

三合一

- | | | |
|---|-------|---|
| ★ | 新课标解读 | ★ |
| ★ | 研究性学习 | ★ |
| ★ | 奥赛起跑线 | ★ |

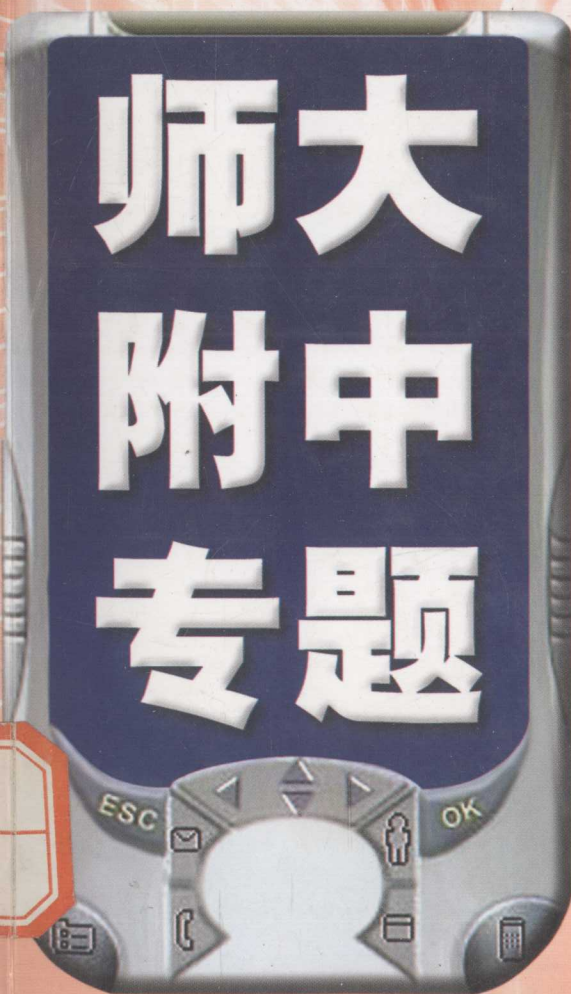
高中力学（下）

◆ 湖南师范大学出版社

◆ 学科主编 ↓ 何宗罗

◆ 本册主编 ↓ 何宗罗

师大附中专题



00614077

4

普通高等教育出版社

湖南师范大学出版社：卷一、主编王孟德、(下)等次中真

2009.11

SHIDA FUZHONG ZHUANTI

(高中物理)

师大附中专题

高中力学(下)

王孟德、王科等

王孟德、王科等、王孟德等

王孟德、王科等、王孟德等

学科主编◇何宗罗

本册主编◇朱孟德

G634.73
016



CS1007504

重庆师范大学图书馆

湖南师范大学出版社

82

图书在版编目(CIP)数据

高中力学(下) / 朱孟德主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2003. 4

(师大附中专题)

ISBN 7-81081-251-3/G · 169

I. 高... II. 朱... III. 力学—高中—教学参考资料
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 106574 号

高中力学(下)

朱孟德 主编

- 学科主编: 何宗罗
- 全程策划: 李 阳 黄道见
- 组稿编辑: 李 阳 黄道见
- 责任编辑: 李巧玲
- 责任校对: 蒋旭东
- 出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731. 8853867 8872751 传真/0731. 8872636

- 经销: 湖南省新华书店
- 印刷: 望城湘江印刷厂印刷

- 开本: 890 × 1240 1/32
- 印张: 8. 125
- 字数: 330 千字
- 版次: 2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷
- 印数: 1—10000 册
- 书号: ISBN 7-81081-251-3/G · 169
- 定价: 11. 00 元



丛书编委会

(按姓氏笔划排序)

王 忠

华中师范大学附中副校长 特级教师

王爱礼

山东师范大学附中副校长 特级教师

刘世斌

辽宁师范大学附中副校长 特级教师

刘 强

首都师范大学附中副校长 高级教师

李 鸿

陕西师范大学附中副校长 特级教师

赵定国

福建师范大学附中副校长 特级教师

杨淑芬

云南师范大学附中副校长 特级教师

樊希国

湖南师范大学附中副校长 高级教师



选择《师大附中专题》的理由

一、师大附中名师打造

全国各师范大学附中,多为国家示范重点学校。集各师大附中名师,呈现先进的教育理念,科学的教学方法,名师伴读,事半功倍。

师大附中专题,示范中学实力。

二、三位一体知识呈现

师大附中专题在“知识呈现”上独具特色:

①重知识归纳(重点、基点、难点三点归纳)

②重方法导引(精讲、精导、精练三精导学)

③重高考点拨(专题知识高考考点与考向)

三、新课标理念闪亮抢滩

新课程标准将综合实践活动列为中学必修课程,可以预见,在高考及竞赛活动中都将得以体现。专辟“综合应用与研究性学习”一篇,可谓一大亮点,重点探讨研究性学习与高考的关系,并精选各师大附中典型研究性学习案例,能充分满足教学与备考需要。

四、竞赛高考紧密连线

归纳专题竞赛热点,剖析典型赛题,点拨解题方法,精选示范赛题。引导学生深化课堂知识结构,熟悉奥赛基本规则,从容应付高考提高题,也为尖子生的脱颖而出提供了“土壤”,可谓深化专题内容又一大特色。

《师大附中专题》丛书策划组

目 录

上篇 基础部分

专题知识框架	(2)
本专题高考考向	(3)
第一章 动量	(4)
第一讲 动量 冲量 动量定理	(5)
第二讲 动量守恒定律	(16)
第二章 机械能	(30)
第一讲 功 功率	(31)
第二讲 动能 动能定理	(45)
第三讲 机械能守恒定律	(59)
第四讲 碰撞 动量守恒和能的转化与守恒	(75)
第三章 机械振动和机械波	(92)
第一讲 机械振动	(93)
第二讲 机械波	(114)

中篇 综合应用与研究性学习

第一章 学科内综合	(138)
第二章 跨学科综合	(187)
第三章 研究性学习	(199)

下篇 竞赛点津

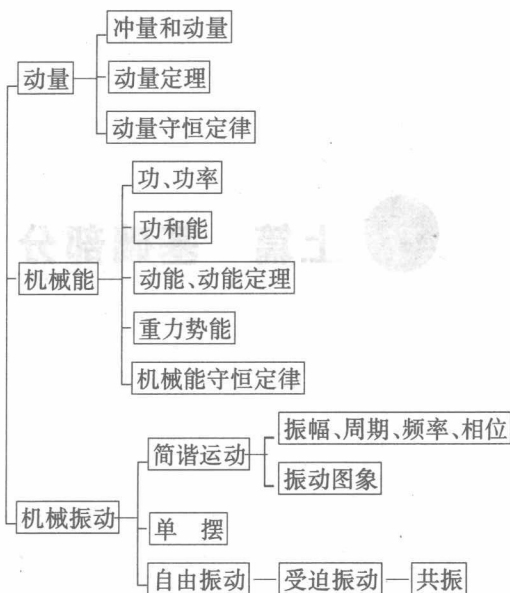
第一章 竞赛热点	(208)
第二章 竞赛典型试题精析	(222)
第三章 竞赛实战模拟训练	(238)



上篇 基础部分



专题知识框架



第一章
本专题高考考向

来要已点思以学高

动量、动量定理是研究运动与力的问题的三条途径之一。近几年高考考纲中明确指出:不要求用动量定理的公式进行计算,因此成了高考冷点。但随着新教材的进一步推广和推行素质教育,它将会逐步升温。2002年高考理科综合中第26题就是一道用动量定理进行定量计算的大题(也可用牛顿定律进行讨论)。

动量守恒定律是高考的热点,是中学物理的难点,是物理科内综合的集中点,因此在计算题中出现的频率很高。

动能、动能定理,机械能守恒定律,功和能是力学问题的核心,是历年高考的热点,几乎每年都有大题出现。随着高考的改革,在理科综合中,它不仅仅在物理科内综合中起到纽带作用,而且是跨学科综合的桥梁。因此,在以后的高考中,它将会进一步升温。

