

护 士 教 材

医 用 物 理 学

中国人民解放军总后勤部卫生部

一 九 八 〇 年 十 月

R312

5-2

3

医 用 物 理 学

《医用物理学》编写组主编



一九八〇年十月

A912905

护 士 教 材

医 用 物 理 学

中国人民解放军总后勤部卫生部

*

中国人民解放军战士出版社出版发行

中国人民解放军第一二〇一厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 6 $\frac{1}{2}$ 印张 145,000 字

1980 年 10 月第一版(北京)

1980 年 10 月第一次印刷

目 录

绪 论	1
第一章 力 学	3
第一节 力学基本知识	3
一、力的概念	3
二、牛顿运动定律	3
三、几种常见的力	6
四、力的合成	11
五、有固定转轴的物体的平衡	14
六、离心分离器	16
七、功和能	18
第二节 流体力学	23
一、压力与压强	24
二、液体的压强及其测量	25
三、血压测量	26
四、大气压强、气体压强	28
五、正压和负压	31
六、虹吸现象	33
七、气体流速与压强的关系、空吸作用	34
八、气体栓塞	36
九、液体比重的测量	37
十、实际液体的流动与血液循环	38
第二章 振动、波动与声学	43
第一节 振动与波动	43
一、振 动	43

二、波 动	44
第二节 声 学	46
一、声的产生与传播	46
二、声调和声强	49
三、乐音和噪音	50
四、听诊、叩诊与声学	51
五、声频、超声波	51
第三章 分子运动论和热学	55
第一节 分子运动论	55
一、扩散现象	55
二、布朗运动	57
第二节 热 学	58
一、热的本质	58
二、温度的概念及实质	59
三、温度计、热胀冷缩	60
四、温度与生命、体温及其使用	63
五、热 量	65
六、热和功	67
七、物态变化	68
八、热的来源和传播	76
第四章 电 学	79
第一节 静电学初步知识	79
一、电荷、电场	79
二、电量、电位	81
第二节 直流电路	82
一、电 路	82
二、电流、电流强度	84
三、电阻、电阻定律、电阻率	87
四、电压、部分电路的欧姆定律	90

五、电源、电动势、全电路的欧姆定律	92
六、电 池	94
七、电阻串联、并联时的电流、电压和总电阻	96
八、电功、电功率、电流的热效应	99
第三节 磁与电、交流电简介	102
一、永磁体的磁场	102
二、电流的磁场	106
三、磁场对通电导体的作用	107
四、电磁感应、交流发电机	110
五、变压器、电能输送	114
第四节 无线电电子学初步知识	116
一、常用电子元件	116
二、振荡电路、高频电的医疗应用	126
三、电磁极	129
第五节 用电常识	136
一、照明电路概况	136
二、白炽灯及其安装	136
三、导线和保险丝的选择	138
四、配电盘	140
五、照明电路的一般检修	141
六、安全用电	143
第六节 生物电简介	146
一、膜电位	146
二、兴奋时膜电位的变化	148
三、生物电的描记	150
四、心电示波器	152
第五章 光 学	156
第一节 几何光学	156
一、光的传播	156

二、光的反射	158
三、平面镜、凹面镜	159
四、光的折射、棱镜	162
五、透 镜	165
六、几何光学与眼	169
七、显微镜	172
第二节 物理光学	175
一、光的本质	175
二、色散、光谱	176
三、红外线和紫外线	179
四、X 射线	181
五、原子和发光现象	183
六、激 光	185
第六章 原子核物理	183
第一节 原子结构和原子能	188
一、原子的结构	188
二、原子的核式结构	190
三、核外电子	192
四、原子核	193
五、原子能及其释放	195
第二节 放射性同位素及其在医学的应用	200
一、放射性同位素	200
二、放射性同位素示踪作用的医学应用	201
三、放射性强度、放射线剂量及防护	206

绪 论

自然界是由运动着的物质组成的。

有些物质，我们能够感觉到它们的存在，如人体、水、空气等等；有些物质，我们不能直接感觉到它们，如非常微小的分子、原子、电子或者看不见、摸不着、听不到的超声波、电磁场、放射线等，但是，可以借助仪器进行探测，证实它们的存在。

星体在转动、江河在奔腾、空气在流动，分子、原子、电子也都在动。所以说没有不运动的物质，也没有无物质的运动。无论位置移动、状态变化，或者热、声、光、电、核爆炸等等各种自然现象都是物质运动的表现，整个自然界就是运动着的物质。

