

物 理 讲 义

(试 用)

六-177

第四军医大学

1973年9月

目 录

第一章 物质的一些特性.....	(1)
1—1 重量和比重.....	(1)
1—2 压力和压强.....	(2)
1—3 液体中的压强.....	(3)
1—4 浮力定律、比重计.....	(4)
第二章 分子运动及物态变化.....	(8)
2—1 分子运动的概念.....	(8)
2—2 气体的压强.....	(8)
2—3 蒸发.....	(10)
2—4 饱和汽和饱和汽压.....	(11)
* 2—5 沸腾.....	(13)
* 2—6 湿度.....	(11)
第三章 机械运动.....	(18)
3—1 机械运动.....	(18)
3—2 速度.....	(18)
3—3 加速度.....	(18)
3—4 牛顿第一定律.....	(19)
3—5 牛顿第二定律.....	(20)
3—6 牛顿第三定律.....	(22)
第四章 功和能.....	(24)
4—1 功.....	(24)
4—2 功率.....	(25)
4—3 能.....	(26)
4—4 热量 热功当量.....	(30)
4—5 能量守恒和转换定律.....	(32)
第五章 振动与波.....	(34)
5—1 振动.....	(34)

5—2	波动	(35)
5—3	波长、波速和频率的关系	(37)
5—4	声	(37)
5—5	超声	(39)
第六章 静电学		(42)
6—1	电荷与电量	(42)
*6—2	电荷间的相互作用定律	(43)
6—3	电场及电场强度	(43)
6—4	电势及电势差	(46)
6—5	电容器 电容	(48)
第七章 电 流		(50)
7—1	电流和电流强度	(50)
7—2	部分电路的欧姆定律 电阻	(52)
7—3	电阻的串联和并联	(54)
7—4	电功和电功率	(55)
7—5	电流的热效应	(57)
7—6	交流电 脉冲电	(58)
第八章 电磁现象		(61)
8—1	磁场	(61)
8—2	电流的磁场	(62)
8—3	电磁感应	(63)
8—4	互感及其应用	(64)
8—5	自感现象	(66)
8—6	磁场对电流的作用	(67)
8—7	动圈式测量仪表	(69)
第九章 电子学的基本知识		(74)
9—1	半导体	(74)
9—2	半导体二极管	(75)
9—3	二极管整流电路	(76)
9—4	二极电子管	(79)
9—5	晶体三极管及其放大作用	(79)
9—6	三极电子管	(81)
9—7	电磁振荡	(82)

*第十章 医用电子仪器	(87)
10—1 生物电的放大	(87)
10—2 电疗机	(90)
10—3 刺激器	(92)
第十一章 透镜及其成象	(95)
11—1 光的反射与折射	(95)
11—2 通过平面玻璃及棱镜的光线	(96)
11—3 透镜	(97)
11—4 透镜成象及其作图法	(99)
*11—5 透镜公式	(101)
11—6 眼睛的光学常识	(102)
11—7 放大镜 显微镜	(103)
第十二章 光的一些性质	(107)
12—1 光的色散及光谱	(107)
12—2 红外线	(108)
12—3 紫外线及萤光	(109)
12—4 X射线	(110)
12—5 光电效应	(112)
*12—6 光的本性	(114)
第十三章 放射性	(115)
13—1 原子核的结构	(115)
13—2 放射性同位素和核衰变	(115)
13—3 放射性强度	(118)
*13—4 放射线的剂量	(118)
13—5 放射性同位素在医学上的应用	(119)

物 理 实 验 目 录

实 验 一	压强实验.....	(122)
实 验 二	热功当量实验.....	(125)
实 验 三	电工实验 (一)	(127)
实 验 四	电工实验 (二)	(129)
实 验 五	测量电流与电压.....	(130)
实 验 六	晶体二极管与整流.....	(133)
实 验 七	晶体三极管及振荡器实验.....	(136)
实 验 八	光的折射和反射.....	(138)
实 验 九	透镜及其成象.....	(141)
实 验 十	X光机示教实验.....	(143)
实验十一	光电比色计示教实验.....	(147)

第一章 物质的一些特性

革命导师列宁指出：“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西，物质是我们感觉到的客观实在。”承认不承认组成自然界的千千万万种物质是客观存在的，这是唯物论的反映论和唯心论的先验论长期斗争的根本分水岭。

