

配全日制普通高级中学教科书使用

QIANTIWANG
JIEFADADIAN

千题王



解法大典

知识方法 分类全解

知识同步分类

方法要点剖析

诠释解题规律

高二物理

延边人民出版社



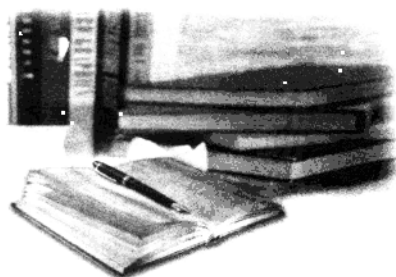
配全日制普通高级中学教科书使用

解法大典

知识方法 分类全解

主 编 覃必清

编 著 鲁德忠 赵绪文 张明贵 张祖兵
汤光冬 徐正海



高二物理

延边人民出版社

责任编辑：张光朝

责任校对：宋学蓉



解法大典

高二物理

主编：覃必清

出版 延边人民出版社（吉林省延吉市友谊路363号，<http://www.ybcbs.com>）
发行 延边人民出版社
印刷 武汉市新华印务有限公司

890×1240 毫米 32 开 印张 34.25 字数 754 千字
2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

ISBN 7-80698-535-2 / G · 391
全套定价：39.00元（本册13.00元）



QIAN CHUI BAI JIE FA DA DIAN

千锤百炼 解法大典

“学好数理化，走遍天下都不怕。”数理化一直是中学生学习中的难点，为了很好地解决“数理化难学”的问题，我们特邀国内多所名牌中学特级教师、教学专家，精心编写了大型系列丛书《解法大典》。

新颖 科学 精细

数理化具有很强的逻辑性、系统性，梳理知识尤为重要。作者将各学科基础知识、基本题型、基本方法按现行教材的章节顺序和最新《教学大纲》、《考试说明》、《课程标准》的精神进行了科学的概括、提炼、分类研究，既注重知识的系统性和完整性，又考虑到各类问题的特殊性和相对独立性，设计专题研究，专题解析。

精练 典型 实用

编者吸取百家之精华，知识提炼、例题选取改变目前某些教辅选题的随意性、杂乱性、重复性、跳跃性等问题，力求学科知识的系统性、典型性、针对性、技巧性、新颖性；并选入了一定数量与生产、生活、科技相结合的研究性例题；所选例题精练、典型，涵盖了高中（初中）阶段必须掌握的所有知识内容和基本方法。

引领思路 探求方法 点拨技巧

《解法大典》具有《题典》的所有功能，但它不同于一般的《题典》，《解法大典》除了对知识内容、典型例题进行精细的分类外，还有系统的方法指导；各类经典例题都有【解法指导】、【解法概要】或【解法总结】等，且编写形式灵活，其目的是为了使学生在系统地掌握基础知识的同时，创造性地领悟各类题型的分析方法与解题技巧，达到触类旁通、举一反三的学习效果。

本套书是我们挖掘近百位中学教学专家几十年来的教学成果与积累，倾情奉献给广大读者的最经典、最新颖、最实用的数理化学法、解法指导书，书中内容曾在全国各地重点中学交流试用，反响强烈，深受师生喜爱。我们坚信这套书的出版，定能受到广大中学师生的加倍青睐。

