

初级自然科学自学丛书

# 物理基础知识

江苏人民出版社

初级自然科学自学丛书

# 物理基础知识

· 周衍柏編著 ·

江苏人民出版社

## 內 容 提 要

这是一本物理学知識讀物，适合于高小毕业及初中文化程度、度的讀者自学。书中系統地讲述了力学、声、分子物理学和热学、电学、光学等五个部分的基本知識，相当于初中物理的内容；对于某些較难理解的原理，作了詳細的說明；并且把自学时不容易进行的某些实验，改用其他可以理会的现象和实例來說明。

初級自然科学自学叢書

## 物 理 基 础 知 識

周衍柏編著

江苏省书刊出版业营业許可証出〇〇一号

江 苏 人 民 出 版 社 出 版

南 京 湖 南 路 十 三 号

江苏省新华書店發行 苏州印刷厂印刷

开本 $787 \times 1092$ 毫米 $1/32$  印张 $10 \frac{3}{8}$  字数225,000

一九五八年九月第一版

一九六一年八月南京第一次印刷

印数：10,000

## 序 言

大自然里有很多很多的东西，这些东西都叫做物体。从表面看来，物体間的差異很大，有动物，有植物，有矿物，还有各种人工制造出来的器具和机器等等。但从这些物体的本质来看，它們都是由物質組成的，而且是由不断变化着的物質組成的。桌子、树木、牛、馬、岩石、汽車等是物体；木头、銅、鉄、氧气等是物質。

物体所起的一切变化，叫做現象。有些現象是不受人类意志影响的，象刮风、下雨、打雷、閃电，以及日蝕、月蝕和潮汐等。有些現象可由人們的劳动使它出現，象把水加热可以变成水蒸汽，用絲綢摩擦玻璃棒可以生电等等。

不管是什么样的現象，它的出現都有一定的規律。在相同的原因和条件下，物体所發生的現象相同。把手里拿着的东西放开，它一定会落到地面上；把水加热到一定的溫度，水就可以变为水蒸汽。自然科学就是研究自然界里各种現象所遵循的規律的科学，掌握了这些規律后，我們就可以利用自然和改造自然，使自然为人类服务，从而改善和提高我們的生活。

物理学是自然科学的一部分，它所研究的是自然界里任何物体都能够發生的現象，和化学最为接近。化学是研究物質結構和物質性質發生了深刻变化的那些現象的科学，象通电流到水里去，就可把水分解为氧气和氫气，氧气和氫气的性質与水截然不同。物理学是研究与物質結構变化无关的那些

現象的科学，象水加热后变成水蒸汽，水和水蒸汽在本质上并无区别，只不过一是液体一是气体罢了。也有某些现象是化学和物理学所共同研究的，例如放射现象。

在物理学中，可以把所研究的现象，分为下列几个部分：(1)力学，(2)声学，(3)分子物理学和热学，(4)电学，(5)光学。我们也将按着这个顺序来研究。

要想找出某种现象的规律，就得仔细地对这现象加以观察，如有可能，还应当用人为方法使这现象重复出现来加以研究，这就是实验。根据观察和实验的结果，我们可以得出结论，也就是找出了这种现象的规律。譬如太阳、地球和月亮走到一条直线上，而且月亮在太阳和地球之间的时候，就会发生日蚀；水的温度升高到摄氏100度时，就会沸腾并且变成水蒸汽等等。

物理学上所研究出来的规律，对其他自然科学如化学、生物学、地质学等都很有用；对工业技术的改进和发展尤其重要。我们能够从手工业时代进展到蒸汽机时代，从蒸汽机时代进展到现在的电气时代，不久的将来还要从电气时代进展到原子时代，都和物理学上的成就密切联系着的。

现在我们的祖国正在大跃进，进行着伟大的社会主义建设。我们的党中央号召我们进行技术革命和文化革命。研究和掌握现代最先进的科学技术，极其重要。物理学是研究科学技术的基础之一。我们学习物理学，钻研物理学，是完全必要的。

