

本丛书已通过 ISO9001国际质量管理体系认证

高考新思路



领略名师风采

导航清华北大

● 石破天惊 茅塞顿开辟捷径
● 壁立千仞 山为基石我为峰
● 勇探险境 奇峻之处揽日月
● 挑战高考 洞穿蜀道新思路



黄冈中学特高级教师领衔撰写

GAOKAOXINSILU

物理

学生用书

高二同步互动课堂(上)

延边人民出版社

GAOKAOXINSILU



问苍茫大地

孕育着什么

高考新思路

——
领先
体验被别人追赶的快乐

高
考
新
思
路

人在高二 砺兵秣马忙备战
迎来大考 十年寒窗要梦圆
新的挑战 跨越重点须迎前
善于思辨 南北名师巧指点
路在脚下 清华北大我撞线

背起智慧的行囊，扬起理想的风帆，
展开梦想的翅膀，让新思路
引领您去追逐胜利的每一天……

延边人民出版社



秋

GAOKAOXINSILU

就这样奉献给您

沉甸甸的累积

劝勉老师：使用正版会使您锦上添花
告戒学生：一点误导会使您遗憾终生
警告盗版：维权路上我们不会沉默

著作权所有 · 请勿擅用本书制作各
类出版物 · 违者必究

享受正版



从我做起

图书在版编目 (CIP) 数据

高考新思路 · 高二物理 / 李同安主编

——延吉：延边人民出版社 2005.5

ISBN 7-80698-481-X

I. 高… II. ①李…

III. 课程—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 047522 号

书 名 高考新思路 · 高二物理

作 者 李同安主编

出版发行 延边人民出版社
地 址 吉林省延吉市友谊路 363 号
邮政编码 133000
联系电话 0433-2902136 2902137
网 址 <http://www.ybcbs.com>
经 销 全国新华书店
印 刷 山东肥城新华印刷有限公司
版 次 2005 年 5 月第 1 版
印 次 2005 年 5 月第 1 次印刷
开 本 880mm × 1230mm 1/16
印 张 118
字 数 4620 千字
书 号 ISBN 7-80698-481-X/G · 367
全套定价 196.00 元 (本册定价：20.80 元)



(如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换)

春

GAOKAOXINSILU

一丝绿意，就能催生整个春天



徐 辉 中学特级教师，黄冈市“首届学科带头人”，黄冈中学物理教研组组长，物理国际奥赛主教练，曾获湖北省物理教学大赛一等奖，全国第二届青年教师物理大赛二等奖，在中学物理杂志上发表多篇论文，主编或主审了二十多部高中物理教辅书籍。

学科主编

李同安 中学高级教师，省优秀教师，优秀奥赛辅导教师，市学科带头人，市命题组核心成员，2004年所辅导的学生有多人升入清华大学、北京大学等全国著名高校。近年来，在多家物理教学报刊上发表论文数十篇。曾承担山东省教研室实施的《掌握学习策略》的教研实验任务，并负责在县、市范围推广其实施经验，教学成效卓越。主编和参编了《高中物理教学与评估》、《高考聚焦·物理》《优化方案·物理》等多部教辅书籍。



本册主编

南北名师



联袂打造

编委与审定

学科主编	徐 辉	
本册主编	李同安	马宝珠
副 主 编	李安国	陈汉瑞 孙大军
	张少华	陈瑞礼 孙召秋
	王 军	谢福安 杨宝忠

特别鸣谢

黄冈中学	北京四中	启东中学
苏州中学	北师大附中	郑州实验中学
华中师大一附中	扬州中学	长沙市一中
华南师大附中	天津南开中学	福州三中
山东省实验中学	广西师大附中	大同一中
江西临川一中	成都十二中	四川师大附中
上海中学	云南师大附中	重庆一中
陕师大附中	杭州市高级中学	福建漳州立人学校

付出就有回报 要做就做最好

正因为有了全国众多名校名师的参与，才使得
高考新思路如此卓越不凡



不经历风雨

GAOKAOXINSILU

夏

怎能见彩虹

風
吹
塵
沙
鳩
見
金
雨
匯
集
百
州
方
成
河

解读“秘笈”



关注“神话”

——走近黄冈

黄冈试题号称“秘笈”，黄冈教育堪称中国教坛“神话”，之所以称其为“秘笈”、“神话”，是由其校的模拟题押中高考试题的高命中率和常年稳居全国三甲的高考升学率而得名，为破解“神话”奥妙，做到“秘笈”共享，我们走近了黄冈……

由黄冈中学各学科带头人、山东省优秀教师联袂担纲编著的《高考新思路》丛书，经过一年多的酝酿策划，今朝得以横空出世。



她不凡 她拥有超豪华的编写队伍，强强联合，优势互补。

她优秀 她吸收了大江南北、长城内外优秀的教学理念和教学成果。

她务实 所有编者都是来自教学第一线，问渠哪得清如许，为有源头活水来。



读者意见反馈卡

尊敬的读者：

您好！感谢您使用《高考新思路》系列丛书，感谢您对《高考新思路》的支持与厚爱！

为了进一步提高图书质量，打造金牌图书，我们向全国各地《高考新思路》用户开展问卷调查，恳请您写下使用本丛书的体会与感受，写下您对我们的批评与建议，我们将真诚吸纳您的每一言每一语，并会向您提供更好的精品图书；更希望您能记录整理使用2005版学生用书过程中发现的错误，届时能将成书返寄给我们，我们表示感谢并免费赠送2006版《高考新思路》系列丛书。

