
电子图书
信息技术的结晶
人类文明的载体
网络的基本资源

内容简介

本书共分四编：一、概念规律及其应用；二、物理学史和物理学家；三、物理量和单位制；四、常量与数据。以一、二编为重点，约占全书的五分之四。本书针对中等学校物理教学的需要，在基础知识、联系实际、近代科学技术新发展、物理概念规律的形成发展过程、物理学的思想方法等方面均提供了丰富的资料，既结合中等学校物理教学内容，又有所扩展和提高，是物理教师的良师益友。

本书可供普通中学、中等师范学校、职业中学和中等专业学校物理教师，高等师范院校物理系师生和物理教学研究人员使用。也可供爱好物理的中学生学习参考。

前　言

中等学校物理学科包含了物理学的基础知识，并涉及到许多科学技术领域的专业知识，为了较深入地理解这些知识，更好地掌握教学内容，提高教学的科学水平，教师必须查阅大量有关的专著和期刊；对于大多数中等学校物理教师来说，由于时间、精力和诸多客观条件的限制，这是相当困难的。我们从中等学校物理教学的这种实际需要出发，把上述各门类的基本知识和资料提炼出来，编纂成了这本手册。这是一本工具书，主要是为物理教师备课、钻研教材提供有益的参考资料。希望它有助于教师钻研业务和提高教学水平。

本书共分四编：一、概念规律及其应用，二、物理学史和物理学家，三、物理和单位制，四、常量与数据。

概念规律及其应用这一编按力学、热学、电学、光学、原子和原子核物理学、粒子物理学的顺序编排，共分 26 章。在这一编里，把中等学校物理教材中涉及的物理概念和规律，着重从物理意义上，简明扼要地加以解释，此外，还针对中等学校物理教学中的一些重要疑难问题进行了分析，澄清错误观念。同时，提供一些联系实际的内容，如解释一些自然现象，介绍物理原理在现代科学技术中的应用以及现代科学技术新发展的某些情况和资料，还涉及到一些中等学校物理课本没有讲到，但为了深入研究教学需要了解的概念和规律。

物理学史和物理学家一编有三部分内容。第一部分是以事为纲介绍力学、热学、电学、光学、原子及原子核物理学的发展简史，现代中国物理学发展史以及技术发展简史，第二部分是按生年顺序介绍了 117 位中外物理学家，第三部分是介绍了 54 位中外科学家、学者的名言录，在这一编里，不但记叙了一些重要的物理概念、规律的形成、发展的来龙去脉，也提供了对学生进行物理思想、物理方法以及非智力因素教育的生动材料。在介绍物理学家时，既介绍了他们的成就，也介绍了他们的失误和遭遇的困难，尽可能使讲者对他们的科学生涯有一个较全面的了解。

物理量和单位制这一编有七部内容。第一部分介绍有关量和单位的基本概念。第二部分介绍国际单位制及其用法。第三部分介绍我国的法定计量单位。第四部分介绍可与国际单位制并用的其他单位。第五部分以表格形式列出常用物理量的符号及其单位。第六部分介绍几种未列入国家标准又不能与国际单位制并用，但过去常用乃至现在仍为理论界、科技界采用的单位制。第七部分介绍常用单位的换算。

常量与数据这一编介绍以下内容：物理学基本常量，物理学常用数据，邻近学科中与物理学关系密切的数据、图表和符号，技术上的数据，有关我国国民经济发展情况的数据，常用数学公式等。本编数据从国内外出版物搜集或由有关部门提供而来。内容比较广泛，教师可根据教学的需要选择使用。

为了便于读者使用，本书除在每编之前按内容前后列出词条目录外，在全书正文之后还编有内容索引，索引包括本书全部条目所涉及的主要概念、规律、名词和人物等。索引按所列主题第一字的汉语拼音字母的顺序排列，并给出在正文中的页码。不熟悉汉语拼音的读者，可以先在索引之后的汉语首字笔画检索汉语拼音表中查出需查主题首字的汉语拼音，再从

