

★ 中学生素质教育丛书 ★

志鸿优化系列

丛书主编 任志鸿



- ★ 鹭江出版社与世纪天鸿集团强强合作，专为福建师生量身定做
- ★ 中国教育报第22届教师节“好书教师评”最有价值的教辅图书
- ★ 8000名一线特、高级教师倾心打造，持续创新，畅销10年
- ★ 与读者建立了足够心理默契与情感依恋的图书品牌
- ★ CCTV助学读物知名上线品牌，“希望之星”指定教辅

高中同步测控

全优设计

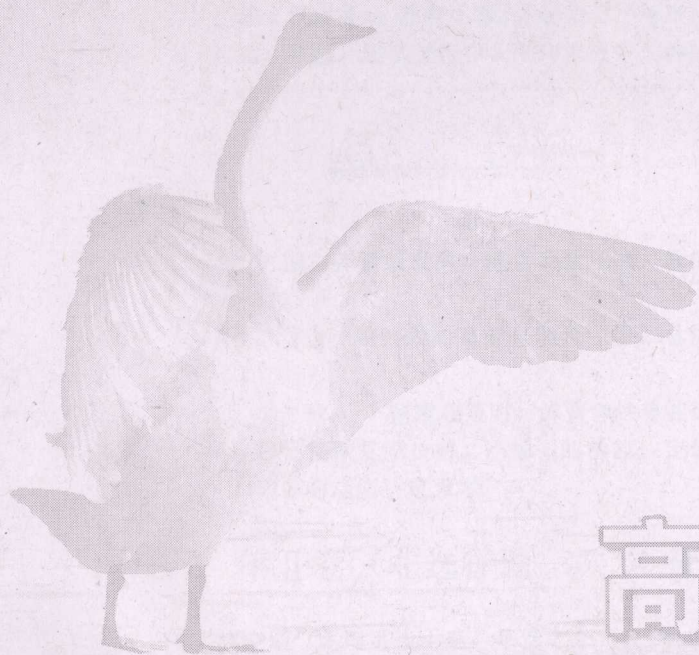
福建省专用

物理（选修3-5）

配新课标鲁科技版

★ 中学生素质教育丛书 ★

志鸿优化系列



高中同步测控

YOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYO

全优设计

YOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYOUSHEJI · QUANYO

丛书主编：任志鸿

本册主编：张 伟

本册副主编：王林焕 段永洪

福建省专用

物理（选修3-5）

 江苏出版社
JIANGSU PUBLISHING HOUSE

配新课标鲁科技版

★中学生素质教育丛书★

志鸿优化系列

高中同步测控全优设计

物理·选修3-5

配新课标鲁科技版

丛书主编：任志鸿

本册主编：张 伟

本册副主编：王林焕 段永洪

*

鹭江出版社出版

(厦门市湖明路22号 邮编：361004)

福建省新华书店发行

福建二新华印刷有限公司印刷

(三明市新市中路70号 邮编：365001 电话：8337744)

开本 890×1240 毫米 1/16 7印张 244千字

2008年7月第1版

2008年7月第1次印刷

ISBN 978-7-80671-900-8

G·646 定价：12.60元

如有发现印装质量问题请寄承印厂调换



亲爱的同学,也许你是“全优设计”刚结识的新朋友,也许是多年的老朋友,你心存高远,志向万里,愿走尽天下路,踏遍千山万水,就是为了寻觅一座通向希望和理想的桥。现在,桥就在你的眼前……

你手中的这本《高中同步测控全优设计》饱含着志鸿人的人文关怀,承载着志鸿人的爱心与智慧,致力于打通“思考思路思想”与“情感态度价值观”两大通道,帮助你在学习的过程中找到成长的感觉、成功的喜悦、成才的幸福!

《高中同步测控全优设计》以理念统帅板块,以板块整合栏目,以栏目组织内容;从板块到栏目,从形式到内容,都紧紧扣准新教育、新人文、新课程的脉搏,做到了“继承、创新、适应、引导”四位一体。

以旧启新,倡导自主学习 《全优设计》注重培养学生的自主学习能力,通过对既有知识的回顾,引导学生科学梳理主干知识,自主构建知识网络,以旧启新,实现新旧知识间通畅的连接。

讲例对照,实现师生互动 《全优设计》整体设计上双栏互动,知识讲解着眼要点,重点难点讲深讲透,典型例题一一对应,精解精析,学思互动,突出体现了“以教师为主导、以学生为主体”的新课改理念。

情景导学,注重实践探究 《全优设计》从学生的心理特点出发,运用新课改理念,在强化基本理论学习的同时,又不死扣教材,而是注意将教材知识同生产生活联系,通过研究性学习题目及实践型情景的设计,把教材变成诱思导学的工具。

训练科学,促进主动成长 《全优设计》的题目设计立足“精”,训练方式抓住“活”,背景材料突出“新”,学习效果强调“实”;涵盖全面,知能并重;层级科学,难易适中;准确把握高考命题方向,精选典型高考及模拟试题,仿真演练,超前体验,促进综合能力提升。



FOREWORD

答案详解,追求方便实用

《全优设计》对重点、难点习题精析详解,注重规律方法的点拨总结,引导学生触类旁通,举一反三。答案单独成册,方便师生教、学使用。同时,它力求学习内容呈现形式的形象生动化,图文并茂,营造了一种和谐愉悦的学习氛围。

《全优设计》,一本学生想拥有的教师用的书,是学生自主学习的良师益友。

《全优设计》,一本教师想拥有的自己用的书,是教师轻松教学的备课秘书。

全优设计,成就未来!

丛书编委会



用智慧和爱心铸造中国教辅第一品牌

目录

CONTENTS

第1章 动量守恒研究

第1节 动量定理	1	主动成长	10
温故知新	1	第3节 科学探究——一维弹性碰撞	13
互动课堂	1	温故知新	13
主动成长	4	互动课堂	14
第2节 动量守恒定律	7	主动成长	18
温故知新	7	本章测评	21
互动课堂	7		

第2章 原子结构

第1节 电子的发现与汤姆孙模型	24	温故知新	32
温故知新	24	互动课堂	33
互动课堂	24	主动成长	35
主动成长	26	第4节 氢原子光谱与能级结构	37
第2节 原子的核式结构模型	28	温故知新	37
温故知新	28	互动课堂	37
互动课堂	29	主动成长	39
主动成长	30	本章测评	41
第3节 玻尔的原子模型	32		

第3章 原子核与放射性

第1节 原子核结构	43	主动成长	49
温故知新	43	第3节 放射性的应用与防护	51
互动课堂	43	温故知新	51
主动成长	45	互动课堂	52
第2节 原子核衰变及半衰期	47	主动成长	53
温故知新	47	本章测评	55
互动课堂	47		