读者姓名		性 别		任课老师	
通讯地址				邮政编码	
就读学校及年级					
所购书名			售书单位		
1. 本书对您最大的帮助是：					
本书的不足之处是：					
2. 您认为本书哪些栏目设置得比较好？					
您认为应该设置哪些栏目？请写出您的建议：					
3. 请写出您最喜欢的高考辅导书及出版社：					
4. 您认为最好的学习方法是：					



高考新思路 踏上成功路

高二《高考新思路》

(全套定价: 196.00 元)

分册科目	装订开本	定价(元)	分册科目	装订开本	定价(元)
语 文	国际开本	22.50 元	生 物	国际开本	23.00 元
数 学	国际开本	19.90 元	政 治	国际开本	19.20 元
英 语	国际开本	20.80 元	历 史	国际开本	19.20 元
物 理	国际开本	20.80 元	地 理	国际开本	16.60 元
化 学	国际开本	17.50 元	听 力	国际开本	16.50 元

《高二同步导学单元优化大考卷》

(高二全套共九册, 定价: 108.00 元)

分册科目	装订开本	定价(元)	分册科目	装订开本	定价(元)
语 文	6K 精装	12.00 元	生 物	6K 精装	12.00 元
数 学	6K 精装	12.00 元	政 治	6K 精装	12.00 元
英 语	6K 精装	12.00 元	历 史	6K 精装	12.00 元
物 理	6K 精装	12.00 元	地 理	6K 精装	12.00 元
化 学	6K 精装	12.00 元			

备注: 教师用书按百分之一比例赠送。多需要者按教师用书百分之八十让利优惠。

人一生中最为快乐的事只有两种：
拥有梦想和实现梦想。人之所以生活得有意义，
必须有一个不断实现的梦想和实现梦想的激情。

——编者按



持续改进

超越梦想

据报载：每年约 20 万种图书，近 300 亿码洋的库存，让众多出版社、图书策划公司感到空前的竞争压力，平均每天约 600 种图书上市，让读者眼花缭乱，不禁感叹：书真多！但众多出版社人又在感叹：出好书真难！众多读者也在感叹：无书可读！

教辅图书市场更是琳琅满目，精彩纷呈，每年都有多少“精品”昙花一现一年过，隐身江湖不再现；更有多少新的“权威”花样翻新再出炉，旧版新面又一年，搞得教师案头真有点不堪重负，喟叹曰：“知音难觅，亮点难寻！”

《高考新思路》自从 2001 年创刊伊始，虽未能一鸣惊人，但经过四年苦心经营、持续改进、精雕细凿，于细微处见精神，实现了由读者开始认识到接受到认可到好评到赞誉如潮到库房脱销质的飞跃。2004 版高考新思路做到了零错误、零库存、零退货、零距离接触高考（04 版本丛书共计有 27 道题与 2004 年高考试题逼真相似）。众多出版社开始研究“高考新思路现象”，做为编者，我们认为，新思路的今天可以用以下四字给予诠释：

1、新 这是本丛书的命脉所在，全体编者始终恪守“我们每天都是新的”这一编写理念，紧跟教改新潮流，坚决做到编写思路新、体例新、模式新等，不囿旧规，善于创新。

2、前 主要体现在所有编者和审读都是来自教学的最前沿，他们意识超前、思维超前，对高考命题的前瞻具有权威性。

3、精 本丛书的编写“严”字当头，完全摒弃了“全国教辅一大抄”的简单编写模式，而是依据课堂需求，学生认知规律深加工而成。

4、实 “做实在人，干实在事，编实在书”，是所有编者的基本准则，在一年多的编写过程中，本丛书历经多次修订完善，逐句审读，数次校验，从而确保了本丛书的精准性。2004 年九月本丛书成功通过 ISO9001 国际质量管理体系认证，正是对本丛书质量的全面验证和肯定。

“天上海上没有路，月亮在偷偷地哭……”，站在 05 的舞台，面对新课标、新教材、省单独命题等等如浪涌般的教育改革，我们全体编委不敢有丝毫的懈怠和沾沾自喜，成绩、压力、品牌、责任督促着我们不用扬鞭自奋蹄，为了追求“新”，为了脚踏“实”，为了名副其实的新思路，我们书海找遍，一线走遍，专家访遍，殚精竭虑，终成思路。

我们相信，她可能不是最耀眼的，但她是最实用的。

由于各学科特点不同，我们在整套丛书的编写上没有拘泥于栏目、框架、格式的整齐化一，而是以质为文，各具侧重，各呈特点，各科具体栏目设置及功能见下页栏目解读。



栏目解读

人一生中最为快乐的事只有两种：
拥有梦想和实现梦想。人之所以生活得有意义，
必须有一个不断实现的梦想和实现梦想的激情。

——编者按



持续改进

超越梦想

据报载：每年约 20 万种图书，近 300 亿码洋的库存，让众多出版社、图书策划公司感到空前的竞争压力，平均每天约 600 种图书上市，让读者眼花缭乱，不禁感叹：书真多！但众多出版社人又在感叹：出好书真难！众多读者也在感叹：无书可读！

教辅图书市场更是琳琅满目，精彩纷呈，每年都有多少“精品”昙花一现一年过，隐身江湖不再现；更有多少新的“权威”花样翻新再出炉，旧版新面又一年，搞得教师案头真有点不堪重负，喟叹曰：“知音难觅，亮点难寻！”