这本物理学基础知识，是供给初学物理学的干部、工人和农民同志，在工作和劳动生产的业余时间进行自学的。在编写的时候，力求减少读者自学中的困难，能够达到无师自通的目的。因此，对于某些基本原理作了比较详细的说明，并把自

学时不容易进行的某些实验改用其他可以理会的现象和实例来代替。全书中所用的公式并不多，每一公式都附有一两个例题，详细解释思考的方法和解题的步骤，使读者能充分理解公式的作用，达到举一反三，能够运用这些公式的目的。书中可能存在的缺点或错误，希望读者提出批评，以便再版时修正。

周衍柏

# 目 录

## 第一編 力 学

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 第一章 基本的量度 .....              | ( 1 )  |
| 1. 量度的重要 .....               | ( 1 )  |
| 2. 长度的单位 .....               | ( 2 )  |
| 3. 面积和体积的单位 .....            | ( 4 )  |
| 4. 质量和重量的单位 .....            | ( 6 )  |
| 5. 时间的单位 .....               | ( 9 )  |
| 6. 比重和密度 .....               | ( 10 ) |
| 习题一 .....                    | ( 13 ) |
| 第二章 运动和力 .....               | ( 15 ) |
| 7. 运动和静止 .....               | ( 15 ) |
| 8. 匀速直线运动 .....              | ( 16 ) |
| 9. 匀加速直线运动 .....             | ( 21 ) |
| 10. 力 .....                  | ( 25 ) |
| 11. 惯性——牛顿第一运动定律 .....       | ( 29 ) |
| 12. 力和加速度的关系——牛顿第二运动定律 ..... | ( 31 ) |
| 13. 作用和反作用——牛顿第三运动定律 .....   | ( 37 ) |
| 14. 摩擦 .....                 | ( 39 ) |
| 习题二 .....                    | ( 42 ) |
| 第三章 功和能 .....                | ( 45 ) |
| 15. 功 .....                  | ( 45 ) |
| 16. 功率 .....                 | ( 47 ) |
| 17. 能量 .....                 | ( 50 ) |
| 18. 机械能守恒定律 .....            | ( 52 ) |
| 19. 滑轮和滑轮组 .....             | ( 56 ) |

|                 |                      |         |
|-----------------|----------------------|---------|
| 20.             | 杠杆.....              | ( 60 )  |
| 21.             | 功的原理.....            | ( 66 )  |
| 22.             | 輪軸.....              | ( 67 )  |
| 23.             | 斜面.....              | ( 69 )  |
| 24.             | 螺旋.....              | ( 71 )  |
| 25.             | 机械效率.....            | ( 72 )  |
|                 | 习题三.....             | ( 74 )  |
| 第四章 固体的性质 ..... |                      | ( 77 )  |
| 26.             | 固体的基本性质.....         | ( 77 )  |
| 27.             | 压强.....              | ( 79 )  |
| 28.             | 弹簧的伸长——胡克定律.....     | ( 82 )  |
|                 | 习题四.....             | ( 85 )  |
| 第五章 流体的性质 ..... |                      | ( 86 )  |
| 29.             | 液体的压强.....           | ( 86 )  |
| 30.             | 液体中压强的传递——帕斯卡定律..... | ( 89 )  |
| 31.             | 連通器.....             | ( 92 )  |
| 32.             | 液体的浮力——阿基米德定律.....   | ( 94 )  |
| 33.             | 大气压强.....            | ( 100 ) |
| 34.             | 气压計.....             | ( 102 ) |
| 35.             | 虹吸管.....             | ( 104 ) |
| 36.             | 压强計.....             | ( 105 ) |
| 37.             | 抽水机.....             | ( 107 ) |
| 38.             | 抽气机与打气筒.....         | ( 109 ) |
| 39.             | 空气的浮力.....           | ( 111 ) |
|                 | 习题五.....             | ( 112 ) |

