

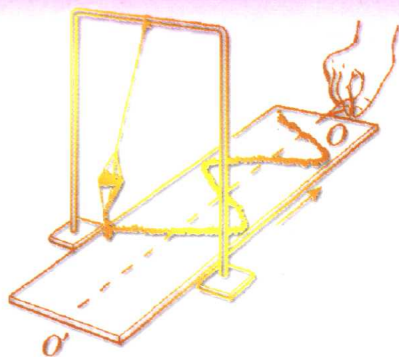
高中物理

高中力学

(下)

(修订版)

龚霞玲 主编



龙门书局

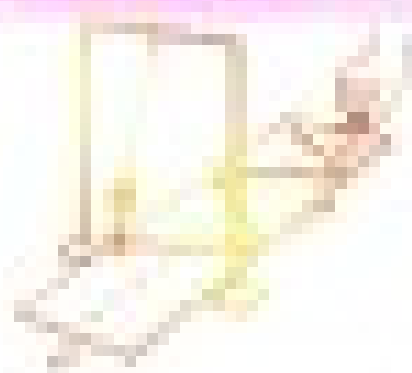
高中物理

高中力学

(下)

（必修）

人民教育出版社





高中力学

(下)

(修订版)

主 编 龚霞玲

本册主编 郑 帆

龚霞玲



龍門書局

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)64033640 13501151303 (打假办)

邮购电话：(010)64000246



(修订版)

高中力学(下)

龚霞玲 主编

责任编辑 王昌泰 乌云

龙门书局 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市东华印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2002年1月修订版 开本:890×1240 A5

2002年8月第六次印刷 印张:8 3/4

印数:120 001-150 000 字数:324 000

ISBN 7-80160-148-3/G·184

定价:10.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

参考书几乎是每一位学生在学习过程中必不可少的。如何发挥一本参考书的长效作用,使学生阅读后,能更透彻、迅速地明晰重点、难点,在掌握基本的解题思路和方法的基础上,举一反三、触类旁通,这是教参编者和读者共同关心的问题。这套《龙门专题》,就是龙门书局本着以上原则组织编写的。它包括数学、物理、化学、生物四个学科共计 55 种,其中初中数学 12 种,高中数学 12 种,初中物理 5 种,高中物理 7 种,初中化学 4 种,高中化学 10 种,高中生物 5 种。

本套书在栏目设置上,主要体现了循序渐进的特点。每本书内容分为两篇——“基础篇”和“综合应用篇”(高中为“3+X”综合应用篇)。“基础篇”中的每节又分为“知识点精析与应用”、“视野拓展”两个栏目。其中“知识点精析与应用”着眼于把基础知识讲透、讲细,帮助学生捋清知识脉络,牢固掌握知识点,为将成绩提高到一个新的层次奠定扎实的基础。“视野拓展”则是在牢固掌握基础知识的前提下,为使学生成绩“更上一层楼”而准备的。需要强调的是,这部分虽然名为“拓展”,但仍然立足于教材本身,主要针对教材中因受篇幅所限言之不详,但却是高(中)考必考内容的知识点(这类知识点,虽然不一定都很难,但却一直是学生在考试中最易丢分的内容),另外还包括了一些不易掌握、失分率较高的内容。纵观近年来高(中)考形势,综合题与应用题越来越多,试行“3+X”高考模式以后,这一趋势更加明显。“综合应用篇”正是为顺应这种形势而设,旨在提高学生的综合能力与应用能力,使学生面对纷繁多样的试题,能够随机应变,胸有成竹。

古人云:授人以鱼,只供一饭之需;授人以渔,则一生受用无穷。这也是我们编写这套书的宗旨。作为龙门书局最新推出的《龙门专题》,有以下几个特点:

1. 以“专”为先 本套书共计 55 种,你尽可以根据自己的需要从

中选择最实用、最可获益的几种。因为每一种都是对某一个专题由浅入深、由表及里的诠释,读过一本后,可以说对这个专题的知识就能够完全把握了。

2. 讲解细致完备 由于本套书是就某一专题进行集中、全面的剖析,对知识点的讲解自然更细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识,能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小,更易于理解和记忆。