《高考新思路》自从 2001 年创刊伊始，虽未能一鸣惊人，但经过四年苦心经营、持续改进、精雕细凿，于细微处见精神，实现了由读者开始认识到接受到认可到好评到赞誉如潮到库房脱销质的飞跃。2004 版高考新思路做到了零错误、零库存、零退货、零距离接触高考（04 版本丛书共计有 27 道题与 2004 年高考试题逼真相似）。众多出版社开始研究“高考新思路现象”，做为编者，我们认为，新思路的今天可以用以下四字给予诠释：

1、新 这是本丛书的命脉所在，全体编者始终恪守“我们每天都是新的”这一编写理念，紧跟教改新潮流，坚决做到编写思路新、体例新、模式新等，不固旧规，善于创新。

2、前 主要体现在所有编者和审读都是来自教学的最前沿，他们意识超前、思维超前，对高考命题的前瞻具有权威性。

3、精 本丛书的编写“严”字当头，完全摒弃了“全国教辅一大抄”的简单编写模式，而是依据课堂需求，学生认知规律深加工而成。

4、实 “做实在人，干实在事，编实在书”，是所有编者的基本准则，在一年多的编写过程中，本丛书历经多次修订完善，逐句审读，数次校验，从而确保了本丛书的精准性。2004 年九月本丛书成功通过 ISO9001 国际质量管理体系认证，正是对本丛书质量的全面验证和肯定。

“天上海上没有路，月亮在偷偷地哭……”，站在 05 的舞台，面对新课标、新教材、省单独命题等等如浪涌般的教育改革，我们全体编委不敢有丝毫的懈怠和沾沾自喜，成绩、压力、品牌、责任督促着我们不用扬鞭自奋蹄，为了追求“新”，为了脚踏“实”，为了名副其实的新思路，我们书海找遍，一线走遍，专家访遍，殚精竭虑，终成思路。

我们相信，她可能不是最耀眼的，但她是最实用的。

由于各学科特点不同，我们在整套丛书的编写上没有拘泥于栏目、框架、格式的整齐化一，而是收放为文，各重其重，各呈特点，各科具体栏目设置及功能见下页栏目解读。



栏目解读



第八章	动量	(1)
第一节	冲量和动量	(1)
第二节	动量定理	(5)
	单元过关训练(I)冲量 动量 动量定理	(10)
第三节	动量守恒定律	(12)
第四节	动量守恒定律的应用	(17)
第五节	反冲运动 火箭	(24)
第六节	实验 验证动量守恒定律	(28)
	单元过关训练(II)动量守恒定律	(32)
	章末知能测试	(34)
第九章	机械振动	(36)
第一节	简谐运动	(36)
第二节	振幅、周期和频率	(39)
第三节	简谐运动的图象	(42)
第四节	单摆	(46)
	单元过关训练(I)简谐运动及其图象	(50)
※第五节	相位(略)	(52)
第六节	简谐运动的能量 阻尼振动	(52)
第七节	受迫振动 共振	(55)
	单元过关训练(II)振动能量 受迫振动	(58)
第八节	实验 用单摆测定重力加速度	(60)
	章末知能测试	(63)
第十章	机械波	(65)
第一节	波的形成和传播	(65)
第二节	波的图象	(68)
第三节	波长、频率和波速	(72)
	单元过关训练(I)机械波的特征	(77)
第四节	波的衍射	(79)
第五节	波的干涉	(81)
※第六节	驻波(略)	(85)
第七节	多普勒效应	(85)
第八节	次声波和超声波	(88)
	单元过关训练(II)机械波特有的现象、超声波、次声波	(91)
	章末知能测试	(93)



第十一章 分子热运动 能量守恒	(96)
第一节 物质是由大量分子组成的	(96)
第二节 分子热运动	(99)
第三节 分子间的相互作用力	(102)
第四节 物体的内能 热量	(105)
第五节 热力学第一定律 能量守恒定律	(109)
第六、七节 热力学第二定律 能源、环境	(112)
第八节 实验 用油膜法估测分子的大小	(116)
章末知能测试	(119)
第十二章 固体、液体和气体	(121)
※第一至七节(略)	(121)
第八节 气体的压强	(121)
第九节 气体的压强、体积、温度间的关系	(123)
章末知能测试	(126)
第十三章 电 场	(128)
第一节 电荷 库仑定律	(128)
第二节 电场 电场强度	(133)
第三节 电场线	(137)
单元过关训练(Ⅰ)电荷电场 电场线	(141)
第四节 静电屏蔽	(143)
第五节 电势差 电势	(146)
第六节 等势面	(151)
第七节 电势差与电场强度的关系	(154)
单元过关训练(Ⅱ)电势、电势能、等势面	(158)
第八节 电容器的电容	(160)
第九节 带电粒子在匀强电场中的运动	(164)
※第十节 静电的利用和防止(略)	(170)
第十一节 实验 用描迹法画出电场中平面上的等势线	(170)
单元过关训练(Ⅲ)电容器 带电粒子在电场中的运动	(173)
章末知能测试	(175)
参 考 答 案	(178)

第8章 动量



第一节 冲量和动量



知识悟本寻源

事件探究 1

要使一辆以速度 v 行驶的汽车停下来,可采用哪些方法?——用急刹车的方式,汽车受到很大的阻力,可在很短时间 t 内停下来;用滑行方式,汽车受较小的阻力,需较长时间 t' 才能停下来。

概括领悟 物体运动状态的变化与其所受的作用力大小和作用时间的长短都有关系。

铸就真知 质量为 m 原来静止的物体,在恒力 F 作用下,经时间 t ,速度达到 v ,则: $Ft = mat = mv$,可见力与时间的乘积 Ft 的大小,决定着该物体获得速度 v 的大小, Ft 在改变物体运动状态方面具有一定的物理意义!因此,物理学中把 Ft 定义成什么物理量?(冲量)

将物理知识建立在事实上,才能掌握得扎实、深刻,请你现在举几个类似的事例吧?

