



配人民教育版

普通高中课程标准实验教科书

高中

JIAOXUE YU CESHI

物理

《高中物理教学与测试》编委会 编

教学与测试



● 选修3-5



苏州大学出版社



配人民教育版
普通高中课程标准实验教科书

ISBN 7-81090-652-3

高中物理 教学与测试

(选修 3-5)

《高中物理教学与测试》编委会 编

本书特点

本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。

本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。

高中物理教学与测试

(选修 3-5)

《高中物理教学与测试》编委会 编

本书特点

本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。

本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。本书为《高中物理教学与测试》编委会编，由人民教育出版社出版。

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理教学与测试. 选修 3-5/《高中物理教学与测试》编委会编. —苏州: 苏州大学出版社, 2006. 4
配人民教育版普通高中课程标准实验教科书
ISBN 7-81090-628-3

I. 高… II. 高… III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028176 号



高中物理教学与测试

(选修 3-5)

《高中物理教学与测试》编委会 编

责任编辑 苏 秦

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

常熟市白云印刷有限公司印装

(地址: 常熟市北门外环山路口 邮编: 215500)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 6 字数 149 千

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-628-3/G·308 定价: 8.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67258835



《高中物理教学与测试》

编委会

(人民教育版·选修3-5)

主 任：高 敏 吴培华

执行编委：沈志斌

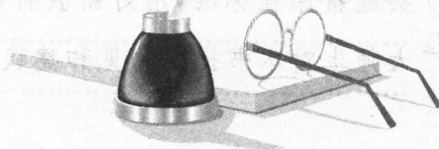
编 委：(以姓氏笔画为序)

朱绍昌 朱悄燕 华士忠 吴培华

沈志斌 沈瑞清 张飞翔 张 凝

陈兴昌 耿曙生 顾文平 高亚成

高 敏 管兆宁



2006年1月

前 言

PREFACE

为

进一步贯彻教育部最新颁布的普通高中课程标准(实验)的精神,配合高中新课标物理教科书的使用,我们聘请多名高中特级教师、优秀教研员及学科带头人,在认真学习、深刻理解、广泛研讨教材的基础上,编写了新课标《高中物理教学与测试》。

本书涵盖了人民教育出版社物理新课标教材选修3-5的内容。在编写过程中依章节按课时安排内容,与教学进度同步,以掌握基础知识为主要目标,题型的设计和选择以物理课程标准为准,适度延伸,注重将考查能力与掌握知识融为一体。

本书每节设置了四个栏目。“课标要求”,概述知识要点,简明扼要。“疑难点拨”,对重点和难点作必要的拓展讨论和深度分析。“范例解读”,安排3题左右典型例题,其中一题为详解,其余两题不作解答,供教师课上选用。“同步评价”,为学生精心提供若干课后练习题,以帮助学生复习巩固所学知识。以上四个栏目篇幅控制在两页,便于教师检查。

参加本书编写的有华士忠、朱悄燕、张飞翔、沈志斌、沈瑞清、高亚成、顾文平等,全书由沈志斌组织编写并统稿。

实施新课程标准,用好新教材,对于编者来说是一个新课题,我们真诚地希望广大师生对本书提出意见和建议,以便我们不断提高编写水平和编写质量。

编 者

2006年4月

目 录

CONTENTS

第十六章 动量守恒定律

第一课时	实验:探究碰撞中的不变量	(1)
第二课时	动量守恒定律(一)	(3)
第三课时	动量守恒定律(二)	(5)
第四课时	习题课(一)	(7)
第五课时	碰撞	(9)
第六课时	反冲运动 火箭	(11)
第七课时	用动量概念表示牛顿第二定律	(13)
第八课时	习题课(二)	(15)
第九课时	习题课(三)	(17)
第十课时	复习课	(19)
	单元自测(A)	(23)
	单元自测(B)	(25)

第十七章 波粒二象性

第一课时	能量量子化:物理学的新纪元	(27)
第二课时	科学的转折:光的粒子性	(29)
第三课时	习题课	(31)
第四课时	崭新的一页:粒子的波动性	(33)
第五课时	概率波	(35)
第六课时	不确定关系	(37)
	单元自测	(39)

