

高等学校试用教材

物理化学实验

下 册

复旦大学等编

人民教育出版社

高等学校试用教材

物理化学实验

下 册

复旦大学等编

人民教育出版社

本书较系统地介绍物理化学基本的实验方法和实验技术。在材料选取上,既包括上册实验内容所涉及的仪器原理和实验技术,便于学生实验时参阅,又注意综合物理化学领域实验方法的新进展,使学生初步了解物理化学研究方法的概貌。

本书不仅是一本物理化学实验的教材,而且对于从事化学研究的工作者亦有一定的参考价值。

高等学校试用教材
物理化学实验
下 册

复旦大学等编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

重庆新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张15 2/8 插页1 字数349,000

1979年6月第1版 1980年3月第2次印刷

印数13,001—33,000

书号13012·0270 定价1.15元

下 册 目 录

实验技术部分

第一章 气体压力的测量	1
I. 压力的表示方法	1
II. 液柱式压力计	2
III. 弹簧压力表简介	5
IV. 气压计	6
V. 气体钢瓶减压阀	11
VI. 参考资料	12
第二章 温度的测量	13
I. 引言	13
II. 温标	13
III. 温度计	15
IV. 参考资料	27
第三章 温度的控制	28
I. 引言	28
II. 相变点恒温介质浴	28
III. 电子调节系统	28
IV. 参考资料	38
第四章 流动法技术	39
I. 流体的加料方式	39
II. 流量测定及流量计	42
III. 气体压力和流量的控制	45
IV. 管式电炉的设计与制作	47
V. 化学反应器	49
VI. 参考资料	55
第五章 气相色谱技术	56
I. 引言	56
II. 色谱柱	58
III. 分离条件的选择	63
IV. 鉴定器	66
V. 定性定量方法	70
VI. 参考资料	74
第六章 真空技术	75
I. 概述	75
II. 真空的获得	75
III. 真空测量仪器	77
IV. 真空系统的设计、安装和操作	80

V. 参考资料	85
第七章 电学测量技术	86
I. 引言	86
II. 电位差测量	86
III. 电导测量	99
IV. 参考资料	101
第八章 电池和电动机	102
I. 电池	102
II. 电动机	105
第九章 电子技术	109
I. 引言	109
II. 块形图的组合和分解	109
III. 变换器	110
IV. 测量电路	112
V. 放大电路	114
VI. 直流电源	125
VII. 参考资料	129
第十章 光学测量技术	130
I. 引言	130
II. 阿贝(Abbe)折光仪的原理和使用方法	130
III. 旋光仪	134
IV. 光谱仪器	138
第十一章 光源与激光器	156
I. 引言	156
II. 连续光源	156
III. 线光源	157
IV. 发射光谱光源	159
V. 激光器	161
第十二章 X射线衍射技术	166
I. X射线的产生及其物理特性	166
II. X射线发生设备	168
III. 衍射线强度的接收和显示	171
IV. 安全、防护	172
V. X射线粉末衍射卡片说明及用法	173
VI. 参考资料	178
第十三章 暗室技术	179
I. 暗室工作中常用的几个专门名词	179

II. 感光材料的组成、主要特性和潜影形成 的原理.....	180
III. 显影.....	183
IV. 定影.....	186
V. 水洗.....	188
VI. 常用配方介绍.....	188
VII. 参考资料.....	191
第十四章 磁化学测量	192
I. 引言.....	192
II. 磁化学中几个基本物理量及其单位.....	192
III. 磁场强度的测量.....	194
IV. 电磁铁的设计.....	196
V. 磁化率的测量.....	200
VI. 磁共振测量.....	203
VII. 参考资料.....	207

附录部分

附录一 物理化学实验中的安全防护.....	208
I. 使用化学药品的安全防护.....	208
II. 使用电器的安全防护.....	210
III. 使用高压容器的安全防护.....	211
IV. 使用辐射源的安全防护.....	214
附录二 物理化学数据资料和实验参考书 简介	215
I. 物理化学数据资料简介.....	215
II. 物理化学实验参考书简介.....	218
附录三 物理化学实验中常用数据表.....	220
I. 国际单位制(SI)	220
II. 物理化学常用数据表.....	223
附录四 常用符号.....	239

实验技术部分

第一章 气体压力的测量

压力是用来描述体系状态的一个重要参数,许多物理化学性质,例如熔点、沸点、蒸气压几乎都与压力有关。在化学热力学和化学动力学研究中,压力也是一个很重要的因素。因此,压力的测量具有重要的意义。