事件探究 2

体育课上一同学向你抛来一球,你能否用头去顶?——是足球可以顶;若是铅球则万万顶不得!空中飞来一颗子弹头,你敢用手接住吗?——若是别人抛给你的可以接;如果是从枪中射出的当然不能接!

概括领悟 运动物体的动力学特征由运动物体的质量和速度共同决定。

铸就真知 物理学中,为了表示运动物体的动力学特征,把其质量 m 与速度 v 的乘积 mv 定义为什么物理量?(动量)现在该你举几个例子了吧?



认知通览明鉴



1. 冲量的概念

(1)定义:力 F 和力的作用时间 t 的乘积 Ft 叫做力的冲

量,表达式为 $I = Ft$,单位是:牛·秒($N \cdot s$)。

(2)冲量是矢量,力的方向在作用时间内不变时,冲量 I 的方向与力 F 的方向相同。

(3)冲量是反映力的时间积累效果的物理量。

(4)注意:讲冲量必须指明是哪个力的冲量或是合力的冲量。

2. 冲量与功的区别

(1)冲量是力在时间上的积累($I = F \cdot t$),功是力在位移上的积累($W = F \cdot s \cos \alpha$);

(2)冲量是矢量,功是标量。

3. 动量的概念

(1)定义:运动物体的质量 m 和速度 v 的乘积 mv 叫动量,表达式为 $p = mv$,单位是:千克·米/秒($kg \cdot m/s$)。

(2)动量是矢量,方向与速度方向相同。

(3)动量是描述运动物体状态的物理量。

(4)动量的增量:末状态动量与初状态动量的矢量之差, $\Delta p = p' - p_0$,是矢量运算,在同一直线上时引入正负号可转化为代数运算。

4. 动量与动能的联系与区别

(1)联系:因为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $p = mv$,所以 $p^2 = 2mE_k$ (要熟记此表达式)

(2)区别:动能是标量,动量是矢量,凡是两矢量相同,必须要大小、方向都相同。

疑难点

5. 关于过程量与状态量

(1)过程量:要经过一段时间才能实现的物理量是过程量,如位移、功、冲量、动量变化等。

(2)状态量:物体在某一时刻或某一位置所具有的物理量是状态量,如:速度、加速度、动能、动量等。

6. 关于动量变化 Δp 的大小和方向的讨论

动量的变化 Δp 是一个矢量,因动量的变化(动量的增量)是物体的末动量 p' 与初动量 p 之差,写作 $\Delta p = p' - p$,它的方向是由 p' 与 p 共同决定的,它的运算服从矢量运算规则,要按照平行四边形定则进行,特别是当 p' 与 p 在一条直线上时,在选定正方向后,动量的方向可用正、负号表示,将矢量运算化为代数运算。



猜一猜 来也匆匆,去也匆匆(打一物理名词)



(1) p' 与 p 同方向时

①若 $p' > p$, 则 $\Delta p = p' - p > 0$, 表示 Δp 的方向与 p' 、 p 的方向相同。

②若 $p' < p$, 则 $\Delta p = p' - p < 0$, 表示 Δp 的方向与 p' 、 p 的方向相反。

(2) p' 与 p 反方向时, 首先要选定 p' 、 p 中谁为正方向, 然后代入 p' 、 p 的大小, 求 Δp 的大小和方向。

①取 p' 的方向为正方向, 则 $\Delta p = p' - p$ 式中, p' 为正, p 为负, $\Delta p > 0$, 表示 Δp 的方向与 p' 的方向相同, 与 p 方向相反。

②取 p 的方向为正方向, 则 $\Delta p = p' - p$ 式中, p 为正, p' 为负, $\Delta p < 0$, 表示 Δp 的方向与 p 的方向相反, 同时必与 p' 的方向相同。

7. 冲量、动量、动量变化

三者之间既有联系, 又有本质的区别, 对其比较如下:

物理量 项目	冲量	动量	动量变化
定义	力和力的作用时间的乘积	物体质量和速度的乘积	末动量与初动量之差
物理意义	力在时间上的累积效应	描述机械运动的状态	表征动量发生的变化
性质	过程量, 矢量	状态量, 矢量	过程量, 矢量
定义式及符号	$I = F \cdot t$	$p = mv$	$\Delta p = p' - p$
单位及符号	牛顿·秒 (N·s)	千克·米/秒 (kg·m·s ⁻¹)	千克·米/秒 (kg·m·s ⁻¹)

建议2

8. 动量和冲量是物理学非常重要的两个概念, 在与复杂的物理过程相联系的问题中, 要着重注意物理过程的分析, 并紧扣概念, 同时, 运算时还要注意其矢量性。



方法能力导训

考点1 冲量的计算

冲量的表达式 $I = Ft$ 只适用于计算恒力的冲量, 要计算变力的冲量一般可采用动量定理(下一节学习)。对于多个力的作用, 即计算合力的冲量, 可分两种情况: 第一种情况, 当各个力作用的时间相同时, $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t$; 第二种情况, 当各个力作用的时间不同时, $I_{\text{合}} = F_1 t_1 + F_2 t_2 + F_3 t_3 + \dots$, 是每个力冲量的矢量和。