CONTENTS

第4章 核能

第1节 核力与核能	57	主动成长	62
温故知新	57	第3节 核聚变	63
互动课堂	57	第4节 核能的利用与环境保护	63
主动成长	59	温故知新	63
第2节 核裂变	60	互动课堂	64
温故知新	60	主动成长	65
互动课堂	60	本章测评	66

第5章 波与粒子

第1节 光电效应	69	主动成长	74
温故知新	69	第3节 实物粒子的波粒二象性	75
互动课堂	69	第4节 “基本粒子”与恒星演化	75
主动成长	70	温故知新	75
第2节 康普顿效应	72	互动课堂	76
温故知新	72	主动成长	77
互动课堂	72	本章测评	78
综合测试	80		
解析与答案	83		



第1章 动量守恒研究

第1节 动量定理



温故知新

WENGUZHIXIN

新知预习

1. 动量等于运动物体的 和 的乘积。动量是矢量，它的方向与物体 的方向相同，在国际单位制中，动量的单位是 。
2. 一质量为 m 的物体做加速直线运动，经过时间 t ，物体的速度由 v_1 变化为 v_2 ，这一过程，物体的末动量 $p_2 =$ ， p_2 方向与 v_1 方向 ；物体动量的变化量 $\Delta p =$ ， Δp 方向与 v_1 方向 。
3. 力和力的 的乘积叫做这个力的冲量。冲量也是矢量，如果力的方向在作用时间内不变，冲量的方向就跟力的方向 。
4. 物体所受 外力的 等于物体的动量变化，这个结论叫做动量定理。由动量定理可得，作用在物体上的合外力等于物体动量的 。
5. 根据动量定理可知：当物体动量的变化量一定时，力作用时间越短，作用力越 ；力作用时间越长，作用力越 。

知识回顾

以相同速度飞来的铅球和篮球，人们敢接篮球，而不敢接铅球，说明运动物体的作用效果不仅与速度有关，还与物体的质量有关。在《物理1（必修）》学习中知道，物体运动状态主要体现在速度上，从上述的实例来看，要真正描述物体的运动状态，就必须用质量和速度共同描述。伽利略、笛卡儿、惠更斯、牛顿等人曾先后研究碰撞和打击问题，建立并完善了动量的概念，开辟了动力学研究的一条新途径。



互动课堂

HUdongKETANG

疏导引路

基础导学

一、动量及动量的变化

1. 动量：动量等于运动物体的质量和速度的乘积。公式是 $p=mv$ 。动量的单位： $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 。
2. 动量的三性：
 - (1) 矢量性：方向与物体瞬时速度方向相同。
 - (2) 瞬时性：动量是描述物体运动状态的量，是针对某一时刻而言的。
 - (3) 相对性：大小与参考系选择有关，通常所说的动量是相对于地面的动量。
3. 动量的变化量： $\Delta p = mv_2 - mv_1 = m\Delta v$ ， Δp 是矢量，方向与速度变化量 Δv 方向相同。

4. 运动物体的动能不变，动量一定不变吗？

动量和动能都是描述物体运动状态的物理量，运动物体在某一时刻既有动量，又有动能。由于动量 $p=mv$ ，动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，因此可知它们的联系是 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ ，其重要区别是：动量是矢量，动能是标量。对于确定的物体来说，动能不变，仅能说明物体的速率不变，可能速度方向会发生变化（如物体做匀速圆周运动），导致动量方向发生变化，为此，运动物体动能不变，其动量可能变化。即对于确定的物体来说，其动量变化时，动能不一定变化，动能变化时，动量一定变化。

二、冲量

1. 冲量：力和力的作用时间的乘积叫做这个力的冲量。 $I = Ft$ ，单位是 $\text{N} \cdot \text{s}$ 。
2. 冲量是矢量，方向是由力的方向决定的；如果力

的方向在作用时间内不变,冲量的方向就跟力的方向相同。

3. 冲量是过程量,和一段时间或某一过程相对应,表示力对时间的积累。

4. 某一恒力在一作用过程的功为零,某冲量一定为零?

功反映的是力 F 在空间(位移)上的积累,功是标量,而冲量表示力对时间的积累,恒力 F 的功和冲量分别为 $W = Fscos\theta$ 和 $I = Ft$,对于恒力 F 的功而言,功 W 还与 S 、 θ 有关,在研究的过程中若 $S=0$ (静止状态)、或力 F 和位移 S 的夹角为 90° 时,力 F 的功就为零,而冲量与受力者的位移无关,只取决于力和作用的时间,因此 $I = Ft$ 一定不为零。如质量 5kg 的物体 A 在水平桌面上静止了 10s ,在这 10s 内桌面对 A 的支持力 N 的功为零,而支持力 N 的冲量 $I = Nt = 500\text{N} \cdot \text{s}$,方向竖直向上。

5. 如何求变力的冲量?

(1) 若力 F 的方向不变, F 的大小随时间均匀变化,如图 1-1-1 所示,力 F 在作用时间 $t = t_2 - t_1$ 内,力 F 对时间 t 的平均值 $\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2}$,力 F 的冲量 $I = \frac{F_1 + F_2}{2}$

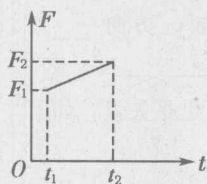


图 1-1-1

($t_2 - t_1$),从 $F \sim t$ 图象上可知,方向不变的力 F ,其 $F \sim t$ 图线与 t 轴所围成的面积数值表示力 F 冲量 I 的大小。

(2) 若力 F 的方向不断改变,由于我们目前所掌握的数学知识的限制,我们不能根据定义式直接求解力 F 的冲量 I ,但可根据动量定理间接转化求解。例如质量为 m 的小球用长为 r 的细绳一端系住,在水平光滑的平面内绕细绳的另一端做匀速圆周运动,速率为 v ,周期为 T ,绳子的拉力(提供向心力) $F = m \frac{v^2}{r}$ 在半个周期冲量不等于 $m \frac{v^2}{r} \cdot \frac{T}{2}$ 。

因为绳子的拉力是个变力(方向沿绳子拉向圆心,方向时刻在变),但半个周期的始、末线速度方向相反,动量的变化量是 $2mv$,根据动量定理可知,绳子在半个周期的冲量大小也是 $2mv$,方向与半个周期的开始时刻线速度的方向相反。

三、动量定理

1. 内容:物体所受合外力的冲量等于物体的动量变化。

2. 表达式: $I = \Delta p$, $Ft = p_2 - p_1$, $Ft = mv_2 - mv_1$

3. 说明:

(1) 在动量定理表达式 $Ft = p_2 - p_1$ 中,方程左边是物体受到的所有外力的合力的冲量,而不是某一个力的冲量;右边是物体动量的变化,即 $p_{\text{末}} - p_{\text{初}}$,计算时不

能颠倒顺序。

(2) 动量表达式中的冲量和动量都是矢量,该式为矢量式,等号的两边不但大小相等,方向也相同,在高中阶段,动量定理的应用只限于一维的情况,这时规定一个正方向,就把矢量式变成代数式。