索引中查找主题。

本书由刘克桓主编。第一编的执笔人是邢蕙兰（一、二），刘克桓（三、四、五、六、七、八、十六、二十三、二十四、二十五、二十六），扈剑华（九），窦国兴（十、二十二），彭前程（十一、十二），张同恂（十三、十四），马冬玲（十五），董振邦（十七、十九、二十、二十一），杜敏（十八），李福利（二十二）。第二编的执笔人是邹延肃，陈毓芳，杨福征，李平，陶澄，赵定柏，沈鸿敏，钟金城，张立，曹富田，李笙，魏励勇，马志民，张建华，秦幼云。第三编的执笔人是刘克桓。第四编的执笔人是邢蕙兰（一、二），马淑美（三、四），马冬玲（五），刘克桓（六、七、八）。全书的科学家头像由李惠乔绘制，其他插图由何慧君绘制。在编写过程中，编者查阅、参考了许多教材、专著和论文，主要参考文献在每章之后已列出，在此一并致谢。

本书“概念规律及其应用”一编经雷树人审阅，“物理学史和物理学家”一编经申先甲、戴念祖、朱荣华、牛秀岩审阅，“物理量和单位制”一编经窦国兴审阅，“常量与数据”一编经常林和窦国兴审阅。

本书涉及知识面较广，尽管编者作了很大努力，还难免有不足或错误之处，热切希望读者批评指正。

编者

1995 年 12 月

一、力

标量和矢量（scalar and vector）

只有大小的量，即可用一个数完全确定的量，叫标量。国际单位制中的七个基本量都是标量。物理学中的标量可归为两类：一类是恒正的标量，如长度、质量、动能、热力学温度等；另一类是可以取负值的标量，如功、重力势能、热量、电流、电荷量、电势、电动势等以及一切标量的增量。标量间的运算遵循一般的代数法则。

矢量是一种既有大小又有方向的量，它的合成遵循平行四边形定则。物理学中的位移、力、力矩、电场强度等都是矢量。矢量的大小（绝对值）又叫矢量的模。与某一给定矢量同方向而它的模等于 1 的矢量叫给定矢量的单位矢量。所有的矢量都可以表示为它的模和单位矢量的乘积。

矢量可用有向线段来表示。在直角坐标系 O–xyz 中，表示矢量 a 的有向线段的方向余弦 l，m，n 之间存在 $l^2+m^2+n^2=1$ 的关系，因此矢量的方向可由两个数来决定，再加上模的数值，所以矢量又可定义为能用三个数完全确定的量。

物理学中的矢量可分为三类：①**自由矢量**：指向固定、起点任意的矢量，如平动刚体的位移，作用在刚体上的力偶矩等；②**滑移矢量**：指向固定、起点可在矢量作用线上任意移动的矢量，如作用在刚体上的力，做定轴转动刚体的角速度等；③**固定矢量**：指向、起点都固定的矢量，如运动质点的速度，非匀强电场中点电荷受到的电场力等。

矢量遵循如下的运算法则：

矢量的相等（或相反）　两个矢量 a 和 b，若它们具有同样的单位，相同的模，平行且指向相同（或相反），它们就是相等（或相反）矢量。

矢量的和与差　两个矢量的和可用平行四边形定则或三角形定则求出，它们的相加顺序是可以互易的：a+b=b+a。多个矢量的和可用多边形定则来求，它们的相加顺序也具有可交换性。矢量的减法运算也用三角形定则或多边形定则，但要把减去的矢量用它的相反矢量来表示，即把 a–b 表示成 a+（–b）。

矢量的积　矢量乘法有三种情况：标量和矢量的乘积是个矢量，如动量等于质量与速度矢量的乘积。矢量和矢量相乘，其积是标量的称为标积或点积，它的定义是 a · b=abcosa（a 是 a、b 间的夹角），如机械功等于力矢量和位移矢量的标积。矢量和矢量相乘，其积是矢量的称为矢积或叉积，它的定义是：a × b=c，c=absina，c 的方向垂直于 a 和 b 所在的平面，指向由右手螺旋定则确定，即：如果矢量 a 经过小于 180 ° 的角转到矢量 b 的方向为右手螺旋的旋转方向，则螺旋前进的方向就是矢量 c 的方向（图 1–1–1）。标积中的两个矢量是可以互易的：a · b=b · a；矢积中的两个矢量是不可互易的：a × b=–b × a。

物理学中有些物理量也规定了方向，但它们不是矢量，这可从它们的合成是否遵从平行四边形定则来判断。例如，非无限小的角位移，可根据右手螺旋定则定出它的方向，但它的合成不遵从平行四边形定则，相加的顺序不可互易，所以它不是矢量。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

力（force）

力是物理学中使用最广泛的基本概念之一。自然界有四种基本的力，即万有引力、电磁力、强作用力和弱作用力。后两种力只在原子核内部或基本粒子之间起作用（参见“粒子间的相互作用”）。

