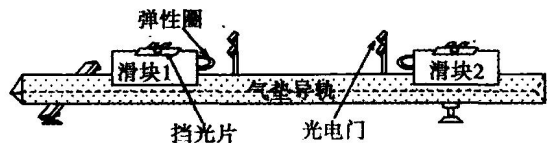
②保证一维碰撞：利用斜槽末端水平槽控制小球做水平方向运动；

③速度的测量：由于入射球和被碰小球碰撞前后均由同一高度飞出做平抛运动，飞行时间相等，若取飞行时间为单位时间，则数值上可用水平位移代替水平速度。

(2) 运动的小车撞击静止的小车后成为一个整体



- ①质量的测量：天平；
- ②保证一维碰撞：四轮小车在平板上运动；
- ③速度的测量：利用打点计时器和跟随小车的纸带来测量小车的速度。 $(v_1 = s_{10}/10T, v_1' = v_2' = s'_{10}/10T)$
- (3) 气垫导轨上两个滑块的碰撞



- ①质量的测量：天平；
- ②保证一维碰撞：气垫导轨保证了两滑块碰撞前后都在同一直线上；
- ③速度的测量：利用光电计时器记下挡光片挡光的时间 t ，再测出挡光片的长度 L ，可得滑块的速度 $v = L/t$ 。
- ④实验操作：a. 有弹性圈，b. 橡皮泥，c. 碰后成为一整体。

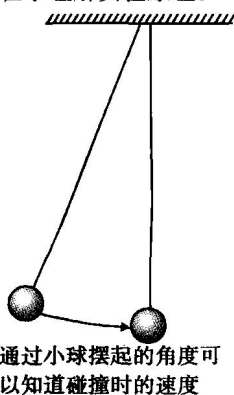
典例精析

1. 实验操作过程的把握

把握正确的实验操作方法的的关键在于理解实验原理。

【例1】在如图所示的课本参
考案例二中，下列说法正确的是
()

- A. 悬挂两球的细绳长度要适当，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. 两小球必须都是钢性球，且质量相同
- D. 两小球碰后可以粘合在一起共同运动

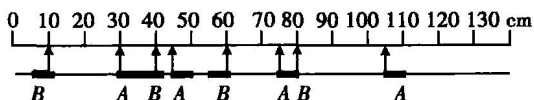


【解析】两绳等长能保证两球正碰，以减小实验误差，所以 A 正确。由于计算碰撞前速度时用到了 $mgh = \frac{mv^2}{2} - 0$ ，即初速度为 0，B 正确。本实验中对小球的性能无要求，C 错误。两球正碰后，有各种运动情况，所以 D 正确。

【答案】ABD

2. 实验数据的处理

【例2】为了研究碰撞，实验可以在气垫导轨上进行，这样就可以大大减小阻力，使滑块在碰撞前后的运动可以看成是匀速运动，使实验的可靠性及准确度得以提高。在某次实验中，A、B 两铝制滑块在一水平长气垫导轨上相碰，用闪光照相每隔 0.4 s 的时间拍摄一次照片，每次拍摄时闪光的延续时间很短，可以忽略。如图所示。已知 A、B 之间的质量关系是 $m_B = 1.5 m_A$ ，拍摄共进行了 4 次，第一次是在两滑块相撞之前，以后的三次是在碰撞之后，A 原来处于静止状态。设 A、B 滑块在拍摄闪光照片的这段时间内是在 10 cm 至 105 cm 这段范围内运动（以滑块上的箭头位置为准），试根据闪光照片求出：



(1) A、B 两滑块碰撞前后的速度各为多少？

(2) 根据闪光照片分析说明两滑块碰撞前后两个物体各自的质量与自己的速度的乘积和是不是不变量？

【解析】由图分析可知

(1) 碰撞后： $v_B' = 0.50 \text{ m/s}$ ， $v_A' = 0.75 \text{ m/s}$

从发生碰撞到第二次拍摄照片，A 运动的时间是 $t_1 = 0.2 \text{ s}$ ，由此可知：从拍摄第一次照片到发生碰撞的时间为 $t_2 = 0.2 \text{ s}$ ，则碰撞前 B 物体的速度为 $v_B = 1.0 \text{ m/s}$ ，由题意得 $v_A = 0$ 。

(2) 碰撞前： $m_A v_A + m_B v_B = 1.5 m_A v_B$

碰撞后： $m_A v_A' + m_B v_B' = 1.5 m_A v_B'$

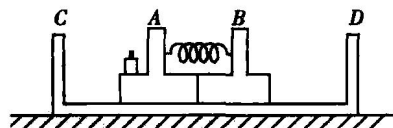
所以 $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$

即碰撞前后两个物体各自的质量与自己的速度的乘积之和是不变量。

3. 实验原理及注意事项

猜想必须以实验事实为依据。为了验证某一猜想，可以设计出具体实验方案，在实验中获得数据，进行分析，得出结论。要获得两物体在碰撞前后质量与速度乘积的关系，就要根据不同的仪器直接或间接测量，最后比较在误差范围内其乘积是否相等即可。

【例3】如图所示，在实验室用两端带竖直挡板 C、D 的气垫导轨和有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，在与 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 碰撞的同时，电子计时器自动停表，记下 A 至 C 运动时间 t_1 ，B 至 D 运动时间 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 两滑块速度与质量乘积之和为_____，作用后 A、B 两滑块速度与质量乘积之和为_____。

【解析】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，需要用水平仪加以调试。

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

挡板的距离 L_1 和 L_2 ，再由公式 $v=s/t$ 求出其速度。

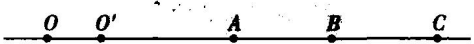
③设向左为正方向，根据所测数据求得两滑块的速度分别为 $v_A=L_1/t_1$ ， $v_B=L_2/t_2$ 。碰前两物体静止， $v=0$ ，速度与质量乘积之和为 0，碰后两滑块的速度与质量乘积为 $(M+m)L_1/t_1-ML_2/t_2$ 。