第十八章 原子结构

第一课时	电子的发现	(41)
------	-------------	------

第二课时	原子的核式结构模型	(43)
第三课时	氢原子光谱	(45)
第四课时	玻尔的原子模型	(47)
第五课时	激光	(49)
第六课时	复习课	(51)
	单元自测	(53)

第十九章 原子核

第一课时	原子核的组成	(55)
第二课时	放射性元素的衰变	(57)
第三课时	探测射线的方法	(59)
第四课时	放射性的应用与防护	(61)
第五课时	核力与结合能	(63)
第六课时	重核的裂变	(65)
第七课时	核聚变	(67)
第八课时	粒子和宇宙	(69)
第九课时	复习课	(71)
	单元自测	(73)
阶段测试(A)		(75)
阶段测试(B)		(79)
参考答案		(83)

第十六章 动量守恒定律

第一课时 实验：探究碰撞中的不变量



课标要求

1. 观察碰撞现象,探讨碰撞中的规律.
2. 通过探究碰撞中的守恒量,体会自然界的和谐统一.



疑难点拨

1. 如何选择碰撞的模型,以便完成探究实验.
2. 如何较精确且方便地测出物体的质量、速度、动能等物理量.
3. 如何对数据进行分析,从中发现规律,进而培养自己的创新能力.



范例解读

例 1 观察与演示,如图 16-1 所示,在台球比赛中,台球之间的各种碰撞有什么现象?可能隐含什么守恒量?



图 16-1

例 2 请查找资料,应用气垫导轨和光电门等器材,设计一个研究碰撞的实验,探究碰撞中的不变量.

例 3 利用气垫导轨可以较精确而方便地探究碰撞中的守恒量:

(1) 气垫导轨由于气流作用的缘故,可以减小滑块在运动过程中的摩擦阻力,以保证滑块在导轨上的运动是近似为_____.

(2) 实验前应调整气垫导轨水平,为了检测气垫导轨是否已水平,通常是水平推动滑块,观察滑块两次通过挡光片的时间是否_____.

(3) 某同学用气垫导轨来探究碰撞中的守恒量,它所用挡光板的宽度为 $d=0.01\text{m}$,他采用物块 1 与原来静止的物块 2 发生碰撞,碰后 1、2 粘合在一起运动,实验测得的数据如表 16-1 所示,请你完成数据处理,并寻找其中的守恒量.

表 16-1

	碰撞前		碰撞后	
	物块 1	物块 2	物块 1	物块 2
质量 m/kg	0.234	0.234	0.234	0.234
挡光时间 t/ms	12.0		24.2	
速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$				
质量与速度积 $mv/(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})$				
动能 E_k/J				



科学足迹

动量守恒定律的发现

观察周围运动着的物体,我们看到它们中的大多数,如跳动的皮球、飞行的子弹、走动的时钟、运转的机器,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台机器那样,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,这个合适的物理量到底是什么呢?

法国哲学家兼数学家、物理学家笛卡儿提出,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(1629—1695)在研究碰撞问题时发现:按照笛卡儿的定义,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,把笛卡儿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.1687 年,牛顿在他的《自然哲学的数学原理》一书中指出:某一方向的运动的总和减去相反方向的运动的总和所得的运动量,不因物体间的相互作用而发生变化;还指出了两个或两个以上相互作用的物体的共同重心的运动状态,也不因这些物体间的相互作用而改变,总是保持静止或做匀速直线运动.

第二课时 动量守恒定律(一)



课标要求

1. 通过研究碰撞问题,引入动量的概念,掌握动量的特点.
2. 研究与动量有关的规律,归纳出动量守恒定律.



疑难点拨

1. 本章所涉知识应注意矢量性,对于涉及相反方向问题,应设正方向.
2. 动量守恒定律的公式中各速度都要相对同一个惯性参照系.研究地球上物体运动时应选地球为参照系.



