

根据教育部新大纲和2004年新教材编写

第二次修订版

双栏互通
学考轻松

黄冈教练

双栏链接



高二物理

丛书主编 周益新
本册主编 袁露玲 刘 祥



龍門書局

黄冈教练

(第二次修订版)

高二物理

☐ 主编 龚霞玲 刘 祥
☐ 撰稿 黄敬伟 陈 锐
顾家林 丁汝辉
王在强 夏 虹

双
栏
链
接

龍 門 書 局

北 京

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64034160 13501151303(打假办)

邮购电话：(010)64000246

图书在版编目(CIP)数据

黄冈教练·双栏链接·高二物理/周益新主编；龚霞玲，刘祥芬
册主编. —修订版. —北京：龙门书局，2004

ISBN 7-80160-483-0

I. 黄… II. ①周… ②龚… ③刘… 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(2004)第 036141 号

责任编辑：魏 华 封面设计：范会世

科学出版社出版

北京黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.longmen.com.cn

中国人民解放军第 1201 工厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2002 年 6 月第 一 版 开本：890×1240 A5

2004 年 5 月第二次修订版 印张：11 1/4

2004 年 5 月第五次印刷 字数：402 000

印数：122 001—157 000

定 价：13.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)



前言

教辅书界的“超级大国”

在全国各地的教辅书店中,走进任何一家,你都能发现龙门书局出版的辅导书。

近年来,龙门书局出版的教辅精品在社会各界广受好评,其推出的《三点一测丛书》、《双色笔记》、《发散思维大课堂》、《龙门专题》轰动一时,受到无数中小学生的热爱。其中,《三点一测丛书》累计发行 130 余万套、4000 多万册,创造了教辅图书的奇迹。

1999 年,龙门书局被誉为教辅书界“三驾马车”之一;2001 年,龙门书局被权威媒体《中国图书商报》列为“文教新六家”之首;2002 年,龙门书局以集团滚动式的发展遥遥领先,一枝独秀,被许多业界人士誉为“教辅书界的超级大国”。

多年来,龙门书局一直秉承扶助教育、打造精品的理念,为莘莘学子出版了大量精品。龙门品牌,已经成为了众多学生心目中的第一教辅品牌。

“状元之乡”的黄冈教练

巍巍大别山南麓,茫茫长江之滨,孕育了一个历史悠久的古城——黄冈。

“仁者乐山,智者乐水。”人常说地杰人灵,山水的灵性造就了黄冈深厚的文化底蕴。在不到 3 万平方千米的土地上,涌现了多个“院士教授县”、“高考状元县”、“留洋博士村”、“奥数金牌乡”,在中华大地上书写了“黄冈神话”的壮举。

人们禁不住要问:“为什么单单会在黄冈涌现出这样的壮举?”这引起了一大批记者、教育工作者的极大兴趣。通过大量的实地考察,人们发现,在黄冈,有一大批教育理念超前、教学务实、身怀绝技的教师。正是他们有一整套独特的教育手段,黄冈每年才会有大批的学子考入清华北大等著名大学。在黄冈的重点中学中,高考升学率、重点大学录取率比例之高,全国罕见,有的班级能够达到 95% 以上。

黄冈教练,确有独到之处。

快速提升的“双栏链接”

多年来培养高考状元、奥数金牌的黄冈教练们对不同类型的学生进行快速提升,培养思维的灵活性、流畅性、发散性的试验,创造了一种独特的互动互通、学考轻松的快速学习方法——双栏链接。只要找到正确学习方法的按钮,学习就会一点而通,《黄冈教练·双栏链接》所倡导的学习方法和技巧将给你带来前所未有的体验:

1. 黄冈教练——教你轻松考取高分

“掌握一种方法比做一百道题更有用。”不少的学生解难题时常感到束手无策,关键是不能找到解题的方法技巧,思维处于封闭状态,不能将知识点与解题规律——对应。

黄冈教练将每节、每课的知识点、重点、难点、考点分类细化,一点一题,一步到位,点对点应精典例题,题题点拨思维技巧,课课总结方法规律,章章联系生产、生活实际,开发潜能,点燃创新思维火花,实现能力三级跳。