创新训练

基础巩固

- 对于气垫导轨上两个滑块的碰撞实验探究，下列说法正确的是 ()
 - 用细线将弹簧片拉成弓形，放在两个滑块之间，并使之静止，然后烧断细线使两个滑块弹开，这也是一种碰撞
 - 利用光电计时器可以测出两个滑块的速度
 - 在滑块的碰撞端贴上胶布，可以减小碰撞时能量的损失
 - 与其他碰撞相比，两个滑块碰撞后连接成一个整体时，损失的能量最小

- 在利用斜槽探究碰撞中不变量实验中，设入射球、被碰球的质量分别为 m_1 、 m_2 ，它们的半径分别为 r_1 、 r_2 ，为了减少实验误差，下列说法正确的是 ()
 - $m_1=m_2$ ， $r_1>r_2$
 - $m_1>m_2$ ， $r_1=r_2$
 - 降低碰撞实验器的高度
 - 入射小球释放点要适当高一些

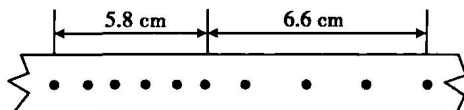
- 如图所示，A、B、C 为利用斜槽探究碰撞中不变量实验中小球落点的平均位置。已知入射球质量为 m_1 ，被碰球质量为 m_2 ，如果碰撞中质量与速度的乘积之和守恒，则有 ()
 
 - $m_1 \cdot (\overline{OB}-\overline{OA})=m_2 \cdot \overline{OC}$
 - $m_1 \cdot (\overline{OB}-\overline{OA})=m_2 \cdot \overline{OC}$
 - $m_1 \cdot (\overline{OB}+\overline{OA})=m_2 \cdot \overline{OC}$
 - $m_1 \cdot \overline{OB}=m_2 \cdot (\overline{OC}+\overline{OA})$

- 通过本节的实验探究，我们可以得出下面的结论：在两个物体的各种碰撞情形中，碰撞前瞬间和碰撞后瞬间，不变的运动量是 ()
 - 每个物体的速度的矢量和
 - 每个物体的质量与速度乘积的矢量和
 - 每个物体质量与速度的二次方的乘积之和
 - 每个物体的速度与质量比值的矢量和

- 在光滑水平面上，两球沿球心连线方向以相等速率相向而行，下列现象可能发生的是 ()
 - 碰后以一相等速率分开
 - 碰后以一相等速率同向而行
 - 若两球质量相等，碰后可能静止
 - 若两球质量不同，碰后可能静止

- 在教材参考案例二中，若绳长 l ，球 1、2 分别由偏角 α 和 β 静止释放，则在最低点碰撞前的速度大小分别为 _____、_____。若碰撞后向同一方向运动最大偏角分别为 α' 和 β' ，则碰撞后两球的瞬时速度大小分别为 _____、_____。

- 水平光滑桌面上有 A、B 两个小车，质量分别是 0.6 kg 和 0.2 kg。A 车的车尾拉着纸带，A 车以某一速度与静止的 B 车发生一维碰撞，碰后两车连在一起共同向前运动。碰撞前后打点计时器打下的纸带如图所示。根据这些数据，请猜想：把两小车加在一起计算，有一个什么物理量在碰撞前后是相等的？

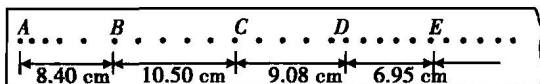


能力提高

- 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 相碰并粘成一体，继续做匀速运动。他设计的具体装置如图所示。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。

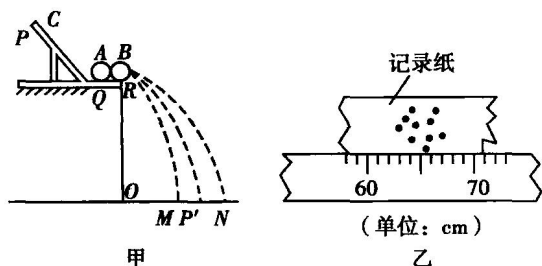


- 若已得到打点纸带如图所示，并将测得的各计数点间距离标在图上，A 点是运动起始的第一点，则应选 _____ 段来计算 A 的碰前速度，应选 _____ 段来计算 A 和 B 碰后的共同速度（以上两格填“AB”、“BC”、“CD”或“DE”）。



- 已测得小车 A 的质量 $m_1=0.40$ kg，小车 B 的质量 $m_2=0.20$ kg，由以上测量结果可得：碰前 $m_A v_A + m_B v_B =$ _____ kg·m/s；碰后 $m_A v_A' + m_B v_B' =$ _____ kg·m/s。并比较碰撞前后两个小车质量与速度的乘积之和是否相等。
- 某同学用图甲所示装置通过半径相同的 A、B 两球的碰撞来寻找碰撞中的不变量，图中 PQ 是斜槽，QR 为水平槽，实验时先使 A 球从斜槽上某一固定位置 C 由静止开始滚下，落到位于水平地面的记录纸上，留下痕迹，重复上述

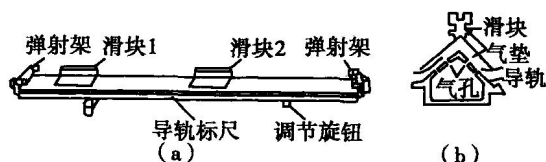
操作10次；得到10个落点痕迹，再把B球放在水平槽上靠近槽末端的地方，让A球仍从位置C由静止开始滚下，和B球碰撞后，A、B球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹，重复这种操作10次。图中O是水平槽末端在记录纸上的垂直投影点，P'为未放被碰小球B时A球的平均落点，M为与B球碰后A球的平均落点，N为被碰球B的平均落点。若B球落点痕迹如图乙所示，其中米尺水平放置，且平行于OP'，米尺的零点与O点对齐。（注意 $M_A > M_B$ ）



- (1) 碰撞后B球的水平射程应为_____cm；
 (2) 在以下选项中，哪些是本次实验必须进行的测量？
 答：_____（填选项号）。

- A. 水平槽上未放B球时，测量A球落点位置到O点的距离
 B. A球与B球碰撞后，测量A球落点位置到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（或两球质量之比）
 E. 测量C点相对于水平槽面的高度

