

品牌越十年

销量逾千万

高中物理 重难点手册

张立稳 主编

必修加选修

GAOZHONG WULI
ZHONGNANDIAN
SHOUCE

供高二年级用

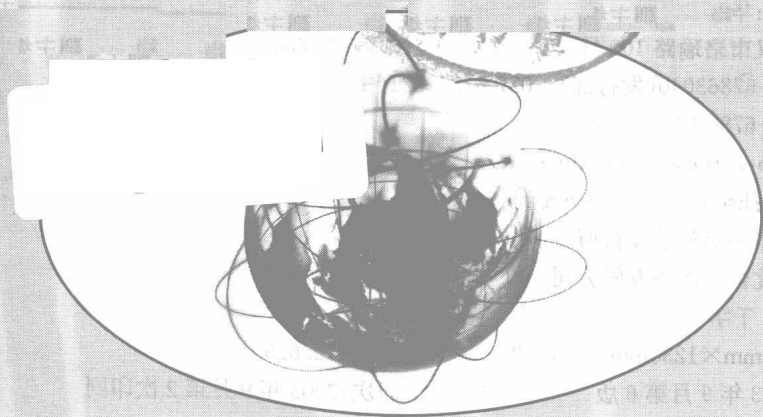
华中师范大学出版社

必修加选修

高中物理 重难点手册

(供高二年级用)

主 编 张立稳
副 编 程 嗣
汪建军



华中师范大学出版社

(鄂)新登字 11 号

图书在版编目(CIP)数据

高中物理重难点手册(必修加选修)供高二年级用/张立稳主编;程嗣、汪建军副主编. —6 版.

—武汉:华中师范大学出版社,2003. 9

ISBN 7-5622-1322-4/G · 1198

I. 高… II. ①张… ②程… ③汪建军…

III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 101138 号

高中物理重难点手册(必修加选修)供高二年级用

主编:张立稳 副主编:程 嗣 汪建军

责任编辑:胡祚蓉 责任校对:张 钟

封面设计:新视点

第一编辑室:027-67867361

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:武汉市珞瑜路 100 号

邮编:430079

电话:027-67863040(发行部) 027-67861321(邮购)

传真:027-67863291

网址:<http://press.ccnu.edu.cn>

电子信箱:hscbs @ public.wh.hb.cn

经销:新华书店湖北发行所

印刷:湖北恒吉印务有限公司

督印:方汉江

字数:396 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:12. 625

版次:2003 年 9 月第 6 版

印次:2003 年 9 月第 2 次印刷

印数:20101—40200

定价:13. 80 元

本书前 5 版已印 66 万册

欢迎上网查询、购书

敬告读者:本书封面覆有我社激光防伪膜,没有防伪膜的书一律为盗版书。

若发现盗版书,请打举报电话(027)67861321



前言

QIANYAN

《高中物理重难点手册》问世 10 多年来,伴随一届又一届莘莘学子度过高中阶段的美好时光,帮助一批又一批有志青年迈进高等学府知识殿堂;同时,她自己也在不断追求完美的历程中成长壮大,节节攀升的发行量就说明大家对她的认可和喜爱;因为,她永远铭记心中的目标——打造中国教育图书第一品牌;因为,在她的周围云集着一支素质精良的团队,与时俱进,继往开来!

以全面推进素质教育为宗旨,体现高考改革方向的新教材——人民教育出版社出版的《全日制普通高级中学教科书(必修加选修)物理 第二册》,今秋在全国大范围使用,为配合新教材的教学需要,《高中物理重难点手册》也进行了重大的调整和修订。在修订过程中,我们根据最新“教学大纲”和高考《考试说明》的变化要求以及全国各地中学师生、教研员及有关专家的反馈信息,结合使用新教材的教学探索和实践,更加注重“切中要点、突出主干、强化方法、引导思维、重视能力、求实创新”。希望更好地为教师提供教法参考,为学生提供学法指导,为教研人员提供探讨园地。