就物理化学实验来说,压力的应用范围高至气体钢瓶的压力,低至真空系统的真空度。通常可分为高压、中压、常压和负压。不同的压力范围,测量方法不一样,精确度要求不同,所使用的单位也各有传统的习惯。这里着重介绍 0.1—1000 毫米汞柱左右气体压力的测量,另外还介绍福廷式气压计和气体钢瓶减压器的使用方法。压力小于 0.1 毫米汞柱的测量将在第六章高真空技术中叙述。

I. 压力的表示方法

压力是指均匀垂直作用于单位面积上的力,也可把它叫做压力强度,或简称压强。

国际单位制(SI)用帕斯卡作为通用的压力单位,以 Pa 或帕表示。其定义是作用于 1 平方米面积上的力为 1 牛顿时就是 1 帕斯卡:

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

但是,原米的许多压力单位现在仍继续在使用,例如,标准大气压(或称物理大气压,简称大气压)、工程大气压(即公斤/厘米²)、达因/厘米²、磅/英寸²、巴等。在物理化学实验中还常选用一些标准液体,例如汞,制成液体压力计,压力大小就直接以液体的高度来表示。它的意义是作用在液柱单位底面积上的液体重量与气体的压力相平衡或相等。例如,一标准大气压可以定义为:在 0°C、重力加速度等于 9.80665 米/秒²时,760 毫米高的汞柱垂直作用于底面积上的压力,此时汞的密度为 13.5951 克/厘米³。因此,1 标准大气压又等于 1.03323 公斤/厘米²。这些压力单位之间的换算关系见表 1-1。

表 1-1 常用压力单位换算表①

压力单位	帕	公斤/厘米 ²	达因/厘米 ²	磅/英寸 ²	标准大气压	巴	毫米汞柱
帕	1	1.019716×10^{-5}	10	1.450342×10^{-4}	0.9869236×10^{-5}	1×10^{-5}	7.5006×10^{-3}
公斤/厘米 ²	9.80665×10^4	1	9.80665×10^5	14.223343	0.987841	0.980665	735.559
达因/厘米 ²	0.1	1.019716×10^{-6}	1	1.450377×10^{-5}	9.86923×10^{-7}	1×10^{-6}	7.50062×10^{-4}
磅/英寸 ²	6.89476×10^3	7.0306958×10^{-2}	6.89476×10^4	1	6.80460×10^{-2}	6.89476×10^{-2}	51.7149
标准大气压	1.01325×10^5	1.03323	1.01325×10^6	14.6960	1	1.01325	760.0
巴	1×10^5	1.019716	1×10^6	14.5038	0.986923	1	750.062
毫米汞柱	133.3224	1.35951×10^{-3}	1333.224	1.93338×10^{-2}	1.3157895×10^{-3}	1.33322×10^{-3}	1

① $d_{\text{Hg}} = 13.5931 \text{ 克/厘米}^3$, $g = 9.80665 \text{ 米/秒}^2$ 。

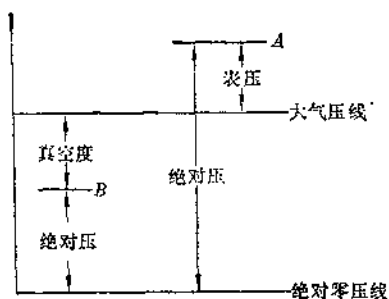


图 1-1 绝对压、表压与真空度的关系

除了所用单位不同之外，压力还可用绝对压力、表压和真空度来表示。图 1-1 说明三者的关系。显然，在压力高于大气压的时候，

$$\text{绝对压} = \text{大气压} + \text{表压}$$

$$\text{或} \quad \text{表压} = \text{绝对压} - \text{大气压} \quad (1-1)$$

在低于大气压的时候，

$$\text{绝对压} = \text{大气压} - \text{真空度}$$

$$\text{或} \quad \text{真空度} = \text{大气压} - \text{绝对压} \quad (1-2)$$

当然，上述式子等号两端各项都必须采用相同的压力单位。

II. 液柱式压力计

液柱式压力计是物理化学实验中用得最多的压力计。它构造简单，使用方便，能测量微小压力差，测量准确度比较高，且制作容易，价格低廉；但是测量范围不大，示值与工作液密度有关，也就是与液体的种类、纯度、温度及重力加速度有关，此外，它的结构不牢固、耐压程度较差。现简单介绍如下：