10. 某同学利用打点计时器和气垫导轨做“探究碰撞中的不变量”的实验；气垫导轨装置如图(a)所示，所用的气垫导轨装置由导轨、滑块、弹射架等组成。在空腔导轨的两个工作面上均匀分布着一定数量的小孔，向导轨空腔内不断通入压缩空气，压缩空气会从小孔中喷出，使滑块稳定地漂浮在导轨上，如图(b)所示，这样就大大减小了因滑块和导轨之间的摩擦而引起的误差。

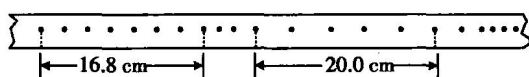


- (1) 下面是实验的主要步骤：

- ①安装好气垫导轨，调节气垫导轨的调节旋钮，使导轨水平；
 ②向气垫导轨通入压缩空气；
 ③把打点计时器固定在紧靠气垫导轨左端弹射架的外侧，将纸带穿过打点计时器越过弹射架并固定在滑块1的左端，调节打点计时器的高度，直至滑块拖着纸带移动时，纸带始终在水平方向；
 ④滑块1挤压导轨左端弹射架上的橡皮绳；
 ⑤把滑块2放在气垫导轨的中间；
 ⑥先_____，然后_____，让滑块

带动纸带一起运动；

- ⑦取下纸带，重复步骤④⑤⑥，选出较理想的纸带如下图所示：



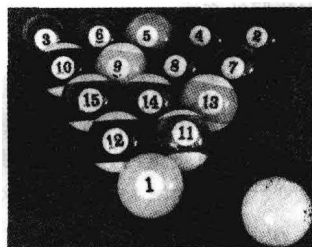
- ⑧测得滑块1（包括撞针）的质量为310g，滑块2（包括橡皮泥）的质量为205g；试完善实验步骤⑥的内容。

- (2) 已知打点计时器每隔0.02s打一个点，计算可知，两滑块相互作用前质量与速度乘积之和为_____kg·m/s；两滑块相互作用以后质量与速度的乘积之和为_____kg·m/s（保留三位有效数字）。
 (3) 试说明(2)问中两结果不完全相等的主要原因是_____。

休闲阅读

台球起源

台球运动至今已有五六百年历史，台球究竟起源于哪国？有的说是古希腊，有的说是法国，有的说是英国，也有的说是中国、意大利和西班牙等等，众说纷纭。其实人们都是根据传说猜测的，所以很难肯定。但是，台球起源于西欧是无可争辩的事实。



在公元14世纪，英国的英格兰维多利亚女王时代，台球活动非常受人们重视。在一些富豪家庭里，不仅有豪华讲究的台球间，而且在进行打球活动时，还有严格的礼节，有的规定沿用至今。如在打球时，有客人来，必须轻轻开门入室，不得高声谈话和喧闹，以免影响打球人的沉静思考。又如在打球时，可以要求对方不要正面对着自己或靠近自己站立，不允许随便挥舞球杆等不文明的举动等。台球是一种高雅的活动，在现在台球厅、室，也都有类似的不许高声喧哗和禁止吸烟等明文规定。

1510年，台球出现在法国。法国国王路易十四在凡尔赛宫玩的台球是“单个球”（Single Pool），在桌上放一个用象牙做的拱门（Port）和一根象牙立柱叫“王”（King），用勺形棒来打球，把球打进门或碰到柱上便可得分。由于法王路易十四的御医建议国王餐后做台球活动，有利于健身，因此得到法王喜爱和关心，所以在17世纪，台球在法国逐渐风行起来，这可能就是台球起源于法国的根据。

据说台球活动初始是在户外地面上挖洞，把球用木棒打进洞内的一种玩法，后来才从室外改在室内桌子上活动。

第2课时 实验：探究碰撞中的不变量实验报告

日期：_____ 合作者：_____ 成绩：_____

1. 实验目的

- (1) 掌握探究碰撞中的不变量的基本思路和方法。
- (2) 熟悉和掌握同一条直线上运动的两个物体碰撞前后速度的测量方法。
- (3) 掌握实验数据的处理方法。

2. 实验器材

斜槽，两个大小相同而质量不等的小钢球，天平，刻度尺，重锤线，白纸，复写纸，三角板，圆规。

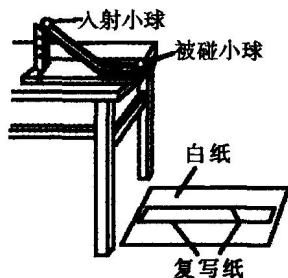
3. 实验原理

本实验借用斜槽轨道，通过平抛的知识来测定碰撞时的速度，从而“探究碰撞中的不变量”。因小球从斜槽上滚下后做平抛运动，由平抛运动知识可知，只要小球下落的高度相同，在落地前运动的时间就相同，若用飞行时间作时间单位，小球的水平速度在数值上就等于小球飞出的水平距离。只要测出小球的质量及两球碰撞前后飞出的水平距离，就可验证我们上节课所做的猜测：

- (1) _____；
- (2) _____；
- (3) _____。

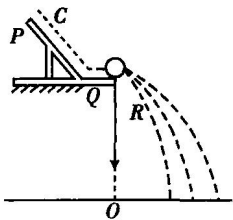
4. 实验步骤

- (1) 用天平测出两个小球的质量 m_1 、 m_2 。
- (2) 按图所示安装并调节好实验装置，使斜槽末端切线水平。将被碰小球和入射球放在斜槽末端，两小球相碰时处于同一水平高度，且在碰撞瞬间，入射球与被碰球的球心连线与斜槽末端的切线平行，以确保正碰后两小球均做平抛运动。

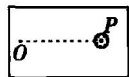


- (3) 在水平地面上依次铺放白纸和复写纸。
- (4) 在白纸上记下重锤线所指的位置 O ，它表示两小球做平抛运动的初位置的水平投影点，如图所示。

- (5) 移去被碰球 m_2 ，让入射球从斜槽上同一高度滚下，重复 10 次左右，用圆规画尽可能小的圆将所有



的小球落点圈在里面，其圆心即为入射球不发生碰撞情况下的落点的平均位置 P ，如图所示。



- (6) 将被碰小球放在斜槽末端，让入射球从同一高度滚下，使它们发生正碰，重复 10 次左右，同理求出入射球落点的平均位置 M 和被碰小球落点的平均位置 N 。
- (7) 过 O 、 N 作一直线，用刻度尺测量线段 OM 、 OP 、 ON 的长度。
- (8) 整理实验器材，放回原处。

