



· 人教版 ·

- 全国各类成人高等学校招生考试丛书 ·
- 全国各类成人高等学校招生考试丛书 ·
- 全国各类成人高等学校招生考试丛书 ·

物 理

及解题指导

人民教育出版社

全国各类成人高等学校招生考试丛书

物理及解题指导

人民教育出版社物理室编

人民教育出版社

全国各类成人高等学校招生考试丛书

物理及解题指导

人民教育出版社物理室 编

•

人民教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

国营五二三厂印装

•

开本 787×1092 1/16 印张20.5 字数500,000

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数 1—88,000

ISBN 7-107-10320-2

C·1310 定价4.30元

说 明

为了帮助报考各类成人高等学校（包括广播电视大学，职工高等学校，农民高等学校，管理干部学院，教育学院和教师进修学院，独立设置的函授学院，普通高等学校举办的干部专修科、函授部、夜大学等）的考生系统复习中学课程，参加各类成人高等学校招生的考试，我们根据国家教育委员会1988年颁布的《各类成人高等学校招生考试大纲》（包括政治、语文、数学、物理、化学、历史、地理、英语、俄语、日语等10个学科）编写出一套《全国各类成人高等学校招生考试丛书》，共计10册。这套考试丛书根据新的考试大纲规定的考试范围和要求，并注意吸收我社1985年编写的《各类成人高等学校招生考试复习丛书》的优点，紧扣大纲，突出成人特点，系统性强，便于自学。为了方便读者，每科将复习部分与解题指导合并为一册。

这套考试丛书除供各类成人高等学校考生复习用外，也可供成人高中学员、教师和教研人员学习、参考。

这册《物理及解题指导》的内容，包括考试大纲规定的力学、热学、电学、光学和原子物理等十四章及物理实验。为了便于成人考生自学，复习的起点较低，对重要物理概念、定律及其应用均有简明介绍，例子、例题较多，分析较细，并对容易产生的错误和解题时应注意的事项以及一般的解题方法和步骤，做了具体的说明和指导。各章均附有基本练习题和一些需要灵活运用知识、对于训练思维和掌握知识有较大作用的综合题。章末有答案和详细的题解，可供参考。书末有自测题，供检查复习效果用。

参加本书编写工作的有本社物理室董振邦（绪言及第十二、十三章）、张同恂（第一章及书末自测题）、马淑美（第二章）、邢蕙兰（第三章）、马冬玲（第四章）、窦国兴（第五、六、七章）、扈剑华（第八章）、杜敏（第九章）、郭连璧（第十、十一章）、彭前程（第十四章）、李福利（物理实验）。责任编辑是窦国兴，对全书做了统稿工作，审定者是雷树人。

由于编写时间匆促，本书难免存在缺点、错误。欢迎读者批评指正。

人民教育出版社

1988年8月

目 录

绪 言	(1)
第一章 力 物体的平衡	(9)
第二章 物体的运动	(31)
第三章 牛顿运动定律	(63)
第四章 功和能 动量	(91)
第五章 振动和波	(126)
第六章 分子运动论 热和功	(139)
第七章 理想气体状态方程	(144)
第八章 静电场	(157)
第九章 直流电	(176)
第十章 磁场	(208)
第十一章 电磁感应 交流电	(223)
第十二章 几何光学	(239)
第十三章 光的本性	(269)
第十四章 原子物理	(280)
物理实验	(293)
自测题	(308)

绪 言

——物理习题解法

物理题目有多种形式，如问答题、实验题、计算题、选择题、填充题、作图题，等等，每种形式各具特点，不能一概而论，同种形式的题，也千差万别，没有一个普遍适用的解法。这里只能初步说明解答物理题目的一般步骤，解复杂计算题的分析法和综合法，一般读者不太熟悉的选择题的类型和解法，供读者参考。

一、解题的一般步骤

第一，审题（理解题意） 要仔细阅读题目，弄清楚题中叙述的物理过程，譬如对一道运动学的题目，就要先弄清楚物体是做匀速运动还是做变速运动，它原来是静止的还是运动，运动轨迹是直线还是曲线，等等。把物理过程弄清楚以后，要进一步明确哪些条件是已经知道的，什么是要解决的问题，即所求的答案。有的题目还要画出图来帮助了解题意，如力学中的物体受力图，电学中的电路图，光学中的光路图等等。