《解法大典编》写组



QIAN CHUI BAI LIAN JIE FA DA DIAN

目录 MULU

高二物理

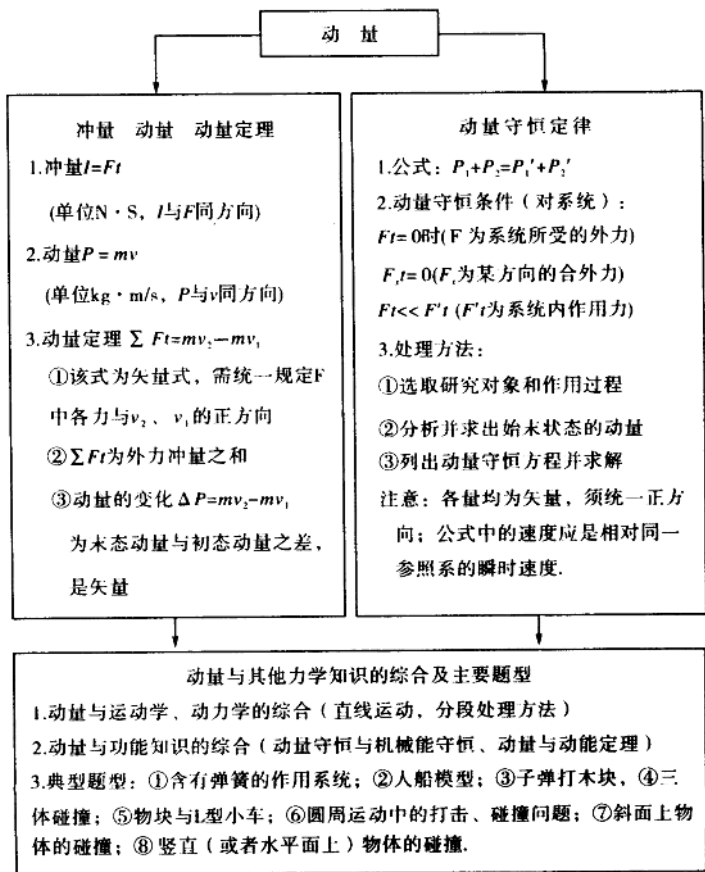
第 8 章 动 量	(1)
(一) 动量、冲量与动量定理	(2)
(二) 动量守恒定律	(13)
(三) 力学知识大综合	(30)
第 9 章 机械振动	(60)
第 10 章 机械波	(82)
(一) 机械波的产生及其描述	(83)
(二) 波的作图与计算方法	(90)
(三) 几种波现象的定性分析方法	(103)
第 11 章 分子热运动 能量守恒 第 12 章 气 体	(110)
(一) 分子运动论	(111)
(二) 热和功	(118)
(三) 气体的性质	(128)
第 13 章 电 场	(133)
(一) 电场的力的性质	(134)
(二) 电场的能的性质	(143)
(三) 带电粒子在电场中的运动	(153)
(四) 验电器、静电计、电容与静电平衡	(174)
第 14 章 恒定电流	(183)
(一) 电流、电阻与欧姆定律	(184)

(二)电功、电功率与焦耳定律	(188)
(三)电阻串并联电路	(193)
(四)闭合电路欧姆定律(A)	(201)
(五)闭合电路欧姆定律(B)	(208)
(六)直流电实验	(219)
第 15 章 磁 场	(244)
(一)磁场与磁感应强度	(245)
(二)磁场对电流的作用	(249)
(三)磁场对运动电荷的作用	(258)
(四)磁场中的电力综合问题	(272)
第 16 章 电磁感应	(293)
(一)电磁感应现象与楞次定律	(294)
(二)法拉第电磁感应定律及其应用	(308)
(三)电磁感应与电路、力学的综合	(321)
第 17 章 交变电流 第 18 章 电磁场 电磁波	(343)
(一)交流电的分析方法	(344)
(二)交流电的变压与输送	(353)
(三)电磁场和电磁波	(364)



第 8 章 动 量

知识结构网络图





(一) 动量、冲量与动量定理



1. 冲量及其求冲量的几种方法

【解法指导】 本节要求理解冲量的定义及表达式,知道冲量是矢量;掌握求冲量的几种方法.

(1) 冲量的理解

在物理学中,力和力的作用时间的乘积叫做力的冲量,即 $I = Ft$,它是描述作用于物体上的力在一段时间内的积累效应的物理量,在国际单位制中,冲量的单位是 $\text{N} \cdot \text{s}$.