机械振动和机械波,在高考中曾以选择题、填空题、计算题出现过。但在理科综合卷中一般只会以小题出现,因此学习时要特别加强对其知识理解,不必在大综合题中进一步深化。

第一章

动 量

高考知识点与要求

知识点	要求	说明
1. 动量、冲量、动量定理及其应用	理解、应用	动量定理和动量守恒定律的应用只限于一维的情况。
2. 动量守恒定律及其应用(包括反冲)	理解、应用	

第 一 讲

动量 冲量 动量定理

三点归纳

- ◆ **基点** 动量、冲量的概念, 动量定理.
- ◆ **重点** 动量定理的认识与理解, 动量定理与牛顿运动定律.
- ◆ **难点** 动量、冲量是矢量, 动量定理的数学表达式是矢量关系式, 运算法则
是矢量的运算法则.

三精导学

◆ 精讲

概念与规律

1. 动量的概念

物体的质量 m 与其运动速度 v 的乘积 mv 称为物体的动量 p , 即 $p=mv$.

动量的单位: $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

动量是矢量, 它的方向就是速度的方向.

动量是一个状态量, 它描述的是物体的一个运动状态. 当物体的运动状态发生改变时, 物体的动量也随之改变.

2. 冲量的概念

力在时间上的累积称力的冲量. 恒力的冲量 I 是恒力 F 与作用时间 t 的乘积, 即 $I=F \times t$.

冲量的单位: $\text{N} \cdot \text{s}$.

冲量是矢量, 它的方向与力和累积时间有关, 恒力 F 的冲量方向与 F 的方向一致.

冲量是一个过程量, 它的大小、方向与具体的物理过程密切相关.

3. 动量定理

合外力对物体的冲量等于物体动量的增量,即 $I = \Delta p$.

若力是恒力,有 $F \times t = \Delta p = mv_2 - mv_1$.

动量定理研究的是一个物理过程,一个物理过程对应两个状态,即初态、末态.其过程是分析力在时间上的累积过程,即力的冲量;其两个状态是分析初、末状态的动量 p_1, p_2 . 用动量定理研究问题不涉及过程中变化细节,只注重初、末状态结果的比较. 对该过程中的冲量,可以是先求合力,再求合力的冲量;也可以是求各力的冲量,再求冲量的矢量和. 在该过程中如果力是变力, $Ft = \Delta p$ 中 F 为在时间上的平均作用力.

动量定理的数学表达式 $Ft = \Delta p = mv_2 - mv_1$ 是一个矢量等式,即 Δp 的方向与 Ft 的方向一致, Δp 的大小与 Ft 的大小相等. 由此可以理解到该过程中如果是变力,冲量的方向一定是 Δp 的方向,但不一定是力的方向.

思维拓展

1. 力的冲量的几种不同求法

①用冲量的概念求冲量.

力在时间上的累积称为力的冲量,冲量是矢量,累积是矢量累积,是对一个具体的物理过程进行累积. 恒力的冲量,其累积结果是 Ft ,因此 $I = Ft$ 只能用来求恒力的冲量. 对变力的冲量不能直接用 Ft 计算,但对一具体的物理过程若用 Ft 表示, F 只能理解为力在这一物理过程中力在时间上的平均值(对同一物理过程,对时间的平均与对位移的平均不同).

②用图象法求冲量.

若力是在同一直线上变化,而且知道 F 随 t 变化的关系图象,可用 $F-t$ 图象求冲量,即 $F-t$ 图象与 t 轴所围面积 S 是力在这段时间的冲量 I . F 在第 3 秒的冲量 I_3 与第 7 秒的冲量 I_7 (如图 1-1) 所围面积,注意 I_3 在 t 轴上方,方向为正, I_7 在 t 轴下方,方向为负.

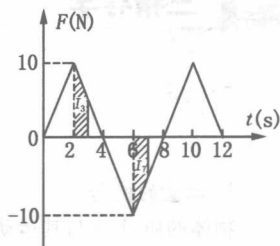


图 1-1

③用动量定理求冲量.

动量定理 $I = \Delta p$. 对一个具体的物理过程若知道了其初、末状态的 p_1, p_2 , 由动量定理可求出这一过程中合外力的冲量 $I = p_2 - p_1$.