本书为第二册。按照新教材第二册分单元编写。符合教学安排实际和学生认知规律。具有新颖性、科学性、实用性和前瞻性等特点。其中:

重、难点提示与释疑 紧扣教学大纲和最新考试说明,强化知识网络体系,注重落实“双基”,注重分析整合,切中重点,突破难点,辨析疑点,力求实现知能有效迁移。

解题规律与技巧 旨在“导思路、探方法、促创新”。力求深刻透彻把握知识结构,学会用一种方法解决一类问题,用多种知识和方法解决综合问题,切实提高分析问题和解决问题的能力。

典型题解与剖析 所选例题编制巧妙、题型新颖、精心设计、立意



创新,力求实效性、典型性和启发性。特别是强化了对问题的发散思维和探究拓展,为研究性学习构造了极好的平台。

A、B两级能力训练题 精心设计题型,不搞题海战术,减少陈题,不选偏题,精编活题,首创新题,控制训练层次,确保训练适度。意在培养学生的科学思想和学科精神。

单元检测题 根据各章教学目标,按照高考题型设计,分章精选达标检测试题。自我检测、自我诊断,实现知识、方法和能力三维一体同步发展。

参考答案与提示 训练题、检测题均配有参考答案。中档题及难度较大的题都给出提示或详解,便于自我诊断时参考。

浏览本书会令您耳目一新,品味本书您必将受益匪浅。相信您通过使用本书能在有限的时间内获得更好的学习效果,衷心希望本书能为您的成功助一臂之力。您对本书如有意见、建议或要求,可通过出版社转告我们,我们一定会给您一个满意的答复。需要说明的是,出版社考虑到广大学生的实际购买能力,为使学生在相同的篇幅内汲取更多的营养,本书采用9.5磅字号和紧缩式排版,如有阅读上的不便,请谅解。

本书由张立稳、程嗣、汪建军执笔并定稿,参加本书编写的还有邹定文、林亦卿、程首宪、丁庆红、陈仲秋、高永山、汪适中、柴晓莉、黄鼎三、邓永忠、周望洲、杨辅斌、李爱平、刘延松、梁依斌、曾少平等特、高级教师或一线骨干教师及教学研究人员。张畀同志为本书习题的校对做了大量工作,在此一并致谢!



MULU目 录



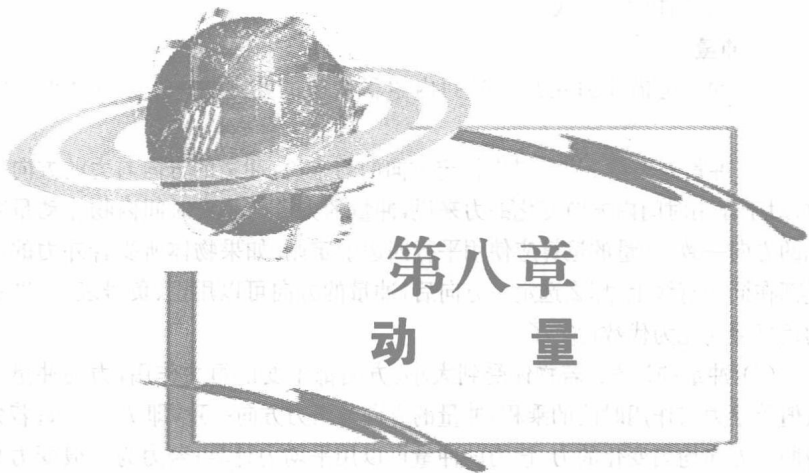
第八章 动量	1
8.1 冲量和动量	1
◇思路●方法●创新◇ 冲量的计算方法	2
8.2 动量定理	8
◇思路●方法●创新◇ 动量定理的应用技巧	9
8.3 动量守恒定律	18
◇思路●方法●创新◇ 动量守恒定律解题的基本思路	19
8.4 动量守恒定律的应用 反冲运动 火箭	29
◇思路●方法●创新◇ 应用动量守恒定律解题的一般方法	30
第八章单元检测题	42
第九章 机械振动	48
9.1 简谐运动 振幅、周期和频率	48
◇思路●方法●创新◇ 简谐运动的分析方法	49
9.2 简谐运动的图象	57
◇思路●方法●创新◇ 根据简谐运动图象分析简谐运动 情况的基本方法	57
9.3 单摆 * 相位	65
◇思路●方法●创新◇ 摆钟快慢问题的分析方法	67
9.4 简谐运动的能量 阻尼振动 受迫振动 共振	74
◇思路●方法●创新◇ 简谐运动能量转化的分析思路	76
第九章单元检测题	84
第十章 机械波	91
10.1 波的形成和传播 波的图象	91
◇思路●方法●创新◇ 波动图象的特点及分析方法	93
10.2 波长、频率和波速	99
◇思路●方法●创新◇ 波动问题的多值解分析方法	100