(3) 动量定理的研究对象可以是单个物体,也可以是物体系统,在高中阶段,一般取单个物体为研究对象,此时物体所受到的力都是外力,若研究的对象是物体系统,不用考虑系统内各物体间相互作用的内力,而只需分析系统受到的外力。

(4) 动量定理可以根据牛顿第二定律,在假设力是恒力的条件下推导出来,但它也适用于随时间变化的力。而在求解某些有关力在时间上的积累问题时,却表现出比牛顿运动定律更大的优越性,用动量定理解题的优点是,有时可以不用考虑物体运动过程的细节,便于从整体上把握问题。

(5) 动量定理不仅适用于宏观物体的低速运动,对微观现象的高速运动仍然适用。

(6) 由动量定理得 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$,因此物体所受的合外力 F 等于物体动量的变化率。

4. 用动量定理解题的基本思路

(1) 确定研究对象,在中学阶段用动量定理讨论的问题,其研究对象一般仅限于单个物体。

(2) 对物体进行受力分析,可以先求每个力的冲量,再求各力冲量的矢量和,或先求合力,再求其冲量。

(3) 抓住过程的初末状态,选好正方向,确定各动量和冲量的正负号。

(4) 根据动量定理列方程,如有必要还需要列其补充方程,最后代入数据求解。

综合探究

案例 1 如图 1-1-2 所示,一个在光滑水平面上运动着的,质量为 m 的物体,受到一个与运动方向成 θ 角的推力 F 的作用,向右做匀加速运动,在力 F 作用的时间 t 内,

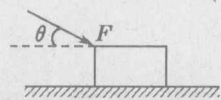


图 1-1-2

求:(1)推动 F 的冲量大小和方向;(2)水平面对物体支持力的冲量的大小和方向;(3)该物体动量变化的大小和方向。

思路解析: 首先画出物体的受力图,求解要用到的未知大小的力,如支持力 N ,根据冲量定义求解力 F 及 N 的冲量;由于初、末速度未知,通过求合外力的冲量,根据动量定理 $I = \Delta p$ 转化来求 t 时间物体动量的变化量 Δp 。对物体受力分析如图 1-1-3 所示,则:

(1) $I_F = Ft$, I_F 的方向与水平方向成 θ 角斜向右下方;

(2) $N = mg + F\sin\theta$, $I_N = Nt$

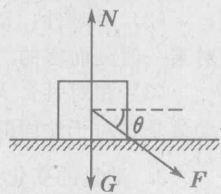


图 1-1-3

$= (mg + F \sin \theta)t$, I_N 方向竖直向上;

(3) $F_{\text{合}} = F \cos \theta$, $F_{\text{合}}$ 方向水平向右, 根据动量定理:
 $\Delta p = I_{\text{合}} = F \cos \theta t$, Δp 方向水平向右.

答案: (1) $I_F = Ft$, I_F 的方向与水平方向成 θ 角斜向右下方 (2) $I_N = Nt = (mg + F \sin \theta)t$, I_N 方向竖直向上 (3) $\Delta p = I_{\text{合}} = F \cos \theta t$, Δp 方向水平向右.

案例 2 蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种动作的运动项目, 一个质量为 60kg 的运动员, 从离水平网面 3.2m 高处自由落下, 着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0m 的高处, 已知运动员与网接触的时间为 1.2s , 若把这段时间内网对运动员的作用力当作恒力处理, 求此力的大小 ($g = 10\text{m/s}^2$).

思路解析: 动量、冲量、力均为矢量, 在应用动量定理解题时, 一定要选定正方向, 把矢量运算转化为代数运算, 否则, 极易出错.

方法一: 将运动员看作质量为 m 的质点, 从 h_1 高处下落, 刚接触网时速度的大小为 $v_1 = \sqrt{2gh_1}$, 向下.

弹起后到达的高度为 h_2 , 刚离网时速度大小为 $v_2 = \sqrt{2gh_2}$, 向上.

速度改变量 $\Delta v = v_1 + v_2$, 向上.

以 a 表示加速度, Δt 表示接触时间, 则: $\Delta v = a\Delta t$, 接触过程中运动员受到向上的弹力 F 和向下的重力 mg , 由牛顿第二定律 $F - mg = ma$.

解得: $F = mg + m \frac{\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_2}}{\Delta t}$, 代入数值得 $F = 1.5 \times 10^3\text{N}$.

方法二: 运动员刚接触网时速度大小为 $v_1 = \sqrt{2gh_1}$, 刚离开网时速度大小为 $v_2 = \sqrt{2gh_2}$, 在接触网的过程中运动员受到向上的弹力 F 和向下的重力 mg , 以向上为正方向, 根据动量定理: $(F - mg) \cdot \Delta t = mv_2 - (-mv_1)$, $F = mg + \frac{m \sqrt{2gh_2} + \sqrt{2gh_1}}{\Delta t}$, 代入数值得 $F = 1.5 \times 10^3\text{N}$.

方法三: 取运动员从开始下落至上升到最高处为全过程, 运动员自由下落的时间 t_1 及离开网上升至最高处的时间 t_2 有

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2, t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 0.8\text{s}$$

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2, t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 1.0\text{s}$$

根据动量定理, 规定向下方向为正方向,

$$\text{则 } mg(t_1 + \Delta t + t_2) - F\Delta t = 0$$

$$\text{得 } F = \frac{t_2 + \Delta t + t_1}{\Delta t}mg = 1500\text{N}.$$

答案: $F = 1500\text{N}$



1. 如图 1-1-4 所示跳水运动员 (图中一个小圆圈表示), 从某一峭壁上水平跳出, 跳入湖水中, 已知运动

员的质量 $m = 60\text{kg}$, 初速度 $v_0 = 10\text{m/s}$, 若经过 1s 时, 速度大小为 $v = 10\sqrt{2}\text{m/s}$, 则在此过程中, 运动员动量的变化量大小为 ($g = 10\text{m/s}^2$, 不计空气阻力)

- 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. $600(\sqrt{2} + 1)\text{kg} \cdot \text{m/s}$



图 1-1-4

思路解析: 曲线运动中物体速度方向时刻在改变, 求动量变化 $\Delta p = p_t - p_0$ 需要应用矢量运算, 比较复杂, 如果作用力是恒力, 可以求恒力的冲量, 等效代换动量的变化.

假设有同学这样求解, $\Delta p = mv_t - mv_0 = 60 \times 10\sqrt{2} - 60 \times 10 = 600(\sqrt{2} - 1)(\text{kg} \cdot \text{m/s})$, 选 C 答案. 但这种解法是错误的, 原因是跳水运动员在空中做平抛运动, 在研究的这 1s 内, 其 v_0 、 v_t 方向不在同一直线上, 即初末动量 p_0 、 p_t 不在同一直线上, 计算 Δp 时不是 p_t 、 p_0 的代数差, 而是 p_t 、 p_0 的矢量差. 再者也可根据动量定理转化为求这 1s 内重力的冲量 I_G .

