

学生用书

志鸿导学系列丛书

丛书主编 任志鸿



加 中 同 步

导学大课堂

实 验 版

学案编写 学生主体

问题立意 同步探究

优化学程 高效学习

物 理

高二上册

华文出版社

学生用书

志鸿导学系列丛书



高中同步

导学大课堂

实验版

丛书主编 任志鸿
本册主编 宋光林
编者 董家库 宋光林 王 丽 聂 刚
唐秀丽 刘祥云 牟联明
评 审 范长明 李圣业

物 理

高二上册

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中同步导学大课堂. 高二物理. 上册/任志鸿主编.
北京: 华文出版社, 2005. 5
(志鸿导学系列丛书)
ISBN 7 - 5075 - 1829 - 9

I. 高... II. 任... III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 042245 号

装帧设计: 邢 丽
责任编辑: 赵连荣
策 划: 路 颖

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 5 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbcs@263.net

电话: 010-63370164 63370169

山东世纪天鸿书业有限公司总发行

山东滨州汇泉印务有限公司印刷

880×1230 16 开本 印张: 79.75 字数: 3060 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

全套定价: 125.00 元

(如有印装质量问题请与承印厂调换)

•

目前围绕高中同步学习的辅导书虽算不上汗牛充栋,可也算得上琳琅满目了。但仔细翻翻这些书,尽管名称上标新立异,形式上花样翻新,而内容方面却大同小异,真正“编”出新意的并不多见。美国有个叫摩根的人,据说他不会讲课,但却能把教材内容设计成一个个问题,让学生照着去做,结果学生不仅学得好而且乐意学,后来他成了美国著名的教育家。近年来“洋思中学”的名字几乎响彻了中国大地,这个学校的老师上课从不教给学生现成的东西,而是将课本知识转化成问题,学生通过解决问题来掌握知识,形成能力。这里,我们不想去探究摩根的教育思想和“洋思”的课改经验,但却悟出了一个浅显而又深刻的道理,那就是学生自己思索得出的东西,比老师现成说出的东西印象要深刻得多,效果要好得多。

教辅书就如同一个无形的老师,它告诉你问题的结果、答题的步骤、解题的思路和方法,帮助你理解知识、学会运用、提升能力。这也和老师上课一样,好老师能使你记忆犹新,轻松乐学,事半功倍,否则就适得其反。基于这样一种思考,我们深入研究了新的课改方向和高考动向,汇集了最先进的教学研究成果,全力打造、倾心推出了《**导学大课堂**》这套高效学习丛书,向广大高中学生奉献了一道亮丽的文化大餐。

本丛书按照“**教材内容问题化,基本知识能力化**”的编写思路,将“**导学**”特点与“**学案**”特点并重凸显,力图体现两个理念:一是立足于学生自主学习、自主探索,以学案方式将教材内容问题化,通过一系列问题的解决使学生的学习能力得到升华;二是重在方法立说和学法指导,目的是教会学生学习,即会读、会记、会想(思)、会练(做),最终达到会考的目的。丛书新颖加实用,新颖即大量使用图示、表格、材料、选择等,设计情景问题,注重表现形式的新颖活泼;实用即采用大单元、小课时编写模式,与课堂教学同步,起到堂堂达标、单元过关的作用。这样不仅优化了学习过程,而且大大增强了学习效果。

本丛书具有以下特点：

【源于基础，构建网络】 深入挖掘学科基础知识，并梳理各部分知识间的内在联系，使零散、孤立的知识交汇，编制成具有系统性、条理性的网络结构，以便在解决问题时能迅速地检索、提取和应用。

【贴近学生，激活思维】 本丛书内容和难度贴近学生的实际水平，贴近学生的心理和能力。各科内容以本学科为核心，将触角广泛地伸向其他学科和现实社会，联系校园生活、经济生活、军事生活、政治生活及科技前沿，拓宽认知领域和生活空间、情感空间、思维空间、心理空间，激活知识和技能，挖掘潜藏的智能。

【循序渐进，逐级提升】 遵循由浅入深、由易到难、由简到繁的原则，例题和练习题设置科学、注重梯度，能够兼顾不同层次和水平的学生，既让一般学力水平的“吃好”，又能使学有余力的“吃饱”。尊重个体，照顾差异，是现代教育理念下人本思想的一个重要体现。

【统一思想，风格各异】 各科既遵循统一的指导思想和编写理念，又在突出**【变式探究】****【三点剖析】**等核心栏目的基础上彰显学科特点，在栏目组合、体例设置、布局谋篇上形成各自独特的风格，使各科分册异彩纷呈、百花争妍，又自然和谐地组成一个有机的整体。

总之，本丛书以超前的理念、创新的品质、高效的策略、实用的价值，引领广大师生进入学习的最佳境界。朋友，当你用过此书，蓦然回首，你会发现：原来学习竟可以这样轻松、有趣！

诚然，我们还不够成熟，我们正在成长；因为成长，我们才具有生命力！这份成长记忆中怎能少了你的参与，你的足迹？朋友，拿起手中的笔吧，把你使用过程中发现的不足和建议记录下来，告诉我们，我们会虚心倾听，努力改进！请记住，您的意见对我们很重要噢——让我们共同成长！

编者

2005年5月

《导学大课堂》教会我学习,使我爱学习

入高三以来的一轮复习中,老师带领我们使用《导学大课堂》全新的复习思路和方法——“导学·学案法”进行复习。经过一学期的复习,我们感触颇深,由原来的头疼复习到现在深入其中,乐于学习。

《导学大课堂》最大限度地让我们挖掘教材,自主复习,让我们更多动手、动脑、动口,提高复习的效率,不知不觉中锻炼了能力,提高了成绩。

它的突出特点有:

1. 教材内容问题化。以往的复习资料在巩固教材时多是大段的讲解式,较为机械和被动,有些内容虽然也看了、写了,但并未真正领会。而《导学大课堂》把课本知识转化成典型题目,在做题的过程中,我们有目的地去看教材,带着问题去看书,增强了思考性又巩固落实了课本基础知识,并提高了能力。教材真正成为我们掌握知识、培养能力的学材,成为我们思考问题的平台。

2. 【能力提升站】栏目真正起到了画龙点睛的作用。在应用思考方面又迈上了一个台阶,体现了“来源于教材又高于教材”的提升思想。久而久之,我们有了这样一种思维——见到一个知识点或题目,我们也给它来个“能力提升站”,开拓了思维,锻炼了大脑。

3. 【走进考场】栏目增强了复习的针对性和目的性。它汇集了本单元近几年的高考题目,并归纳出“考查特点”,延伸出“命题趋势”,使我们了解到课本知识在高考中考什么,怎样考。时间长了,我们也经常对着课本思考,这部分内容如果让我来出高考题,将会怎样?

4. 双栏互动,相辅相成。如左栏的【典例导考】,其对应的右栏【思维启示】对每一道例题都从解题角度、知识联系、规律总结等方面进行提示,能使我们打开思路,举一反三,触类旁通。这种设计技巧,真正把我们当成了学习的主人,激发了我们的学习兴趣,使我们的复习效率大大提高。

高三复习资料浩如烟海,希望我的一点体会对你选择资料和升学会有帮助。

兖州实验高级中学 高三(二十一)班

田娜

夯实基础,提升能力,追求实效

——使用《导学大课堂·高中总复习》感言

作为长期担任高三毕业班的教师,怎样在高三复习阶段以最大的效率提升学生能力和考试成绩,始终是我们面临的一个问题。高考复习资料铺天盖地,而选择一套合适的类似于教材式的复习资料确实不易,《导学大课堂》的面世解决了这一问题。

我们在使用中深刻体会到本丛书有如下特点:

一是注重基础。学科知识纷繁复杂,如何让学生掌握基础知识,编写者在这方面动了脑筋。每一章的【知识网络】理清了头绪,使整章知识框架清晰化。每一节的【知识链接】将知识点进行了整理并细化,方便了学生的记忆,节省了时间。

二是目标明确。对于能力目标及高考的考查要求,通过【考点提示】栏目简明扼要地加以说明,使师生在复习过程中能够有的放矢。同时,通过【见证考题】真实再现高考原题,更是让学生时时感受到高考的题型、难易程度和高考的动向。

三是关注能力。丛书中【三点剖析】设计独具匠心,将每一课时的重点、难点和疑点通过例题加以阐述,并配以【类题演练】加以强化。同时为方便不同层次的学校、班级和学生,“教师用书”提供了【备用题】供学有余力的学生选择使用,真正方便了一线教师的课堂教学。短小精悍的【方法归纳】起到了画龙点睛的效果。所有这些栏目,不仅方便了教师的备课,更重要的是提升了学生的解题能力。

四是小处见大。整个丛书的设计从细微处入手,而恰恰体现了设计者的大气。如【轻松一刻】虽然占了一些版面,但它不仅使丛书变得活泼,激发了学生的兴趣,更重要的是将枯燥的知识趣味化。每一课时的【实战演练】和每一章的【整合提升】精选了近年全国各地优秀和典型的试题,从根本上避免了题海战术,增强训练的针对性,最大限度地提高了学习效率。

总之,《导学大课堂》系列丛书,把握了高考形势,极大的方便了老师教学使用,深得我们的喜爱,是一套高效实用的全程备考用书。

陕西省宝鸡市园丁学校校长

刘福文

特告读者

亲爱的读者朋友：

与中国教育改革相伴而行的“志鸿优化”，以其超前的理念和独特的风格，已逐步锤炼、锻造成与广大读者建立了足够的心理默契和情感依恋的品牌图书。多年来，以其对教学指导的针对性、有效性和对高考把握的敏锐性、准确性而备受读者的关爱与青睐。

但由于交通不便或销售渠道的限制，致使有些地方难以见到我们的产品。平日里，公司不断接到学生和家长的来电、来函，询问购买图书的方式或地点。为方便读者，满足大家的需求，我们特开展了邮购业务。

邮购图书请将购书单位、姓名、详细地址、邮编、书名、邮购册数等事项填报清楚，款到后我们即可发书。

邮购图书购书总码洋在1000元以上的免收邮挂、包装材料费；总码洋在1000元以下40元以上，特快件邮挂、包装材料费收取总码洋的60%，普通件邮挂、包装材料费收取总码洋的15%；总码洋在40元以下，特快件邮挂、包装材料费收22元，普通邮挂、包装材料费收取总码洋的20%。

电 话：北京 010-82250331 或 82250247 转 8051；
山东 0533-3590129

地 址：山东省淄博市高新技术开发区万杰路
世纪天鸿书业有限公司 策划二部 收

邮 编：255086

电子邮箱：postersellor@yahoo.com.cn

包裹的是爱心，寄出的是希望，望学子成才，祝金榜题名。

目录

MULU

第八章 动量	1
一、冲量和动量	1
二、动量定理	3
三、动量守恒定律	6
四、动量守恒定律的应用	9
五、反冲运动 火箭	12
六、实验:验证动量守恒定律	15
第九章 机械振动	21
一、简谐运动	21
二、振幅、周期和频率	23
三、简谐运动的图象	25
四、单摆	27
* 五、相位(略)	30
六、简谐运动的能量 阻尼振动	30
七、受迫振动 共振	32
八、实验:用单摆测定重力加速度	34
第十章 机械波	38
一、波的形成和传播	38
二、波的图象	40
三、波长、频率和波速	42
四、波的衍射	45
五、波的干涉	46
* 六、驻波(略)	48
七、多普勒效应	48
八、次声波和超声波	48
第十一章 分子热运动 能量守恒	53
一、物体是由大量分子组成的	53
二、分子的热运动	55
三、分子间的相互作用力	56
四、物体的内能 热量	58