5. 注意事项

- (1) 斜槽末端切线必须水平。调整斜槽时可借助水准仪或其他方法判定斜槽末端是否水平。
- (2) 入射小球每次都从斜槽上同一位置由静止开始滚下。在具体操作时，斜槽上应安装挡球板。
- (3) 入射球的质量 (m_1) 应大于被碰小球的质量 (m_2)。
- (4) 地面须水平，白纸铺放好后，在实验过程中不能移动白纸。

6. 实验记录及分析

	碰撞前		碰撞后	
质量/kg	$m_1 =$	$m_2 =$	$m_1 =$	$m_2 =$
水平位移/cm	$x_1 =$	$x_2 = 0$	$x_1' =$	$x_2' =$
mx	$m_1 x_1 =$		$m_1 x_1' + m_2 x_2' =$	
mx^2	$m_1 x_1^2 =$		$m_1 x_1'^2 + m_2 x_2'^2 =$	
$\frac{x}{m}$	$\frac{x_1}{m_1} =$		$\frac{x_1'}{m_1} + \frac{x_2'}{m_2} =$	

7. 实验结论

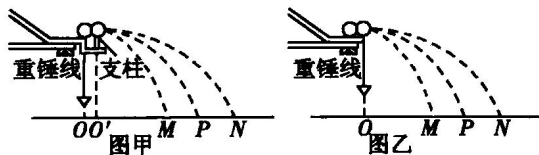
8. 误差分析

- (1) 应多次进行碰撞，两球的落地点均要通过取平均位置来确定，以减小偶然误差。
- (2) 在实验过程中，要使斜槽末端切线水平并使两球发生正碰，否则两小球在碰后难以做平抛运动。
- (3) 适当选择挡球板的位置，使入射小球的释放点稍高。

9. 实验思考

“探究碰撞中的不变量”时，用下列两种实验装置，通过平抛的知识来测定碰撞时的速度。两个实验装置的区别在于：(1) 悬挂重锤线的位置不同；

(2) 图甲中设计有一个支柱（通过调整，可使用两球的球心在同一水平线上；上面的小球被碰离开后，支柱立即倒下），图乙中没有支柱。对于图甲入射小球和被碰小球做平抛运动的抛出点分别在通过 O 、 O' 点的竖直线上，重锤线只确定了 O 点的位置。



比较这两个实验装置，下列说法正确的是 ()

- A. 采用图甲的实验装置时，需要测出两小球的直径
- B. 采用图乙的实验装置时，需要测出两小球的直径
- C. 为了减小误差，采用图甲的实验装置时，应使斜槽末端水平部分光滑
- D. 为了减小误差，采用图乙的实验装置时，应使斜槽末端水平部分光滑

第3课时 动量和动量定理

自主探究



情景导入

据不完全统计,仅在印度,1979年一年中发生的小鸟撞坏大飞机的事件,就有112起之多。一只小鸟跟一架大飞机相比,那真是小巫见大巫,渺小得很,可飞机这样的庞然大物何以会如此惧怕小鸟呢?小鸟在撞上大飞机的一刹那,小鸟给飞机多大力量的一击呢?假设小鸟的质量为100 g,飞机的飞行速度为200 m/s,小鸟与飞机的碰撞时间为0.001 s。请你根据所学知识分析和计算一下。



基础过关

1. 动量

(1) 动量的定义:运动物体的_____的乘积叫动量,其表达式为_____。在国际单位制中动量的单位是_____,符号是_____。

(2) 动量的方向:动量是矢量,它的方向与_____相同。

(3) 动量的变化:若运动物体在某一过程的始、末动量分别为 p 和 p' ,则称: $\Delta p = p' - p$ 为物体在该过程中的动量变化。动量变化 Δp 是矢量,方向与_____相同。一维情况下: $\Delta p =$ _____。

2. 冲量

(1) 定义:在物理学中,_____的乘积叫做力的冲量。

(2) 表达式:_____。

(3) 单位:在国际单位制中,冲量的单位是_____。

(4) 方向:如果力的方向是恒定的,则冲量 I 的方向_____相同;如果力的方向是变化的,则冲量的方向应与_____的方向相同。

(5) 物理意义:在物理学中,冲量的概念反映_____。力越大,作用时间越长,冲量就越大。

3. 动量定理

(1) 内容:物体在一个过程始末的动量变化量等于_____。

(2) 表达式为: $I =$ _____或者_____。

(3) 适用范围:不仅适用于宏观物体的低速运动,而且对微观粒子的高速运动同样适用。

互动新课堂



名师解读

1. 动量和动能的区别和联系

(1) 动量的大小与速度大小成正比,动能的大小与速度

的大小平方成正比。即动量大小相同而质量不同的物体,其动能不同;动能相同而质量不同的物体其动量大小不同。

(2) 动量是矢量,而动能是标量。因此,物体的动量变化时,其动能不一定变化;而物体的动能变化时,其动量一定变化。

(3) 因动量是矢量,故引起动量变化的原因也是矢量,即物体受到外力的冲量;动能是标量,引起动能变化的原因亦是标量,即外力对物体所做的功。

(4) 动量和动能都与物体的质量和速度有关,两者从不同的角度描述了运动物体的特性,且二者大小间存在关系式: $p^2 = 2mE_k$ 。

2. 冲量与功的比较

冲量描述的是力的时间累积效应,功是力的空间累积效应。冲量是矢量,功是标量。冲量过程一般伴随着动量的变化过程,而做功过程一般伴随着动能的改变过程。至于究竟从哪一角度来研究,要根据实际需要来决定。

3. 动量定理的理解

(1) $I = F(t' - t)$ 中, F 为研究对象所受的包括重力在内的所有外力的合力。

(2) 动量定理中的冲量和动量都是矢量。定理的表达式为一矢量式,等号的两边不但大小相同,而且方向相同,在高中阶段,动量定理的应用只限于一维的情况。这时可规定一个正方向,注意力和速度的正负,这样就把大量运算转化为代数运算。