第二，找准关系 在弄清题意之后，要根据题中叙述的物理过程、已知条件和所求答案，来确定应该运用哪些物理规律，建立已知条件和所求答案之间的关系。这个关系有时比较简单，容易看出来，有时比较复杂，要逐步去寻找。对于比较复杂的计算题怎样逐步找出已知条件和所求答案的关系，我们将在后面的分析法和综合法中讲到。

第三，正确解答 对于计算题，在正确地找到物理公式建立起已知量和所求答案的关系之后，代入数值进行计算基本是个数学问题。与一般数学问题不同的是物理量有单位，在向公式代入数值前，要先把已知量的单位变换成合适的单位。此外，在数值计算过程中并不是位数越多越准确，一般取两位或三位就够了。对于选择题，对题中所给的答案务必逐一判定其正误，因为许多选择题的对或错的答案可能不只一个，甚至有可能全都对或全都错。对于填充题，务必根据前后文的物理含义填写恰当的词、句或数据，不要受题目所留空白处长短的干扰。（常见的毛病是力求把题中的空白处填满。）

第四，检查答案 对于得到的答案，应该根据实际情况考虑它是否合理。譬如所得答案是一个人的体重为几万牛顿，飞机的飞行速度只有几厘米每秒，这显然不合理。如果发生这种情况，就要认真检查什么地方出了错，把它改正过来。

解物理题的目的，是为了掌握学习的物理知识，培养运用所学知识分析和解决问题的能力。

力。希望读者在解题过程中要肯于动脑。只有肯于动脑，不断地总结解题的经验教训，才能培养解题能力。不动脑筋，乱套公式，死记类型，机械模仿，都不能达到解题的目的。为了掌握知识、培养能力，需要解一定数量的题，但是如果不认真阅读课本，不反复琢磨所学的概念和规律，就盲目地找来很多难题去解，同样达不到解题的目的。这些错误作法无助于学好本领，增长才干，一定要坚决摒弃。

二、分析法和综合法

这两种方法主要用来解答复杂的计算题。我们先讲分析法，再讲综合法。

分析法是从题目的最后开始，即首先找出能直接求得最后答案的物理公式，并把它变形为等号左边是要求的物理量，等号右边是其余的物理量。在分析法解题中，这样的公式叫原始公式。

在原始公式右边往往可能存在一个或几个未知量，这时必须引用新的公式，在这新公式中用其他的量来表示这些未知量，一直到在所得公式的右边完全没有未知量为止。这样，我们就建立起已知量（已知条件）和答案之间的关系。

以后的工作就是：或者将所有表示原始公式中未知量的公式全部代入原始公式，得到一个总公式以后代入数值进行计算；或者先由表示各未知量的公式计算出未知量的值，再将它们代入原始公式求出答案。

现在举个具体例子说明如何用分析法解题。

〔例题〕 枪膛长 60 厘米，子弹质量为 15 克，口径为 8 毫米。如果子弹飞出枪口时的速度为 600 米/秒，求火药气体对子弹的平均压强。

首先要弄清楚题目中所叙述的物理过程：子弹原来是静止的，由于受到火药气体的压力而得到加速度，做加速运动，通过枪膛这段路程而达到 600 米/秒的速度。（也可以从能的转化观点来认识这个过程，即火药气体的势能转化为子弹的动能，所转化的能量等于火药气体的压力使子弹移动通过枪膛的长度所做的功。）

弄清物理过程之后进一步弄清已知条件和所求的答案，并且用物理量的符号来表示已知量和所求的答案。这道题已经知道：枪膛长度 $l = 60$ 厘米 $= 0.6$ 米，子弹的初速度 $v_0 = 0$ ，子弹离开枪口的速度 $v_1 = 600$ 米/秒；子弹的质量 $m = 15$ 克 $= 0.015$ 千克，枪的口径即子弹的直径 $D = 8$ 毫米 $= 8 \times 10^{-3}$ 米。所求的答案：火药的平均压强 p 。