力是物体之间的相互作用，是使物体运动状态发生变化的原因。牛顿第二定律给出了力的定义：力是动量对时间的变化率，对于质量一定的物体，力等于质量和加速度的乘积。在上述定义里，物体被看作一个质点。

力是矢量。在经典力学里，力的方向跟它使质点产生的加速度的方向相同。但在相对论力学里，即在物体运动的速度接近光速时，虽然力仍可用动量对时间的变化率来定义，但力所产生的加速度的大小，一般并不与力成正比，力与加速度的方向也不一致。

力是物体之间的相互作用，意思是只要有力出现，必然同时存在施力物体和受力物体，而且相互作用的双方是对等的，任何一方既是施力物体又是受力物体。

为了研究宏观物体间的相互作用规律，又将宏观物体间常见的相互作用力按其性质和规律分为重力、弹力和摩擦力。在力学中，还常常根据力的作用效果将一些力叫做压力、拉力、支持力、牵引力、向心力等等，这些力可以是一个力，也可以是几个力的合力。

力的大小既可以用一个标准物体得到的加速度大小来量度，也可以用固体形变的大小来量度。但一般说来我们不能无条件地采用“力与形变成正比”的关系来量度力，因为这样定出来的力的大小不一定跟“力与加速度成正比”定出来的力的大小相一致。只有在比例限度内，固体的形变才与由“力与加速度成正比”所定出来的力成正比。弹簧秤就是在弹性体的比例限度内，应用“力与形变成正比”的关系来量度力的大小的。

力的三要素（three factors of force）

力的大小、方向和作用点是力的三要素。为了直观地说明力的作用，常常用一根带箭头的线段来表示力。线段是按一定比例（标度）画出的，它的长短表示力的大小，它的指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点，箭头所沿的直线叫做力的作用线。这种表示力的方法，叫做力的图示。

作用于刚体的力，可以沿着作用线任意滑移，力的作用点虽然改变了但并不改变力对刚体的作用，这叫做力的可传性。因此，对于刚体来说，力的作用可由力的大小和作用线决定，力是可以沿着作用线改变作用点的滑移矢量。在中学物理课本中，常常把支持力画在被支持物体的重心上就是这个道理。

在弹性体和流体力学中，力的作用点是不能变动的。

力矩（moment of force）

力矩是表示力对物体作用时产生的转动效应的物理量。设 O 为空间中的一点，A 为力 F 的作用点，A 相对于 O 点的位矢 r 与力 F 的矢积 M_O 称为力 F 对 O 点的力矩（图 1—1—2）：

$$M_O=r\times F.$$

根据矢积的定义，M_O 的大小为

$$M_O=rF\sin\theta=Fd$$

式中 θ 为 r 与 F 间的夹角，d 为 O 点到力 F 作用线的垂直距离；M_O 的方向垂直于矢量 r 和 F 确定的平面，其指向可由右手螺旋定则来确定。

设 OD 为空间中过 O 点的任意轴，则力 F 对 O 点的力矩 M_O 沿 OD 轴方向的分量 M_{OD} 称为力 F 对 OD 轴的力矩（图 1—1—3），也称为转矩。

M_{OD} 的大小为

$$M_{OD}=u\cdot M_O$$

式中 u 是 OD 方向上的单位矢量。

如果过力 F 的作用点 A 作垂直于 OD 轴的平面与 OD 轴交于 O 点，则力 F 与 OD 轴垂直的分量 $F_\perp$ 对 O 点的力矩，等于力 F 对 OD 轴的力矩 M_{OD}。它的大小等于 $F_\perp$ 与 O 点到 $F_\perp$ 所沿直线的垂直距离 d 的乘积 M_{OD} 的方向可用正负号来确定。根据右手螺旋定则，力矩的方向与轴的正方向一致时取正号，反之则取负号。

力偶（couple）

大小相等、方向相反、作用线不在一直线上的一对力，称为力偶。这一对力所在的平面叫做力偶的作用面。组成力偶的一对力不能合成为一合力。

力偶中的两个力对作用面内某一参考点 O 的力矩的矢量和称为力偶矩。用 $F_1=F$ 和 $F_2=-F$ 表示力偶，用 r_1 和 r_2 分别表示由 O 点到 F_1 和 F_2 两个力的作用线、且与这两条作用线垂直的矢量（图 1－1－5），用 M 表示力偶矩，则有

$$\begin{aligned} M &= r_1 \times F_1 + r_2 \times F_2 \\ &= r_1 \times F + r_2 \times (-F) \\ &= (r_1 - r_2) \times F. \end{aligned}$$

