

主编 徐宏杰

分册主编 黄淑丽

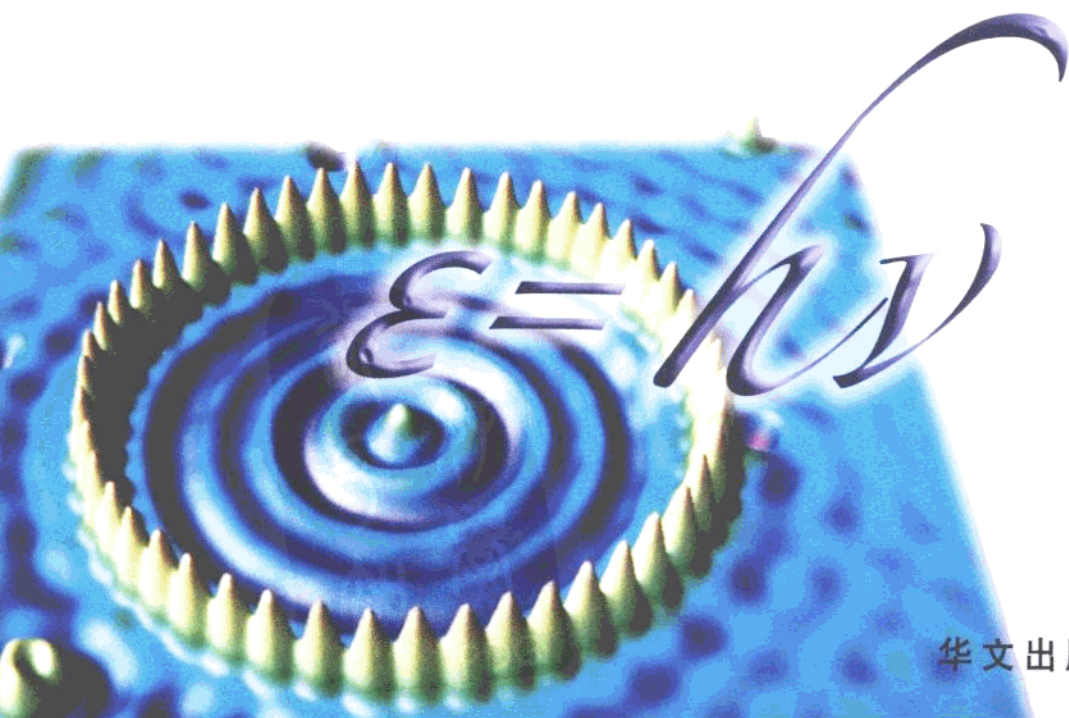
普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册

物理选修

3-5



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册 物理 选修 3-5

分册主编 黄淑丽

华文出版社

PDG

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高三分册. 物理. 选修 3-5.

徐宏杰主编; 黄淑丽分册主编. —北京: 华文出版社,

2008. 2

ISBN 978-7-5075-2135-1/G · 387

I. 普… II. ①徐…②黄… III. 物理课—高中—实验报
告 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184210 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010-58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 56 字数: 800 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 61.20 元

前言

随着我国新一轮课程改革的实施,科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分,是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力,促进学生的全面发展,培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科,实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼,在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会,包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论,有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准,以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨,立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活,不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束,精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动,有利于学生发现问题、提出问题和解决问题,并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间;凸显了学生学习方式的转变,把已有知识作为工具和手段,引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论,让学生体验科学探索的曲折和艰辛,汲取前辈科学家的思维和研究方法,体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣,在真实的探究活动过程中,形成科学的价值观和实事求是的科学态度,掌握科学的研究方法,增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质;着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征,注重开发学生的多元智能,增强学生的社会责任感,达到学以致用目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节(课)、章(单元)、学期、学年教学同步;在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说,是一件新事物;对于编者来说也不是一件轻松的事情,它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门，希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：黄淑丽 王 慧 姜 丽 董淑梅