现在用分析法建立已知条件和所求答案之间的关系：

直接给出题目所求答案的公式——原始公式，就是压强的定义式：

$$p = \frac{F}{S}.$$

式中 F 表示气体的平均压力， S 表示子弹的底面积。求出了 F 和 S 就解决了这道题，所以

下一步就是去求 F 和 S 。

根据前面分析的这道题的物理过程，可以知道应该用牛顿第二定律 $F = ma$ 来求 F 。

在这个新公式中加速度 a 是个未知量。

设气体的压力是定值，那么子弹在枪膛里的运动就是匀加速运动，它的初速度 $v_0 = 0$ 。

于是子弹的加速度 a 可以从运动学的基本公式 $v_t^2 = 2al$ 求出，即

$$a = \frac{v_t^2}{2l}.$$

在这个公式里，等号右边的 v_t 和 l 都是已知的，因此 a 可以算出，并且可以进一步算出气体的压力 F 。

原始公式中第二个未知量 S （子弹的底面积），可以根据几何学公式 $S = \frac{\pi D^2}{4}$ 算出。

这样，原始公式右边的量，都已经可以用题里所给的已知量求出来了。然后就可以进入计算了。计算的次序跟分析的次序相反（即先算出 S ，再算出 a 、 F ，最后算出 p ）。

$$S = \frac{3.14 \times (8 \times 10^{-3})^2}{4} \text{米}^2 = 5 \times 10^{-5} \text{米}^2.$$

加速度的值

$$a = \frac{600^2}{2 \times 0.6} \text{米/秒}^2 = 3 \times 10^5 \text{米/秒}^2.$$

把 a 的值代入 $F = ma$ ，得到

$$F = 0.015 \times 3 \times 10^5 \text{牛} = 4.5 \times 10^3 \text{牛}.$$

最后求火药气体的平均压强

$$\begin{aligned} p &= \frac{4.5 \times 10^3}{5 \times 10^{-5}} \text{牛/米}^2 = 9 \times 10^7 \text{牛/米}^2 \\ &= 9 \times 10^7 \text{帕}. \end{aligned}$$

如果要得到一个总公式再代入数值，那么总公式就是：

$$p = \frac{2mv_t^2}{\pi D^2 l}.$$

把这个式子中各量的数值代入，然后计算，就得到最后的答案：

$$\begin{aligned} p &= \frac{2 \times 0.015 \times 600^2}{3.14 \times (8 \times 10^{-3})^2 \times 0.6} \text{牛/米}^2 \\ &= 9 \times 10^7 \text{帕}. \end{aligned}$$

在练习本上或试卷上解题时，并不需要把上面的分析写出来，而可以紧接着题目写成下面那样：

已知： $l = 60 \text{厘米} = 0.6 \text{米}$ ， $v_0 = 0$ ， $v_t = 600 \text{米/秒}$ ， $m = 15 \text{克} = 0.015 \text{千克}$ ，

$D = 8 \text{毫米} = 8 \times 10^{-3} \text{米}$ 。

求： p 。

解:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times (8 \times 10^{-3})^2}{4} \text{米}^2 = 5 \times 10^{-5} \text{米}^2.$$

$$a = \frac{v_i^2}{2l} = \frac{(600)^2}{2 \times 0.6} \text{米/秒}^2 = 3 \times 10^5 \text{米/秒}^2.$$

$$F = ma = 0.015 \times 3 \times 10^5 \text{牛} = 4.5 \times 10^3 \text{牛}.$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{4.5 \times 10^3}{5 \times 10^{-5}} \text{牛/米}^2 = 9 \times 10^7 \text{帕}.$$

答: 火药气体的平均压强是 9×10^7 帕.

上面的“已知”和“求”也可省略, 而只保留“解”和“答”.

跟分析法相反, 综合法解题不是从所求答案开始, 而是从已知条件(已知量)开始. 根据已经学过的知识找出各已知量之间或者它们和未知量之间的关系, 而用公式表示出来, 一直到所求答案和已知量间的关系建立起来为止.