10.3 波的衍射	109
◇思路●方法●创新◇ 解释波的传播过程中特有现象的基本思路	110
10.4 波的干涉 * 驻波 多普勒效应 次声波和超声波	115
◇思路●方法●创新◇ 运用波的叠加原理求解干涉问题的方法	116
第十章单元检测题	122
第十一章 分子热运动 能量守恒	128
11.1 物体是由大量分子组成的 分子的热运动 分子间的相互作用力	128
◇思路●方法●创新◇ 阿伏加德罗常数的应用和估算	130
11.2 物体的内能 热量	135
◇思路●方法●创新◇ 物体内能改变的判断方法	136
11.3 热力学第一定律 能量守恒定律 热力学第二定律 能源 环境	140
◇思路●方法●创新◇ 热力学第一定律的应用和分析方法	142
第十一章单元检测题	146
第十二章 固体、液体和气体	150
◇思路●方法●创新◇ 气体压强的微观分析方法	153
第十三章 电场	158
13.1 电荷 库仑定律	158
◇思路●方法●创新◇ 电荷守恒定律与库仑定律综合应用的方法	159
13.2 电场 电场强度 电场线	165
◇思路●方法●创新◇ 电场强度的求解规律及方法	166
13.3 电势差 电势 等势面 电势差与电场强度的关系	172
◇思路●方法●创新◇ 电场中电势高低的判断和计算方法	174
13.4 电容器的电容	180
◇思路●方法●创新◇ 平行板电容器问题的动态分析法	181
13.5 带电粒子在匀强电场中的运动	188
◇思路●方法●创新◇ 带电粒子在电场中运动的解题思路	189



◇思路●方法●创新◇	运用电磁感应定律的解题思路	308
16.2	楞次定律——感应电流的方向 楞次定律的应用	318
◇思路●方法●创新◇	楞次定律的应用方法	319
16.3	自感现象 日光灯原理 * 涡流	328
◇思路●方法●创新◇	自感现象的分析思路	329
第十六章单元检测题		333
第十七章 交变电流		341
17.1	交变电流的产生和变化规律	341
◇思路●方法●创新◇	交流电图象问题的分析方法	343
17.2	表征交变电流的物理量	350
◇思路●方法●创新◇	归类应用法	351
17.3	电感和电容对交变电流的影响 变压器	357
◇思路●方法●创新◇	用能的转化与守恒定律求解变压器问题	358
17.4	电能的输送 * 三相交变电流	366
◇思路●方法●创新◇	运用欧姆定律和焦耳定律解决远距离输电问题	368
第十七章单元检测题		373
第十八章 电磁场和电磁波		380
18.1	电磁振荡 电磁振荡的周期和频率	380
◇思路●方法●创新◇	LC回路中各量间的变化规律及对应关系	381
18.2	电磁场 电磁波 无线电波的发射和接收 电视 雷达	386
◇思路●方法●创新◇	应用变化的电磁场的解题思路	387
第十八章单元检测题		391



第八章 动量

8.1 冲量和动量

重、难点提示与释疑

1. 动量

(1) 动量是描述物体运动状态的量,具有瞬时性. $p=mv$ 中 v 应取某一时刻的瞬时速度.