例1 质量为 5 kg 的物体放在光滑的水平面上, 受到一个与水平面成 60° 角斜向上的恒力 F 作用 2 s, 已知 $F = 50$ N, 则在这一时间内, 力 F 的冲量大小为 _____ N·s, 方向 _____, 物体受到的合力冲量大小为 _____ N·s, 方向 _____。

解析 由冲量的定义可知, 力 F 作用 2 s 冲量的大小为

$$Ft = 50 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 100 \text{ N} \cdot \text{s}$$

冲量的方向与恒力 F 方向相同, 与水平面成 60° 角斜向上。

物体受力如图 8-1-1 所示。

物体在竖直方向上受力平衡,

物体在水平方向上受力为

$$F \cos 60^\circ = 25 \text{ N}$$

则三个力的合力 $F_{\text{合}} = 25 \text{ N}$

合力的冲量大小为

$$F_{\text{合}} t = 25 \text{ N} \times 2 \text{ s} = 50 \text{ N} \cdot \text{s} \text{ 方向水平向右。}$$

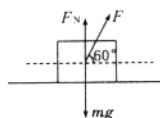


图 8-1-1

答案 见解析

评析 求冲量时, 一定要明确是某一个具体力的冲量。冲量的表达式 $I = Ft$ 中的 F 是一个具体的力, 可以是某一个力, 如本题中的拉力、摩擦力, 也可以是合外力。

活学活用

质量为 4 kg 的物体 A 以 $v_0 = 10$ m/s 的初速度滑到水平面上, A 与水平面间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 若以 v_0 的方向为正方向, g 取 10 m/s², 则在 10 s 内物体受到的冲量为 _____ ()

- A. $80 \text{ N} \cdot \text{s}$ B. $-80 \text{ N} \cdot \text{s}$
C. $40 \text{ N} \cdot \text{s}$ D. $-40 \text{ N} \cdot \text{s}$

考点2 用图象法求变力的冲量

如果力随时间变化时, 可以用图象法求变力的冲量, 以时间为横轴, 力为纵轴, 当力随时间变化时, 力随时间变化的关系图线如图 8-1-2 所示, 该图线与时间轴围成的面积(图中阴影部分)在量值上表示了力的冲量的大小, 所以, $F-t$ 图线与时间轴所围面积表示了一段时间内力 F 冲量的大小。通过求变力的冲量, 由冲量定义式, 还可求出这一段时间内的平均力 $\bar{F} = \frac{I}{t}$ 。

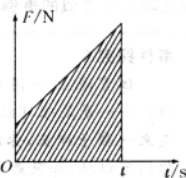


图 8-1-2

间轴所围面积表示了一段时间内力 F 冲量的大小。通过求变力的冲量, 由冲量定义式, 还可求出这一段时间内的平均力 $\bar{F} = \frac{I}{t}$ 。

例2 将一根粗细均匀的长木棒竖直匀速按入水中, 如果在第 1 秒内浮力对木棒的冲量为 I_0 , 则第 n 秒内浮力对木棒的冲量是多少?

解析 设木棒的截面积为 S , 木棒浸入水中的深度为 x , 根据阿基米德定律, 木棒所受的浮力为 $F = \rho_{\text{水}} g S x$ 。由于木棒是匀速进入水中的, 故有 $x = vt$, 所以木棒所受浮力为 $F = \rho_{\text{水}} g S v t$ 。

式中 $\rho_{\text{水}}$ 、 g 、 S 、 v 均为常数, 故可写作 $F = kt$, 其中

$$k = \rho_{\text{水}} g S v \text{ 即浮力 } F \text{ 与 } t \text{ 成正比。}$$



作 $F-t$ 图象,如图 8-1-3 所示, OA 线与时间及 F 轴的平行线所围成的面积表示浮力的冲量大小。

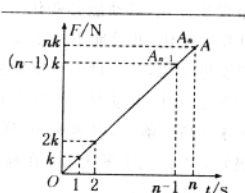


图 8-1-3

浮力 F 在第 1 秒内的冲量为 $I_0 = \frac{1}{2}k \cdot 1 = \frac{1}{2}k$

浮力在第 n 秒内的冲量为

$$I_n = \frac{1}{2}[(n-1)k + nk] = \frac{1}{2}k(2n-1) = (2n-1)I_0$$

答案 $(2n-1)I_0$

评析 如果力 F 随时间变化,求 F 在一段时间内的冲量问题中,可根据 F 随时间变化关系作出 $F-t$ 图线, $F-t$ 图线下面面积即为一段时间内变力 F 冲量的大小。

活学活用

例 2 中前 n 秒内浮力对木棒的冲量为多少?

考点 3 动量变化的计算

设初状态时物体的动量为 p ,末状态时物体的动量为 p' ,则物体的动量变化 $\Delta p = p' - p$ 。式中 p 、 p' 、 Δp 均为矢量,须按矢量运算规则进行运算。具体情况见本节疑难点 6 所述。此外动量变化的求解还可利用动量定理(下一节学习)。

例 3 如图 8-1-4 所示,在光滑的水平面上一质量为 $m_1 = 1 \text{ kg}$ 的小球 A 以速度 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 向右运动,同时,另一质量 $m_2 = 3 \text{ kg}$ 的小球 B 以速度 $v_2 = 20 \text{ m/s}$ 向左运动,它们运动的轨迹在同一直线上, A、B 两球相碰后粘在一起,以速度 $v = 12.5 \text{ m/s}$ 一起向左运动,求相碰的过程中, A、B 两球动量的变化 Δp_A 、 Δp_B 各为多少? 方向如何?