(3) 动量定理的研究对象一般是单个质点。求变力的冲量时,可借助动量定理求,不可直接用冲量定义式。

4. 动量定理与动能定理的比较

两个定理是冲量与动量变化、功与动能变化之间关系的具体表述。前一个是矢量式,后一个是标量式。在一个物体系内,作用力与反作用力冲量总是等值反向的,并在一条直线上,内力冲量的矢量和等于零。但内力功的代数和不一定为零,在子弹打木块的问题中一对滑动摩擦力做功的代数和等于系统内能的增量。



典例精析

1. 冲量和动量变化量的计算

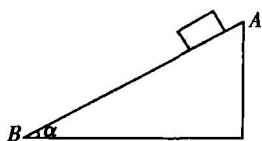
(1) 冲量的计算:① $I = F(t' - t)$ 。采用定义式直接计算,主要解决恒力的冲量计算问题。② 利用动量定理 $F(t' - t) = \Delta p$ 。主要解决变力的冲量计算问题,但要注意上式中 F 为合外力(或某一方向上的合外力)。

(2) 动量变化量的计算:动量的变化是指物体末态的动量减去初态的动量,是矢量,对应于某一过程(或某一段时间),是一个非常重要的物理量,其计算方法:① $\Delta p = p_t - p_0$,主要计算 p_0 、 p_t 在一条直线上的情况。② 利用动量定理 $\Delta p = F(t' - t)$,通常用来解决 p_0 、 p_t 不在一条直线上或 F 为恒力的情况。

【例1】如图所示,倾角为 α 的光滑斜面,斜长为 s ,一

个质量为 m 的物体自顶点 A 从静止滑下, 在由 A 到底端 B 的过程中, 斜面对物体的冲量大小是

_____, 重力冲量的大小是 _____, 物体受到的冲量大小是 _____ (斜面固定不动)。



【解析】该题应用冲量的定义来求解。物体沿光滑斜面下滑, 加速度 $a = g \sin \alpha$

$$\text{由 } s = \frac{1}{2} at^2, \text{ 可知滑到底端所用时间 } t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}}$$

$$\text{由冲量的定义式 } I_N = Nt = mg \cos \alpha \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}}$$

$$I_G = mgt = mg \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}}$$

$$I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t = mg \sin \alpha \sqrt{2s/g \sin \alpha}$$

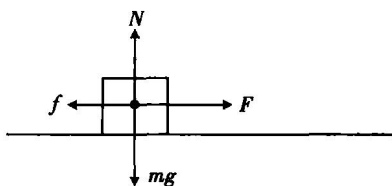
$$\text{【答案】 } mg \cos \alpha \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}} \quad mg \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}} \quad mg \sin \alpha \sqrt{\frac{2s}{g \sin \alpha}}$$

2. 动量定理的应用

应用动量定理的基本思路为:

- (1) 明确研究对象和受力的时间 (明确质量 m 和时间 t);
- (2) 分析对象受力和初、末速度 (明确冲量 $I_{\text{合}}$ 和初、末动量 p_0, p_t);
- (3) 规定正方向, 目的是将矢量运算转化为代数运算;
- (4) 根据动量定理列方程;
- (5) 解方程。

【例2】如图所示, 质量为 2 kg 的物体, 放在水平面上, 受到水平拉力 $F = 4 \text{ N}$ 的作用, 由静止开始运动, 经过 1 s 撤去 F , 又经过 1 s 物体停止, 求物体与水平面间的动摩擦因数。



【解析】在水平面上, 物体受力如图所示。据题意, 物体的运动分为两个阶段, 第一阶段水平方向受拉力 F 和摩擦力 f 的作用, 历时 $t_1 = 1 \text{ s}$; 第二阶段撤去 F 后只受摩擦力 f 的作用, 又历时 $t_2 = 1 \text{ s}$ 。全过程初始速度为 0 , 末速度也为 0 , 所以总动量的增量为 0 。

$$\text{应用动量定理可列式: } Ft_1 - f(t_1 + t_2) = 0$$

$$\text{其中摩擦力 } f = \mu N = \mu mg$$

$$\text{由以上两式得: } \mu = \frac{Ft_1}{mg(t_1 + t_2)} = \frac{4 \times 1}{2 \times 10 \times 2} = 0.1$$

注意: 对全过程应用一次动量定理就可以解决问题而使思路和解题过程简化。

3. 用动量定理解释生活中的问题

利用动量定理解释生活中的问题, 有两种情况: 一种是利用 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ 来说明。在动量变化 Δp 相同的情况下, 作用时

间越短, 作用力越大; 另一种是利用 $\Delta p = F \Delta t$ 来说明, 在作用力相同的情况下, 作用时间越短, 动量的变化越小。

【例3】以下说法正确的是 ()

- A. 从相同高度掉下的鸡蛋, 掉到地板上容易碎, 掉到海绵上不易碎, 是因为掉到海绵上时动量变化较小
- B. 从相同高度掉下的鸡蛋, 掉到地板上容易碎, 掉到海绵上不易碎, 是因为掉到海绵上时动量变化较慢
- C. 水平桌边上有一枚象棋子压在一张纸上, 用力将纸从棋子下快速抽出, 抽出纸的速度越快, 棋子掉到地面上时落得越远
- D. 水平桌边上有一枚象棋子压在一张纸上, 用力将纸从棋子下快速抽出, 抽出纸的速度越快, 棋子掉到地面上时落得越近

【解析】从相同高度掉下的鸡蛋, 掉到地板上和掉到海绵上时, 动量的变化是相同的, 但是由于海绵的缓冲时间较长, 由 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ 可知, 动量变化较慢, 鸡蛋所受合力较小, 自然不易碎了, 所以 A 错、B 对; 棋子压在纸上, 快速抽出纸时, 棋子受到纸给它的滑动摩擦力的冲量, 使之获得平抛的初速度, 滑动摩擦力的大小是不变的, 抽出的速度越快, 摩擦力作用的时间越短, 给棋子的冲量越小, 棋子获得的平抛初速度将越小, 棋子会落得越近, C 错、D 对。综上所述, 选 B、D。