五、热力学第一定律 能量守恒定律·····	60
六、热力学第二定律·····	62
七、能源 环境·····	63
八、实验：用油膜法估测分子的大小·····	64
第十二章 固体、液体和气体 ·····	67
(一~七)(略)·····	67
八、气体的压强·····	67
九、气体的压强、体积、温度间的关系·····	68
第十三章 电场 ·····	70
一、电荷 库仑定律·····	70
二、电场 电场强度·····	73
三、电场线·····	76
四、静电屏蔽·····	79
五、电势 电势差·····	81
六、等势面·····	84
七、电势差与电场强度的关系·····	86
八、电容器的电容·····	89
九、带电粒子在匀强电场中的运动·····	92
十、实验：用描迹法画出电场中平面上的等势线·····	96
期末测试题 ·····	103



第八章 动量

一、冲量和动量

6. 冲量与动量的比较:

	冲量	动量
定义	力与力作用时间的乘积	物体的质量与速度的乘积
公式	$I = Ft$	$p = mv$
单位	$\text{N} \cdot \text{s}$	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$
方向	与力的方向相同(指恒力的冲量)	与物体瞬时速度方向相同
特点	冲量是过程量,反映力在一段作用时间内的效果	动量是状态量,反映运动物体的每一瞬时的运动状态



题精讲

【例1】以初速度 v_0 竖直向上抛出一物体,空气阻力不可忽略. 关于物体受到的冲量,以下说法正确的是 ()

- A. 物体上升阶段和下降阶段受到的重力的冲量的方向相反
 B. 物体上升阶段和下降阶段受到的空气阻力的冲量的方向相反
 C. 物体下落阶段受到重力的冲量大于上升阶段受到重力的冲量
 D. 物体从抛出到返回抛出点,所受各个力的冲量的总和方向向下

解析: 物体在整个过程中所受重力方向都向下,重力对物体的冲量在上升、下落阶段方向都向下,故 A 错. 物体向上运动时,空气阻力方向向下, B 正确. 在有阻力的情况下,物体下落的时间比上升的时间长,物体下落阶段的重力的冲量比上升阶段重力的冲量大, C 正确. 在物体上升的整个过程中,重力方向向下,物体上升阶段阻力的方向向下,在下落阶段阻力的方向虽然向上,但它比重力小. 物体从抛出到返回抛出点的过程中,受到合力的冲量方向向下,故 D 对.

答案: BCD

【类题演练1】如图8-1-1所示,两个质量相等



基础提要

1. 恒力 F 和力的作用时间 t 的定义式为 $I = Ft$ (F 为恒力), 单位是 $\text{N} \cdot \text{s}$. 计算冲量时一定要明确是哪个力或那几个力在哪一段时间内的冲量.

2. 冲量的方向由力的方向决定, 冲量是过程量, 它反映力对时间的累积.

3. 运动物体的质量和速度的乘积叫动量, 表达式为 $p = mv$, 动量的单位是: 千克·米/秒 ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$). 动量是描述运动物体状态的物理量. 它是状态量, 与运动物体某一时刻的状态对应.

4. 动量是矢量, 在判断一个物体的动量是否发生了变化或比较两个物体的动量是否相同时, 不仅要比较动量的大小, 还要看它的方向. 动量的变化也是矢量, 动量的变化量 Δp , 等于末状态的动量 p' 减去初状态的动量 p , 即 $\Delta p = p' - p$.



三点剖析

1. 冲量不只由力决定, 还由力的作用时间决定, 恒力的冲量等于力与作用时间的乘积.

2. 如果物体同时受到几个力的作用, 物体受到的合冲量有两种求解方法: ①先求出几个力的合力, $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} \cdot t$, 再求合力的冲量; ②先求出每一个力的冲量, 再求每个力的冲量的矢量和, $I_{\text{合}} = F_1 t_1 + F_2 t_2 + F_3 t_3 + \dots + F_n t_n$.

3. 动量 p 是描述物体运动状态的物理量, 动量的变化量 Δp 是对应一物理过程的过程量, 它的大小和方向由过程的初、末状态动量 p 的矢量差决定, 即 $\Delta p = p_t - p_0$, 可见某时刻运动物体动量的大小和方向不能够决定动量的变化量 Δp 的大小和方向.

4. 如果物体在同一直线上运动, 可以取一正方向, 转化为代数运算, 则动量的变化(或变化量) $\Delta p = p_t - p_0$.

5. 如果物体不在同一直线上运动, 要确定 Δp , 需按平行四边形定则求解.



的物体在同一高度沿倾角不同的两个光滑斜面由静止自由滑下,到达底端的过程中,两个物体具有相同的物理量是.....()

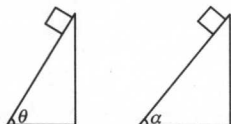


图 8-1-1

- A. 重力的冲量
- B. 弹力的冲量
- C. 刚到达底端时的动量
- D. 合力的冲量的大小

【例 2】下列关于动量的说法中正确的是()

- A. 质量大的物体动量一定大
- B. 质量和速率相同的物体动量一定相同
- C. 一个物体的速率改变,则它的动量一定改变
- D. 一个物体的运动状态变化,它的动量一定改变

改变

解析:动量等于质量和速度的乘积,因此它由质量和速度共同决定,动量是矢量,它的方向与速度的方向相同,而质量和速率相同的物体,它的动量大小一定相同,但是方向不一定相同.一个物体的速率改变,则它的动量一定改变,物体的运动状态变化,则它的速度一定变化,它的动量一定变化.