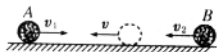


图 8-1-4

解析 本题的关键是选定正方向,并确定两球相碰前后各自的动量。

以向右为正方向,对于 A 球,相碰前的动量向右, $p_1 = m_1 v_1 = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,相碰后的动量向左, $p_2 = m_1 v = -12.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。

则 A 球动量的变化 $\Delta p_A = p_2 - p_1 = (-12.5 - 10) \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -22.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,是负值,表示 Δp_A 的方向向左。

对于 B 球,相碰前的动量向左,且 $p'_1 = m_2 v_2 = -60 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,相碰后的动量还是向左,则 $p'_2 = m_2 v = -37.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。

则 B 球动量的变化 $\Delta p_B = p'_2 - p'_1 = 22.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,是正值,表示 Δp_B 的方向向右。



答案 $\Delta p_A = -22.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向向左; $\Delta p_B = 22.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,方向向右。



评析 在求物体动量的变化时,正方向的选定可以是任意的,确定了正方向后,已知量必须用正负号表示,对于结果的正负,要理解它的物理意义。

活学活用

一个质量是 0.1 kg 的钢球以 6.0 m/s 的速度向右运动,碰到一个坚硬的障碍物后弹回,沿同一直线以 6.0 m/s 的速度向左运动。碰撞前后钢球的动量有没有变化? 变化了多少? 动量变化的方向怎样?

例 4 如图 8-1-5 所示,一个质量是 0.2 kg 的钢球,以 2 m/s 的速度斜射到坚硬的大理石板上,入射的角度是 45° ,碰撞后被斜着弹出,弹出的角度也是 45° ,速度仍为 2 m/s 。你能不能用作图法求出钢球动量变化的大小和方向?

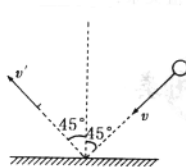


图 8-1-5

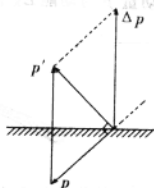


图 8-1-6



解析 动量变化量 $\Delta p = p' - p$ 可写成 $p' = \Delta p + p$ 。

即矢量 p' 可看成是矢量 Δp 和 p 的合矢量,也就是说 p' 是以 Δp 和 p 为邻边的平行四边形的对角线。如图 8-1-6。由于 p' 和 p 互相垂直且等大,所以 Δp 方向竖直向上,大小为 $\sqrt{2}mv = \sqrt{2} \times 0.2 \times 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.57 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。



答案 见解析



急转弯

林中有五只鸟,猎手射死了一只,另外四只为何未飞走?



评析 动量是矢量,其运算法则应遵循矢量运算法则,即平行四边形定则或矢量三角形定则。一般求矢量的改变量用矢量三角形定则比较简单。

活学活用

一个质量为 m 的物体,在光滑的水平面上以线速度 v 做半径为 R 的匀速圆周运动,则从图 8-1-7 所示的 A 点运动到 B 点,物体的动量变化为_____。

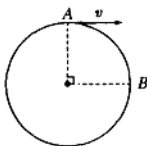


图 8-1-7

课时知能小试



1. 冲量: _____ 和 _____ 的乘积叫做冲量,定义式为_____。

冲量是_____ (填“矢量”或“标量”),它的方向由_____ 决定。若力的方向不变,冲量的方向跟力的方向相同。

在国际单位制中,冲量的单位是_____,符号是 $N \cdot s$ 。

2. 动量: 物体的 _____ 和 _____ 的乘积叫做动量,定义式为_____。

动量是_____ (填“矢量”或“标量”),它的方向与 _____ 的方向相同。

在国际单位制中,动量的单位是_____,符号是_____。

动量的单位跟冲量的单位是_____ (填“相同”或“不同”)的。

3. 冲量、动量、动量的变化都是矢量,它们的运算服从矢量运算规则。计算一条直线上的动量的变化时,应选定一个 _____,这样就可使动量的矢量运算简化为代数运算。

4. 动量 p 与动能 E_k 间的量值关系: _____。



1. 质量为 m 的物体放在水平地面上,在与水平方向成 θ 角的拉力 F 作用下由静止开始运动,经过时间 t 速度达到 v ,在这段时间内拉力 F 和重力的冲量大小分别为 ()

- A. $Ft, 0$ B. $Ft \cos \theta, 0$
C. $mv, 0$ D. Ft, mgt

2. 对于质量不变的物体,下列说法中正确的是 ()

- A. 物体的动量改变,一定是速度大小改变
B. 物体的动量改变,一定是速度方向改变
C. 物体的运动速度改变,其动量一定改变
D. 物体的运动状态改变,其动量一定改变

3. 对于任何一个固定质量的物体,下列叙述中正确的是 ()

- A. 物体的动量发生变化,其动能必变化
B. 物体的动量发生变化,其动能不一定发生变化
C. 物体的动能发生变化,其动量不一定发生变化
D. 物体的动能发生变化,其动量必发生变化

4. 质量为 m 的钢球自高处落下,以速率 v_1 碰地,竖直向上弹回,碰撞时间极短,离地的速率为 v_2 。在碰撞过程中,钢球动量改变量的方向和大小为 ()

- A. 向下, $m(v_1 - v_2)$ B. 向下, $m(v_1 + v_2)$
C. 向上, $m(v_1 - v_2)$ D. 向上, $m(v_1 + v_2)$

5. 物体沿倾角为 θ 的斜面匀速滑下,在整个过程中 ()