物质的特性是物质存在的表现形式，也是构成物质世界形形色色、千差万别的内部依据。

下面研究几个主要的物质的力学特性。

1—1 重量和比重

大家都知道，地球上的一切物体，轻则如空气，重则如钢铁，它们虽有轻重之不同，但是它们却都有一定的重量。

物体的重量是由于地球的吸引作用使物体所受到的力，因此重量又称重力。地球上任何物体，包括人在内，都要受到地球的这种吸引力的作用，所以它们都有重量。

物体的重量可用弹簧秤及其他衡器测出，它的单位通常取克重和千克重（即公斤），这也是其他力的常用单位。

在日常生活中我们常说铁比木重，水比油重，这当然指同体积的铁和木，同体积的水和油说的。不然，一只铁钉难道比一块木板重吗？一滴水难道比一杯油重吗？

为了明确物质的轻重，常用单位体积的重量作比较。例如一厘米³的某种木材的重量是0.5克重，1厘米³的水的重量是1克重，1厘米³的铁的重量是7.8克重，1厘米³的水银的重量是13.6克重。单位体积物质的重量叫做物质的比重，或者更确切地说：物质的比重就是该物质组成的物体的重量跟它的体积的比，它是表示物质轻重的物理量。如用 d 表示比重，用 W 表示重量，用 V 表示体积，就可以写出：

$$d = \frac{W}{V} \quad \text{或} \quad W = dV \quad \dots\dots\dots 1-1$$

这里重量的单位常取克重，体积的单位常取厘米³，所以常用的比重单位是克重/厘米³。如水的比重为1克重/厘米³，铁的比重为7.8克重/厘米³。现将常见的一些物质的比重列于表1—1里。

表 1—1

物质	比重(克重/厘米 ³)	物 质	比重(克重/厘米 ³)	物 质	比重(克重/厘米 ³)
金	19.3	铝	2.7	水	13.6
银	10.5	玻 璃	2.4—2.6	煤	0.8
铜	8.9	木 材	0.4—1.1	血 液	1.052—1.064
铁	7.8	骨	1.92—1.99	尿	1.015—1.025
铅	11.3	冰	0.91	空 气	0.001293
锡	7.3	水	1		

根据公式 1—1，如果称得物体的重量，测得物体的体积，则可求出比重来；如果知道物质的比重，又测得物体的体积（重量），则可求出物体的重量（体积）来。

〔例题〕：已知一合金块长20厘米，厚2厘米，宽10厘米，有4.56千重。求另一块比重相同，体积为500立方厘米的合金块的重量。

解：因为合金块的体积 $V = 20 \times 10 \times 2 = 400$ 立方厘米，它的重量 $W = 4560$ 克重。

根据公式 1—1， $d = \frac{W}{V}$ ，该合金的比重 $d = \frac{4560 \text{ 克重}}{400 \text{ 厘米}^3} = 11.4 \text{ 克重/厘米}^3$ 。

另一块合金的重量 $W' = dV' = 11.4 \text{ 克重/厘米}^3 \times 500 \text{ 厘米}^3 = 5.7 \text{ 千重}$ 。

1—2 压力和压强

人站在地面上，由于人有一定的重量，人就压着地面，对地面有一定的作用力；车子停在路上，车轮压着路面，对路面有一定的作用力；一幢房子，上层的砖压下层的砖，所有的砖都压在地基上，对地基也有一定的作用力。在这里说的地面、路面、地基都是叫做支承物，它们所受的力是跟它们的面垂直的。支承物上所受的跟其表面垂直的力，叫做压力。

压力并不全是由物体的重量产生的。用手往墙上按图钉，手通过图钉对墙面也有一个压力。

人们在实践中发现，压力在支承物上引起的反应或产生的效果，不仅与压力的大小有关，而且与在支承物上发生作用的面积有关。例如挑担子，大家都是把扁担的平面而不是把它的侧边压在肩上，原因就是以增大接触面而减小单位面积上所受的压力；又如我们在稀泥地上行军，脚常会陷得很深，而如果在稀泥地上铺一块木板，人在木板上行走，木板就陷得比较浅。这也是由于将人的重量分布在比较大的面积上了。假设木板的面积是鞋底面积的30倍，如果不考虑木板的重量，那么铺上木板的时候，稀泥地每单位面积上所受的压力就等于没有木板的时候的1/30，所以就陷得比较浅了。人们为了反映这种差别而把压力和压力的作用面积联系起来，形成了一个叫做压强的新概念。压强就是支承物单位面积上所受的压力，或者说压力与受力面积的比叫做压强。如果用 F 表示压力，用 S 表示受力面积，用 P 表示压强，则三者的关系为：

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{或} \quad F = PS \quad \dots\dots\dots 1-2$$

由 1—2 式可知，同样大小的压力，作用面积越小，压强越大；作用面积越大，压强越小。而同样大小的压强，作用面积不同，压力的大小也不同。压强的单位通常用克重/厘米²和公斤/厘米²。

大家注意观察一下，农业上用的履带拖拉机和军事上用的坦克都加上履带目的就是为了增大与地面的接触面，从而减小压强，以便于在松软的或潮湿的地面上行驶；而注射针头，针灸针，各种钉子则都作成尖的，也是为了缩小作用面积，而得到较大的压强，使容易刺入被刺物体。不仅如此，我们人体的脊柱，越往下越粗，也就是横截面越往下越大，因而可承受的压力也就越往下越大。

