



湖南省高师函授试用教材

基础物理

JI CHU WU LI

上册

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础物理

JICHU WULI

上册

湖南省高师函授试用教材

基础物理

上册

湖南省中小学教学辅导部编

*

湖南人民出版社出版

湖南省新华书店发行

长沙文华印刷厂印刷

*

1979年1月第1版第1次印刷

印数：1—17,000册

印张：14

统一书号：K7102.1177 定价：0.87

编 者 的 话

遵照英明领袖华主席关于“采取有力措施，培训教师，加速编写新教材，充分利用各种现代化手段，提高教育质量”的指示，我们在省教育厅党委的领导下，编写了物理函授试用教材，供我省中学物理教师进修学习使用。

本教材分基础物理、普通物理两大部分。基础物理分三册出版，上册是力学，中册是热学和电学，下册是光学和原子物理。编写时，根据函授自学的特点，在语言叙述方面，尽力做到明白易懂，并从基本概念出发，循序渐进，使读者易于接受和理解。并附有适量习题和复习题，供复习参考用。

学习本教材，必须将物理学中的实验部分同函授教学活动紧密结合起来，使之收到更好的学习效果。

由于我们对毛主席的教育思想学习得不够，对物理教材的剖析和研究不深，加之实践经验不足，编写时间也很匆促，书中必然会出现不少缺点，希望读者提出批评和修改意见。

本教材上册承蒙湖南师范学院物理系谭文炳教授审查批改定稿，在此特表示感谢。

湖南省中小学教学辅导部

一九七八年八月

目 录

第一编 力学

第一章 力学初步知识

.....	(1)
§1.1 力的概念.....	(2)
§1.2 弹力 固体的 弹性和范性.....	(3)
§1.3 重力 比重.....	(6)
§1.4 压强.....	(10)
§1.5 二力的平衡.....	(11)
§1.6 牛顿第一运动定 律(惯性定律).....	(13)
§1.7 摩擦.....	(14)
§1.8 质量 密度.....	(19)
本章提要.....	(21)
复习题一.....	(22)

第二章 液体和气体的

性质.....	(24)
§2.1 液体和气体对 压强的传递.....	(24)
§2.2 液体的压强.....	(30)
§2.3 连通器及其应用.....	(37)

§2.4 大气压.....	(41)
§2.5 气压计.....	(43)
§2.6 虹吸现象.....	(45)
§2.7 阿基米德定律.....	(46)
§2.8 物体浮沉原理.....	(49)
本章提要.....	(54)
复习题二.....	(55)

第三章 匀速直线运动

.....	(56)
§3.1 机械运动.....	(56)
§3.2 平动、质点的运动	(57)
§3.3 路程和位移.....	(60)
§3.4 匀速直线运动.....	(62)
§3.5 匀速直线运动的速度 图线和路程图线.....	(67)
§3.6 运动的合成.....	(75)
§3.7 速度的合成.....	(80)
§3.8 速度的分解.....	(84)
§3.9 相对速度.....	(87)
本章提要.....	(93)
复习题三.....	(94)

第四章 变速直线运动

-(96)
- §4.1 平均速度.....(96)
- §4.2 即时速度.....(97)
- §4.3 加速度.....(100)
- §4.4 匀变速直线运动的规律.....(102)
- §4.5 匀变速直线运动的速度图线.....(110)
- §4.6 自由落体运动.....(117)
- §4.7 竖直上抛运动.....(121)
- 本章提要.....(125)
- 复习题四.....(127)

第五章 运动定律(129)

- §5.1 力的合成 矢量的加法和减法.....(129)
- §5.2 力的分解 力的解析表示法.....(138)
- §5.3 牛顿第二运动定律.....(149)
- §5.4 质量和重量的区别和联系.....(154)
- §5.5 力学单位制.....(157)
- §5.6 牛顿第二运动定律的应用.....(160)
- §5.7 牛顿第三运动定律.....(167)
- §5.8 超重和失重.....(180)

§5.9 牛顿力学的适用

- 范围.....(182)
- 本章提要.....(184)
- 复习题五.....(187)

第六章 物体的平衡(189)