例如, 前面的例题用综合法来解, 就像下面这样思考:

已知子弹的初速度、末速度和枪膛长度, 又把子弹在枪膛里的运动当作匀加速运动, 就可以求出这个运动的加速度 $a = \frac{v_i^2}{2l}$.

由子弹的加速度和质量, 根据牛顿第二定律, 可以求出火药气体对子弹的平均压力

$$F = ma.$$

然后再由子弹的直径求出子弹的底面积 $S = \frac{\pi D^2}{4}$.

最后由压力和底面积求出火药气体对子弹的平均压强

$$p = \frac{F}{S}.$$

以后的数值计算与分析法相似.

比较这两种解法, 可以看出, 综合法的思考次序倒过来就是分析法. 所以同一道复杂题目, 既可以用分析法解, 又可以用综合法解, 两种解法同样有效.

但是, 我们建议读者多采用分析法, 特别是在解复杂的综合题时更宜如此, 这是因为分析法的原始公式能告诉我们以后如何进行, 能避免误入歧途.

三、选择题的类型和解法

选择题对于澄清认识, 发展智力, 培养分析、判断能力, 排除评卷中的主观随意性都有很好的作用, 还可以利用电子计算机自动阅卷、评分, 因而在教学中和各类考试题目中占的比例日趋增大. 近两年来, 选择题占成人高等学校招生考试物理试卷的40%左右. 因而, 掌握这种题目的类型、特点和解答方法, 十分必要.

（一）选择题的类型

常见的类型有：

1. 最优选择题 一道题目下面列了若干个可供选择的答案，其中只有一个答案符合题意。即如果题目要求把正确的答案选出，在列出的几个答案中只有一个是正确的，其余的都是错的；如果题目要求把错误的答案选出，在列出的几个答案中只有一个是错的，其余的都是对的。

〔例题〕 对一定质量的某种理想气体，下面哪些情况是可能的，

- A. 使气体温度不变，而体积、压强同时增大。
- B. 使气体体积不变，温度升高而压强减小。
- C. 使气体压强不变，温度降低而体积增大。
- D. 使气体温度降低，而同时体积增大。

答〔 〕

2. 多解选择题 题目下面列的若干个可供选择的答案中，有一个或几个是正确的。

〔例题〕 带电粒子在匀强磁场中受到洛仑兹力作用而做匀速圆周运动，其轨道半径，

- A. 与粒子运动周期无关。
- B. 与粒子的动量成反比。
- C. 与粒子所带电量成正比。
- D. 与磁场的磁感应强度成反比。

答〔 〕

3. 配伍选择题 每道题中先提出一组答案，再提出一组小问题，要求在每一小问题后面的括号内填入正确答案前的字母。

〔例题〕 本题所提供的答案可重复选用；每个问题可以有一个或几个答案。把正确答案前的字母填入题后的括号中。

答案：A. 平面镜。B. 凸透镜。C. 凹透镜。

问题：

- | | |
|-------------------|------|
| (1) 能成实像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (2) 能成缩小的实像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (3) 能成放大的实像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (4) 能成缩小的虚像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (5) 能成放大的虚像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (6) 能成等大的实像的光学器件有 | 答〔 〕 |
| (7) 能成等大的虚像的光学器件有 | 答〔 〕 |

4. 组合选择题 这类题目实际是把多解选择题转变为最优选择题。

〔例题〕 对于任何一个质量固定不变的物体，下面哪几句话是正确的，

- (1) 物体的动量改变，它的动能必定改变。

(2) 物体的动量改变，它的动能不一定改变。

(3) 物体的动能改变，它的动量不一定改变。

(4) 物体的动能改变，它的动量必定改变。

其中：

A. 只有 (1) 和 (3) 正确。

B. 只有 (2) 和 (4) 正确。

C. 只有 (1) 和 (4) 正确。

D. 只有 (2) 和 (3) 正确。

答 []