(2) 动量具有相对性. 由于物体运动速度与参考系的选择有关,所以物体的动量也跟参考系有关. 选用不同参考系时,同一运动物体的动量可能不同. 通常在不说明参考系的情况下,物体的动量是指物体相对地面的动量.

(3) 动量是矢量. 物体的动量既有大小又有方向,物体动量的方向与物体瞬时速度方向相同. 所有有关动量的运算应遵循平行四边形定则. 如果物体运动变化前后的动量在同一直线上,那么选定一个正方向后,动量的方向可以用正、负号表示,动量运算就简化为代数运算.

(4) 动量的变化. 物体动量的变化等于物体的末动量与初动量之差. 若动量不在同一直线上,则应按矢量减法求动量的变化;在动量处于同一直线的情况下,动量变化 $\Delta p = mv' - mv$, 其中 v, v' 本身含有正、负号,正、负取决于正方向的选取.

(5) 动量与速度的重要区别. 速度是运动学上的一个物理量,只能描述物体运动快慢;而动量却是描述物体在一个运动状态下运动量大小的物理量,它



所反映的是物体的运动效果.

2. 冲量

(1) 冲量是描述力在某段时间内累积效应的物理量, 是描写过程的物理量.

(2) 冲量是矢量. 对于具有恒定方向的力来说, 冲量的方向与力的方向一致; 对于作用时间内方向变化的力来说, 冲量的方向与相应时间内物体动量变化的方向一致. 冲量的运算应使用平行四边形定则. 如果物体所受合外力的冲量都在同一直线上, 那么选定正方向后, 冲量的方向可以用正、负号表示, 冲量的运算就简化为代数运算了.

(3) 冲量的计算. 若物体受到大小、方向都不变的恒力作用, 力的冲量的数值等于力与作用时间的乘积, 冲量的方向与恒力方向一致, 即 $I = F \cdot t$; 若力为同一方向均匀变化的力, 该力的冲量可以用平均力计算; 若力为一般变力则不能直接计算冲量.

(4) 冲量的绝对性. 由于力和时间均与参考系无关, 所以力的冲量也与参考系的选择无关.

(5) 冲量与力的重要区别. 力具有瞬时性, 其瞬时作用效果是产生加速度; 冲量是过程量, 力必须有一定的作用时间的积累, 其作用效果是改变物体的动量.

知识 (6) 冲量的合成与分解

①同一直线上的冲量合成与分解. 先选定正方向, 确定各冲量的正、负, 再用代数法求解. 也可先求合外力或分力, 再由 $I = F \cdot t$ 求解.

②不在同一直线上的冲量合成与分解. 一般是建立直角坐标系, 先进行正交分解, 然后求各坐标方向上的合冲量 I_x 、 I_y . 接下来可按题目要求, 或用分量式求解, 或对 I_x 、 I_y 按平行四边形定则合成.

解题规律与技巧

◇思路●方法●创新◇ 冲量的计算方法

冲量的表达式 $I = Ft$ 只适用于计算恒力的冲量. 对于多个力的作用, 即计算合外力的冲量, 可分两种情况: 第一种情况, 当各个力作用的时间相等时, $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} t$; 第二种情况, 当各个力作用的时间不等时, $I_{\text{合}} = F_1 t_1 + F_2 t_2 + F_3 t_3 + \dots$, 是每个力冲量的矢量和.

如果力随时间变化时, 可以用图象法求变力的冲量, 以时间为横轴, 力为纵轴, 当力随时间作变化时, 力随时间变化的关系图线在 $F-t$ 坐标上如图 8-1



所示,该图线与时间轴围成的面积(图中阴影部分)在量值上代表了力的冲量.所以, $F-t$ 图线与时间轴所围面积,表示了一段时间内力 F 冲量的大小.通过求变力的冲量,由冲量定义式,还可求出这一段时间内的平均力 $\bar{F}=\frac{I}{t}$.