范例解读

例 1 放在光滑水平面上的 A、B 两小车中间夹了一压缩轻质弹簧,用两手分别控制小车处于静止状态,下面说法中正确的是 ()

- (A) 两手同时放开,两车的总动量为 0 (B) 先放开右手,后放开左手,两车的总动量向右 (C) 先放开左手,后放开右手,两车的总动量向右 (D) 两手同时放开,两车的总动量守恒,两手放开有先后,两车的总动量不守恒

答案: A、B、D.

根据动量守恒条件,两手同时放开,则两车所受外力之和为 0,符合动量守恒条件;否则两车动量不守恒;若后放开右手,则小车受到右手向左的冲量作用,从而使两车的总动量向左;反之,则向右.所以选项 A、B、D 是正确的.

例 2 根据动量守恒定律的条件,下列情形中系统的动量可以认为守恒的是 ()

- (A) 汽车拉着拖车在平直的公路上匀速行驶,突然拖车与汽车脱钩,而汽车的牵引力不变,各自受的阻力不变,则在拖车停止运动前,汽车和拖车构成的系统 (B) 把一支枪水平地固定在小车上,小车放在光滑的水平地面上,枪发射出一颗子弹时,枪、弹和车构成的系统 (C) 把一支枪水平地固定在小车上,小车放在粗糙的水平地面上,枪发射出一颗子弹时,枪、弹和车构成的系统 (D) 如图 16-2 所示,光滑水平地面上的炮车斜向上发射一颗炮弹,炮弹和炮车构成的系统

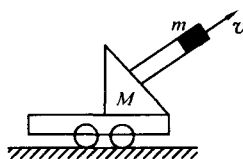


图 16-2

例 3 如图 16-3 所示,质量为 M 的小车静止在光滑水平面上,车厢内有一质量为 m 的物体以速度 v_0 开始向左运动,它与车厢前后壁来回碰撞几次之后静止在车厢中,这时车厢的速度大小等于_____,方向_____.

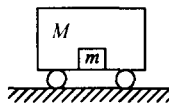


图 16-3



同步评价

1. 由甲、乙两物体相互作用组成的系统,它们的总动量始终为0,则 ()
(A) 甲、乙两物体各自的动量始终为0 (B) 甲、乙两物体组成的系统受到的外力之和一定为0 (C) 甲、乙两物体每个物体受到的合外力为0 (D) 甲、乙两物体每个物体的动量始终不变
2. 两物体组成的系统总动量如果守恒,则这个系统中 ()
(A) 一个物体增大的速度等于另一个物体减小的速度 (B) 一物体受到的冲量与另一物体受到的冲量相等 (C) 两个物体的动量变化总是大小相等,方向相反 (D) 系统总动量的变化为0
3. 在下列现象中,哪些情况两物组成的系统动量不守恒 ()
(A) 在光滑水平面上两球发生斜碰 (B) 车原来静止在光滑水平面上,车上的人从车头走到车尾 (C) 在水平地面上有一门炮,沿与水平方向成 45° 角发射炮弹 (D) 一斜面放在光滑水平面上,一物块沿着光滑斜面由静止开始下滑
4. 甲、乙两个相互作用的物体,在相互作用的过程中合外力为零,下列说法中正确的是 ()
(A) 甲的动量变大,乙的动量一定变大 (B) 甲的动量变大,乙的动量一定变小
(C) 甲与乙的动量变化相等 (D) 甲与乙受到的冲量大小相等
5. 船静止在水中,若水的阻力不计,当先后以相对地面相等的速率,分别从船头与船尾水平抛出两个质量相等的物体,抛出时两物体的速度方向相反,则两物体抛出以后,船的状态是 ()
(A) 仍保持静止状态 (B) 船向前运动 (C) 船向后运动 (D) 无法判断
6. 小车静止在光滑的水平面上,甲、乙两人分别站在车的左、右两端,甲、乙二人同时相向运动,此时小车向左运动,则可能是 ()
(A) 甲、乙质量相等,速率相等 (B) 甲、乙质量相等,甲的速度小 (C) 甲、乙速率相等,甲的质量大 (D) 甲、乙速率相等,乙的质量大
7. 甲球与乙球相碰,甲球的速度减少 5m/s ,乙球的速度增加了 3m/s ,则甲、乙两球质量之比 $m_{\text{甲}}:m_{\text{乙}}$ 是 ()
(A) $2:1$ (B) $3:5$ (C) $5:3$ (D) $1:2$
8. 甲、乙两球在光滑水平面上相向运动,两球相碰后有一球停止运动,则下述说法中正确的是 ()
(A) 若碰后,甲球速度为0,则碰前甲的动量一定大于乙的动量 (B) 若碰后,甲球速度为0,则碰前甲的动量一定小于乙的动量 (C) 若碰后,乙球速度为0,则碰前甲的动量一定大于乙的动量 (D) 若碰后,乙球速度为0,则碰前甲的动量一定小于乙的动量

