

藥學小叢書

藥用物理學

中國藥學會藥學通報編輯部主編

劉澤先 劉大業 編著

人民衛生出版社

藥學小叢書

藥用物理學

中國藥學會藥學通報編輯部主編

劉澤先 劉大業 編著

人民衛生出版社

一九五八年·北京

關於這本書

很多初級、中級藥學工作同志迫切要求學習有關藥學的各項基本理論知識。這些藥工同志的工作都是很忙的，都希望在有限的短時間內有效地達到這個目的。這樣，就必須針對着初級、中級藥工同志的現有水平，結合着業務上的需要，有計劃地編出一套學習材料來。“藥學小叢書”就是這樣的材料，而這《藥用物理學》是其中的一本。

這本物理學跟一般的物理學有哪些不同的地方，這裡应当向大家交代一下。

我們考慮到藥工同志的文化水平有些是不很高的，甚至有的只有高小畢業的程度，所以我們尽可能地用淺顯而又通俗的語句來解釋。

在這一點上我們作了不少的努力。許多很難懂的理論我們用比較容易懂的說法作了解釋。這些知識都是藥工同志最有用的，渴望知道的。可是這些知識不但一般物理學里沒有，就是高等物理學里也不很多。

如果藥工同志想得到這些有用的知識，他必須去看許多“物理化學”（“理論化學”）、“化學工學”之類的參考書。而這些參考書又都很高深，初級、中級藥工同志要想從這些參考書里索取一些營養，那是很困難的。

我們試着安排了一些橋梁、道路給藥工同志去占有這些他們所渴望的、却又本來是難懂的知識。

我們的工作是嘗試性的，它還是一個粗糙的雛形。同時，限于這本書的體裁、限于篇幅、更限于我們的時間和能力，很多部分，我們自己也覺得還解釋得不够明白。

目 錄

关于这本书.....	1
第 1 章 字母、符号和图解.....	1
1. 拉丁字母 (1) 2. 希臘字母 (2) 3. 数字的几种用法 (3)	
4. 誤差和有效数字 (4) 5. 物理学上常用的符号 (6)	
6. 格紙上的綫条 (7)	
第 2 章 基本的測量.....	9
1. 基本的單位 (9) 2. ml 和 cc (11) 3. 一滴有多少? (12)	
4. 長度的測量 (15) 5. 游标 (17) 6. 重量的測量 (18)	
7. 容量的測量 (20) 8. 密度和比重 (22)	
第 3 章 压力.....	27
1. 力量的概念 (27) 2. 壓力 (27) 3. 流体的壓力 (28)	
4. 液体的壓力 (29) 5. 連通器 (31) 6. U形管作的壓力計 (34)	
7. 流体的浮力 (35) 8. 浮和沉 (37) 9. 比重在藥学上的应用 (39)	
10. 大气壓力 (39) 11. 大气壓力的一些应用 (42)	
12. 气体壓力和体積的关系 (43) 13. 壓力的表示法 (44)	
14. Dalton 分壓定律 (45) 15. 速度和壓力 (46)	
16. 泵 (49)	
第 4 章 运动和力量.....	51
1. 运动和相对靜止 (51) 2. 直綫运动和曲綫运动 (52)	
3. 变速运动和匀速运动 (52) 4. 匀速运动的速度 (53)	
5. 加速度 (54) 6. 慣性 (54) 7. 运动和力量 (55) 8. 重力 (56)	
9. 彈簧秤 (58) 10. 重力加速度 (59) 11. 力量的图示 (60)	
12. 摩擦 (61) 13. 离心力 (63)	
第 5 章 工作和能量.....	69
1. 功和工作 (69) 2. 功率 (71) 3. 能量 (72) 4. 能量的轉变和能量守恒 (73)	
5. 槓杆 (73) 6. 滑輪和滑輪組 (75)	