答案:C

【类题演练 2】下列说法正确的是.....()

- A. 物体的动量改变,一定是速度的大小改变
- B. 物体的动量改变,一定是速度的方向改变
- C. 做平抛运动的物体,它的动量时刻在改变
- D. 做圆周运动的物体,它的动量不发生变化

【例 3】如图 8-1-2 质量为 m 的小球以水平速度 v 垂直撞到竖直墙壁上之后,以相同的速率反弹回来.求小球撞击墙壁前后动量的变化.

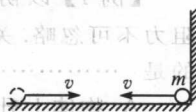


图 8-1-2

解析:取反弹后的速度方向为正方向.碰后小球的动量 p_1 = mv,碰前的方向与规定的正方向相反,为负值,小球的动量的改变大小为 p_1 - p_0 = mv - (-mv) = 2mv,小球动量改变的方向与反弹后的运动方向相同.

答案:略

【类题演练 3】质量为 1 kg 的钢球,以 5 m/s 的速度水平向右运动,碰到墙壁后以 3 m/s 的速度被反向弹回,钢球的动量的改变是多少?



1. 冲量和动量都是矢量,在比较力的冲量是否相同或物体动量是否相同时,不仅要看它们的大小,而且要看它们的方向,两个动量(或冲量)相等,方向相同.

2. 求动量的变化时明确初状态和末状态,建立方程时,还应注意动量及冲量的方向.一般矢量方向的表示可根据具体问题规定正方向,对动量、冲量的实际方向引入正负量,掌握用代数方法处理一维矢量运算的基本方法,根据 Δp = p_t - p_0 进行计算.



☆1. 关于力的冲量的说法,正确的是.....()

- A. 力越大,力的就冲量越大
- B. 作用在物体上的力大,力的冲量不一定大
- C. F_1 与其作用时间 t_1 的乘积 F_1 t_1 等于 F_2 与其作用时间 t_2 的乘积 F_2 t_2,则这两个冲量相同
- D. 静止于水平面上的物体受到水平推力 F 的作用,经过时间 t 物体仍然静止,则此推力的冲量为零

☆2. 质量为 m = 10 kg 的物体,静止在斜面上,斜面的倾角为 30°,在 10 s 内,下列说法正确的是...()

- A. 重力对物体的冲量为 500 N · s
- B. 支持力对物体的冲量为零
- C. 摩擦力对物体的冲量无法计算
- D. 合外力对物体的冲量为零

☆3. 下列情况下,物体的动量不变的是.....()

- A. 汽车在平直的公路上匀速前进
- B. 汽车在转弯的过程中,速度的大小不变
- C. 水平飞来的小球撞到竖直墙面后,保持速度的大小不变沿原路返回
- D. 匀速直线运动的洒水车正在洒水

☆4. 质量为 m 的物体放在光滑的水平面上,在与水平方向成 θ 角的恒定推力 F 作用下,由静止开始运动.在时间 t 内推力的冲量和重力的冲量大小分别为.....()

- A. Ft, 0
- B. Ft cos θ, 0
- C. Ft, mgt
- D. Ft cos θ, mgt

☆5. 重 500 N 的物体 A,静止在水平面 B 上,已知 A、B 间的动摩擦因数为 0.5,取 g = 10 m/s^2.现在用水平推力 F = 30 N 作用于物体 A 上,在 2 s 内,物体受到合外力的冲量大小为.....()

- A. 80 N · s
- B. 60 N · s
- C. +20 N · s
- D. 0

☆6. 如图 8-1-3,物体沿粗糙的斜面上滑,达到最高点后又滑回原处,则下列说法正确的是()

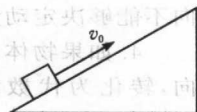


图 8-1-3

- A. 上滑时重力的冲量比下滑时重力的冲量小



- B. 上滑时摩擦力的冲量与下滑时摩擦力的冲量相等
 C. 上滑时摩擦力的冲量与下滑时摩擦力冲量不相等
 D. 上滑与下滑两过程中物体受到的冲量方向不同
- ☆☆7. 一物体的质量为 2 kg, 此物体竖直落下, 以 10 m/s 的速度碰到水泥地面上, 随后又以 8 m/s 的速度被反弹起. 若取竖直向上为正方向, 则小球与地面碰前的动量是 _____, 相碰后的动量是 _____, 相碰前后的动量的变化是 _____.
- ☆☆8. 物体的动量变化量为 5 kg·m/s, 这说明 ()
 A. 物体的动量在减少
 B. 物体的动量在增加
 C. 物体的动量大小可能不变
 D. 物体的动量大小一定变化
- ☆☆☆9. 在同一高度将三个质量相等的小球 A、B、C 以相同的速率分别竖直向上抛、竖直向下抛和平抛, 则它们(不计空气阻力)…………… ()

- A. 落地时的速度相同
 B. 在整个运动过程中动量变化的方向相同
 C. 在整个运动过程中动量的变化为 $\Delta p_A = \Delta p_B = \Delta p_C$
 D. 在整个运动过程中动量的变化为 $\Delta p_A > \Delta p_C > \Delta p_B$
- ☆☆☆10. 如图 8-1-4 所示, 在水平桌面上放着一个质量为 $m = 1.0 \text{ kg}$ 的物体, 它与桌面间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$. 当物体受到一个大小为 $F = 10 \text{ N}$ 、方向与水平面成 $\theta = 30^\circ$ 角的推力时, 求在 $t = 10 \text{ s}$ 内此物体所受的各力的冲量及外力对物体的总冲量.