一、液柱式压力计的型式

1. U型液柱压力计

由两端开口的垂直U型玻璃管及垂直放置的刻度标尺构成。管内下半部盛有适量工作液体作为指示液。

图 1-2 中U型管的两支管分别连接于两个测压口，因为气体的密度远小于工作液的密度，因此，由液面差 Δh 及工作液的密度 d 可以得出下列式子：

$$P_1 = P_2 + \Delta h \cdot d g$$

$$\text{或} \quad \Delta h = \frac{P_1 - P_2}{d g} \quad (1-3)$$

U型压力计可用来测量：

- (1) 两气体压力差；
- (2) 气体的表压， P_1 为测量气压， P_2 为大气压；
- (3) 气体的绝对压力，令 P_2 为真空， P_1 所表示即为绝对压力；
- (4) 气体的真空度， P_1 通大气， P_2 为负压，可测其真空度。

2. 单管液柱压力计(又称杯型压力计)

如图 1-3 所示，把U型管的左支管换成大直径的杯型容器，即成为单管液柱压力计。其工作原理与U型计相同，只是左边管的直径 D_1 远远大于右边细管的直径 D_2 ，且 $P_1 \gg P_2$ 。显然，在与测压系统接通之后，左边液面的下降远小于右边液面的上升，即 $\Delta h_2 \gg \Delta h_1$ 。

因为

$$\frac{1}{4} \pi \cdot D_1^2 \cdot \Delta h_1 = \frac{1}{4} \pi \cdot D_2^2 \cdot \Delta h_2$$

所以

$$\Delta h_1 = \frac{D_2^2}{D_1^2} \cdot \Delta h_2$$

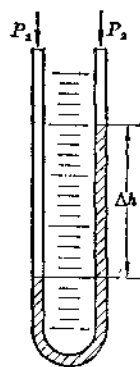


图 1-2 U型压力计

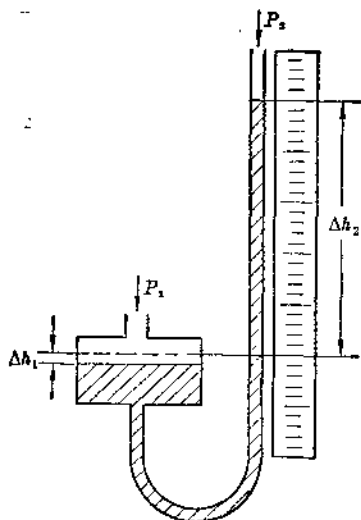


图 1-3 单管压力计示意

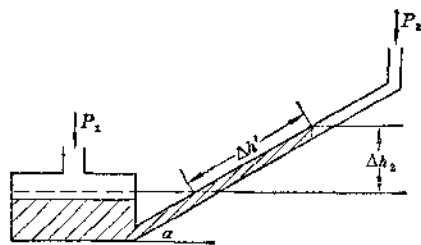


图 1-4 斜管压力计

而

$$P_1 = P_2 + \Delta h \cdot dg = P_2 + \Delta h_2 \cdot dg + \Delta h_1 \cdot dg$$

$$P_1 - P_2 = \Delta h_2 \cdot dg \left(1 + \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) = \Delta h \cdot dg$$

设 $D_1 = 100$ 毫米, $D_2 = 5$ 毫米,

则

$$P_1 - P_2 = \Delta h \cdot dg = \Delta h_2 \cdot (1.0025) \cdot dg \approx \Delta h_2 \cdot dg \quad (1-4)$$

所以,只需记下 Δh_2 而可以忽略 Δh_1 。只需一次读数,既较简单,读数绝对误差可比U型计减少一半。

3. 斜管压力计

若把单管液柱压力计的单管倾斜放置,便成斜管压力计。由图 1-4 可见,因斜管与水平面成 α 角,所以

$$\Delta h_2 = \Delta h_1' \cdot \sin \alpha \quad (1-5)$$

显然, α 角小些,测量精确度则高些,它甚至可以测出 0.1 毫米水柱的微小压差,但一般测量范围仅为 15—150 毫米液柱。

二、工作液体

1. 工作液的选择

作为液柱式压力计的工作液体,一般应符合下述要求:不与被测体系的物质发生化学作用,也不互溶;饱和蒸气压较低,其体积膨胀系数较小,表面张力变化不大。表 1-2 为常用的工作液。