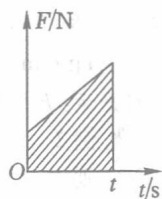


图 8-1

例题 如图 8-2 所示,质量为 m 的小滑块沿倾角为 θ 的斜面向上滑动.经过时间 t_1 ,速度为零后又下滑;经过时间 t_2 ,回到斜面底端.滑块在运动过程中受到的摩擦力大小始终为 F_f ,在整个运动过程中,重力对滑块的总冲量为().

- A. $mg\sin\theta(t_1+t_2)$ B. $mg\sin\theta(t_1-t_2)$
C. $mg(t_1+t_2)$ D. 0

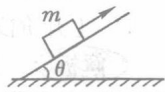


图 8-2

解析 在整个运动过程中,重力是恒力,作用时间是 (t_1+t_2) ,根据冲量的定义式 $I=F \cdot t$ 知,重力对滑块的总冲量 $I_G=mg \cdot (t_1+t_2)$,所以正确答案为 C.

点评 求冲量必须明确是哪一个力的冲量,是否为恒力,解题时应只考虑该力和其作用时间两个因素,与物体运动状态和其他力等无关.

拓展 上题整个过程中,摩擦力对物体的总冲量的大小和方向分别是().

- A. $F_f(t_1+t_2)$,沿斜面向上 B. $F_f(t_2-t_1)$,沿斜面向上
C. $F_f(t_1+t_2)$,沿斜面向下 D. $F_f(t_2-t_1)$,沿斜面向下

(提示:应选 B.)

典型题解与剖析

例 1 一质量为 0.1 kg 的钢球以 6.0 m/s 的速度向右运动,碰到一个坚硬的障碍物后弹回,沿同一直线以 6.0 m/s 的速度向左运动,则碰撞前后钢球的动量有没有变化?变化了多少?动量变化的方向怎样?

解析 取向右的方向为正方向,则钢球初动量即与障碍物相碰前的动量为 $p_1=mv_1=0.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.碰到障碍物后的动量即末动量 $p_2=mv_2=-0.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,负号表示与选定正方向相反,即向左.

可见钢球的动量发生了变化,其变化为: $\Delta p=p_2-p_1=-0.6-0.6=-1.2 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$,负号表示动量变化的方向是向左.

点评 动量是矢量,大小和方向只要有一个因素不同,则矢量就改变了,其变化要按矢量运算法则求.要注意动量 p 和动量的变化 Δp 间的关系和区别.

拓展 有一质量为 0.1 kg 的小钢球从 5 m 高处自由下落,与水平钢



板碰撞后反弹跳起.若规定竖直向下的方向为正方向,碰撞过程中动量的变化为 $-1.8\text{ kg}\cdot\text{ m/s}$,求钢球反弹跳起的最大高度.(g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力.)(提示: $h'=3.2\text{ m}$.)

例 2 竖直上抛一小球,后又落回原地.小球运动时所受空气阻力大小不变,则().

- A. 从抛出到落回原地的时间内,重力的冲量为零
- B. 上升阶段空气阻力的冲量小于下落阶段空气阻力的冲量
- C. 从抛出到落回原地的时间内,空气阻力的冲量为零
- D. 上升阶段小球的动量变化大于下落阶段小球的动量变化

解析 从抛出到落回原地的时间内,恒定不变的重力不为零,重力作用时间也不为零,故选项 A 错误.

由牛顿第二定律知,上升和下降阶段的加速度分别为:

$$a_{\uparrow} = g + \frac{F_f}{m}, \quad a_{\downarrow} = g - \frac{F_f}{m}.$$

由运动学公式可得,上升和下降的时间分别为:

$$t_{\uparrow} = \sqrt{\frac{2H}{g + \frac{F_f}{m}}}, \quad t_{\downarrow} = \sqrt{\frac{2H}{g - \frac{F_f}{m}}}, \quad \text{且 } t_{\uparrow} < t_{\downarrow}.$$

上升和下降阶段空气阻力的冲量分别为:

$$I_{\uparrow} = F_f \cdot t_{\uparrow}, \quad I_{\downarrow} = F_f \cdot t_{\downarrow},$$

显然有 $I_{\uparrow} < I_{\downarrow}$, 选项 B 正确.