物理学是一门研究一切最基本、最普遍的物质运动形态和规律的自然科学。因而物理学也是一门研究整个自然科学基础理论的科学。

医学中的生命现象、发病机制、治疗作用……各种过程再复杂，也不外乎是物质的运动，也都是以最基本、最普遍的运动形态和规律作为基础的。因此，学习物理学知识，了解和掌握某些物质运动的最基本、最普遍的形态和规律，对于学习医学科学进而做好护理工作，无疑是非常必要的、不可缺少的。例如，没有流体力学的知识，怎么能真正懂得血液循环？不了解大气压强及负压的概念，怎么能真正理解呼吸运动？不清楚热的本质，怎么能明白什

么是温度？不知道什么是声、光及其性质，怎么能学好耳科、眼科？……没有物理学知识，就是测体温、量血压、抽胃液及其它医护操作也往往是知其然，不知其所以然。”

人类几千年的文明史上，物理学的每一项重大成就，都推动了整个自然科学和生产力的发展（如蒸汽机、电、原子能等等）。物理学成就对于医学科学的作用，也不例外。众所周知，在现代医学中，物理学的成就如超声波、红外线、紫外线、X射线、激光、半导体、高频电、生物电显示、放射性同位素等，正在广泛的应用。这也要求我们，应该具有物理学的科学普及知识，和与医学护理专业有关的物理学知识。

在学习医用物理学时，同志们应注意通过自然现象的观察和科学实验的分析，着重于理解其中的道理，并且做到理论联系实际，把物理学原理与医学科学、临床工作有机地联系起来，这样就能收到较好的学习效果。

第一章 力 学

第一节 力学基本知识

一、力的概念

力的概念，最初是和肌肉紧张相联系的。比如人们举起重物或推动车辆前进时，肌肉紧张，就说在用“力”。

可是，其它物体也具有与人体肌肉紧张产生效果相同的作用。比如起重机可以提起重物，火车头可以带动列车奔驰。所以说，它们也具有“力”。

那么，怎么总结力的概念呢？分析上面谈到的各种力，分别是人对重物或车辆的作用，起重机对重物的作用，火车头对列车的作用——都不外乎是一个物体对另一个物体的作用。因此可以说，力是一个物体对另一个物体的作用。

二、牛顿运动定律

广大的自然界里，充满着各种各样、千变万化的运动。可是直到十六世纪以前，人类对于各种运动产生的真正原因，还是模糊不清的。十七世纪末叶，英国科学家牛顿(I. Newton)总结前人的经验，经过深入地研究，提出了作为动力学基础的三个定律(通称牛顿运动定律)，从理论上阐明了力与运动(非常微小的粒子超过光速的运动除外)的科学关系。

(一)牛顿第一定律

如果物体不受外力的作用，它将保持原有的静止状态或匀速直线运动状态。

物体的这种特性，叫做惯性。行驶的汽车忽然刹车时，乘客向车前进方向倾倒，就是一种颇为常见的惯性现象。物体不受外力时保持静止状态的例子几乎到处可见，例如如果不从弹箱里取出手榴弹，手榴弹就是静止在弹箱里的。至于手榴弹被掷出去以后，为何并未做匀速直线运动，而是飞出了一段距离后就又落在地上了呢？这是因为它在运动中受到空气的阻力、地球的吸引力等外力的作用。可以设想，如果没有这些外力的作用，手榴弹被掷出之后，将沿着直线，朝着无限的远方匀速飞行出去。

(二)加速度和牛顿第二定律

1. 加速度的概念

在每秒钟内运动物体速度的变化，叫做加速度。如果运动物体的初速度是 V_0 ，经过时间 t 秒钟后的末速度达到 V_t ，那么该物体运动的加速度 a 便是：

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}$$

加速度的单位是由速度单位和时间单位决定的。如果速度(V_0 、 V_t)的单位用米/秒，时间(t)的单位用秒，则加速度(a)的单位便是 $\frac{\text{米/秒}}{\text{秒}}$ ，简写成米/秒² (读作米每秒平方)*，它表示为每秒钟内速度的变化是多少米/秒。例如一架飞机飞经 A 城上空到 B 城上空的航程中，飞经 A 城上空时的速度(V_0)为 300 米/秒，经过 20 秒钟的时间(t)，飞

* 一九七七年五月二十七日国务院发布施行《中华人民共和国计量管理条例(试行)》，该条例规定：“我国的基本计量制度是米制(即“公制”)，逐步采用国际单位制。”本教材尽量向国际单位制靠拢，但考虑到原有的习惯，必要之处加了相应的说明。

