

系列丛书
教材全练
教材全解

全国优秀出版社精心组织

双色

ANALYSIS OF TEACHING MATERIAL

教材全解

· 系统 细致 丰富 详尽 全面升级 更新换代 ·

《教材全解全练》教育研究中心 总主编

物理·高二上册

换代产品
更全更新
也可作
教师用书

第一章

归纳整合

[知识·构架]

[专题·解读]

[综合·评价]

第一节

[目标·概览]

[思考·交流]

[学法·指津]

[知识·导学]

[技巧·解悟]

[能力·拓展]

[探究·体验]

[习题·解疑]

[自主·评价]

[资料·交流]

山东科学技术出版社



双色

ANALYSIS OF TEACHING MATERIAL

教材全解

《教材全解全练》教育研究中心 总主编

物理·高2上册

本册主编 刘殿岩
副主编 张建凤 裴成明



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

教材全解·高二物理·上册/《教材全解全练》教育研究中心总主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2005

ISBN 7-5331-4044-3

I. 教... II. 教... 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 036945 号

教材全解

高二物理

上册

总主编 《教材全解全练》教育研究中心

本册主编 刘殿岩

副主编 张建凤 裴成明

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)2098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)2098071

印刷者: 山东鸿杰印务有限公司

地址: 淄博市桓台县

邮编: 256400 电话: (0633)8510988

开本: 890mm×1240mm 1/32

印张: 11.75

版次: 2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4044-3

N·509

定价: 16.90 元

目录



第八章 动 量

一、冲量和动量	1
二、动量定理	6
三、动量守恒定律	12
四、动量守恒定律的应用	18
五、反冲运动 火箭	24
归纳整合	29
[知识·构架]	29
[专题·解读]	29
[综合·评价]	33

第九章 机械振动

一、简谐振动	37
二、振幅、周期和频率	43
三、简谐运动的图象	49
四、单摆	55
五、相位	61
六、简谐振动的能量 阻尼振动	61
七、受迫振动 共振	66
归纳整合	70
[知识·构架]	70

[专题·解读]	70
[综合·评价]	73

第十章 机械波

一、波的形成和传播	76
二、波的形象	81
三、波长、频率和波速	88
四、波的衍射	96
五、波的干涉	101
六、驻波	106
七、多普勒效应	107
八、次声波和超声波	111
归纳整合	115
81 [知识·构架]	115
82 [专题·解读]	115
83 [综合·评价]	117

第十一章 分子热运动 能量守恒

一、物体是由大量分子组成的	121
二、分子的热运动	126
三、分子间的相互作用力	132
四、物体的内能 热量	138
五、热力学第一定律 能量守恒定律	145
六、热力学第二定律	152
七、能源 环境	159
归纳整合	163
16 [知识·构架]	163
66 [专题·解读]	163
05 [综合·评价]	166

第十二章 固体、液体和气体

一至七(略)	169
八、气体的压强	169
九、气体的压强、体积、温度间的关系	174
归纳整合	179
[知识·构架]	179
[专题·解读]	179
[综合·评价]	181

第十三章 电 场

一、电荷 库仑定律	184
二、电场 电场强度	192
三、电场线	201
四、静电屏蔽	209
五、电势差 电势	217
六、等势面	225
七、电势差与电场强度的关系	232
八、电容器的电容	238
九、带电粒子在匀强电场中的运动	245
归纳整合	255
[知识·构架]	255
[专题·解读]	255
[综合·评价]	264

第十四章 恒定电流

一、欧姆定律	269
二、电阻定律 电阻率	276
三、半导体及其应用	281
四、超导及其应用	285

第八章

动量

一、冲量和动量

[目标·概览]

1. 理解动量的概念,知道动量的定义,知道动量是矢量.
2. 理解冲量的概念,知道冲量的定义,知道冲量是标量.
3. 理解动量的变化也是矢量,会正确计算一维的动量变化.