第 1 章 字母、符號和圖解

1. 拉丁字母 在科学上,除了大家已經熟习的阿拉伯数字和羅馬数字以外,还常常要使用拉丁字母和希臘字母。

拉丁字母在过去常常被認為就是“英文字母”,这是錯誤的。拉丁字母源出于希臘字母,英国只是借用來作为他們的文字而已。

1956年2月,中国文字改革委员会发表了“汉语拼音方案(草案)”。这个方案(草案)就是拉丁字母的。

在“关于拟訂汉语拼音方案(草案)的几点說明”里面有这样的话:

“这个汉语拼音方案有哪些用处呢?……可以用來作为科学上和技术上的符号。这一套現代化的拼音字母,可以用來寫科学符号和專門名詞的譯音。”

从此,我們的科学就可以用我們自己的字母武裝起來了^①。

我們以后应当用我們自己規定的念法來念这些字母,而不要用英文的念法來念。更不要再認它們是英文字母了。

用來写科学符号和專門名詞譯音的拉丁字母有26个,它們的写法、排列次序、念法是这样的:

^① 具体地說,这里指的是科学符号和某些外來語名詞。

這本書里有少数名詞是用漢語拼音字母寫出來的,其中拼寫方法有的略加調整了一下(語尾和不發音的字母取消;發音不合“漢語拼音方案(草案)”規定的更改等),例如“卡”寫成 kal,不寫成 cal。

人名等專有名詞暫時直接采用原文,不加更動。

表 3 實際測定
KBr 溶解度的結果

溫 度	KBr 的溶解度 (100g 水里可 以溶解 KBr 的 g 数)
0°	55.5
10°	59.5
20°	65.1
30°	70.6
40°	75.5
50°	80.2
60°	85.5
70°	90.0
80°	95.0
90°	99.2
100°	104.0

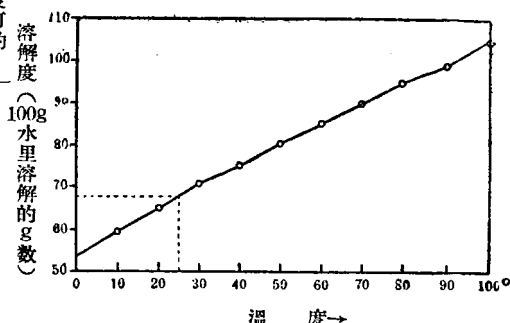


圖 1 根据左边結果画成的 KBr 溶解度曲綫

是 68，——也就是，每 100g 水在 25° 可以溶解 68g 的 KBr。

这样的綫条，不管它們是直的、波折的、圓的；規則的或不規則的，我們都常常叫它們“曲綫”。

橫着数的格数，我們有时候叫作“橫坐标”，豎着数的格数，我們有时候叫作“縱坐标”，——这都是解析几何上最常用的名詞。例如，图 1 里橫坐标代表溫度；縱坐标代表溶解度。