到 B 城上空时的速度(V_1)为 340 米/秒, 那么此飞机在这段航程中的加速度即为 $\frac{340 \text{ 米/秒} - 300 \text{ 米/秒}}{20 \text{ 秒}} = \frac{40 \text{ 米/秒}}{20 \text{ 秒}} = 2 \text{ 米/秒}^2$ 。加速度还可使用厘米/秒² 作单位。

2. 牛顿第二定律

物体受到外力作用时, 获得的加速度(a)的大小和外力(F)的大小成正比, 和物体的质量(m)成反比, 加速度的方向和外力的方向相同。

例如, 加大发射火药的推送力, 炮弹在炮膛内就能产生较大的加速度; 歼击机在空战中抛掉副油箱后, 减小了机体的质量, 就可以获得更大的加速度。这些都说明 a 与 F 成正比, a 与 m 成反比。

牛顿第二定律也可用公式来表示, 即:

$$a = \frac{F}{m}, F = ma$$

在此, 物理学中选定牛顿(为纪念这位科学家)和达因作为力的单位。能使质量为 1 千克的物体产生 1 米/秒² 的加速度的力规定为 1 牛顿; 能使质量为 1 克的物体产生 1 厘米/秒² 的加速度的力规定为 1 达因。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 牛顿} &= 1 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}^2 = 1,000 \text{ 克} \times 100 \text{ 厘米/秒}^2 \\ &= 100,000 \text{ 克} \cdot \text{厘米/秒}^2 = 10^5 \text{ 达因} \end{aligned}$$

3. 牛顿第二定律与人体

牛顿第二定律对于医学也有重要意义。例如, 血液所以能够从心脏中以一定的加速度射入血管中, 从而循环运动, 就是以心肌的收缩力作为动力的, 如果心力衰竭, 心肌收缩力下降甚至为零时, 血液从心脏射出的加速度就会降低甚至为零, 血液循环运动行将发生障碍甚至停止。

(三) 牛顿第三定律

如果一个物体以力作用于另一个物体时，另一个物体也将有力作用于这一物体。这两个物体间的作用力(F_1)和反作用力(F_2)总是大小相等，方向相反。即：

$$F_1 = -F_2$$

(式中负号表示二力的方向相反)

例如，用手提起水桶时，手给水桶一个垂直向上的力，同时，水桶也给手一个大小相等、垂直向下的力。这就表现为作用力和反作用力大小相等方向相反。

三、几种常见的力

力学中常见的力主要有三种类型：重力、弹力、摩擦力。

(一) 重力

1. 万有引力

牛顿在前人成就的基础上，通过长期对行星运动规律和地球对地面物体的吸引力进行的研究，得出了如下结论：任何两个物体都是相互吸引的，引力的方向在两个物体的连接线的方向上，引力的大小与两个物体质量的乘积成正比，与它们之间的距离的平方成反比。这个结论就是万有引力定律。

如果用 M_1 和 M_2 表示两个物体的质量，用 r 表示它们之间的距离，用 F 表示它们相互作用的引力，那么万有引力定律可以用下面的公式表示：

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

式中的 G 是比例常数，叫做万有引力恒量。从实验的

结果知道，两个质量都是1克的物质，相距1厘米时，它们相互作用的引力是 $\frac{1}{15,000,000}$ 达因。

2. 重力、自由落体运动

地球对地面物体的吸引力称为重力。

炸弹离开机舱后，在重力作用下，迅速落向地面。如果物体只受到重力的作用(排除空气阻力等其他因素的影响)，从地面附近的自由下落，就叫做自由落体运动。早在十六世纪，意大利物理学家伽利略(G. Galilei)就曾在比萨斜塔上将不同的重物同时落下，发现它们几乎在同一时刻到达地面；后来人们又用多种实验对自由落体运动进行了研究。现已证明：自由落体运动是一种垂直向下、均匀加速的运动，在同一地点，任何物体做自由落体运动时的加速度都是相同的，近似于9.8米/秒²，称为重力加速度。

3. 重量和质量

物体的重量(W)，是一种力，就是重力。我们已经学过： $F=ma$ ，就不难理解， $W=mg$ 。设质量为 m_1 的物体的重量为 W_1 ，质量为 m_2 的物体的重量为 W_2 ，则 $W_1=m_1g$ ， $W_2=m_2g$ 。因为 $g=g$ ，所以如果 $m_1=m_2$ ，则 $W_1=W_2$ 。也就是说，在地球上同一地方(g 相同为定值)的两个物体，如果它们的质量相同，那么它们的重量也是相同的。天平就是根据这个道理用比较重量的方法来测量物体的质量(天平原理见后)；日常生活中使用的重量单位，则是通过质量来确定的——人们用铂铱合金做了一个圆柱形的标准砝码(保存在巴黎国际度量衡局里)，其质量定为1千克；它在地球纬度45°海平面上所具有的重量作为重量单位；1千

