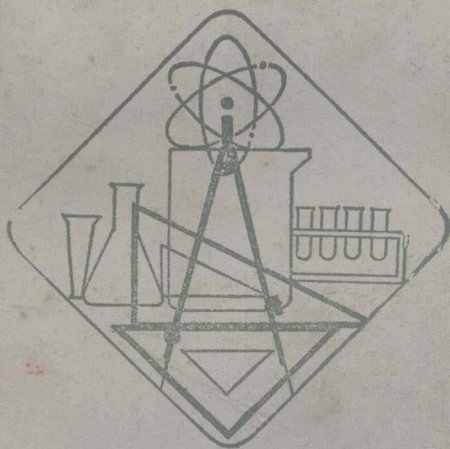


中学数理化学习指导丛书

高一物理辅导与练习

下 册

北京市海淀区教师进修学校主编



重 庆 出 版 社

中学数理化学习指导丛书

高一物理辅导与练习

下 册

北京市海淀区教师进修学校主编

重 庆 出 版 社

一九八二年·重庆

编 者

北京师范大学附属中学	唐朝智
中国人民大学附属中学	蒋国垣
北京大学附属中学	陈育林
北京市海淀区教师进修学校	张治本

高一物理辅导与练习 (下册)

重庆出版社出版 (重庆李子坝正街102号)
四川省新华书店重庆发行所发行
达县新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 3.625 字数 76千
1982年12月第一版 1982年12月第一次印刷

印数: I—648,000

书号: 7114·34

定价: 0.27元

内 容 提 要

本书依据全日制十年制学校高中物理课本上册（1979年12月第一版）的体系和教学要求编写。注意帮助学生理解物理概念和物理规律，培养学生观察与动手实践的能力，以及分析问题、解决问题的能力。

本书共分四章，除第七章外，每章均包括“本章内容说明”、“学习指导”、“观察与实践”、“例题与习题”及“单元测验”五个部分。“本章内容说明”简述全章的基本内容及重点、难点知识。“学习指导”配合各节的教材帮助学生掌握重点、难点知识，介绍编者的教学体会与学习方法。“观察与实践”引导学生联系实际，加深对所学物理知识的理解，培养观察与实验能力。“例题与习题”对本章解题方法作出示范，并提供必要的练习，以巩固所学知识。“单元测验”供读者检查学习效果，附有答案及评分标准供查阅。

本书供高中一年级学生使用，也可作为教师备课和广大青年自学参考。

前 言

长期以来，我们感到：学生迫切需要一种能帮助他们学好功课的读物；家长希望有一种能对学生的进行学习进行督促和检查的资料；教师欢迎出版一种能协助自己辅导学生的书籍。为了探索解决上述问题的途径，帮助中学生学好物理，我们编写了这套学习指导丛书。

本书按照全日制十年制学校用各册物理课本的体系和教学要求编写，内容紧密结合教材，注重指导学生阅读教材，理解并掌握物理概念和物理规律，培养学生观察与动手实验的能力以及分析问题、解决问题的能力。

本书各章包括“本章内容说明”、“学习指导”、“观察与实践”、“例题与习题”、“单元测验”共五个部分。“本章内容说明”简述全章的基本内容及知识的重点、难点。“学习指导”配合课本逐节教材，帮助学生掌握重点、难点知识，介绍编者的教学体会与学习方法。“观察与实践”引导学生联系实际，加深对物理知识的理解，培养观察与实验能力。“例题与习题”对本章解题方法作出示范，并提供必要的练习，以巩固所学知识。“单元测验”供读者检查学习效果，附有答案及评分标准供查阅。

为了紧密配合教学进度，本丛书物理部分共分七册，即初中四册、高中三册。

目 录

第七章	动量	(1)
一	本章内容说明.....	(1)
二	学习指导.....	(2)
三	例题与习题.....	(18)
四	单元测验.....	(24)
第八章	机械振动和机械波	(29)
一	本章内容说明.....	(29)
二	学习指导.....	(30)
三	观察与实践.....	(49)
四	例题与习题.....	(50)
五	单元测验.....	(57)
第九章	气态方程 分子运动论	(64)
一	本章内容说明.....	(64)
二	学习指导.....	(65)
三	观察与实践.....	(80)
四	例题与习题.....	(80)
五	单元测验.....	(89)
第十章	内能 能的转化和守恒定律	(95)
一	本章内容说明.....	(95)
二	学习指导.....	(95)