物理分册

主 编：黄淑丽

副 主 编：方长青 石丽君

编 者：方长青 石丽君 王海英

策 划：北京中育书情文化工作室

合 卷 目 录

探究活动一	动量定理的研究	(1)
探究活动二	动量守恒定律	(4)
探究活动三	探究碰撞中的动量守恒	(8)
探究活动四	反冲运动 火箭	(14)
探究活动五	光的干涉	(19)
探究活动六	光的电效应	(24)
探究活动七	激光	(28)
探究活动八	电磁波谱	(31)
探究活动九	原子的秘密	(35)
探究活动十	量子化的概念	(38)
探究活动十一	质子的发现	(43)
探究活动十二	了解核电站	(46)
探究活动十三	放射性同位素的功用	(49)
探究活动十四	原子核衰变	(53)
探究活动十五	核能的开发和利用	(59)
探究活动十六	核聚变和受控热核反应	(63)
参考答案		(69)

探究活动一 动量定理的研究

【目标培养】

知识目标：理解动量定理的确切含义和表达式，知道动量定理适用于变力。会用动量定理解释现象和处理有关的问题。

能力目标：学会用辩证的观点分析问题。

情感目标：学生通过实验探究，在探究知识的同时，了解到科学家。发现科学规律的过程，培养学生勇于探究、不怕困难、坚持不懈的科学态度。

【知识导航】

1. 动量定理内容：物体所受合外力的冲量和它的 动量的变化 相等。
2. 公式： $\Delta P = Ft$
3. 注意： F 是指物体受到的 合外力， ΔP 是 动量的变化 运算，冲量方向和 动量变化的方向 相同。

【互动课堂】

1. 材料和用具

小木块、纸、鸡蛋、海绵、小降落伞、水

2. 活动过程

(1) 实验一

在课桌边上放一张纸，再在纸上放一块小木块，请同学做一个实验，把纸从小木块下抽出，但不能把小木块拉倒下。边做边思考，怎样做才能完成这个实验，谈一谈自己的感受。（请一个实验失败的同学讲做不成功的感受，再请一个实验成功的学生到讲台上做，全班同学看）

(2) 实验二

一个质量为 60 g 的鸡蛋，从 3 m 高处落到水泥地面上，要求着地后完整无损。请你设计一种可行的方案。理论依据是什么？

能否根据你所学过的知识加以论证呢？

可供选择方案：

方案一：在地上放一层厚的海绵

方案二：用海绵把鸡蛋包住

方案三：做一个降落伞带着鸡蛋往下落

方案四：在地上放一盆水

3. 讨论与交流

(1) 分析篮球运动员接迎面飞来的篮球，手接触到球以后，两臂随球后引至胸前把球接住的原因。

(2) 分析在搬运易碎物品时，在箱子里放一些碎纸、泡沫等的原因。

(3) 举例动量定理在实际生活中还有什么应用。

【演练平台】

例 1：试用动量定理证明，在同一直线上，同方向运动的两个小球在碰撞过程中总动量保持不变，即动量守恒。

解答：取小球原运动方向为正方向，两小球质量分别为 m_1 、 m_2 ，速度分别为 v_1 、 v_2 ，碰撞中相互作用力分别为 F_1 和 F_2 ，作用时间均为 t ，碰撞后速度分别为 v'_1 和 v'_2 。

根据动量定理

$$F_1 t = m_1 v'_1 - m_1 v_1, \quad \text{①}$$

$$F_2 t = m_2 v'_2 - m_2 v_2. \quad \text{②}$$

两球相碰过程中遵循牛顿第三定律，即

$$F_1 = -F_2, \quad \text{③}$$

于是①式和②式可写成

$$m_1 v'_1 - m_1 v_1 = -(m_2 v'_2 - m_2 v_2),$$

$$\text{即 } m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2.$$

证明两小球在碰撞前后总动量保持不变。

例 2 一个质量为 0.4 kg 的足球以 10 m/s 的速度飞向球门。守门员跃起用双拳将足球以 12 m/s 的速度反方向击出，守门员触球时间约为 0.1 s，求足球受到的平均作用力为多大？方向如何？