〔例题〕：放在砂上的砖重2.6公斤，长24厘米，宽12厘米，厚6厘米，求这块砖平放，侧放，竖放的时候所产生的压强？

解：平放的时候，砖和砂的接触面积是：

$S_1 = 24\text{厘米} \times 12\text{厘米} = 288\text{厘米}^2$ ，压力 $F = 2.6\text{公斤} = 2600\text{克重}$ ，根据公式 1—2，

$$P_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{2600\text{克重}}{288\text{厘米}^2} = 9.0\text{克重/厘米}^2。$$

同样侧放的时候，砖和砂的接触面积是：

$S_2 = 24\text{厘米} \times 6\text{厘米} = 144\text{厘米}^2$ 。

$$\text{压强 } P_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{2600\text{克重}}{144\text{厘米}^2} = 18\text{克重/厘米}^2。$$

同样竖放的时候，砖和砂的接触面积是：

$S_3 = 12\text{厘米} \times 6\text{厘米} = 72\text{厘米}^2$ 。

$$\text{压强 } P_3 = \frac{F}{S_3} = \frac{2600\text{克重}}{72\text{厘米}^2} = 36\text{克重/厘米}^2。$$

从这个例题可以看出，同样大小的压力，作用在不同的面积上，所产生的压强是不同的。

1—3 液体中的压强

图 1—1 所示为一盛了液体的容器。因为液体和固体一样也有重量，所以容器里的液体对容器底也要产生压力，即也有压强。不仅如此，由于液体的可流动性，容器里的液体对器壁也产生压强（侧压强）。如若在器壁上打个洞，液体就会源源不断往外流，这就说明了液体对器壁压强的存在，即说明了液体具有传递压强的特性。

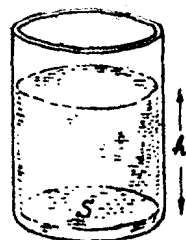


图 1—1 液体压强

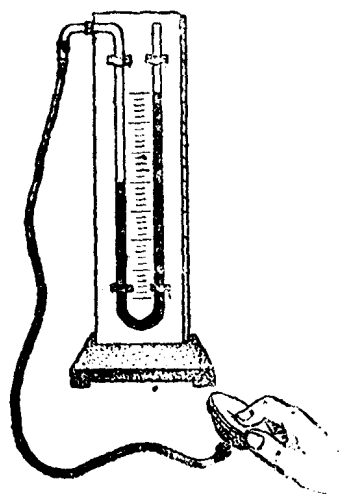


图 1—2 U形压强计

那么液体内部有没有压强呢？它的大小如何？为了研究这个问题，我们要用一个测量液体压强的仪器——压强计。最简单的压强计如图 1—2 所示，它能测量比较小的压强。在一个 U 形弯曲玻璃管内，盛入某种带颜色的液体，如果两方液面上的压强相等，两方的液面就在同一高度，如果增加一方液面上的压强，这方的液面就下降，另一方的液面就上升，上升下降的高度可以从附在管旁的尺上读出。

用橡皮管把一个口上扎着橡皮膜的漏斗连到压强计上，把漏斗放到水里，则压强计连接漏斗的一方液面下降，而且漏斗放进水里越深，压强计两方液面相差的高度越大。可是在同一深度的地方不论漏斗口向下，向上，向旁侧或任何别的方向，压强计里两方液面的高度差是不变的。

上述结果不仅说明液体内部各个方向都存在着压强，而且还指出了液体压强的两个特性。

(1) 液体内部的压强随着液体深度的增加而增大。

(2) 液体内部同一深度处，各个方向的压强相等。

液体产生的压强，不仅可以从实验测出，而且还可从理论计算出来，下面我们进行理论计算。

设想在液面以下深度为 h 的地方，有一块面积为 S 的水平面 AB (图 1—3)，划出一个以 S 面为底， h 为高的竖直水柱，在 AB 面上要受到这个竖直水柱重量的压力，如果以 d 表示液体的比重，那么这个压力就等于 hSd 。根据压强的定义， AB 面上受到的液体压强 P 有如下表示式：

$$P = \frac{hSd}{S} = hd$$

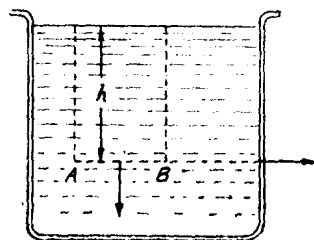


图 1—3 液体压强的计算

由此得出结论：在液体内部某一深度处，液体在各个方向产生的压强都等于液体的比重跟深度的乘积。

1—3 式中如果深度 h 的单位用厘米，比重 d 的单位用克重/厘米³，那么压强 P 的单位就是克重/厘米²。有时压强的单位又取千克重/厘米²，即公斤/厘米²。

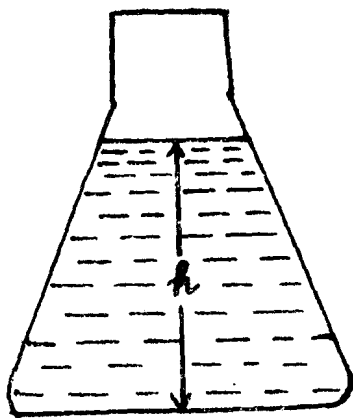


图 1—4

值得指出的是不论容器的形状如何，在液面以下深度为 h 的水平面上各处，由于液体重量而产生的压强 P 都等于 hd ，这就可很方便地求出液体内部任一深度处的压强，从而求出容器任一面上所受的压力来，写成公式即有：