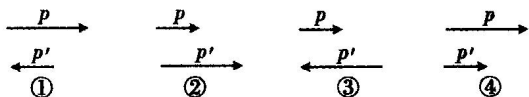
【答案】BD

创新训练

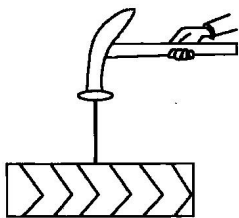
基础巩固

1. 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
2. 关于冲量的概念, 以下说法正确的是 ()
 - A. 作用在两个物体上的力大小不同, 但两个物体所受的冲量大小可能相同
 - B. 作用在物体上的力很大, 物体所受的冲量一定也很大
 - C. 作用在物体上的力的作用时间很短, 物体所受的冲量一定很小
 - D. 只要力的作用时间和力的大小的乘积相同, 物体所受的冲量一定相同
3. 放在水平面上质量为 m 的物体, 用一水平力 F 推它的时间为 t , 但物体始终没有移动, 则这段时间内 F 对物体的冲量为 ()
 - A. 0
 - B. Ft
 - C. mgt
 - D. 无法判断
4. 跳高运动员在跳高时总是跳到沙坑里或跳到海绵垫上, 这样做是为了 ()

- A. 减小运动员的动量变化
B. 减小运动员所受的冲量
C. 延长着地过程的作用时间
D. 减小着地时运动员所受的平均冲力
5. 如图所示, p 、 p' 分别表示物体受到冲量前、后的动量, 短线表示的动量大小为 $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 长线表示的动量大小为 $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 箭头表示动量的方向。在下列所给的四种情况下, 物体动量改变量相同的是 ()



- A. ①② B. ②④
C. ①③ D. ③④
6. 在下列各种运动中, 任何相等的时间内物体动量的增量不相同的有 ()
A. 匀加速直线运动 B. 平抛运动
C. 匀减速直线运动 D. 匀速圆周运动
7. 如图所示, 用 0.5 kg 的铁锤钉钉子, 打击时铁锤的速度为 4 m/s , 打击后铁锤的速度为零, 设打击时间为 0.01 s 。
(1) 不计铁锤的重量, 铁锤钉钉子的平均作用力是多大?
(2) 考虑铁锤的重量, 铁锤钉钉子的平均作用力又是多大?
(3) 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的重量?



过程经历的时间 $t=1.9 \text{ s}$, 求地面和小球间的平均弹力是多大?

10. (选做) 质量为 M 的金属块和质量为 m 的木块用细线连在一起, 在水中以加速度 a 下沉, 不计水的阻力。某时刻, 下沉的速度为 v 时, 细线突然断了, 此后金属块继续下沉, 木块上浮, 经 t 秒木块跃出水面。测得木块跃出水面的初速度 v_1 , 若此时金属块还未沉到湖底, 求此时金属块的速度 v_2 。

休闲阅读

动量概念的地位

早在牛顿运动定律建立以前, 人们为了量度机械运动的“运动量”, 就引入了动量的概念, 这首先是在伽利略研究打击、碰撞问题时提出的。后来笛卡尔初步总结了碰撞规律, 提出了动量守恒的思想, 认识到动量是质量和速度的乘积, 但没有揭示其矢量性; 惠更斯、马略特纠正了笛卡尔结论中的缺陷, 并正式建立了动量守恒定律。牛顿在研究第二定律时, 最初就是用动量概念来表达的, 其数学形式为

$$\bar{F} = \frac{d\bar{mv}}{dt}$$

即物体所受的外力等于其动量的变化率, 力的方向与动量变化的方向一致。

动量和能量一样, 也是用来描述物体运动状态的物理量。在一定的条件下, 它们都具有守恒的性质, 即无论是动量还是能量都不能凭空地产生或者被消灭, 而只能通过物体间的相互作用而进行传递和交换。动能 $\frac{1}{2}mv^2$ 的特点是专门用来量度与其他运动形式转化时的机械运动的, 而动量 mv 只能在同一水平面上的机械运动相互转换时用来量度机械运动。

因此, 动量是物理学体系中的一个重要概念。

能力提高

8. 一粒钢珠从静止状态开始自由下落, 然后陷入泥潭中。若把它在空中自由下落的过程称为 I, 进入泥潭直到停止的过程称为 II, 则 ()
A. 过程 I 中钢珠动量的改变量等于重力的冲量
B. 过程 II 中钢珠所受阻力的冲量大小等于过程 I 中重力冲量的大小
C. 过程 II 中阻力的冲量大小等于过程 I 与过程 II 重力冲量的大小
D. 过程 II 中钢珠的动量改变量等于阻力的冲量
9. 质量为 $m=2 \text{ kg}$ 的小球, 从离地面 $h_1=5 \text{ m}$ 高处自由下落, 球和地面相碰后又反弹至 $h_2=3.2 \text{ m}$ 高处, 已知上述

第4课时 动量守恒定律

自主探究



情景导入

“让我们荡起双桨……”，这是一首伴随共和国成长，已经传唱了四五十多年的歌曲。但是谁也没有想过，如果划船时将双桨意外打失在水中，而乘客又是不习水性的人，该用什么办法回岸呢？这时候恐怕只有一个办法：把船上可以扔掉的东西以尽可能大的速度向后抛。根据动量守恒定律，抛掉的物体有向后的速度，则船必有向前的速度。抛出的物体越多，速度越大，船儿获得的反向速度就越大，最终回到岸边，因此，乘客可以在乘小船之前在船载量允许范围内尽可能多装一些石块，万一双桨失落，可以把石块向后抛出，使船儿不断获得反向速度而回到岸边。



基础过关

1. 系统 内力和外力

- (1) 系统：相互作用的物体组成的系统。
- (2) 内力：系统内物体相互间的作用力。
- (3) 外力：系统以外的物体对系统内物体的作用力。

2. 动量守恒定律

- (1) 内容：_____。
- (2) 适用条件：_____。
- (3) 公式：_____或_____。

3. 动量守恒定律的普适性

- (1) 牛顿运动定律只适用于研究宏观、低速的问题，而动量守恒定律适用于目前的一切领域。
- (2) 动量守恒定律不仅适用于实物粒子的相互作用，也适用于粒子与电磁场的相互作用。

4. 应用动量守恒定律的基本思路

- (1) 明确研究对象和力的作用时间，即要明确要对哪个系统，对哪个过程应用动量守恒定律。
- (2) 分析系统所受外力、内力，判定系统_____。
- (3) 分析系统初、末状态各质点的速度，明确系统_____。
- (4) 规定正方向，列方程。
- (5) 解方程，如解出两个答案或带有负号，要说明其意义。