方法一: 如图 1-1-5 所示, 跳水运动员在 1s 内速度变化量 Δv
 $\Delta v = \sqrt{v_t^2 - v_0^2} = 10\text{m/s}$, 方向
 竖直向下;

$\Delta p = m\Delta v = 600\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 方向
 竖直向下.

图 1-1-5

方法二: $\Delta p = I_G = mgt = 600\text{kg} \cdot \text{m/s}$, Δp 与 I_G 同向, 即为竖直向下.

答案: A

2. 一高空作业的工人体重为 600N , 系一条长为 $L = 5\text{m}$ 的安全带, 若工人不慎跌落时安全带的缓冲时间 $t = 1\text{s}$, 则安全带受到的冲力是多大? (g 取 10m/s^2)

思路解析: 方法一: 依题

意作图, 如图 1-1-6 所示, 人跌落时自由下落, 设刚要拉紧安全带时的速度为: $v_1^2 = 2gL$,

$$\text{得 } v_1 = \sqrt{2gL} = 10\text{m/s}$$

经缓冲时间 $t = 1\text{s}$ 后
 速度变为 0, 取向下为正

方向, 对人进行受力分析,

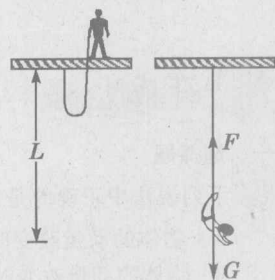


图 1-1-6

人受两个力作用, 即拉力 F 和重力 mg , 由动量定律

$$(mg - F)t = 0 - mv_1, \text{ 可得: } F = \frac{mgt + mv_1}{t}$$

将数值代入得 $F = 600 + 600 = 1200(\text{N})$.

方法二: 设人自由下落时间 t_1 , 则 $L = \frac{1}{2}gt_1^2$

$$\text{得 } t_1 = 1\text{s}$$

全过程应用动量定理: $mg(t + t_1) - Ft = 0$,

$$F = \frac{t+t_1}{l}mg = 1200\text{N}.$$

全过程应用动量定理, 由于重力 mg 和冲力 F 的作用时间不同, 求合力的冲量 $I_{\text{合}}$ 应拆分成 $mg(t_1+t) + (-Ft)$ 计算.

答案: 根据牛顿第三定律, 人给安全带的冲力 F 为 1200N, 方向竖直向下

3. 水力采煤是利用高速水流冲击煤层而进行的, 若高速水流以速度 $v=40\text{m/s}$ 沿水平方向冲击煤层, 若不考虑水的反向溅射, 已知水的密度 $\rho=10^3\text{kg/m}^3$, 水枪口横截面积为 s , 求水冲击煤层对煤层产生的压强.

思路解析: 研究对象的选取: 如果所求的是整体受力, 一般取整体为研究对象, 如果所求的是动量变化那部分质量 Δm 的受力, 一般取 Δm 为研究对象.

以极短时间 Δt 射到煤层的水 Δm 为对象, 以其运动方向为正方向, 对象所受冲量为 $-F\Delta t$ (忽略水的重力, F 为煤层对水的冲力)

根据动量定理: $-F\Delta t = 0 - \Delta mv$, 得 $F = \frac{\Delta m}{\Delta t}v$;

$$\text{又 } \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho sv \Delta t}{\Delta t} = \rho sv; \text{ 得 } F = \rho sv^2.$$

根据牛顿第三定律, 水对煤层的冲力 $F' = F = \rho sv^2$,

$$\text{因此水流对煤层的产生的压强 } P = \frac{F'}{s} = \rho v^2 =$$

$$1.6 \times 10^6 \text{Pa}.$$

本题难点有两个: 一是研究对象的选取, 体现了“微元法”的思想; 二是 $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ 的计算, $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ 是指在碰撞 Δt 时间内撞击煤层的水的质量 Δm , $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ 也可理解为单

位时间内冲击煤层的水的质量.

答案: $1.6 \times 10^6 \text{Pa}$

4. 如图 1-1-7 所示, 铁块压着一纸条放在水平桌面上, 当以速度 v 抽出纸条后, 铁块掉在地上的 P 点, 若以速度 $2v$ 抽出纸条, 则铁块落地点为 …………… ()

- A. 仍在 P 点
B. P 点左边
C. P 点右边不远处
D. P 点右边原水平位移的两倍处

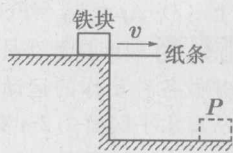


图 1-1-7

思路解析: 抽出纸条时, 纸条

给铁块滑动摩擦力 $f_1 = \mu mg$, 此摩擦力使铁块获得速度而做平抛运动, 根据动量定理 $ft = mv$, 铁块获得的速度取决于纸条与铁块的作用时间.

前后分别以 v 和 $2v$ 的速度将纸条从铁块下抽出, 二者间均为滑动摩擦力, 但前一次所用时间较第二次要长, 所以前一次摩擦力对铁块的冲量较第二次大, 所以, 第二次动量变化小, 即铁块获得的速度要小, 故后一次铁块落在 P 点的左边, 故选 B.

利用动量定理解释现象的问题主要有两类: 一类是物体所受的合外力相同或相差不大, 由于作用时间长短不同, 引起物体运动状态的改变不同, 本例就是这种类型; 另一类是动量变化量相同或相差不大, 由于作用时间长短不同, 使物体受到的作用力不同, 要使受到的作用力较小则应延长作用时间, 要获得较大的作用力就应缩短作用时间.

答案: B



主动成长

ZHUDONGCHENGZHANG

夯基达标

一、选择题

1. 下列说法中正确的是 …………… ()

- A. 物体的动量改变时, 速度大小一定改变
B. 物体的动量改变时, 速度方向一定改变
C. 物体的运动状态改变, 其动量一定改变
D. 物体的速度方向改变, 其动量一定改变

2. 一个在水平桌面上运动的物体, 只在恒定阻力 F 的作用下停下来, 所需的时间决定于物体的 …………… ()

- A. 初速度
B. 加速度
C. 初动量
D. 质量

3. 质量为 1kg 的小球以 5m/s 的速度竖直落到地板上, 随后以 3m/s 的速度反向弹起, 若取竖直向下的方向

为正方向, 则小球的动量变化量为 …………… ()

- A. $2\text{kg} \cdot \text{m/s}$
B. $-2\text{kg} \cdot \text{m/s}$
C. $-8\text{kg} \cdot \text{m/s}$
D. $8\text{kg} \cdot \text{m/s}$

4. 某物体受到 $-6\text{N} \cdot \text{s}$ 的冲量作用, 则 …………… ()

- A. 物体的动量增量一定与规定的正方向相反
B. 物体原来的动量方向一定与这个冲量方向相反
C. 物体的末动量一定是负值
D. 物体的动量一定减少

5. 关于物体所受的合力的冲量方向, 下列说法中正确的是 …………… ()