- A. 重力的冲量最大 B. 弹力的冲量最大
C. 摩擦力的冲量最大 D. 三个力的冲量一样大

6. 甲、乙两质量相等的小球自同一高度以相同的速率抛出,甲做平抛运动,乙做竖直上抛运动,则从抛出到落地的过程中 ()

- A. 乙球动量的增量小于甲球动量的增量
B. 乙球所受重力的冲量大于甲球所受重力的冲量
C. 两球所受重力的冲量相等
D. 两球落地时动量相同

7. 质量为 10 kg 的物体,当其速率由 3 m/s 变为 4 m/s 时,它的动量变化量 Δp 的大小不可能是 ()

- A. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ B. $50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
C. $70 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ D. $90 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

8. 如图 8-1-8 所示, p 和 p' 分别表示物体初、末状态的动量矢量,方向在一条直线上(图中错开画了)。物体质量为 10 kg ,图中长矢量对应的速率为 3 m/s ,短矢量对应的速率为 1.5 m/s ,则下列①②③④图中表示“动量变化”相同的是 ()

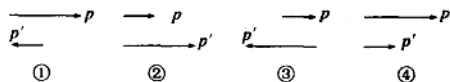


图 8-1-8

- A. ①② B. ①③
C. ②③ D. ②④

9. 将质量为 0.10 kg 的小球从离地面 20 m 高处竖直向上抛出,抛出时的初速度为 15 m/s ,当小球落地时,求:

- (1) 小球的动量(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$);
(2) 小球从抛出至落地过程中动量的增量;
(3) 小球从抛出至落地过程中受到的重力的冲量。

10. 如图 8-1-9 所示, 水平面上有甲、乙两个质量均为 m 的物体, 甲以角速度 ω 绕半径为 R 的圆逆时针做匀速圆周运动, 当它过 A 点时刻, 物体乙在水平恒力 F 作用下开始运动. 问 F 满足什么条件时, 两物体在运动过程中的某一时刻具有相同的动量?

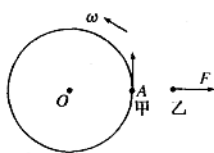


图 8-1-9

2. (2003 年全国高考) 若航天飞机在一段时间内保持绕地心做匀速圆周运动, 则 ()
- A. 它的速度的大小不变, 动量也不变
B. 它不断地克服地球对它的万有引力做功
C. 它的动能不变, 引力势能也不变
D. 它的速度的大小不变, 加速度等于零

学涯科海漫步

穿甲弹与钻地炸弹

穿甲弹又名尾翼稳定脱壳穿甲弹, 它的出现给坦克带来巨大灾难. 穿甲弹的威力主要取决于两大因素: 一是弹头的尖锐与坚硬程度, 二是穿甲弹击中坦克前瞬间的动量. 因此在外形上具有尖长的特征, 在弹头材料上多选用高密度的钨合金或贫铀材料. 其动量的大小取决于弹丸质量和火炮发射的初速度, 显然弹丸质量不能无限制地增大, 因此为提高穿甲弹的威力, 另一有效的途径就是提高其发射的初速度, 以增大其动量. 现代穿甲弹一般穿甲能力在能击穿 250 mm~400 mm 匀质钢板, 有的甚至更高.

钻地炸弹诞生于海湾战争, 当时美军用 GBU-28 激光制导钻地炸弹, 对伊拉克军队地下设施及掩体给予了沉重打击, 以至于后来发生的伊拉克战争中, 部分伊拉克民众拒绝进入防空掩体. 钻地炸弹的弹体分为三部分——制导舱、战斗部舱、尾舱. 为提高其威力, 在形体方面也采用尖长形, 弹头多用贫铀材料以提高其强度, 另外为增加其钻地深度, 钻地炸弹的质量非常大. 发射时也常在高空发射, 以增大其着地时的速度. 由于有很大的质量及着地速度, 钻地炸弹的钻地能力非常惊人. 如 GBU-28 钻地炸弹, 最大直径只有 0.44 m 而长却有 5.84 m, 全重达 2.5 吨, 内有 306 kg 高性能炸药. 它可钻入 6 m 深的加固混凝土或 30 m 深的土地. 钻地炸弹的另一特点是装有智能引信, 其核心部件是微型固体加速计, 可随时将钻地的有关数值与内装程序比较, 以确定钻地深度, 适时引爆.

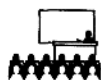
穿甲弹与钻地炸弹用途虽然不同, 但为了提高它们的威力, 有一点是相同的, 都是合理地增大其击中目标前的动量!



1. (2001 年全国高考) 下列是一些说法:

- ①一质点受两个力作用且处于平衡状态(静止或匀速), 这两个力在同一段时间内的冲量一定相同
②一质点受两个力作用且处于平衡状态(静止或匀速), 这两个力在同一段时间内做的功或者大小都为零, 或者大小相等符号相反.
③在同样时间内, 作用力和反作用力的功大小不一定相等, 但正负号一定相反
④在同样时间内, 作用力和反作用力的功大小不一定相等, 正负号也不一定相反
以上说法正确的是 ()

- A. ①② B. ①③
C. ②③ D. ②④



第二节 动量定理

知识悟本寻源

事件探究

某直升飞机质量为 m , 由静止竖直向上起飞, 其升力与重力的合力为 F , 作用时间 t 后, 飞机速度为 v , 那么合力 F 在时间 t 内的冲量与飞机动量的改变量有什么联系呢?

概括领悟 正是合力 F 在时间 t 内的冲量, 使飞机的动量发生了改变.

