

初级化学 习题解析

Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Tb	Dy	湖南人	Er	Tm	Yb	Lu	
Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

湖南人民出版社

初级化学习题解析

[英]A·霍尔德内斯 J·兰伯特著

沙 默 译

湖南人民出版社

一九七八年·长沙

初级化学习题解析

沙默 译

*

湖南人民出版社出版

湖南省新华书店发行

湖南省新华印刷二厂印刷

*

1978年12月第1版第1次印刷

印数：1—130,000册 印张：3.25

统一书号：7109·1096 定价：0.21元

译 者 的 话

《初级化学习题解析》一书是英国A·霍尔德内斯和J·兰伯特合著的，一九六二年在伦敦出版，一九七一年修订重版。从一九六二年到一九七五年共重印九次。作者从巩固基础知识的角度出发，注意提高读者分析问题和解决问题的能力。

全书共分十一个部分。除最后一部分“综合习题外”，每部分均包括以下三方面：基本概念、计算举例和习题。每一部分的后面都附有一定的习题，这些习题由浅入深，有一定的启发性，可供中学生和中学教师参考。

一九七八年八月

目 录

一、气体体积的确定	(1)
二、由实验数据求出化学式和化学方程式; 当量	(6)
三、化学式的计算	(19)
四、气体分子量	(27)
五、倍比定律和定比定律 (定组成定律)	(38)
六、反应质量	(44)
七、反应质量中的气体体积量	(54)
八、溶解度	(64)
九、容量分析	(68)
十、电解	(79)
十一、综合习题	(85)
近似原子量	(90)
习题答案	(91)

一、气体体积的确定

在一般实验室的工作中,一定质量的气体体积,基本上随温度和压力的改变而改变。有关这些变化的定律有:

波义耳定律: 温度一定时,一定质量的气体体积与压力成反比。

此定律可按惯用符号,用数学公式表示:

$$v \propto \frac{1}{p} \quad (\text{温度一定})$$

或 $pv = k \quad (\text{温度一定})$

查理定律: 压力一定时,一定质量的气体体积与绝对温度成正比。

此定律亦可用数学公式表示:

$$v \propto T \quad (\text{压力一定})$$

或 $\frac{v}{T} = k \quad (\text{压力一定})$

上两式的T称绝对温度。以摄氏零下273℃(即-273℃)作为零点的温度叫绝对温度,而-273℃则称为绝对零度。

将摄氏温度化为绝对温度时,必须加上273才行,例如,

$$15^{\circ}\text{C} = (15 + 273)\text{K} = 288\text{K}$$

$$-50^{\circ}\text{C} = (-50 + 273)\text{K} = 223\text{K}$$

注意，绝对温度省略了“度”的符号而代之以“K”（英国人 Kelvin 首先使用绝对温度的概念，故以其名第一个字母“K”表示绝对温度以示纪念——译者注）。

从上述波义耳定律 $pV = k$ （温度一定）和查理定律 $\frac{V}{T} = k$ （压力一定）可看出，如把这些条件用于相同质量的一给定气体，则能合并上二式：

$$\frac{pV}{T} = k \text{ 由此可得:}$$

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = k$$

式中的 p 、 v 和 T 表示一种气体标本在某一组状况下的压力、体积和温度，而 p_1 、 v_1 和 T_1 表示同一气体在另一组状况下的压力、体积和温度，运用此公式可确定从某一状况到另一状况时气体的体积。

例 某氧气样品在 10°C ，770mm 汞柱压力时占体积 500cm^3 。试计算它在 15°C ，750mm 汞柱压力时的体积。

解：已知 $T = (10 + 273)\text{K} = 283\text{K}$

$$T_1 = (15 + 273)\text{K} = 288\text{K}$$

$$p = 770\text{mm 汞柱}$$

$$p_1 = 750\text{mm 汞柱}$$

$$v = 500\text{cm}^3$$

求 $v_1 = ?$

根据已知数据，并运用公式 $\frac{pV}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$ ，则可求得 v_1 ：

$$\frac{770 \times 500}{283} = \frac{750 \times v_1}{288}$$

$$v_1 = \frac{288}{750} \times \frac{770 \times 500}{283} = 522 \text{ cm}^3$$

如果学生提出要直接运用波义耳定律和查理定理解题时，则可按下法解：降压后， 500cm^3 氧气的体积必然增加，增加量为 $500 \times 770/750 \text{ cm}^3$ 。温度由 283K 增加至 288K ，体积亦将增大，即 $500 \times 770/750 \times 288/283 \text{ cm}^3$ 其结果与按公式计算的相同。