2. 双栏链接——教、学、练、考——对应

双栏链接是指左右双栏中的内容——对应,互通互动。

重难点突破 对号入座

典例精讲

【一】实数的顺序性

1. 已知 $a, b \in \mathbb{R}$, 比较 a 与 b 的大小

【知识要点】

(1) 谁比较 a 与 b 的大小, 只需看 $a - b > 0, a - b = 0, a - b < 0$ 哪一个成立。

(2) 对于任意的 $x \in \mathbb{R}$, 总有 $x^2 \geq 0$, 如, 本例中 $(x - \frac{5}{3})^2 \geq 0$ 。

典例精讲

【例 1】 设 $x \in \mathbb{R}$, 比较 $x^2 + \frac{10}{3}$ 与 $\frac{10}{3}x$ 的大小。

【解析】 $\because x \in \mathbb{R}$,

$$\therefore \left(x^2 + \frac{10}{3}\right) - \frac{10}{3}x = \left(x^2 - \frac{10}{3}x + \left(\frac{5}{3}\right)^2\right) - \left(\frac{5}{3}\right)^2 + \frac{10}{3}$$

$$= \left(x - \frac{5}{3}\right)^2 + \frac{5}{9} \geq \frac{5}{9} > 0,$$

$$\therefore x^2 + \frac{10}{3} > \frac{10}{3}x.$$

【方法技巧】 作差比较法的一般步骤可以叙述为: 作差 $\rightarrow$ 变形 $\rightarrow$ 判号 $\rightarrow$ 定论。

链接一: 知识要点与典型例题——对应, 相互链接

左栏是知识点和突破方法, 右栏剖析知识点——对应的精典例题, 总结解题技巧和规律, 即:

知识点与例题, 解题规律——链接。

同步过关 发散点拔

同步过关

1. 设 $\triangle ABC$ 的三边分别是 a, b, c , 求证: $a(b + c + a) > (a + b + c)^2$ 。
2. 已知 $a > 0, b > 0, c > 0$, 且 $a + b + c = 1$, 求证: $\left(\frac{1}{a} - 1\right)\left(\frac{1}{b} - 1\right)\left(\frac{1}{c} - 1\right) \geq 8$ 。

同步过关

【例 3】 (2003 年全国高考试题)

如图(第八课本)1, 已知常数 $a > 0$, 在矩形 $ABCD$ 中, $AB = 4, BC = 4a, O$ 为 AB 的中点, 点 E, F, G 分别在 BC, CD, DA 上移动, 且 $\frac{BE}{EC} = \frac{CF}{FD} = \frac{DG}{GA}$, P 为 CE 与 DF 的交点, 问是否存在两个定点, 使 P 到这两点的距离的和为定值? 若存在, 求出这两点的坐标及此定值; 若不存在, 请说明理由。

【解析】 依题意有 $A(-2, 0), B(2, 0), C(2, 4a), D(-2, 4a)$;

$$\text{设 } \frac{BE}{EC} = \frac{CF}{FD} = \frac{DG}{GA} = k (0 \leq k \leq 1)$$

由此有 $E(2, 4ak), F(2 - 4k, 4a), G(-2, 4a - 4ak)$

同步过关

【例 3】 (2003 年全国高考试题)

如图(第八课本)1, 已知常数 $a > 0$, 在矩形 $ABCD$ 中, $AB = 4, BC = 4a, O$ 为 AB 的中点, 点 E, F, G 分别在 BC, CD, DA 上移动, 且 $\frac{BE}{EC} = \frac{CF}{FD} = \frac{DG}{GA}$, P 为 CE 与 DF 的交点, 问是否存在两个定点, 使 P 到这两点的距离的和为定值? 若存在, 求出这两点的坐标及此定值; 若不存在, 请说明理由。

同步过关

10. 若椭圆经过原点, 且焦点为 $F_1(1, 0), F_2(3, 0)$, 则其离心率为 ()

- A. $\frac{3}{4}$ B. $\frac{2}{3}$
C. $\frac{1}{2}$ D. $\frac{1}{4}$

11. 以曲线 $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = 1$ 的两个焦点为 F_1, F_2 , 点 P 在双曲线上, 若 $PF_1 \perp PF_2$, 则点 P 到 x 轴的距离是 ()

12. 过抛物线 $y = ax^2$ ($a > 0$) 的焦点 F 作一直线交抛物线于 P, Q 两点, 若线段 PF 与 FQ 的长分别

链接二: 同步练习与思维点拨——对应, 相互链接

左栏是课堂同步练习, 右栏是这道题的解题提示或思维点拨。

链接三: 典型题与同型题——对应, 相互链接

左栏是具有一定难度的典型题, 右栏是同类变式题的练习题或者高考题。

研究性学习

【例2】求直线 $l: y = kx + 3k - 1$ ($k \in \mathbb{R}$) 与圆 $C: x^2 + y^2 - 2x - 4y + 3 = 0$ 分别相交、相切、和离时 k 的取值范围.