- §6.1 物体在共点力作用下的平衡条件.....(189)
- §6.2 力矩.....(196)
- §6.3 有固定转动轴的物体的平衡条件.....(199)
- §6.4 同向平行力的合成 重心.....(202)
- §6.5 力偶.....(208)
- §6.6 物体在平面力系作用下的平衡条件.....(211)
- 本章提要.....(220)
- 复习题六.....(221)

第七章 简单机械 机

械能(223)

- §7.1 功.....(223)
- §7.2 功率.....(228)
- §7.3 杠杆类简单机械.....(230)
- §7.4 功的原理 机械效率.....(234)
- §7.5 差动滑轮.....(235)
- §7.6 斜面类简单机械.....(236)
- §7.7 能 动能.....(241)
- §7.8 势能.....(247)

§7.9 机械能守恒定律···(255)	第十章 万有引力定律 ·····(331)
§7.10 功能原理, 能的转 变和守恒定律····(260)	§10.1 行星的运动····(331)
本章提要····(269)	§10.2 万有引力定律····(333)
复习题七····(270)	§10.3 地球上物体重量 的变化····(338)
第八章 碰撞和动量守 恒定律····(272)	§10.4 人造地球卫星····(340)
§8.1 动量和冲量 动 量原理····(272)	本章提要····(349)
§8.2 动量守恒定律 反 冲运动····(277)	复习题十····(349)
§8.3 碰撞····(282)	第十一章 振动 ·····(350)
§8.4 中子的发现····(287)	§11.1 简谐振动····(350)
本章提要····(288)	§11.2 振动的振幅、周 期和频率····(354)
复习题八····(289)	§11.3 单摆的振动····(355)
第九章 曲线运动 ·····(291)	§11.4 单摆的振动定律··(358)
§9.1 物体作曲线运动的条 件 速度的方向··(291)	§11.5 振动的图线····(361)
§9.2 平抛物体的运动··(293)	§11.6 谐振动方程 振 动位相····(364)
§9.3 斜抛物体的运动··(297)	§11.7 谐振动的能量····(371)
§9.4 匀速圆周运动····(309)	§11.8 同方向同频率谐 振动的合成····(375)
§9.5 向心力和向心加 速度····(312)	§11.9 阻尼振动····(380)
§9.6 离心力····(318)	§11.10 受迫振动 共振··(382)
§9.7 离心机械····(324)	本章提要····(386)
§9.8 固体的转动····(327)	复习题十一····(387)
本章提要····(328)	第十二章 波····(389)
复习题九····(330)	§12.1 振动在物体中的 传播——波····(389)
	§12.2 横波····(391)

§12·3 纵波.....(397)	§13·2 乐音的特性.....(419)
§12·4 波长、频率和 波速的关系.....(401)	§13·3 声波的吸收和 反射.....(425)
§12·5 波面、波阵面 和波线.....(403)	§13·4 声音的共鸣 共 鸣器.....(427)
§12·6 波动方程.....(405)	§13·5 超声波.....(428)
§12·7 惠更斯原理.....(408)	§13·6 多普勒效应.....(435)
§12·8 波的干涉.....(410)	本章提要.....(438)
§12·9 波的衍射.....(413)	复习题十三.....(439)
本章提要.....(414)	习题答案(440)
复习题十二.....(415)	
第十三章 声学(416)	
§13·1 声音的发生和传播(416)	

第一编 力 学

毛主席教导我们：“自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。所有这些物质的运动形式，都是互相依存的，又是本质上互相区别的。”我们在生产实践和日常生活中，经常遇到的最简单的运动形式，就是物体间位置的变化。例如货物的装卸，弹簧的伸缩，车辆的行驶，机器的运转，气体液体的流动以及固体的振动等，这种位置的变化运动叫做机械运动。机械运动又简称为运动。