[思考·交流]

前面几章我们主要应用牛顿运动定律研究了物体的运动,但对于有些物体的运动直接应用牛顿运动定律就发生了困难,如碰撞、爆炸、打击、反冲等问题.请你分析一下这几类问题有什么共同特点.

解释:这几类问题中物体间作用时间都很短,作用力很大,而且作用力随时间都在不断地变化,并用变化规律很难确定,因此直接应用牛顿运动定律就发生了困难.物理学家在研究这些问题时,引入了动量的概念研究了与动量有关的规律,确立了动量守恒定律.用有关动量的知识,这些问题就容易解决了.

[学法·指津]

1. 动量、冲量是矢量,遵从矢量合成与分解的平行四边形法则.
2. 在计算共线上的动量问题时,选取正方向,与正方向一致的动量取正值,与正方向相反的动量取负值,将矢量运算转化为代数运算.

[知识·导学]

知识点一:什么是冲量?

力 F 和其作用时间 t 的乘积 Ft 叫做力的冲量.冲量是描述力对物体作用的时间累积效应的物理量,只要力和力的作用时间的乘积保持不变,它对物体的作用效果就应该是一样的.特别要注意不能把力对物体的冲量说成是“物体的冲量”.通常用符号 I 表示冲量.定义式: $I = Ft$. 冲量的单位由力的单位和时间的单位共同决定,在国际单位制中,冲量的单位是牛·秒,国际代号为 $N \cdot s$.

冲量的大小计算:公式 $I = Ft$ 只适于恒力冲量的计算;若力 F 在作用时间 t 内是变化的(大小、方向),该力的冲量就不能用上式计算。

冲量方向的确定:冲量是矢量,它的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.如果力的方向在不断变化,如绳子拉物体做圆周运动,则绳的拉力在时间 t 内的冲量,就不能说是力的方向就是冲量的方向.对于方向不断变化的力的冲量,其方向可以通过动量变化的方向间接得出。

能力拓展:冲量是表示物体在力的作用下经历一段时间的累积的物理量,因此,力对物体有冲量作用必须具备力 F 和该力作用下的时间 t 两个条件.换句话说,只要有力并作用一段时间,那么该力对物体就有冲量作用,可见:冲量和力的作用过程有关,冲量是由力的作用过程确定的过程量.计算冲量时一定要明确是分力的冲量还是合力的冲量,如果是计算某个力的冲量必须明确是那个力的冲量。

知识点二:什么是动量?

物体的质量 m 和它运动速度 v 的乘积 mv 叫物体的动量.动量是动力学中反映物体运动状态的物理量,是状态量.因此动量具有瞬时性,即在 m 不变的情况下 p 和 v 瞬时对应,在谈及动量时,必须明确是物体在哪个时刻或哪个状态所具有的动量.同时,由于物体的速度 v 具有相对性,所以物体的动量也具有相对性,在中学阶段,动量表达式中的速度一般是以地球为参考系的。

动量通常用字母 p 表示, $p = mv$. 动量的单位由质量和速度的单位决定.在国际单位制中,动量的单位是千克·米/秒,国际代号为 $\text{kg} \cdot \text{m/s}$. 特别要指出的是,冲量的单位 $\text{N} \cdot \text{s}$ 与动量的单位 $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 是等价的,但这两个单位决不能混用。

动量是矢量,它的方向与物体的速度方向相同,速度(大小、方向)变化则物体的动量必变化。

能力拓展:由于动量是矢量,所以只要物体的速度大小和方向发生变化,动量就一定发生变化.例如做匀速直线运动的物体其动量是恒量,而做匀速圆周运动的物体,由于速度方向不断改变,即使其动量大小不变,但因其方向不断改变,所以其动量是一变量.动量是个状态量。

知识点三:动量的变化量如何求?