解答：选定足球原运动方向为正方向。根据动量定理 $Ft = p' - p$ ，这里 $\bar{F}$ 为足球在水平方向受到的平均作用力， t 为击球的时间， p' 为击球后足球的动量， p 为足球原来的动量。设足球的质量为 m ，先、后的速度分别为 v 、 v' ，于是可得到

$$\begin{aligned}\bar{F} &= \frac{p' - p}{t} = \frac{mv' - mv}{t} = \frac{m(v' - v)}{t} \\ &= \frac{0.4 \times (-12 - 10)}{0.1} \\ &= -88 \text{ (N)}\end{aligned}$$

足球受到的平均阻力为 88 N，方向与原来速度方向相反。

【学以致用】

1. 对任何运动物体，用一不变的力制动使它停止下来，所需的时间决定于物体的 ()

A. 速度

B. 加速度

C. 动量

D. 质量

2. 震惊世界的 9·11 事件，从录像中可以看到波音客机撞入大厦及大厦的倒塌过程。撞击世贸大厦南楼的是波音 767 飞机，波音 767 飞机总质量约 150 t，机身长度为 48.5 m，撞楼时速度约 150 m/s，世贸大厦南楼宽 63 m，飞机头部未从大楼穿出，可判断飞机在楼内运动距离约为机身长度，设飞机在楼内做匀减速运动，估算撞机时间及飞机对大厦的撞击力。

3. 一架飞机在空中以 300 m/s 的速度匀速飞行，一只质量为 1 kg 的小鸟以 10 m/s 的速度相向飞来，此时鸟相对于飞机的动量为 310 kg·m/s。机鸟相撞后这些动量完全转化成小鸟对飞机的冲量。相撞时间为 3×10^{-3} s。那么机鸟相撞而作用于飞机上的冲击力为多少？(取三位有效数字)

【科学漫谈】

飞机为何“怕”小鸟

1996 年 9 月 22 日，美国空军一架 E-3A 预警机以 230 海里/小时的速度滑跑，在抬起前轮的一刹那，撞上了 30 多只加拿大鹅。瞬间两台发动机火光冲天。飞机坠毁在机场附近的洼地里。24 名空勤人员全部遇难。1988 年埃塞俄比亚的一架波音 737 飞机在起飞爬升到 3800 m 时，遭遇鸟击，结果造成机上 85 人死亡，21 人受伤。

据有关资料显示，世界上第一起造成人员死亡的鸟撞飞机事件发生在 1912 年，地点在美国。到 1974 年，世界范围内公开报道的因鸟击而坠毁的军用飞机 65 架、民用飞机 9 架，共死亡 130 人。20 多年来，世界各国鸟击事件大幅度增加。有专家估算，世界上每年因机鸟相撞付出的代价高达 100 多亿美元！

探究活动二 动量守恒定律

【目标培养】

知识目标：理解动量守恒定律的确切含义，知道动量守恒定律的适用条件和适用范围。

能力目标：运用动量定理和牛顿第三定律推导出动量守恒定律，能运用动量守恒定律解释现象，会应用动量守恒定律分析、计算有关问题（只限于一维运动）。

情感目标：培养实事求是的科学态度和严谨的推理方法，使学生知道自然科学规律发现的重大现实意义以及对社会发展的巨大推动作用。

【知识导航】

1. 动量守恒的条件是_____推广动量守恒的适用条件：系统外力之和不为零，但系统相互作用力_____外力，且相互作用时间_____，也可认为动量守恒，如碰撞、爆炸等系统外力之和不为零，但某一方向_____，系统在该方向动量守恒。

2. 写出动量守恒定律数学表达式的几种形式：_____

3. 动量守恒定律的适用范围

(1) 既适用正碰，也适用于_____，不仅适用于碰撞，也适用于各种相互作用。

(2) 不仅适用于两个物体组成的系统，也适用于_____组成的系统。

(3) 不仅适用于低速宏观物体，也适用于_____系统。

【互动课堂】

1. 材料和用具

演示动量守恒的小车、弹簧和长玻璃板、砝码等（或验证动量守恒定律的气垫导轨和滑块、充气机等）

2. 活动过程

演示实验：如图 2-1 所示，在光滑水平面 MN 上放两等质量的小车 A 、 B ，小车间夹一个弹簧，使弹簧处于压缩状态，并用线拴住小车用火柴烧断线，由于弹簧的弹力，两车分离，并沿着相反方向运动，同时撞到等距离的挡板 C 、 D 上，这说明它们碰撞后总动量