理解冲量概念应注意以下几个问题:(1)冲量是过程量,是引起动量变化的原因,是动量变化的量度,冲量与力和力作用的那段时间相对应;(2)冲量是矢量,冲量的方向和动量变化的量的方向相同,如果在作用时间内力的方向不变,则冲量的方向和力的方向相同;如果在作用时间内力的方向有变化,则冲量的方向便不能用力方向来表示;(3)冲量的运算遵循平行四边形定则,合力的冲量等于各个力冲量的矢量和.

(2) 冲量的计算方法

①直接计算法: $I = Ft$,对于恒力的冲量, F 为时间 t 内的恒力;对变力的冲量, F 则为时间 t 内的平均力 $\bar{F}$,即 $I = \bar{F}t$.这种方法主要用于求恒力的冲量,如拉力、重力等.

②间接计算法: $I = \Delta p$,此式中的 I 为物体所受合外力的冲量, Δp 为物体动量变化量.根据动量定理,用动量的改变量 Δp 等效代替力的冲量,此式可用于求恒力的冲量,更多的用于求变力的冲量,如打击、碰撞和爆炸等相互作用的过程.

③图像法:作出力 F 随时间变化的图像, $F-t$ 线下的面积为该力的冲量.

【例 1】 下面关于冲量的说法中正确的是: ()

- A. 物体受到的力很大时,其冲量一定大.
- B. 当力与位移垂直时,该力的冲量为零
- C. 只要力的大小恒定,其冲量就等于该力与时间的乘积
- D. 当物体受到的冲量不为零时,其动量一定发生变化

【解析】 冲量等于力与时间的乘积,即 $I = Ft$,当力 F 很大时,由于时间 t 不确定,冲量 I 不一定大;当力与位移垂直时,该力做功为零,因冲量 I 与 F 、 s





及其间的夹角 θ 无关, 该力的冲量并不为零; $I = Ft$ 中, F 为恒力, 或者是可以看成恒力的平均作用力, 当力的方向发生变化时, 不能直接由 Ft 求冲量, 可根据 $I = \Delta p$ 求解; 冲量的作用效果是使物体的动量发生变化, 如果物体受到的冲量不为零, 则动量的变化一定不为零, 选项 D 正确。

【例 2】 质量为 m 的物体, 在倾角为 θ 的光滑斜面上由静止开始下滑, 经过时间 t , 物体的速度为 v , 求物体的重力, 斜面对物体的支持力及物体所受外力的合力对该物体的冲量。(重力加速度取 g)

【解析】 力和力的作用时间的乘积叫力的冲量, 物体在光滑的斜面上滑下的过程中, 重力 G , 支持力 N 及合外力 F 均为恒力, 分别对应的冲量为 I_G 、 I_N 和 $I_{\text{合}}$ 。可用公式 $I = Ft$ 直接求出, 所以

$$I_G = Gt = mgt, \text{方向竖直向下。}$$

$$I_N = Nt = mg \cos \theta \cdot t, \text{方向垂直于斜面向上。}$$

$$I_{\text{合}} = Ft = mg \sin \theta \cdot t, \text{方向平行于斜面向下。}$$

根据动量定理 $I = \Delta p$, 物体所受的合外力的冲量也可以用间接计算法求出, 因而可表示

$$I_{\text{合}} = m \cdot \Delta v, \text{因 } \Delta v = g \sin \theta \cdot t, \text{所以, } I_{\text{合}} = mg \sin \theta \cdot t$$

【例 3】 一质量为 0.1 kg 的小球从 0.80 m 高处自由下落到一厚软垫上, 从小球接触软垫到小球陷至最低点经历 0.20 s , 则这段时间内软垫对小球的冲量为_____。(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 不计空气阻力)