根据《全国各类成人高等学校招生考试大纲（试用本）物理》中“试卷结构”部分的规定，在物理试卷中只有最优选择题。因此，本书中的选择题也只有最优选择题这一种类型。

（二）选择题的解法

解答选择题，特别是解答最优选择题，常见的毛病是不深入思考，不以物理知识为依据，而想当然地选出答案。正确的态度和办法，应该像对待其他类型题目一样，认真审题，以物理概念、物理规律为依据选取符合题意的答案；切不可乱猜。解答选择题，实际上没有什么特殊的方法和窍门，也要具体题目具体分析，采取具体的解答办法，但是了解一些常用的办法，可以少走些弯路，加快解题速度。下面介绍一些常用的办法。

1. 直接判断法 即根据物理现象、物理概念、物理规律，直接对所提供的几个答案进行判断。适用于这种办法的题，一般是比较简单的。

〔例题〕 空气阻力忽略不计的情况下，在斜抛运动中，物体在上升和下降两个阶段，

A. 加速度的大小、方向都相同。

B. 加速度的大小、方向都不相同。

C. 加速度的大小相同，方向不同。

D. 加速度的大小不同，方向相同。

根据空气阻力忽略不计情况下各种抛体运动都跟自由落体运动一样，具有重力加速度，可以直接判断出答案 A 是正确的。

2. 排除法 对所提供的几个答案，由易到难逐一排除不合题意的，最后剩下符合题意的。

〔例题〕 小球所受的合外力与位移的关系如图 0-1 所示。这个小球做

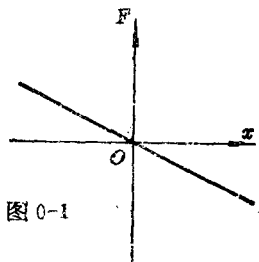


图 0-1

A. 匀速直线运动。

B. 曲线运动。

C. 简谐振动。

D. 匀加速直线运动。

由图 0-1 可以看出, 合外力不总等于 0, 小球不可能做匀速直线运动, 答案 A 被排除。合外力也不是恒定不变的, 小球不可能做匀加速直线运动, 答案 D 被排除。这样只剩下 B 和 C 两个答案。再进一步观察图 0-1, 可知合外力与位移的关系是成正比但方向相反, 这不符合曲线运动产生的条件, 而符合简谐振动产生的条件, 因而正确答案是 C。

3. 图示法 有些选择题可以利用图示、图解来帮助迅速作出判断, 节省解题时间。

〔例题〕 一个均匀光滑的小球用线吊在光滑的墙壁上 (图 0-2)。

当换用更短的线来吊这个小球时,

- A. 墙壁对小球的弹力增大。
- B. 墙壁对小球的弹力不变。
- C. 线对小球的拉力不变。
- D. 线对小球的拉力减小。

光滑墙壁对小球的弹力 N 总垂直于墙壁。线对小球的拉力 F 总沿线的长度方向。 N 与 F 的合力与小球受到的重力 G 平衡。 G 的大小、方向是不变的。 F 的方向随线的长度改变而改变; 线越短, F 与竖直方向的夹角

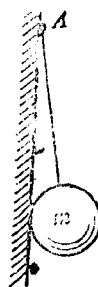


图 0-2

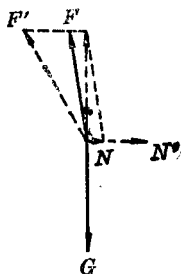


图 0-3

越大。作图 0-3 所示的图示, 很容易看出, 线变短后, N 和 F 都增大 (变为 N' 和 F')。所以答案 A 正确。

4. 计算法 有些选择题提供的几个答案是几个具体数据, 这些题多半需要根据物理公式进行计算才能回答。有些题虽然答案不是具体数据, 但也要列出方程, 经过演算才能答对, 而不要凭经验, 想当然。

〔例题〕 斜面底端有一质量为 m 的物体, 具有沿斜面向上的初速度 v_0 (图 0-4)。设物体与斜面之间的摩擦系数为 μ (斜面的倾角 $\theta > \text{tg}^{-1}\mu$), 则物体首先沿斜面向上做变速直线运动, 其加速度用 $a_{\text{上}}$ 表示。物体到达斜面上某一位置时速度减小为零, 此后又沿斜面向下做变速直线运动, 其加速度用 $a_{\text{下}}$ 表示。那么加速度的大小