将各种工作液加以比较,显然,汞的各种性质均符合工作液要求,因此,汞的应用最为普遍。但是,由于汞的毒性,使用受到限制,此外,它的密度较大,测量灵敏度较低。所以有时可采用其它低密度的液体作工作液。

表 1-2 常用工作液性质

名 称	d_{20}^t (克/厘米 ³)	温度近于 20℃ 时的体积膨胀系数, $\alpha(1/^\circ\text{C})$
汞	13.547	0.00018
水	0.998	0.00021
变 压 器 油	0.80	
乙 醇	0.79	0.0011
溴 乙 烷	2.147	0.00022
四 氯 化 碳	1.594	0.00191
甲 苯	0.864	0.0011
煤 油	0.8	0.00095
甘 油	1.257	

2. 隔离液

如果被测介质会与工作液发生反应,或工作液的饱和蒸汽压过高时,可根据需要,在工作液液面上加上少量隔离液。常用隔离液有石蜡油、甘油、水、变压器油、煤油等。

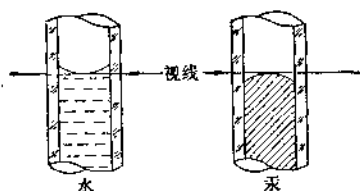


图 1-5 水和汞在玻璃管中的毛细现象

三、U型压力计的校正

1. 液面高度读数的校正

由于液体的毛细现象,在读取压力值时,视线应与液柱面水平相切,如图 1-5 所示。

汞的密度很大,要求读数尽可能精确。但由于汞具有较大的表面张力,因此由压力计标尺读出的压力要比实际压力略高。显然,毛细作用的大小与压力计所用玻管直径有关。表 1-3 列出管径、汞柱弯月面高度与读数校正值三者之间的关系。

表 1-3 在玻璃管内汞毛细作用对压力的校正值(毫米汞柱)

管直径 (毫米)	弯 月 面 高 度 (毫米)							
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
4	0.83	1.22	1.54	1.98	2.37	—	—	—
5	0.47	0.65	0.86	1.19	1.45	1.8	—	—
6	0.27	0.41	0.56	0.78	0.98	1.21	1.43	—
7	0.18	0.28	0.40	0.53	0.67	0.82	0.97	1.13
8	—	0.20	0.29	0.38	0.46	0.56	0.65	0.77
9	—	0.15	0.21	0.28	0.33	0.40	0.46	0.52
10	—	—	0.15	0.20	0.25	0.29	0.33	0.37
11	—	—	0.10	0.14	0.18	0.21	0.24	0.27

2. 压力计读数的温度校正

液柱高度表示法常是以 0℃ 为标准的。在室温时,工作液的密度则有所变化,而刻度标尺的长度也会略有改变。所以,必须对工作液的体膨胀系数和标尺的线膨胀系数加以校正,使不

同条件下测得的压力读数处于同样基准下进行比较。

设令 Δh_t 表示经过读数校正后的液柱差实验观测值, α 为工作液的体膨胀系数, β 为刻度标尺的线膨胀系数。那么, 再经温度校正后的液位差 Δh_0 可由下式计算:

$$\Delta h_0 = \Delta h_t \cdot \left[1 - \frac{(\alpha - \beta)}{1 + \alpha t} t \right] \quad (1-6)$$

几种常用材料的膨胀系数见表 1-4 和 1-5。将表列数值及操作温度和液柱差观测值代入上式, 求得 Δh_0 。如果忽略重力加速度的影响, 可直接以这个液柱高度 Δh_0 表示压力, 也可转换成其它压力单位。

表 1-4 几种液体的体膨胀系数

材料名称	温度范围 (°C)	$a \times 10^3$	$b \times 10^5$	$c \times 10^9$	20°C 时的膨胀系数, $\alpha \times 10^3$
汞	0—100	0.1818	0.0078	...	0.1819
水	0—33	-0.06427	8.5033	-6.7900	0.207
乙醇(99.3%)	27—46	1.012	2.20	...	1.12
四氯化碳	0—76	1.1838	0.8988	1.35135	1.236
甘 油		0.4853	0.4895		0.505

表 1-5 几种材料的线膨胀系数

材料名称	温 度 范 围 (°C)	β
黄 铜	0—100	18.4×10^{-6}
玻 璃 管	0—100	8.9×10^{-6}
钢 (含 碳 12%)	0—100	10.5×10^{-6}
顺纹山毛榉木	2—34	2.57×10^{-6}
顺纹橡木	2—34	4.92×10^{-6}
顺纹松木	2—34	5.41×10^{-6}