有时候这些綫条不画在方格紙上而画在疏密不等的格子^①或其它形狀的格子上，但是道理是一样的。也有时候格子省掉不画出來。

曲綫在学习和研究科学上非常重要，我們一定要熟习它。

① 例如按对数值划分的格子。

第 2 章 基本的測量

1. 基本的單位 單位的种类实在太多了: 雞蛋論“个”; 布論“尺”、“寸”; 時間論“年”、“小时”; 压力論“每平方m上的kg 数”等等。

但是最重要的、比較基本的單位是長度的、重量^①的和時間的。在藥學上, 容量單位也是最重要的基本單位之一, 不過從來源上說, 它是從長度的或重量的單位衍生出來的。

長度、容量、重量又常常分別叫作“度、量、衡”。

在科學上, 度量衡現在很多國家都使用“萬國公制”或“米制”的單位。這些單位里作為基礎的是下面這幾項。

表 4 萬國公制的基礎單位

種類	名 稱		符 號		原 來 的 定 義	現 在 的 定 義
	國際形式的	漢 字 的	國際的	俄文的		
長 度	meter	米、公尺、 米突、米 達	m	м	通過巴黎那條子 午綫全長的四千 萬分之一	巴黎國際度量衡局 的“米尺原器”在0° 的時候上面兩標志 間的距離
重 量	gram	克、瓦、 公分	g	г	1公升純水重量的 千分之一, 溫度 3.98°, 在中緯度 地方的海平面上 測量	巴黎國際度量衡局 的“千克原器”的重 量的千分之一
容量	liter	升、公升、 立升、立脫	l	л	1m ³ 的千分之一	1kg 純水的容量, 3.98°
時間		秒	sek	сек	平均太陽日的 1/86,400	平均太陽日的 1/86,400

① 對於本書的讀者來說, 區別開“重量”(物體所受重力的大小)和“質量”(物體所含物質的多少或慣性的大小)是沒有多大實際意義的。在一般藥學實務中、在藥典里、在許多參考書里, 藥學工作者只說“重量”這個名詞, 在天平上秤出來的也叫“重量”。

在这些基礎單位上或其它單位上，往往可以加種種表示倍數的字頭，來造成較大或較小的單位。它們都是十進位或千進位^①的，所以計算起來很方便。

表 5 表示倍數的常用字頭表

字 头		符 号		意 义	例			子
國際形 式的	漢字 的	國際的	俄文的					
tepa-	兆兆	T	T	$\times 10^{12}$	万万万倍			
giga-		G	Г	$\times 10^9$	十万万倍			
mega-	兆	M	M	$\times 10^6$	百 万 倍			
kilo-	千	K	K	$\times 10^3$	千 倍	km	КМ	kilometer 千米、公里
hekto-	百	H	г	$\times 10^2$	百 倍	kg	КГ	kilogram 千克、公斤
deka-	十	D, dk	дк	$\times 10$	十 倍			
deci-	分	d	д	$\times 10^{-1}$	十分之一	dm	ДМ	decimeter 分米、公寸
centi-	厘	c	с	$\times 10^{-2}$	百分之一	cm	СМ	centimeter 厘米、公分
mili-	毫	m	м	$\times 10^{-3}$	千分之一	mm	ММ	millimeter 毫米、公厘
						mg	МГ	miligram 毫克、公絲
						ml	МЛ	mililiter 毫升、公撮
mikro-	微	μ	МК	$\times 10^{-6}$	百万分之一			
nano-		n	К	$\times 10^{-9}$	十万万分之一			
piko-	微微	p	П	$\times 10^{-12}$	万万万分之一			

按照《中國藥典》的習慣，大倍數字頭的符號用大寫字母，其餘的都用小寫字母；符號後面不加“•”。

在上面所說的以外，還有一些公制單位。在藥學上有時候會碰到的有下面一些。

^① 中國過去只有萬進位的習慣，例如說“六萬萬人口”。但是在國際上千進位的用法非常普遍。看了下面的字頭表更可以了解這一點。——長串阿拉伯數字每三位要用“，”隔開一次，也是這種用法的一部分。所以，為了適應國際上的情況，我們認為，我們應當在科學上提倡千進位的用法。

cc 和从千克原器得來的容量單位 ml 并不絕對相等。它們有些微的差异。

表 7 ml 和 cc 的比較

比 較 項 目	ml	cc
定 义	1kg 純水(3.98°)容量或 1L 的千分之一	1m ³ 的百万分之一或 1cm ³
中 文 譯 名	毫升、公撮	立方厘米、西西
測 定 法	根据一定重量的水所占的容量	根据長度
相 互 关 系	1ml = 1.000027cc	1cc = 0.999973ml
所容純水(3.98°)的重量	1.000000g	0.999973g
1g 純水(3.98°)的容量	1.000000ml	1.000027cc
1g 純水(0°)的容量	1.00013ml	1.000157cc
药典采用的國家	中國、苏联等	美國、日本等