如质量为 m 的物体,以速率 v 在半径为 R 的圆轨道上做匀速圆周运动,讨论半个周期内向心力对物体的冲量. 由于向心力是变力,不能直接用 $F \cdot t$ 进行计算. 对半个周期这一具体的物理过程,初、末状态确定: $p_1 = mv$, $p_2 = mv$, 方向如图 1-2. 选 p_2 为正,由 $I = \Delta p = p_2 - (-p_1) = 2mv$, 方向与 p_2 方向一致.

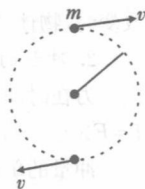


图 1-2

2. Δp 的求解方法

动量是矢量,动量的增量 $\Delta p = p_2 - p_1$ 是矢量减法,应按矢量求解方法进行求解。

若 p_1 、 p_2 在同一直线上,先选定参考方向,由参考方向确定 p_1 、 p_2 的方位角:同向(0°)取正值表示,反向(180°)取负值表示,再代入 $\Delta p = p_2 - p_1$ 中进行计算。若结果为正值,表示 Δp 与参考方向同向;若结果为负值,表示 Δp 与参考方向反向。如质量为 500 g 的球以 10 m/s 的速度垂直撞在墙面上,以 8.0 m/s 的速度垂直撞反弹。求球撞墙过程动量的增量。初态 $p_1 = mv_1 = 0.5 \times 10 = 5.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,末态 $p_2 = mv_2 = 0.5 \times 8 = 4.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 。选反弹方向为参考方向, p_1 方位角 180° ,取负值, p_2 方位角 0° ,取正值,则 $\Delta p = p_2 - p_1 = 4.0 - (-5.0) = 9.0 (\text{kg} \cdot \text{m/s})$ 。 Δp 为正值表示方向与反弹方向一致。

若 p_1 、 p_2 不在同一直线上,则作出 p_1 、 p_2 和 Δp 的矢量关系图——平行四边形图或三角形图,如图 1-3 所示。然后依据几何关系图运用平面几何知识求解几何图,几何长度是大小,几何角度表示方向。

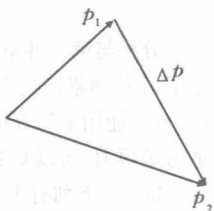


图 1-3

3. 动量定理与牛顿第二定律

动量定理与牛顿第二定律都是研究运动与力的关系。牛顿第二定律 $F = ma$ 研究的是力与运动的瞬时关系;动量定理 $Ft = \Delta p$ 研究的是力在时间上的累积过程与过程的初、末运动状态的关系。若力是恒力,由动量定理 $Ft = \Delta p$ 有: $F = \Delta p/t$,即同一个力对不同物体作用,其相同效果是 $\Delta p/t$ (动量随时间的变化率相同)。由此可进一步领会到:用动量描述物体运动状态的重要所在——力是改变物体运动状态的原因,其运动状态的描述应是动量。当 $t \rightarrow 0$,则 $F = \Delta p/t$ 为牛顿第二定律的另一种表达形式:物体所受的合外力等于物体动量随时间的变化率。物体受力越大,动量变化率越大,即动量变化越快;物体受力恒定,动量变化率恒定,即动量均匀变化。

4. 用动量定理解题的基本步骤

- ①审题,确定研究对象。
- ②对物体进行受力分析,分析力在过程中的冲量,或合力在过程中的冲量。
- ③抓住过程的初、末状态,选定好参考方向,对初、末状态的动量大小、方向进行描述。
- ④根据动量定理,列出过程的动量定理的数学表达式。
- ⑤写清物理概念与物理关系的补充表达式。
- ⑥求解方程组并分析作答。

5. 系统动量定理的认识

运用动量定理可以是只研究一个物体,也可以是研究几个物体(系统),研究几个物体时物体间的相互作用力是内力,对系统动量的改变没有贡献,改变系统动量



的是系统所受的外力. 研究一个系统, 可以把复杂的相互作用力得以简化, 使问题显得简单. 值得注意的是初态的动量 p_1 是系统各部分动量之和, 末态的动量 p_2 也是系统各部分动量之和. 对系统各部分、各状态动量的描述, 参考系的选择是一致的, 不然求和无实际意义.