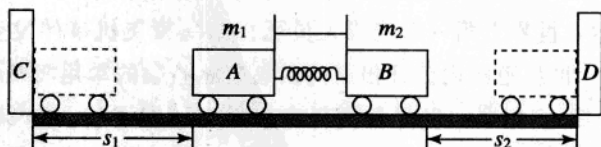


图 2-1

即动量的矢量和为零，也就是说，它们碰撞前后动量守恒。

3. 讨论与交流

(1) 实验中两小车质量一定相等吗？

(2) 如果使两小车的质量之比 $m_1 : m_2 = 1 : 2$ ，重复上面的实验，可以近似地得到 $s_1 : s_2 = 2 : 1$ 的关系，这说明它们碰撞前后动量守恒，请证明。

4. 变式与创新

(1) 怎样做才能让实验现象明显？

(2) 还有哪些方法可完成这个实验？

(3) 收集资料谈谈动量守恒现象在生活中的应用。

【演练平台】

例1 子弹打进与固定于墙壁的弹簧相连的木块，此系统从子弹开始入射木块到弹簧压缩到最短的过程中，子弹与木块作为一个系统动量是否守恒？说明理由。

分析：此题重在引导学生针对不同的对象（系统），对应不同的过程中，受力情况不同，总动量可能变化，可能守恒。

（通过此题，让学生明白：在学习物理的过程中，重要的一项基本功是正确恰当地选取研究对象、研究过程，根据实际情况选用对应的物理规律，不能生搬硬套。）

例2 质量为 30 kg 的小孩以 8 m/s 的水平速度跳上一辆静止在光滑水平轨道上的平板车，已知平板车的质量为 90 kg，求小孩跳上车后他们共同的速度。

解答：取小孩和平板车作为系统，由于整个系统所受合外力为零，所以系统动量守恒。

规定小孩初速度方向为正，则：

相互作用前： $v_1 = 8 \text{ m/s}$ ， $v_2 = 0$ ，设小孩跳上车后他们共同的速度为 v' ，由动量守恒得

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v'$$

$v' = 2 \text{ m/s}$ ，数值大于零，表明速度方向与所取正方向一致。

【学以致用】

1. 在列车编组站里, 一辆 $m_1 = 1.8 \times 10^4 \text{ kg}$ 的货车在平直轨道上以 $v_1 = 2 \text{ m/s}$ 的速度运动, 碰上一辆 $m_2 = 2.2 \times 10^4 \text{ kg}$ 的静止的货车, 它们碰撞后结合在一起继续运动, 求运动的速度。

2. 如图 2-2 所示, 质量为 m 的小孩站在质量为 M 的小车的右端, 处于静止状态, 已知车的长度为 L , 则当小孩走到小车的左端时, 小车将向右移动多少距离? (忽略小车运动时受到的阻力)

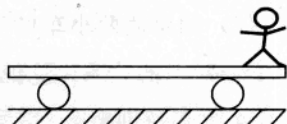


图 2-2

3. 如图 2-3 所示, 水平地面上 O 点的正上方竖直自由下落一个物体 M , 中途炸成 a, b 两块, 它们同时落到地面, 分别落在 A 点和 B 点, 且 $OA > OB$, 若爆炸时间极短, 空气阻力不计, 则 ()

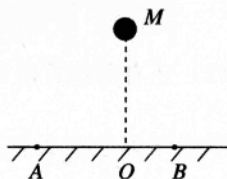


图 2-3

- A. 落地时 a 的速度大于 b 的速度
- B. 落地时 a 的动量大于 b 的动量
- C. 爆炸时 a 的动量增加量大于 b 的增加量
- D. 爆炸过程中 a 增加的动能大于 b 增加的动能

4. 一个人静止在完全光滑的冰面上, 可以使他离开的方法是 ()

- A. 向后踢脚
- B. 手臂向后甩
- C. 在冰面上滚动
- D. 脱下外衣水平抛出

5. A, B 两球在光滑水平面上沿同一条直线发生正碰, 作用前 A 球的动量为 $P_A = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, B 球的动量为零; 碰撞过程中, A 球的动量的变化量为 $\Delta P_A = -15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 则碰撞后 B 球的动量 P_B' 为 ()