【解析】圆 $C: x^2 + y^2 - 2x - 4y + 3 = 0$ 的圆心为 $C(1, 2)$, 半径 $r = \sqrt{2}$. 设圆心 $C(1, 2)$ 到直线 $l: y = kx + 3k - 1$ 的距离为 d , 则

$$d = \frac{|4k - 3|}{\sqrt{1 + k^2}}$$

以下圆与直线的位置关系, 由 d 与 r 的大小关系判定.

(1) 直线 l 与圆 C 相交, 则 $d < r$.

$$\text{即 } \frac{|4k - 3|}{\sqrt{1 + k^2}} < \sqrt{2},$$

解得 $\frac{12 - \sqrt{46}}{14} < k < \frac{12 + \sqrt{46}}{14}$, 此时 k 的取值范围

$$\text{是 } \left\{ k \mid \frac{12 - \sqrt{46}}{14} < k < \frac{12 + \sqrt{46}}{14} \right\}.$$

(2) 直线 l 与圆 C 相切, 则 $d = r$, 则 $\frac{|4k - 3|}{\sqrt{1 + k^2}} = \sqrt{2}$, 解得 $k = \frac{12 \pm \sqrt{46}}{14}$, 此时 k 的取值范围是

$$\left\{ k \mid k = \frac{12 \pm \sqrt{46}}{14} \right\}.$$

思维拓展训练

3. 圆 $x^2 + y^2 - 2x - 4y + 1 = 0$ 上的点到直线 $3x + 4y - 6 = 0$ 的距离为 1, 这样的点共有几个.

6. 已知圆 $P: x^2 + y^2 - 4x - 6y + 12 = 0$, 判断下列各直线与圆 P 的位置关系, 并求出直线与圆 P 的公共点的坐标:

- (1) $l: x - y + 3 = 0$;
- (2) $l: x - y + 1 + \sqrt{2} = 0$;
- (3) $l: x - y + 1 = 0$;
- (4) $l: x - 2 = 0$;
- (5) $l: y - 3 = 0$.

7. 直线 $x + ay + 6 = 0$ 被圆 $x^2 + y^2 - 2x = 25$ 截得的弦长为 8, 求 a 的值.

8. 已知圆 $C_1: (x + 1)^2 + (y - 3)^2 = 25$, 圆 $C_2: x^2 + y^2 - 4x + 2y + 1 = 0$, 求两圆公共弦所在直线的方程及公共弦的长.

9. 过圆 $x^2 + y^2 = 1$ 外的一点 $P(2, 0)$ 作圆的割线, 交圆于 A, B 两点, 求弦 AB 的中点的轨迹.

链接四: 研究性学习案例与潜能开发测试一一对应

左栏分析研究性学习实际应用案例, 右栏紧跟开发学生潜能变式习题.

强强联合 打造精品

2002 年, 龙门书局首次与黄冈重点中学强强联合, 特约一大批在职特级教师 (占全部作者的 80%), 倾全力推出大型丛书《黄冈教练》. 经过一年来全国几十万学生的使用, 大家普遍认为, 该丛书对实现主干知识的教、练、学、考互通互动, 在短时间内实现能力三级跳, 轻松快速提升学习成绩, 有独特的功能.

在一片赞誉声中, 在广泛征求各地师生建议的基础上, 龙门书局与丛书作者们对丛书进行了重大修订和调整, 将简练务实的教学风格、扎实的训练模式以及教育改革的最新思路成功融会其中.