◆精导

例 1 下列说法中正确的是().

- A. 力大, 对物体的冲量也大
- B. 作用时间长的力的冲量大
- C. 向心力的冲量是 $F_{\text{向}} \times t$
- D. 重力的冲量是 $mg \times t$

思路与方法 本题考查对冲量概念的理解, 应抓住对冲量概念正确的认识, 分析作答.

分析与解 冲量是力在时间上的累积, 它与 F 和累积过程有直接关系, 只有确定了力 F 和累积过程才能确定冲量. A、B 都是片面性的结论, 所以 A、B 均错. $I = F \times t$, 只能用来计算恒力的冲量, 变力的冲量不能直接用 $F \times t$ 计算, 向心力是变力, 重力是恒力, 所以 C 错, D 正确.

例 2 下列有关动量的说法正确的是().

- A. 质量大的物体动量大
- B. 速度大的物体动量大
- C. 做曲线运动的物体动量必定在变化
- D. 做加速运动的物体动量可能不变

思路与方法 本题考查对动量概念的理解, 应抓住对动量概念的正确认识, 分析作答.

分析与解 物体质量与其速度的乘积叫做物体的动量, 它由物体的质量与速度共同决定, 只有确定了质量和速度才能确定物体的动量. A、B 都只作了片面的结论, 所以均错. 动量是矢量, 它的变化既可是大小变化, 也可是方向变化, 或者大小、方向都变化, 而且动量的方向是速度的方向, 所以做曲线运动的物体, 速度方向必定在变, 动量方向必定也在变, 即 C 正确. 对做加速运动的物体, 速度必定在变, 动量不可能不变, 所以 D 错.

例 3 (全国高考题) 质量为 1.0 kg 的小球从高 20 m 处自由下落到软垫上, 反弹后上升的最大高度为 5.0 m . 小球与软垫接触的时间为 1.0 s , 在接触时间内小球受到合力的冲量大小为(空气阻力不计, g 取 10 m/s^2)().

- A. $10 \text{ N} \cdot \text{s}$
- B. $20 \text{ N} \cdot \text{s}$
- C. $30 \text{ N} \cdot \text{s}$
- D. $40 \text{ N} \cdot \text{s}$

思路与方法 本题以考查动量定理为主, 综合了自由落体运动和竖直上抛运动. 先运用自由落体运动和竖直上抛运动确定小球与软垫接触过程的初、末状态, 再运用矢量运算方法求解 Δp . 由动量定理有 $I = \Delta p$.

分析与解 根据自由落体运动 $v^2 = 2gh$, 小球触软垫前速度 $v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20$ m/s. 由竖直上抛运动 $H = v_0^2 / 2g$, 小球反弹速度 $v_2 = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10$ m/s. 由 $p = mv$, 有 $p_1 = 1.0 \times 20 = 20$ kg · m/s, $p_2 = 1.0 \times 10 = 10$ kg · m/s. 选竖直向上为参考方向, 那么 p_1 方位角为 180° 取负值, p_2 方位角为 0° 取正值. 由 $I = p_2 - p_1 = 10 - (-20) = 30$ (kg · m/s) = 30 (N · s), 则 C 正确.

例 4 (上海高考题) 在光滑的水平面上, 放有两块长度相同、质量分别为 M_1 和 M_2 的木板, 在两木板的左端各放一个大小、形状、质量完全相同的物块, 如图 1-4 所示. 开始时, 各物均静止. 今在两物块上各作用一水平恒力 F_1 、 F_2 , 当物块与木板分离时, 两木板的速度分别为 v_1 和 v_2 . 物块与两木板之间的摩擦因数相同. 下列说法中正确的是 ().

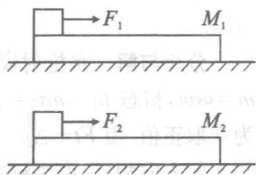


图 1-4

- A. 若 $F_1 = F_2$, $M_1 > M_2$, 则 $v_1 > v_2$
- B. 若 $F_1 = F_2$, $M_1 < M_2$, 则 $v_1 > v_2$
- C. 若 $F_1 > F_2$, $M_1 = M_2$, 则 $v_1 > v_2$
- D. 若 $F_1 < F_2$, $M_1 = M_2$, 则 $v_1 > v_2$

思路与方法 本题主要考查动量定理, 综合了滑动摩擦力和相对运动知识. 抓住滑动摩擦力的关系, 由初始条件根据运动与力确定相对运动的时间, 然后运用 $I = \Delta p$ 确定速度大小.

