

教案·学案一体化



教与学

整体设计

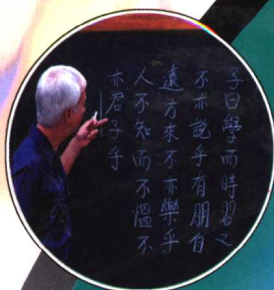
JIAO YU XUE ZHENG TI SHE JI

王兴周 赵建芳◎主编

高中物理

第二册(上)

高二上学期用



教案学案一体化

教与学
整体设计

JIAO YU XUE ZHENG TI SHE JI

高中物理

第二册(上)

主编：吴伟丰

· 修订版 ·

宁夏人民出版社
学苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

教与学整体设计·高中物理·第2册上/张国声主编.

—银川:宁夏人民教育出版社,2002.8

ISBN 7-80596-549-8

I.教... II.张... 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(2002)第 047703 号

高中物理(第二册上)

责任编辑 李庆恒
封面设计 赵卫庆 吴 涛
版式设计 王立科
责任校对 李红绵
责任印制 来学军
出版发行 宁夏人民教育出版社 学苑出版社
地 址 银川市解放西街47号
网 址 www.nx-cb.com
电子信箱 nrs@public.yc.nx.cn
经 销 新华书店
印 刷 三河鑫鑫科达彩色印刷包装有限公司
开 本 850×1168 大 1/16
印 张 12.0
字 数 290千字
版 次 2003年6月第2版
印 次 2003年6月第1次印刷
印 数 10 000—20 000册
书 号 ISBN 7-80596-549-8/G·519
定 价 13.50元

版权所有 翻印必究

编委会名单

丛 书 主 编：王 生

丛书执行主编：张国声

总 策 划：肖忠远 李记震

丛 书 编 委：王 生 张国声 陆 斌 陆宫羽

汤宏辞 王兴周 吴伟丰 顾云松

陶 浩 陈允飞

学 科 主 编：王兴周

本 册 主 编：王兴周 赵建芳

编 者：王兴周 赵建芳 郁红京 方春雷

教与学整体设计

——一种课堂教学操作载体的有效实践

王生

第三次全国教育工作会议后,中共中央国务院颁发了《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》,2001年国务院又召开了全国基础教育工作会议并颁布了《关于基础教育改革与发展的决定》,教育部也颁布了《基础教育课程指导纲要》,这一系列文件的颁布,对我国基础教育的发展起到了极大的推动作用。同时也对我们的教育理念、教育方式、学习策略带来了深刻的变革。

课堂教学是实施素质教育的主渠道,课堂教学如何“以教师为主导,以学生为主体”是教育理念的一次重大变革。教学模式如何从“灌输——接受”转向研究性学习,学习方式如何从“独立学习”向“自主合作探究”方式转变。教师应如何“导”?学生如何“学”?学生的“主体性”如何实现?这是转型时期困惑我国广大中小学教师的一个重大难题,教是为了学生更好的学,教与学如何协调进行,需要我们在新的教育理念指导下重新审视,整体设计。我校从20世纪90年代开始,在校内进行了“教案学案一体化”的教改实验,取得了非常好的教学效果。为了将这一成果及时总结提高,推向全国,我们特组织编写了这套《教与学整体设计——教案学案一体化》丛书。

该套丛书最大的特点是兼顾了“教案”和“学案”的特点,既可作为教师备课教学时参考,亦可作为学生自主学习时参考。它是一套真正地走进课堂供师生互动使用的辅助材料。它区别于其他教辅资料的最大不同在于是按“课时”来编写的,具有详细的教学过程设计,重点解决每教时教材内容如何讲授、如何拓展,最终达到培养学生创新精神和实践能力的目的,使学生的综合素质得到提高。用通俗的话说:“学生拥有了这本书,就相当于把启东中学的老师请到身边来,相当于坐到了启东中学的课堂中听老师讲课。”

我校创办于1928年,位于长江北岸、黄海之滨,占地350亩,建筑面积8.5万平方米,教育设施现代化,现有88个教学班。1990年成为江苏省首批合格重点中学,1998年通过国家级示范性普通高中的评估验收。学校坚持全面贯彻党的教育方针,把“坚持全面发展,培养特色人才,为学生的终生发展奠基”作为自己的办学理念。十多年来,高考成绩一直居全省前列,重点本科率稳定在95%以上。2000年高考中,一个班10人考取清华大学,2001届一个班又有12名学生考取清华大学。2002年,我校高考成绩又创历史新高,高考总分平均分592.65分,超过省总分平均分124分,名列江苏省第一;重点大学上线率达91.8%,本科上线率达99.5%,600分以上人数142人,列全省前茅;有11位学生考取清华大学。1999、2000、2001、2002年连续四年囊括全省中学生数理化生各学科竞赛团体总分第一;1995年以来,在国际中学生奥林匹克竞赛中获得七金两银的优异成绩,其中2001年一举获得2枚金牌;陈建鑫同学在美国华盛顿举行的第42届国际中学生奥林匹克竞赛中获得金牌,施陈博同学在土耳其安塔利亚举行的第32届国际中学生物理奥林匹克竞赛中夺得金牌。在教育部公布的获得2001年高校保送生资格的名单中,启东中学有38名

同学榜上有名,在全国所有重点中学中名列前茅。2001年下半年,又有39人获学科竞赛一等奖。樊向军、张峰、陆泳浩、徐宇杰入选国家数学、物理、化学冬令营。其中樊向军、张峰代表国家于2002年5月4日参加在印度尼西亚举行的第三届亚洲中学生物理奥林匹克竞赛,这次竞赛共设立11块金牌,来自15个国家和地区的100多名中学生选手进行角逐,中国代表队最终获得7枚金牌,启东中学独占两枚。其中樊向军同学于2002年7月初参加在新加坡举行的第33届国际中学生物理奥林匹克竞赛,并获得金牌。2003年又有2名学生进入国家代表队,参加国际奥林匹克学科竞赛。同时,初一学生钱铁嵩、邢豫盛双获华罗庚金杯赛银牌。在体育、文艺、小发明、小制作等方面均涌现了不少特长学生。