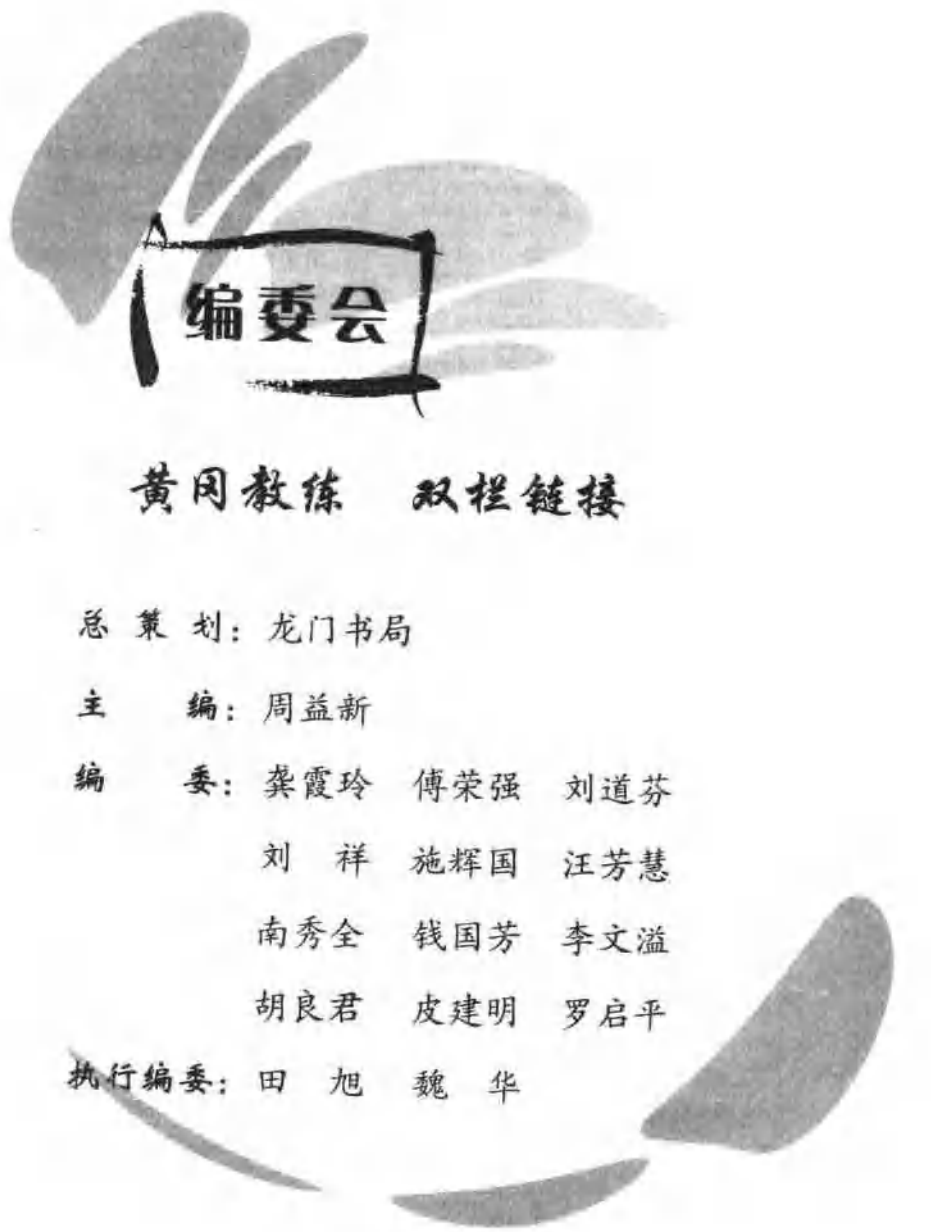
我们追求的目标是——

启迪发散思维的灵感

点燃创新能力的火花

让你在独特的方法中快速提升

~ 圆梦清华北大 路在《黄冈教练》 ~



编委会

黄冈教练 双栏链接

总策划：龙门书局

主编：周益新

编委：龚霞玲 傅荣强 刘道芬

刘祥 施辉国 汪芳慧

南秀全 钱国芳 李文溢

胡良君 皮建明 罗启平

执行编委：田旭 魏华

目录



MULU

第 8 章

动 量

- ▶ 8.1 冲量和动量 动量定理 1
(一、冲量和动量 二、动量定理)
- ▶ 8.2 动量守恒定律及其应用 7
(三、动量守恒定律 四、动量守恒定律的应用 五、反冲运动 火箭)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 14
- ▶ 本章综合创新测试题 22

第 9 章

机 械 振 动

- ▶ 9.1 简谐运动 单摆 27
(一、简谐运动 二、振幅、周期和频率 三、简谐运动的图象 四、单摆
★五、相位)
- ▶ 9.2 简谐运动的能量 受迫振动 34
(六、简谐运动的能量 阻尼振动 七、受迫振动 共振)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 39
- ▶ 本章综合创新测试题 43