动量是矢量,求其变化量可以用平行四边形定则,就是在某过程中的末动量与初动量的矢量差,即 $\Delta p = p' - p$. 在一维情况下可首先规定一个正方向,所有与正方向一致的动量均为正值,所有与正方向相反的动量均为负值.这样可以将矢

量运算简化成代数运算。

注意事项:动量变化 Δp 不是指动量数值的增大或减小,动量的变化也是矢量,其方向由 Δv 的方向决定。

[技巧·解悟]

一、对动量、冲量概念的考查

【例 1】 关于物体的动量,下列说法中正确的是()

- A. 物体的动量越大,其惯性越~~大~~
 B. 同一物体的动量越大,其速度越~~大~~ ✓
 C. 物体的加速度不变,其动量一定不~~变~~ ✗
 D. 运动物体在任一时刻的动量方向,一定是该时刻~~速度~~ ✗ 速度方向

$$v_t = v_0 + at$$

$$I = \Delta p$$

$$Qat = Qv' - ma v$$

解析 物体的动量越大,质量与速度的乘积越大,不一定惯性大,A错。对于同一个物体,质量一定,所以动量越大速度越大,B对。加速度不变,但速度可~~变~~,故C错。动量的方向始终与速度方向相同,D对。

$$p = mv$$

答案:B、D

二、考查动量变化量的求解

【例 2】 一个质量是 0.2 kg 的钢球,以 2 m/s 的速度水平向右运动,碰到一块坚硬的大理石后被弹回,沿着同一直线以 2 m/s 的速度水平向左运动。碰撞前后钢球的动量有没有变化? 变化了多少?

解析 取水平向右的方向为正方向,碰撞前钢球的速度 $v = 2$ m/s,碰撞前钢球的动量为 $p = mv = 0.2 \times 2 = 0.4$ kg·m/s; 碰撞后钢球的速度为 $v' = -2$ m/s,碰撞后钢球的动量为 $p' = mv' = -0.2 \times 2 = -0.4$ kg·m/s, $\Delta p = p' - p = -0.4$ kg·m/s - 0.4 kg·m/s = -0.8 kg·m/s,且动量变化的方向向左。

答案:动量变化的方向向左,变化了 0.8 kg·m/s。

[能力·拓展]

综合题

【例】 如图 8-1-1 所示,一质量为 m 的小滑块沿倾角为 θ 的斜面匀速滑下,经过 t 时间后,求下列小滑块受到的各物理量:(小滑块与斜面间的动摩擦因数为 μ)

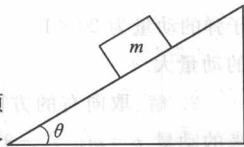


图 8-1-1

- (1) 重力的冲量 I_G ;
- (2) 摩擦力的冲量 I_f ;
- (3) 弹力的冲量 I_N ;

(4) 合外力的冲量 $I_{\text{合}}$;

(5) 物体受到的冲量 I' ;

(6) 斜面对物体的冲量 I'' .

解析 (1) 重力的冲量 $I_G = mgt$; (2) 摩擦力的冲量 $I_f = ft = \mu mg t \cos\theta$;
 (3) 弹力的冲量 $I_N = Nt = mgt \cos\theta$; (4) 合外力的冲量 $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t = 0$; (5) 物体受到的冲量 $I' = I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t = 0$; (6) 斜面对物体的冲量 $I'' = I_f + I_N = -I_G = -mgt$.

方法警示: 通过本题加深对冲量的概念的认识, 理解并掌握计算式 $I = Ft$.

[探究·体验]

【例】 质量为 0.1 kg 的弹性小球从高 1.25 m 处自由下落至一光滑而坚硬的木板, 碰撞后弹回到 0.8 m 高. 求:

(1) 小球与水平板碰撞前后的动量.

(2) 小球与水平板碰撞前后的动量变化. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

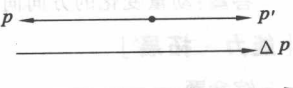
解析 (1) 设小球与水平板碰撞前的速度为 v_1 , 则由自由落体规律得 $v_1 = 5 \text{ m/s}$, 方向竖直向下, 于是小球与平板碰撞前的动量 $p_1 = mv_1 = 0.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 方向竖直向下. 同理小球与水平板碰撞后的动量可由竖直上抛运动求得速度, 得动量 $p_2 = mv_2 = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 方向竖直向上.