$$F = PS = hdS \dots\dots\dots 1-4$$

〔例题〕：在图 1—4 所示的三角烧瓶里装水，水的高度 $h = 10$ 厘米，试计算杯底所受的水的压强是多少？如瓶底面积 $S = 10$ 厘米²，求杯底所受的水的压力是多少？

解：已知水深 $h = 10$ 厘米，底面积 $S = 10$ 厘米²，水的比重 $d = 1$ 克重/厘米³。

根据公式 1—3，杯底的压强 $P = hd = 10$ 厘米 $\times$ 1 克重/厘米³ = 10 克重/厘米²。

根据公式 1—4，杯底的压力 $F = PS = 10$ 克重/厘米² $\times$ 10 厘米² = 100 克重。

1—4 浮力定律，比重计

从水井里提水时，我们感觉到水桶在水里比它出水后轻得多，我们游泳的时候，很容易托住在水中的另一个人。这些事实说明，水对于物体有一种向上托起的力量，

物体在液体中所受到的向上托起的力，叫做液体的浮力。因为浮力的缘故，物体浸在液体里的重量比它在空气中的重量轻。

每一个浸在液体里的物体，所受到的向上的浮力究竟有多大呢？

我们把一规则的物体吊在有液体的容器里（如图 1—5 所示），并且设物体浸在液体中的高度为 h ，物体的底面积为 S ，液体的比重为 d 。根据上节所述的液压原理，物体四周侧面和底面均受到液体的压力，但四周的压力互相平衡，而底面的压力（如物体全浸在液体里，则是下底面和上底面的压力差）就是物体所受到的向上的浮力，记作 Q 。 Q 为多大呢？根据液压原理不难进行计算：

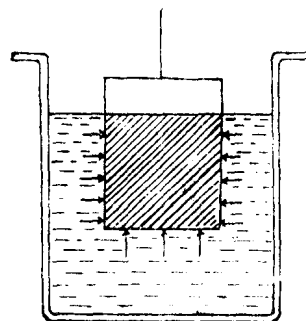


图 1—5 浮力的计算

$$Q = P \cdot S - hd \cdot S = hS \cdot d,$$

这里 hS 即是物体浸在液体中的体积（图 1—5 中打斜线部分），记作 V ，结果便得下式：

$$Q = Vd \quad \text{..... (1—5)}$$

公式 1—5 便是浮力定律又叫阿基米德原理，它指出：浸在液体里的物体所受的浮力（或者说该物体在液体中所失去的重量）等于物体所排开的液体的重量。

需要指出，公式 1—5 对于不规则物体以及物体在液体里是全浸入还是部分浸入都是适用的，很多实验都证明了这一点。

阿基米德原理也适用于气体，在气体里的物体，也受到周围气体对它作用的浮力，这个浮力的大小，等于物体所排开的气体的重量。我们常见的气球，它在空中飘浮的作用，和潜水艇在水中飘动的作用相似。

物体本身有一定的重量，而它在液体中又受到一个浮力，重力和浮力方向相反，因此重力和浮力的大小决定了物体在液体中是沉是浮还是平衡。用比重计测量液体的比重就是根据重力和浮力的平衡及阿基米德原理。

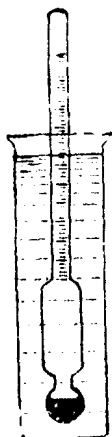


图 1—6
比重计

比重计是用来直接测定液体比重的仪器。如图 1—6 所示，它是一个封闭严密的玻璃管，管上附有刻度尺。当比重计在待测液体中处于平衡时，它受到的浮力等于比重计本身的重量。因此比重计在比重不同的液体里，它沉入的深度是不一样的。当它放在比重较大的液体中时，只要排开较少的液体，就能使浮力 ($Q = V_1 d_1$) 与比重计的重量 (W) 相平衡，因此比重计沉入的深度较小。当它放在比重较小的液体中时，它要排开较多的液体才能使浮力 ($Q = V_2 d_2$) 和比重计的重量 (W) 相平衡，因此下沉的深度较大。根据比重计沉入液体中的深浅，相应地从刻度尺上