这些成绩的取得,除了有一支高水平教师队伍和师生们的勤奋之外,最主要的一点就是我们狠抓课堂教学。近10年来,一直坚持集体备课,对教与学进行整体设计,采用教案学案一体化这种先进的载体具体操作落实。我们认为,这是针对中小学教学的弊端而实施的一种教与学的革命,它是集教育理念、教学行为和学习方法为一体的一种全新的教育范式。这种教育范式在总体上符合素质教育的基本精神,因为这种教学载体是在尊重学生主体地位的前提下,运用探究方法和理论联系实际的方法让学生感悟、体验、内化知识,培养学生的创新精神和实践能力。它力图改变传统的“灌输”“识记”的“填鸭”式教学,鼓励学生投入生活,亲身实践,自主选择,主动探究。它充分尊重青少年的探究本能和个性,把思维空间留给学生;把自学方法教给学生;把学习的主动权交给学生;把自主时间还给学生。它强调教师在“做中教”,学生在“做中学”,让学生综合运用各学科的知识,发现和提出问题,自主分析和解决问题,表达研究成果。最终变厌学为爱学,由爱学到乐学、会学、善学、巧学。

这套丛书全部由我校一线骨干教师编写,并得到了江苏省其他地区重点中学的审改,我代表学校对兄弟学校的无私帮助表示衷心的感谢。同时,我们也得到了宁夏人民教育出版社、学苑出版社、北京全品教育研究所的大力支持和帮助,在此,一并表示诚挚的谢意。

由于时间及作者本身认识和教学实践水平所限,本丛书定有不足和疏漏之处,恳请广大读者提出批评和修改意见。

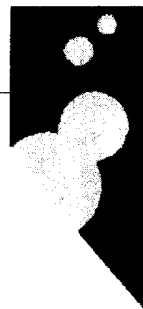
(作者系江苏省启东中学校长兼党委书记、特级教师、博士)

2003年6月

目 录

第八章 动量	(1)
一、冲量和动量	(1)
二、动量定理 (第1课时)	(4)
动量定理 (第2课时)	(6)
三、动量守恒定律	(9)
四、动量守恒定律的应用 (第1课时)	(13)
动量守恒定律的应用 (第2课时)	(16)
动量守恒定律的应用 (第3课时)	(19)
五、反冲运动 火箭	(23)
第八章复习与验收	(26)
第九章 机械振动	(31)
一、简谐运动	(31)
二、振幅、周期和频率	(34)
三、简谐运动的图象	(37)
四、单摆	(41)
* 五、相位	(44)
六、简谐运动的能量 阻尼振动	(46)
七、受迫振动 共振	(49)
第九章复习与验收	(53)
第十章 机械波	(58)
一、波的形成和传播	(58)
二、波的图象	(61)
三、波长、频率和波速	(64)
* 四、波的反射和折射	(68)
五、波的衍射	(70)
六、波的干涉	(72)
* 七、驻波	(75)
八、多普勒效应	(77)
九、次声波和超声波	(78)
第十章复习与验收	(80)
第十一章 分子热运动 能量守恒	(86)
一、物体是由大量分子组成的	(87)
二、分子的热运动	(89)

三、分子间的相互作用力	(92)
四、物体的内能 热量 (第 1 课时)	(94)
物体的内能 热量 (第 2 课时)	(97)
五、热力学第一定律 能量守恒定律	(99)
六、热力学第二定律	(102)
七、能源 环境	(104)
第十一章复习与验收	(106)
第十二章 固体、液体和气体	(111)
* 一、固体	(111)
* 二、固体的微观结构	(113)
* 三、液体	(115)
* 四、毛细现象	(117)
* 五、液晶	(119)
* 六、伯努利方程	(121)
* 七、湍流现象	(122)
八、气体的压强	(123)
九、气体的压强、体积、温度间的关系	(127)
第十二章复习与验收	(130)
第十三章 电场	(134)
一、电荷 库仑定律	(135)
二、电场 电场强度	(138)
三、电场线	(142)
四、静电屏蔽	(146)
五、电势差 电势	(150)
六、等势面	(154)
七、电势差与电场强度的关系	(158)
八、电容器的电容	(162)
九、带电粒子在匀强电场中的运动	(166)
* 十、静电的利用和防止	(171)
第十三复习与验收	(173)
参考答案	(179)



第八章 动量

一、本章教学目标概览

内容和要求	演示
动量(A) 动量定理(A) 动量守恒定律(B)	碰撞前后动量守恒
反冲(A) 火箭(A) 航天技术的发展和宇宙航行(A)	反冲

二、本章重点难点

重点:动量守恒定律及其应用.

难点:研究对象(系统)和物理过程的选取,相应物理规律的正确应用.

三、本章课时安排

内容	课时	备注
§8-1 冲量和动量	1	§8-1 ~ §8-2 为第一单元
§8-2 动量定理	2	
§8-3 动量守恒定律	1	§8-3 ~ §8-4 为第二单元

§8-4 动量守恒定律的应用	3	结合力学规律的综合应用
§8-5 反冲运动 火箭	1	§8-5 为第三单元
第八章复习与验收	1	

四、导入新课

牛顿定律在阐明力的效果时,存在两个难以克服的障碍.首先,当我们在研究以一定速度发生碰撞的物体间相互作用力的大小时,其冲击力是变化的,牛顿第二定律在这里具体解决力的瞬时效果时,尽管理论上是成立的,而实际上是难以解决的;其次,理论和实验都证明了牛顿定律只适用于低速的范围,对于微观世界高速运动的基本粒子之间的相互作用就不适用了.

物理学家在研究打击和碰撞这类问题时,引入了动量的概念,研究了与动量有关的规律,得出了动量定理,发现了动量守恒条件,为解决力学问题开辟了新途径,这一章是力学部分的重点章.



一、冲量和动量



一、教学目标概览

- 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,知道冲量是矢量.
- 3.知道动量的变化也是矢量,会正确计算一维的动量变化.

二、聚焦重点难点

重点:理解动量的概念.

难点:冲量、动量以及动量变化的矢量性.

三、教与学师生互动

教学过程:

对周围运动着的各种物体的运动过程,远在古代就有一些中外哲学家进行过思考,到了十七世纪,西欧的许多哲学家都认为:宇宙间的运动总量是不会减少的,如果能找到一个适当的物理量量度运动,就会看到,运动的总量是守恒的,这就是著名的“运动不灭”思想,十七世纪科学家们在对碰撞现象的研究中,找到了一个适合的量——动量,并建立了第一条守恒定律:动量守恒定律,为了理解和掌握这一定律,我们首先要理解两个基本概念.