【解析】 小球的运动可分为两个过程: 自由落体过程和与软垫相互作用过程, 关键在于分析后一过程, 小球刚接触软垫时的速度为 $v = \sqrt{2 \times 10 \times 0.8} = 4 \text{ (m/s)}$, 小球接触软垫陷至最低点时速度减小为零, 动量也减小为零, 从小球接触软垫到陷至最低点的过程中, 小球受重力和软垫对小球的弹力, 后一个力为变力, 设在作用时间 $t = 0.20 \text{ s}$ 内小球受到软垫的平均力为 N , 根据动量定理 $I = \Delta p$, 有

$$(mg - N)t = 0 - mv$$

$$\text{软垫对小球的冲量为 } Nt = mv + mgt$$

$$= 0.1 \times 4 + 0.1 \times 10 \times 0.20 = 0.6 \text{ N} \cdot \text{s}$$

请同学们想一想, 还有更简单的求法吗?

【例 4】 一根轻质细线长为 L , 系着个质量为 m 的小球在光滑的水平桌面上做匀速圆周运动, 小球的线速度为 v , 细线在水平面内, 设在小球运动一周的时间内, 重力作用在小球上的冲量为 I_G , 绳子的拉力作用在小球上的冲量为 I_T , 合力作用在小球上的冲量为 $I_{\text{合}}$, 则()

A. $I_G = I_T = I_{\text{合}} = 0$

B. $I_G = 2\pi mgL/v, I_T = -2\pi mgL/v, I_{\text{合}} = 0$

$$C. I_G = 0, I_T = 2mv, I_{\text{合}} = -2mv$$

$$D. I_G = 2\pi mgL/v, \text{方向竖直向下}, I_T = I_{\text{合}} = 0$$

【解析】依题意,小球在光滑的水平面上做匀速圆周运动,运动一周速度的变化 $\Delta v = 0$,小球受力情况是:重力 G 、支持力 N 和绳的拉力 T ,其中, G 和 N 是一对平衡力, T 是变力,等于小球所受的合外力,小球运动一周的时间为 $2\pi L/v$.

根据冲量的定义, $I_G = Gt = 2\pi mgL/v$,方向竖直向下,根据动量定理, $I_{\text{合}} = I_T = \Delta p = m\Delta v = 0$

所以,选项 D 正确.

【例 5】弹簧上端固定,下端系一质量为 m 的物体 A 后,弹簧下端伸长到 M 点,若再用细线将质量也是 m 的物体 B 与物体 A 相连,弹簧下端将伸长到 N 点,如图 8-1 所示,将细线剪断后, A 物上升到 M 点的速率为 v ,此时,物 B 下落的速率为 u ,则物体 A 从 N 到 M 过程中,弹力对它的冲量为_____.

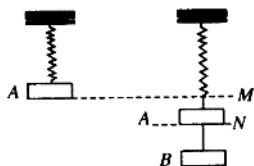


图 8-1

【解析】本题研究的是变力冲量问题,若将 A 和 B 作为一个系统来研究,剪断绳子后, A 物上升到 M 点的时间内,根据动量定理,可列出如下方程:

$$I_{\text{弹}} - 2mgt = mv - mu$$

等式左边为系统合外力的冲量,右边为系统动量的变化,由于时间 t 未知,重力的冲量无法求出,作为变力的弹力的冲量也不能求出,但用隔离法研究,情况就不一样了.

规定竖直向上为正方向,设 A 物从剪断细绳运动到 M 点的时间为 t ,弹力的冲量为 $I_{\text{弹}}$,以 A 为研究对象,根据动量定理,有 $I_{\text{弹}} - mgt = mv$

同理,以 B 为研究对象,可得: $-mgt = m(-u)$

联立以上两式,得弹力对物体 A 的冲量为

$$I_{\text{弹}} = m(v+u), \text{方向竖直向上.}$$



2. 动量、动量的变化与动量定理

【解法指导】本节要求理解动量的定义、表达式,明确动量是矢量,理解动量定理并应用动量定理解答一维空间的有关问题.

(1) 动量

在物理学中,运动物体的质量和速度的乘积叫做动量,即 $p = mv$,它是量度机械运动中物体的运动量的物理量,在国际单位制中,动量的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.