就可读出待测液体的比重。

医院里用尿比重计测量尿的比重，就是根据上述原理。尿比重计较小，它的测量范围一般从1.000到1.060。另外医院里也用一套不同比重的硫酸铜溶液来测定血液的比重，方法是这样：将新鲜血液滴入上述硫酸铜溶液中，观察血滴在哪一瓶硫酸铜溶液中刚好不沉不浮，则该瓶硫酸铜溶液的比重即等于血液的比重。

〔例题〕如果测定病人尿液比重的比重计需要60毫升的尿液才可浮起。现某患者排出的尿液不足60毫升，医生便在30毫升的尿液中加入30毫升的水，用尿比重计测出混合液体的比重为 $d_{混} = 1.01$ 克重/厘米³，求尿的比重等于多少？

解：尿和水混合在一起，混合液体的重量 $W_{混}$ 必然等于尿的重量 $W_{尿}$ 加上水的重量 $W_{水}$ ，

$$\text{即} \quad W_{混} = W_{尿} + W_{水}$$

根据公式1—1，上式可写成 $V_{混}d_{混} = V_{尿}d_{尿} + V_{水}d_{水}$

已知 $V_{尿} = V_{水} = 30$ 毫升， $V_{混} = 60$ 毫升， $d_{水} = 1$ 克重/厘米³

所以 $60d_{混} = 30d_{尿} + 30 \times 1$

$$\text{解上式，得} d_{尿} = \frac{60d_{混} - 30 \times 1}{30} = 2d_{混} - 1$$

代入 $d_{混} = 1.01$ 克重/厘米³，便得 $d_{尿} = 1.02$ 克重/厘米³

〔例题〕：一个不规则的金属物体，在空气中重89克重，全浸在水中称得重量为79克重。求该金属物体的体积和它的比重。

解：已知物体重量 $W = 89$ 克重，它在水中的重量为 $W_0 = 79$ 克重，水的比重 $d_0 = 1$ 克重/厘米³，

设 V 为不规则物体的体积，在全浸的情况下，也就是被物体所排开的水的体积。因为物体在水中减轻的重量就是水对物体的浮力。根据公式1—5，得

$$W - W_0 = V d_0 \quad V = \frac{W - W_0}{d_0}$$

$$\text{代入数值，便有} V = \frac{(89 - 79) \text{克重}}{1 \text{克重/厘米}^3} = 10 \text{厘米}^3$$

再根据公式1—1，

$$\text{金属的比重} d = \frac{W}{V} = \frac{89 \text{克重}}{10 \text{厘米}^3} = 8.9 \text{克重/厘米}^3。$$

由表1—1，可知这块金属是铜。

毛主席教导我们：“人们总是首先认识了许多不同事物的特殊本质，然后才有可能更进一步地进行概括工作，认识诸种事物的共同本质。”这一章我们分别研究了重力、压力和浮力等一些物体的力学性质，但不难看出这些不同形式的力具有一个共同的本质，就是它们都是物体对物体的作用。离开了物体，力是不存在的。例如物体的重力是地球通过重力场对物体的作用；压力和压强是重物或其他物体对支承物的作用；浮力是液体对物体的作用等等。这样我们就可以得出如下结论：力是物体对物体

的作用。在第三章里我们将可看到：由于力的作用物体将改变它的运动状态。

力有大小不同。大人的力气比小孩的大，汽车的牵引力比人的大。力不仅有大小的不同而且还有方向的区别，比如重力总是指向地球，压力总是压向支承物的等等。除此以外还要考虑力作用在什么地方，比如推磨时，总是把力施在磨子边缘上，也就是把力用在离磨子轴心最远的地方，才能也最容易使磨子转动。综上所述，力的大小、方向和力的作用点就叫做力的三要素。

所有力的单位都可采用重力的单位，克重或千克重（公斤）。

习 题

1. 为什么修筑河堤的时候，越在下面的部分越要加厚？
2. 有一小孩看见河堤上有孔，河水从孔里流出，他立刻用手挡住。如果孔大为8厘米²，孔在水下1.5米，问这个小孩用多大的力才能挡住？
3. 假使人的身体的表面积为2米²，试计算人体受到的空气压力有多大？
4. 试说明为什么比重为0.6克/厘米³的木块置入水中时，木块沉入水面下的体积为木块总体积的6/10；如将同样的木块置入比重为0.8克/厘米³的油中，木块沉入油面下的体积又是木块总体积的几分之几？
5. 玻璃片在空气中重8.9克，全浸在水中重5.1克，全浸在盐水中重4.7克，问盐水的比重是多少？（水的比重为1克/厘米³）。
6. 一个比重计浮在盐水中，如在其中加入浓度相同的盐水，这时比重计浮出液面的高度是比原来的高还要低？假若是往盐水中加水，比重计浮出液面的高度是比原来的高还是低？为什么？