(2) 规定竖直向下为正方向, 则 $\Delta p = p_2 - p_1 = -0.4 - 0.5 (\text{kg} \cdot \text{m/s}) = -0.9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 即动量变化的大小为 $0.9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 方向竖直向上.

方法规律: 由小球下落高度 1.25 m 及反弹上升高度 0.8 m 分别求得自由落体过程的末速度 v_1 和上升过程的初速度 v_2 , 即可求得小球与板碰撞前后的动量 p_1 和 p_2 . 正方向的规定不影响结果.

[习题·解疑]

练习一

1. 解: 小孩的动量为 $25 \times 0.5 = 12.5 (\text{kg} \cdot \text{m/s})$. 
 子弹的动量为 $20 \times 10^{-3} \times 800 = 16 (\text{kg} \cdot \text{m/s})$. 子弹的动量大.

2. 解: 取向右的方向为正方向(图 8-1-2). 原来的动量 $p = mv = -8 \times 10^{-3} \times 3 = -2.4 \times 10^{-2} (\text{kg} \cdot \text{m/s})$. 

弹回后的动量 $p' = mv' = 8 \times 10^{-3} \times 2 = 1.6 \times 10^{-2} (\text{kg} \cdot \text{m/s})$.

动量变化 $\Delta p = p' - p = 1.6 \times 10^{-2} - (-2.4 \times 10^{-2}) = 4.0 \times 10^{-2} (\text{kg} \cdot \text{m/s})$

动量变化为正值,表示动量变化的方向向右.

(3) 答:A

[自主·评价]

基础题

1. 斜面体固定在水面上,质量为 m 的物体沿斜面匀速下滑,则物体由斜面顶端下滑到斜面底端的过程中,下述正确的是()

- A. 重力与摩擦力对物体的冲量大小相等
- B. 斜面对物体的弹力的冲量大小为零
- C. 物体所受外力的合力的冲量等于零
- D. 重力对物体做的功与物体克服摩擦力所做的功相等

2. 如图 8-1-3 所示,静止在水平面上的小船连同球的质量总共为 M ,甲、乙两球的质量均为 m ,先以速度 v 水平向左抛出甲球,然后水平向右以大小相同的速度抛乙球,判断抛球过程中甲、乙两球受到的冲量大小关系.

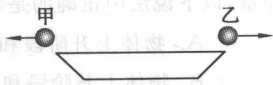


图 8-1-3

3. 质量为 m 的物块以初速 v_0 沿倾角为 θ 的粗糙斜面冲上斜面,滑到 B 点速度为零,然后滑下回到 A 点(图 8-1-4). 关于物块所受的冲量,下述说法中正确的是()

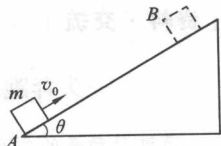


图 8-1-4

- A. 物块上滑过程和下滑过程受到的摩擦力冲量等值反向
- B. 物块上滑过程和下滑过程受到重力的冲量等值同向
- C. 物块从冲上斜面 B 点到返回 A 点的整个过程中所受到各外力冲量的总和方向竖直向下
- D. 物块从冲上斜面到返回斜面底端的整个过程中合外力的冲量总和小于 $2mv$.

4. 一个静止的质量 $m=2\text{ kg}$ 的物体受到 $F=10\text{ N}$ 的水平恒力作用,问:

(1) 经过时间 $t=4\text{ s}$ 物体的速度 v 变为多大?

(2) 如果要使此物体的速度从静止开始在 $t'=1\text{ s}$ 的时间内速度达到 v , 则应将作用力变为多大?

5. 质量为 m 的小球以水平速度 v 垂直撞到竖直墙壁上后,以相同的速度大小反弹回来. 求小球撞击墙壁前后动量的变化.