互动新课堂



名师解读

1. 对动量守恒定律的理解

理解动量守恒定律要注意其“五性”。

(1) 系统性：应用动量守恒定律时，应明确研究对象是一个至少由两个相互作用的物体组成的系统，同时应确保整个系统初、末状态的质量相等。

(2) 矢量性：系统在相互作用前后，各物体动量的矢量和保持不变。当各速度在同一直线上时，应选定正方向，将矢量运算简化为代数运算。

(3) 同时性： v_1 、 v_2 应是作用前同一时刻的速度， v_1' 、 v_2' 应是作用后同一时刻的速度。

(4) 相对性：列动量守恒的方程时，所有动量都必须相对同一惯性参考系，通常选取地球作参考系。

(5) 普适性：它不但适用于宏观低速运动的物体，而且还适用于微观高速运动的粒子。它与牛顿运动定律相比，适用范围要广泛得多，又因动量守恒定律不考虑物体间的作用细节，在解决问题上比牛顿运动定律更简捷。

2. 动量守恒定律适用的条件

- (1) 系统不受外力（理想情况）或所受合外力等于零。
- (2) 系统所受合外力不等于零，但某个方向上的合外力为零，则这个方向上系统动量守恒。
- (3) 系统所受合外力不等于零，但合外力大小有限，且相互作用的时间极短，可以粗略地认为动量守恒，这时往往对应着相互作用力（内力）远大于合外力。这种情况的动量守恒是较普遍的，有时是隐含的，必须认真审题才能看出。

3. 常见的表达式

- (1) $p' = p$ ，其中 p' 、 p 分别表示系统的末动量和初动量，表示系统作用前的总动量等于作用后的总动量。
- (2) $\Delta p = 0$ ，表示系统总动量的增量等于零。
- (3) $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ ，其中 Δp_1 、 Δp_2 分别表示系统内两个物体初、末动量的变化量，表示两个物体组成的系统，各自动量的增量大小相等、方向相反。

其中(1)的形式最常见，具体来说有以下几种形式：

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

各个动量必须相对同一个参考系，适用于作用前后都运动的两个物体组成的系统。

$\textcircled{2} 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ ，适用于原来静止的两个物体组成的系统。

$\textcircled{3} m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$ ，适用于两物体作用后结合在一起或具有共同的速度。



典例精析

1. 动量守恒条件的理解

考虑系统动量是否守恒，首先应明确系统所包含的物体，然后明确哪些力是内力，哪些力是外力。内力不会改变系统动量，只有不为零的合外力才会改变系统的动量，所以，明确外力之后，就要看合外力是否为零，从而判断系统动量能否守恒。

【例1】在光滑水平面上的A、B两小车中间有一弹簧，如图所示。用手抓住小车并将弹簧压缩后使小车处于静止状

态。将两小车及弹簧看做一个系统，下列说法中正确的是 ()

A. 两手同时放开后，系统总动量始终为零

B. 先放开左手，再放开右手后，动量不守恒

C. 先放开左手，再放开右手后，总动量向左

D. 无论何时放手，两手放开后，在弹簧恢复原长的过程中，系统总动量都保持不变，但系统的总动量不一定为零

【解析】在两手同时放开后，水平方向无外力作用，只有弹簧的弹力（内力），故动量守恒，即系统的总动量始终为零，A对；先放开左手，再放开右手后，是指两手对系统都无作用力之后的那一段时间，系统所受合外力也为零，即动量是守恒的，B错；先放开左手，系统就在右手作用下，产生向左的冲量，故有向左的动量，再放开右手后，系统的动量仍守恒，即此后的总动量向左，C对；其实，无论何时放开手，只要是两手都放开就满足动量守恒的条件，即系统的总动量保持不变。若同时放开，那么放手后系统的总动量就等于放手前的总动量，即为零；若两手先后放开，那么两手都放开后的总动量就与放开最后一只手后系统所具有的总动量相等，即不为零，D对。

【答案】ACD

2. 动量守恒定律的应用

应用动量守恒定律时，要注意其“五性”，特别是同一性和矢量性，即用动量守恒定律列式时，应注意各量中速度的参考系要统一，要规定正方向，确定各量的正、负号。

【例2】质量为 M 的小船以速度 v_0 行驶，船上有两个质量皆为 m 的小孩 a 和 b ，分别静止地站在船头和船尾。现在小孩 a 沿水平方向以速率 v （相对于静止水面）向前跃入水中，然后小孩 b 沿水平方向以同一速率 v （相对于静止水面）向后跃入水中。求小孩 b 跃出后小船的速度。

【解析】因均是以对地（即题中相对于静止水面）的水平速度，所以先后跃入水中与同时跃入水中结果相同。

设小孩 b 跃出后小船向前行驶的速度为 v' ，取 v_0 方向为正方向，根据动量守恒定律，有

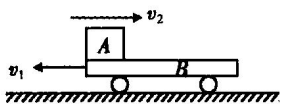
$$(M+2m)v_0 = Mv' + mv - mv$$

$$\text{解得：} v' = (1 + \frac{2m}{M})v_0$$

3. 动量守恒定律的普适性

相比于用牛顿运动定律解决问题，动量守恒定律只涉及过程的初末两个状态，与过程中力的细节无关，从而使问题大大简化。

【例3】如图所示，质量 $m_B = 1 \text{ kg}$ 的平板小车 B 在光滑水平面上以 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ 的速度向左匀速运动。当 $t=0$ 时，质量 $m_A = 2 \text{ kg}$ 的小铁块 A 以 $v_2 = 2 \text{ m/s}$ 的速度水平向右滑上小车， A 与小车间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ 。若 A 最终没有滑出小车，取水平向右为正方向， $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求 A 在小车上停止运动时，小车的速度大小。



（试用动量守恒定律与牛顿运动定律两种方法解题）。

【解析】方法一：用动量守恒定律

A 在小车上停止运动时， A 、 B 以共同速度运动，设其速度为 v ，取水平向右为正方向，由动量守恒定律得： $m_A v_2 - m_B v_1 = (m_A + m_B)v$