力学所研究的就是机械运动的规律。简单说，就是研究力和运动的关系。力学在工农业生产技术上的应用是十分广泛的。我们在参加农业生产劳动中也经常会遇到力学问题。

本编主要是介绍有关力学的基础知识以及它们在工农业生产技术上的应用，并为学习本课程后几编打下基础。

第一章 力学初步知识

物体受力时，它的形状或运动状态就会发生变化，人们就是通过力的作用效果来认识力的。本章从生产和生活中常见的一些力学现象入手，初步阐明力的含义及性质，然后介绍常见

的几种力，并分析二力的平衡情况，最后介绍牛顿第一运动定律。

§1.1 力的概念

人们对力的认识是在改造自然的斗争中总结出来的。人推车子，拿起镢头做工，挥动锄头锄地，由于肌肉紧张收缩，对车子，镢头和锄头这些物体发生了力的作用。

不仅人体能够对物体发生力的作用，物体对物体也能发生力的作用。例如犁田时，拖拉机对犁有拉力的作用；机车（即火车头）拖着列车前进，它对列车有拉力的作用；气锤打击烧红了工件，它对工件有冲击力的作用等等。而且凭经验可知，物体对物体的作用并不是单方面的，例如我们用力拉弹簧，同时也感到弹簧存在拉我们手的力；车刀切削工件，使工件变形，而工件使车刀逐渐磨损，工件对车刀也有力的作用。可见在甲物体对乙物体有力作用的同时，乙物体也必有力作用于甲物体。归纳大量的事实可以看出：力是一个物体对另一个物体的一种作用。

我们把发出作用力的那个物体叫作施力者，受力作用的那个物体叫作受力者。

另外，我们可以看到物体（车子、镢头、锄头等）在力的作用下，或者由静止开始运动，或者由运动变为静止，或者改变了运动的快慢和方向，一句话，力的效果之一是改变物体的运动状态。另一方面，拉伸或压缩弹簧，能使弹簧伸长或缩短而改变形状；工件受气锤的打击时要改变形状；气体受压，体

积就要减小。这种形状和体积的变化叫做形变。任何物体在力的作用下都要发生形变，只是程度不同而已。因此力的又一效果是使物体发生形变。综合以上所述得出力的概念：

力是一个物体对另一个物体的一种作用。力的作用效果是改变物体的运动状态或使物体发生形变。

人们在实践中发现，力不仅有大小，而且有方向。起重机用钢索提起货物，货物受到的力是向上的；机车拉着车厢前进，车厢受到的力是向前的。同时，力的作用效果还跟力在物体上的作用点有关。例如用扳手拧螺母时，手捏在不同的部位，产生的效果就有所不同。我们把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

在图形中，我们可以用一条带箭头的线段把力的三要素直观地表示出来：线段的长短和力的大小成正比，箭头的指向表示力的方向，箭头的起点表示力的作用点，这种方法叫做力的图示法。

§1.2 弹力 固体的弹性和范性

我们知道，固体在力的作用下所发生的形状和体积的变化，叫做形变。

物体发生形变时，内部会产生恢复原来形状的抵抗力，这个力叫做弹性力，简称弹力。形变越大，反抗变形的弹力也越大；形变消失，弹力也跟着消失。弹力的方向为恢复形变的方向，与外加作用力相等相反。物体在外力除去以后，能够恢复原来形状和体积的性质，叫做弹性。

如果用力过大，即使除去外力，物体不再恢复原状。要使物体能恢复原状，所受作用力，要有一定限度。在这个限度内，物体能够恢复原状；超过这个限度，物体就不能恢复原状。这个限度，我们把它叫做弹性限度。物体受力到超过弹性限度，则所产生的形变不能完全复原。物体的这种性质，叫做范性。

各种物质都有弹性和范性。不同物质的弹性限度是不同的。钢、铁、橡皮等物质的弹性限度比较大，因而在通常的情况下，它们常常显示出弹性，而不显示出范性。所以这类物质叫做弹性体。铅、蜂蜡等的弹性限度比较小，弹性并不显著，叫做范性体。

同一物质的弹性限度也不是固定不变的，它随着温度的升高而减小。例如钢在平常温度下弹性限度很高，如果把它加热烧红，弹性限度就减小，我们可以把它打成各种不同的形状。所谓“趁热打铁”就是用升高温度的办法，使铁的弹性限度减小，利用它的范性比较容易地制成各种不同形状的器件。

实验发现，在弹性限度内，物体在外力作用下发生的形变跟它所受的外力成正比。这个规律叫做胡克定律。

以弹簧为例，胡克定律可用数学式表达如下：

$$F = KX \quad (1.1)$$

式中 X 是弹簧在拉力（或压力） F 作用下所伸长（或缩短）的长度， K 是弹簧的倔强系数。各种弹簧的倔强系数不同，与材料性质、粗细、簧圈大小和圈数多少有关。粗钢丝弹簧 K 值大，细铜丝弹簧 K 值小。