- A. 可能与初动量同向
B. 可能与末动量同向
C. 一定与动量变化量同向
D. 可能与动量变化量方向相反

6. 质量为 m 的木块, 从倾角为 θ 的斜面上匀速滑下,

经过时间 t 到达斜面的底端, 则 ()

- A. 重力的冲量大小为 mgt
- B. 斜面对物体的冲量大小为 mgt
- C. 合力的冲量为 0
- D. 合力的冲量为 $mgt\sin\theta$

7. 篮球运动员通常要伸出两臂迎接传来的篮球, 接球时, 两臂随球迅速收缩至胸前, 这样做可以... ()

- A. 减小球对手的冲量
- B. 减小球对手的冲击力
- C. 减小球的动量变化量
- D. 减小球的动能变化量

8. 玻璃杯从同一高度自由下落, 掉落在硬质地板上易碎, 掉落在松软地毯上不易碎, 这是由于玻璃杯掉在松软地毯上 ()

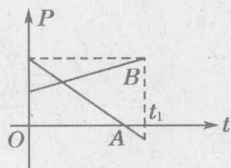
- A. 所受合外力的冲量较小
- B. 动量的变化量较小
- C. 动量的变化率较小
- D. 地毯对杯子的作用力小于杯子对地毯的作用力

9. 用手击静止的球使它沿光滑水平地面运动, 随后打在竖直墙上, 球以原速率弹回, 则 ()

- A. 手给球的冲量大小等于墙给球的冲量大小
- B. 手给球的冲量大小等于墙给球的冲量大小的二分之一
- C. 手给球的冲力大小等于墙给球的冲力大小
- D. 手给球的冲力大小等于墙给球的冲力大小的一半

10. A、B 两物体沿同一直线分别在力 F_A 、 F_B 的作用下运动, 它们的动量随时间变化的规律如图 1-1-8 所示, 设在图中所示的 $0 \sim t_1$ 时间内, A、B 两物体所受冲量的大小分别为 I_A 、 I_B , 那么 ()

- A. $F_A > F_B$, 方向相反
- B. $F_A < F_B$, 方向相反
- C. $I_A > I_B$, 方向相同
- D. $I_A > I_B$, 方向相反



11. 物体在恒定的合力 F 作用下

做直线运动, 在时间 Δt_1 内速度由 0 增大到 v , 在时间 Δt_2 内速度由 v 增大到 $2v$, 设 F 在 Δt_1 内做的功是 W_1 , 冲量是 I_1 ; 在 Δt_2 内做的功是 W_2 , 冲量是 I_2 , 那么 ()

- A. $I_1 < I_2$, $W_1 = W_2$
- B. $I_1 < I_2$, $W_1 < W_2$
- C. $I_1 = I_2$, $W_1 = W_2$
- D. $I_1 = I_2$, $W_1 < W_2$

12. 如图 1-1-9 所示, 质量为 m 的物体从竖直轻弹簧的正上方自由落下, 已知物体下落 h 高度时, 经过时间 t , 物体压缩弹簧, 此时速度为 v , 在此过程中 ()

- A. 地面对弹簧的支持力做功为

$$W = mgh - \frac{1}{2}mv^2$$

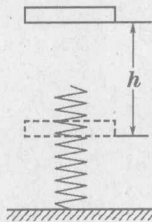


图 1-1-9

B. 地面对弹簧的支持力做功为 0

C. 地面对弹簧的支持力的冲量大小为 $I = mgt - mv$

D. 地面对弹簧的支持力的冲量大小为 0

13. 试通过估算说明鸟类对飞机飞行的威胁, 设飞鸟的质量 $m = 1\text{kg}$, 飞鸟的长度约为 20cm , 飞机的飞行速度为 $v = 500\text{m/s}$, 飞鸟与飞机相撞时, 冲击力约为... ()

- A. 10^2N
- B. 10^4N
- C. 10^6N
- D. 10^8N

二、填空题

14. 一质量为 100g 的小球从 0.8m 高处自由下落到一厚软垫上, 若从小球接触软垫到小球陷至最低点历时 0.20s , 则这段时间内软垫对小球的冲量为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$. (取 $g = 10\text{m/s}^2$ 不计空气阻力)

15. 水平地面上有一木块, 质量为 m , 它与地面间的动摩擦因数为 μ , 在水平恒力 F 作用下由静止开始运动, 经过时间 t , 撤去此力, 木块又向前滑行一段时间 $2t$ 才停下, 此恒力 F 的大小为 _____.

16. 将 0.5kg 的小球以 10m/s 的速度坚直向上抛出, 在 3s 内小球的动量变化的大小等于 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 方向 _____; 若将它以 10m/s 的速度水平抛出, 在 3s 内小球的动量变化的大小等于 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 方向 _____. (不计空气阻力, 3s 内小球未落地, $g = 10\text{m/s}^2$)

17. 一根长 1m 质量不计, 能承受最大拉力为 14N 的绳子, 一端固定在天花板上, 另一端系一质量为 1kg 的小球, 整个装置处于静止状态, 如图 1-1-10 所示, 若要将绳子拉断, 作用在球上的水平瞬时冲量至少应为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$ (g 取 $= 10\text{m/s}^2$).



图 1-1-10

三、计算题

18. 在高速公路上汽车以速度 120km/h 行驶, 假如遇到意外情况司机紧急刹车, 前座上不系安全带的质量为 60kg 的乘客便以这个速度飞向车前部的挡风玻璃, 若因受阻, 他在 0.2s 时间内速度减为零, 试计算他要受到多大的冲击力.

19. 如图 1-1-11 所示, 一物体质量为 $m=4\text{kg}$, 放在光滑水平面上, 在恒定的牵引力 F 的作用下由位置 A 运动到位置 B, 速度由 2m/s 增加到 4m/s , 力 F 与水平面成 60° , 求此过程中力 F 的冲量.

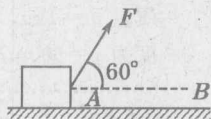


图 1-1-11

20. 跳起摸高是学生常进行的一项活动, 某中学生身高 1.80m , 质量 70kg , 他站立举臂, 手指摸到的高度为 2.10m , 在一次摸高测试中, 如果他先下蹲, 再用力蹬地向上跳起, 同时举臂, 离地后手指摸到的高度为 2.55m , 设他从蹬地到离开地面所用的时间为 0.7s , 不计空气阻力 (取 $g=10\text{m/s}^2$), 求: (1) 他跳起刚离地时的速度大小; (2) 上跳过程中他对地面的平均压力的大小.



走近高考...