重力加速度的校正以及 U 型压力计液柱高度校正示例见第 IV 节气压计。

III. 弹簧压力表简介

弹簧压力表是利用各种金属弹性元件受压后产生弹性变形的原理而制成的。图 1-6 为弹簧管压力表示意图。图中 1 为一根截面呈椭圆形的弧形金属弹簧管, 管的一端固定在底座 6 上, 并与外部测压接头 7 相通; 管的另一端是封闭的, 可以在很小的范围内自由移动, 并与连杆 3 连接, 连杆依次与扇形齿轮 4 和带有读数指针 2 的小齿轮 8 相连。

当弹簧管内的压力等于管外的大气压时, 表上指针指在零位读数上; 当弹簧管内的气体或液体压力大于管外的大气压时, 则弹簧管受压, 使管内椭圆形截面而扩张而趋向于圆形, 从而使弧形管伸张而带动连杆, 由于这一变形很小, 所以用扇形齿轮和小齿轮加以放大, 以便使指针

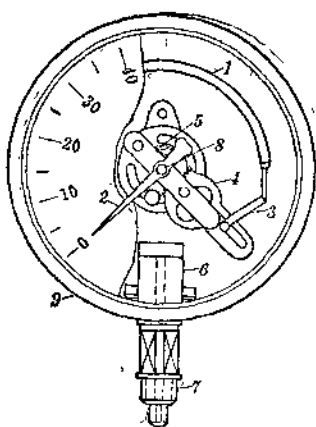


图 1-6 弹簧管压力表

1—金属弹簧管；2—指针；3—连杆；
4—扇形齿轮；5—弹簧；6—底座；
7—测压接头；8—小齿轮；9—外壳

弹簧管压力表和真空表的特点是：结构简单牢固，读数方便迅速，测压范围很广，价格较便宜，但准确度较差。因此，在工业生产和实验室中应用十分广泛。

IV. 气压计

一、气压计的结构

测定大气压力的仪器称气压计。气压计的种类很多，实验室最常用的是福廷式气压计，其结构示意图如图 1-7。福廷式气压计是一种真空汞压力计，以汞柱来平衡大气压力，然后以汞柱的高度表示。

福廷式气压计主要结构是一根长 90 厘米，一端封闭的玻璃管 L ，管中盛有汞，倒插在下部汞槽 A 内，玻管中汞面的上部是真空。汞槽底部为一羚羊皮袋 B ，附有一螺旋 C 可以调节其中汞面的高度。另外它还附有一象牙针 I ，它的尖端是黄铜标尺 F 刻度的零点，此黄铜标尺上附有一游标尺 G ，这样读数的精密度可达 0.1 或 0.05 毫米。

二、气压计的操作步骤

1. 铅直调节

气压计必须垂直放置，若在铅直方向偏差 1° ，而压力为 760 毫米时，则汞柱的高度误差大约为 0.1 毫米。可拧松气压计底部圆环上的三个螺旋 K ，令气压计铅直悬挂，再旋紧这三个螺旋，使其固定即可。

2. 调节汞槽内的汞面高度

慢慢旋转螺旋 C ，升高汞槽内的汞面，利用汞槽后面白磁板的反光，注视汞面与象牙针间的空隙，直到汞面恰好与象牙针尖相接触，

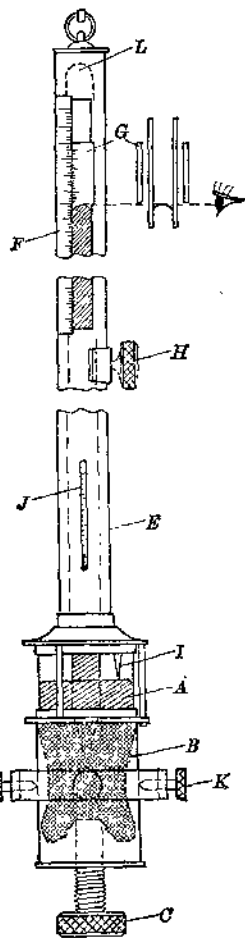


图 1-7 福廷式气压计结构示意图

A —汞槽； B —羚羊皮袋； C —调节螺旋； E —黄铜管； F —黄铜标尺； G —游标尺； H —游标尺调节螺旋； I —零点象牙针； J —温度计； K —固定螺旋； L —封闭的玻璃管