从抛出到落回原地的时间内,上升阶段 I_{\uparrow} 的方向向下,下降阶段 I_{\downarrow} 的方向向上,规定竖直向上为正方向,空气阻力的冲量 $I = I_{\downarrow} - I_{\uparrow} > 0$,表明冲量方向向上,故选项 C 错误.

规定竖直向上为正方向,上升阶段的动量变化:

$$\Delta p_{\uparrow} = 0 - mv_1 = -m\sqrt{2a_{\uparrow}H} = -\sqrt{2mH(mg + F_f)};$$

同理, $\Delta p_{\downarrow} = -mv_2 - 0 = -mv_2 = -m\sqrt{2a_{\downarrow}H} = -\sqrt{2mH(mg - F_f)}$,

式中负号均表示动量变化的方向竖直向下.显然, Δp_{\uparrow} 的大小大于 Δp_{\downarrow} 的大小,选项 D 正确.

点评 分析比较冲量或动量的变化,可根据基本概念去思考.应注意,从抛出到落回原地的时间内,空气阻力是变力,但在上升和下降阶段分别是恒力,故应分段计算各段的冲量,再求总冲量.千万不要认为 $I = F_f \cdot (t_{\uparrow} + t_{\downarrow})$.

拓展 上题中,如果小球在上升过程中受到的冲量为 I_{\uparrow} ,下降过程中受到的冲量为 I_{\downarrow} ,它们的大小关系为 I_{\uparrow} I_{\downarrow} .(提示: $I_{\uparrow} > I_{\downarrow}$.)



例 3 将一根粗细均匀的长木棒竖直匀速接入水中,如果在第 1 s 内浮力对木棒的冲量为 I_0 ,则在第 n s 内和 n s 内浮力对木棒的冲量分别是多少?

解析 设木棒的截面积为 S ,木棒浸入水中的深度为 x ,根据阿基米德定律,木棒所受的浮力为: $F = \rho_{\text{水}} g S x$.

由于木棒是匀速进入水中的,故有 $x = vt$,所以木棒所受浮力为:

$$F = \rho_{\text{水}} g S v t,$$

式中 $\rho_{\text{水}}$ 、 g 、 S 、 v 均为常数,故可写作: $F = kt$,

其中, $k = \rho_{\text{水}} g S v$.

即浮力 F 与 t 成正比.

在 $F-t$ 图上作 F 的图象,如图 8-3 所示. OA 线
与时间轴及 F 轴的平行线所围成的面积表示浮力的冲量大小.

浮力 F 在第 1 s 内的冲量为:

$$I_0 = \frac{1}{2} k \cdot 1 = \frac{1}{2} k.$$

浮力 F 在第 n s 内的冲量为:

$$I_n = \frac{1}{2} [n^2 k - (n-1)^2 k] = \frac{1}{2} k (2n-1) = (2n-1) I_0.$$

浮力 F 在 n s 内的冲量为:

$$I = \frac{1}{2} n \cdot nk = \frac{1}{2} k \cdot n^2 = n^2 I_0.$$

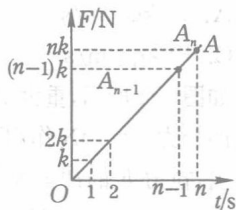


图 8-3

点评 冲量是力在时间上的积累,对于变力,要知道力随时间的变化规律,才能求其冲量.由 $F-t$ 图求变力的冲量是一种很有效的方法.

拓展 用电钻给建筑物钻孔时,钻头所受的阻力与深度成正比.若钻头匀速钻进时,第 1 s 内阻力的冲量为 $100 \text{ N} \cdot \text{s}$,求 5 s 内阻力的冲量.(提示:5 s 内阻力的冲量为 $2500 \text{ N} \cdot \text{s}$.)