- A. $-15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- B. $-10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- C. $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- D. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

6. 一颗手榴弹以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 的速度水平飞向一木块, 设它炸裂成两块后, 质量为 0.4 kg 的木块速度为 250 m/s , 其方向与原来方向相反。若取 v_0 的方向为正方向, 则质量为 0.2 kg 的小块物体的速度为 ()

- A. -70 m/s
- B. 530 m/s
- C. 470 m/s
- D. 800 m/s

7. 把一支枪固定在小车上, 小车放在光滑的水平桌面上。枪发射出一颗子弹。对于此过程, 下列说法中正确的有 ()

- A. 枪和子弹组成的系统动量守恒
- B. 枪和车组成的系统动量守恒
- C. 车、枪和子弹组成的系统动量守恒
- D. 车、枪和子弹组成的系统近似动量守恒, 因为子弹和枪筒之间有摩擦力。且摩擦

力的冲量甚小

8. 质量为 2 kg 的物体 A 以 4 m/s 的速度在光滑水平面上自右向左运动，一颗质量为 20 g 的子弹以 500 m/s 的速度自左向右穿过 A ，并使 A 静止。则子弹穿过 A 后的速度为 _____ m/s 。

9. A 、 B 两物体的质量之比 $m_A : m_B = 3 : 2$ ，原来静止在平板车 C 上， A 、 B 间有一根被压缩的轻弹簧，地面光滑，当弹簧突然释放后，则 ()

- 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

探究活动三 探究碰撞中的动量守恒

【目标培养】

知识目标：通过实验来验证碰撞中的动量守恒定律。

能力目标：培养学生的动手能力和理论联系实际的能力。

情感目标：学生在探究实验中，能学会从实际出发，认真踏实地探究，实事求是地得出结论，形成不断追求的进取精神、严谨的学习态度和克服困难的意志品质等，使学生在思想意识、情感意志、精神境界等方面都得到升华，培养学生对社会的责任心和使命感。

【知识导航】

1. 两小球在光滑水平面上发生正碰，动量守恒，验证的关系式是：_____

2. 用水平位移代替速度大小的理由是_____

【互动课堂】

1. 材料和用具

两个大小相同而质量不等的小钢球、斜槽、刻度尺、游标卡尺、重垂线、白纸、复写纸、天平、圆规

2. 活动过程

(1) 实验装置的调节

进行实验装置的调节时，要注意哪些问题？想一想：在实验中为什么要这样调节？

思考：如果不用支柱，被碰小球在被碰前放在槽口，如图 3-1 所示，试比较两种装置有什么不同？

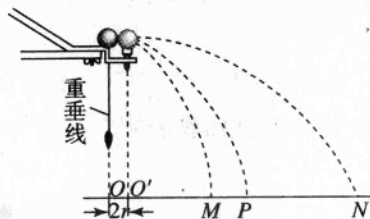


图 3-1

(2) 具体操作步骤

a. 斜槽安装稳妥，出口保持水平；支柱位置应保证两个小球发生正碰。

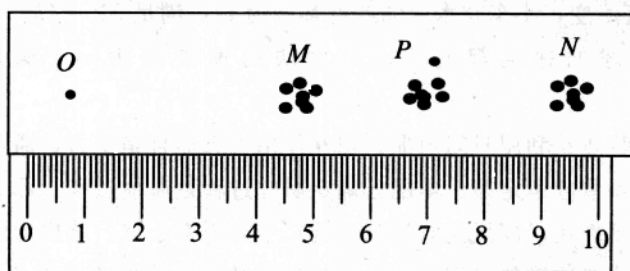
- b. 用天平称出两个小球的质量 m_1 、 m_2 ，用游标卡尺测出小球的半径 r_0 。
- c. 从斜槽一定高度释放入射小球，在白纸上留下落点的印迹。
- d. 把被碰小球放在支柱上，让入射小球从原来的高度滚下，重复实验多次，标出碰撞后两小球落点的平均位置。