由于随着温度和压力的变化，气体体积有着相当大的变化，故温度与压力必须有一标准值作为参考。此标准值被定为 0°C (273K)和 760mm 汞柱，二者合并叫标准状况(s.t.p)。以往亦常用另一缩写形式(N.T.P)，N在此作“标准的”解。

s.t.p(或N.T.P)是 0°C (273K)和 760mm 汞柱。

关于气体的数据常参照此状况。例如，在s.t.p下， 1dm^3 (立方分米，升)氢气的质量为 0.09克 。某状况下气体体积均可按上述方法换算至s.t.p下之体积。

习 题

1. 根据已知气体的最初体积和最初温度，计算它们在最终温度时所占的体积 (压力一定)。

最初体积	最初温度	最终温度
(a) 546cm^3	0°C	14°C
(b) 864cm^3	15°C	20°C
(c) 580cm^3	17°C	0°C
(d) 1168cm^3	19°C	0°C
(e) 516cm^3	-15°C	12°C

2. 根据已知气体的最初体积和最初压力, 计算它们在最终压力时所占的体积。

最初体积	最初压力	最终压力
(a) 152cm^3	750mm 汞柱	760mm 汞柱
(b) 390cm^3	760mm 汞柱	780mm 汞柱
(c) 5.52dm^3	1 大气压	1.38 大气压
(d) 1540cm^3	750mm 汞柱	770mm 汞柱
(e) 190cm^3	1 大气压	0.95 大气压

3. 根据已知气体的最初体积、最初状况和最终状况, 计算它们在最终状况时所占的体积。

最初体积	最初状况	最终状况
(a) 546cm^3	0°C , 760mm 汞柱	14°C , 861mm 汞柱
(b) 819cm^3	0°C , 819mm 汞柱	15°C , 864mm 汞柱
(c) 500cm^3	-23°C , 750mm 汞柱	23°C , 800mm 汞柱
(d) 250cm^3	17°C , 870mm 汞柱	-48°C , 750mm 汞柱
(e) 1000cm^3	91°C , 798mm 汞柱	s.t.p.
(f) 500cm^3	182°C , 722mm 汞柱	s.t.p.
(g) 400cm^3	s.t.p.	91°C , 836mm 汞柱

- (h) 500cm^3 s.t.p. 27°C , 700mm 汞柱
 (i) 1000cm^3 s.t.p. 127°C , 800mm 汞柱
 (j) 1520cm^3 27°C , 700mm 汞柱 s.t.p.

4. 根据已知气体之最初体积、最初状况和最终状况，用对数计算最终状况时它们所占的体积。

	最初体积	最初状况	最终状况
(a)	1400cm^3	17°C , 740mm 汞柱	s.t.p.
(b)	350cm^3	s.t.p.	18°C , 745mm 汞柱
(c)	422cm^3	18°C , 740mm 汞柱	-20°C , 770mm 汞柱
(d)	266cm^3	14°C , 745mm 汞柱	17°C , 750mm 汞柱
(e)	287cm^3	s.t.p.	15°C , 735mm 汞柱
(f)	292cm^3	18°C , 738mm 汞柱	s.t.p.
(g)	242cm^3	150°C , 780mm 汞柱	120°C , 742mm 汞柱
(h)	178cm^3	s.t.p.	-15°C , 740mm 汞柱
(i)	220cm^3	14°C , 744mm 汞柱	s.t.p.
(j)	32cm^3	s.t.p.	-38°C , 726mm 汞柱

二、由实验数据求出化学式 和化学方程式；当量

化学界经历了一段时间的迷惑不定之后，约至19世纪中叶，才确立以下定义。

元素的原子量(A)，是该元素的一个原子相当于一个氢原子质量的倍数。

元素的当量(E)，是该元素与1质量单位的氢化合，或置换出1质量单位的氢所需要的质量单位数。

元素的化合价(V)，是与该元素的一个原子化合，或置换出该元素的一个原子所需要的氢原子数。

这些定义都是把其它元素与1质量单位的氢（实际上是原子或克）联系起来考虑的，由此对任何元素便有：

$$E \times V = A$$

由于当量可用实验测定，金属的化合价可用杜伦—伯蒂定律测定，而测定非金属化合价的方法也有多种，因此，至19世纪末便已测定了80多种元素的原子量，其中之一就是氧 $O = 15.88$ 。到了20世纪初，根据实验，一致认为氧的原子量应作更为合适的修改，后把氧的标准量确定为 $O = 16$ 。这个改动使得所有元素的原子量都增加了约1%。例如氢从1增加至1.008。同位