由于｜r_1-r_2｜等于两个力的作用线间的垂直距离 d，所以

$$M=Fd。$$

d 叫做力偶臂。力偶矩的大小等于二力中任一力的大小与力偶臂的乘积。力偶矩矢量 M，与作用面内参考点的选择无关。力偶矩完全确定了力偶对刚体的作用，而且具有自由矢量的性质。

根据作用在刚体上的力和力偶的性质，可将作用在刚体上任意一点 A 的力 F 平移到另一点 O（图 1–1–6）；但是必须添加这样一个力偶，它的力偶矩等于原来的力 F 对 O 点的力矩。这叫做力的平移定理。

应用力的平移定理，作用在刚体上的任何力系，可简化为作用线通过任意点 O（约化中心）的一个力 R（称为主矢量）和一个力偶矩为 M_0（称为主矩）的力偶。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

共点力的合成（composition of concurrent force）

作用在物体上的几个力，如果它们有共同的作用点，或者它们的作用线相交于一点，这几个力就叫共点力。共点力组成的力系可以约化成一个力，称为共点力的合力，它等于力系中各个力的矢量和。合力对物体的力学效应，与力系中各个力对物体共同作用的力学效应相等。求共点力的合力，叫共点力的合成，简称力的合成。

二力合成遵循矢量合成的平行四边形定则。如图 1–1–7 所示，两个力 P，Q 的合力，可由以 P、Q 为邻边所作平行四边形的对角线 R 来求出。

二力合成可用余弦定理和正弦定理直接求解。图 1–1–7 中 R=P+Q，故有

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\widehat{(P,Q)},$$

$$\frac{P}{\sin\widehat{(Q,R)}} = \frac{Q}{\sin\widehat{(R,P)}} = \frac{R}{\sin\widehat{(P,Q)}}.$$

以上二式中 P，Q 和（P，Q）都是已知的，可以求出 R 的大小及其与 P，Q 二力的夹角。

多个共点力的合力，可用解析法求解。设 n 个共点力 F1，F2，…，F_n 的合力为R：$R = F_1 + F_2 + \cdots + F_n = \sum_{i=1}^{n} F_i$，则有

$$R_x = \sum_{i=1}^{n} F_{ix},\quad R_y = \sum_{i=1}^{n} F_{iy},\quad R_z = \sum_{i=1}^{n} F_{iz},$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}.$$

$$\cos\widehat{(R,x)} = R_x / R,\quad \cos\widehat{(R,y)} = R_y / R,$$

$$\cos\widehat{(R,z)} = R_z / R$$

作用在物体上的非共点力 F_1，F_2，…，F_n 组成的力系，一般不能约化成一个单力，而只能约化成作用在任意点 O（称为约化中心）的单力 R 和一个力偶矩为 M 的力偶。理论的分析证明，只有当力系的主矢量 R≠0，且对任意约化中心的主矢量 R 与主矩的标积 R·M＝0（即 R⊥M，例如，平面力系）时，力系才能约化为一个单力，称为力系的合力。这里，应该注意主矢量和合力两个概念的差别。不过在有些参考书中，有时也把主矢量称为合力。

平行力的合成（resultant of parallel forces）

平行力组成的力系，当主矢量 $R\neq 0$ 时，可以约化为一个单力，这就是平行力系的合力。求平行力系的合力叫平行力的合成。

(1)两个同向平行力的合成　作用在 A、B 两点上的同向平行力 F_1，F_2 的合力 R，它的大小 $R=F_1+F_2$，它的方向与二力相同，它的作用线通过 AB 联线上的一点 C，点 C 把 AB 线段内分为与二力成反比的两部分。

这个结果可应用力的可传性和等效力系的原理来证明。

在 A，B 两点沿 AB 线分别加上大小相等、方向相反的两个力 S_1 和 S_2（图 1–1–8），则 F_1，F_2，S_1，S_2 构成的力系与原来的力系等效。应用平行四边形定则求出 F_1 与 S_1 的合力 R_1 和 F_2 与 S_2 的合力 R_2，则 R_1 与 R_2 构成的力系也与原来的力系等效。把 R_1 和 R_2 沿它们各自的作用线滑移到两条作用线的交点 O，再求出它们的合力 R，R 就是平行力系的合力。延长合力 R 的作用线与 AB 线段交于 C 点，根据相似三角形对应边成正比的关系可以得出：$\frac{F_1}{S_1}=\frac{OC}{AC},\frac{F_2}{S_2}=\frac{OC}{CB}$．两式相除得 $\frac{F_1}{F_2}=\frac{CB}{AC}$，C是内分点。

