

QQ教辅

QQJIAOFU

根据新课标编写 适合各种版本教材



一本全

新课标 解题方法 高一——理

主 编：孙 伟

副主编：林彦丽

编 委：李 晶

朱秀波

李莉蓉

徐 欢

于景礼

刘银龙

王 丹

袁 帅

张国强

武传伟

选修 3-5

延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新课标解题方法·高中物理(选修3-5)/孙伟主编.
—延吉:延边大学出版社,2008.5
ISBN 978-7-5634-2443-6

I. 新… II. 孙… III. 物理课—高中—解题 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第027920号

新课标解题方法·高中物理(选修3-5)

主编:孙 伟

责任编辑:秀 豪

出版发行:延边大学出版社

社址:吉林省延吉市公园路977号 邮编:133002

网址:<http://www.ydcbs.com>

E-mail: ydcbs@ydcbs.com

电话:0433-2133001 传真:0433-2733266

印刷:大厂回族自治县兴源印刷厂

开本:880×1230 1/32

印张:26.125 字数:471千字

印数:1—10000

版次:2008年5月第1版

印次:2008年5月第1次印刷

ISBN 978-7-5634-2443-6

定价:42.00元(共5册)



前言

《高中物理解题方法》是按照《新课标》体系编写出的一套解题方法丛书。这套丛书重视对物理思想方法的考查,在解答过程中都蕴含着重要的物理思维方式及解题技巧,教给学生解决问题的方法和技巧。

知识是基础,思想是深化,方法是手段。提高学生对物理思想方法的认识和应用,综合提高学生的物理解题能力是本书的宗旨。

本书的作者都是具有多年教学经验的一线特、高级教师,通过对具有代表性的例题、习题,以及历年来高考中出现的经典试题,进行全面细致的分析和讲解,帮助学生探索解题规律,掌握解题技巧,提高解题能力。

下面介绍本书各栏目及其特点。

一、知识梳理

通过对考点的分析、解读,使学生掌握学习重点,明确学习目标,做到有的放矢,力求使学生通过学习和思考逐步提高独立解题的能力,使解题更加迅速、准确。

二、经典及拓展例题详解

通过对经典例题的分析,帮助学生理解物理中的常用方法(如:假设法、控制变量法、理想实验法、整体分析和隔离分析法等解题方法),认识和构建物理知识间的联系;通过对经典例题的点评,帮助学生找准解物理题的关键,避免思维误区,让学生亲身体验物理解题、发展、深化,并学会建立物理模型的全过程,追求用最短的时间、最有效的方法来迅速提高学生分析问题和解决问题的能力;遵循举一反三、一通百通的原则,注重解题思





高中物理(选修3-5)

路、方法、技巧的培养,更好地领悟、归纳、概括和运用所学知识,激发学生主动学习、主动探讨、主动解题,学中求乐的积极性。

三、经典及拓展题训练

习题的编选由浅入深,涵盖内容广泛,题量充足,题型新颖、灵活、开放,体现了方法与能力训练的完美结合,使学生边学边练,夯实基础,获得能力,轻松迎考。此外,书中精选2007年各地高考真题,并分析命题思想。

由于编者水平所限,编写过程中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以期在今后的修订中进一步完善提高。





目 录

第一章 碰撞与动量守恒	1
第一节 动量变化与冲量的关系	2
第二节 动量守恒定律	10
第三节 动量守恒定律在碰撞中的应用	21
第四节 反冲运动 火箭	32
第五节 自然界中的守恒定律	42
第一章 动量章末单元测试题	54
第二章 波粒二象性	61
第一节 黑体辐射 能量量子化	61
第二节 光电效应 光子说	67
第三节 康普顿效应 光的波粒二象性	75
第四节 德布罗意波 不确定性关系	79
第二章 波粒二象性章末单元测试题	85
第三章 原子结构	94
第一节 电子的发现	94
第二节 原子结构	99
第三节 氢原子光谱	104
第四节 玻尔原子模型 能级	109
第五节 光谱 光谱分析 激光	117
第三章 原子结构章末单元测试题	123





第四章 原子核	127
第一节 原子核的组成	128
第二节 原子核的衰变	134
第三节 探测射线的方法	141
第四节 放射性的应用与防护	146
第五节 核力与核结合能	151
第六节 重核裂变及其应用	158
第七节 轻核聚变及其应用	166
第四章 原子核章末单元测试题	172