第 10 章

机 械 波

- ▶ 10.1 机械波的形成及传播特点 49
(一、波的形成和传播 二、波的图象 三、波长、频率和波速)
- ▶ 10.2 机械波的波动特征 57
(四、波的衍射 五、波的干涉)
- ▶ 10.3 多普勒效应、次声波和超声波 65
(六、多普勒效应 七、次声波和超声波)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 71
- ▶ 本章综合创新测试题 78



第 11 章

分子动理论 能量守恒

- ▶ 11.1 分子动理论 87
(一、物体是由大量分子组成的 二、分子的热运动 三、分子间的相互作用力)
- ▶ 11.2 物体内能 能量守恒 92
(四、物体的内能 五、改变内能的两种方式 六、热力学第一定律 能量守恒定律)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 98

第 12 章

固体、液体和气体

- ▶ 12.1 气体的压强 102
- ▶ 12.2 气体的压强、体积、温度间的关系 107
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 111
- ▶ 本章综合创新测试题 115

第 13 章

电 场

- ▶ 13.1 电荷 库仑定律 120
(一、电荷 库仑定律)
- ▶ 13.2 电场 电场强度 电场线 126
(二、电场 电场强度 三、电场线)
- ▶ 13.3 电场中的导体 电势差 电势 132
(四、电场中的导体 五、电势差 电势)
- ▶ 13.4 等势面 电势差与场强关系 138
(六、等势面 七、电势差与电场强度的关系)
- ▶ 13.5 电容器 电容 143
(八、电容器 电容)
- ▶ 13.6 带电粒子在匀强电场中的运动 149
(九、带电粒子在匀强电场中的运动)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 156
- ▶ 本章综合创新测试题 163



第 14 章

恒定电流

- ▶ 14.1 恒定电流基本规律..... 171
(一、欧姆定律 二、电阻定律 电阻率 三、电功和电功率)
- ▶ 14.2 闭合电路欧姆定律 电阻定律..... 177
(四、闭合电路欧姆定律 五、电阻定律 电阻率)
- ▶ 14.3 电表及电阻测量..... 187
(六、电压表和电流表 七、电阻的测量)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 197
- ▶ 本章综合创新测试题 203

第 15 章

磁 场

- ▶ 15.1 描述磁场途径..... 210
(一、磁场 磁感线 二、安培力 磁感应强度)
- ▶ 15.2 电流表工作原理 洛伦兹力..... 217
(三、电流表的工作原理 四、磁场对运动电荷的作用)
- ▶ 15.3 洛伦兹力的应用..... 223
(五、带电粒子在磁场中的运动 质谱仪 六、回旋加速器 七、安培分子电流假说 磁性材料)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 231
- ▶ 本章综合创新测试题 240

第 16 章

电 磁 感 应

- ▶ 16.1 电磁感应 法拉第电磁感应定律..... 248
(一、电磁感应现象 二、法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小)
- ▶ 16.2 楞次定律及应用..... 259
(三、楞次定律——感应电流的方向 四、楞次定律的应用)
- ▶ 16.3 自感现象及应用..... 272
(五、自感 六、日光灯原理)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 276
- ▶ 本章综合创新测试题 290



第 17 章

交 变 电 流

- ▶ 17.1 交流电的产生及特征..... 299
(一、交变电流的产生和变化规律 二、表征交变电流的物理量 三、电感和电容对交变电流的影响)
- ▶ 17.2 变压器及电能输送..... 308
(四、变压器 五、电能的输送 六、三相交变电流)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 315

第 18 章

电 磁 场 和 电 磁 波

- ▶ 18.1 电磁振荡及规律..... 325
(一、电磁振荡 二、电磁振荡的周期和频率)
- ▶ 18.2 电磁波产生、发射、接收..... 331
(三、电磁场 四、电磁波 五、无线电波的发射与接收 六、电视 雷达)
- ▶ 本章综合创新复习及研究性学习 336
- ▶ 第 17、18 章综合创新测试题..... 340

第8章 动 量



8.1 冲量和动量 动量定理

(一、冲量和动量 二、动量定理)