ZOUJINGGAOKAO

1. (2006 江苏) 一质量为 m 的物体放在光滑的水平面上, 今以恒力 F 沿水平方向推该物体, 在相同的时间内, 下列说法正确的是 ()
- 物体的位移相等
 - 物体动能的变化量相等
 - F 对物体做的功相等
 - 物体动量的变化量相等

2. (2006 全国) 一位质量为 m 的运动员从下蹲状态向上起跳, 经 Δt 时间, 身体伸直并刚好离开地面, 速度为 v , 在此过程中 ()
- 地面对他的冲量为 $mv+mg\Delta t$, 地面对他做的功为 $\frac{1}{2}mv^2$
 - 地面对他的冲量为 $mv+mg\Delta t$, 地面对他做的功为零
 - 地面对他的冲量为 mv , 地面对他做的功为 $\frac{1}{2}mv^2$
 - 地面对他的冲量为 $mv-mg\Delta t$, 地面对他做的功为零

3. (2007 重庆) 为估算池中睡莲叶面承受雨滴撞击产生的平均压强, 小明在雨天将一圆柱形水杯置于露台, 测得 1 小时内杯中水位上升了 45mm , 查询得知, 当时雨滴竖直下落速度约为 12m/s , 据此估算该压强约为 (设雨滴撞击睡莲后无反弹, 不计雨滴重力, 雨水的密度为 $1\times 10^3\text{kg/m}^3$) ()
- 0.15Pa
 - 0.54Pa
 - 1.5Pa
 - 5.4Pa

4. (2007 天津) 如图 1-1-12 所示, 离子推进器是新一代航天动力装置, 可用于卫星姿态控制和轨道修正. 推进剂从图中 P 处注入. 在 A 处电离出正离子, BC 之间加有恒定电压, 正离子进入 B 时的速度忽略不计, 经加速后形成电流为 I 的离子束后喷出. 已知推进器获得的推力为 F , 单位时间内喷出的离子质量为 J . 为研究问题方便, 假定离子推进器在太空中飞行时不受其他外力, 忽略推进器运动速度.

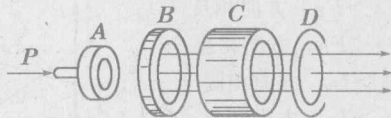


图 1-1-12

- 求加在 BC 间的电压 U ;
- 为使离子推进器正常运行, 就必须在出口 D 处向正离子束注入电子, 试解释其原因.

第2节 动量守恒定律



温故知新

WENGUZHIXIN

新知预习

知识回顾

1. 一个系统不受外力或者所受 _____, 这个系统的总动量保持不变, 这就是动量守恒定律.

2. 以两物体组成的系统为例, 动量守恒定律的一般表达式为: _____

3. 无论宏观还是 _____ 物体, 无论是低速运动还是 _____ 运动, 无论相互作用的是什么力, 只要满足守恒条件, 动量守恒定律均适用.

4. 原本静止于水平冰面上的两个小孩, 若不计小孩与冰面间的摩擦, 互相推动后, 两小孩沿相反方向滑动, 两小孩组成的系统在作用后的总动量为 _____.

5. 一个物体(系统), 在向外发射部分物质的同时, 余下部分同时产生方向 _____ 的运动, 叫做反冲运动; _____ 的发射是一种典型的反冲运动.

守恒的方法是物理学(乃至自然科学)研究的基本方法之一, 综观我们先后已经学习了的质量守恒定律、电荷守恒定律、机械能守恒定律、能量守恒定律, 现在我们将继续用动量守恒思想、方法研究相互作用的物体组成的系统.



互动课堂

HUYONGKETANG

疏导引导

基础导学

一、基本概念

1. 系统: 相互作用的物体所构成的一个整体通常称为系统.

2. 内力: 系统中各物体之间的相互作用力叫作内力.

3. 外力: 外部其他物体对系统内的物体的作用力叫作外力.

当系统存在相互作用的内力时, 由牛顿第三定律可知相互作用的内力产生的冲量, 大小相等方向相反, 使得系统内相互作用的物体的动量改变量大小相等方向相反, 内力的冲量的和为零, 所以系统总动量保持不变; 但系统内各物体所受力的冲量不为零, 各物体的动量会发生变化, 但总和保持不变. 也就是说内力只能改变系统内各物体的动量而不能改变整个系统的总动量. 因此, 只有外力才会改变系统的总动量, 当系统不受外力或所受合外力为零时, 说明合外力的冲量为零, 故系统总动量守恒.

二、动量守恒定律

1. 内容: 一个系统不受外力或者所受的合外力为零, 这个系统的总动量保持不变.

2. 研究对象: 相互作用的物体组成的系统.

3. 条件: 系统不受外力或者所受的合外力为零.

4. 表达式:

① $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 或 $p = p'$, 前后动量相等;

② $\Delta p = 0$, 系统动量变化量为零;

③ $\Delta p_1 = -\Delta p_2$, 系统内两物体动量变化等大、反向.

5. 适用范围: 它不仅适用宏观低速运动的物体, 而且还适用于微观高速运动的粒子, 它是自然界普遍适用的基本规律之一.

三、动量守恒的成立条件的拓展

动量守恒的条件是系统不受外力或系统所受外力的合力为零, 但在某些特定条件下, 虽然系统受到的合外力不等于零, 但仍然可以当作动量守恒来处理, 下面介绍几种特定条件:

1. 单向动量守恒: 系统所受外力的合力虽不为零,

但在某个方向上不受外力或合外力为零,则在这个方向上系统的动量守恒。

2. 近似动量守恒:系统所受的外力的合力虽不为零,但系统外力比内力小得多,如碰撞问题中的摩擦力,爆炸过程中的重力等外力比起相互作用的内力来小得多,可以忽略不计。

四、动量守恒定律的理解要点

动量守恒定律的常用表达式为 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$, 对于该规律应从以下四个方面理解:

1. 矢量性:动量守恒的方程为矢量方程,对于作用前后物体的运动方向都在同一直线上的问题,应选取统一的正方向,凡是与选取的正方向相同的动量为正,相反的为负。若未知方向的,可设为与正方向相同,列出动量守恒方程,通过解得结果的正负,判定未知量的方向。

2. 相对性:各物体的速度必须是相对同一惯性系的速度(没有特殊说明要选地球这个惯性系)如果题设条件中各物体的速度不是同一惯性系时,必须适当转换参考系,使其成为同一参考系的速度。

3. 同时性:动量是一个瞬时量,动量守恒指的是系统在任一瞬时的动量为恒定,在列动量守恒方程 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 时,等号的左侧是刚要相互作用前瞬间系统内各物体动量的矢量和,等号右侧是刚好作用结束后系统内各物体动量的矢量和,不是同一时刻的动量是不能相加的。

4. 普遍性:只要系统所受的合外力为零,无论系统内部物体之间的相互作用力的性质如何,甚至对该力一无所知;不论系统内各物体是否具有相同运动方向;不论物体相互作用时是否直接接触;也不论相互作用后粘在一起还是分裂成碎片,动量守恒定律均适用。

五、如何运用动量守恒定律进行解题?