三	观察与实践.....	(99)
四	例题与习题.....	(109)
五	单元测验.....	(106)

第七章 动 量

一 本章内容说明

本章内容是动力学的继续和深化。动力学的核心是牛顿第二定律，它是研究力的瞬时效果的，即质量一定的物体在某一时刻的加速度总是跟物体在该时刻受到的合外力的大小成正比。我们经常遇到这样的情况，即物体受到持续力的作用，而且力的大小可能是变化的。那么在恒力(或变力)持续作用于物体的情况下，所能引起物体运动状态变化的累积效果又如何呢？这就是本章研究的主题。

本章首先介绍了冲量、动量两个重要物理概念，讲述了力持续作用于物体在时间上的累积效果——动量定理，最后讲述了物体相互作用遵从的动量守恒定律以及这一定律的应用。

动量守恒定律是物理学最基本的规律之一，既适用于宏观物体间相互作用，也适用于微观粒子间的相互作用，具有普遍的意义。因此这一定律是本章的重点。

通过本章内容的学习，可以进一步提高我们解决动力学问题的能力，丰富我们研究动力学问题的方法和途径。

二 学习指导

1. 动量、冲量、动量定理

什么是力的冲量？什么是物体的动量？这两个物理概念的含意是什么？什么是动量定理？它是用来研究什么问题的？以上这些问题都是初学者极为关心的。

大家都知道，力学中的一个重要课题是研究力的效果，即力作用于物体会产生什么效果？前几章的知识已经告诉我们：力作用于物体会产生两种效果：第一，使物体产生形变；第二，改变物体的运动状态。在研究第二种效果时，有一个力的瞬间作用的瞬时效果和力的持续作用的累积效果的区别。牛顿第二定律已经为我们解决了力的瞬时效果问题。下面我们两个不同的角度来研究力的累积效果。

我们不妨先回忆一下动能定理：

恒力 F 作用于质量为 m 的物体上，使物体沿着光滑水平地面通过一段位移 S (图7—1)，这时，力对物体做的功为：

$$A = F \cdot S \quad \textcircled{1}$$

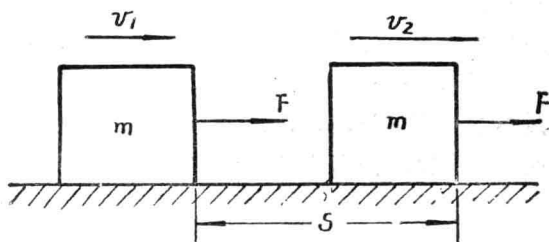


图 7—1

设物体的初速度为 V_1 ，末速度为 V_2 ，根据动能定理则有：

$$FS = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (2)$$

S 表示物体在空间的位移，功 FS 表示力持续作用于物体的空间累积效果，即作用力作用于物体在位移上的累积效果。

如果我们从时间的角度出发，来研究力的作用的时间累积效果，又会得出什么样的结论呢？

联想力的空间累积效果表达式 FS ，不难想像，力的时间累积效果表达式应为 Ft 。我们把它叫做力的冲量 I ，即

$$I = Ft \quad (3)$$

如果是恒力的作用，根据牛顿第二定律

$$F = ma \quad (4)$$

根据加速度的概念有

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad (5)$$

将④和⑤式代入③式：

$$I = Ft = m \frac{v_2 - v_1}{t} t = m(v_2 - v_1)$$

$$\text{即} \quad Ft = mv_2 - mv_1 \quad (6)$$

上式也适用于变力的作用。

要了解⑥式的意义，首先要掌握物理量 mv 的物理意义。为此，举例加以说明：

例：一列满载货物的列车，沿着平直的轨道高速奔驰，人们要想让它安全地立即停下来，肯定是办不到的。因为这列火车的质量很大，速度也很大，即质量和速度的乘积太大了，或者说这列火车的运动量太大了，实有不可阻挡之势。而一