## 第二編 声 学

|                   |              |         |
|-------------------|--------------|---------|
| 第六章 声音的基本性质 ..... |              | ( 115 ) |
| 40.               | 声音的发生.....   | ( 115 ) |
| 41.               | 声音的传播.....   | ( 116 ) |
| 42.               | 声音的传播速度..... | ( 118 ) |



|     |           |         |
|-----|-----------|---------|
| 43. | 声音的反射——回声 | ( 119 ) |
| 44. | 音调        | ( 121 ) |
| 45. | 响度        | ( 121 ) |
| 46. | 音品        | ( 122 ) |
|     | 习题六       | ( 123 ) |

### 第三編 分子物理学和热学

|     |       |         |
|-----|-------|---------|
| 第七章 | 温度和热量 | ( 125 ) |
|-----|-------|---------|

|     |          |         |
|-----|----------|---------|
| 47. | 温度       | ( 125 ) |
| 48. | 物体的热膨胀   | ( 126 ) |
| 49. | 溫度計      | ( 128 ) |
| 50. | 热量和热量的单位 | ( 132 ) |
| 51. | 比热       | ( 134 ) |
| 52. | 燃料的燃烧值   | ( 138 ) |
|     | 习题七      | ( 139 ) |

|     |       |         |
|-----|-------|---------|
| 第八章 | 物态的变化 | ( 141 ) |
|-----|-------|---------|

|     |           |         |
|-----|-----------|---------|
| 53. | 什么叫做物态的变化 | ( 141 ) |
| 54. | 熔解和凝固     | ( 141 ) |
| 55. | 熔解热和凝固热   | ( 143 ) |
| 56. | 蒸发        | ( 143 ) |
| 57. | 沸騰        | ( 146 ) |
| 58. | 液化        | ( 147 ) |
| 59. | 汽化热和凝結热   | ( 147 ) |
|     | 习题八       | ( 149 ) |

|     |      |         |
|-----|------|---------|
| 第九章 | 热的传播 | ( 150 ) |
|-----|------|---------|

|     |        |         |
|-----|--------|---------|
| 60. | 热的传播方式 | ( 150 ) |
| 61. | 热的传导   | ( 150 ) |
| 62. | 热的对流   | ( 152 ) |
| 63. | 水的反常膨胀 | ( 155 ) |
| 64. | 热的輻射   | ( 156 ) |
| 65. | 保温瓶    | ( 157 ) |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 习题九             | (158) |
| 第十章 物质的结构—分子論   | (160) |
| 66. 物质的结构       | (160) |
| 67. 分子力         | (161) |
| 68. 分子的运动       | (162) |
| 99. 用分子論解释各种热现象 | (164) |
| 习题十             | (165) |
| 第十一章 热和功        | (167) |
| 70. 热和功的相互轉換    | (167) |
| 71. 热的功当量       | (168) |
| 72. 能量守恒定律      | (169) |
| 73. 往复蒸气机       | (170) |
| 74. 蒸气轮机        | (173) |
| 75. 內燃机         | (174) |
| 76. 噴气发动机       | (177) |
| 77. 热机的效率       | (178) |
| 习题十一            | (180) |

## 第四編 电 学

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第十二章 静电            | (181) |
| 78. 摩擦起电           | (181) |
| 79. 驗电器            | (183) |
| 80. 电子論和带电现象的解释    | (184) |
| 81. 导电体和絕緣体        | (185) |
| 82. 感应起电           | (187) |
| 83. 导体上电荷的分布——尖端放电 | (190) |
| 84. 大气里的放电现象       | (191) |
| 85. 避雷針            | (192) |
| 习题十二               | (194) |

|          |       |
|----------|-------|
| 第十三章 直流电 | (196) |
|----------|-------|