然后轻轻扣动铜管使玻管上部汞的弯曲面正常,这时象牙针与汞面的接触应没有什么变动。

3. 调节游标尺

转动螺旋柄 H ,使游标尺 G 的下沿边高于汞柱面,然后慢慢下降,直到游标尺的下沿边及后窗活盖的下沿边与管中汞柱的凸面相切,这时观察者的眼睛和游标尺前后的两个下沿边应在同一水平面,见图 1-8。

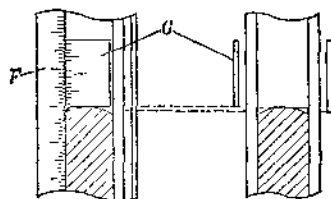


图 1-8 游标尺位置的调节

4. 读取汞柱高度

游标尺 G 的零线在标尺 F 上所指的刻度,为大气压力的整数部分(毫米),再从游标尺上找出一根恰与标尺 F 某一刻度相吻合的刻度线,此游标刻度线上的数值即为毫米后的小数部分。

5. 整理工作

向下转动螺旋 C ,使汞面离开象牙针,同时记下气压计上附属温度计 J 的温度,并从所附卡片记下该气压计的仪器误差。

三、气压计读数的校正

当气压计的汞柱与大气压力平衡时,则 $P_{\text{大气}} = g \cdot d \cdot h$,但汞的密度 d 与温度有关,重力加速度 g 随测量地点不同而异。因此以汞柱高度 h 来表示大气压时,规定温度为 0°C ,重力加速度 $g = 9.80665$ 米/秒² 条件下的汞柱为标准,此时汞的密度 d 为 13.5951 克/厘米³。所以不符合上述规定所得得的汞柱高度,除了要进行仪器误差校正外,在精密的工作中还必须进行温度、纬度和海拔高度的校正。

1. 仪器误差的校正

气压计出厂时都附有仪器误差的校正卡,所以各次观察值首先应按照列在校正卡片上的校正值进行校正。

2. 温度校正

将汞和黄铜的膨胀系数代入式(1-6),则 0°C 时的汞高 h_0 与观察到的汞高 h_t 之间的关系可用下式表示:

$$h_0 = h_t \left(1 - \frac{0.1819 \times 10^{-5} - 18.4 \times 10^{-8}}{1 + 0.1819 \times 10^{-5} \times t} \times t \right) \approx h_t (1 - 0.000163t) \quad (1-7)$$

式中, h_0, h_t 均以毫米表示, t 以 $^\circ\text{C}$ 表示。

显然,温度的校正值为

$$\Delta_T = 0.000163t \times h_t \quad (1-8)$$

在实际使用中,常将其列表如表 1-6。

在使用表 1-6 时必须注意:

(1) 校正值单位为毫米,以观察值减去校正值即为 0°C 的汞柱高度。

(2) 如果温度 t 或气压观测值 h_t 不是整数,可以采用四舍五入法或插入法来使用此表。

当然也可以直接由式(1-8)计算。

表 1-6 气压计读数的温度校正值

温 度 (℃)	观 察 值 h_t (毫米)				
	740	750	760	770	780
10	1.21	1.22	1.24	1.26	1.27
11	1.33	1.35	1.36	1.38	1.40
12	1.45	1.47	1.49	1.51	1.53
13	1.57	1.59	1.61	1.63	1.65
14	1.69	1.71	1.73	1.76	1.78
15	1.81	1.83	1.86	1.88	1.91
16	1.93	1.96	1.98	2.01	2.03
17	2.05	2.08	2.10	2.13	2.16
18	2.17	2.20	2.23	2.26	2.29
19	2.29	2.32	2.35	2.38	2.41
20	2.41	2.44	2.47	2.51	2.54
21	2.53	2.56	2.60	2.63	2.67
22	2.65	2.69	2.72	2.76	2.79
23	2.77	2.81	2.84	2.88	2.92
24	2.89	2.93	2.97	3.01	3.05
25	3.01	3.05	3.09	3.13	3.17
26	3.13	3.17	3.21	3.26	3.30
27	3.25	3.29	3.34	3.38	3.42
28	3.37	3.41	3.46	3.51	3.55
29	3.49	3.54	3.58	3.63	3.68
30	3.61	3.66	3.71	3.75	3.80
31	3.73	3.78	3.83	3.88	3.93
32	3.85	3.90	3.95	4.00	4.05
33	3.97	4.02	4.07	4.13	4.18
34	4.09	4.14	4.20	4.25	4.31
35	4.21	4.26	4.32	4.38	4.43