理解动量应注意以下几个问题:①动量是状态量, $p=mv$ 中的 v 是瞬时速度;②动量是矢量,方向与 v 同向;③动量的运算遵循平行四边形定则。

(2) 动量的变化

运动物体末动量与初动量之差,叫动量的变化,即 $\Delta p=p'-p$ 。动量的变化量仍然是矢量,如图8-2所示,它是从初动量 p 的末端指向末动量 p' 末端的有向线段,动量的变化量的方向可以和动量方向同向、反向或者成任意角度,由于中学教材一般只限于讨论一维空间动量的变化问题,所以如果物体的初、末动量在同一直线上,则在选定正方向后,求动量的变化量可简化为代数运算,如图8-3。

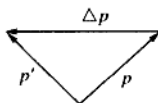


图8-2

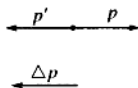


图8-3

(3) 动量定理

物体所受合外力的冲量等于物体的动量变化,这个结论叫做动量定理,即 $I=\Delta p=p'-p=mv'-mv$, I 为合外力的冲量, Δp 为动量的变化量, I 和 Δp 不仅大小相等,其方向也一定相同。

(4) 运用动量定理解题的基本方法

- ①明确研究对象,可以是质点,也可以是质点系。
- ②确定物体过程和初、末状态,找出初末动量 p 、 p' 。
- ③分析物体受力情况,确定合外力。
- ④规定正方向,根据动量定理 $I=p'-p$ 列方程。
- ⑤解方程并讨论求解的合理性。

【例6】某物体受到 $-2\text{N}\cdot\text{s}$ 的冲量作用,则下列说法正确的是:()

- A. 物体的动量变化量一定与规定的正方向相反
- B. 物体的动量一定减小
- C. 物体的末动量一定是负值
- D. 物体的初动量的方向一定与这个冲量方向相反

【解析】某物体受到 $-2\text{N}\cdot\text{s}$ 的冲量作用,表示力对物体冲量的大小为 $2\text{N}\cdot\text{s}$,负号表示该冲量的方向与规定的正方向相反,根据动量定理 $I=\Delta p$ 可知, I 和 Δp 都是矢量,其大小相等,方向相同,所以,物体动量的变化量与规定的正方向相反,而与物体的初、末方向无关,当物体的初动量与规定正方向同向时,物体的动量会减少或者反向增加;末动量是增加还是减少,是正值还是负值均有可能,故只有选项A正确。

【例7】物体受恒定外力作用时:()

- A. 合外力的冲量等于动量的变化
 B. 合外力等于单位时间内物体动量的变化
 C. 合外力的方向就是动量变化的方向
 D. 物体的运动方向不是与外力相同就是相反

【解析】 物体所受合外力的冲量等于它的动量的变化,这个结论叫动量定理,其表达式为 $Ft = mv' - mv$,将此式变形可得 $F = (mv' - mv)/t$,即作用在物体上的合外力等于单位时间内动量的变化, $Ft = mv' - mv$ 为矢量式,由于物体受到恒定外力作用,外力 F 及其冲量 Ft ,与之相对应的动量的变化,三者的方向总是一致的,力与物体速度的夹角关系决定物体是做直线运动还是做曲线运动,而动量定理是由物体做直线运动情况下推出来的,对物体做曲线运动的情况也适用,因此,外力的方向与运动方向不一定在同一直线上。

综上所述,正确的选项为 A、B、C。

【例 8】 甲、乙两个小球质量相等,自同一高度以相同的速率抛出,甲作平抛运动,乙作竖直上抛运动,在抛出至落地的过程中,甲的动量变化量 Δp_1 ,乙的动量变化量 Δp_2 ,则()

- A. $\Delta p_1 > \Delta p_2$ B. $\Delta p_1 = \Delta p_2$
 C. $\Delta p_1 < \Delta p_2$ D. 条件不足,无法比较