- A. $a_{\text{上}} < a_{\text{下}}$ 。
- B. $a_{\text{上}} = a_{\text{下}}$ 。
- C. $a_{\text{上}} > a_{\text{下}}$ 。
- D. 条件不足, 无法判定。

如果凭经验, 上坡比下坡难, 而认为 $a_{\text{上}}$ 小于 $a_{\text{下}}$, 那就错了。这里需要像对待计算题那样列出方程求解。

物体 m 受到三个力: 重力 G 、支持力 N 和摩擦力 f 。物体沿斜面向上运动时的受力情况如图 0-5 甲所示。物体沿斜面向下运动时的受力情况如图 0-5 乙所示。选取沿斜面向下的方

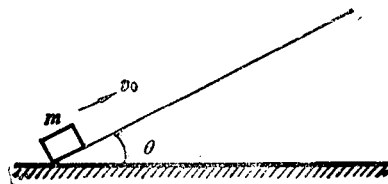


图 0-4

向为正方向。根据牛顿第二定律，可得

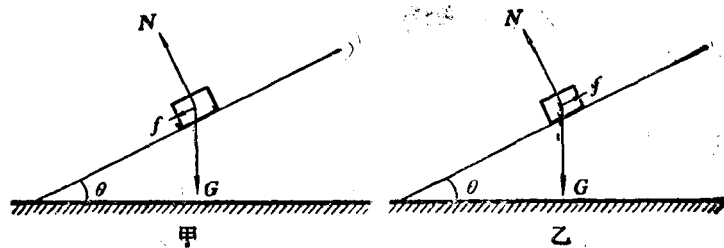


图 0-5

$$G\sin\theta + f = ma_{\text{上}},$$

$$G\sin\theta - f = ma_{\text{下}},$$

$$a_{\text{上}} > a_{\text{下}}.$$

从而可知

答案 C 正确。

在许多情况下，需要综合运用以上的几种办法求解。

第一章 力 物体的平衡

考试大纲要求

1. 理解力的概念、力的三要素和力的图示法。

2. 理解重力的概念和万有引力定律。

理解弹力的概念，会用公式 $f = kx$ 进行计算。

理解静摩擦力、最大静摩擦力（不要求静摩擦系数）和滑动摩擦力的概念，会用滑动摩擦力公式 $f = \mu N$ 进行计算。

3. 能分析物体受力情况，会画物体受力图。

4. 理解力的平行四边形法则，会用作图法进行力的合成和分解；会用直角三角形的知识计算相互垂直的力的合成和将一个力在两个相互垂直的方向上进行分解。

5. 理解在共点力作用下物体的平衡条件，并能用来解决静力学问题。

6. 理解力矩的概念。理解有固定转动轴的物体的平衡条件，并能用来解决静力学问题。

内容要点

一、力的概念

力是物体对物体的作用。人推车，人对车施加了力。机车牵引列车，机车对列车施加了力。力不能脱离物体而存在，只要有力发生，就一定有施力物体和受力物体。

力的大小可以用测力计来测量。在国际单位制中，力的单位是牛顿，简称牛，符号是N。在日常生活和生产中以前常用千克力作力的单位。1千克力 = 9.8牛。

力是矢量。不但有大小，而且有方向。例如重力的方向是竖直向下的，浮力的方向是竖直向上的。力的大小、方向和作用点，叫做力的三要素。

力可以用一根带箭头的线段来表示（图1-1）。线段是按一定比例（标度）画出的，它的长短表示力的大小，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。

各种力可以用两种不同的方法来分类。一种是根据力的性质

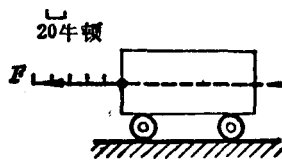


图 1-1 力的图示。这个图表示作用在小车上的水平方向的力是 100 牛，虚线表示力的作用线。

来分类的，如重力、弹力、摩擦力等；另一种是根据力产生的效果来分类的，如拉力、压力、支持力、动力、阻力、向心力、回复力等。在具体分析力的时候，注意到这两种不同的分类，可以帮助我们避免发生分析上的混乱。例如一个在水平面上运动着的物体因受到滑动摩擦力而最终停下来，这个摩擦力从效果上看就是阻力，不能说这个物体同时受到两个力——滑动摩擦力和阻力的作用（假定不受其他阻力）。