(一)冲量 I

1. 概念的引入

对质量为 m 的静止物体,在力 F 作用下经过时间 t ,获得速度 $v = at = \frac{F}{m}t$,即 $Ft = mv$.可见,只要 F 和 t 的乘积 Ft 相同,对给定的静止物体所能获得的速度也相同.

为了反映对一定质量的物体,力所产生的改变物体速度的效果,在物理学中将 Ft 作为一个物理量引入.

2. 定义:作用在物体上的力和作用时间的乘积,叫做该力对这个物体的冲量 I .用公式表示为 $I = Ft$.

(1)单位:在国际单位制中,冲量的单位是牛秒,符号是 $N \cdot s$.

(2)冲量是矢量,它的方向由力的方向决定,冲量的方向跟这段时间内力的方向相同.

(3)冲量是过程量,是力对时间的积累效应.冲量存在于力作用的某段时间过程中,说某一时刻的冲量是没有意义的,所以理解冲量时要兼顾力和时间这两方面的因素.

(二)动量 p

1. 概念的引入

从上面得出的结果 $Ft = mv$ 可看出,在相同的冲量作用下,不同质量的原来静止的物体虽然得到的速度不同,但它们质量和速度的乘积相同,都等于它们受到的冲量.

为了反映冲量对物体产生的这种机械效果,在物理学中将 mv 作为一个物理量引入.

2. 定义:物体的质量和速度的乘积,叫做物体的动量 p .用公式表示为 $p = mv$.

(1)单位:在国际单位制中,动量的单位是千克·米/秒,符号是 $kg \cdot m/s$.

(2)动量是矢量,方向由速度方向决定,动量的方向与该时刻速度的方向相同.

(3)动量是状态量,我们讲物体的动量,总是指物体在某一时刻的动量,因此在计算时相应的速度应取这一时刻的瞬时速度.

(4)动量具有相对性.由于物体的运动速度与参考系的选取有关,所以物体的动量也与参考系的选取有关,通常在不加以说明的情况下,物体的动量是指物体相对地面的动量.

3. 动量与动能

(1)联系:动能和动量都是状态量,且动能与动量大小间满足关系 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 或 $p = \sqrt{2mE_k}$.

(2)区别:

①定义表达式不同:动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$;动量 $p = mv$,并且单位也不同.

②确定要素不同:动能是标量,只有大小;动量是矢量,有大小且有方向.

③增量的计算不同:动能增量计算采用代数法,动量增量计算采用矢量法.

④物理意义不同:动能变化用功来量度,动量变化用冲量来量度.

(三)动量的变化 Δp

1. 物体在运动过程中,如果两状态的动量不同,那么就存在动量的变化.

2. 动量的变化 Δp :某段运动过程(或时间间隔)末状态的动量 p' 跟初状态的动量 p 的(矢量)差,称为动量的变化(或动量的增量),即 $\Delta p = p' - p$.

3. 动量的变化是矢量,它的方向由速度变化的方向决定.动量的变化方向跟这一过程中速度变化的方向相同,求动量的变化时,应利用矢量运算定则——平行四边形定则,如果物体在同一直线上运动,那么选定正方向后,动量的方向可以用正、负号表示,将矢量运算化为代数运算.

【例1】两个质量相等的物体在同一高度分别沿倾角不同的两个光滑斜面由静止开始自由下滑,在它们到达斜面底端的过程中 ()

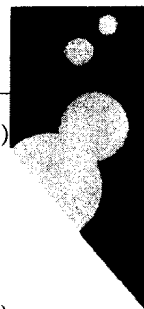
- A. 重力的冲量相同
- B. 弹力的冲量相同
- C. 合力的冲量相同
- D. 以上说法均不对

【解析】设斜面高 h ,倾角 θ ,下滑所用时间 t 由 $\frac{h}{\sin\theta} = \frac{1}{2}(g\sin\theta)t^2$ 求得 $t = \frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}$.由冲量的定义可得重力的冲量 $I_G = mg \cdot t$,方向向下;弹力的冲量 $I_N = (mg\cos\theta) \cdot t = m \cdot \cot\theta \sqrt{2gh}$,方向垂直斜面向上;合力的冲量 $I_{\text{合}} = mg\sin\theta \cdot t = m \sqrt{2gh}$,方向沿斜面向下.由于 θ 不同,所以 I_G 因为大小不等而不相同; I_N 因为大小和方向都不相同而不相同; $I_{\text{合}}$ 因为方向不同而不相同.

正确选项为 D

【例2】将质量为 $0.10kg$ 的小球从离地面 $20m$ 高处竖直向上抛出,抛出时的初速度为 $15m/s$,当小球落地时,求:

- (1)小球的动量;
- (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.



【解析】(1) 由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 可得小球落地时的速度大小 $v_t = \sqrt{v_0^2 + 2as} = \sqrt{15^2 + 2 \times 10 \times 20} = 25 \text{ (m/s)}$. 取向下为正, 则小球落地时的动量 $p = mv = 0.10 \times 25 = 2.5 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$, 方向向下.

(2) 小球从抛出至落地动量的增量 $\Delta p = mv - mv_0 = 0.10 \times 25 - 0.10 \times (-15) = 4.0 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$, 方向向下.

(3) 小球的运动时间 t 可由 $v_t = v_0 + at$ 得: $t = \frac{v_t - v_0}{g} = \frac{25 - (-15)}{10} = 4.0 \text{ (s)}$, 所以这一过程中重力的冲量 $I = mgt = 0.10 \times 10 \times 4.0 = 4.0 \text{ (N} \cdot \text{s)}$, 方向向下.

【例3】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, 与水平地面碰撞时间极短, 离地时速率为 v_2 , 在碰撞过程中, 钢球动量变化的大小为 _____.

【解析】选竖直向下为正方向, 则碰前钢球的动量 $p_1 = mv_1$, 碰后钢球的动量 $p_2 = -mv_2$, 碰撞过程中钢球动量变化 $\Delta p = p_2 - p_1 = -m(v_2 + v_1)$, 负号表示方向与选定的正方向相反, 即竖直向上, 所以钢球动量变化大小是 $m(v_1 + v_2)$.