|                        |             |       |
|------------------------|-------------|-------|
| 86.                    | 电流和电压       | (196) |
| 87.                    | 电池          | (197) |
| 88.                    | 电流的化学效应     | (201) |
| 89.                    | 电量和电流强度的单位  | (203) |
| 90.                    | 法拉第电解定律     | (204) |
| 91.                    | 电阻          | (207) |
| 92.                    | 欧姆定律        | (211) |
| 93.                    | 变阻器         | (214) |
| 94.                    | 串联和并联       | (216) |
|                        | 习题十三        | (223) |
| <b>第十四章 磁现象和电流的磁效应</b> |             | (227) |
| 95.                    | 磁体和磁极       | (227) |
| 96.                    | 磁感应         | (230) |
| 97.                    | 磁的分子学说      | (231) |
| 98.                    | 磁场          | (233) |
| 99.                    | 电流的磁效应      | (236) |
| 100.                   | 直线电流的磁场     | (237) |
| 101.                   | 螺旋管的磁场      | (239) |
| 102.                   | 电磁铁         | (241) |
| 103.                   | 电铃          | (242) |
| 104.                   | 电报机         | (243) |
| 105.                   | 电话机         | (245) |
|                        | 习题十四        | (247) |
| <b>第十五章 电能和电功</b>      |             | (249) |
| 106.                   | 电流的热效应      | (249) |
| 107.                   | 焦耳——楞次定律    | (249) |
| 108.                   | 电流热效应的应用    | (251) |
| 109.                   | 电能和电功       | (254) |
| 110.                   | 电功率         | (257) |
| 111.                   | 通电导体在磁场里的运动 | (260) |
| 112.                   | 安培计和伏特计     | (263) |
| 113.                   | 电动机         | (265) |

|                  |         |
|------------------|---------|
| 114. 电动机的应用..... | ( 268 ) |
| 习题十五.....        | ( 270 ) |

## 第十六章 电磁感应..... ( 274 )

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 115. 电磁感应——法列第的实验.....  | ( 274 ) |
| 116. 确定感生电流方向的右手定则..... | ( 278 ) |
| 117. 交流发电机.....         | ( 278 ) |
| 118. 直流发电机.....         | ( 282 ) |
| 119. 变压器.....           | ( 284 ) |
| 习题十六.....               | ( 288 ) |

# 第五編 光 学

## 第十七章 光的基本性质..... ( 290 )

|                  |         |
|------------------|---------|
| 120. 光源.....     | ( 290 ) |
| 121. 光的直线传播..... | ( 291 ) |
| 122. 日食和月食.....  | ( 292 ) |
| 123. 光的传播速度..... | ( 295 ) |
| 124. 光的反射.....   | ( 297 ) |
| 125. 光的折射.....   | ( 300 ) |
| 习题十七.....        | ( 302 ) |

## 第十八章 光学仪器..... ( 304 )

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 126. 平面鏡.....     | ( 304 ) |
| 127. 凹面鏡和凸面鏡..... | ( 306 ) |
| 128. 凸透鏡和凹透鏡..... | ( 308 ) |
| 129. 棱鏡.....      | ( 312 ) |
| 130. 照相机.....     | ( 314 ) |
| 131. 幻灯.....      | ( 316 ) |
| 132. 显微镜.....     | ( 317 ) |
| 133. 望远镜.....     | ( 318 ) |
| 习题十八.....         | ( 318 ) |

# 第一編 力 學

## 第一章 基本的量度

### 1. 量度的重要

我們在日常生活中離不了量度。布的長短，米的重輕，面積的大小，時間的多少等，都須利用量度儀器才能確定。在工業上，量度儀器更需要特別的精確，量度時也要特別的細心，才能避免廢品和次品。

物理學是一門實驗性的科學，物理學里面的原理和定律，都是從無數的實驗結果歸納出來的。我們為了驗證這些原理和定律，必須進行實驗和量度；為了發現新的規律和定律，更要繼續不斷地進行仔細的實驗和量度；因此，量度在物理學里面占着非常重要的位置。我們在学习物理學時，必須知道怎樣去量度。

物理學里面量度的儀器很多，譬如測量物體的長度用尺，測量物體的重量用秤或天平，測量時間用鐘表，測量物體冷熱的程度（溫度）用溫度計，測量電流的大小用電流計等。長度、重量、時間、溫度和電流都是物理量。物理量的種類非常多，每一種物理量都要用一種特定的單位來量度，如長度用尺作單位，重量用斤作單位，時間用秒作單位等。不過，如果我們規定了三種基本物理量的單位，那麼其餘物理量的單位，都可