克力。*作为1千克力的辅助单位还有1吨力、1克力。
1吨力=1000千克力,1千克力=1,000克力。上述日常生活中常用的重量(亦重力)单位与物理学中专用的力的单位的换算关系是这样的:

$$1 \text{ 千克力} = 1 \text{ 千克} \times 9.8 \text{ 米/秒}^2$$

$$= 9.8 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}^2 = 9.8 \text{ 牛顿},$$

$$1 \text{ 克力} = 1 \text{ 克} \times 980 \text{ 厘米/秒}^2$$

$$= 980 \text{ 克} \cdot \text{厘米/秒}^2 = 980 \text{ 达因}.$$

质量与重量虽然是有两个有密切联系的物理量,但它们又是本质上完全不同的两个物理量。质量表示物体所含物质的多少,是没有方向性的物理量——标量;重量则是一种力(重力),是有方向性的物理量——向量,它随离地心的近或远而有所增减,是一个变量。

4. 医学中的几个重力现象

地球上的任何物体,包括人体在内,都要受到重力的作用,因此重力对于医学也颇具意义。例如,人体内循环流动的血液,也受到了垂直向下的重力的作用。在护理、抢救某些伤病员时,伤病员常取卧位,原因之一就是卧位时头部位置较低,因此受到重力作用的血液对大脑的供给就比直立或坐位时为充分。而某些心力衰竭的病人却要取端坐位、两腿下垂,因为这样心脏的位置较高,受到重力作用的血液从位置较低的两下肢重返心脏的回流量有所减少;从而可以减轻心脏的负荷。心力衰竭时,使血液流动的动力减弱了,受到重力作用的血液就部分地淤滞在人体

* 力的单位目前尚不统一,有的用千克,有的用千克力。为了把力的单位和质量的单位区别开来,本教材力的单位采用千克力,质量的单位采用千克。

较低的部位，这便是心衰时，常见下肢水肿的主要原因。人体的内脏也受到重力的作用。在腹肌无力等病理条件下，胃、肾、肝等脏器受到垂直向下的重力持久地作用，可以发生胃、肾、肝下垂等疾病。

(二)弹 力

1. 弹性、弹力的概念

当用手对橡筋或弹簧施加一定的外力时，橡筋或弹簧可被拉长；当松开手，外力去除后，橡筋或弹簧又能恢复原有的长度。并且，橡筋或弹簧由拉长状态到恢复原来长度的过程中，可产生一定的力。使物体产生形变的外力停止作用后，物体又能恢复它原来的形状，这种性质叫

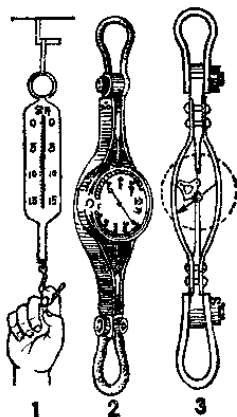


图 1-1

1. 弹簧称 2. 拉力计 3. 握力计

做弹性。物体受到外力作用发生形变时，在物体内部出现的一种使它恢复原状的力叫做弹力。

实验证明，在一定的弹性限度内，弹性物体发生的形变与受到的外力成正比。弹簧称、拉力器、握力计(图1-1)就是根据这个道理制成的。

2. 人体中的弹力

人体的组织、器官，也具有一定的弹性和弹力。例如，人体的皮肤就具有一定的弹性；其弹性的减退，常常是脱水，营养不良或衰老的表现。人体的心肌和大动脉管壁具有相当大的弹力，它们是决定心收缩力和动脉血压的重要因素。

(三)摩擦力

1. 摩擦力、摩擦系数

一个物体在另一个物体表面上运动时，总要受到一个阻碍它运动的作用力，这种力叫做摩擦力。摩擦力的方向和物体相对运动的方向相反。实验指出，摩擦力(f)的大小总是和正压力(N)成正比，其比值叫摩擦系数(μ)。用公式表示，即：

$$f = \mu N$$

摩擦系数 μ 的数值与两个物体的接触面(摩擦面)的材质、表面粗糙程度有关。下表所列是一些物质之间的滑动摩擦系数。

2. 人体内的摩擦力

在人体内也存在着各种摩擦力。例如，在骨与骨相连接的关节处，就存在着摩擦力；关节囊内含有少量滑液的作用之一，就是减少运动时骨与骨接触面上发生的摩擦力，减轻磨损，并使肢体活动较为灵便。血液在血管中流动时，