【例4】将质量 $m = 0.2 \text{ kg}$ 的小球以水平速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 抛出, 不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 , 求:

- (1) 抛出后 0.4 s 内重力对小球的冲量;
- (2) 抛出 0.4 s 后小球的动量;
- (3) 抛出后 0.4 s 内小球动量的变化.

【解析】(1) 在 0.4 s 内重力对小球的冲量 $I = mgt = 0.2 \times 10 \times 0.4 = 0.8 \text{ (N} \cdot \text{s)}$, 方向竖直向下.

(2) 抛出 0.4 s 后在水平方向速度 $v_x = v_0 = 3 \text{ m/s}$, 在竖直方向速度 $v_y = gt = 4 \text{ m/s}$, 所以 $p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2} = m \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 0.2 \sqrt{3^2 + 4^2} = 1.0 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$, 与初速方向成 53° 夹角斜向下.

(3) 抛出后 0.4 s 内, 小球在水平方向动量变化 $\Delta p_x = 0$, 在竖直方向动量变化 $\Delta p_y = mv_y - 0 = 0.2 \times 4 = 0.8 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$, 所以 $\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2} = 0.8 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$. 方向竖直向下.

【注意】在 0.4 s 末的动量方向与初动量的方向不同, 如果将 0.4 s 末动量值与初始动量值之差作为该过程的动量变化是错误的.

【小结】力的冲量 $I = F \cdot t$, 物体的动量 $p = mv$, 动量的变化 $\Delta p = p' - p$, 它们都是矢量.

四、课堂跟踪反馈

【达标练习】

1. 有关物体的动量, 下列说法正确的是 ()

- A. 某一物体的动量改变, 一定是速度大小改变
- B. 某一物体的动量改变, 一定是速度方向改变
- C. 某一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

2. 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, 它的速度一定也大
- C. 匀速圆周运动物体的速度大小不变, 它的动量保持不变
- D. 匀速圆周运动物体的动量作周期性变化

3. 质量为 2 kg 的物体自由下落, 在第 2 s 初到第 3 s 末, 物体所受重力的冲量为 _____, 方向 _____ (g 取 10 m/s^2)

4. 如图 8-1-1 所示,

质量 $m = 5 \text{ kg}$ 的物体, 静止在光滑水平面上, 在与水平面成 37° 斜向上 50 N 的拉力 F 作用下, 水平向右开始做匀变速直线运动, 则在前 2 s

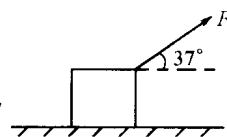


图 8-1-1

内, 拉力的冲量大小为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$, 水平面对物体支持力的冲量大小为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$, 重力的冲量大小为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$, 合外力的冲量大小为 _____ $\text{N} \cdot \text{s}$.

5. 一质量为 2 kg 的钢球, 在距地面 5 m 高处自由下落, 碰到水平的石板后以 8 m/s 的速度被弹回, 以竖直向下为正方向, 则在与石板碰撞前钢球的动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 碰撞后钢球的动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 碰撞过程中钢球动量的变化量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

【巩固练习】

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, 其速度一定越大
- C. 物体的动量越大, 其动量的变化也越大
- D. 动量的方向一定沿着物体的运动方向

2. 有一物体开始自东向西运动, 动量大小为 $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. 由于某种作用, 后来自西向东运动, 动量大小为 $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. 如规定自东向西方向为正, 则物体在该过程中动量变化为 ()

- A. $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- B. $-5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- C. $25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- D. $-25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

3. 关于冲量的概念, 以下说法中正确的是 ()

- A. 作用在两个物体上的力大小不同, 但两个物体所受的冲量可能相同
- B. 作用在物体上的力很大, 物体所受的冲量也一定很大



- C. 作用在物体上的力作用时间很短,物体所受的冲量一定很小
- D. 只要力的作用时间和力大小的乘积相同,物体所受的冲量一定相同
4. 关于动量的概念,以下说法中正确的是 ()
- A. 速度大的物体动量一定大
- B. 质量大的物体动量一定大
- C. 两物体的质量相等,速度大小也相等,则它们的动量一定相同
- D. 两物体的速度相同,则它们动量的方向一定相同
5. 某物体在运动过程中,下列说法中正确的是 ()
- A. 在任何相等时间内,它受到的冲量都相同,则物体一定做匀变速运动
- B. 如果物体的动量大小保持不变,则物体一定做匀速运动
- C. 只要物体的加速度不变,物体的动量就不变
- D. 只要物体的速度不变,物体的动量就不变
6. 使质量为 2kg 的物体做竖直上抛运动, 4s 后回到出发点,不计空气阻力,在此过程中物体动量的变化和所受的冲量分别是 ()
- A. $80\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 方向竖直向下; $80\text{N}\cdot\text{s}$, 方向竖直向上
- B. $80\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 方向竖直向上; $80\text{N}\cdot\text{s}$, 方向竖直向下
- C. $80\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 和 $80\text{N}\cdot\text{s}$, 方向均竖直向下
- D. $40\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 和 $40\text{N}\cdot\text{s}$, 方向均竖直向下
7. 一个物体以某一初速度从粗糙斜面的底部沿斜面向上滑,物体滑到最高点后又返回到斜面底部,则下述说法中正确的是 ()
- A. 上滑过程中重力的冲量小于下滑过程中重力的冲量
- B. 上滑过程中摩擦力的冲量与下滑过程中摩擦力的冲量大小相等
- C. 上滑过程中弹力的冲量为零
- D. 上滑与下滑的过程中合外力冲量的方向相同
8. 物体 A 的质量是 10kg ,静止在水平面上, A 与水平面间的动摩擦因数为 0.4 ,现有 $F = 50\text{N}$ 的水平推力作用在 A 上,在 F 持续作用 4s 的过程中物体所受的总冲量大小为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{N}\cdot\text{s}$.
9. 质量为 3kg 的物体从 5m 高处自由下落到水泥地面后被反弹到 3.2m 高处,则在这一整个过程中物体动量的变化为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{kg}\cdot\text{m/s}$,物体与水泥地面作用过程中动量变化的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{kg}\cdot\text{m/s}$.
10. 以初速度 v_0 竖直上抛一个质量为 m 的小球,不计空气阻力,求下列两种情况下小球动量的变化.
- (1) 小球上升到最高点的一半时间内.
- (2) 小球上升到最高点的一半高度内.