A 级能力训练题

- 关于冲量的概念,以下说法中正确的是().
 - 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
 - 作用在物体上的力很大,物体所受的冲量也一定很大
 - 作用在物体上的力的作用时间很短,物体所受的冲量一定很小
 - 只要力的作用时间和力的乘积相同,物体所受的冲量一定相同
- 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. 两个物体的质量相等,速度大小也相等,则它们的动量一定相等
 D. 两个物体的速度相等,那么质量大的物体动量一定大
3. 物体沿倾角为 θ 的斜面匀速滑下,在整个过程中()。
 A. 重力的冲量最大 B. 摩擦力的冲量最大
 C. 弹力的冲量最大 D. 三个力的冲量一样大
4. 质量为 1 kg 的小球以 5 m/s 的速度竖直落到水平地面上,然后以 3 m/s 的速度反弹.若取竖直向上方向为正方向,则小球的动量的变化是()。
 A. $+2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ B. $-2\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 C. $+8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ D. $-8\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
5. 如图 8-4 所示,重为 100 N 的物体,在与水平方向成 60° 角的拉力 $F=10\text{ N}$ 作用下,以 2 m/s 的速度匀速运动.在 10 s 内,拉力 F 的冲量大小等于 _____ $\text{N}\cdot\text{s}$,摩擦力的冲量大小等于 _____ $\text{N}\cdot\text{s}$.

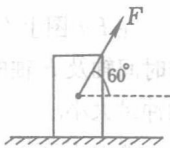


图 8-4

B 级能力训练题

1. 如图 8-5 所示,一木楔固定在水平地面上,木楔的倾角为 θ ,在斜面上有一质量为 m 的小物块处于静止状态,则在 t 时间内,斜面对小物块的冲量的大小和方向是()。
 A. $mg\cos\theta$, 垂直于斜面向上 B. 0
 C. mg , 竖直向上 D. mg , 竖直向下
2. 在地面上方高 h 处,分别以速度 v 竖直向上和竖直向下抛出两个相同的小球,两个小球着地时的动量相对于抛出时的动量的变化量是()。
 A. 大小、方向均相同 B. 大小相同,方向不同
 C. 大小不同,方向相同 D. 大小、方向均不同
3. 如图 8-6 所示,两个质量相等的物体在同一高度沿倾角不同的两个光滑斜面由静止自由滑下,到达斜面底端的过程中,两个物体具有的相同的物理量是()。
 A. 重力的冲量 B. 弹力的冲量
 C. 刚到达底端时的动量 D. 合力的冲量大小

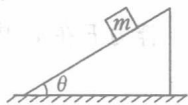


图 8-5

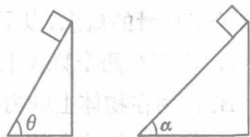


图 8-6



4. 如图 8-7 所示, p 、 p' 分别表示物体受到冲量前、后的动量, 短线表示的动量大小为 $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 长线表示的动量大小为 $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 箭头表示动量的方向. 在下列所给的四种情况下, 物体动量改变量相同的是().

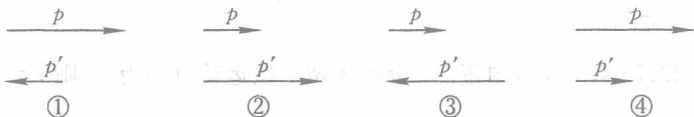


图 8-7

- A. ①② B. ②④ C. ①③ D. ③④
5. 质量为 4 kg 的物体 A 以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 初速度滑到水平面 B 上. 已知 A 与 B 间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. 若以 v_0 为正方向, 则在 10 s 内, 物体受到的冲量为_____.
6. 在距地面 20 m 的高处, 以初速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 将质量为 1 kg 的小球水平抛出, 不计空气阻力. 从小球被抛出至落地这段时间内, 重力对小球的冲量的大小为_____, 方向_____.
7. 如图 8-8 所示, 质量为 $m = 0.10 \text{ kg}$ 的小钢球以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 的水平速度抛出, 下落 $h = 5.0 \text{ m}$ 时撞击一钢板, 撞后速度恰好反向, 则钢板与水平面的夹角 $\theta =$ _____; 刚要撞击钢板时小球动量的大小为_____. (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