3. 一滴有多少^①? 在药學上,少量的液体常常按“滴”來計算。在实际操作上,滴几滴藥品也确实有它方便的地方。

可是一滴究竟有多少呢? 这可不一定。有的滴大,有的滴小,可以相差好多倍。

滴的大小跟液体的表面張力有关系。表面張力越大,滴就越大。容易揮发的液体象酒精、乙醚等,表面張力常常小,所以象酒精、乙醚、氯仿等滴就小;不容易揮发的液体表面張力常常大,所以象水、甘油等滴就大。

溫度高,表面張力就小,所以滴也小。

① 滴的重量有这样的規律: $W = 2\pi r \gamma f\left(\frac{r}{v^{\frac{1}{3}}}\right)$ 这里 W 代表滴的重量; r 代表滴下管口半徑; γ 代表表面張力; v 代表体積; f 代表函数。从这个公式里可以看出滴的重量跟表面張力、管徑、密度有关系。

液体的比重大，滴就小。

滴的大小还跟滴下面有关系。粗滴管滴下來的滴大；細滴管滴下來的滴小。从瓶口滴下來的滴大；从細玻璃棒滴下來的滴小；从細牙簽滴下來的滴更小。

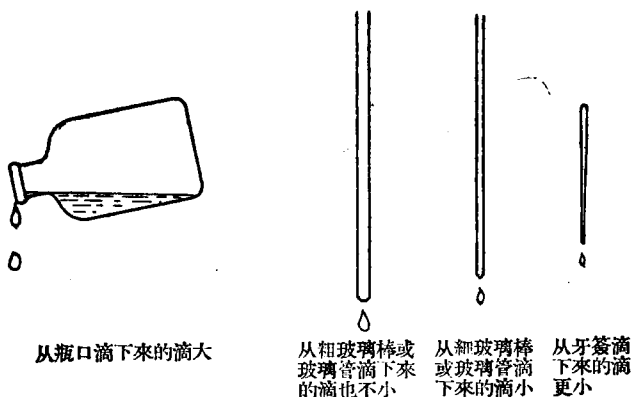


圖2 滴的大小跟滴下面成比例

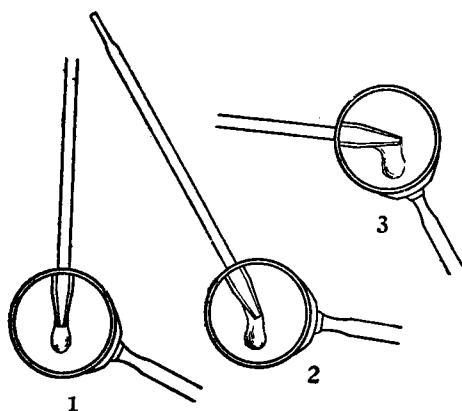


圖3 玻璃管或玻璃棒傾斜得越利害，滴下面越大，所以滴下來的滴也越大

1. 垂直：20 滴/ml；2. 傾斜45°：17 滴/ml；3. 接近水平：14 滴/ml。

玻璃管或玻璃棒垂直滴下來的滴比較小；傾斜着滴下來的滴比較大，越接近水平滴越大。这也是因为傾斜得越利害，滴下面就越大的原故。

如果滴下面有油，水性溶液就不能在它表面均匀地扩散开，所以滴下面就縮小了，滴下來的滴就小。而且这时候，管子或棒傾斜不傾斜也并不太影响滴的大小了。

普通，滴管的外徑^①决定滴下面的大小。所以，国际間規定外徑3mm的滴管作“标准滴管”。这种标准滴管在15°滴下蒸馏水应当是20(±1)滴/ml。

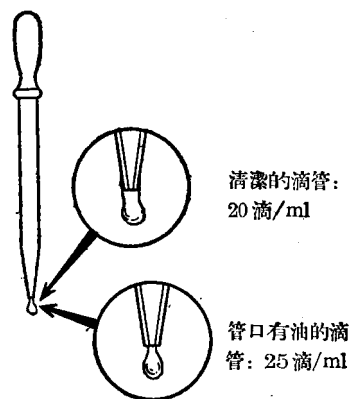


圖4 滴下面有油的時候，水性液体不能正常地沾湿它，滴下面縮小，滴也小

在藥学上說“滴”都是指用潔淨的标准滴管滴下來的滴。

表8 液體藥品滴數表^②

藥 品 名 稱	每 g 的滴數	每 ml 的滴數
蒸溜水(Aqua Destillata)	20.0	20.0
鹽酸(Acid. Hydrochlor.)	19.5	23.8
稀氰酸(Acid. Hydrocyan. Dil.)	20.0	22.2