第一章 碰撞与动量守恒

第

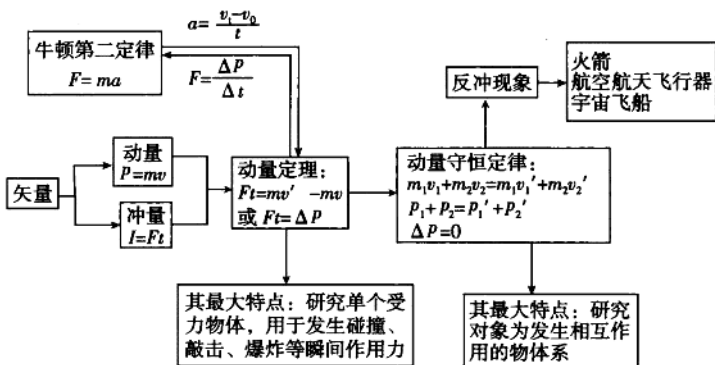
一

章

碰撞与动量守恒



一、知识网络



二、高考考点、考纲要求

知识点	要 求	说 明
动量、冲量, 动量定理	II	
动量守恒定律	II	
碰撞	II	
航天技术的发展和宇宙航行	I	
动量知识和机械能知识的应用	II	





三、复习指导

第

章

碰撞与动量守恒

本专题包括动量和冲量两个基本概念及动量定理和动量守恒定律两条基本规律。

冲量是力对时间的累积,是过程量;动量是物体机械运动量的量度,是状态量;动量定理表明了力对时间的累积效应使物体的动量发生改变;物体在相互作用时物体间有动量的传递,但在系统外力的冲量为零时,物体系统的总动量将不改变,即动量守恒。

动量守恒定律比牛顿运动定律的适用范围更广泛,是自然界普遍适用的基本规律之一。

《考试大纲》对本章的要求很高,大都为Ⅱ级要求,本章内容是高考考查的重点之一。

由于应用动量守恒定律解决的问题过程较复杂,又常常跟能量守恒综合考查,使得应用动量守恒定律求解的题目难度较大,加之动量定理、动量守恒定律都是矢量方程,这也给应用这些规律解决问题增加了难度。

所以,本章也是高中物理复习的难点之一。

第一节 动量变化与冲量的关系

一、重要知识点分析

1. 动量和冲量

动量 $p = mv$ 是矢量,只要 m 的大小、 v 的大小和 v 的方向三者中任何一个或几个发生了变化,动量 p 就发生变化。 p 和 v 是同方向的。

2. 冲量

(1) 定义:力和作用时间的乘积,叫做该力的冲量, $I = Ft$ 。



(2) 冲量是过程量,表示力在一段时间内所积累作用效果.

(3) 冲量是矢量,其方向由动量变化的方向决定,如果在作用时间内力的方向不变,冲量的方向就与力的方向相同.

(4) 求冲量的方法: $I = Ft$ 适用于求恒力的冲量,变力的冲量用动量定理求, $I = \Delta p$.

二、难点、误点知识点辨析

1. 动量和动能的关系: $p^2 = 2mE_k$, 动量和动能的最大区别是动量是矢量,动能是标量.

2. 动量的变化量 Δp 也是矢量,其方向与速度的改变量 Δv 的方向相同,可以跟初动量的方向相同(同一直线,动量增大);可以跟初动量的方向相反(同一直线,动量减小);也可以跟初动量的方向成某一角度,且一定跟合外力的冲量的方向相同.

$\Delta p = p_t - p_0$, 此式为矢量式,若 p_t 、 p_0 不在一直线上时,要用平行四边形定则(或矢量三角形法)求矢量差(两个矢量对着的对角线).

若在一直线上,先规定正方向,再用正、负表示 p_t 、 p_0 . 则可用 $\Delta p = p_t - p_0 = mv_t - mv_0$ 进行代数运算求解.

三、经典及拓宽题详解

例 1 一个质量为 m 的小球以 v_0 的速度与竖直墙壁发生碰撞,碰撞后小球以原速弹回,如图 1-1-1 所示,分析在撞墙的过程中小球动量的变化.



解: 取末动量的方向为正方向: 则末动量 $p_2 = mv_0$

初动量 $p_1 = -mv_0$ 动量的变化量

$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv_0 - (-mv_0) = 2mv_0$$

图 1-1-1

点评: 求同一直线上动量的变化关键是选好正方向,把初动量和末动量的变化矢量式化为代数式,即与正方向相同取正,相反去负再进行代数运算.