3. 省时增效 由于“专题”内容集中,每一本书字数相对较少,学生可以有针对性地选择,以实现在较短时间里对某一整块知识学透、练透的愿望。

4. 局限性小 与教材“同步”与“不同步”相结合。“同步”是指教材中涉及的知识点本套书都涉及,并分别自成一册;“不同步”是指本套书不一定完全按教材的章节顺序编排,而是把一个知识块作为一个体系来加以归纳。如归纳高中立体几何中的知识为四个方面、六个问题,即“点、线、面、体”和“平行、垂直、成角、距离、面积、体积”。让学生真正掌握各个知识点间的相互联系,从而自然地连点成线,从“专题”中体味“万变不离其宗”的含义,以减小其随教材变动的局限性。

5. 主次分明 每种书的前面都列出了本部分内容近几年在高考中所占分数的比例,使学生能够根据自己的情况,权衡轻重,提高效率。

本套书的另一特点是充分体现“减负”的精神。“减负”的根本目的在于培养新一代有知识又有能力的复合型人才,它是实施素质教育的重要环节。就各科教学而言,只有提高教学质量,提高效率,才能真正达到减轻学生负担的目的。而本套书中每本书重点突出,讲、练到位,对于提高学生对某一专题学习的相对效率,大有裨益。这也是本书刻意追求的重点。

鉴于本书立意的新颖,编写难度很大,又受作者水平所限,书中难免有疏漏之处,敬请不吝指正。

编 者

2001年11月1日

编委会

(高中物理)

(修订版)

执行编委

王敏

黄干生

徐辉

邢新山

编主总

委编划

龚霞玲

刘祥

龙门书局



目 录

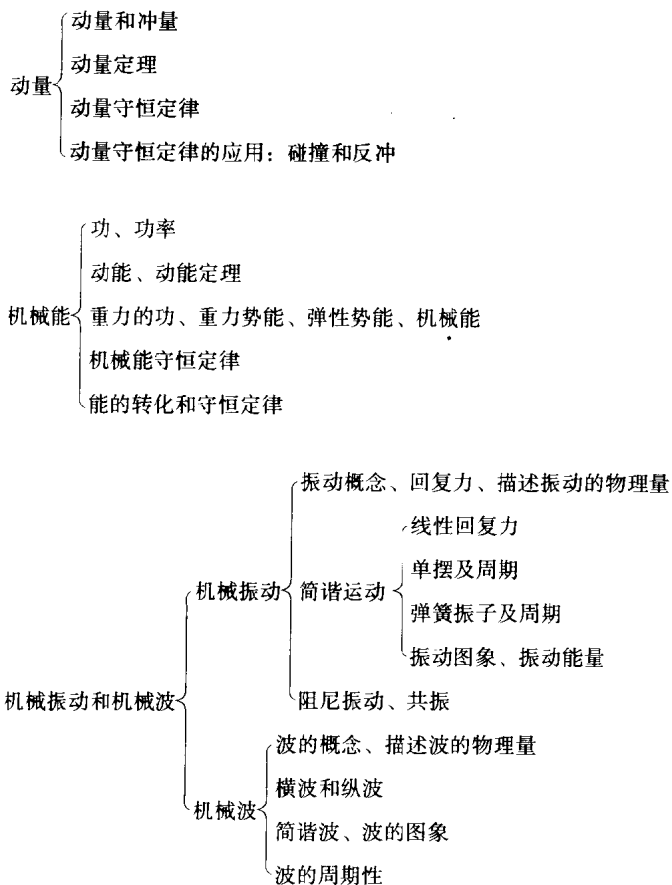
第一篇 基础篇	(1)
第一讲 动量	(3)
1.1 冲量与动量	(3)
1.2 动量定理	(15)
1.3 动量守恒定律	(28)
1.4 碰撞与反冲	(45)
高考热点题型评析与探索	(62)
本讲测试题	(72)
第二讲 机械能	(83)
2.1 功和功率	(83)
2.2 动能定理	(98)
2.3 机械能守恒定律	(112)
2.4 功能原理与能的转化和守恒定律	(130)
高考热点题型评析与探索	(151)
本讲测试题	(166)
第三讲 机械振动 机械波	(180)
3.1 表征振动的物理量 振动的种类及特点	(180)
3.2 简谐振动的两个特例	(189)
3.3 机械波的产生及传播规律	(201)
3.4 波的叠加及声波	(213)
高考热点题型评析与探索	(218)
本讲测试题	(223)
第二篇 3+X 综合应用篇	(238)
学科内综合与应用	(238)
跨学科综合	(251)
综合应用训练题	(260)