第二章 分子运动及物态变化

2-1 分子运动的概念

马克思主义的辩证唯物论认为：世界是物质的，物质是运动的。“**运动是物质的存在方式。无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。**”恩格斯：《反杜林论》）大家知道，一般物质是由分子（或离子）组成的，而所有的分子都是在永不停息地运动着的。关于这一点，由于分子太小，我们不能直接用眼睛看到它在运动，但是，我们间接的是可以知道这一点的。当我们靠近汽油、酒精、……时，可以嗅到它们的气味，就是这些物质的分子跑到我们的鼻孔里引起的，这是证明分子运动的最简单和常见的例子。实验还可证明，物质分子的运动是无规则的，一会儿向东，一会儿向西，忽而向上，忽而向下，没有一定的方向。分子运动的剧烈程度，或者说分子无规则运动的速度大小最直接地表现为物质的温度高低，所以，分子无规则的运动又叫**热运动**。对于同一种物质的分子来说，热运动的速度愈大，表现为物质的温度愈高，或者反过来说，物质的温度愈高，则说明物质热运动的速度愈大。

毛主席教导我们：“**事物矛盾的法则，即对立统一的法则，是自然和社会的根本法则，……。**”无数事实说明，物质除了热运动外，物质的分子间还有一定的相互作用力（引力和斥力），称为**分子力**。分子力和热运动构成了事物矛盾的两个方面，分子力的作用将使分子在空间形成某种规则的分布，而分子的热运动将破坏这种规则分布。正是这两个相互对立的作用的辩证统一构成了物质的不同形态和物态变化的内部依据。

固体、液体和气体是我们熟悉的物质的三种形态。固体分子间的距离很小，引力很强，能使固体保持一定的体积和形状。一般来讲，固体分子只能在自己的平衡位置附近作微小的振动；液体分子间的距离比固体的要大，它们之间的引力比固体的小。液体只能保持一定体积，不能保持一定的形状。液体分子作微小的振动，同时还作相对的移动；气体分子间的距离较大，引力很弱，因此既不能保持一定的体积也不能保持一定的形状（可以充满任何容器）。

固、液、气三态，“**在一定条件下互相转化**”（《矛盾论》），称为**物态的变化**。

综上所述，一切物质都是由大量分子（或离子和原子）组成的，所有的分子都在不停的、无规则运动中；分子间有相互作用力。这就是物质“**分子运动论**”的要点。

2-2 气体的压强

气体分子既是不停地在运动着，就要经常与容器壁碰撞，这种碰撞就表现为气体对器壁的压强。下面我们就研究一下一定量的气体，于通常情况下在密闭容器内，它

的压强 (P) 与温度 (T) 及容器体积 (V) 的关系。

首先说一定量的气体在温度不变时压强与容器体积的关系。实验指出,在温度不变的情况下,对于一定量的气体,不论其体积增大或是减小,它的体积与压强的乘积数值不变,或者说气体的体积与压强成反比。用数学公式表示,即:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ 或 } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \dots\dots\dots (2-1)$$

这里“1”、“2”表示两种状态下的测量值。

根据气体分子运动论的观点,上述实验结果是很明显的,因为对于一定量的气体,容器的体积越小,单位体积里分子的个数就越多,也就是分子的密度大,在同一时间里碰撞器壁的分子数就越多,因而引起的压强就越大。反之,容器越大,单位体积内的分子数就越少,也就是分子的密度小,在同一时间内碰撞器壁的分子数就减少,引起的压强也就小。关于这方面的例子,我们是经常可以见到的,例如在气筒内把气体压缩(体积减小)时,压强就增大;呼吸运动也是这方面的例子,吸气时,胸廓增大,肺随着扩张,肺泡张大,肺泡内压强降低,低于外界大气压(大气压见后),外面的空气被吸入肺泡内;呼气时,胸廓回缩,使肺泡变小,肺泡内压强增大,肺泡内的气体被排出。

现在再说一定量的气体在其容积不变时压强与温度的关系。实验指出,一定量的气体在容器的体积不变时,若气体的温度增高,则气体的压强也增大,如温度用绝对温度表示(下述),则气体的压强与绝对温度成正比。用数学公式表示,即:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \dots\dots\dots (2-2)$$

这里 T_1 、 T_2 都用绝对温度表示。绝对温度(用 $^{\circ}\text{K}$ 表示)不同于我们常用的华氏($^{\circ}\text{F}$)温度和摄氏($^{\circ}\text{C}$)温度。它的零度(绝对零度)为 -273°C ,而每一度的大小和摄氏温度一样。因而,绝对温度 T 跟摄氏温度 t 之间的关系是

$$T = 273^{\circ} + t. \dots\dots\dots (2-3)$$

公式2-2,我们也不难根据分子运动论来解释。我们知道,温度增高是分子运动速度增大的表现。分子运动的速度增加了,它碰撞器壁就剧烈,引起的压强也就大。这方面的例子也很多,比如在夏季,车子轮胎打气不宜太足,否则,车子在晒热的路上行走时,胎内气体温度升高,压强增大,轮胎就容易“放炮”。又如乒乓球瘪了后,把它放进热水中,它就可复原。这也是由于把球放入热水中,球内气体温度升高,压强增大,将球瘪凹部分胀起之故。