(3) 由于温度相差1°C,压力校正值要相差0.12毫米,因此必须准确读取气压计附近温度。

3. 纬度和海拔高度的校正

重力加速度 g 随海拔高度和纬度不同而异,如果测量地点之纬度为 L (度),海拔高度为 H (米),则对已校正到 0°C 的汞柱高度再作如下校正:

$$\begin{aligned} h_p &= h_0 \times (1 - 2.6 \times 10^{-8} \cos 2L) \times (1 - 3.14 \times 10^{-7} \times H) \\ &\approx h_0 \times (1 - 2.6 \times 10^{-8} \cos 2L - 3.14 \times 10^{-7} \times H) \end{aligned} \quad (1-9)$$

显然,由(1-9)式可看出,纬度校正值为:

$$\Delta_L = h_0 \times 2.6 \times 10^{-8} \cos 2L \quad (1-10)$$

海拔高度校正值为:

$$\Delta_H = h_0 \times 3.14 \times 10^{-7} \times H \quad (1-11)$$

今将不同气压算得的纬度校正值 Δ_L 和海拔高度校正值 Δ_H 分别列于表 1-7 和表 1-8。

表 1-7 换算到纬度为 45° 的大气压校正值①

纬 度	观 测 值 (毫米)			
	720	740	760	780
25° 65°	1.23	1.27	1.30	1.33
26° 64°	1.18	1.21	1.25	1.28
27° 63°	1.13	1.16	1.19	1.22
28° 62°	1.07	1.10	1.13	1.16
29° 61°	1.02	1.04	1.07	1.10
30° 60°	0.96	0.98	1.01	1.04
31° 59°	0.90	0.92	0.95	0.97
32° 58°	0.84	0.86	0.89	0.91
33° 57°	0.78	0.80	0.82	0.84
34° 56°	0.72	0.74	0.76	0.78
35° 55°	0.66	0.67	0.69	0.71
36° 54°	0.60	0.61	0.63	0.64
37° 53°	0.53	0.54	0.56	0.57
38° 52°	0.46	0.48	0.49	0.50
39° 51°	0.40	0.41	0.42	0.43
40° 50°	0.33	0.34	0.35	0.36
41° 49°	0.27	0.27	0.28	0.29
42° 48°	0.20	0.21	0.21	0.22
43° 47°	0.13	0.14	0.14	0.14
44° 46°	0.07	0.07	0.07	0.07

① 用此表应注意,当纬度小于 45° 时应减去校正值,当纬度大于 45° 时,则应加上校正值。校正值单位为毫米汞柱。

表 1-8 测量点海拔高度换算到海平面时的大气压校正值①

海拔高度 (米)	观 察 值 (毫米)						
	500	550	600	650	700	750	800
100					0.02	0.02	0.02
200					0.04	0.05	0.05
300					0.07	0.07	0.07
400					0.09	0.10	0.10
500					0.11	0.12	0.13
600				0.12	0.13	0.14	
700				0.14	0.15	0.16	
800				0.16	0.18	0.19	
900				0.18	0.20	0.22	
1000		0.18	0.19	0.20	0.22	0.24	
1100		0.19	0.21	0.22	0.24	0.26	
1200		0.21	0.23	0.24	0.26		
1300		0.22	0.24	0.26	0.29		
1400		0.24	0.26	0.28	0.31		
1500	0.24	0.26	0.28	0.30	0.33		
1600	0.25	0.28	0.30	0.32			
1700	0.27	0.30	0.32	0.34			
1800	0.28	0.31	0.34	0.36			
1900	0.30	0.33	0.36	0.39			
2000	0.31	0.34	0.38	0.41			
2100	0.33	0.36	0.40				
2200	0.35	0.38	0.41				
2300	0.36	0.40	0.43				
2400	0.38	0.42	0.45				
2500	0.39	0.43	0.47				

① 校正值以毫米汞柱为单位。

4. 校正举例

若在北京测量大气压,北京的北纬近似为 $L = 39^{\circ}56'$, 海拔为 $H = 100$ 米, 在室温 25°C 读得气压计观测值 $h = 759.9$ 毫米汞柱, 仪器误差为 $+0.1$ 毫米, 计算校正后的正确大气压(毫米汞柱)。

解:

第一项校正: $759.9 + 0.1 = 760.0$ (毫米汞柱)。

第二项校正: 由表 1-6 查得 Δ_T 为 3.09 毫米汞柱, 所以校正后得 $h_0 = 760.0 - 3.09 = 756.9$ (毫米汞柱)。

第三项校正: 由表 1-7 查得 $\Delta_L = 0.35$ 毫米汞柱, 由表 1-8 查得 $\Delta_H = 0.02$ 毫米汞柱; 校正后大气压为

$$h_x = 756.9 - 0.35 - 0.02 = 756.5 \text{ (毫米汞柱)}。$$

由此例可看出,除非气压数值要求比较精确,纬度与 45° 偏离较远,海拔又较高以外,在一般情况下纬度校正与海拔高度校正可以不考虑。

V. 气体钢瓶减压器

物理化学实验中常要用到氧气、氮气、氢气、氩气等气体。这些气体常是贮存在专用钢瓶里,使用时通过减压阀使气体压力降至实验所需范围,再经其它控制阀门细调。

最常用的减压阀为氧气减压器,也称氧气表。

一、氧气减压器的安装及工作原理

氧气减压器的安装见本书上册实验一,其工作原理见图 1-9 所示。其高压部分与钢瓶连接,为气体进口;低压部分为气体出口,通往使用系统。高压表 1 所示为钢瓶内贮存气体的压力,低压表 11 的出口压力可由调节螺杆控制。

使用时,先打开钢瓶阀门,然后顺时针转动调节螺杆 5,它就压缩弹簧 6 并传动薄膜 3、弹簧垫块 4 和顶杆 7,打开活门 9,这样进口的高压气体由高压室经活门节流减压后进入低压室并经出口通往工作系统。藉转动调节螺杆 5,改变活门开启的高度来调节高压气体的通过量而控制所需的减压压力。

减压器都装有安全阀,它是保护减压器安全使用的装置,也是减压器出现故障的信号装置。如果由于活门垫、活门损坏或由于其它原因,导致出口压力自行上升并超过一定许可值时,安全阀 2 会自动打开排气。

二、氧气减压器的使用

(1) 依使用要求的不同,氧气减压器有多种规格。最高进口压力大多为 150 公斤/厘米²,最低进口压力应不小于出口压力的 2.5 倍。出口压力规格较多,最低为 0—1 公

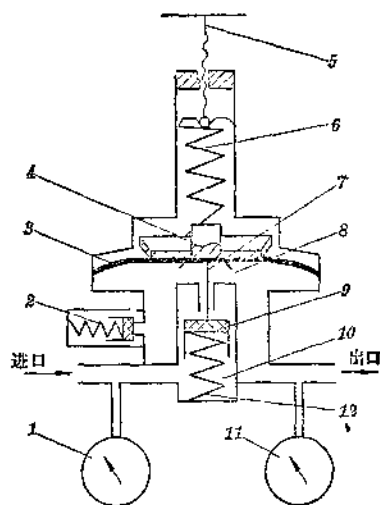


图 1-9 氧气减压器工作原理示意图
1—高压表; 2—安全阀; 3—传动薄膜;
4—弹簧垫块; 5—调节螺杆; 6—压缩
弹簧; 7—顶杆; 8—低压气室; 9—活
门; 10—高压气室; 11—低压表; 12—
压缩弹簧

斤/厘米²,最高为0—40 公斤/厘米²。

(2) 安装减压器时应确定其连接尺寸规格是否与钢瓶和使用系统的接头相一致,接头处需用垫圈。安装前须瞬时开启气瓶阀吹除灰尘,以免带进杂质。

(3) 氧气减压器严禁接触油脂,以免发生火警事故。

(4) 停止工作时,应将减压器中余气放净,然后拧松调节螺杆以免弹性元件长久受压变形。

(5) 减压器应避免撞击振动,不可与腐蚀性物质相接触。

三、其它气体减压器

有些气体,例如氢、氮、空气、氩等永久气体,可以采用氧气减压器,但还有一些气体,如氨等腐蚀性气体,则需要专用减压器。市上常见的有氮气、空气、氢气、氨、乙炔、丙烷、水蒸气等专用减压器。

这些减压器的使用方法及注意事项与氧气减压器基本相同。但是,还应该指出:第一,专用减压器一般不用于其它气体;第二,有些专用减压器采用特殊连接口,例如氢气和丙烷均采用左牙纹,也称反向螺纹,乙炔的进口用轧蓝,出口也用左牙纹等等,安装时都应特别注意。

VI. 参考资料

1. 上海化工学院,基础化学工程(上册),上海科学技术出版社,1978。
2. 衢州化工厂,压力测量仪表,石油化学工业出版社,1975。