二、力学中经常遇到的三种力

1. 重力 地面上的物体由于地球的吸引而受到的力，叫做重力。物体受到的重力有时简称物重。

重力的大小等于挂在绳子上的静止物体拉紧悬绳的力，或者等于放在水平支持物上的静止物体压在支持物上的力。重力的方向是竖直向下的。

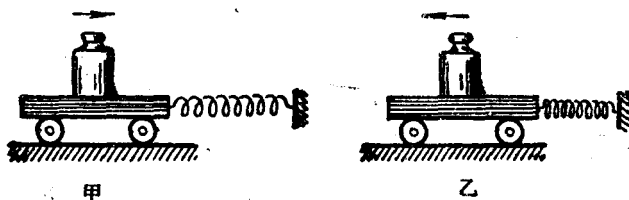
一个物体所受的重力的大小，跟物体的质量有关系。设物体的质量为 m ，它所受的重力为 G ，那么

$$G = mg.$$

其中 g 是一个常数，等于 9.8 牛/千克（参见第三章）。

一个物体的各部分都要受到地球对它的作用力，我们可以认为重力的作用集中于一点，这一点叫做物体的**重心**。有规则形状的均匀物体（质量分布均匀的物体），它的重心就在几何中心上。例如均匀直棒的重心在棒的中点，均匀球体的重心在球心，均匀圆柱体的重心在轴线的中点。（分析物体的受力情况时，为了讨论方便，支持力、摩擦力等的作用点，可以画在物体的重心处。）

2. 弹力 发生形变的物体，由于要恢复原状，对跟它接触的物体会产生力的作用，这种力叫做**弹力**。图 1-2 表示被拉长和被压缩的弹簧对小车施加弹力。弹力只有在物体互相接触并发生形变时才产生。例如放在水平桌面上的两个小球，它们虽靠在一起但不互相压挤，都没有发生形变，这时它们之间就没有弹力的作用。



甲：被拉长的弹簧使小车向右运动 乙：被压缩的弹簧使小车向左运动
图 1-2

把书放在桌面上，书压桌面，使桌面和书都发生极其微小的形变。发生形变的书要恢复原状，产生向下的弹力，这就是书对桌面的**压力**。发生形变的桌面要恢复原状，产生向上的

弹力，这就是桌面对书的支持力。支持力的方向总是垂直于支持面并指向被支持的物体（图 1-3）。把物体挂在一根线（或绳）上，物体拉紧线，两者都发生形变，产生弹力。物体对线的弹力向下，这就是物体对线的拉力；线对物体的弹力向上，这就是线对物体的拉力。线（或绳）对物体的拉力，方向总是指向线收缩的方向（图 1-4）。

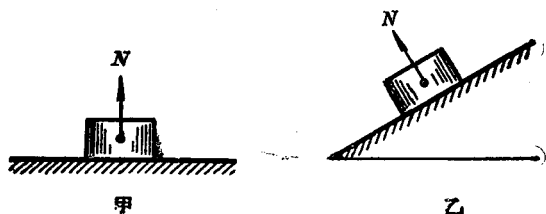


图 1-3 支持力 N 的方向

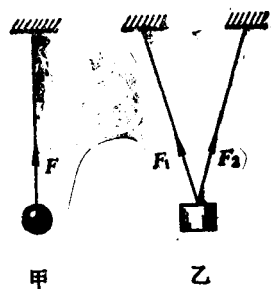


图 1-4 线的拉力 F 的方向

弹力的大小跟形变的大小有关系，形变越大，弹力也越大。对弹簧来说，它伸长或缩短的长度越大，它产生的弹力就越大。物体的形变过大，超出一定限度，即使撤去外力，物体也不能完全恢复原状。这个限度叫做弹性限度。在弹性限度内，弹簧弹力的大小 f 和弹簧伸长（或缩短）的长度 x 成正比。这个关系叫做胡克定律。写成公式就是