最后我们再来说一说大气压强。大家知道,地球周围包围着一层空气,这层空气叫做大气。根据实验测定,在离地面两千多公里甚至三千公里的高空,还有空气存在。运动着的空气分子(微粒)向地面和其他物体的表面不断撞击,这种撞击力就形成了大气对各种物体表面的压强,这种由大气引起的压强叫做大气压强,简称大气压或气压。

大气中的空气分子,一方面做无规则的运动,另一方面地球对它们有吸引力,因

而形成了大气层中空气密度的不均匀分布。事实表明，距地面越近，空气密度越大，因而气压也越大；而距地面越远，空气稀薄，其密度越小，因而气压也越小。

大气压可用下述方法测量。如图 2—1 所示。

在一根长约 1 米，一端封闭的玻璃管里装满水银，然后用手指堵住管口，把管子倒立在水银槽里，然后松开手指。松开手指后，管子里的水银就开始下降，可是当管子里的水银面高出槽里的水银面约 76 厘米时，水银就不继续下降了，如果使管子倾斜，进入管子的水银就多些，但管里水银面和槽里水银面的垂直高度差不变。

管内水银为什么不会全降下来呢？这是因为槽内水银面受到大气压强，而管内的水银面上却是真空，没有大气压的作用。当管内水银柱引起的压强与大气压相等时（达到平衡状态），管内水银就不再下降。所以计算管内水银柱引起的压强（ $P = hd$ ），就知道大气压强了。常用的水银气压计就是根据这个原理作成的，在水银管的旁边刻上尺子，可以直接读出数字。常用“毫米高水银柱”作为大气压的单位。例如在水银气压计上读到水银柱的高度是 760 毫米时，就说大气压强是 760 毫米高水银柱。通常把 760 毫米高水银柱的压强叫做一个大气压（标准大气压），即 $1 \text{ 大气压} = 760 \text{ 毫米高水银柱} = 13.6 \text{ 克重/厘米}^3 \times 76 \text{ 厘米} = 1033.6 \text{ 克重/厘米}^2$ ，它相当于在海平面上测得的大气压强。实用上常取一个大气压为 1 公斤/厘米^2 。

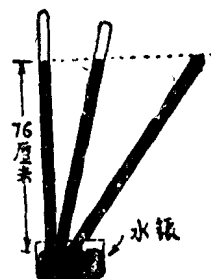


图 2—1 大气压强

表 2—1 指出了大气压随高度的变化，利用这一点，飞机上用特制的压强仪表来

表 2—1

海 拔 高 度 (米)	大气压强 (毫米水银柱)	效 应
3000	525	出现高山反应
6000	353	一般需吸氧
12000	144	一般人上升极限
19000	48	体液沸腾

判断所飞行的高度。

在工作中通常把高于一个大气压的压强称为正压，把低于一个大气压的压强称为负压。正负压在医学上经常遇到，如胸腔，关节腔里是负压，枝火罐、吸引器，胃肠减压器则是应用负压的例子；眼球里是正压，各种输液装置则是应用正压的例子。血压也是正压，通常说收缩压 120 毫米高水银柱，舒张压 80 毫米高水银柱，都是指比一个大气压高出的数值。

2—3 蒸发

物质从液态变成气态的过程叫汽化。汽化有两种方式，其中之一就是蒸发，另一

种为沸腾。

蒸发是我们大家熟悉的现象。洗过的衣服不久会干；用酒精消毒皮肤酒精很快就干了；装在敞口容器里的水、酒精、乙醚、汽油等液体，它们的量会随时间的增长而逐渐减少，最后可以完全干掉。这些物质到那里去了呢？它们不会消灭，而是从液态变成了汽态。大量的观察表明，蒸发是在任何温度下发生在液体表面的汽化现象。

从观察和实验知道，同一液体蒸发的快慢与下列因素有关：（1）液体的温度愈高，蒸发愈快；（2）液体的自由表面愈大，蒸发愈快；（3）液面上的空气流动愈快，蒸发愈快。

在同一温度下，不同液体蒸发的快慢是不同的。例如乙醚、汽油、酒精等蒸发的很快，水比较慢，油、水银更慢。但是，完全不蒸发的液体是没有的。

现在我们来研究一下液体的蒸发现象是怎样产生的。

从分子运动论知道，液体中的分子都在不停地无规则地运动着。在任何时刻都会有一些分子获得较大的速度，从而具有较大的动能。具有足够大的动能的分子，如果处在表面层附近，就会克服分子间的引力，飞出液面，变成这种液体的汽（蒸气），这就是蒸发现象。