第一篇 基础篇

本专题知识在高考中的具体要求

内 容	要求	说 明
1. 动量、冲量、动量定理及其应用	B	1. 动量定理和动量守恒定律的应用只限于一维的情况 2. 不要求用动量定理的公式进行计算
2. 动量守恒定律及其应用（包括反冲）	B	
3. 功，功率	B	1. 在处理功能关系时，不要用负功的说法 2. 弹性势能只要求定性了解 3. 在弹性碰撞的问题中，不要求使用动能守恒公式进行计算。
4. 动能，做功与动能改变的关系	B	
5. 重力势能，做功与重力势能改变的关系	B	
6. 弹性势能	A	
7. 机械能守恒定律的应用	B	
8. 碰撞	B	
9. 弹簧振子，简谐振动，简谐振动的振幅、周期和频率，简谐振动的振动图象。	B	1. 不要求会推导单摆的周期公式。 2. 对于振动图象和波的图象，只要求理解它们的物理意义，并能识别它们。 3. 波的衍射和干涉，只要求定性了解。
10. 单摆，在小振幅条件下单摆作简谐振动，周期公式。	B	
11. 振动中的能量转化，简谐振动中机械能守恒。	A	
12. 受迫振动，受迫振动的振动频率，共振及其常见的应用。	A	
13. 振动在介质中的传播——波，横波，纵波，横波的图象。波长，频率和波速的关系。	B	
14. 波的叠加，波的干涉，衍射现象。	A	
15. 声波	A	

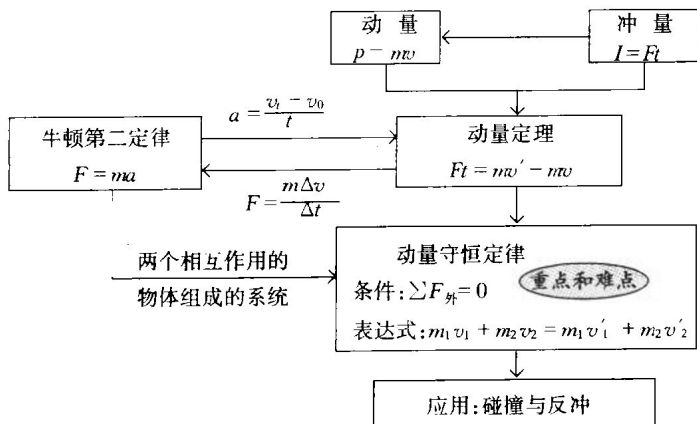
本书知识结构





第一讲 动 量

本讲知识结构



说明 本章教材在高中物理课本中虽然篇幅较少,但本章知识在物理学乃至整个自然界中的重要地位不容忽视,而且本章内容也是高考重点考察内容之一。

1.1 冲量与动量



重点难点归纳

重点 冲量与动量的概念。

难点 对冲量概念的理解及冲量的计算。

本节需掌握的知识 1. 动量的概念。2. 冲量的概念。

知识点精析与应用

【知识点精析】

1. 冲量的概念

(1) 冲量的定义: 力和力的作用时间的乘积叫做力的冲量, 冲量是描

述力对物体作用的时间累积效应的物理量。例如，汽车启动时，为了达到一定的速度，必须要有牵引力并且还得作用一段时间。当汽车牵引力较大时，它在较短时间内就可以达到这个速度；而当汽车牵引力较小时，就需要较长时间才达到这个速度。可见力和作用时间的乘积可以用来描述力的作用效果。力的冲量记为 $I = Ft$ ，只要力和力的作用时间的乘积保持不变，它对物体的作用效果就应该是一样的。特别要注意不能把力对物体的冲量说成是“物体的冲量”。

冲量的表达式是 $I = Ft$ ，而 t 是一个过程量，因此力的冲量是一个过程量。在谈及冲量时，必须明确是哪个力在哪段时间上的冲量。

(2) 冲量的矢量性：因为力是矢量，所以冲量也是矢量。但冲量的方向一般并不是力的方向，这一点要特别注意。如果在作用时间内作用力为恒力（大小和方向都不变）时，冲量的方向与力的方向是一致的；如果在作用时间内作用力是变力时，特别是作用力的方向也变时，冲量的方向应是平均力的方向。在动量定理一节中，我们会知道，冲量的方向是物体动量变化的方向。