6. 甲船通过一根轻绳拉着乙船,在水面上匀速运动,乙船上的人用力拉连接

两船的轻绳,使乙船向甲船靠近.不计水对船的阻力.此过程中()

- A. 甲船动量的减少量一定等于乙船动量的增加量
- B. 甲船速度的变化量一定等于乙船速度的变化量
- C. 甲船动量的变化量一定与乙船动量的变化量大小相等而方向相反
- D. 甲船受到的冲量与乙船受到的冲量一定相同

拓展题

7. 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° ,速度大小仍为 2 m/s . 用作图法求出钢球动量变化大小和方向.

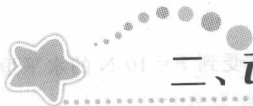
8. 以初速度 v_0 竖直向上抛出一物体,空气阻力不可忽略.关于物体受到的冲量,以下说法中正确的是()

- A. 物体上升阶段和下落阶段受到重力的冲量方向相反
- B. 物体上升阶段和下落阶段受到空气阻力冲量的方向相反
- C. 物体在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,所受各力冲量的总和方向向下

[资料·交流]

一头奔跑的牛与一粒飞行的步枪子弹,谁的动量大

通过对动量的学习,我们知道在物体质量一定的条件下,物体的速度越大,其动量越大.在速度一定的条件下,物体的质量越大,其动量也越大.牛的质量一定大于子弹的质量,但速度小于子弹.因为动量的大小由质量和速度的乘积决定的,只要牛的质量和速度乘积大于子弹的质量和速度的乘积,则牛的动量一定大于子弹的动量.



二、动量定理

[目标·概览]

1. 理解动量定理的确切含义及表达式,知道动量定理的公式 $Ft = p' - p$ 的适用范围为恒力(或变力的平均值)的冲量.
2. 会应用动量定理解释有关的物理现象,能应用动量定理计算相应的物理问题.

[思考·交流]

实验:让鸡蛋从1 m多高的地方落到地板上肯定会被打破。现在,在地板上放一块泡沫塑料垫,尽可能把鸡蛋举得高高的,然后放开手,让鸡蛋落到泡沫上,看看鸡蛋会不会被打破。

现象:鸡蛋落到泡沫塑料垫上没有打碎,落在地板上会立即摔碎。

思考:为什么呢?

[学法·指津]

1. 动量定理反映了过程中力的积累与动量变化间的对应关系,不论是恒力、变力或运动轨迹如何都普遍适用。

2. 对同一直线上的情况,据 $Ft = p' - p$ 列方程时,选取正方向,与正方向相同者取正值,相反的取负值,将矢量运算转化为代数运算。

[知识·导学]

知识点一:如何理解动量定理?

1. 由牛顿第二定律推导出动量定理

设一个质量为 m 的物体,初速度为 v ,初动量为 $p = mv$,在合力 F 的作用下,经过一段时间 t ,速度变为 v' ,末动量为 $p' = mv'$,物体的加速度 $a = (v' - v)/t$,由牛顿第二定律可得 $F = ma = m(v' - v)/t$,即 $Ft = mv' - mv$ 。

2. 动量定理的内容

物体所受合外力的冲量等于物体动量的变化。其表达式为 $Ft = p' - p$ 。动量定理反映了物体在受到力的冲量作用时,其状态发生变化的规律是力在时间上的累积效果。

3. (重点)对动量定理的理解

(1) 力的累积效果是使物体的动量发生变化。冲量是与作用过程有关的物理量,作用的结果使物体的状态发生变化,所以冲量是物体动量发生变化的原因。

(2) 动量定理的矢量性:动量定理的表达式 $Ft = p' - p$ 是一个矢量式,其中的 F 为物体所受合外力,此力可以是恒力,也可以是变力的平均效果。合外力冲量的方向与物体动量变化的方向相同,不要把冲量的方向、动量的方向、动量变化的方向搞混淆了。

由于动量定理是矢量表达式,即等式两侧不仅大小相等,而且方向一致,所以运用过程中要遵守矢量运算法则。在解决共线问题时应选正方向,与正方向一致的物理量取正值,与正方向相反的物理量取负值,从而可简化为带有正、负号的代数运算。

(3) 动量定理是把力对物体的冲量和物体的动量变化联系起来的桥梁。

能力拓展:运用动量定理可方便求解在恒力作用下运动物体初动量、末动量不共线的动量变化,以及在变力作用下由动量变化求解变力的冲量。

知识点二:应用动量定理解题包括哪些步骤?