铸就真知 飞机的加速度为 $a = \frac{F}{m}$, 所以时间 t 内 F 的冲量为 $Ft = mat = mv$, 而飞机动量的变化量为 $\Delta p = mv - 0 = mv$, 可见合外力对飞机的冲量等于飞机动量的变化量, 这个关系叫动量定理.



试对下联 死(奇联)



认知通览明鉴

训练点

1. 动量定理

内容: 物体所受合外力的冲量等于它的动量变化量。

$$\text{公式: } Ft = p' - p \text{ 或 } Ft = mv' - mv.$$

(1) 公式中 Ft 是指合外力的冲量, 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。

(2) 动量定理中的冲量和动量都是矢量, 上述公式为矢量式, 运用它分析问题时要特别注意冲量、动量及动量变化量的方向, 等号的两边不但大小相同, 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可将矢量运算转化为代数运算。

(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, 对物体系统, 只需分析系统所受的外力, 不必考虑系统内力, 因为系统内力的作用不改变整个系统的总动量, 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。

(4) 动量定理揭示了冲量与动量变化量间的关系, 即合外力的冲量是引起物体动量变化的原因, 描述了力对时间的积累效果——产生动量变化。

疑难点

2. 对动量定理的理解

(1) 动量定理指出冲量的作用效果并非使物体产生动量, 而是使物体的动量发生变化, 合外力的冲量是导致物体状态变化的外在原因, 而动量的变化是合外力冲量作用后的必然结果。

(2) 动量定理是利用牛顿第二定律和运动学公式在恒力条件下推导出来的, 但动量定理比牛顿第二定律应用的范围更广, 一般来说, 能用牛顿第二定律解决的问题, 用动量定理也能解决, 但对于变力问题, 如碰撞、打击、爆炸等作用时间极短、物体间相互作用力很大且变化很快的问题, 用牛顿第二定律不易解决, 但利用动量定理却能较容易地处理。

3. 牛顿第二定律的动量表达式

$$\text{由牛顿第二定律得: } F = ma = m \frac{v' - v}{\Delta t} = \frac{p' - p}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{即}$$

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, 这是牛顿第二定律的另一种表达式: 物体所受合外力 F 等于物体动量的变化率 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ 。

4. 动量定理和动能定理的区别与联系

(1) 动量定理反映的是合外力冲量与物体动量变化的关系, 是两个矢量之间的关系。

动能定理反映的是合外力的功与物体动能变化的关系, 是两个标量之间的关系。

(2) 有外力作用(合外力不为零), 这个外力对物体一定有冲量, 物体的动量一定变化。

有外力作用(合外力不为零), 这个外力对物体有可能不做功, 物体的动能不一定变化。

如做匀速圆周运动的物体, 在一段时间 t (t 不等于其运动周期) 内, 物体的动量一定变化, 而向心力不做功, 则物体的动能不变。

建议点

5. 一定要弄清动量和冲量的不同点与联系, 动量和冲量都是矢量, 动量是状态量, 冲量是过程量, 计算冲量必须明确是哪个力在哪段时间内的冲量, 从而进一步求得合外力的冲量。

6. 明确动量定理的表达式是矢量式, 但在—维情况下的矢量式, 选定了正方向后, 可写成代数式, 并要特别注意各个量的正负。

7. 动量定理是一个过程的物理规律, 应用动量定理分析问题时应注意: (1) 两条思路, 一是通过分析动量变化判断物体受冲量的情况; 二是通过分析物体受冲量情况来判断物体的动量变化。(2) 研究对象是单个物体或物体系统, 对复杂过程运动可分段列式, 也可整体列式。

8. 应用动量定理解题的步骤

(1) 明确研究对象及研究过程;

(2) 对研究对象受力分析, 确定研究过程各力的冲量值;

(3) 选好正方向, 确定研究对象始、末态的动量;

(4) 列方程 $I_{\text{合}} = mv_t - mv_0$ 后, 再进行求解运算。



方法能力导训

考点1 应用 $F \cdot \Delta t = \Delta p$ 分析一些物理现象

由上式可以看出若保持 Δp 一定, 则力作用时间越短, 力 F 就越大, 因此在需要增大作用力时, 可尽量减少作用时间, 如打击、碰撞等问题, 由于作用时间短, 作用力较大, 反之, 作用时间越长, 力 F 就越小, 如利用海绵或弹簧的缓冲作用来延长作用时间。

例1 杂技表演时, 常可看见有人用铁锤猛击放在“大力士”身上的大条石, 石裂而人不伤, 这是什么道理? 请加以分析。

解析 设条石在冲击力为 F_0 时就裂开, 取条石质量为 M , 铁锤质量为 m , 取铁锤为研究对象, 锤打击条石前瞬间速度为 v , 反弹速度为 v' , 如图 8-2-1 所示, 根据动量定理有 $(F - mg)\Delta t = m(v + v')$

$$F = \frac{m(v + v')}{\Delta t} + mg.$$

当 Δt 很短时, F (打击力) 很大, $F > F_0$, 则条石裂开。

而对条石下面的人来说, 原来所受压力为 Mg , 打击条石时所受的压力为 $F' = Mg + \Delta p/t$, 由牛顿第三定

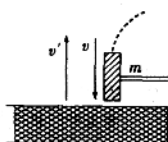


图 8-2-1



精彩妙对

“五”(“九一八”事变令全国同胞义愤填膺, 此联表达了中国人宁愿站着死, 不愿倒着生的卫国决心, 字数少到极点是—奇, 倒写的“生”字更是奇上加奇, 在对联中绝无仅有)