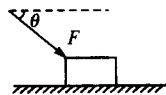


图 8-1-4

二、动量定理



- 物体所受合外力的 _____ 等于物体动量的变化.
- 公式 $Ft = mv_t - mv_0$ 是根据 _____ 和 _____ 推导出来的. F 是指物体所 _____, F 既可以是 _____ 力, 也可以是 _____ 力. 当力 F 为变力时, F 应理解为变力在作用时间内的 _____ 值.
- 动量定理不但确定了物体所受合外力的冲量与动量改变的大小关系, 也确定了二者的方向关系, 合外力冲量的方向与 _____ 相同.
- 应用动量定理解题的一般步骤是:
 - 确定 _____ 和研究过程.
 - 对研究对象进行 _____, 计算出 _____ 的冲量.
 - 确定 _____, 规定正方向表示出初、末状态的动量, 从而表示出动量的变化.
 - 由 _____ 列方程求解.



1. 物体动量的变化是矢量, 其方向与物体速度的变化量 Δv 的方向相同. 在合外力为恒力的情况下, 物体动量变化的方向也是物体加速度的方向, 与物体所受合外力的方向相同. 求动量的变化时, 如果物体的初、末动量都在同一条直线上, 常常选取一个正方向, 使物体的初、末动量都带有表示自己方向的正负号, 这样, 就可以把复杂的矢量运算转化为简单的代数运算了.

2. 求变力的冲量和求恒力作用下曲线运动中物体动量变化的简单方法.

(1) 应用 $I = \Delta p$ 求变力的冲量

如果物体受到变力的作用, 则不能直接用 $I = F \cdot t$ 求变力的冲量, 这时可以求出该力作用下的物体动量的变化 Δp , 等效代换变力的冲量 $I = \Delta p$.

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

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

3. 动量定理公式 $\Delta p = Ft$ 中的 F 是研究对象所受的包括重力在内的所有外力的合力, 它可以是恒力, 也可以是变力. 当 F 为变力时, F 应是合外力对作用时间的平均值.

4. 动量定理的分量式, 物体某方向上的冲量等于物体在该方向上动量的改变, 数学表达式可表示为: $F_x \cdot t = \Delta p_x$, $F_y \cdot t = \Delta p_y$.

5. 用动量定理解释一些现象, 如果物体的动量变化量是一定的, 那么力的作用时间越短, 力就越大, 反之力就越小; 如果作用力不变, 那么力的作用时间越长, 动量变化越大.



【例 1】如图 8-2-1 所示, 把重物 G 压在纸带上, 用一水平力缓缓拉动纸带, 重物跟着一起运动, 若迅速拉动纸带, 纸带将会从重物下面抽出. 解释这

些现象的正确说法是 ()

- A. 在缓缓拉动时, 纸带给重物的摩擦力大
- B. 在迅速拉动时, 纸带给重物的摩擦力小
- C. 在缓缓拉动时, 纸带给重物的冲量大
- D. 在迅速拉动时, 纸带给重物的冲量小

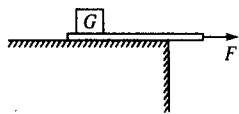


图 8-2-1

解析: 在缓缓拉动时, 两物体间的作用力是静摩擦力, 在迅速拉动时, 它们之间的作用力是滑动摩擦力. 由于通常认为滑动摩擦力等于最大静摩擦力, 所以一般情况是: 缓拉, 摩擦力小; 快拉, 摩擦力大. 故判断 A、B 都错. 用动量定理 $F\Delta t = \Delta p$ 可知, $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, 即物体所受的合外力等于物体动量的变化率.

缓拉纸带时, 摩擦力虽小些, 但作用时间可以很长, 故重物获得的冲量即动量的改变可以很大, 所以能把重物带动; 快拉时, 摩擦力虽大些, 但作用时间很短, 故冲量小, 所以重物动量改变很小, 因此选项 C、D 正确.

答案: CD

【类题演练 1】 玻璃杯从同一高度落下, 掉在石板上比掉在草地上容易碎, 这是由于 …… ()

- A. 玻璃杯掉在石板上时的动量大些
- B. 掉在石板上使玻璃杯受到的冲量大些
- C. 玻璃杯与石板作用过程中动量变化大些
- D. 玻璃杯与石板作用过程中动量变化快些

【例 2】 质量为 m 的物体, 沿半径为 R 的轨道以速率 v 做匀速圆周运动, 求物体所受的合外力在半周期内的冲量.

解析: 如图 8-2-2 所示, 研究物体从 A 运动到 B 的过程, 假设 v_B 的方向为正方向. 根据动量定理, 合力的冲量大小为 $I = m\Delta v = mv_B - mv_A = mv - m(-v) = 2mv$. 合力冲量的方向与 v_B 的方向相同.

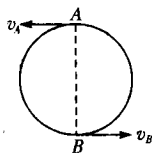


图 8-2-2

答案: $2mv$ 方向与 v_B 方向相同

【类题演练 2】 以 10 m/s 的速度水平抛出一个质量为 2 kg 的物体, 求前 1.5 s 内物体动量变化的大小和方向.