重难点突破 对号入座

要点聚焦

(一)冲量和动量

【知识要点】

1. 力 F 和力的作用时间 t 的乘积 Ft 叫做力的冲量。

2. 冲量是矢量,它的方向由力的方向决定,恒力的冲量方向就是力的方向。

3. 物体的质量 m 和速度 v 的乘积 mv 叫做动量。定义中,速度 v 是指物体对地的瞬时速度。

4. 动量是矢量,它的方向与速度的方向相同。

典例精析

【例1】 从同一高度以相同的速率抛出质量相同的三个小球, a 球竖直上抛, b 球竖直下抛, c 球水平抛出,不计空气阻力,则 ()

- A. 三球落地时的动量相同
- B. 三球落地时的动量大小相同
- C. 从抛出到落地过程中,三球受到的冲量相同
- D. 从抛出到落地过程中,三球受到的冲量大小相同

【解析】 根据机械能守恒定律可知,三球落地时,速度大小相等,但 c 球速度方向与 a 、 b 球的速度方向不同,故 A 错, B 对;从抛出到落地过程中,三球均仅受重力作用,但三球在空中运动时间不同,故 C、D 均错。

【答案】 B

【评注】 力作用在物体上产生加速度是力产生的瞬时效果,力作用在物体上一段时间——即力对物体的冲量是力在一段时间内产生的效果。不仅仅取决于物体的速度,而是取决于物体的质量和速度的乘积——动量,动量描述物体运动状态改变的难易程度。



(二) 动量定理

物体所受合外力的冲量等于物体的动量变化

【知识要点】

1. 动量变化是指物体的末动量和初动量之差, 是矢量, 如果物体在一条直线运动, 在规定正方向后, 可转化为代数差。

2. 动量定理一般用于讨论单个物体的某一运动过程, 决定这一过程中动量变化的是合外力的冲量, 而不是某一个力或某几个力的冲量, 动量变化的方向就是合外力的方向。

3. 动量定理常用于定性解释现象, 估算变力大小, 或用来求变力的冲量。

【例2】物体A和B用

轻绳相连挂在轻弹簧下静止不动, 如图8-1-1(甲)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的下落速度为 u , 如图8-1-1(乙)所示。在这段时间里, 弹簧的弹力对物体A的冲量为

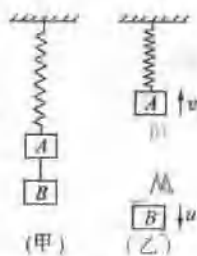


图8-1-1

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

【解析】显然, 所求弹簧的弹力对物体A的冲量是一变力的冲量, 不能根据 $I = F \cdot t$ 求解。设所求冲量为 I , 讨论的时间为 t , 根据动量定理有

$$\text{对物体 A } I - mg \cdot t = mv - 0 \quad (1)$$

$$\text{对物体 B } Mg \cdot t = Mu - 0 \quad (2)$$

联立①、②解得

$$I = mv + m(gt) = mv + mu.$$

【答案】D

【评注】分析本题时, 应注意作用力对物体A、B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, 不要漏掉物体所受的重力。



同步闯关 发散点拨

同步闯关

1. 跳高比赛中, 运动员着地处必须垫上很厚的海绵垫子, 这是为了减小运动员

- A. 着地过程中受到的冲量
B. 着地过程中动量的变化
C. 着地过程中受到的冲力
D. 着地时的速度

发散点拨

如果一个物体的动量的变化是一定的, 那么, 若要使它受的力较大, 则设法缩短力的作用时间; 若要使它受的力较小, 则设法延长这个力的作用时间。



2. 质量为 4 kg 的物体, 以 $v_0 = 10\text{ m/s}$ 的初速度滑到水平面上, 物体与水平面间动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 取 $g = 10\text{ m/s}^2$, 初速度方向为正, 则 10 s 内, 物体受到的冲量为 ()

物体经 5 s 即停止运动。

- A. $80\text{ N}\cdot\text{s}$ B. $-80\text{ N}\cdot\text{s}$
C. $40\text{ N}\cdot\text{s}$ D. $-40\text{ N}\cdot\text{s}$

3. 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, 取 $g = 10\text{ m/s}^2$) ()

合力是一变力。

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

4. 物体以初始动量 p 在水平面上滑行, 物体受恒定的摩擦力 f 作用, 经时间 t 后停下, 则 ()