用动量定理可解决两类基本问题:一是已知冲量求物体动量的变化;二是已知动量变化求物体受到的冲量.一般步骤为:根据题设条件,选择恰当的物体或物体系为研究对象;分析研究对象所受的全部外力及作用时间,确定研究过程中各力的冲量;选定正方向,确定初态、末态的动量(所有的速度应是相对于同一个参考系);根据动量定理列出方程,并统一到国际单位制中,运算求出结果。

注意事项:动量定理是矢量式,求解前必须确定正方向.式中的力与动量,与正方向相同的为正值,相反的为负值。

[技巧·解悟]

一、用动量定理解释物理现象

【例1】鸡蛋高处落下,落到地板上要比落在泡沫塑料垫易碎,这是因为鸡蛋落在泡沫塑料垫上()

- A. 所受合力的冲量大 B. 动量的变化量较小
C. 动量的变化率较小 D. 地板对鸡蛋的作用力小于鸡蛋对地板的作用力

解析 鸡蛋从高空落下刚触地时动量为 p , 不管落在何种地面上, 末动量最终均为零, 即动量变化 Δp 相同, 可知 A、B 错误; 泡沫塑料较松软, 延长了撞击的时间, 由 $F = \Delta p / t$ 可知, 鸡蛋落到地板上要比落在泡沫塑料垫受到的冲击力大, 因此容易碎, C 正确; 由牛顿第三定律可知, D 错误。

答案: C

二、共线问题中与动量定理有关的定量计算

【例2】一个质量为 0.18 kg 的垒球, 以 25 m/s 的水平速度飞向球棒, 被球棒打击后, 反向水平飞回, 速度的大小为 45 m/s . 设球棒与垒球的作用时间为 0.01 s , 球棒对垒球的平均作用力有多大?

解析 球棒对垒球的作用力是变力, 力的作用时间很短, 在这个短时间内, 力先是急剧地增大, 然后又急剧地减小为零. 在冲击、碰撞一类问题中, 相互作用的的时间很短, 力的变化都具有这个特点. 动量定理适用于变力, 因此, 可以用动量定理求球棒对垒球的平均作用力。

取垒球飞向球棒时的方向为正方向。

垒球的初动量为 $p = mv = 0.18 \times 25 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

而垒球的末动量为 $p' = mv = -0.18 \times 45 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -8.1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
 由动量定理可得垒球所受的平均作用力为

$$F = (p' - p) / t = (-8.1 - 4.5) / 0.01 \text{ N} = -1260 \text{ N}$$

垒球所受平均力的大小为 1260 N, 负号表示力的方向与所选的正方向相反, 即力的方向与垒球飞回的方向相同。

答案: 垒球所受平均力的大小为 1260 N, 方向与垒球飞回的方向相同。

三、利用动量定理解决“连续流体”(如高压水枪、漏斗装煤、水车洒水等)问题

【例 3】 高压采煤水枪出水口的横截面积为 S , 水的射出速度为 v , 射到煤层上后, 水的速度为零, 设水的密度为 ρ , 求对煤层的冲力大小。

解析 设在 Δt 时间内, 水枪中喷出水的质量为 Δm , 则 $\Delta m = \rho(Sv\Delta t)$ 。

这部分水冲到煤层上动量由 Δmv 变为零, 由动量定理列等式可解得煤层对这部分水的作用力

$$F\Delta t = \Delta mv = 0 - \rho(Sv\Delta t)v \quad F = -\rho Sv^2$$

由牛顿三定律可知: 水对煤层的冲力和煤层对水的冲击力大小相等, 方向相反。因此, 水对煤层的冲力大小为 ρSv^2 。

[能力·拓展]