【例 3】 体重是 60 kg 的建筑工人, 不慎从高空跌下, 由于弹性安全带的保护, 使他悬挂起来. 已知弹性安全带缓冲时间是 1.2 s , 安全带长 5 m , 则安全带所受的平均冲力为多大?

解析: 安全带张紧时对人产生拉力, 直到最后静止, 人的初状态是自由下落 5 m 高的时刻, 人的末状态速度 $v_t = 0$, 此过程为安全带缓冲过程, 时间 $t = 1.2 \text{ s}$. 人从 5 m 高处落到底的速度为 v_0 , 则

$$v_0 = \sqrt{2hg} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

取竖直向上为正方向, 则 $(T - mg)t = mv_t - mv_0$

$$T = \frac{mv_t - mv_0}{t} + mg$$

$$= \left[\frac{0 - 60 \times (-10)}{1.2} + 60 \times 10 \right] \text{ N} = 1\ 100 \text{ N}$$

方向竖直向上.

答案: $1\ 100 \text{ N}$ 竖直向上

【类题演练 3】 质量为 m 的物体, 从离地面 H 高处自由落下, 与地面碰撞后又竖直向上弹起, 能达到到的最大高度为 h . 若物体与地面的接触时间为 Δt , 求地面受到的平均作用力的大小.

【例 4】 一个物体质量为 2 kg , 在 8 N 的水平恒力 F 作用下, 从静止开始沿水平地面运动了 5 s , 然后力减为 $F' = 5 \text{ N}$, 方向不变, 物体又运动了 4 s , 再撤去 F' , 物体再运动 6 s 停下. 则物体在水平面上所受的摩擦力 f 为多大?

解析: 物体的运动可分为三个阶段, 对物体的整个过程由动量定理得: $Ft_1 + F't_2 - f(t_1 + t_2 + t_3) = 0$
物体所受的摩擦力

$$f = \frac{Ft_1 + F't_2}{(t_1 + t_2 + t_3)} = \frac{8 \times 5 + 5 \times 4}{5 + 4 + 6} \text{ N} = 4 \text{ N}$$

答案: 4 N

【类题演练 4】 质量为 m 的物体放在水平面上, 在水平外力 F 的作用下由静止开始运动, 经时间 t , 撤去该力. 若物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 则物体在水平面上—共运动了多长时间?

错 题 剖 析

【例 5】 用手将一个质量为 0.2 kg 的石块竖直向上抛出, 设抛出后小球经过 1 s 回到抛出点, 手对石块的作用时间为 0.5 s . 求手对石块的平均作用力. (g 取 10 m/s^2)

错解: 石块的初速度为零, 末速度可从竖直上抛运动中求出, $v_t = \frac{1}{2}gt = 5 \text{ m/s}$, $\Delta v = v_t - v_0 = 5 \text{ m/s}$.

取向上为正方向, 根据动量定理 $Ft = m\Delta v$, $F = \frac{m\Delta v}{t} = 2 \text{ N}$.

剖析: 错解在于把抛石块过程中作用在石块上的平均合外力, 误认为就是手对其的平均作用力, 这是由于没有进行必要的受力分析, 将手对物体的作用力与合外力相混淆的结果. 事实上, 手在抛石块时, 石块不仅受到手对它的向上作用力 N 的作用, 同时还受到重力 mg 的作用.

正解: 取向上方向为正方向, 根据动量定理: $(N - mg)t = m\Delta v$, 则 $N = \frac{m\Delta v}{t} + mg = 4 \text{ N}$.

说明: 通常只有在水平方向应用动量定理时才



可不考虑重力的冲量,在竖直方向上应用动量定理时应考虑重力的冲量.例如,用锤子打桩时,打击力一般不等于动量定理中的合力 F ,但是在打击、碰撞一类问题中,如果作用时间极短,因而 $m\Delta v/t$ 的数值远大于重力 mg 的值,这时即使在竖直方向运用动量定理也可将 mg 作忽略处理.



1. 对物体进行受力分析和过程分析,找准合力的冲量和初末状态的动量,选定正方向.

2. 在求合力的冲量时,重力的冲量是否可忽略要根据题所给条件决定,有时当作用时间 t 很小时,可知 $\frac{mv}{t} \gg mg$,求 F_N 时可把 mg 忽略掉,即 $F_N \approx \frac{mv}{t}$.

3. 利用动量定理分析问题的一条思路是,若物体受到变力作用,可先求出物体动量的变化量 Δp ,再由动量定理 $I_{\text{合}} = \Delta p$ 求出变力的冲量.

4. 若求解恒力的冲量,还可通过冲量定义式 $I = Ft$ 求解,利用动量定理分析问题的第二条思路是:可通过分析物体受到冲量的情况,来判定物体动量变化的情况.

5. 利用动量定理解释现象的问题主要有两类,一类是物体动量变化相同或相差不大,由于作用时间的长短不同,使物体受到的作用力不同,要使受到的作用力较小,应延长作用时间,要获得较大的作用力,就要缩短作用时间;另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.