解得 $v = 1 \text{ m/s}$ 。

方法二：用牛顿运动定律

设小车做匀变速运动的加速度为 a_1 ，运动时间为 t ，小铁块做匀变速运动的加速度为 a_2 ，运动时间为 t ，

由牛顿运动定律得： $a_1 = \frac{\mu m_A g}{m_B}$ ， $a_2 = \mu g$

所以 $-v_1 + a_1 t = v_2 - a_2 t$

解得： $t = 0.5 \text{ s}$

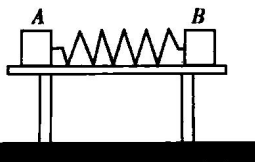
则得： $v = -v_1 + a_1 t = (-1 + 4 \times 0.5) \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$

创新训练



基础巩固

- 一个系统动量守恒的条件是 ()
 - 系统必须不受外力作用
 - 系统受的合外力为零
 - 系统内物体不受摩擦力作用
 - 系统没有内力作用
- A 、 B 两个相互作用的物体，在相互作用的过程中，合外力为零，则下列说法中正确的是 ()
 - A 的动量变大， B 的动量一定变大
 - A 的动量变大， B 的动量一定变小
 - A 与 B 的动量变化大小相等
 - A 与 B 受到的冲量大小相等
- 质量为 m 的 A 球以水平速度 v 与静止在光滑的水平面上的质量为 $3m$ 的 B 球正碰， A 球的速度变为原来的 $1/2$ ，则碰后 B 球的速度是（以 v 的方向为正方向） ()
 - $v/3$
 - $-v$
 - $v/4$
 - $v/2$
- 关于牛顿运动定律和动量守恒的适用范围，下列说法中不正确的是 ()
 - 牛顿运动定律不适合解决接近光速的高速运动情况
 - 牛顿运动定律也适用于微观粒子的运动问题
 - 动量守恒定律既适用于低速，也适用于接近高速运动的问题
 - 动量守恒定律既适用于宏观物体，也适用于微观物体
- 如图所示，放在光滑水平桌面上的 A 、 B 木块中部夹一被压缩的弹簧，当弹簧被放开时，它们各自在桌面上滑行一段距离后，飞离桌面落在地上。 A 的落地点与桌边水平距离 0.5 m ， B 的落地点距离桌边 1 m ，那么 ()
 - A 、 B 离开弹簧时的速度比为 $1:2$

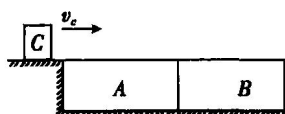


- B. A、B 质量比为 2:1
C. 未离开弹簧时, A、B 所受冲量比为 1:2
D. 未离开弹簧时, A、B 加速度之比 1:2
6. 质量为 $m=0.5\text{ kg}$ 和一个质量 M 未知的物体发生碰撞并合为一体, 合并前后它们的 $x-t$ 图线如图所示。则 M 质量为 _____ kg , 碰撞中 M 获得的冲量大小为 _____ $\text{N}\cdot\text{s}$, m 的动量变化量为 _____ $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。
7. 连同炮弹在内的车停放在水平地面上。炮车和炮弹质量为 M , 炮膛中炮弹质量为 m , 炮车与地面间的动摩擦因数为 μ , 炮筒的仰角为 α 。设炮弹以速度 v_0 射出, 那么炮车在地面上后退的距离为多少?
8. 总质量为 M 的装砂的小车, 正以速度 v_0 在光滑水平面上前进、突然车底不断有沙子漏出落到地面, 问在漏砂的过程中, 小车的速度是否变化?

能力提高

9. 如图所示的装置中, 木块 B 与水平桌面间的接触是光滑的, 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。现将子弹、木块和弹簧合在一起作为研究对象(系统), 则此系统在从子弹开始射入木块到弹簧压缩至最短的整个过程中 ()
- A. 动量守恒、机械能守恒
B. 动量不守恒、机械能不守恒
C. 动量守恒、机械能不守恒
D. 动量不守恒、机械能守恒

10. 两块厚度相同的木块 A 和 B, 紧靠着放在光滑的水平面上, 其质量分别为 $m_A=0.5\text{ kg}$, $m_B=0.3\text{ kg}$, 它们的下底面光滑, 上表面粗糙; 另有一质量 $m_C=0.1\text{ kg}$ 的滑块 C (可视为质点), 以 $v_C=25\text{ m/s}$ 的速度恰好水平地滑到 A 的上表面, 如图所示。由于摩擦, 滑块最后停在木块 B 上, B 和 C 的共同速度为 3.0 m/s , 求:
- (1) 木块 A 的最终速度;
(2) 滑块 C 离开 A 时的速度 v_C' 。



休闲阅读

动量守恒定律的发现

动量守恒定律是最早发现的一条守恒定律, 它源于 16、17 世纪西欧的哲学家们对宇宙运动的哲学思考。观察周围运动着的物体, 我们看到它们中的大多数终归会停下来。跳动的皮球, 飞行的子弹, 走动的时钟, 运转的机器, 它们都会停下来。看来宇宙间运动的总量似乎在减少。整个宇宙是不是也像一架机器那样, 总有一天会停下来呢? 但是, 千百年来对天体运动的观测, 并没有发现宇宙运动有减少的迹象。生活在 16、17 世纪的许多哲学家认为, 宇宙间运动的总量是不会减少的, 只要能找到一个合适的物理量来量度运动, 就会看到运动的总量是守恒的。那么, 这个合适的物理量到底是什么呢? 法国哲学家兼数学家、物理学家笛卡尔提出, 质量和速率的乘积是一个合适的物理量。可是后来, 荷兰数学家、物理学家惠更斯在研究碰撞问题时发现: 按照笛卡尔给运动的量下的定义, 两个物体运动的总量, 在碰撞前后, 不一定守恒。牛顿在总结这些人工作的基础上, 把笛卡尔的定义作了重要的修改, 即不用质量和速率的乘积, 而用质量和速度的乘积, 这样就找到了量度运动的合适的物理量。牛顿把它叫做“运动量”, 就是我们现在说的动量。到目前为止, 在自然界任何物体间的相互作用中(只要它们所受的外力之和为零), 还没有发现违反动量守恒定律的现象。动量守恒定律是自然界中最重要、最普遍的客观规律之一。