(3) 冲量的单位：冲量的单位由力的单位和时间的单位共同决定，在国际单位制中，冲量的单位是牛·秒，国际代号为 $N \cdot s$ 。

(4) 力和冲量的区别及联系：力 F 和力的冲量 Ft 都是描述力对物体作用的物理量，都是矢量。但力是瞬时作用量，有力的作用，物体的运动状态就会发生变化，即产生加速度，而力的冲量是一个与时间有关的过程作用量，要改变物体的速度必须经过一段时间的作用才能实现。此外，冲量的方向一般不是力的方向。请注意

(5) 冲量的计算：冲量的表达式 $I = Ft$ 只适用于计算恒力的冲量，要计算变力的冲量一般可采用动量定理。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同时， $I_{\text{合}} = F_{\text{合}} \cdot t$ ；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。

2. 动量的概念

(1) 动量的定义：物体的质量和运动速度的乘积叫做物体的动量，记作 $p = mv$ 。动量是动力学中反映物体运动状态的物理量，是状态量。在谈及动量时，必须明确是物体在哪个时刻或哪个状态所具有的动量，在中学阶段，动量表达式中的速度一般是以地球为参照物的。

(2) 动量的矢量性：动量是矢量，它的方向与物体的速度方向相同，服从矢量运算法则。

(3) 动量的单位：动量的单位由质量和速度的单位决定。在国际单位制中，动量的单位是千克·米/秒，国际代号为 $kg \cdot m/s$ 。特别要指出的是冲量的单位

$\text{N}\cdot\text{s}$ 与动量的单位 $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 是等价的, 但这两个单位决不能混用. **注意**

(4) 动量的变化: 动量是矢量, 当动量发生变化时, 动量的变化 $\Delta p = p_{\text{末}} - p_{\text{初}}$, 应运用平行四边形法则进行运算. 如图 1-1 所示, 当初态动量和末态动量不在一条直线上时, 动量变化由平行四边形法则进行运算. 动量变化的方向一般与初态动量和末态动量的方向不相同. 当初、末动量在一直线上时可通过选定正方向, 动量变化可简化为带有正、负号的代数运算. **矢量运算不同于代数运算**

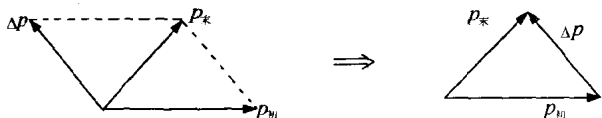


图 1-1

(5) 动量与速度的区别: 动量和速度都是描述物体运动状态的物理量, 它们都是矢量, 动量的方向与速度的方向相同. 速度是运动学中描述物体运动状态的物理量, 在运动学中只需知道物体的快慢, 而无须知道物体的质量, 例如两个运动员跑百米, 是比速度的大小, 而无须考虑运动员的质量; 动量是力学中描述物体运动状态的物理量, 可以直接反映物体受到外力的冲量后, 其机械运动的变化情况, 动量是与冲量及物体运动变化的原因相联系的. 如以相同速度向你滚过来的铅球和足球, 你敢用脚踢哪一个? 当然是足球, 因为足球的质量小, 让它停下来所需的冲量小. **很多物理概念可以结合生活实际去理解**

【解题方法指导】

【例1】 一个质量是 0.1kg 的钢球以 6.0m/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 6.0m/s 的速度向左运动. 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?

分析 动量及动量变化都是矢量, 矢量的运算一般符合平行四边形法则, 如果是一条直线上的矢量运算在选定了正方向后, 可以简化为代数运算.

解 取向右 **不可遗漏** 的方向为正方向, 则钢球初态动量即与障碍物相碰前的动量 $p_1 = mv_1 = 0.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$. 碰到障碍物后的动量即末动量 $p_2 = mv_2 = -0.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 方向向左, 因与选定正方向相反, 故 $p_2 = -0.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$

可见钢球的动量发生了变化, 钢球动量的变化等于变化后动量减去变化前的动量, 所以钢球的动量变化为

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -0.6 - 0.6 = -1.2 \text{ (kg}\cdot\text{m/s)}$$

负号表示动量变化的方向是向左.