〔例1〕 一根弹簧，不悬挂重物时，长150毫米，悬挂300

克的重物时，长为 165 毫米；问悬挂 500 克的重物时，弹簧长多少？

〔解〕 根据胡克定律知道，弹簧的伸长和所受外力成正比。现在弹簧不悬挂重物时，长 150 毫米，悬挂 300 克的重物时，长 165 毫米。可见，悬挂 300 克的重物后使弹簧伸长

$$165 \text{ 毫米} - 150 \text{ 毫米} = 15 \text{ 毫米}。$$

悬挂 300 克的重物时，伸长 15 毫米，那么悬挂 500 克的重物时将伸长多少呢？假定悬挂 500 克的重物时是在它的弹性限度以内，那么根据胡克定律，它们应该成正比，即

$$300 \text{ 克} : 500 \text{ 克} = 15 \text{ 毫米} : l，$$

$$\therefore l = \frac{500 \text{ 克} \times 15 \text{ 毫米}}{300 \text{ 克}} = 25 \text{ 毫米}。$$

弹簧原长 150 毫米，现在又伸长 25 毫米，所以悬挂 500 克的重物时，弹簧的长度应为

$$150 \text{ 毫米} + 25 \text{ 毫米} = 175 \text{ 毫米}。$$

〔例 2〕 一根弹簧，下端悬挂 250 克的重物时，伸长 6 毫米。现在不悬挂重物，而用力拉住这根弹簧的下端，使它伸长 1.8 厘米。问手的拉力是多少？

〔解〕 直接应用胡克定律：

$$250 \text{ 克} : x = 6 \text{ 毫米} : 18 \text{ 毫米}$$

$$\therefore x = \frac{250 \text{ 克} \times 18 \text{ 毫米}}{6 \text{ 毫米}} = 750 \text{ 克}$$

即手的拉力是 750 克。

注意列出比例式时，同一物理量的单位必须相同。如例 2

中弹簧的伸长都用毫米表示，力单位都用克表示。

习 题 1.2

1. 一根弹簧原长200毫米，下端悬挂200克的重物时，它的长度变为210毫米，问悬挂500克的重物时，它的长度是多少？

2. 把一个物体悬挂在上述弹簧的下端，弹簧的长度是224毫米，问这个物体的重量是多少？

3. 一根金属导线长10米，在5公斤力的作用下伸长0.5厘米。问在10公斤的拉力作用下，导线全长多少？

4. 一根弹簧当它悬挂600克的重物时，长200毫米；悬挂400克的重物时，长190毫米。问悬挂500克的重物时长多少？〔提示：先求弹簧未悬挂重物时的长度。〕

5. 货车车厢里装10吨重的货物时，车厢下面的弹簧被压缩0.2厘米。如果装40吨重的货物时，弹簧被压缩多少？〔注意：弹簧受压缩时和伸长一样，也遵从胡克定律。〕

§1.3 重力 比重

物体由于受到地球的吸引力，所以任何物体在地面附近都有重量。重量又叫重力。

国际上取一块铂铱合金制成的圆柱体（原器）在纬度为 45° 的海平面上的重量作为重量的标准。（这个原器保存在巴黎的国际度量衡局中）。这个重量的单位叫做1千克。在温度为 4°C 时一升纯水的重量是1千克。

同一物体在地球上不同纬度与不同高度的各处，重量不同，所以标准重量单位，选定以北纬 45° 海平面上的重力为准。

同一物体为什么在不同的地方有不同的重量？这个问题，

留待后面再行讨论。

体积相同材料不同的各种物体，往往轻重不同。例如，铝球比同大的铁球轻得多，这种体积相同而重量不同的差异，反映出各种物质内部结构不同，性质不同，为了表示物质的这种特性，我们引入比重的概念：