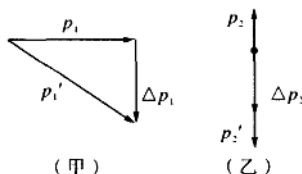


图 8-4

【解析】 甲球作平抛运动,乙球作竖直上抛运动,两球在运动过程中,动量变化矢量图如图 8-4(甲)、(乙)所示,由图可以看出,比较两球动量变化量 Δp_1 和 Δp_2 很复杂,但是,我们可以变换角度来看,在两球运动的过程中,仅受重力作用,从抛出至落地的过程中合外力的冲量等于重力的冲量,根据动量定理,也等于这一过程的动量变化,即 $Ft = mgt = \Delta p$,由于竖直上抛的时间较长, $t_1 < t_2$,所以 $\Delta p_1 < \Delta p_2$,选项 C 对。

在曲线运动中,速度方向时刻在变化,求动量的变化 Δp ,可以求出恒力的冲量等效代替动量的变化,特别是在抛体运动中,解决此类问题更为简捷。

【例 9】 体重是 60kg 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 1.2s,安全带长 5m,则安全带所受的平均冲力多大?

【解析】 人的下落过程可分为两段:人从高空跌下到安全带伸直的瞬间





称第一过程,人的运动可看作自由落体运动,安全带开始产生弹力,直至人最后静止是第二过程,也叫安全带的缓冲过程.

在自由落体运动的末态,其速度 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$

在安全带的缓冲过程,初速度 $v_1 = v = 10 \text{ m/s}$,方向向下,末速度 $v_2 = 0$,人受到向下的重力 mg 和向上的弹力 T ,弹力 T 即冲力,它是一个变力,作平均值看待,取向下的方向为正方向,根据动量定理列方程:

$$(mg - T)t = mv_2 - mv_1$$

可得,人受的平均冲力为

$$T = mv_1/t + mg = 60 \times 10/1.2 + 60 \times 10 = 1100 \text{ N}, \text{方向竖直向上.}$$

根据牛顿第三定律,安全带所受平均冲力为 1100 N,方向竖直向下.

【例 10】 某人以 10 m/s 的初速度向上抛出一个质量为 1 kg 的钢球,与离抛出点 3.2 m 高的天花板发生碰撞,碰撞时间为 0.01 s ,此人在离天花板 3.25 m 处接到小球,小球落入手中的速度为 9 m/s . 求小球对天花板的作用力.

【解析】 由运动学公式可求出小球碰击天花板前瞬间的速度为

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2gh_1} = \sqrt{10^2 - 2 \times 10 \times 3.2} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$$

小球碰击天花板后离开天花板的瞬间速度为

$$v_2 = \sqrt{v^2 - 2gh_2} = \sqrt{9^2 - 2 \times 10 \times 3.25} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$$

以小球为研究对象,设天花板对小球的作用力为 N ,取向下的方向为正方向,根据动量定理,有

$$(N + mg)t = mv_2 - m(-v_1)$$

$$N = m(v_1 + v_2)/t - mg = 1 \times (6 + 4)/0.01 - 1 \times 10 = 990 \text{ N}$$

由牛顿第三定律可知,小球对天花板的作用力为 990 N ,方向竖直向上.

说明:在以上两个实例中,物体会受到一个作用时间短,力的大小先急剧增大,后又急剧减小的变力,即冲力的作用,根据动量定理求出的这个力是其在时间 t 内的平均值——平均冲力,在打击、碰撞等作用中常常会遇到冲力,如果物体只受此力或者此力与物体所受其它力(如重力)相比较大得多,则可以认为冲力即物体所受合外力(如例 10),若物体所受其它外力不能忽略,则不能认为冲力即物体所受合外力(如例 9)

【例 11】 水平传送带长 $L = 20 \text{ m}$,以 $v = 2 \text{ m/s}$ 的速度作匀速运动,已知某物体与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.1$,将该物体轻轻放到传送带的一端,求物体从传送带的一端开始,到达另一端所需的时间.