分析与解 对木板水平方向仅受滑动摩擦力, 由 $f = \mu N$ 可知, 若 μ 、 N 相同, 则 f 相同. 若 $F_1 = F_2$, M 越小相对运动时间越长, f 对 M 的冲量越大, 由于 $I = \Delta p = Mv$, 则 v 越大, 所以 B 正确. 若 $M_1 = M_2$, F 越小相对运动时间越长, f 对 M 冲量越大, 由于 $I = \Delta p = Mv$, 则 v 越大, 所以 D 正确.

例 5 (全国高考题) 蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目. 一个质量为 60 kg 的运动员, 从离开水平网面 3.2 m 高处自由下落, 着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0 m 高处. 已知运动员与网接触的时间为 1.2 s. 若把这段时间内网对运动员的作用力当做恒力处理, 求此力的大小 ($g = 10$ m/s²).

思路与方法 本题是以考查动量定理为主, 综合自由落体运动与竖直上抛运动的计算题. 首先运用自由落体运动知识与竖直上抛知识确定运动员与蹦床接触过程的初、末状态, 然后用 $I = \Delta p$ 求解.

分析与解 对自由落体运动, 由 $v^2 = 2gh$ 有 $v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 3.2} = 8.0$ m/s. 对竖直上抛运动, 由 $v_0^2 = 2gH$ 有 $v_2 = \sqrt{2 \times 10 \times 5.0} = 10$ m/s. 由 $p = mv$, 有 $p_1 = mv_1 = 60 \times 8 = 480$ (kg · m/s), $p_2 = mv_2 = 60 \times 10 = 600$ (kg · m/s). 选竖直向上为参考方向, p_1 方位角为 180° 取负值, p_2 方位角为 0° 取正值. 由 $(F - mg) \times t = p_2 - p_1$, 有

$(F-60 \times 10) \times 1.2 = 600 - (-480)$, 则 $F = 1500 \text{ (N)}$.

例 6 用水枪采煤, 水枪射出的水以 $v \text{ m/s}$ 射在煤层上, 假设水枪射在煤层上的水被煤层吸收, 求水对煤层产生的压强.

思路与方法 本题以考查动量定理为主, 综合压强的概念、牛顿第三定律、匀速运动规律. 由于水连续不断地射向煤层, 物理过程不突出, 因此它突出了运动动量定理求解问题时对过程的选择. 选定了过程, 确定了初、末状态就可运用 $I = \Delta p$ 进行求解.

分析与解 水枪射煤层过程中选一段时间 t , 射向煤层的水的质量为 m . 那么 $m = \rho s v t$, 初态 $p_1 = m v_1 = \rho s v t \cdot v$, 末态 $p_2 = 0$, 选入射方向为参考方向, 则 p_1 方位角为 0° 取正值. 由 $F t = \Delta p = p_2 - p_1$, 有 $F \cdot t = 0 - \rho s v^2 t$, 则 $F = -\rho s v^2$, 负号表示水受力与入射方向相反. 由牛顿第三定律和压强的概念, 水对煤层的压强 $p' = \rho v^2$.

例 7 质点所受力 F 随时间变化的规律如图 1-5 所示, 力的方向始终在一直线上. 已知 $t=0$ 时质点的速度为零. 在图示的 t_1, t_2, t_3 和 t_4 各时刻中, 质点速度最大的时刻是().

- A. t_1 时刻
- B. t_2 时刻
- C. t_3 时刻
- D. t_4 时刻

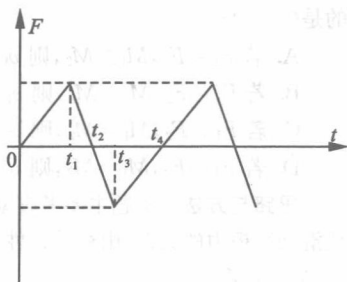


图 1-5

思路与方法 本题结合 $F-t$ 图象考查动量定理, 关键是理解 $F-t$ 图象的物理意义.