第三课时 动量守恒定律(二)



课标要求

1. 能应用牛顿运动定律推导一维碰撞中的动量守恒定律.
2. 掌握动量守恒定律的条件、内容、公式及意义.
3. 知道动量守恒定律是自然界普遍适用的基本规律之一,它比牛顿运动定律的适用范围要广泛得多.



疑难点拨

1. 应用牛顿运动定律能够推导出动量守恒定律,但动量守恒定律只涉及过程始末两个状态,与过程中力的细节无关.这样,问题往往能大大简化.
2. 动量守恒的几种特殊形式: ① 两物体发生碰撞时,运动物体去碰撞一个静止的物体,合并成一个物体: $m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v$; ② 运动物体去碰撞静止的物体后速度各不相同: $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$; ③ 运动的两物体相互作用后合为一体: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$; ④ 静止的物体炸裂成两块: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$. 若 v_1 的方向为正,则 v_2 的方向一定为负.



范例解读

例1 总质量为 M 的列车在水平轨道上以 v_0 匀速运动的过程中,质量为 m 的末节车厢突然脱钩,当司机发现车厢停下来并关闭发动机时,已经过了时间 t . 设列车阻力为车所受重力的 K 倍,机车的牵引力恒定,则当车厢停下来时,机车的速度 v_1 为多少?

解: 当车厢停止前,列车系统牵引力 F 与阻力 KMg 合力为零,系统动量守恒. 设车厢停止时机车的速度为 v_1 . $Mv_0 = (M-m)v_1 + 0$, 则 $v_1 = Mv_0 / (M-m)$.

例2 抛出的手雷在最高点时水平速度为 10m/s ,这时突然炸成两块,其中大块质量为 300g ,仍按原方向飞行,测得其速度为 50m/s ,另一小块质量为 200g ,求其速度的大小和方向.

解: 手雷在空中爆炸时所受合外力应是它受到的重力 $G = (m_1 + m_2)g$,可见系统的动量并不守恒. 但在爆炸瞬间,内力远大于外力时,外力可以不计,系统的动量近似守恒.

设手雷原飞行方向为正方向,则整体初速度 $v_0 = 10\text{m/s}$; $m_1 = 0.3\text{kg}$ 的大块速度为 $v_1 = 50\text{m/s}$; $m_2 = 0.2\text{kg}$ 的小块速度为 v_2 ,方向不清,暂设为正方向.

由动量守恒定律得 $(m_1 + m_2)v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, 则

$$v_2 = \frac{(m_1 + m_2)v_0 - m_1 v_1}{m_2} = \frac{(0.3 + 0.2) \times 10 - 0.3 \times 50}{0.2} \text{m/s} = -50\text{m/s}$$

此结果表明,质量为 200g 的部分以 50m/s 的速度向反方向运动,其中负号表示与所设正方向相反.

例3 体重 60kg 的人,以 6km/h 的水平速度从后面跳上重为 80kg 、速度为 2.5km/h 的小车,求人跳上车后小车的速度. 如果人是迎面跳上车的,小车的速度将变为多少?