硝酸(Acid. Nit.)	22.9	40.0
乙醚(Aether)	90.0	66.5

^① 对于不能打湿滴管的液体，例如用玻璃滴管滴水銀或是管口有油、蜡的滴管滴水性液体，管的內徑是决定滴下面的因素。請參考“表面的現象”一章。

^② 根据樓之岑：《藥師手册》，425—426頁。

藥 品 名 稱	每 g 的滴數	每 ml 的滴數
酒精 (Alcohol)	65.5	50.0
苦杏仁水 (Aq. Armeniac. Amar.)	29.2	27.0
氯仿 (Chloroform)	58.0	100.0
木溜油酚 (Creosot.)	37.4	45.5
颠茄流浸膏 (Ext. Bellad. Liq.)	55.2	50.0
麥角流浸膏 (Ext. Ergot. Liq.)	52.6	50.0
甘油 (Glycerol)	23.1	33.3
瘰癧木醇 (Guaiacol)	38.1	43.5
亞砷酸鉀溶液 (Liq. Kal. Arsen.)	21.1	22.2
复方碘溶液 (Liq. Iod. Co.)	32.0	40.0
溴化鉀溶液 (Liq. Kal. Brom. 10%)	20.0	20.0
碘化鉀溶液 (Liq. Kal. Iod. 50%)	18.7	28.6
碘化砷汞溶液 (Liq. Arsen. et Hydrarg. Iod.)	19.7	22.2
水楊酸甲酯 (Methyl. Salicyl.)	40.6	50.0
檀香油 (Ol. Santal.)	41.5	50.0
液化酚 (Phenol Liq.)	35.5	40.0
芳香氨酊 (Sp. Ammon. Arom.)	57.3	50.0
亞硝酸乙酯酊 (Sp. Aethyl. Nitrit.)	65.5	59.0
碘化亞鐵糖漿 (Syr. Ferr. Iod.)	18.9	25.0
烏頭酊 (Tinct. Aconit.)	56.3	50.0
洋地黄酊 (Tinct. Digit.)	48.1	50.0
三氯化鐵酊 (Tinct. Ferr. Trichlorid.)	53.3	55.5
碘酊 (Tinct. Iod.)	63.3	66.5
莨菪酊 (Tinct. Hyoscy.)	50.8	50.0
番木別酊 (Tinct. Nuc. Vom.)	57.3	50.0
鴉片酊 (Tinct. Opii)	50.9	50.0
樟腦鴉片酊 (Tinct. Opii Camph.)	50.9	50.0
毒毛旋花子酊 (Tinct. Strophanth.)	57.2	50.0