例 2 如图 1-1-2 所示,将质量 $m = 1\text{kg}$ 的物体以 $v_0 = 10\text{m/s}$ 的速



高中物理(选修3-5)

度水平抛出去, 1s 末物体的速度大小为 $v = 10\sqrt{2}\text{m/s}$, 方向与水平成 45° 角. 求这 1s 内物体的动量变化及重力的冲量, 并讨论动量变化与重力的冲量有何关系(g 取 10m/s^2), 设忽略阻力的影响.

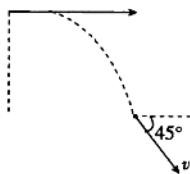


图 1-1-2

解: 不论物体是平抛, 竖直上抛或竖直下抛, 物体只受重力, 冲量的方向竖直向下, 大小设为 I , 则 $I = mgt = 10\text{N} \cdot \text{s}$

设 1 秒末竖直分速度为 v_y , 则 $v^2 = v_0^2 + v_y^2$

$\therefore v_y = 10\text{m/s}$ 动量变化量 $\Delta p = mv_y = 10\text{kg} \cdot \text{m/s}$

由上述计算可知, 动量变化和冲量相等.

点评: 在平抛物体运动中, 求动量变化用物体所受到的冲量比较方便. 如用末动量减去初动量, 由于不在同一直线上非常麻烦, 可见动量变化和冲量相等的规律解决问题比较方便.

例 3 将质量相同的两个物体从距地面高 h 处以相同的速率同时抛出, 一个物体水平抛出, 另一物体竖直向上抛出, 试比较落地瞬间两物体的速度, 动量, 动能和重力的瞬时功率?

解: 如图 1-1-3 所示, 两物体落地瞬间速率, 分别为 v_1 和 v_2 , 根据机械能守恒, 以地面为零势能面则

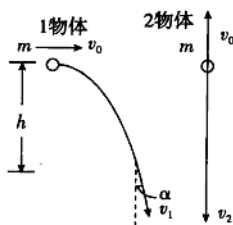


图 1-1-3

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh &= \frac{1}{2}mv_1^2 \\ \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh &= \frac{1}{2}mv_2^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_1 = v_2$$

所以速率相等, 但由于速度方向不同, 所以速度不同;

同理, 由动量 $p = mv$, 可知动量的大小相等, 但动量方向不同, 所以动量不同;

又因为动能是标量, 由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 可知落地时动能相等.

根据瞬时功率的表达式 $p_t = mg \cdot v \cdot \cos\theta$, 可知, 落地时两物体的重



力瞬时功率不同.

点评:在抛体运动中求动量时利用动能定理或机械能守恒比较方便. 注意区别速度, 动量, 动能之间的关系前两者是矢量, 后者是标量.

例4 光滑水平面上, 一个匀速运动的物体质量为 m , 在 t 秒内发生的位移为 s , 试求: 这段过程中各力对物体的冲量及其所做的功.

解: 受力分析如图 1-1-4: 则: $I_N = N \cdot t = mg \cdot t$, 方向竖直向上

$I_G = mg \cdot t$, 方向竖直向下,

$W_N = N \cdot s \cdot \cos 90^\circ = 0$

$W_G = N \cdot s \cdot \cos 90^\circ = 0$

点评:通过分析可以看出求冲量利用力和时间的乘积, 而求功要看是否有位移它们反映的是力的不同物理意义.

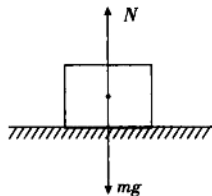


图 1-1-4

例5 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, 地面对钢球的冲量的方向和大小为 ()

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, $m(v_1 + v_2)$

分析

在碰撞时间内, 因碰撞时间极短, 地面对钢球的作用力远大于钢球的重力. 可认为合力为地面对钢球的作用力为 F , 由动量定理得: $I = Ft = mv_1 + mv_2$ (注意, 动量的变化具有矢量性).

答案: D

点评:具体表述应明确: 设正方向, 一般取作用力 N 的方向为正方向, 则有 $(N - mg)t = mv_2 - (-mv_1)$, 所以整理得 $N = (mv_2 + mv_1)/t + mg$, 当 t 极短时, $(mv_2 + mv_1)/t \gg mg$, 故可忽略掉 mg , 若无 t 极短, 则 mg 不能忽略.