同步评价

1. 木块甲和乙用一只轻弹簧连接起来放在光滑水平面上,甲紧靠墙壁,在乙上施加向左水平力使弹簧压缩,如图 16-4 所示.当撤去外力后,下列说法中正确的是 ()

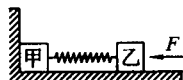


图 16-4

(A) 甲尚未离开墙壁前,弹簧和乙的机械能守恒 (B) 甲尚未离开墙壁前,甲和乙的动量守恒 (C) 甲离开墙壁后,甲、乙系统的动量守恒 (D) 甲离开墙壁后,弹簧和甲、乙系统的机械能守恒

2. 质量为 m 的小球甲在光滑水平面上以速度 v 与质量为 $2m$ 的静止小球乙发生正碰,碰撞后甲球的动能恰好变为原来的 $1/9$,则乙球的速度可能是 ()

(A) $\frac{v}{3}$ (B) $\frac{2v}{3}$ (C) $\frac{4v}{9}$ (D) $\frac{8v}{9}$

3. 一平板小车静止在光滑的水平地面上,甲、乙两人分别站在车上左、右两端.当两人同时相向而行时,发现小车向左移动,若 ()

(A) 两人质量相等,则必定是 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$ (B) 两人质量相等,则必定是 $v_{\text{乙}} > v_{\text{甲}}$
(C) 两人速率相等,则必定是 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$ (D) 两人速率相等,则必定是 $m_{\text{乙}} > m_{\text{甲}}$

4. 光滑水平面上有甲和乙两物体,它们的质量之比 $m_{\text{甲}} : m_{\text{乙}} = 1 : 3$.两物体间的轻弹簧处于压缩状态并用一细线把两物体拉着,如图 16-5 所示.把细线烧断,设这时甲和乙的动量大小之比为 a ,动能之比为 b ,则 ()



图 16-5

(A) $a=1:3, b=1:1$ (B) $a=3:1, b=1:3$ (C) $a=1:1, b=3:1$ (D) $a=1:1, b=9:1$

5. A 物体质量为 m ,B 物体质量为 $2m$,在光滑水平面上以相同的动量运动,如图 16-6 所示.发生正碰后,A 朝原方向运动,但其速度减为原来的一半,则碰后两物体速率之比 $v_A : v_B =$ _____.

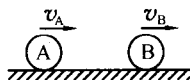


图 16-6

6. 如图 16-7 所示甲、乙两人做抛球游戏,甲站在一辆平板车上,车与水平地面间摩擦不计.甲与车的总质量 $M=100\text{kg}$,另有一质量 $m=2\text{kg}$ 的球.乙站在车对面的地上,身旁有若干质量不等的球.开始时车静止,甲将球以速度 v (相对地面) 水平抛给乙,乙接到抛来的球后,马上将另一质量为 $m'=2m$ 的球以相同速率 v 水平抛回给甲,甲接住后,再以相同速率 v 将此球水平抛给乙,这样往复进行.乙每次抛回给甲的球的质量都等于他接到的球的质量的 2 倍,求: ① 甲第二次抛出球后,车的速度大小; ② 从第一次算起,甲抛出多少个球后,再不能接到乙抛回来的球?

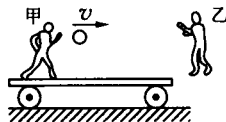


图 16-7

第四课时 习题课(一)



课标要求

1. 加深理解动量守恒定律的条件及意义.
2. 掌握动量守恒定律解题的基本方法.



疑难点拨

1. 动量守恒定律的适用条件是系统不受外力或合外力为零. 一般情况外力总是存在的, 但如果相互作用的时间很短(对应合外力 $\ll$ 内力), 则合外力的影响可以忽略, 也可应用动量守恒定律解决问题.

2. 应用动量守恒定律时注意“五性”: ① 条件性; ② 整体性; ③ 矢量性; ④ 相对性; ⑤ 同时性.