4. 長度的測量 用各種尺可以直接量長度。

尺的刻度方法很重要，我們應當學會它正確的讀法。因為絕大多數的測量最後都是以長度的刻度方式表示出來的。例如容量是用長度的刻度在玻璃量器上來表示的。

尺最小刻度直接指出來的讀數，叫作尺的“最小讀數”。

普通的尺最小讀數多半是1mm。

“游標卡尺”利用“游標”的最小讀數可以达到0.1—0.02 mm。这种卡尺在藥厂里常常用來測量玻璃管的內外直徑等。

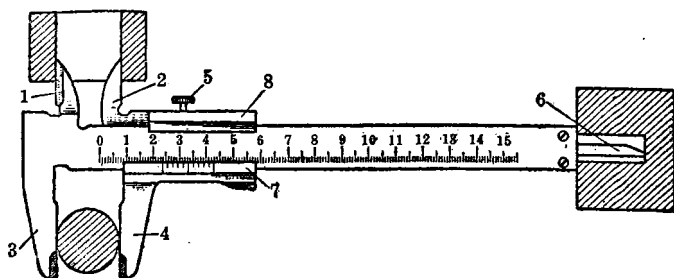


圖5 游標卡尺可以測量外部尺寸、內部尺寸和深度。在藥厂里常常用它來測量玻璃管的內外直徑

1. 固定短腳；2. 活動短腳；3. 固定長腳；4. 活動長腳；
5. 固定螺絲；6. 測深細尺；7. 游標尺；8. 游標架。

“千分尺”^①更精密一些，它最小讀數可以达到0.01mm。

測量縫合綫要用“千分表”^②，这种表可以把微小的尺寸

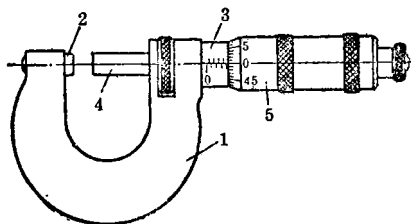


圖6 千分尺的構造

1. 弓架；2. 砧；3. 套管；4. 螺桿（心軸）；5. 外套管。

① 又叫作“外用螺旋測微器”或“外測分厘卡”等。

② 又叫作“指示微分表”等。

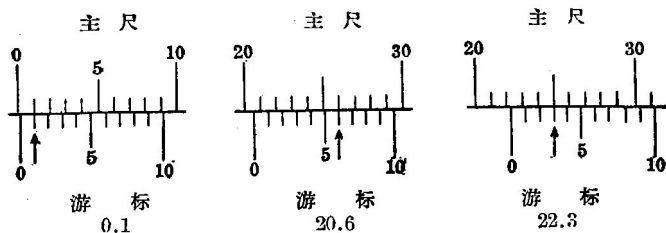
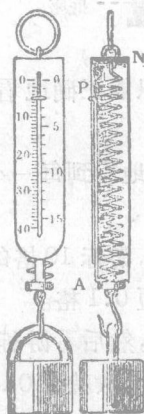