☆1. 从高处跳到低处时,为了安全,一般都是让脚尖着地,这样做是为了…………… ()

- A. 减小冲量
- B. 减小动量的变化量
- C. 增长与地面的冲击时间,从而减小冲力
- D. 增大人对地面的压强,起到安全作用

☆2. 在任何相等的时间内,物体动量的变化总是相等的运动是…………… ()

- A. 匀变速直线运动
- B. 平抛运动
- C. 自由落体运动
- D. 匀速圆周运动

☆3. 做平抛运动的物体,每秒的速度增量总是 ()

- A. 大小相等,方向相同
- B. 大小不等,方向不同
- C. 大小相等,方向不同

D. 大小不等,方向相同

☆4. 下列说法中正确的是…………… ()

- A. 物体的质量越大,其动量就越大
- B. 受力大的物体,受到的冲量也一定大
- C. 冲量越大,动量也越大
- D. 物体受力越大,其动量变化率也越大

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

- A. 速度
- B. 加速度
- C. 动量
- D. 质量

☆6. 质量为 m 的物体以 v 的速度竖直上抛,后又回到抛出点,所受到总冲量和平均作用力分别是(以竖直向上为正方向,空气阻力忽略)…………… ()

- A. $-mv, mg/2$
- B. $-2mv, -mg$
- C. $-2mv, mg$
- D. $2mv, -mg$

☆☆7. 一个 300 g 的垒球,以 20 m/s 的速度飞来,运动员以棒击之,球以 30 m/s 的速度反方向飞回. 设击球时间为 0.02 s,求棒对球的平均作用力.

☆☆8. 一质量为 0.10 kg 的小球从 0.80 m 高处自由下落到一软垫上.

(1) 若从小球接触软垫到小球陷至最低点经历了 0.20 s,求这段时间内软垫对小球的平均作用力为多大?

(2) 若小球落在水泥地面上,反弹高度为 0.2 m,小球接触地面经历了 0.01 s,那么该段时间内地面对小球的平均作用力又是多大?

☆☆9. 蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目. 一个质量为 60 kg 的运动员,从离水平网面 3.2 m 高处自由下落,着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0 m 高处. 已知运动员与网接触的时间为 1.2 s,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 取 10 m/s^2)

☆☆☆10. 一挺机枪每分钟能发射 216 颗子弹, 每颗子弹质量为 50 g, 子弹出口时的速度为 1 000 m/s, 则机枪手抵住机枪的作用力为多大?

滑块 A、B 与水平面间的滑动摩擦因数均为 μ , 在力 F 作用 t s 后, A、B 间连线突然断开, 此后力 F 仍作用于 B. 试求: 滑块 A 刚好停住时, 滑块 B 的速度是多大? (滑块 A、B 的质量分别为 m_A 、 m_B)

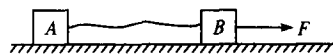


图 8-2-3

☆☆☆11. 滑块 A 和 B 用轻细线连接在一起后放在水平桌面上, 水平恒力 F 作用在 B 上, 使 A、B 一起由静止开始沿水平桌面滑动. 如图 8-2-3, 已知

三、动量守恒定律



1. 发生相互作用的两个或两个以上的物体构成的整体称为系统, 系统外部对系统内物体的作用力称为 _____. 外力作用在系统上, 使系统的总动量 _____, 系统中各物体间的相互作用力称为 _____, 内力只能够使物体的动量 _____, 但是不改变系统的总动量.

2. 动量守恒定律的内容: _____

_____. 动量守恒定律成立的条件: _____
_____. 动量守恒定律的数学表达式: _____

(适用于相互作用的物体组成的系统).

3. 动量守恒的条件:

(1) 系统不受外力或所受外力之和 _____.

(2) 系统所受的合外力不为零, 但系统若在 _____, 则在这一方向上的分动量守恒.

(3) 系统所受的合外力不为零, 但系统的内力 _____ 外力时, 可忽略外力, 近似地认为系统动量守恒.

4. 动量守恒定律不仅适用于 _____, 而且适用于接近光速运动的微观粒子. 在自然界中, 大到天体, 小到微观粒子间的作用, 都遵守 _____.



1. 物体系在相互作用过程中, 系统内各个物体的动量虽然可以传递、转移、变化, 但是系统的总动量(系统内全部物体动量的矢量和)始终保持不变.

2. 动量为状态量, 对应的速度应为瞬时速度, 动量守恒定律中的“总动量保持不变”指的应当是系统的始、末两个时刻的总动量相等, 或系统在整个过程

中任意两个时刻的总动量相等.

3. 在用动量守恒定律解题时, 注意三点:

(1) 速度的矢量性. 先选定某一方向为正方向, 速度方向与规定的正方向相同为正, 反之为负, 这样就把矢量运算简化为代数运算.

(2) 速度的相对性. v_1 、 v_2 、 v_1' 、 v_2' , 都必须选择同一惯性参考系.

(3) 速度的同时性. 表达式中的 v_1 、 v_2 必须是相互作用前同一时刻的瞬时速度, v_1' 、 v_2' 必须是相互作用后同一时刻的瞬时速度.

4. 用动量守恒定律解题的基本步骤

(1) 分析题意, 明确研究对象.

(2) 要对系统内部的物体进行受力分析, 在受力分析的基础上, 根据动量守恒的条件, 判断所选系统的动量守恒.

(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、末动量的表达式.

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动量(或速度)的方向可以用代数符号正、负表示. 选取某个已知量的方向为正方向以后, 凡是和选定的正方向相同的已知量为正值, 反之为负值. 在研究地面上的物体间的相互作用的过程时各个物体的速度均取地球为参考系.

(4) 根据动量守恒定律列方程.

(5) 求解并进行必要的讨论.