范例解读

例 1 甲、乙两球在光滑水平面上做相向运动, 已知 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$, 当两球相碰后, 其中一球停止, 则可以断定 ()

(A) 碰前甲的动量等于乙的动量 (B) 碰前甲的动量大于乙的动量 (C) 若碰后甲的速度为零, 则碰前甲的动量大于乙的动量 (D) 若碰后乙的速度为零, 则碰前甲的动量大于乙的动量

答案: C

例 2 如图 16-8 所示, 在光滑水平面上有两个并排放置的木块 A 和 B, 已知 $m_A = 0.5 \text{ kg}$, $m_B = 0.3 \text{ kg}$. 有一质量为 $m_C = 0.1 \text{ kg}$ 的小物块 C 以 20 m/s 的水平速度滑上 A 表面, 由于 C 和 A、B 间有摩擦, C 滑到 B 表面上时最终与 B 以 2.5 m/s 的共同速度运动, 求:

① 木块 A 的最后速度; ② C 离开 A 时 C 的速度.

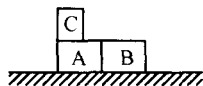


图 16-8

例 3 人和冰车总质量为 M , 另有一木球质量为 m , 且 $M : m = 31 : 2$. 人坐在静止于水平面的冰车上, 以速度 v (相对于地) 将原来静止的木球沿冰面推向正前方的固定挡板 (不计一切摩擦). 设球与挡板碰撞后以原速率弹回, 人接球后再以同样的速度推向挡板, 则人推多少次后才不再能接到球?

解: 人不能接到球的临界条件是人的速度 $v_A = v$. 在人每次接球和推球的过程中, 人和冰车及球整体动量均守恒. 人推第一次时: $Mv_1 - mv = 0$, $v_1 = \frac{m}{M}v$; 人推第二次时: $Mv_1 + mv = Mv_2 - mv$, $v_2 = \frac{3m}{M}v$; 人推第三次时: $Mv_2 + mv = Mv_3 - mv$, $v_3 = \frac{5m}{M}v \dots$ 人推第 n

次后的速度应为 $v_n = \frac{(2n-1) \times m}{M} v$, 人接不到球的临界条件为 $v_n = v$, 所以 $n = 8.25$, 则人推 9 次后才不再能接到球.



同步评价

1. 甲、乙两船的质量均为 M , 都静止在平静的湖面上, 现甲船中质量为 $M/2$ 的人以对地的水平速度 v 从甲船跳到乙船, 再从乙船跳到甲船. 设水对船的阻力不计, 经多次跳跃后人停在乙船上, 则 ()

- (A) 甲、乙两船速度大小之比为 $2:3$ (B) 甲、乙(包括人)两船动量大小之比为 $1:1$
(C) 甲、乙(包括人)两船动能之比为 $3:2$ (D) 因跳跃次数未知, 故以上说法都不对

2. 一个航天飞行器在高空绕地球做匀速圆周运动, 如果它沿运动相反方向发射一枚火箭, 则 ()

- (A) 飞行器和火箭都可能在原高度绕地球做圆周运动 (B) 飞行器和火箭都不可能在原高度绕地球做圆周运动
(C) 飞行器不可能在原高度绕地球做圆周运动 (D) 火箭可能在原高度绕地球做圆周运动

3. 以初速度 $v_0 = 40 \text{ m/s}$ 竖直向上抛出的物体, 质量为 4 kg ($g = 10 \text{ m/s}^2$), 则第 2 s 末的动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 第 5 s 末的动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 从第 2 s 末到第 5 s 末动量的变化量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

4. 质量为 0.4 kg 的小球以 10 m/s 的速度从 5 m 高的平台边缘被水平抛出, 小球落地时动量的大小和方向是 _____, 小球运动全过程中动量的变化是 _____ ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

5. 在水平轨道上放置一门质量为 M 的炮车, 发射质量为 m 的炮弹, 炮车与轨道间摩擦不计, 当炮身与水平方向成 θ 角发射炮弹时, 炮弹相对炮身出口的速度为 v_0 , 则此时炮身后退的速度 $v' =$ _____.

6. 质量为 M 的气球上有一质量为 m 的人, 人和气球共同静止在离地面高度为 h 的空中. 如果在气球上将一质量忽略不计的软梯放下, 以便让人能沿软梯安全地降到地面, 则软梯至少要多长时间才能达到上述要求?