二、动量定理(第1课时)

一、教学目标概述

- 理解动量定理的确切含义和表达式,知道动量定理适用于变力.
- 会用动量定理解释现象和处理有关问题.

二、聚焦重点难点

重点: 对动量定理的理解和应用.

难点: 动量定理在物理过程中的应用.

三、教与学师生互动

教学过程:

力是物体运动状态发生改变即产生加速度的原因,力在作用的时间过程中积累了一定的冲量,对受力物体产生了一定的作用效果,下面我们来寻找它们间的关系,以展现给我们一个全新的力学规律,开辟一条新的解题途径.

(一) 动量定理

1. 推导

设质量为 m 的物体在合外力 F 作用下沿直线运动,经过时间 t ,速度由 v 变为 v' ,则由 $F = ma$ 和 $a = \frac{v' - v}{t}$ 得 $Ft = mv' - mv$,即 $I = \Delta p$.

2. 动量定理:物体所受合外力的冲量等于物体的动量变化.

数学表达式为 $Ft = mv' - mv$ 或 $I = \Delta p$.

(二) 对动量定理的理解

1. 动量定理是矢量式,合外力的冲量方向与物体动量变化的方向相同.

合外力冲量的方向可以跟初动量方向相同,也可以相反,例如,匀加速直线运动合外力冲量方向与初动量方向相同,匀减速直线运动合外力冲量方向与初动量方向相反.

2. 动量定理的适用范围

(1) 成立条件:动量定理在惯性参考系中成立.

因为动量定理由牛顿第二定律和运动学公式推导而得,而牛顿运动定律仅在惯性参考系中成立,所

以动量定理在惯性参考系中成立,一般在没有特别说明时,以地面为惯性参考系。

(2) 动量定理的应用范围广阔

尽管动量定理是根据牛顿第二定律和运动学公式在恒定外力的情况下沿直线运动时推导出来的,但可以证明:

① 动量定理不但适用于恒力,也适用于随时间变化的变力,对于变力情况,动量定理中的 F 应理解为变力在作用时间内的平均值。

② 动量定理不仅可以解决匀变速直线运动的问题,还可以解决曲线运动中的有关问题,将较难的计算问题转化为较易的计算问题。

③ 动量定理不仅适用于宏观低速物体,也适用于微观现象和高速运动问题。

3. 应用动量定理解题的一般步骤

(1) 确定研究对象和物理过程,并对研究对象做出受力分析。

(2) 选定正方向,确定在物理过程中研究对象所受合外力的冲量和动量的变化。

(3) 由动量定理列等式,统一单位后代入数据求解。

【例 1】如图 8-2-1 所示,一质量为 m 的小球,以速度 v 碰到墙壁上,被反弹回来的速度大小仍是 v ,若

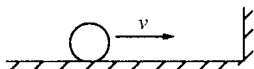


图 8-2-1

球与墙壁的接触时间为 t ,求小球在与墙相碰时所受的合力。

【解析】取向左的方向为正方向,对小球与墙相碰的物理过程,概括动量定理有:

$Ft = mv - (-mv)$ 所以 $F = \frac{2mv}{t}$, 方向向左(与碰后速度方向相同)。

【例 2】一个质量为 m 的物体,以速率 v 做匀速圆周运动,求物体在 $\frac{1}{2}$ 周期内所受合力冲量的大小。

【解析】物体做匀速圆周运动时,所受的合力虽然大小不变,但方向时刻在变化,合力是变力,用动量定理求变力的冲量时,以动量的增量来等效替换,避免了直接按冲量定义求解的困难。

以 $\frac{1}{2}$ 周期后的速度方向为正,则由动量定理得 $I = mv - (-mv) = 2mv$ 。

【例 3】以初速 v_0 水平抛出一质量为 1kg 的物体,若在抛出后 3s 内它未与地面相碰,求它在 3s 内动量的变化。

【解析】做平抛运动的物体只受重力作用,根据动

量定理,在抛出后的 3s 内物体的动量变化为 $\Delta p = mg \cdot t = 1 \times 10 \times 3 = 30(\text{kg} \cdot \text{m/s})$ 方向与重力的方向相同,竖直向下。

本例也可直接计算 Δp ,参看上一节的例 4。

【例 4】一细绳跨过一轻小定滑轮,两端分别拴有质量 m 及 M 的物体,如图 8-2-2 所示, M 静止在地面上,且 $M > m$,当 m 自由下落 h 距离后,绳子才被拉紧,求绳子刚被拉紧时两物体的运动速度以及 M 能上升的最大高度(设 m 未着地, M 未碰及滑轮)。

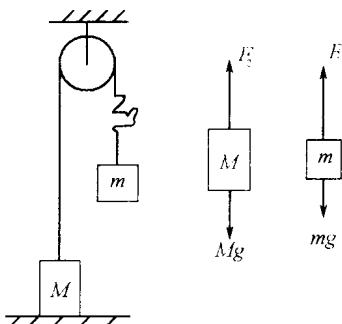


图 8-2-2

【解析】整个问题由三个阶段组成。

第一阶段: m 自由下落距离 h , 此时 m 的速度为 $v_1 = \sqrt{2gh}$, 方向向下。

第二阶段: 拉紧绳子的过程, 分别对 m 和 M 应用动量定理, 以竖直向上为正方向, 有:

$(F_1 - mg) \cdot \Delta t = -mv' - (-mv)$, $(F_2 - Mg) \Delta t = Mv' - 0$. 由于作用时间 Δt 很短暂, $mg \ll F_1$, $mg \ll F_2$,

略去重力, 并注意到 $F_1 = F_2$, 可得 $v' = \frac{mv_1}{M+m} =$

$\frac{m\sqrt{2gh}}{M+m}$. v' 即为绳子刚被拉紧时两物的速度, 对 m 方向向下, 对 M 方向向上。

第三阶段: 绳子被拉紧后, m 和 M 分别做向下和向上的匀变速直线运动, 其加速度可由牛顿第二定律求得, 对 M 有 $Mg - F = Ma$, 对 m 有 $F - mg = ma$, $a = \frac{M-m}{M+m}g$.