个骑自行车的人，当他遇到危险而作紧急刹车时，他就能较迅速停下。这是因为它的 mv 值与前面的火车相比，是很小的，即它的运动量小。

由上例可知：一个物体在某一时 刻 mv 的值反映了这个物体在该时刻运动量的大小。即 mv 的值是物体运动量的量度，故取名动量。并以 P 表示，即有 $P = mv$ 。

到此，⑥式的物理意义也就明显了，即力的冲量等于物体动量的增量。

$$I = Ft = mv_2 - mv_1$$

$$\text{或 } I = p_2 - p_1 = \Delta p \quad \text{⑦}$$

我们把这个结果叫做动量定理。

从⑥式中可以看出：力的冲量大小既决定于力的大小，又决定于力作用于物体上时间的长短。比如：一只瓷杯，从1米高处落在松软的泥土地上，一般是不会破碎的。如果从同一高度落在坚硬的地面上，就会摔碎。为什么会有不同的结果呢？因为这只瓷杯的强度是一定的，碎与不碎决定于它受到的力的大小，杯子在两次触地的前后，动量的改变量一定，但前者的作用时间长，作用力就小，后者的作用时间短，作用力就大，这就是瓷杯两次落地得到不同结果的道理。

关于动量定理的有关问题再作如下说明：

(1) 动量是矢量，某一时刻物体动量的方向就是该时刻物体运动速度的方向。动量的合成与分解均遵从矢量运算法则。在直角坐标系中，动量的分量式应为：

$$P_x = mv_x, P_y = mv_y.$$

(2) 冲量也是矢量，冲量的方向就是作用力(合外力)的方向，它总是跟物体的动量增量的方向一致。举例如下。

①甲、乙两球在水平地面上沿同一直线，同一方向运动时相碰，碰撞前后的情况见图 7—2 所示。

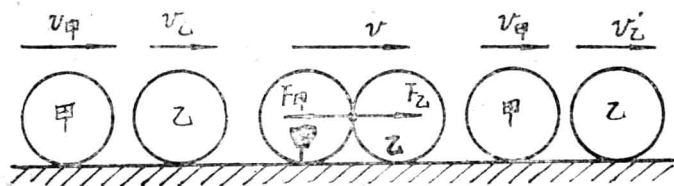


图 7—2

从图 7—2 中可知，甲球动量增量的方向如图 7—3 (a) 所示，乙球动量增量的方向如图 7—3 (b) 所示。

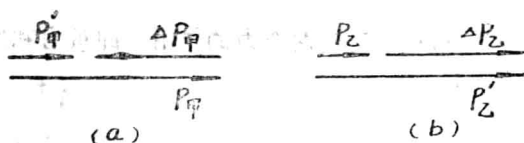


图 7—3

对比图 7—2 中两个球碰撞时的受力方向和图 7—3 中两个球动量增量的方向可知，上述结论是正确的。

②一个斜上抛物体，初速度 v_0 的方向与水平面成 30° 角，运动至最高点(图 7—4)。十分明显，在这一过程中，抛体的

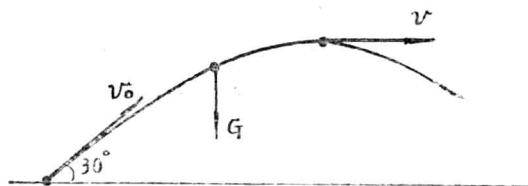


图 7—4

动量增量方向应竖直向下(图7—5)。

对比图7—4中的抛体受力方向和图7—5中抛体的动量增量方向可知,力的冲量的方向总是跟物体的动量增量的方向一致。这一结论有普遍意义。

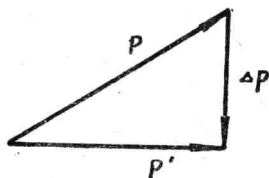


图 7—5

(3)如果某一物体同时受到几个外力的作用,⑥式中的外力 F 表示外力的合力,或者说表示合外力。举例如下:

①质量为10千克的物体,从某一高度自由下落,经10秒钟,速度增至80米/秒,求这一过程中物体受到空气的平均阻力是多大?