1. 分析题意,明确研究对象,在分析相互作用的物体总动量是否守恒时,通常把这些被研究的物体总称为系统,要明确所研究的系统是由几个物体组成。

2. 要对系统内的物体进行受力分析,弄清哪些是系统内部物体之间相互作用力,即内力;哪些是系统外的物体对系统内物体的作用力,即外力。在受力分析基础上,根据动量守恒的条件,判断能否应用动量守恒定律。

3. 明确所研究的相互作用过程,确定过程的始、末状态,即系统内各个物体的初动量和末动量的值或表达式,对于物体在相互作用前后运动方向都在一条直线上的情形,动量守恒方程中各个量(或速度)的方向可以用代数符号的正、负来表示,选取某已知量的方向为正方向后,凡是和选定的正方向同向的已知量取正值,反向的取负值。

4. 建立动量守恒方程,代入已知量,解出待求量,

计算结果如果是正的,说明该量的方向和正方向相同;如果是负的,则和选定的正方向相反。

六、反冲运动与火箭

1. 一个物体(系统),在向外发射部分物质的同时,余下部分同时产生方向相反的运动,叫做反冲运动。

2. 火箭是反冲运动的典型运用之一,它是靠向后喷出的气流的反冲作用而获得向前速度的。

3. 如果系统由两个物体组成,且相互作用前均静止,相互作用后发生运动,则由动量守恒定律知,相互作用后它们的运动方向必定相反,满足 $m_1 v_1 = m_2 v_2$, 若用 s_1 和 s_2 表示两个物体对地发生的位移的大小,则有 $m_1 s_1 = m_2 s_2$, 并且 $s_1 + s_2 = S_{\text{相对}}$ ($S_{\text{相对}}$ 是两个物体的相对位移)。

综合探究

案例1 如图1-2-1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,则在细绳被剪断之后, A、B从C上未滑离之前, A、B在C上向相反方向滑动的过程中…………… ()

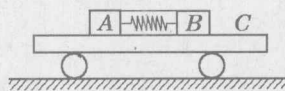


图1-2-1

- 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
- 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组成的系统动量不守恒
- 若A、B和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
- 以上说法均不正确

思路解析: 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,因此,在利用动量守恒定律解题时,一定要明确在哪一过程中哪些物体组成的系统的动量是守恒的,即明确研究的对象和过程。

不管选哪几个物体作为系统,只要系统所受的合外力为零,系统的总动量就守恒,对于选定的系统,要分清哪些力是内力,哪些力是外力。对于A、B、C三个物体组成的系统, A、B与C之间的摩擦力为系统的内力,无论这两个摩擦力的大小是否相同,系统的动量都是守恒的。对于A、B两个物体组成的系统,平板车对它们的摩擦力是外力,若A、B所受摩擦力的大小相同,且方向是相反的,符合合外力为零的守恒条件,所以动量是守恒的;否则系统动量就不守恒。

答案: AC

案例2 质量 $M=150\text{kg}$ 的木船长 $l=4\text{m}$, 质量 $m=50\text{kg}$ 的人站立在船头, 它们静止在平静的水面上, 不计水的阻力, 如图 1-2-2 所示, 现在人要走到船尾取东西, 则人从船头走到船尾的过程中, 船相对于静水后退的距离为多大?

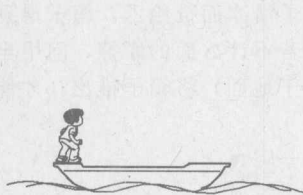


图 1-2-2

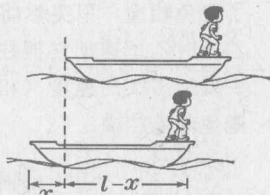


图 1-2-3

思路解析: 人与船所构成的系统, 在人走动的过程中, 每时每刻的动量都是守恒的, 所以人向前走时, 船必然要向后运动, 由于两者是同时进行的, 所以在时间上总是相等的, 另外, 对系统的运动过程也要能画出草图 1-2-3, 从几何上得到它们位移之间的关系。

设船移动的距离为 x , 则人移动的距离为 $l-x$, 以船行方向为正方向, 船对地的平均速度为 $\frac{x}{t}$, 人对地的平均速度为 $-\frac{l-x}{t}$, 选取人与船为系统, 由动量守恒有:

$$M \cdot \frac{x}{t} - m \frac{l-x}{t} = 0, \text{ 即 } Mx - m(l-x) = 0$$

$$\text{解得船移动的距离为 } x = \frac{ml}{M+m} = \frac{50 \times 4}{150+50} = 1(\text{m})$$

答案: 1m

案例3 如图 1-2-4 所示, 甲车质量为 $m_1=2\text{kg}$, 静止在光滑的水平面上, 上表面光滑, 右端放一个质量为 $m_1=1\text{kg}$ 的小物体。乙车质量为 $m_2=4\text{kg}$, 以 5m/s 的速度向左运动, 与甲车碰撞后甲车获得 8m/s 的速度, 物体滑到乙车上。若乙车足够长, 上表面与物体间的动摩擦因数为 0.2 , 则物体在乙车上表面滑行多长时间后相对乙车静止? (g 取 10m/s^2)

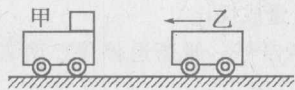


图 1-2-4

思路解析: 在甲车与乙车碰撞的过程中, 由于作用时间极短, 所以可以认为小物体并没有参与它们的相互作用, 所以在下列碰撞过程中的动量守恒时, 小物体的质量不能加入甲车中; 求乙车运动时间可以考虑用牛顿运动定律或选用动量定理。

甲车与乙车碰撞时, 以甲车与乙车为系统, 动量守恒, 所以有: $m_2 v_2 = m_2 v_2' + m_1 v_1'$ 小物体在乙车上滑动到与乙车有共同的速度, 即相对静止时, 小物体与乙车为系统动量也守恒: $m_2 v_2' = (m + m_2) v$, 然后选取小物体, 用牛顿运动定律, $a = \mu g$, $v = at$ 所以 $t = \frac{v}{\mu g}$, 代入数据得: $t = 0.4\text{s}$ 。

答案: 0.4s



1. 如图 1-2-5 所示, 两条形磁铁各自固定在甲、乙两小车上, 两小车能在水平面上无摩擦的运动, 甲车与磁铁的总质量为 1kg , 乙车与磁铁的总质量为 0.5kg , 两磁铁 N 极相对, 现使两车在同一直线上相向运动, 某时刻甲车的速度为 2m/s , 乙车的速度为 3m/s , 可以看到它们没有相碰就分开了, 下列说法正确的是……

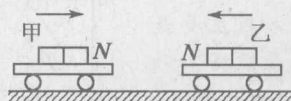


图 1-2-5

- ()
- A. 乙车开始反向时, 甲车的速度为 0.5m/s , 方向不变
 - B. 两车相距最近时, 乙车的速度为零
 - C. 两车相距最近时, 乙车的速度为 0.33m/s , 与乙车原来的速度方向相反
 - D. 甲车对乙车的冲量与乙车对甲车的冲量相同