分析与解 由于力的方向始终在一直线上, 那么 $F-t$ 图象与时间轴所围“面积”表示这段时间内 F 的冲量, 在 t 轴上方为正, t 轴下方为负. 由图 1-5 可知, $0 \sim t_2$ 时刻冲量为正, t_2 时刻后方向反过来. 方向相反的冲量叠加起抵消作用, $t=0$ 时 $v=0$, 则 $p_1=0$, 由 $I = \Delta p = m v$ 可知, t_2 时刻速度最大. B 正确.

例 8 水平面上有两个物体 A 与 B, 质量分别为 $m_A = 2.0 \text{ kg}$, $m_B = 1.0 \text{ kg}$, A 与 B 相距 9.5 m , 如图 1-6. 现给 A 以 10 m/s 的初速度向静止的 B 运动, A 与 B 发生正碰后仍沿原来方向运动. 已知 A 在碰撞前、后共运行了 6 s 而停下, 已知 A、B 与水平面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.1$, 问碰撞后 B 运行多少时间停止?



图 1-6

思路与方法 本题是研讨论力、时间、状态问题, 应该用动量定理求解. 由于涉及两个物体, 用系统动量定理研究较好, 这样回避了 A、B 的碰撞问题.

分析与解 对 A、B 系统研究, 水平方向只受滑动摩擦力作用 $f_A = \mu N_A = \mu m_A g = 0.1 \times 2.0 \times 10 = 2.0 \text{ (N)}$, $f_B = \mu N_B = \mu m_B g = 0.1 \times 1.0 \times 10 = 1.0 \text{ (N)}$. 对全过程, 初态 $p_1 = m_A v_0 = 2.0 \times 10 = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 末态 $p_2 = 0$. 选 f 的方向为参考方向, 则 p_1 的

方位角为 180° 取负值. 由 $I = \Delta p$, 有 $f_A t_A + f_B t_B = 0 - (-20)$, 则 $t_B = 8 \text{ s}$.

◆精练

双基训练

时间: 45 分钟 满分: 50 分

一、选择题(每小题所给选项中至少有一个是正确的, 全选对得 3 分, 部分对得 1 分, 错选或不选得 0 分, 共 18 分)

- 下列有关动量和冲量的概念说法正确的是().
 - 质量大的物体动量也大
 - 受力大的物体动量大
 - 作用时间长的力的冲量大
 - 只有恒力的冲量才可用 Ft 进行计算
- 下列说法中正确的是().
 - 做匀速圆周运动的物体的动量不变
 - 速度变化了动量必定变化
 - 动量变化了速率必定变化
 - 凡是做曲线运动的物体的动量都在变化
- 甲、乙两物体质量相同, 以相同的速度在粗糙水平面上滑行, 甲先停下来, 则().
 - 甲物体受的冲量较大
 - 乙物体受的冲量较大
 - 两物体受的冲量一样大
 - 乙比甲滑行得远
- 甲、乙两物体有相同的动量, 且甲的质量较大, 在相同的力的作用下让其停止. 下列说法中, 正确的是().
 - 甲的质量较大, 所以甲滑行的时间较长
 - 甲、乙动量相同, 所以滑行时间相等
 - 甲、乙动量相同, 所以滑行路程相等
 - 乙的速度较大, 所以乙滑行较远
- 在相等的时间内动量变化 Δp 相等的运动有().
 - 匀速圆周运动
 - 自由落体运动
 - 平抛运动
 - 匀速直线运动
- 重 100 N 的物体静止在水平面上, 物体与地面间的摩擦因数为 0.4 , 现用水平推力 $F = 30 \text{ N}$ 作用于物体上, 在 2 s 时间内, 物体受到的合外力的冲量是().
 - $80 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - $60 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - $-20 \text{ N} \cdot \text{s}$
 - 0

二、填空题(每小题 4 分, 共 16 分)

- 质量 $m = 10 \text{ kg}$ 的滑块从倾角为 37° 、长 5 米 的斜面以速度 $v = 1.0 \text{ m/s}$ 由顶端自