用这三种基本物理量的单位来間接的規定出来，下面我們將分別說明怎样来規定这三种基本物理量的单位。

## 2. 長度的單位

长度是我們要規定的第一个基本物理量，測量物体的长度用尺。尺的长短，在以往各个国家是不同的，甚至在一个国家之内，各地所用的尺，长短也不一致。这在日常生活上会引起很多麻煩，在科学研究和工业建設上，更感到非常的不方便。因此，量度单位的統一，十分必要。

現在，世界上大多数的国家都用米作为測量长度的单位，米也叫公尺。当时是把經過法国巴黎的地球子午綫从赤道到北极的长度的一千万分之一作为长度的单位，叫做一米，并用白金制成一根棒，作为測量长度的标准。后来发现原来的測量略有誤差，所以又改用80%的白金和10%的鈹所制成的合金(这种合金不容易随溫度的变化改变它的长度)造成横截面为X形的国际标准米(图1)，保存在巴黎的国际度量衡局。这

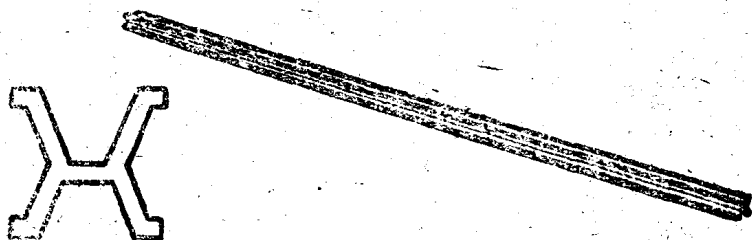


图 1 国际标准米

根标准米的凹槽两端刻有两条細綫，在溫度为摄氏零度时，这两条細綫間的距离恰好等于1米。各国差不多都保存着国际标准米的副型，作为校正长度单位的标准仪器。

被测量的物体有时很长,有时很短,如果都用米作单位,就会显得很不方便。譬如北京到莫斯科的距离,如果用米来表示,就会得出很大的一个数目字;另一方面,钢板的厚度,如果用米来表示,又会得出好几位小数来。因此,我们必须再采用一些比米大若干倍或者小若干倍的其他单位,应用起来才方便。

比米大的单位有千米,比米小的单位有分米、厘米、毫米、微米等。它们之间的关系是:

$$1 \text{ 千米} = 1000 \text{ 米};$$

$$1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米};$$

$$1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米};$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米};$$

$$1 \text{ 毫米} = \frac{1}{1000} \text{ 米}。$$

我国现在采用了米作为长度的单位,也保留了习惯上所用的里、丈、尺、寸、分等长度单位。我国从前尺的长短是很不统一的,现在统统改为一米的三分之一作为一尺,即

$$1 \text{ 尺} = \frac{1}{3} \text{ 米}; 1 \text{ 米} = 3 \text{ 尺}。$$

此外,1里=150丈;1丈=10尺;1尺=10寸;1寸=10分。我们有时也称千米为公里,米为公尺,分米为公寸,厘米为公分。

因为1米=3尺,所以1千米=1,000米=3,000尺=300丈=2里,即

$$1 \text{ 里} = \frac{1}{2} \text{ 公里}; 1 \text{ 公里} = 2 \text{ 里}。$$

又1米=100厘米=3尺=30寸,所以3寸的长恰好等于10厘米。有了这些关系,里、丈、尺、寸和千米、米、厘米等相互

換算起來，就不會感到什麼困難。譬如南京到上海的鐵路長311公里，也就是622里。一個人的身長是1.65米，也就是165厘米，或165公分；如果用尺和寸等來表示，那就是4尺9寸5分。

在物理學上通常用厘米作為長度的單位，因為在實驗室里所用的儀器，通常都不是很大的，工程上的大多採用米或千米作為長度的單位。因為長度是一個基本物理量，物理學上又用厘米作為長度的單位，所以厘米是物理學里基本單位之一。