(2)两个反向平行力的合成作用在 A，B 两点上的反向平行力 F_1 和 F_2（$F_1>F_2$）的合力 R，它的大小 $R=F_1-F_2$，它的方向与 F_1 相同，它的作用线通过 AB 延长线上的一点 C，点 C 把线段 AB 外分为与二力成反比的两部分。

这个结果可根据同向平行力的合成与分解来证明。把作用于 A 点的较大的力 F_1 分解为两个同向平行力，一个分力是作用在 B 点上的$-F_2$（即与力 F_2 大小相等方向相反），另一个分力则是作用在 C 点上的 R（图 1–1–9），R 就是反向平行力 F_1 和 F_2 的合力。由于 F_1 是平行力 R 与$-F_2$ 的合力，所以$F_1=R+F_2$，$R=F_1-F_2$，且 $\frac{F_2}{CA}=\frac{R}{AB}=\frac{F_1}{CB}$．即 $\frac{F_1}{F_2}=\frac{CB}{CA}$，C为外分点。

如果两个反向平行力的大小相等，即 $F_1=F_2$，R=0，它们组成的力系就叫做力偶，力偶不能够用一个和它等效的力来代替。

力的分解（decomposition of force）

用几个力代替原来的一个力，使这几个力的共同作用与原来的那个力等效，叫做力的分解。一般是把一个力分解为几个共点力，也有时要把一个力分解为两个平行力。分解所得的几个力叫做原来那个力的分力。

力往往是根据研究问题的需要来进行分解的。例如，常把力分解为沿着两个或三个直角坐标轴方向的分力，这并不意味着这两个或三个分力都是分别作用在物体上的实在的力，而只是为了计算的方便。坐标系是可以任意选择的，选用不同方向的坐标轴，沿着坐标轴方向的分力的方向和大小，也就随之改变了。又如，图 1—1—10 中把物体所受的重力 G 分解为沿悬绳 AO 和 BO 方向的两个分力 G_1 和 G_2，也是为了便于研究物体和两段悬绳间的相互作用而虚设的。

把一个力分解为两个互成角度的共点力，可以有无穷多的解，因为对于一个给定的对角线，存在着无穷多个平行四边形。如果给定两个分力的方向或给定其中一个分力的方向和大小（这是两种最常见的情况），力的分解就有唯一的确定解。

把一个力分解为两个平行力（同向的或反向的），只要给出两个分力各自通过的一个点，就有唯一的确定解。

重力（gravity）

重力有三种不同的定义。

第一种：地球对物体的引力称为重力。根据万有引力定律，物体离地球越远重力越小。以 R_e 表示地球半径，M_e 表示地球质量，在地球表面附近质量为 m 的物体所受的重力为

$$F = -G\frac{mM_e}{R_e^2}R_e = mg,$$

$$g = -G\frac{M_e}{R_e^3}R_e$$

g 为地表附近的重力加速度，g 的大小近似为 9．8m/s²。由于地球不是一个严格的球体，质量分布也不完全是对称的，地球表面不同位置的 g 值略有差别。

按照上述定义，重力成为独立于测量所在的非惯性参考系的力，它遵从牛顿第三定律。从经典力学理论系统的完备性来看，这个定义是妥当的。但是，它与在地面上用平衡称量法直接测得的结果不一致。

第二种：地球对物体的引力和使该物体参与地球自转的向心力的矢量差称为重力。这是从原点在地心、坐标轴指向恒星的惯性系出发来定义重力的，根据这个定义，也可以把重力看成是地球引力的一个分力。地面上所有物体随地球自转而绕地轴做圆周运动的向心力是地球引力的一个分力，方向指向地轴，地球引力的另一个分力就是使物体产生相对于地面自由下落加速度的力，即这个定义中的重力。

第三种：地球对物体的引力与因地球自转而使该物体具有的惯性离心力的合力称为重力。这是以转动的地球为参考系来定义重力的。

上述三个定义中的后两个，与在地面上用平衡称量法直接测得的结果相一致。但是，在这两个定义中引入了引力的一个分力和惯性离心力，由于它们不存在反作用力，使得重力成为不满足牛顿第三定律的力，从经典力学理论系统的完备性来看，这两种定义是有缺点的。