运用动量定理判断。

- A. 由 p 、 f 和 t 可求出物体的质量
B. 由 p 、 f 和 t 可求出物体的初速度
C. t 与 p 无关
D. t 与 p 成正比

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 ()

碰撞时间极短, 重力的冲量可忽略。

- 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, $m(v_1 + v_2)$

6. 一个质量是 64 kg 的人从墙上跳下, 以 7 m/s 的速度着地, 与地面接触 0.1 s 停下来, 地面对人的平均作用力多大? 如果他着地时弯曲了双腿, 用了 1 s 才停下来, 地面对他的平均作用力又是多大? (g 取 10 m/s^2)

重力作用不能忽略。



智能升级 潜能测试

智能升级

【例3】质量 $m = 60\text{ kg}$ 的杂技演员, 走钢丝时不慎掉下, 下落 5 m 后安全带

开始绷直,经 1 s 停止下落,求安全带绷直过程中对人的平均作用力。

【解析】 将人抽象为一个质点,安全带对人的作用视作恒力。

解法 1 安全带开始绷直前,人自由下落,安全带开始绷直时,人下落的速度 v 为

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

设安全带绷直过程中,对人的平均作用力为 F ,以竖直向上方向为正,则

$$F \cdot t - mgt = 0 - (-mv) = 0$$

$$F = \frac{mv}{t} + mg = \frac{60 \times 10}{1} \text{ N} + 60 \times 10 \text{ N} = 1\,200 \text{ N}$$

即安全带对人的平均作用力为 1 200 N。

解法 2 安全带绷直前人自由下落,时间设为 t_1 ,则

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2 \times 5/10} \text{ s} = 1 \text{ s}$$

设安全带绷直过程中对人的平均作用力为 F ,以竖直向上方向为正,对整个过程有

$$F \cdot t = mg(t_1 + t)$$

$$F = \frac{t_1 + t}{t} \cdot mg = \frac{1+1}{1} \times 60 \times 10 \text{ N} = 1\,200 \text{ N}$$

即安全带对人的平均作用力为 1 200 N。

【评注】 在下落过程中,人始终受重力作用,而平均作用力 F 仅在安全带开始绷直时才出现。安全带对人的作用力是一变力,我们考虑平均效果是估算。比较解法 1、解法 2,可以发现,运用动量定理处理实际问题时,也要注意选取适当的过程,以简化运算。

【例 4】 质量为 M 的金属块和质量为 m 的木块通过细绳系在一起,从静止开始以加速度 a 在水中下沉,经过时间 t ,细绳断了,金属块和木块分开。再经过时间 t' ,木块停止下沉,此时金属块的速度 v 多大?(设木块和金属块始终完全浸没在水中且没有接触底部)

【解析】 始终将金属块和木块视作一个整体,对金属块和木块组成的系统而言,二者分开后,变化的是内力,外力并无变化。

由刚分开至木块停止下沉,即在 t' 这段时间内,以竖直向下方向为正方向,根据动量定理有

$$Ft' = \Delta p_{\text{系}} = \Delta p_{\text{金}} + \Delta p_{\text{木}} \quad ①$$

$$\text{依牛顿第二定律} \quad F = (M + m)a \quad ②$$

将②代入①得 $(M + m)at' = M(v - at) + m(0 - at)$

$$\therefore v = \frac{(M + m)(t' + t)a}{M}$$



【评注】明确 $Ft = \Delta p$ 中 Ft 是合外力的冲量. 金属块与木块组成系统, 从开始以加速度 a 一起下沉, 至分开下沉的全过程中, 系统所受的合外力 $F = (M + m)a$ 没有变化; 所谓分开, 是指它们的内力发生变化. 该题所设“问”是指分开后, 经 t' 时间木块停止下沉这一段的过程中的问题; 也就是说, 在 t' 这段时间内系统仍然受合外力 $F = (M + m)a$ 的作用, 作用 t' 时间内引起它们动量发生变化. 分开时, 木块的动量为 mat , 金属块的动量为 Mat , 在木块停止下沉时, 木块末态动量为零, 而金属块的动量 Mv 是要求的量. 在 t' 这段时间内, 木块的动量变化量 $\Delta p_{\text{木}} = 0 - mat$, 而金属块 $\Delta p_{\text{金}} = Mv - Mat$.