【解析】 物体放到传送带上的开始一段时间内,物体相对传送带向后滑动,其所受摩擦力方向与传送带运动方向相同,做匀加速运动,直至与传送带相对静止,所用时间为 t_1 ,取传送带运动方向为正方向,由动量定理可得

$$ft_1 = mv$$



$$t_1 = mv/f = mv/\mu mg = 2/(0.1 \times 10\text{s}) = 2\text{s}$$

物体相对地面移动的距离为

$$s_1 = vt_1/2 = 2 \times 2/2\text{m} = 2\text{m}$$

之后,物体相对传送带静止,共同做匀速直线运动,移动距离

$$s_2 = L - s_1 = 20\text{m} - 2\text{m} = 18\text{m}.$$

所需运动时间

$$t_2 = s_2/v = 18/2\text{s} = 9\text{s}$$

所以,物体从传送带的一端到另一端共需时间 $t = t_1 + t_2 = 2\text{s} + 9\text{s} = 11\text{s}$.

【例 12】 如图 8-5 所示,质量为 m 的质点 P 以 O 为圆心, R 为半径作匀速圆周运动,周期为 T ,当质点 P 经过位置 A 时,另一质量为 M 、初速度为 0 的质点 Q 受到 OA 方向的拉力 F 作用沿直线开始运动,为使 P 、 Q 两质点能在某时刻动量相等,拉力 F 应满足什么条件?

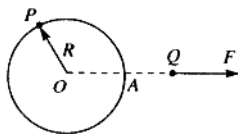


图 8-5

【解析】 动量是矢量,两质点在某时刻的动量相等,即动量的大小相等,方向一致。

要使两质点动量方向相同,无论 P 质点沿顺时针方向转动还是沿逆时针方向转动, P 质点运动时间应满足 $t = (n + 3/4)T$, ($n = 0, 1, 2, \dots$)

要使两质点动量大小相等,即 $p_P = p_Q$

P 质点动量 $p_P = mv_P = m2\pi R/T$.

Q 质点的动量可由动量定理求出,

$$p_Q = \Delta p = Ft = F(n + 3/4)T$$

$$m \cdot 2\pi R/T = F(n + 3/4)T$$

得,拉力应满足的条件为

$$F = 2\pi Rm/(n + 3/4)T^2. \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

【例 13】 大型飞机以 200m/s 的速度在空中水平飞行,突然,有一质量为 2kg , 身高为 0.3m 的鹰和飞机迎面相撞,试估计这一撞击中,鹰对飞机的平均冲力。

【解析】 鹰的飞行的速度比飞机的速度小很多,为估算简便,撞击前鹰的速度可以认为是零,撞击后飞机的速度不变化,鹰和飞机仍以 200m/s 的速度向前飞行。

以鹰作为研究对象,取飞机速度方向为正方向,设撞击时间为 t ,则 t 可以认为是鹰的身长完全变形所用的时间,即:

$$t = L/v = 0.3/200 = 1.5 \times 10^{-3}\text{s}.$$

鹰的初速度 $v_1 = 0$, 末速度 $v_2 = 200\text{m/s}$, 设飞机对鹰的平均冲力为 F , 则:

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

$$F = mv_2/t = 2 \times 200/1.5 \times 10^{-3}\text{N} = 2.67 \times 10^5\text{N}.$$



根据牛顿第三定律,鹰对飞机的平均冲力为 $2.67 \times 10^5 \text{ N}$.

可见,在如此巨大的冲击力作用下,飞机将要撞坏甚至会造成空难!因此,飞机起飞前,要驱赶机场周围的飞鸟.

【例 14】 水力采煤如图 8-6 所示,水枪在高压下喷出强力的水柱冲击煤层,设水柱直径为 $D=30\text{mm}$,水速 $v=56\text{m/s}$,假设水柱垂直射到煤层表面上,冲击煤后速度为零,求水柱对煤层的平均冲击力.