7. 如图 16-9 所示, 在支架的圆孔上放一质量为 M 的木球, 一质量为 m 的子弹以速度 v 从下面击中木球而穿出, 使木球向上运动到 h 高处, 求子弹穿过木球后上升的高度(命题目的: 明确碰撞、爆炸一类的相互作用其内力远远大于外力, 外力可忽略不计, 认为系统动量守恒).

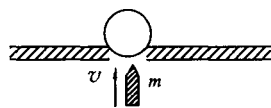


图 16-9

8. 如图 16-10 所示, 一辆玩具小车的质量为 $M = 3.0 \text{ kg}$, 沿着光滑的水平面以 $v = 2.0 \text{ m/s}$ 的速度向正东方向运动, 要使小车的运动方向改变成向西, 可用速度为 $v' = 2.4 \text{ m/s}$ 的水流由西向东射到小车的竖直挡板上, 然后流入车内. 则至少要射入多少质量的水才能使小车改变方向?

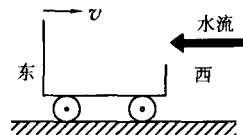


图 16-10

第五课时 碰 撞



课标要求

1. 知道碰撞分弹性碰撞、非弹性碰撞、完全非弹性碰撞三种.
2. 应用动量守恒定律, 处理一维碰撞问题.



疑难点拨

1. 物理学里所研究的碰撞, 包括的范围很广, 只要通过相互作用物体的动量发生了明显的变化, 都可视为碰撞, 如两小球的撞击、子弹射入木块、系在绳子两端的物体将弯曲的绳子突然拉紧、铁锤打击钉子、中子轰击原子核等都可视为碰撞.

2. 碰撞问题要考虑三个因素: ① 碰撞中系统动量守恒; ② 碰撞过程中系统动能不增加; ③ 碰前、碰后两个物体的位置关系(不穿越)和速度大小应保证其顺序合理.



范例解读

例 1 设 a、b 两小球相撞, 碰撞前后都在同一直线上运动. 若测得它们碰撞前的速度为 v_a 、 v_b , 碰撞后的速度为 v_a' 、 v_b' , 可知两球的质量之比 $m_a : m_b$ 等于 ()

- (A) $(v_b' - v_b) : (v_a - v_a')$ (B) $(v_a' - v_a) : (v_b' - v_b)$ (C) $(v_a' - v_b') : (v_a - v_b)$ (D) $(v_a - v_a') : (v_b' - v_b)$

例 2 A 物体质量为 m , B 物体质量为 $2m$, 两物体在光滑水平面上以相同的动量运动, 如图 16-11 所示. 发生正碰后, A 朝原方向运动, 但其速度减为原来的一半, 则碰后两物体速率之比 $v_A : v_B$

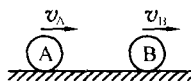


图 16-11

= _____.

例 3 动量分别为 $5\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 和 $6\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 的小球 A、B 沿光滑平面上的同一条直线同向运动, A 追上 B 并发生碰撞后. 若已知碰撞后 A 的动量减小了 $2\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 而方向不变, 那么 A、B 质量之比的可能范围是什么?

解: A 能追上 B, 说明碰前 $v_A > v_B$, $\frac{5}{m_A} > \frac{6}{m_B}$; 碰后 A 的速度不大于 B 的速度, $\frac{3}{m_A} \leq \frac{8}{m_B}$; 又因为碰撞过程系统动能不会增加, $\frac{5^2}{2m_A} + \frac{6^2}{2m_B} \geq \frac{3^2}{2m_A} + \frac{8^2}{2m_B}$, 由以上不等式组解得 $\frac{3}{8} \leq \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{4}{7}$.