思路解析: 以甲、乙为系统, 每时每刻系统动量都是守恒的, 关键在于过程的分析, 何时两车的距离最短, 何时、哪辆小车会先改变运动方向。

乙车开始反向时, 其速度为零, 由动量守恒得此时甲车的速度为 0.5m/s 。两车相距最近时应是两者的速度相同时, 由动量守恒得两车的速度均为 0.33m/s , 方向向右。甲、乙冲量大小相等、方向相反。

答案: AC

2. 质量 $m_1=0.1\text{kg}$ 的小球在光滑水平面上以 $v_1=30\text{m/s}$ 的速率向右运动, 质量为 $m_2=0.5\text{kg}$ 的小球以 $v_2=10\text{m/s}$ 的速率向左运动, 某一时刻相遇并发生正碰, 碰撞后小球 m_2 恰好停止, 那么碰撞后小球 m_1 的速度是多大, 方向如何?

思路解析: 在应用动量守恒定律进行求解相关的问题时, 由于该定律中的速度是矢量, 即动量是矢量, 对于已知的量要事先规定正方向, 凡是与所规定的正方向相同的取正值, 与正方向相反方向的取负值, 而对于要求解的物理矢量, 若事先不知道其方向, 可以先假设为正方向, 看所解出来的结果, 如果是负值, 则说明与规定的方向相反。

碰撞过程中, 两球组成的系统动量守恒, 运用动量守恒定律解题时, 应先规定正方向。如图 1-2-6 所示, 取向右为正方向, 则各速度的正负号为:

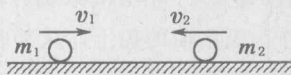


图 1-2-6

$v_1=30\text{m/s}$, $v_2=-10\text{m/s}$, $v_2'=0$, 根据动量守恒定律, 有:

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

代入数值： $0.1 \times 30 + 0.5 \times (-10) = 0.1 \times v_1' + m_2 \times 0$

解得： $v_1' = -20 \text{ m/s}$ 。

负号表示碰后 m_1 的方向与规定的方向相反，即方向水平向左

答案：20m/s，方向是水平向左

3. 两个物体 m 和 M 碰撞后的 $s \sim t$ 图象如图 1-2-7 所示，则由图可知 m ： M 为多少？

思路解析：本题主要是要将物理情景根据 $s \sim t$ 图象准确地建立起来，由图象可知， M 在 0~4 秒时间内是静止的，而

m 是作匀速直线运动的，在 4s 时刻相遇发生正碰，碰后粘在一起了。由图象可知，两物体碰撞后的图线是同一条的，说明两物体在碰撞时是粘在一起了；由于位移时间图象上直线的斜率是速度，所以通过图象计算出 M 、 m 的速度分别为：

$$v_1 = 0, v_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 4 \text{ m/s},$$

$$\text{碰后的共同速度 } v' = \frac{\Delta s'}{\Delta t'} = 1 \text{ m/s},$$

$$\text{由动量守恒定律有 } Mv_1 + mv_2 = (M+m)v',$$

$$\text{代入数据得 } \frac{m}{M} = \frac{1}{3}.$$

答案：1:3

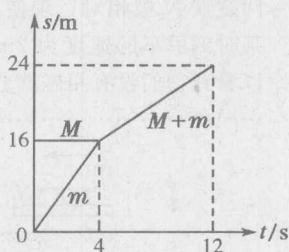


图 1-2-7

4. 如图 1-2-8 所示，甲、乙两个小孩各乘一辆冰车在水平冰面上游戏，甲和他的冰车总质量共为 $M = 30 \text{ kg}$ ，乙和他的冰车总质量也是 30 kg ，游戏时甲推着一个质量 $m = 15 \text{ kg}$ 的箱子，和他一起以大小为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 的速度滑行，乙以同样大小的速度迎面滑来，为了避免相撞，甲突然将箱子沿冰面推给乙，箱子滑到乙处时乙迅速把它抓住，若不计冰面的摩擦，问甲至少要以多大的速度（相对于地面）将箱子推出，才能避免与乙相撞。

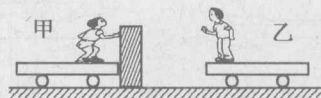


图 1-2-8

思路解析：设甲至少以速度 v 将箱子推出，甲推出箱子后速度为 $v_{\text{甲}}$ ，乙抓住箱子后速度为 $v_{\text{乙}}$ ，则由动量守恒定律得（取向右为正方向）：

$$\text{甲推箱子过程：} (M+m)v_0 = Mv_{\text{甲}} + mv$$

$$\text{乙抓箱子过程：} mv - Mv_0 = (M+m)v_{\text{乙}}$$

$$\text{甲、乙恰不相撞的条件：} v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$$

$$\text{代入数据可解得：} v = 5.2 \text{ m/s}.$$

答案：5.2m/s

点拨：恰当地选取系统，找出甲、乙不相撞的条件，是解决该题的关键。另外该题还可以把甲、乙和箱子作为一个系统，全过程考虑（同样取向右为正）：

$$(M+m)v_0 - Mv_0 = Mv_{\text{甲}} + (M+m)v_{\text{乙}}, \text{ 结合 } v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}, \text{ 可以求出 } v_{\text{甲}}, \text{ 然后以甲和箱子为系统就可以求解了。}$$



主动成长

ZHUODONGCHENGZHANG

夯基达标

一、选择题

- 关于系统动量守恒的条件，下列说法正确的是 ()
 - 只要系统内存在着摩擦力，系统的动量的就不守恒
 - 只要系统中有一个物体具有加速度，系统的动量就不守恒
 - 只要系统所受的合外力为零，系统的动量就守恒
 - 只要系统有受外力作用，系统的动量就不守恒
- 某人站在静止于水面的船上，从某时刻开始人从船头走向船尾，若不计水的阻力，那么在这段时间内人和船的运动情况是 ()
 - 人匀速行走，船匀速后退，两者速度大小与它们的质量成反比

- 人加速行走，船加速后退，而且加速度大小与它们的质量成反比
- 人走走停停，船退退停停，两者动量总和总是为零
- 当人在船尾停止运动后，船由于惯性还会继续后退一段距离

3. 如图 1-2-9 所示，光滑的水平面上停放着 A、B 两车，其间夹有一压缩弹簧，用手抓住小车使它们处于静止状态，则下列说法中正确的是 ()



图 1-2-9

- 若两手同时放开 A、B 两车，则系统的动量守恒，且总动量为零
- 若两手同时放开 A、B 两车，弹簧所受冲量为零
- 若先放开右边的 B 车，后放开左边的 A 车，则从放开 A 车后，系统的动量守恒，总动量等于零
- 若先放开右边的 B 车，后放开左边的 A 车，在此