M 上升的最大高度 $H = \frac{v'^2}{2a} = \frac{m^2}{M^2 - m^2} h$.

【小结】动量定理: 合外力的冲量等于物体的动量变化, $I = \Delta p$, 动量定理是矢量式。

四、课堂跟踪反馈

【达标练习】

- 在动量定理 $F \cdot t = \Delta p$ 中, F 指的是 ()
A. 物体所受的弹力

- B. 物体所受的合外力
C. 物体所受的除重力和弹力以外的其他力
D. 物体所受的除重力以外的其他力的合力
2. 对任何运动的物体,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
3. 质量为 m 的物体在外力 F 的作用下(F 的方向与运动方向一致),经过 Δt 后,物体的动量由 mv_1 增加到 mv_2 ,如果力、作用时间不同,下列哪一个结论是正确的 ()
A. 在 $2F$ 作用下经 $2\Delta t$,物体的动量为 $4mv_2$
B. 在 $2F$ 作用下经 $2\Delta t$,物体的动量为 $4mv_1$
C. 在 $2F$ 作用下经 Δt ,物体的动量为 $m(2v_2 - v_1)$
D. 在 F 作用下经 $2\Delta t$,物体动量增加 $2mv_2$
4. 一个质量为 m 的小球以速率 v 垂直射向墙壁,碰后又以相同的速率弹回,小球在此过程中受到的冲量大小是 ()
A. mv B. $\frac{1}{2}mv$
C. $2mv$ D. 0

5. 将质量为 0.5kg 的小球以 20m/s 的初速度做竖直上抛运动,不计空气阻力,则小球从抛出点至最高点的过程中,动量的增量大小为多少? 方向怎样? 从抛出点至小球返回抛出点的过程中,小球动量的增量大小为多少? 方向怎样?

【巩固练习】

1. 下列运动过程中,在任意相等时间内,物体动量变化不相同的是 ()
A. 匀速圆周运动
B. 自由落体运动
C. 平抛运动
D. 匀减速运动
2. 质量为 m 的物体,在水平面上以加速度 a 从静止开始运动,所受阻力为 f ,经过时间 t ,它的速度为 v ,在此过程中物体所受合外力的冲量是 ()
A. $(ma + f)v/a$ B. mv

C. mat

D. $(ma - f)v/a$

3. 某物体受到一个 $-6\text{N}\cdot\text{s}$ 的冲量作用,则 ()
A. 物体的动量增量一定与规定的正方向相反
B. 物体原来动量方向一定与这个冲量方向相反
C. 物体的末动量方向一定与这个冲量方向相反
D. 物体的动量一定在减小
4. 子弹水平射入一个置于光滑水平面上的木块中,则 ()
A. 子弹对木块的冲量必大于木块对子弹的冲量
B. 子弹受到的冲量与木块受到的冲量相同
C. 当子弹与木块以同一速度运动后,它们的动量一定相等
D. 子弹与木块的动量变化必大小相等,方向相反
5. 质量为 0.1kg 的钢球自 5m 高度处自由下落,与地面碰撞后回跳到 3.2m 高处,整个过程历时 2s ,不计空气阻力, g 取 10m/s^2 ,则钢球与地面作用过程中钢球受到地面给它的平均作用力大小为 ()
A. 9N B. 90N
C. 100N D. 10N
6. 木块与水平面间的动摩擦因数为 μ ,则以初速度 v_0 在冰面上滑行的木块经过时间_____,将停止运动.
7. 质量相同的两物体,并列地静止在光滑水平面上,今给其中甲物体以瞬时冲量 I 作用,同时以恒力 F 推动乙物体, I 与 F 作用方向相同,则要经过时间_____,两物再次相遇,在此过程中力 F 对乙的冲量大小为_____.
8. 质量为 3kg 的物体初速度为 10m/s ,在 12N 的恒定合外力作用下速度增加到 18m/s ,方向与初速方向相同,求物体在这一过程中受到的冲量和合外力的作用时间.
9. 0.5kg 的足球从 1.8m 高处自由落下,碰地后能弹到 1.25m 高,若球与地的碰撞时间为 0.1s ,试求球对地的作用力.
10. 自动步枪每分钟能射出 600 颗子弹,每颗子弹的质量为 20g ,以 500m/s 的速度射击枪口,求因射击而使人受到的反冲力的大小.

动量定理(第2课时)

一、教学目标概览

1. 加深对动量定理的理解,知道缓冲是动量定理

的应用实例.

2. 理解牛顿第二定律和动量定理的关系.

二、聚焦重点难点

重点:动量定理的进一步应用.

难点:牛顿第二定律与动量定理的关系.

三、教与学师生互动

教学过程:

动量定理在实际问题中有着十分广泛的应用,对一定的动量变化,我们可以通过控制作用时间来改变作用力,例如为了避免物体的破碎或受到伤害,常采用加塞纸屑、海绵等软垫的方法;而为了加大相互间的作用力,可采用坚硬的撞击面.

(一)动量定理的应用——缓冲

【演示】鸡蛋落在海绵软垫上不破损,用橡皮锤敲打墙面砖,墙面砖完好无损.

1. 缓冲:通过延长作用时间来减小作用力的物体过程,称为缓冲.

2. 利用缓冲减小作用力.

由 $Ft = p' - p$ 得 $F = \frac{p' - p}{t}$, 对一定的动量变化,作用时间的延长,导致作用力的减小.

【注意】缓冲的过程并没有减少动量的变化量.

请学生举例应用缓冲的实例.

问题:对于一定的动量变化,怎样来增大作用力?试举出实例.

(二)牛顿第二定律和动量定理

1. 牛顿第二定律可用动量来表示

由 $F = ma$ 和 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 得 $F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$ 即 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, 作用力等于动量的变化率.

【注意】动量的变化率 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ 与动量的变化 Δp 不同.

2. 牛顿第二定律与动量定理存在区别

牛顿第二定律是一个瞬时关系式,它反映某瞬时物体所受的合外力与加速度之间的关系,而动量定理是研究物体在合外力持续作用下,在一段时间内的积累效应,在这段时间内物体的动量发生变化.

因此,在考虑各物理量的瞬时对应关系时,用牛顿第二定律,而在考虑某一物理过程中物理量间的关系时,应优先考虑用动量定理.