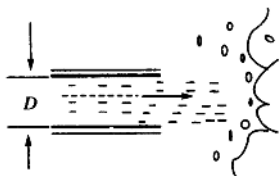


图 8-6

【解析】 冲击煤层的水的质量是变化的,设 Δt 时间内冲击煤层的水的质量为 Δm ,则:

$$\Delta m = \rho v \Delta t S = \rho v \Delta t \pi D^2 / 4$$

取质量为 Δm 的水为研究对象,设水平向右为正方向,煤对水平的平均冲击力为 F_1 ,由动量定理 $Ft = \Delta p$ 可得:

$$F \Delta t = 0 - \Delta m v$$

$$F = -\rho v^2 \Delta t \pi D^2 / 4 \Delta t$$

$$= -\rho v^2 \pi D^2 / 4$$

$$= -10^3 \times 56^2 \times 3.14 \times 0.03^2 / 4 \text{ N}$$

$$= -2.22 \times 10^3 \text{ N}$$

由牛顿第三定律,水对煤的平均冲力为 $2.22 \times 10^3 \text{ N}$.



3. 用动量定理进行定性分析方法

【解法指导】 运用动量定理定性分析物理现象,是动量定理的重要应用。如打击、碰撞和爆炸等过程,可以定性分析冲量、力、时间、动量、速度等物理量,分析方法如下:

1. 静止的物体若受到打击或碰撞,即在短时间内受到冲量 I ,则立即获得速度 $v = I/m$.

2. 对物体动量的改变效果,不是由力 F 单独决定的,而是由力 F 和时间 t 共同决定的.

3. 当物体动量变化 Δp 一定时,由 $F = \Delta p/t$ 可知,缩短力的作用时间,可以增大作用力,延长力的作用时间,将减小作用力.

【例 15】 把重物 G 压在纸带上,用一水平力缓缓拉动纸带,重物随纸带一起运动,若迅速拉动纸带,纸带将会从重物下面抽出,如图 8-7 所示,关于这个现象的正确解释是:()

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

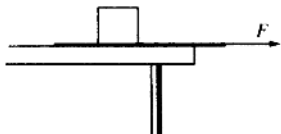


图 8-7

【解析】 重物是否随纸带一起运动,要看重物在纸带的摩擦力作用下获得的速度,而这个速度取决于纸带给重物摩擦力的冲量.

在缓缓拉动纸带时,重物和纸带间的作用力是静摩擦力,在迅速拉动纸带时,它们之间存在滑动摩擦力,通常认为滑动摩擦力约等于最大静摩擦力.一般情况下,缓缓拉动纸带时,摩擦力小于滑动摩擦力,但作用时间长,重物获得的冲量较大,随纸带一起运动.迅速拉动纸带时,摩擦力较大,但作用时间较短,摩擦力对重物的冲量可以较小,可以将纸带从重物下面抽出,正确的选项为 C、D.

【例 16】 试管开口向上,管内有一小虫,试管由静止开始自由下落,当小虫停在试管底部和振翅向上飞的两种情况下,试管在相同时间内获得的动量大小()

- A. 前者大
- B. 后者大
- C. 两者一样大
- D. 小虫飞行情况不明,无法判断

【解析】 当小虫停在试管底部随管一起做自由落体运动时,小虫和试管都处于完全失重状态,它们之间虽然接触,但没有相互作用的力,根据动量定理,仅在重力作用下的试管获得的动量 $p_1 = mgt$

当小虫振翅向上飞时,翅膀向下压空气,空气对试管底部产生一个向下的压力 F ,在相同的时间内,试管在重力 mg 和压力 F 的作用下获得的动量为 $p_2 = (mg + F)t > p_1$,故选项 B 正确.

【例 17】 光滑水平桌面上的一个木块,被一水平方向飞来的子弹穿透,如果子弹对木块的作用力与子弹的速度大小无关,则()

- A. 子弹的速度越大,木块获得的速度也越大
- B. 子弹的速度越大,木块获得的速度就越小