答: 钢球碰撞前后动量发生变化, 动量变化的大小是 $1.2\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 动量变化的方向是向左.

解题思路评析 动量变化 $\Delta p = -1.2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 中的“-”不是表示动量减少，而是表示动量变化的方向与规定正方向相反。如果事先取向左为正方向，则有 $\Delta p = p_2 - p_1 = 0.6 - (-0.6) = 1.2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。

解此题最常见的错误是，没有考虑到动量的矢量性而盲目套用公式 $\Delta p = p_2 - p_1 = 0.6 - 0.6 = 0$ 得到错误的结果。 **初学者这一点要特别注意**

【例2】如图1-2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 ，在整个运动过程中，重力对滑块的总冲量为

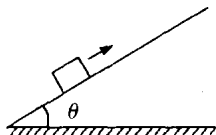


图 1-2

- A. $mg\sin\theta(t_1 + t_2)$ B. $mg\sin\theta(t_1 - t_2)$
C. $mg(t_1 + t_2)$ D. 0 **这一点很重要**

解析 谈到冲量必须明确是哪一个力的冲量，此题中要求的是重力对滑块的冲量。根据冲量的定义 $I = Ft$ ，因此重力对滑块的冲量应为重力乘以作用时间，所以 $I_G = mg(t_1 + t_2)$ ，即 C 正确。其它几项都不对。

解题思路评析 在求恒力的冲量时，必须牢牢把握冲量的定义式，不要离开题意而把问题人为弄复杂了。

此题常见错误是，认为既然滑块沿斜面方向运动，而重力又可以分解为沿斜面向下的分力 $mg\sin\theta$ 和垂直斜面的分力 $mg\cos\theta$ 而垂直斜面的分力对运动的变化没有贡献，因此 $I_G = mg\sin\theta \cdot (t_1 + t_2)$ ，即选 A。还有的误认为物体在斜面上作匀速运动，因此 $f = mg\sin\theta$ 。滑块向上滑时摩擦力向下，滑块向下滑时摩擦力向上，因此有 $I_G = I_f = mg\sin\theta(t_1 - t_2)$ ，故选 B。更有人误认为滑块回到原位置，位移为零，因此重力的冲量也为零，故选 D。

总之，错误原因是没有认真审题，没有紧扣概念。

【例3】如图1-3所示，将质量 $m = 1\text{kg}$ 的物体以 $v_0 = 10\text{m/s}$ 的速度水平抛出去，1秒末物体的速度大小为 $v = 10\sqrt{2}\text{m/s}$ ，方向与水平成 45° 角。求这 1s 内物体的动量变化及重力的冲量，并讨论动量变化与重力的冲量有何关系 (g 取 10m/s^2)，设忽略阻力的影响。

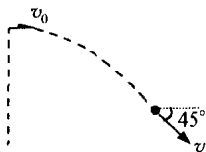


图 1-3

分析 动量是矢量，可将末态动量分解为水平方向的动量和竖直方向的动量，再利用动量变化的关系式求解。

解 物体水平方向的初速度 $v_0 = 10\text{m/s}$ ，因此初动量 $p_{1x} = mv_0 = 10\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p_{1y} = 0$ 。物体的末速度可分解为 $v_x = v_0\cos 45^\circ = 10\text{m/s}$ ， $v_y = v_0\sin 45^\circ = 10\text{m/s}$ 。

因此末动量 $p_{2x} = mv_x = 10\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $p_{2y} = mv_y = 10\text{kg}\cdot\text{m/s}$.

（这点很关键）

物体在水平方向的动量变化 $\Delta p_x = p_{2x} - p_{1x} = 0$.

物体在竖直方向的动量变化 $\Delta p_y = p_{2y} - p_{1y} = 10\text{kg}\cdot\text{m/s}$

（重点）

所以物体在 1s 内的动量变化大小为 $10\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 方向竖直向下.

重力的冲量 $I_G = mg \cdot t = 10\text{N}\cdot\text{s}$.

即物体在 1s 内的动量变化与重力在 1s 内的冲量大小相等, 方向相同. 正是因为有重力的冲量作用在物体上, 才使得物体的动量发生变化.