采用平衡称量法所测得的重力，可以称为视重或表观重力，地球对物体的引力称为真重。视重与真重大小之差在 0．35%以内。真重 W 与视重 W′间有如下的近似关系

$$W = W' + mR_e\omega_0^2\cos^2\varphi。$$

其中φ为物体所在处的纬度，ω_0为地球自转的角速度。

重量（weight）

我国在 1993 年颁布的国家标准《量和单位》的备注中说明：“‘重量’一词按照习惯仍可用于表示质量；但是，不赞成这种习惯”。

在科学技术领域，质量和重量则是两个不同的物理量。1901 年第三届国际计量大会申明：重量一词表示的物理量与力的性质相同。物体的重量是该物体的质量与重力加速度的乘积，特别是一个物体的标准重量是该物体的质量与标准重力加速度（$g_0=9.80665\text{m/s}^2$）的乘积。这个规定实际上把重量定义为使物体自由下落的力的量值。

重心（center of gravity）

重力的作用点叫做物体的重心。把物体看成许多质点组成的质点组，则每个质点的重力都作用在质点上，因为质点的重心可以看作与质点自身重合。如果物体的体积不太大，则各个质点的重力是平行的，物体的重力就是作用在各个质点上的平行力的合力。这个合力等于各个平行力的和，它的作用点，即平行力的中心，就是物体的重心。

质量分布均匀且形状对称的物体，重心必定在它的对称面、对称轴或对称中心上。物体重心有时位于物体之外，均质圆环的重心就是一个例子。由于物体的形状复杂和质量分布不均匀，常用实验方法确定物体重心的位置。

对物体重心的研究，在工程技术上有重要的意义。例如，为了减少高速旋转物体的振动，需使其重心偏离转轴的距离（偏心距）不超过规定的数值。在汽车和飞行器的设计、制造和实验时，也需计算和测定重心的位置，严格控制重心的变动范围，使汽车和飞行器具有良好的动力性能。

形变（deformation）

在外力作用下，物体中质点相对位置的变化所引起的物体形状变化叫形变。

除去外力后，如果物体的形变也随之消失，物体又恢复到原来的形状，这样的形变叫做弹性形变。当外力超过一定限度引起固体较大的形变，从而使一部分形变在除去外力以后仍保留下来，这种保留下来的形变叫做塑性形变。

形变有伸长、缩短、剪切、扭转、弯曲等几种类型。伸缩和剪切是弹性形变的两种基本类型，其他形变实际上是这两种形变的复合。

弹力（elasticforce）

在外力作用下弹性物体形变后所产生的恢复力。弹力的大小跟物体形变的大小成正比。

弹力是一种保守力，它对变形物体所做的功并不转化为热，只能引起物体的动能和弹性势能之间的相互转化。

弹力是自然界中广泛存在的一种力，例如，变形弹簧作用于物体的力；绳对所系物体的拉力；相互挤压物体通过接触面作用的压力；支持面的支持力等都是弹力。

张紧的绳上，各处都由于处于拉伸状态而存在着弹性恢复力，因而在任意截面的两侧都有相互作用的拉力T和T′，这两个拉力大小相等：T＝T′。在这种情况下，我们说绳上该截面处的张力为T。可以不计质量的轻绳，绳上各处的张力都相等。质量不能忽略不计时，绳上各处的张力一般是不相等的。绕在滑轮上的轻绳，如果滑轮与绳之间的摩擦可以忽略不计，滑轮两边绳子上的张力是相等的；如果滑轮与绳之间的摩擦不能忽略不计，滑轮两边绳子上的张力不一定相等，传动装置的皮带轮两边的皮带的张力就不相等，紧边的张力与松边的张力之差，等于作用于皮带上的摩擦力。

弹力由直接接触的物体间的弹性形变引起。物体的形变一般都很小，不易被察觉，有时要根据牛顿运动定律或其他的物理定律来判断是否有弹力存在。比如，两个相互接触的物体在光滑的水平面上前进时，很难从形变上判断它们之间是否有弹力作用。可是从牛顿第二定律却很容易判断出来。如果它们的运动是匀速的，相互间就没有弹力作用，如果它们的运动是变速的，相互间通常会有弹力作用。关于弹力的方向，有的是清楚的，如支面间或支面与支点间的弹力必垂直于支面且指向受力物体；球面与球面间的弹力必沿半径方向指向受力物体；轻绳拉物体的弹力沿绳且离开受力物体；有的是不清楚的，如用铰链连接的板条，这时可根据物体的平衡条件或牛顿运动定律等物理规律来确定弹力的方向。

需要全本请访问 www.ertongbook.com