同步评价

1. 两小球在光滑水平面沿一条直线相向运动, 若它们相互碰撞后都停下来, 则两球碰撞前 ()

- (A) 质量一定相等 (B) 速度大小一定相等 (C) 动量大小一定相等 (D) 总动量一定为零

2. 半径相等的两个小球甲和乙,在光滑水平面上沿同一直线相向运动.若甲球的质量大于乙球的质量,碰撞前两球动能相等,则碰撞后两球的运动状态可能是 ()

- (A) 甲球的速度为零而乙球的速度不为零 (B) 乙球的速度为零而甲球的速度不为零
(C) 两球的速度均不为零 (D) 两球的速度方向均与原来方向相反,两球的动能仍相等

3. 如图 16-12 所示,光滑水平面上有大小相同的 a、b 两球在同一直线上运动.两球质量关系为 $m_b = 2m_a$,规定向右为正方向,a、b 两球的动量均为 $6\text{kg} \cdot \text{m/s}$,运动中两球发生碰撞,碰撞后 a 球的动量增量为 $-4\text{kg} \cdot \text{m/s}$,则



图 16-12

- (A) 左方是 a 球,碰撞后 a、b 两球速度大小之比为 2 : 5 (B) 左方是 a 球,碰撞后 a、b 两球速度大小之比为 1 : 10
(C) 右方是 a 球,碰撞后 a、b 两球速度大小之比为 2 : 5
(D) 右方是 a 球,碰撞后 a、b 两球速度大小之比为 1 : 10

4. 质量相同的两个小球在光滑水平面上沿连心线同向运动,球 1 的动量为 $7\text{kg} \cdot \text{m/s}$,球 2 的动量为 $5\text{kg} \cdot \text{m/s}$,当球 1 追上球 2 时发生碰撞,则碰撞后两球动量变化的可能值是 ()

- (A) $\Delta p_1 = -1\text{kg} \cdot \text{m/s}$, $\Delta p_2 = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}$ (B) $\Delta p_1 = -1\text{kg} \cdot \text{m/s}$, $\Delta p_2 = 4\text{kg} \cdot \text{m/s}$
(C) $\Delta p_1 = -9\text{kg} \cdot \text{m/s}$, $\Delta p_2 = 9\text{kg} \cdot \text{m/s}$ (D) $\Delta p_1 = -12\text{kg} \cdot \text{m/s}$, $\Delta p_2 = 10\text{kg} \cdot \text{m/s}$

5. 小车 AB 静置于光滑的水平面上,A 端固定一个轻质弹簧,B 端粘有橡皮泥,AB 车质量为 M ,长为 L .质量为 m 的木块放在小车上,用细绳连结于小车的 A 端并使弹簧压缩,开始时 AB 与木块都处于静止状态,如图 16-13 所示,当突然烧断细绳,弹簧被释放,使木块离开弹簧向 B 端冲去,并跟 B 端橡皮泥粘在一起,以下说法中正确的是

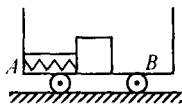


图 16-13

- (A) 如果车内表面光滑,整个系统任何时刻机械能都守恒 (B) 整个系统任何时刻动量都守恒
(C) 当木块对地运动速度为 v 时,小车对地运动速度为 $\frac{m}{M}v$ (D) 车向左运动最大位移小于 $\frac{m}{M}L$

6. 如图 16-14 所示,质量分别为 m 和 M 的铁块 a 和 b 用细线相连,在恒定的力作用下在水平桌面上以速度 v 匀速运动.现剪断两铁块间的连线,同时保持拉力不变,当铁块 a 停下的瞬间铁块 b 的速度大小为_____.

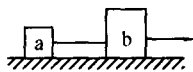


图 16-14

7. 光滑水平面上有 A、B 两球沿同一直线运动,碰撞后两球粘在一起.已知碰撞前它们的动量分别为 $p_A = +12\text{kg} \cdot \text{m/s}$, $p_B = +28\text{kg} \cdot \text{m/s}$,碰撞后 A 球的动量增加 $12\text{kg} \cdot \text{m/s}$,则可知 A、B 两球碰撞前的速度之比为_____.

8. 质量为 M 的小车静止在光滑的水平面上,质量为 m 的小球用细绳 L 吊在小车上 O 点,将小球拉至水平位置 A 点由静止开始释放(如图 16-15 所示),则小球落至最低点时速度为多少?(相对地的速度)

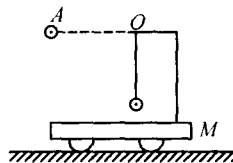


图 16-15