解题思路评析 在不计阻力的情况下, 不论物体是平抛、斜抛、竖直上抛或竖直下抛, 它只受到重力的作用. 因此在任一段时间 t 内, 物体动量变化的大小总是等于重力对它作用的冲量 mgt , 方向跟重力相同, 都是竖直向下的. 但是抛体运动在任一时刻的动量都不相同. 这是因为在重力的持续作用下, 动量不断改变, 不但它的大小时刻在改变, 在平抛和斜抛运动中, 动量的方向也时刻在改变, 但不管怎样, 对同一物体来说, 不论它抛出时初速度的大小和方向如何, 在相等的任一段时间 t 内, 其末动量和初动量的矢量差 (即动量的变化) 的大小都等于重力的冲量 mgt , 方向总是跟重力一致的. (即动量变化的方向是冲量的方向)

【例 4】 如图 1-4 所示, 原来静止在光滑水平面上的两小车, 两车之间有一根被压缩的轻弹簧. 如果 B 车的质量为 A 车质量的 2 倍, 当弹簧弹开的时候, 作用于 B 车的总冲量是 $4\text{N}\cdot\text{s}$, 求作用于 A 车的总冲量.

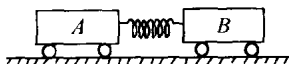


图 1-4

分析 在水平方向 A、B 受到的力是弹簧对它们的作用力, 弹力对 A、B 而言是同时存在的, 当弹簧恢复原长时, 弹力消失, 即对 A、B 而言力的作用时间是一样的. (认真分析受力情况很重要)

解 设弹簧对 A、B 的作用力分别为 f 和 f' 且这力是一个变力, 根据牛顿第三定律知, 任一时刻都有 $f = -f'$. A 受到的弹力方向向左, B 受到的弹力方向向右, 已知 B 车受到的冲量为 $I_B = 4\text{N}\cdot\text{s}$, 则 A 车受到的冲量 $I_A = -4\text{N}\cdot\text{s}$.

即 A 车受到的总冲量大小为 $4\text{N}\cdot\text{s}$, 方向向左.

解题思路评析 对于发生相互作用的两个物体来说, 它们相互作用力的冲量也满足牛顿第三定律, 即大小相等, 方向相反. (这是一个很有用的结论)

【基础训练题】

一、选择题

1. 一恒力 F 与水平方向成 θ 角, 作用在质量为 m 的物体上, 如图 1-5 所示, 作用时间为 t , 则力 F 的冲量为 ()

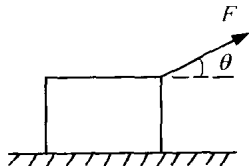


图 1-5

- A. Ft B. mgt C. $F\cos\theta \cdot t$ D. $(mg - F\sin\theta)t$

2. 关于物体的动量, 下列说法中正确的是 ()

- A. 物体的动量越大, 其惯性也越大
 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, 其受到的作用力的冲量一定越大
 D. 动量的方向一定沿物体的运动方向

3. 重 100N 的物体静止在水平面上, 物体与地面间的动摩擦因数为 0.4, 现用水平推力 $F = 30\text{N}$ 作用于物体上, 在 2s 时间内, 物体受到的合外力的冲量大小为 ()

- A. $80\text{N}\cdot\text{s}$ B. $60\text{N}\cdot\text{s}$ C. $-20\text{N}\cdot\text{s}$ D. 0

二、填空题

4. 质量为 0.4kg 的小球在光滑的水平面上以 10m/s 的速度运动, 用一木棒猛击后, 小球以 15m/s 的速度向相反方向运动, 则小球动量变化的大小是 $\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 动量变化的方向是_____.

5. 物体在水平恒力作用下, 沿水平面做直线运动的 $v-t$ 图线如图 1-6 所示, 比较第 1s 内、第 2s 内、第 3s 内三段中: _____ 物体受的阻力最大, _____ 物体所受合力的冲量最大, _____ 物体所受合力的冲量最小. (填写“第 1s”、“第 2s”、“第 3s”)

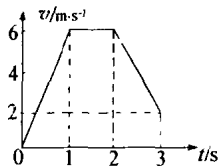


图 1-6

6. 一个质量为 m 的物体竖直向上抛出后, 测得物体从开始抛出到落回抛出点的总时间为 t , 空气阻力恒为 f , 大小不变, 在时间 t 内物体受到的总冲量比 mgt _____ (填“大”、“小”、“相等”).