3. 动量定理比牛顿第二定律在应用上有更大的灵活性和更广阔的应用范围.

(三)动量定理与动能定理

1. 动量定理与动能定理从不同的侧面(分别是时间过程和位移过程)反映了力学规律.

2. 动量定理是矢量式,动能定理是标量式.

3. 动量定理和动能定理是解决力学问题的两条

重要定理.一般来说,侧重于时间过程的力学问题用动量定理处理较为方便,侧重于位移过程的力学问题用动能定理处理较为方便.

【例1】钉钉子时为什么用铁锤不用橡皮锤,而铺地砖时却是用橡皮锤不用铁锤?

【解析】钉钉子时用铁锤是因为铁锤形变很小,铁锤和钉子之间的相互作用时间很短,对于动量变化一定的铁锤,受到钉子的作用力很大,根据牛顿第三定律,铁锤对钉子的反作用力也很大,所以能把钉子钉进去,而橡皮锤形变较大,它和钉子间的作用时间较长.同理,橡皮锤对钉子的作用力较小,不容易把钉子钉进去,但在铺地砖时,需要较小的作用力,否则容易把地砖敲碎,因此不能用铁锤,而用橡皮锤.

【例2】台面上叠放着两个物

体,如图8-2-3所示,若轻推A,

则B跟着A一起动;若猛击A,则

B不跟着A运动,这说明 ()

- A. 轻推时,A给B的冲量小
B. 轻推时,A给B的冲量大
C. 猛击时,A给B的冲量小
D. 猛击时,A给B的冲量大

图8-2-3

【解析】用极端假设法来分析,设轻推时,B随A一起运动的速度为v;猛击时A从B的下方冲出,B水平方向的速度为零,则有:

轻推时,A对B的冲量 $I_1 = \Delta p_B = m_B v$.

猛击时,A对B的冲量为 $I_2 = 0$.

正确选项为B、C.

【例3】如图8-2-4所示,质量为m的质点P以O为圆心,R为半径做匀速圆周运动,周期为T,当质点P经过图中A位置时,另一质量为M,初速为零的质点Q,受沿OA方向的拉力F作用而开始做直线运动,要使两质点P和Q能在某时刻动量相同,拉力F必须满足怎样的条件?

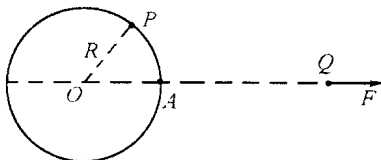


图8-2-4

【解析】Q的动量方向沿直线向右,要使两质点的动量方向相同,P质点必须顺时针方向运动到最高点或逆时针方向运动至最低点,P质点的动量为 $p_1 = m(\omega R) = m(\frac{2\pi}{T}R)$,而Q质点的动量为 $p_2 = Mv = Mat = Ft$.

(1) 当 P 顺时针方向转动时 $t = (n + \frac{3}{4})T$, 所以

$$F = \frac{8\pi mR}{(4n+3)T^2}, (n=0, 1, 2, \dots)$$

(2) 当 P 逆时针方向转动时, 同样是 $t = (n + \frac{3}{4})T$, 所以

$$T, F = \frac{8\pi mR}{(4n+3)T^2}, (n=0, 1, 2, \dots)$$

【例4】如图8-2-5所示, 滑块A和滑块B紧靠在一起放置于光滑水平面上, 一子弹以某一速度射入滑块A, 最后由滑块B穿出, 已知滑块A的质量 $m_A = 1\text{kg}$, 滑块B的质量 $m_B = 2\text{kg}$, 子弹在滑块中所受的阻力恒为 $f = 3000\text{N}$, 若子弹穿过A的时间 $t_A = 0.1\text{s}$, 穿过B的时间 $t_B = 0.2\text{s}$, 求:

图8-2-5

(1) 滑块A对滑块B的推力多大?

(2) 两块的最终速度各多大?

【解析】(1) 对子弹穿过A的过程, 以A和B为研究对象, 由动量定理得: $ft_A = (m_A + m_B)v_A - 0$ 在这一过程中A、B不会分离, $v_B = v_A$. 对B物体由动量定理得 $F_{AB} \cdot t_A = m_B \cdot v_B$, 所以 $F_{AB} = \frac{m_B \cdot f}{m_A + m_B} = \frac{2 \times 3000}{1+2} = 2000(\text{N})$.

(2) 子弹穿过A后, A以 $v_A = \frac{ft_A}{m_A + m_B} = \frac{3000 \times 0.1}{1+2} = 100(\text{m/s})$ 向右做匀速直线运动.

子弹穿过B的过程, 对B由动量定理得: $ft_B = m_B v'_B - m_B v_B$, 解得B的最终速度 $v'_B = \frac{ft_B}{m_B} + v_B = \frac{300 \times 0.2}{2} + 100 = 400(\text{m/s})$, 方向向右.

【小结】缓冲: 通过延长作用时间来减小作用力, 作用力等于动量的变化率.

四、课堂跟踪反馈

【达标练习】

1. 在相同条件下, 玻璃杯掉在石板上易破碎, 掉在棉被上不易破碎, 这是因为 ()

- A. 前一种情况下冲量大
- B. 后一种情况下相互作用时间长, 冲力小
- C. 前一种情况下动量的变化率大
- D. 后一种情况下动量的变化大

2. 一质量为 2kg 的质点从静止开始沿某一方向做匀变速直线运动, 它的动量 p 随位移 x 变化的关系式为 $p = 8\sqrt{x}\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 则此质点 ()

- A. 加速度为 8m/s^2

B. 2s 内受到的冲量为 $32\text{N} \cdot \text{s}$

C. 在相同时间内, 动量的增量一定相等

D. 通过相同的距离, 动量的增量也可能相等

3. 水流以 10.0m/s 的速度由横截面积为 4.0cm^2 的喷口处垂直冲击墙壁, 冲击后水流无初速地沿墙壁流下, 则墙受水流的冲击力为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{N}$ ($\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$)

4. 一质量为 50kg 的杂技演员, 表演时不慎掉下, 当他下落 5m 时安全带被拉直, 带和人作用时间为 1s , 则安全带对人的平均作用力为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{N}$ (g 取 10m/s^2)

5. 质量 $M = 4\text{kg}$ 的物体静止在水平面上的A点, 在 $F = 5\text{N}$ 的水平恒力作用下开始运动, 经过一段时间后撤去 F , 物体运动到B点静止, 如图8-2-6所示, 已知A、B间距离 $s = 10\text{m}$, 物体与水平面间的摩擦因数 $\mu = 0.1$, 求恒力作用在物体上的时间.