无论在什么温度下，液体中总有一些速度很大的分子能够飞出液面成为汽分子，所以液体在任何温度下都可以蒸发。如果液体的温度升高，液体分子热运动就剧烈，因此，能够从液面飞出的分子数也就增多，所以液体的温度愈高，蒸发愈快。如果液体的表面增大，那么，在相同的时间里，从液面飞出去的分子数就增多，所以液面增大，蒸发就加快。飞出液体的汽分子，常和其他汽分子发生碰撞，而被碰回到液体中来。如果液面上空气流动快，从而把液面上的汽很快带走，那么，汽分子被碰回液体中的机会就减小，因此，加速了蒸发。假使阻碍液体分子飞出的分子引力愈大，那么，蒸发就进行得愈慢。例如水银的分子间的引力很大，所以它蒸发的很慢；乙醚分子间的引力很小，所以在同样的条件下，它的蒸发速度就快得多。

蒸发的时候，由于从液体中飞出去的是速度很大的分子，而液体中留下的是速度小的分子，因之液体分子的热运动就不太剧烈了，因而温度降低，液体冷却，同时从周围物体吸收热量。

液体的冷却吸热作用有许多实际的应用。工业上就是通过某些液体（如液态氨）的蒸发来获得低温的。外科医生施行小手术时，往往用一种蒸发的很快的液体——氯乙烷——来做局部麻醉剂，使病人的局部皮肤冷却到失去痛觉的程度。夏天室内洒些水，就会感到凉快一些，也是这个道理。

人体也借助皮肤表面和肺部蒸发水份而维持器官的热交换。特别是夏天人体还通过汗腺将大量的水份输送到皮肤表面，这些水份蒸发时，增快了人体的热交换。

2—4 饱和汽与饱和汽压

大家都有这样的经验，给酒精瓶加上盖子，则酒精的量不再随时间的增长而减少了，从而液面上方容积里的酒精蒸气量也不再随时间的增长而增加。观察和经验证明，所有液体都有类似酒精的这种现象。这一现象说明了一个事实，即在一定容积的

密闭容器中，汽的量有一定限度，一般达到了这个限度，汽的量就不再增加了，通常我们就说饱和了。

毛主席教导我们：“我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导。”那么，饱和的实质是什么呢

从分子运动论来看，在敞口容器里的液体会不断进行蒸发，液面上的汽分子由于热运动和空气的流动，分散到周围的大气中去，而只有一部分汽分子会被其他汽分子碰撞回到液体中来。结果，在单位时间内飞出液面的分子数总是多于回到液体中的分子数。于是，时间久了，容器中的液体就要完全蒸发掉。

液体在密闭容器里蒸发的情形就不是这样。最初，飞出液面的分子数多于回到液体中的分子数，容器里汽的密度就逐渐变大，碰回到液体中的分子数也增多。最后，当每单位时间内从液面飞出去的分子数等于回到液体中的分子数时，液面上方的汽的密度就不再增加了。这样，汽和液体之间就达到了动态平衡，也就是达到了饱和。如果汽跟产生它的液体处于动态平衡，这时的汽就叫做饱和汽。如加盖的酒精瓶子里，酒精面上的汽就是饱和汽。饱和汽产生的压强叫做饱和汽压。

实验指出，在一定的温度下，饱和汽压与物质的种类有关，也就是同一物质具有一定的饱和汽压，而与汽的体积无关，但不同的物质则具有不同的饱和汽压。这一点很容易用分子运动论来说明，由于在一定温度下，单位时间内飞回液体的分子数决定于汽的密度，因此，当汽压达到动态平衡时，汽的密度就具有恒定的值，因而饱和汽压就具有恒定的值，而与体积的大小无关。（体积大，碰回液体的分子数少，汽的量就多；体积小，碰回液体的分子数多，汽的量就少。但是，对不同的物质而言，由于它们的分子力不同，单位时间里飞出液面的分子数就不相同，因而达到动态平衡时单位时间里飞回液体的分子数就不相同，这样汽的密度也就不相同，所以饱和汽压也就不相同了。表2—2所列出的是几种常见的物质在20°C时的饱和汽压。

表2—2

物 质	乙 醚	酒 精	水	水 银
饱和汽压（毫米水银）	440	44	17.5	0.0018

实验还指出，同一种物质的饱和汽压随着温度的升高而增大，随着温度的降低而减小（但是不成正比）。这一点也是不难理解的，因为当温度升高时，一方面液体分子热运动剧烈，因而在一定时间内从液体飞出的分子数增多，饱和汽的密度变大；另一方面随着温度的升高，汽分子的热运动也剧烈了。正是由于这双重的原因，使饱和汽压随着温度的升高而急剧变大。表2—3所列出的是水在不同温度下的饱和汽压值以及相应的饱和汽的密度。