多解题

【例】 以初速度 v_0 水平抛出一个质量 1 kg 的物体, 若在抛出 3 s 内它未与地面及其他物体相碰, 求它在 3 s 内动量的变化(或求 Δp)。

方法一: 把平抛运动分解为水平方向的匀速运动和竖直方向的自由落体运动。物体在水平方向上的动量变化为 $\Delta p_x = 0$, 在竖直方向的动量变化为 $\Delta p_y = mv_y - 0 = mgt = 1 \times 9.8 \times 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 29.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 即物体的动量变化为 $\Delta p = \Delta p_y = 29.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 其方向竖直向下。

方法二: 做平抛运动的物体只受到重力。根据动量定理, 物体动量的变化为

$$\Delta p = F_{\text{合}} t = mgt = 1 \times 9.8 \times 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 29.4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

其方向与重力方向相同——竖直向下。

方法警示: 求物体动量的变化有两种方法: 一是根据 $\Delta p = (p' - p)$ 求动量的变化; 二是根据动量定理用冲量代替动量的变化。

[探究·体验]

【例】 一质量为 0.10 kg 的小球从 0.80 m 高处自由下落到软垫上, 若从小球接触软垫到小球陷至最低点经历了 0.20 s, 则这段时间内软垫对小球的平均作

用力为 N. 若小球落在水泥地面上, 反弹高度为 0.2 m, 小球与接触地面经历了 0.01 s, 则该段时间内地面对小球的平均作用力为 N. (g 取 10 m/s^2)

解析 (1) 小球自由下落 $h=0.80 \text{ m}$ 时速度为 v , 则 $v^2=2gh$.

小球在和软垫(或地面)的碰撞过程中, 受重力和软垫(或地面)的弹力作用, 若选择竖直向上方向为正, 则由动量定理得 $(F'-mg)t=0-m(-v)$, 解得 $F=3 \text{ N}$.

(2) 小球落到水泥地上反弹速度为 v_i , 则 $v_i^2=2gh$.

由动量定理得 $(F'-mg)=mv_i-m(-v)$, 解得 $F'=61 \text{ N}$.

答案: (1) 3 (2) 61

经验技巧: 动量定理是矢量定理, 应先选正方向, 然后用正、负号来表示各矢量. 动量定理中冲量为合冲量, 计算中不能漏重力(如第一问). 在第二问中重力远小于碰撞力, 可忽略重力(碰撞、爆炸时物体间的相互作用力有作用时间短、幅值大的特点, 可把它们称为冲击力. 与冲击力产生的冲量比较, 常规有限大小的力, 如第二问中的重力在极短时间内的冲量可忽略不计, 因而在冲击力、常规力并存的问题中, 可忽略常规力, 本题第二问即可忽略重力的影响), 当然在此问中, 考虑重力也是正确的.

[习题·解疑]

练习二

(1) 答: D

(2) 答: 铅球动量变化比皮球的动量变化大. 由动量定理可知, 在相同时间情况下, 作用在铅球上的力比作用在皮球上的力大, 前者是后者的 40 倍.

(3) 解: 取物体初始运动方向为正方向. 由动量定理 $Ft=m(v'-v)$ 可得

$$F=m \frac{v'-v}{t}=10 \times \frac{-2-10}{4} \text{ N}=-30 \text{ N}.$$

(4) 解: 列车所受的冲量大小为

$$Ft=\Delta p=2.5 \times 10^6 \times (24-10) \text{ kg} \cdot \text{m/s}=3.25 \times 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

所受的合力平均值为 $F=\frac{\Delta p}{t}=9.29 \times 10^5 \text{ N}$

[自主·评价]

基础题

1. 如果物体所受的合外力为 0, 那么()