### 3. 面積和體積的單位

有了長度的單位，就不難規定面積和體積的單位。物理學上通常用每邊長一厘米的正方形平面的面積作為測量面積的單位，叫做平方厘米，可以簡寫為 $[\text{厘米}]^2$ ，或 $\text{厘米}^2$ 。如果取每



邊長1毫米的正方形平面面積作為測量面積的單位，那麼這個單位就應當叫做平方毫米或毫米<sup>2</sup>。雖然1厘米=10毫米，但1厘米<sup>2</sup>却等於

100毫米<sup>2</sup>，因為如果一個正方形平面每邊的長是另一個正方形平面每邊的長的10倍，那麼前一個正方形的面積就是後一個的 $10 \times 10 = 100$ 倍（圖2）。由此可得出這樣普遍的規律：如果一個正方形平面每邊的長是另一個正方形平面每邊的長的 $n$ 倍，那麼前一個正方形的面積就是後一個的 $n \times n = n^2$ 倍。這樣，我們得出了下面的種種換算關係：

$$1 \text{ 厘米}^2 (10 \times 10 \text{ 毫米}^2) = 100 \text{ 毫米}^2;$$

$$1 \text{ 分米}^2 (10 \times 10 \text{ 厘米}^2) = 100 \text{ 厘米}^2;$$

$$1 \text{ 米}^2 (10 \times 10 \text{ 分米}^2) = 100 \text{ 分米}^2;$$

$$1 \text{ 千米}^2 (1,000 \times 1,000 \text{ 米}^2) = 1,000,000 \text{ 米}^2.$$



又  $1 \text{ 米} = 100 \text{ 厘米}$ ,  $1 \text{ 米} = 3 \text{ 尺}$ ,  
 故  $1 \text{ 米}^2 (100 \times 100 \text{ 厘米}^2) = 10,000 \text{ 厘米}^2$ ;  
 $1 \text{ 米}^2 = (3 \times 3 \text{ 尺}^2) = 9 \text{ 尺}^2$ 。

我国测量田地的面积,习惯上用亩作单位:

$1 \text{ 亩} = 10 \text{ 分} = 60 \text{ 平方丈}$ ;

$1 \text{ 顷} = 100 \text{ 亩}$ 。

有时也把100平方米叫做1公亩,100公亩叫做1公顷。由上面所讲的关系可以看出:

$1 \text{ 公亩} = 100 \text{ 平方米} = 900 \text{ 平方尺}$

$= 9 \text{ 平方丈} = 0.15 \text{ 亩}$ ;

$1 \text{ 公顷} = 100 \text{ 公亩} = 15 \text{ 亩}$ 。

测量物体的体积时,物理学上用每边长为1厘米的正立方体的体积作为单位,叫做立方厘米,可以简写为厘米<sup>3</sup>。因1厘米=10毫米,所以1厘米<sup>3</sup>就是 $10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ 毫米}^3$ (图3)。这跟计算面积时的情形相仿,即如一个正立方体每边的长是另一个正立方体每边的长的 $n$ 倍,那么前一个正立方体的体积就是后一个的 $n^3$ 倍。这样,我们可得出下面的关系:

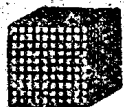


图 3

$1 \text{ 厘米}^3 = 1,000 \text{ 毫米}^3$ ;

$1 \text{ 分米}^3 = 1,000 \text{ 厘米}^3$ ;

$1 \text{ 米}^3 = 1,000 \text{ 分米}^3$ 。

又  $1 \text{ 米} = 100 \text{ 厘米}$ ,  $1 \text{ 米} = 3 \text{ 尺}$ ,

故  $1 \text{ 立方米} = 1,000,000 \text{ 立方厘米}$ ;

$1 \text{ 立方米} = 27 \text{ 立方尺}$ 。

测量颗粒状的固体象大米和麦子等,以及测量液体象水和油等的体积,都可以使用容器。容器是具有一定大小,中间