某物质单位体积的重量，叫做这种物质的比重。如果用 d 表示比重，用 G 表示重量，用 V 表示体积，则

$$d = \frac{G}{V} \quad (1.2)$$

常用的比重单位有克/厘米³、千克/分米³和吨/米³。由于：

$$1 \text{ 吨} = 1000 \text{ 千克} = 1000 \times 1000 \text{ 克},$$

$$1 \text{ 米}^3 = 1000 (\text{分米})^3 = 1000 \times 1000 \text{ 厘米}^3,$$

$$\text{所以 } 1 \text{ 吨/米}^3 = 1 \text{ 千克/}(\text{分米})^3 = 1 \text{ 克/厘米}^3$$

可见，同一种物质的比重，用上述三种单位表述时，其数值都是一样的。值得注意的是，比重还可以采用其他单位，如气体的比重有时用公斤/米³等。同一物质的比重采用这种单位时，数值就不相同。

比重是物质的特性之一，它是我们选择材料时必须考虑的因素之一。例如飞机上的许多金属部分，我们不用钢来做，而用和钢同样坚固的铝来做，就是因为铝的比重比钢小。利用比重，还可以鉴别物质，求出不能直接称量的物体的重量，也可以求出形状比较复杂的物体体积。

〔例 1〕 把一块重 50 克的金属，投入盛水 820 立方厘米的量筒中后，水面升到 823 立方厘米的地方，试问这块金属是否

表1.1

普通物质的比重表

(克/厘米³、千克/分米³、吨/米³)

物 质	比 重	物 质	比 重
金	19.3	冰	0.9
铅	11.4	木 料	0.4~0.8
铜	8.9	玻 璃	2.5~2.7
铁、钢	7.8	水 银(0℃)	13.6
铝	2.8	海 水(15℃)	1.03
铝	2.7	水 (4℃)	1.00
镍	8.8	煤 油(15℃)	0.8
银	10.5	汽 油(15℃)	0.70
		酒 精(18℃)	0.79

为纯金?

〔解〕 这块金属的体积 $V = 823 \text{厘米}^3 - 820 \text{厘米}^3 = 3 \text{厘米}^3$

用比重公式求出它的比重 $d = \frac{G}{V} = \frac{50}{3} = 16.6\cdots \approx 16.7 \text{克/厘米}^3$

米³。

查表1.1, 纯金的比重为 19.3 克/厘米³, 所以这块金属不是用纯金制成的。

〔例2〕 3米³的水完全结成冰, 求冰的体积。

〔解〕 水结成冰, 体积改变, 比重不同, 重量不变。

$$\text{冰重 } G = \text{水重} = 1 \frac{\text{吨}}{\text{米}^3} \times 3 \text{米}^3 = 3 \text{吨},$$

查表1.1, 冰的比重 $d = 0.9 \frac{\text{吨}}{\text{米}^3}$,

$$\text{冰的体积 } V = \frac{G}{d} = 3 \text{ 吨} + 0.9 \frac{\text{吨}}{\text{米}^3} = 3.33 \text{ 米}^3$$

〔例3〕在翻砂铸造工艺中，工人师傅常常利用材料的比重来计算浇铸一只零件所需要的铁水重量。当木模的比重是0.49千克/分米³时，简便的计算方法是：称出木模的重量，然后乘以16，即得所需的铁水量。这是什么道理？

〔解〕用 d_1 、 G_1 、 V_1 分别表示铁水的比重、重量、体积，用 d_2 、 G_2 、 V_2 分别表示木模的比重、重量、体积。

$$\because G_1 = V_1 d_1, \quad (1.3)$$

$$G_2 = V_2 d_2, \quad (1.4)$$

(1.3)除以(1.4)得：

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{V_1 d_1}{V_2 d_2}$$

因铁水的体积和木模的体积相等，所以

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad (1.5)$$

已知 $d_1 = 7.8$ 千克/分米³， $d_2 = 0.49$ 千克/分米³，代入(1.5)得

$$G_1 = \frac{d_1}{d_2} G_2 = \frac{7.8}{0.49} \times G_2 = 16 G_2$$

这就证明了浇铸一个零件需要的铁水重量是木模重量的16倍。

习 题 1.3

1. 有一空瓶重12.6克，充满水后重62.8克。问如果此瓶中充满比重为1.2克/厘米³的食盐溶液，应该为多少重？

2. 一立方体的冰，每边4厘米，熔解成水后的体积为58.24立方厘米，