7. 质量为 2kg 的物体沿水平地面运动, 物体受到向东 4N 的力作用 6s , 接着受到向西的 5N 的力作用 4s , 则 10s 内物体所受的冲量大小为 _____ $\text{N}\cdot\text{s}$, 方向为_____.

【答案与提示】

1. A (根据冲量的定义式 $I = F \cdot t$) 2. B、D (物体的动量 $p = mv$, 由质量和速度决定, 动量大, 其质量不一定大, 因此惯性也不一定大, 故 A 错. 对同一物体来说, 质量一定, 故动量越大速度越大, 故 B 正确. 动量是状态量, 力的作用是使物体的运动状态发生变化, 力的冲量和物体的动量变化相联系, 故 C 错. 动量 $p = mv$, 因此动量的方向就是速度的方向, 也就是物体的运动方向. 故 D 正确.) 3. D (若物体运动, 则滑动摩擦力应为 $F_{\text{滑}} = \mu mg = 40\text{N}$, 由于作用在物体上的水平推力只有 30N , 所以此时物体实际上处于静止状态, 此时作用在物体上的力是静摩擦力, $F_{\text{静}} = 30\text{N}$, 即作用在物体上的合

力为零, 所以 2s 内合外力的冲量为零. 选 A、B、C 都是因为没仔细审题造成的错误.)

4. 10; 与原运动方向相反 (以原运动方向为正方向, 所以 $\Delta p = p_2 - p_1 = 0.4 \times (-15) - 0.4 \times 10 = -10 (\text{kg} \cdot \text{m/s})$)

5. 第 3s 内; 第 1s 内; 第 2s 内 (在第 1s 内, 阻力为 f_1 , 由图 1-6 知 $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 6 \text{m/s}^2$, 则 $F - f_1 = ma_1 = 6m$ ①, 在第 2s 内, 阻力为 f_2 , 则 $F = f_2$ (匀速运动) ②, 在第

3s 内, 阻力为 f_3 , $a_3 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -4 \text{m/s}^2$. 则 $F - f_3 = ma_3 = -4m$ ③, 比较①、

②、③式可知 f_3 最大, 合力 $F - f_1$ 最大, $F - f_2 = 0$ 最小.)

6. 小 (设上升时间为 t_1 , 则下降时间为 $t - t_1$, 物体上升时, 所受的力为向下的重力 mg 和空气阻力 f ; 物体下降时, 所受的力有向下的重力和向上的空气阻力 f , 因此 $t_1 < t - t_1$. 物体在 t 时间内的总冲量为 $mgt + ft_1 - f(t - t_1) < mgt$.)

7. 4; 向东 (物体在 10s 内的冲量 (以向东为正方向) 为, $I = F_1 t_1 + F_2 t_2 = 4 \times 6 - 5 \times 4 = 4 (\text{N} \cdot \text{s})$, 这表明冲量大小为 $4 \text{N} \cdot \text{s}$, 方向与选定正方向相同, 即向东.)

视野拓展

【释疑解难】

冲量定义式 $I = Ft$ 只可用于求恒力的冲量. 如果在时间 t 内, 作用在物体上的力是变化的, 就要把整个运动过程分成很多很短的时间间隔 Δt , 只要在 Δt 时间内, 可以认为力是不变的, 用这段时间里的作用力乘这段时间, 则力的冲量 $F_i \Delta t$. t 时间内力的冲量等于这些小段力的冲量的矢量和 $I = \sum_i F_i \Delta t$. 在具体运算时有多种方法.

【典型例题导析】

1. 利用平均力 $\bar{F}$ 求变力的冲量.

对时间的平均

如果能求出时间 t 内变力 F 的平均值 $\bar{F}$, 则变力的冲量可写作 $I = \bar{F}t$.

【例 1】如图 1-7 所示, 水平弹簧振子的质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 振幅为 A . 求弹簧振子从最大位移 B 处运动到平衡位置 C 处的过程中, 弹力的冲量是多大?

分析 振子从 B 向 C 运动的过程中, 弹簧的弹力是一个变力, 设法求出过程中的平均力, 就可以求出弹力的冲量.

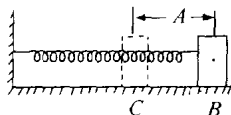


图 1-7

解 因振子从 B 至 C 所用的时间为振动周期的 $\frac{1}{4}$,

故有 $t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$.