圖8 游标的用法

游標0綫對准要測量的點，看游標第幾根綫跟主尺的對齊，0綫就指在那格的十分之幾處。

普通滴定管最小讀數多半是0.1ml。如果作一個游標，游標上的10格等於滴定管的9格，那麼我們就可以比較精確地讀到0.01ml了。

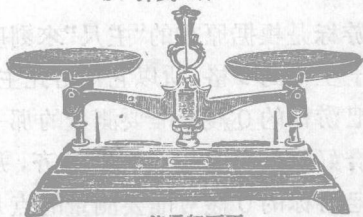
6. 重量的測量 大家都知道重量是用“秤”^①來稱的。



a. 彈簧秤

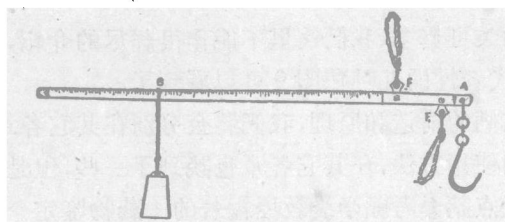


b. 彈簧磅秤

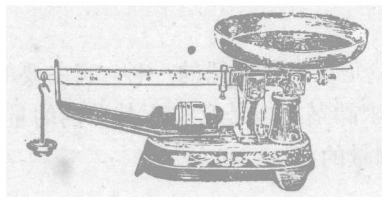


c. 普通粗天平

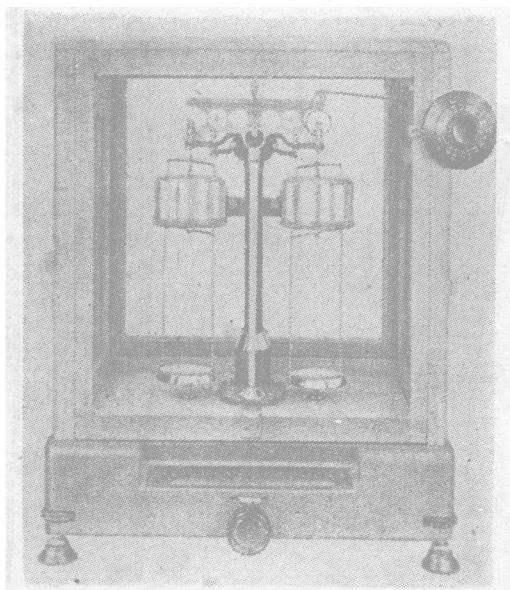
① “秤”字在“天秤”里念 ping' (ㄘㄧㄥ', 音“平”)；在其它地方念 cheng' (ㄔㄥ' 音“稱”)。



d. 普通桿秤



e. 小台秤



f. 新式精密天平

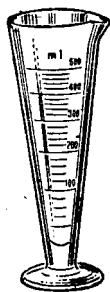
圖9 幾種常見的秤

秤的种类可真多,我們这里不能作很詳尽的介紹,但是常見到的、有代表性的几种在图 9 可以看到了。

关于它們的構造和原理,我們將會分別在其它各章談到。分析天平的使用方法,在其它各章也談到了一些,但是詳尽的用法和注意点請参考顧学裘教授編著的《葯物鉴定》。

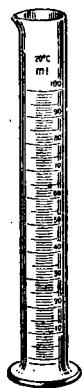
7. 容量的測量 我們一般是用玻璃“量器”來測量液体的容量。

“量杯”虽然是最常用量器的一种,它主要的好处是便于攪拌,所以常用來調剂。但是它并不是准确的量器,所以还是尽量少用它來測量的好。



a

量杯,只適合于調剂用



b

量筒



c

碱液用滴定管



d

普通滴定管

比重是物体的重量跟同体积的蒸馏水（如果它是固体或液体）或空气^①（如果它是气体）重量的比例。一瓶硫酸重184g，同样一瓶水重100g，那么，这硫酸的比重是 $184\text{g}:100\text{g}=1.84$ 。一瓶氧气重11.05g，但是同样一瓶空气只重10.00g，那么，氧气的比重是 $11.05:10.00\text{g}=1.105$ 。

比重是沒有單位的。

用公制來表示固体或液体的密度，数值跟比重相同^②，所以不区分它們常常也沒有什麼关系。在談到气体密度的时候，一定要把單位說出來，例如“g/l”；比重一定要把对比的东西說出來，例如“空气=1”。

比重，尤其是液体藥品或溶液的比重，在鉴别品种、濃度的时候非常重要。另外，在体积和重量的換算上，比重更是必要的依据。

表9 重要固體的比重^③

白金	21.4	玻璃	2.4—2.8	冰	0.92
鉛	11.3	瓷	2.3—2.5	石蜡	0.87—0.91
銀子	10.5—10.6	蔗糖	1.59	木料	0.4—1.3
銅	8.3—8.95	橡皮	1.1—1.19	軟木	0.22—0.26
鉄、鋼	6.9—7.5	橡皮(純膠)	0.91—0.93		
鋁	2.7	蜂蜡	0.96—0.97		

表10 一些液體藥品的比重^④

水銀	13.50	煤酚	1.02—1.05	薄荷油	0.895—0.910
硫酸	1.84	冰醋酸	1.047	液狀石臘	0.860—0.905
磷酸	1.71	醋酸	1.045	濃氨溶液	0.90
氯仿	1.473—1.478	水	1.000	松節油	0.852—0.870

① 有时候是跟氧氣等比。

② 英制或其它变量衡制，密度和比重的数值是不一致的。

③ 这都是大約数字。

④ 根据《中國藥典》。