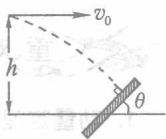


图 8-8

参考答案与提示

[A] 1. A 2. D 3. A 4. C 5. 100; 50

[B] 1. C [斜面对小物块的力 F 等于重力 mg , 方向竖直向上, 故斜面对物块的冲量 $I = F \cdot t = mgt$, 方向竖直向上.]

2. C [动量变化量等于合外力冲量, 即重力冲量 mgt , 方向均向下, 上抛运行的时间大于下抛运行的时间, 故动量变化量大小不同, 方向相同.]

3. D [$s_1 < s_2$, $a_1 = g \sin \theta$, $a_2 = g \sin \alpha$, $a_1 > a_2$, 由 $s = \frac{1}{2} g \sin \theta t^2$, 得 $t_1 < t_2$, 故重力的冲量不等. 由于冲量、动量是矢量, 故选项 B、C 不正确. 合外力冲量等于动量改变量, $v_1^2 = 2a_1 s_1 = 2g \sin \theta \cdot h / \sin \theta = 2gh$, $v_2^2 = 2a_2 s_2 = 2g \sin \alpha \cdot h / \sin \alpha = 2gh$, 故速度大小 $v_1 = v_2$, 合力冲量大小等于 $mv_1 = mv_2$.]



4. C

5. $-40\text{ N}\cdot\text{s}$ [加速度 $a=\mu g=2\text{ m/s}^2$, A 运行时间 $t=v_0/a=10/2=5(\text{s})<10\text{ s}$, 故 10 s 内物体 A 已静止, 物体受到的冲量等于动量改变量 $I=\Delta p=0-mv_0=-40\text{ N}\cdot\text{s}$.]

6. $20\text{ N}\cdot\text{s}$; 竖直向下 [设物体做平抛运动时间为 t , 则 $h=\frac{1}{2}gt^2$, $t=2\text{ s}$, 重力冲量 $I=mg\cdot t=20\text{ N}\cdot\text{s}$, 方向竖直向下.]

7. 45° ; $\sqrt{2}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ [钢球下落 h 时竖直方向速度 $v_g=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times 10\times 5}=10(\text{m/s})$, 合速度方向与水平面夹角 $\alpha=45^\circ$, 由 $\alpha+\theta=90^\circ$, 知 $\theta=45^\circ$, 合速度大小 $v=\sqrt{v_0^2+v_g^2}=10\sqrt{2}\text{ m/s}$, 则刚要撞击钢板时小球动量的大小为 $mv=\sqrt{2}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$.]

8.2 动量定理



重、难点提示与释疑

1. 动量定理的内容和表达式

物体所受合力的冲量等于物体的动量变化, 即:

$$F\cdot t=p'-p=\Delta p=mv'-mv.$$

2. 动量定理的理解与应用要点

(1) 动量定理的表达式是一个矢量式, 在一维直线情况下应用动量定理时需要规定正方向.

(2) 动量定理公式中 F 是研究对象所受的包括重力在内的所有外力的合力, 它可以是恒力, 也可以是变力. 当合外力为变力时, F 应该是合外力在作用时间内的平均值.

(3) 动量定理的研究对象是单个物体或可视为单个物体的系统.

(4) 动量定理中的冲量是合外力的冲量, 而不是某一个力的冲量.

(5) 动量定理中 Ft 是合外力的冲量, 是使研究对象的动量发生变化的原因, 并非产生动量的原因, 不能认为合外力的冲量就是动量的变化. 合外力的冲量是引起研究对象状态变化的外在因素, 而动量的变化是合外力冲量作用后导致的必然结果.