例6 物体A和B用轻绳相连挂在轻质弹簧下静止不动,如图1-1-5(1)所示,A的质量为 m ,B的质量为 M ,当连接A、B的绳突然断开后,物体A上升经某一位置时的速度大小为 v ,这时物体B的下落速度大小为 u ,如图(2)所示,在这段时间里,弹簧的弹力对物体A的冲量为 ()

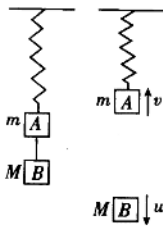
A. mv

B. $mv - Mu$ (1)

C. $mv + Mu$

D. $mv + mu$ (2)

图1-1-5

**分析**

根据动量定理 $I = mv - mv_0$ 对于B: $Mgt = Mu$ ①

对于A: $I_{\text{弹}} - mgt = mv - 0$ ②

由① $t = u/g$ 代入② $I_{\text{弹}} = mv + mu$ 所以D对.

答案:D

点评:在分析本题时,应注意对物体A、B的作用力所产生的冲量的等时性.同时,运用动量定理解题,要注意受力分析,注意不要漏掉物体所受的重力.

例7 物体在恒定的合力 F 作用下作直线运动,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. $I_1 = I_2, W_1 < W_2$

答案:B

例8 在光滑水平面上有质量均为2kg的a、b两质点,a质点在水平恒力 $F_a = 4\text{N}$ 作用下由静止出发运动4s,b质点在水平恒力 $F_b = 4\text{N}$ 作用下由静止出发移动4m,比较这两质点所经历的过程,可以得到的正确结论是 ()

A. a质点的位移比b质点的大

B. a质点的末速度比b质点的末速度小





- C. 力 F_a 做的功比力 F_b 做的功多
D. 力 F_a 的冲量比力 F_b 的冲量小

分析

两物体的加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} = 2\text{m/s}^2$. a 物体的位移 $s_a = \frac{1}{2}at^2$
 $= \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 = 16\text{m} > s_b = 4\text{m}$, 4s 末 a 的速度 $v_a = at = 2 \times 4 = 8\text{m/s}$

b 物体运动 4m 时的速度, $v_b = \sqrt{2as_b} = \sqrt{2 \times 2 \times 4} = 4\text{m/s}$
 $v_a > v_b$, B 不选.

$W_a = F \cdot s_a = 4 \times 8 = 32\text{J}$, $W_b = 4 \times 4 = 16\text{J}$, C 正确.

$I_a = Ft_a = 4 \times 4 = 16\text{N} \cdot \text{s}$, 对 b 物体: $t_b = \sqrt{\frac{2s_b}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{2}} = 2\text{s}$,
 $\therefore I_b = 4 \times 2 = 8\text{N} \cdot \text{s} < I_a$, D 不选.

答案: AC

点评: 比较物理量的大小关系应学会先根据物理规律定量表示,再定性分析的方法.

第
一
章

碰撞与动量守恒



四、经典及拓展题训练

- 下列说法中正确的是 ()
 - 火车的动量一定比汽车大
 - 两个物体的动量相同时,质量大的速度一定小
 - 高速飞行的子弹的动量一定比低速行驶的轮船的动量大
 - 动量大的物体运动得快
- 甲物体的质量为 2kg ,受到 10N 力的作用,乙物体的质量为 1kg ,受到 20N 力的作用,则两物体受到的冲量大小 ()
 - 一样大
 - 甲受到的冲量大
 - 乙受到的冲量大
 - 条件不足,无法比较
- 放在水平桌面上的物体质量为 M ,用一个 $F(\text{N})$ 的水平推力推它 T





高中物理(选修3-5)

(s),但它始终不动,那么在 $T(s)$ 内,推力对物体的冲量应为 ()

- A. 0
B. $(F \cdot T)N \cdot s$
C. $(Mg \cdot T)N \cdot s$
D. 无法计算

4. 质量为 m 的物体放在光滑水平地面上,在与水平方向成角的恒定推力 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. $Ft \cos \theta; 0$
C. $Ft; mgt$
D. $Ft \cos \theta; mgt$

5. 下列几种说法中,错误的是 ()

- A. 某一物体的动量发生了变化,一定是物体的运动速度的大小发生了变化
B. 某一物体的动量发生了变化,一定是物体运动的速度方向发生了变化
C. 物体的运动速度发生了变化,其动量一定发生了变化
D. 物体的运动状态发生了变化,其动量一定发生了变化