物体在下落过程中受到两个力的作用,即重力和空气阻力,如图7—6所示。

合外力 F 为:

$$F = G - f = mg - f$$

根据动量定理:

$$(mg - f)t = mv' - mv$$

$$f = mg - \frac{mv' - mv}{t}$$

代入数据解得: $f = 20$ 牛顿。

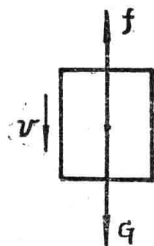


图 7—6

②质量为20千克的物体沿粗糙的水平面运动,突然受到50牛顿水平拉力作用,开始施力时,物体的速度为5米/秒,20秒后,物体的速度增加到15米/秒,求物体受到的摩擦力是多大?

设拉力为 T , 摩擦力为 f

合外力为 F , $F = T - f$

根据动量定理

$$(T - f)t = mv' - mv$$

$$f = T - \frac{mv' - mv}{t}$$

$$= 50 - \frac{20(15 - 5)}{20} = 40 \text{ (牛顿)}。$$

(4) 碰撞或冲击时，两个相互作用的物体同时受到冲力的作用，这是一对作用力和反作用力，所以，研究冲力时，应该分清是谁对谁的冲力。

如图 7—7 所示，质量为 1 千克的木球，沿着光滑水平地面运动，速度为 10 米/秒，当它与竖直墙碰撞后，又以 8 米/秒的速度反向弹回，若碰撞时间为 0.1 秒，求墙受到的平均冲力是多大？

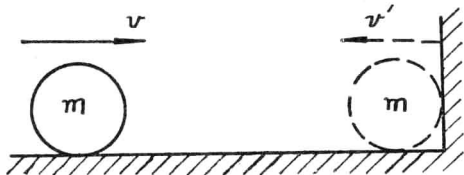


图 7—7

我们首先以木球为研究对象，设木球受到墙的平均冲力 $\overline{F}$ ，根据动量定理：

$$\overline{F}t = mv' - mv$$

$$\overline{F} = \frac{mv' - mv}{t}$$

取碰撞前木球的速度方向为正方向

$$\overline{F} = \frac{1(-8) - 1 \times 10}{0.1} = -180 \text{ (牛顿)}$$

负号表示力的方向与速度 v 的方向相反

设墙受到的平均冲力为 $\overline{F}'$ ，根据牛顿第三定律有：

$$\overline{F'} = -\overline{F} = 180 \text{ 牛顿}$$

方向垂直指向墙面。

2. 动量守恒定律

动量守恒定律是本章的核心内容。定律指出：物体系不受外力或所受外力的合力为零，这个物体系的动量就保持不变。即

$$\vec{P} = \vec{P'} \quad (1)$$

$\vec{P}$ 表示物体系内各物体相互作用前的总动量，即

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots \quad (2)$$

$\vec{P'}$ 表示物体系内各物体相互作用后的总动量，即

$$\vec{P'} = \vec{P'_1} + \vec{P'_2} + \dots \quad (3)$$

将②式与③式代入①式得：

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots = \vec{P'_1} + \vec{P'_2} + \dots \quad (4)$$

$$\text{或 } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots = m_1 \vec{v'_1} + m_2 \vec{v'_2} + \dots \quad (5)$$

我们用两个物体组成的物体系为例说明这个定律的含意。当两个物体相互作用时，必然出现一对力，即作用力与反作用力，这两个力大小相等，方向相反，且作用在一条直线上，作用的时间也相同，所以两个力的冲量也是大小相等、方向相反，由此可知：在任意时间内，某一物体动量变化与另一物体的动量变化是大小相等、方向相反。即该物体系动量的“净”变化一定为零。