【例 1】如图 8-3-1 所示, A、B 两物体的质量之比 $m_A : m_B = 3 : 2$, 原来静止在平板小车 C 上, A、B 间有一根被压缩了的弹簧, 地面光滑. 当弹簧突然释放后, 则 ()



图 8-3-1



A. 若 A、B 与平板车的上表面间的动摩擦因数相同, 则 A、B 组成的系统的动量不守恒

B. 若 A、B 与平板车的上表面间的动摩擦因数相同, 则 A、B、C 组成的系统的动量守恒

C. 若 A、B 所受摩擦力大小相等, 则 A、B 组成的系统的动量守恒

D. 若 A、B 所受摩擦力大小相等, 则 A、B、C 组成的系统的动量守恒

解析: 如果 A、B 与平板车的上表面间的动摩擦因数相同, 弹簧释放后 A、B 分别相对小车向左、向右滑动, 它们所受的滑动摩擦力 F_A 向右, F_B 向左. 由于 $m_A : m_B = 3 : 2$, 所以 $F_A : F_B = 3 : 2$, 则 A、B 组成的系统所受的外力之和不为零, 故其动量不守恒, A 错. 对于 A、B、C 组成的系统, 摩擦力属于内力, 该系统所受的外力为竖直方向的重力和支持力, 他们的合力为零, 故该系统动量守恒. 故 B、D 对.

若 A、B 所受摩擦力大小相等, 则 A、B 组成的系统的外力之和为零, 故其动量守恒, C 对.

答案: BCD

【类题演练 1】 把一支枪水平地固定在小车上, 小车放在光滑水平地面上, 枪射出一颗子弹时, 关于枪、弹、车, 下列说法正确的是 ()

- A. 枪和弹组成的系统动量守恒
- B. 枪和车组成的系统动量守恒
- C. 因为子弹和枪筒之间的摩擦力很小, 可以忽略不计, 故三者组成的系统的动量近似守恒
- D. 三者组成的系统动量守恒

【例 2】 如图 8-3-2 所示, 物体 A、B 在光滑的水平面上沿同一直线相向运动, A 的质量为 2 kg、速度为 4 m/s, B 的质量为



图 8-3-2

10 kg, 速度为 2 m/s, 两个物体相碰后, B 物体的速度减小为 1 m/s, 方向不变. 求 A 的速度.

解析: 把两个物体作为一个系统, 设两个物体相碰后的速度分别为 v_A' 、 v_B' , 以 A 物体碰前的速度方向为正方向, 则 $v_B = -2$ m/s, $v_B' = -1$ m/s

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

解得 $v_A' = -1$ m/s, 负号表示 A 物体碰前后速度方向相反.

答案: 1 m/s 方向与原方向相反

【类题演练 2】 如图 8-3-3 所示, 质量为 1 kg 的铜块静止于光滑的水平面上, 一颗质量为 50 g 的子弹以 1 000 m/s 的速率碰到铜块后, 又以 800 m/s 的速率反弹回来, 则铜块的速率为多少?

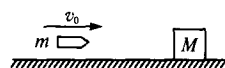


图 8-3-3

【例 3】 如图 8-3-4 所示, 一轻质弹簧两端连着物体 A 和 B, 放在光滑的水平面上, 物体 A

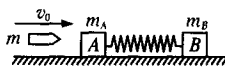


图 8-3-4

被水平速度为 v_0 的子弹射中并嵌在其中. 已知物体 A 的质量是物体 B 的质量的 3/4, 子弹的质量是物体 B 的质量的 1/4, 求弹簧压缩到最短时的速度.

解析: 子弹与 A 相互作用的时间极短, 内力很大, 动量守恒, 设子弹的质量为 m

$$m_B = 4m, m_A = \frac{3}{4}m_B = 3m$$

$$mv_0 = (m + m_A)v_1, \text{ 所以 } v_1 = \frac{1}{4}v_0$$

子弹与 A 和 B 组成的系统, 动量守恒

$$mv_0 = (m + m_A + m_B)v_2, \text{ 所以 } v_2 = \frac{1}{8}v_0.$$

答案: $\frac{1}{8}v_0$

【类题演练 3】 如图 8-3-5 所示, 在光滑的水平面上有质量相等的 A 和 B 两物体, B 上装有一轻质弹簧, B 原来静止, A 以速度 v 正对 B 滑行, 当弹簧压缩到最大时, B 物体的速度为多少?

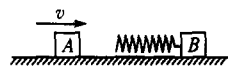


图 8-3-5

错例剖析

【例 4】 如图 8-3-6 所示, 质量为 20 g 的小球 A 以 3 m/s 的速度向右运动, 某时刻和与它在同一直线上运动的小球 B 迎面正碰. 若 B 的质量为 50 g, 撞前的速度向左大小为 2 m/s, 撞后, A 球以 1 m/s 的速度向左返回, 求撞后 B 球的速度.

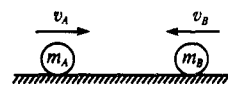


图 8-3-6

错解: 根据动量守恒:

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

$$v_B' = \frac{m_A v_A + m_B v_B - m_A v_A'}{m_B}$$

$$= \frac{20 \times 3 + 50 \times 2 - 20 \times 1}{50} \text{ m/s} = 2.8 \text{ m/s}.$$

剖析: 上述解法的错误在于: 方向的混淆, 因为 A、B 在一条直线上运动, 选定正方向后把初、末状态的速度用正、负表示.

正解: 取向右为正方向, $v_A = 3$ m/s, $v_B = -2$ m/s, $v_A' = -1$ m/s, $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$

$$v_B' = \frac{m_A v_A + m_B v_B - m_A v_A'}{m_B} = -0.4 \text{ m/s}$$

负号说明 B 撞后的速度方向向左.

答案: 0.4 m/s, 方向向左

【例 5】 如图 8-3-7 所示, 质量为 M 的小车中有一个竖直放置的被压缩的弹簧, 其上部放有一质量为 m 的小球, 小车以速率 v_0 向右做匀速运动, 中途突然将弹簧释放, 小球被弹出, 此后小车的速率将 ()

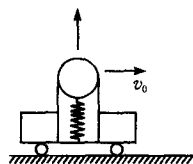


图 8-3-7