6. 下列说法中正确的是 ()

- A. 速度大的物体,它的动量一定也大
B. 动量大的物体,它的速度不一定大
C. 只要物体的动量发生变化,它的速度大小一定发生变化
D. 竖直上抛的物体经过空中同一点的动量相同

7. 关于冲量和动量,下列说法正确的是 ()

- A. 冲量是反映力的作用时间累积效果的物理量
B. 动量是描述物体运动状态的物理量
C. 冲量是物体动量变化的原因
D. 冲量方向与动量方向一致

8. 某物体受到 $-2N \cdot s$ 的冲量作用,则 ()

- A. 物体原来的动量方向一定与这个冲量的方向相反
B. 物体的末动量一定是负值
C. 物体的动量一定减少



D. 物体的动量增量一定与规定的正方向相反

9. 下列说法正确的是 ()

- A. 物体的动量方向与速度方向总是一致的
- B. 物体的动量方向与受力方向总是一致的
- C. 物体的动量方向与受的冲量方向总是一致的
- D. 冲量方向总是和力的方向一致

10. 下列说法错误的是 ()

- A. 物体的动量方向, 总与物体所受合外力的方向相同
- B. 静止在地面上的物体, 重力的冲量为恒量
- C. 物体所受的合外力不为零, 物体的动量肯定要发生变化, 但物体的动能不一定变
- D. 物体的动量变化了, 物体的动能肯定也变化

11. 质量相等的 A 、 B 两个物体, 沿着倾角分别为 α 和 β 的两个光滑的斜面, 由静止从同一高度 h_1 开始下滑, 下滑到同样的另一个高度 h_2 的过程中, A 、 B 两物体相同的物理量是

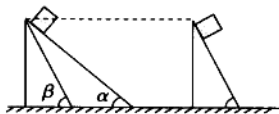


图 1-1-6

()

- A. 所受重力的冲量
- B. 所受支持力的冲量
- C. 所受合力的冲量
- D. 动量改变量的大小

12. 质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小球, 从 $h_1 = 0.8\text{m}$ 高处自由下落, 弹起的高度为 $h_2 = 0.2\text{m}$, 若小球与地面撞击的时间为 0.2s , 求: 地面对小球的平均作用力?

参考答案

1. B 2. D 3. B 4. C 5. AB 6. B 7. ABC 8. D 9. A

10. ABD 解析: 平抛运动的物体, 动量方向与速度方向相同, 而合外力(即重力)方向竖直向下, 故 A 错; 重力的冲量为 mgt , 与时间有关, 不是一个恒量, 故 B 错; 作匀速圆周运动的物体, 动量时刻变化, 但动能不变, 故 D 错。



11. D 解析:令倾角为 θ , 则 $\frac{1}{2}g\sin\theta t^2 = \frac{h_1 - h_2}{\sin\theta}$,

所以 $t = \frac{\sqrt{2g(h_1 - h_2)}}{g\sin\theta}$, 重力 $G = mg$, 支持力 $N = mg\cos\theta$,

合外力 $F = mg\sin\theta$, 易知 A、B、C 不正确, 其中 C 选项中合外力的冲量的大小即动量改变量的大小相同, 但方向不同.

12. 解析:以竖直向下为正方向, 则由 $2gh_1 = v_1^2$ 得 $v_1 = \sqrt{2gh_1}$, 由 $-2gh_2 = 0 - v_2^2$ 得 $v_2 = -\sqrt{2gh_2}$, 由动量定理有 $(mg - \bar{N})t = m(v_2 - v_1)$ 可解. 代入数据得 40N.

第二节 动量守恒定律

一、重点知识点分析

1. 几个重要的概念

系统:发生相互作用的两个或多个物体组成的体系.

外力:来源于系统以外的其他物体的作用力.

内力:来源于系统内部的物体的作用力.

2. 动量守恒定律可以表述为

(1) 内容:若一个系统不受外力或所受合外力为零, 则这个系统的总动量保持不变.

(2) 表达式:以两个物体组成的系统为例

$\Delta p_1 = -\Delta p_2$ 表示两个物体的动量改变大小相等、方向相反.

$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$ 或 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

表示系统内各物体相互作用前的总动量等于各物体相互作用后的总动量.

(3) 成立条件:理想守恒——系统不受外力或者所受外力之和