动量是矢量，动量守恒定律可写成分量的形式：即

当 $\Sigma \mathbf{F} = 0$ ($\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$) 时

有 $\Delta \mathbf{P} = 0$ ($\Delta P_x = 0$ $\Delta P_y = 0$)

十分明显, 只有当 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$ 时, 才有 $\Sigma \mathbf{F} = 0$, 这时必然得:

$\Delta P_x = 0$ 和 $\Delta P_y = 0$ 即 $\Delta \mathbf{P} = 0$ 或 $\mathbf{P} = \mathbf{P}'$ 。

如果 $\Sigma F_x \neq 0$, 而 $\Sigma F_y = 0$, 这时 $\Sigma \mathbf{F} \neq 0$, 所以 $\Delta \mathbf{P} \neq 0$, 从总体上看物体系的动量不再守恒。但是, 由于 $\Sigma F_y = 0$, 即沿 y 轴方向所受外力的合力为零, 根据力的独立作用原理可知, 沿 y 轴方向的动量是守恒的。即

当 $\Sigma F_y = 0$ 时

有 $\Delta P_y = 0$ 。

下面的实验便是例证:

取两个质量相等的弹性球 A 与 B, 用等长的丝线并排相靠悬于木架上 (图 7—8)。

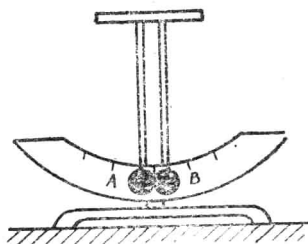


图 7—8

先使 A 球偏离竖直方向 α 角, 然后释放 A 球, A 球运动到最低点时与 B 球发生弹性正碰, A 球经碰撞后停止运动, B 球开始运动, B 球最后达到的高度与 A 球释放时的高度几乎相等 (图 7—9)。

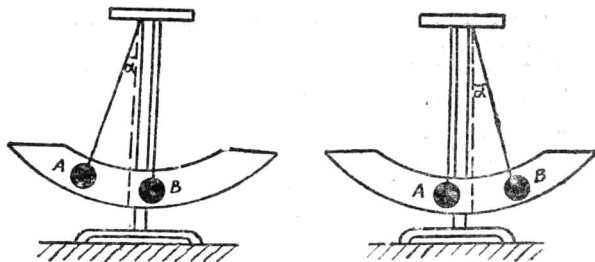


图 7—9

在这个实验里，无论是A球下落或B球上升以及A、B球相碰的过程中，物体系(A球和B球)受到的外力的合力均不为零，所以，从总体上看动量是不守恒的。但是，在A球与B球碰撞的瞬间，物体系沿水平方向受到的合外力为零，因此沿水平方向的动量是守恒的。实验所以能得到预期的结果，道理正在这里。

这个实验还向我们表明：在物体机械运动转移的过程中，一个物体(或一部分物体)获得动量的同时，必然与另一个物体(或一部分物体)失去一部分相等的动量相联系。所以，动量这个物理量的含意，在于它正是物体机械运动量的一种量度。物体动量的传递，反映了物体机械运动的转移。

3. 动量守恒定律的应用

(1) 碰撞

物体间相互碰撞，是生活中经常见到一种物理现象，研究动量守恒定律在碰撞这一物理现象中的应用，很有现实意义。

中学阶段只研究对心碰撞。若两个物体相碰，当接触时的法线与两个物体重心的连线重合时，这样的碰撞叫对心碰撞。对心碰撞包括正碰撞和斜碰。在碰撞过程中，由于能量损失情况及形变恢复情况的不同，又分为三种不同类型的碰撞。

①弹性碰撞：碰撞后两物体形变完全恢复，总动能无损失。在这类碰撞中，总动量守恒，总动能守恒。即有：

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2' \quad \text{①}$$

$$E_{k1} + E_{k2} = E_{k1}' + E_{k2}' \quad \text{②}$$

以上两个方程是解决弹性碰撞问题的依据。