3. 讨论与交流

(1) 这个实验的重点和难点是两个小球碰撞前后几个速度值的测量，即水平位移的测定。

若已知在白纸上记录了如下的几个点，想一想，我们将怎样来确定小球的落点在哪儿呢？_____。

O 点的位置是如何确定的？_____。



(2) 你认为在本实验中误差产生的主要原因有哪些？

- ① _____；
- ② _____；
- ③ _____；
- ④ _____。

4. 变式与创新

(1) 如图 3-2，能否用打点计时器来验证动量守恒定律？请在课后设计一个实验方案。

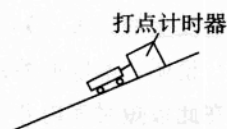


图 3-2

(2) 如图 3-3，如果用气垫导轨来做这个实验，想一下，气垫导轨解决了什么问题？你遇到的困难是什么？

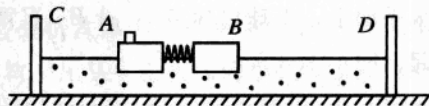


图 3-3

【演练平台】

例1 如图3-4所示,在质量为 M 的小车中挂有一单摆,摆球的质量为 m_0 ,小车和单摆以恒定的速度 v 沿光滑水平面运动,与位于正对面的质量为 m 的静止木块发生碰撞,碰撞的时间极短,在此碰撞过程中,下列可能发生的情况是()

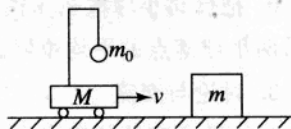


图 3-4

- A. 小车、木块、摆球的速度都发生变化,分别变为 v_1 、 v_2 、 v_3 , 满足 $(M+m_0)v = Mv_1 + mv_2 + m_0v_3$
- B. 摆球的速度不变,小车和木块的速度变为 v_1 和 v_2 , 满足 $Mv = Mv_1 + mv_2$
- C. 摆球的速度不变,小车和木块的速度都变为 v_1 , 满足 $Mv = (M+m)v_1$
- D. 小车和摆球的速度都变为 v_1 , 木块的速度变为 v_2 , 满足 $(M+m_0)v = (M+m_0)v_1 + mv_2$

解析:碰撞的特点是利用时间短促、相互作用力大而且是变力,通常都满足内力远大于外力,满足系统动量守恒定律。本题已确定研究过程是碰撞过程,那么在碰撞的极短时间内哪些物体参与了作用,即研究对象(系统)中是否有小球,就成为解答本题的关键。

在小车与木块直接碰撞的过程中,由于该过程从发生到结束是在极短时间内完成的,彼此作用力很大,所以它们的速度在此极短时间内要发生改变,在此期间它们的位移可看作零,而摆球并没有直接与木块作用,因为它与小车共同匀速运动时,摆线拉力在竖直方向,因此在碰撞的极短时间内摆线拉力不能改变小球速度的大小或方向(至于碰撞之后的物理过程中小球将如何参与总体运动则又当别论),即在此极短时间内,参与相互作用的物体是小车和木块,本过程的研究系统由小车和木块组成。而小车和木块碰撞后,可能以各自不同的速度继续向前运动,也可能结合在一起以共同速度向前运动,即B、C项是可能发生的,A、D项违反上述分析。故选B、C。

说明:本题的关键在于碰撞的时间极短,所以只是小车和木块之间的碰撞问题,而摆球在此极短时间内并没有参与作用。我们应理解并明确动量守恒定律是建立在动量定理基础上的,系统内力的冲量不改变系统的动量。因此在选择研究系统时,应充分考虑参与相互作用的是哪些物体组成的系统。

例2 如图3-5所示的三个小球的质量都为 m ,B、C两球用轻弹簧连接后放在光滑的水平面上,A球以速度 v_0 沿B、C两球球心的连线向B球运动,碰后A、B两球粘在一起。问:

- (1) A、B两球刚刚粘合在一起时的速度是多大?
- (2) 三球的速度达到相同时的共同速度是多大?

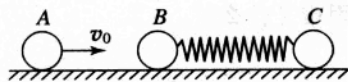


图 3-5

解析:在A、B碰撞的过程中弹簧的压缩量是极其微小的,产生弹力完全可以忽略,即C球并没有参与作用,因此A、B两球组成的系统所