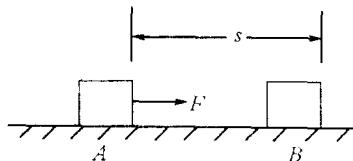


图8-2-6

【巩固练习】

1. 一个笔帽竖立于放在水平桌面的纸条上, 将纸条从笔帽下抽出时, 如果缓慢拉动纸条笔帽必倒; 若快速拉纸条, 笔帽可能不倒, 以下说法中正确的是 ()

- A. 缓慢拉动纸条时, 笔帽受到冲量小
- B. 缓慢拉动纸条时, 纸对笔帽水平作用力大, 笔帽必倒
- C. 快速拉动纸条时, 笔帽受到冲量小
- D. 快速拉动纸条时, 纸条对笔帽水平作用力小

2. 跳高时, 在横杆的后下方要放置厚海绵垫的原因是 ()

- A. 延长人体与垫的接触时间, 使人受到的冲力减小
- B. 减少人体与垫的接触时间, 使人受到的冲力增大
- C. 使人过杆时速度减小, 受到的冲力减小
- D. 使人过杆时动量减小, 受到的冲力减小

3. 质量为 1kg 的小球从离地 5m 高处自由落下, 与地面碰撞后, 上升的最大高度是 3.2m , 设球与地面相碰时球给地面的平均冲力是 100N , 则球与地面的接触时间为 (g 取 10m/s^2) ()

- A. 0.18s
- B. 0.20s
- C. 0.22s
- D. 0.02s

4. 两物体甲和乙分别在恒力 F_1 和 F_2 的作用下沿同一直线运动, 它们的动量随时间变化关系如图 8-2-7 所示, 设甲在 t_1 时间内受到的冲量大小为 I_1 , 乙在 t_2 时间内受到的冲量大小为 I_2 , 则由图可知 ()

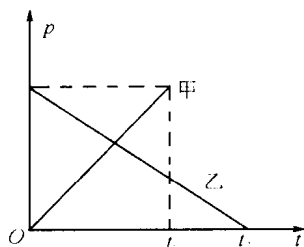


图 8-2-7

- A. $F_1 > F_2$ $I_1 = I_2$
B. $F_1 < F_2$ $I_1 = I_2$
C. $F_1 = F_2$ $I_1 > I_2$
D. $F_1 = F_2$ $I_1 < I_2$

5. 物体 A 和 B 用轻绳相连后挂在轻弹簧下静止不动, 如图 8-2-8 所示, A、B 的质量分别是 m 和 M , 当连接 A、B 的轻绳突然断开后, 物体 A 上升经过某一位置时速度大小为 v , 这时物体 B 的下落速度为 u , 在这段时间里, 弹簧的弹力对物体 A 的冲量为 ()

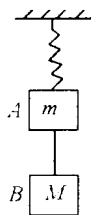


图 8-2-8

- A. mv B. $mv - Mu$
C. $mv + Mu$ D. $mv + mu$

6. 两个质量、材料相同的长方体木块 A、B, 靠在一起放在光滑水平面上, 一水平射来的子弹先后穿透

两木块后飞出, 若木块对子弹的阻力恒定不变, 子弹射穿木块的时间相同, 则子弹射穿两木块后, A、B 两木块的速度之比为 ()

- A. 1:1 B. 1:2
C. 1:3 D. $1:\sqrt{3}$

7. 装煤机在 2s 内将 10t 煤装入水平匀速前进的车厢里, 车厢速度为 5m/s, 若不计阻力, 车厢为保持原速匀速前进, 则需要增加的水平牵引力大小为 _____ N.

8. 有一宇宙飞船, 它的正面面积 $S = 0.98\text{m}^2$, 以 $v = 2 \times 10^3\text{m/s}$ 的速度飞入一宇宙微粒尘区, 每一微粒平均质量 $m = 2 \times 10^{-4}\text{g}$, 若此尘区每立方米的空间有一个微粒, 则为使飞船的速度不变, 飞船的牵引力应增加多少? (设微粒与飞船外壳相碰后附着于飞船上).

9. 质量为 M 的金属块和质量为 m 的木块通过细线系在一起, 从静止开始以加速度 a 在水中下沉, 经过时间 t 线断裂, 金属块和木块分开, 再经过时间 t' , 木块停止下沉, 设金属块尚未沉到水底, 求此时金属块的运动速度.

10. 如图 8-2-9 所示, A、B 两木块紧靠在一起且静止于光滑的水平面上, 物块 C 以一定速度 v_0 从 A 左端开始沿 A、B 上表面向右滑行, 已知 A、B

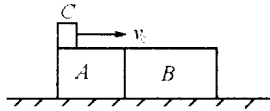


图 8-2-9

的质量分别是 1kg 和 2kg, C 与 A、B 间的动摩擦力均为 30N, C 从 A 和 B 的上表面滑过所用时间分别是 0.1s 和 0.2s, 求 C 滑过 A、B 后, A 和 B 的速度各为多大?

三、动量守恒定律

一、教学目标概览

1. 理解动量守恒定律的确切含义和表达式, 知道定律的适用条件和适用范围.

2. 会从动量定理和牛顿第三定律导出动量守恒定律.

二、聚焦重点难点

重点: 理解和基本掌握动量守恒定律.

难点: 对动量守恒定律条件的掌握.

三、教与学师生互动

教学过程:

动量定理研究了一个物体受到力的冲量作用后, 动量怎样变化, 那么两个或两个以上的物体相互作用时, 会出现怎样的总结果? 这类问题在我们的日常生活中较为常见, 例如, 两个紧挨着站在冰面上的同学, 不论谁推一下谁, 他们都会向相反的方向滑开, 两个同学的动量都发生了变化, 又如火车编组时车厢的对接, 飞船在轨道上与另一航天器对接, 这些过程中相互作用的物体的动量都有变化, 但它们遵循着一条重要的规律.

(一) 系统

为了便于对问题的讨论和分析, 我们引入几个概念.