$$f = kx.$$

其中 k 是弹簧的倔强系数。倔强系数在数值上等于弹簧伸长（或缩短）单位长度时的弹力，单位是牛/米。

3. 摩擦力 摩擦力也发生在两个互相接触的物体之间，有滑动摩擦、静摩擦和滚动摩擦。

一个物体在另一个物体表面上做相对滑动时，要受到另一个物体阻碍它运动的力，这种力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体相对运动的方向相反。滑动摩擦力的大小 f 跟压力的大小 N 成正比，即

$$f = \mu N.$$

其中 μ 是滑动摩擦系数。滑动摩擦系数跟组成物体的材料有关，还跟接触面的粗糙程度有关。滑动摩擦系数是两个力的比值，没有单位。

两个相互接触而保持相对静止的物体，当一个物体在另一个物体的表面上有相对运动的趋势时，要受到另一个物体对它的摩擦力，这种力叫做静摩擦力。静摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体相对运动趋势的方向相反。例如用不大的水平方向的力推箱子，虽然没有推动箱子，箱子与地板仍保持相对静止，但是箱子有了向前运动的趋势，这时地板对箱子产生向后的静摩擦力，它的大小跟水平向前的推力的大小相等。

逐渐增大对箱子的推力，静摩擦力也随着增大，箱子可以仍旧不动。但是静摩擦力的增大有一个限度，静摩擦力的最大值叫做最大静摩擦力。推力超过最大静摩擦力，箱子就被推动。最大静摩擦力等于使物体开始运动所需的最小推力。

三、力是物体间的相互作用

力是物体与物体间的相互作用。用手拉弹簧，手对弹簧有力的作用，弹簧对手同时也有力的作用。在一只小船上用力推另一只小船，另一只小船也要反推前一只小船，两只小船将同时向相反方向运动。物体间相互作用力总是成对产生的，而分别作用在相互作用的两个物体上，常常把其中一个力叫做**作用力**，另一个力叫做**反作用力**。

两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，并且作用在一条直线上。

作用在同一个物体上的两个力，如果大小相等，方向相反，并且作用在一条直线上，这个物体将保持平衡，这两个力叫做**相互平衡的力**。要注意把相互平衡的力跟物体间相互作用的力（作用力和反作用力）区别开来。相互平衡的力是作用在一个物体上的，作用力和反作用力是分别作用在两个不同物体上的，根本不存在相互平衡的问题。

四、物体受力情况分析

分析物体受力情况，对解决力学问题十分重要，下面分析几个实例。

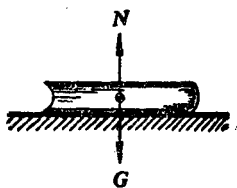


图 1-5

〔例题1〕一本书放在水平桌面上，分析书的受力情况。

书受到两个力：重力 G ，支持力 N 。重力 G 的方向竖直向下，支持力 N 的方向竖直向上，书的受力图如图 1-5 所示。

讨论：

(1) 这两个力有什么关系？书是静止在桌面上的，所以 G 和 N 是作用在书上的相互平衡的力，它们的大小相等方向相反。

(2) 重力 G 跟哪个力是一对作用力和反作用力？地球吸引物体，物体同时吸引地球。重力 G 跟物体对地球的引力组成一对作用力和反作用力，它们分别作用在物体和地球上。

(3) 支持力 N 跟哪个力是一对作用力和反作用力？桌面对书的支持力 N 跟书对桌面的压力 N' （图中未画出）组成一对作用力和反作用力，它们分别作用在书和桌面上。

(4) 压力 N' 和重力 G 的大小有什么关系？ N' 和 N 是一对作用力和反作用力，它们的大小相等。 N 和 G 是相互平衡的力，它们的大小也相等。因此，压力 N' 和重力 G 的大小是相等的。注意：并不是在任何情况下压力 N' 和重力 G 的大小都相等，因为这里我们用到了书静止在桌面上这个条件，而且物体在竖直方向除 G 和 N 外不受其他的力。

〔例题2〕用绳子拉着物体在水平面上运动，绳子的方向与水平方向成一个角度。分析物体的受力情况。

物体除受到重力 G 和支持力 N 的作用外，还受到绳子的拉力 F 和滑动摩擦力 f 的作