潜能测试

- 如果物体在任何相等的时间内受到的冲量都相同, 则 ()
 - 物体的运动可能是匀变速直线运动
 - 物体的运动可能是匀变速曲线运动
 - 物体的运动可能是匀速圆周运动
 - 在任何相等的时间内, 物体速度大小的变化量相同
- 水平拉力 F_1 和 F_2 分别作用于静止在水平面上的某一物体, 使物体从静止开始运动, 一段时间后撤去拉力, 物体继续运动最后停下. 如果物体在两种情况下的运动时间相等, 且 $F_1 > F_2$, 则 ()
 - F_1 的冲量大
 - F_2 的冲量大
 - F_1 与 F_2 的冲量大小相等
 - 无法比较两力的冲量大小
- 物体在恒定的合力 F 作用下做直线运动, 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 内冲量是 I_1 , 在 Δt_2 内冲量是 I_2 , 那么 ()
 - $I_1 < I_2$
 - $I_1 > I_2$
 - $I_1 = I_2$
 - 无法比较
- 古有“守株待兔”的寓言. 设兔子的头部受到大小等于自身体重的打击力时即可致死, 并设兔子与树桩作用时间为 0.2 s, 则被撞死的兔子其奔跑速度可能为 ($g = 10 \text{ m/s}^2$) ()
 - 1 m/s
 - 1.5 m/s
 - 2 m/s
 - 2.5 m/s
- 如图 8-1-2 所示, 质量分别为 $m_1 = 2 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 1 \text{ kg}$ 的 A、B 两物体放在水平面上, 相距 $s = 9.5 \text{ m}$, 若使 A 以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 的初速度向着静止的 B 运动, 与 B 发生正碰后仍沿原来方向运动. 已知 A 从开始运动直到碰后停止共历时 $t_0 = 6 \text{ s}$, A、B 两

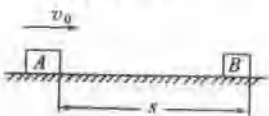


图 8-1-2



物体与水平面间动摩擦因数均为 $\mu=0.1$, 并取 $g=10 \text{ m/s}^2$, 则碰后 B 将运动多长时间而静止?

12. 如图 8-1-3 所示, 用 0.5 kg 的铁锤钉钉子, 打击时铁锤的速度为 4 m/s , 打击后铁锤的速度变为零, 设打击时间为 0.01 s .

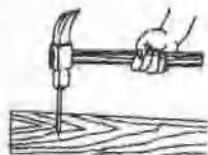


图 8-1-3

(1) 不计铁锤的重力, 铁锤钉钉子的平均作用力是多大?

(2) 考虑铁锤的重力, 铁锤钉钉子的平均作用力是多大?

(3) 你分析一下, 在计算铁锤钉钉子的平均作用力时, 在什么情况下可以不计铁锤的重力.



1. C 2. D 3. C 4. D 5. D

6. 解: 根据动量定理, 得

$$(F - mg)\Delta t = mv$$

当人与地面接触时间分别取 $\Delta t_1 = 0.1 \text{ s}$ 和 $\Delta t_2 = 1 \text{ s}$ 时, 地面对人的平均作用力分别为 $F_1 = \frac{mv}{\Delta t_1} + mg = 5120 \text{ N}$ 和 $F_2 = \frac{mv}{\Delta t_2} + mg = 1088 \text{ N}$.

7. A, B, D

8. C (提示: 均与摩擦力的冲量大小相等.)

9. C 10. C, D

11. 解: 若以 A 、 B 构成的系统为研究对象, 从 A 开始运动直至 A 与 B 均静止的过程中, 运用动量定理可得 $\mu m_1 g t_0 + \mu m_2 g t = m_1 v_0$

由此便可直接解得 $t = 8 \text{ s}$.

12. 解: (1) 不计铁锤的重力时, 设铁锤受到钉子的作用力为 F_1 , 取铁锤的速度 v 的方向为正方向, 由动量定理有

$$F_1 t = mv' - mv = -mv$$

$$F_1 = -\frac{mv}{t} = -\frac{0.5 \times 4}{0.01} \text{ N} = -200 \text{ N}$$

F_1 为负值, 表示它的方向与速度 v 的方向相反, 即方向是竖直向上的. 由牛顿第三定律可知, 铁锤对钉子的平均作用力 F_1' 的大小为 200 N , 方向竖直向下.

(2) 考虑铁锤的重力时, 设铁锤受到钉子的作用力为 F_2 , 取铁锤的速度 v 的