素现象被发现后，就发觉氧是一种有同位素的元素，可以有不同的组成，所以不宜把它作标准。由于这个原因，也由于在质谱仪的分析中发现碳比氧更适宜，自1961年后一致同意把碳的同位素 $^{12}_6\text{C}$ 作为原子量的标准， $^{12}_6\text{C} = 12$ 。这个变动使原子量也有了小的改变，但小于40ppm，故在一般场合下忽略不计。

按C-12这个标准，从四价碳的最简单的碳氢化合物 CH_4 来看，元素M的当量是该元素与 $^{12}_6\text{C}$ 的3个质量单位化合、或置换所需要的质量单位数。但是，在实验中，除C-12外，也还采用其它元素，如氧、氢、氯和一些金属作标准。如从 CO_2 、 CH_4 、和 CCl_4 已知的定量组成中知氧、氢和氯与3克C-12化合时的质量分别是8.00克、1.01克和35.5克。这些数字也就是这些元素的当量。因此现在当量的定义变为：

任何一元素的当量，就是该元素与3质量单位的碳—12、8.00质量单位的氧、35.5质量单位的氯、1.01质量单位的氢相化合或置换所需要的质量单位数。

实际上，常以克作质量单位，即克当量。

近些年来，化学界看待原子量的态度有了相当程度的改变。第一次世界大战后不久，由于质谱仪的问世，这种改变就开始了。质谱仪一直在不断地改进，目前，化学和物理学上都能依靠自动记录的质谱仪精确地测定原子量。这样一来，用老方法确定当量已不再适合，何况原子量又是简单的常用数据。虽然如此，但过去沿用的实验室法确定当量，特别是确定金属的当量仍然有它的价值。目前尚用作核实那些简单的化学式及化学方程式的练习。

下面就这些用法举例：

金属氧化物中金属当量的求法——此处所使用的方法包括使纯净元素转变成其氧化物，或从纯氧化物中还原出该金属元素。在这两种情况中，都要称量最初和最终产物。

例1 某一铜的纯净氧化物样品，在干燥的氢气中加热被还原至恒量。试从下列数据确定它的化学式。(Cu = 63.5, O = 16)

$$\text{舟皿质量} = 10.510 \text{克}$$

$$\text{舟皿、氧化物总量} = 12.857 \text{克}$$

$$\text{舟皿、铜总量} = 12.594 \text{克}$$

解：(以摩尔作单位)

$$\begin{aligned} \text{参与化合的氧的质量} &= (12.857 - 12.594) \text{克} \\ &= 0.263 \text{克} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{用去的铜的质量} &= (12.594 - 10.510) \text{克} \\ &= 2.084 \text{克} \end{aligned}$$

$$\text{铜原子摩尔数} = \frac{2.084}{63.5} = 0.0328$$

$$\text{氧原子摩尔数} = \frac{0.263}{16} = 0.0164$$

铜与氧的摩尔数比为2:1。由此可得此氧化物之最简式为 Cu_2O 。

铜的当量可按下法求得：

0.263克氧与2.084克铜化合

8.000克氧则将与 $2.084 / 0.263 \times 8.000$ 克 (即63.4克) 铜

化合。

故铜的当量是63.4

例 2 将某金属X溶于过量的硝酸中使转 变为其氧化物，蒸干硝酸盐溶液并加热至恒量。试从以下数据确定此金属氧化物之化学式。

(O = 16; X = 65)

坩埚及坩埚盖总量 = 15.012克

坩埚、坩埚盖及金属X总量 = 16.516克

坩埚、坩埚盖及金属氧化物总量 = 16.886克

解：用去金属X的质量 = (16.516 - 15.012)克
= 1.504克

参加反应的氧的质量 = (16.886 - 16.516)克
= 0.370克

X 原子的摩尔数 = $\frac{1.504}{65} = 0.0231$

氧原子的摩尔数 = $\frac{0.370}{16} = 0.0231$

X与氧之摩尔数比为1:1，由此可得此氧化物的最简式为
XO

X的当量可按下法求得：

与0.370克氧相当量的X是1.504克

与8.000克氧相当量的X则是：

$1.504 / 0.370 \times 8.000$ 克，即32.5克

故金属X的当量是32.5

金属氯化物中金属当量的求法——此处所使用的方法是在干燥的氯气中加热金属使之转变成氯化物。或将不溶性金属氯化物转变成硝酸盐溶液，再从溶液中沉淀出氯化物。此沉淀法特别适用于对银的当量的测定。应用此两种方法时都必须确定氯化物和金属的质量。

例 1 在干燥的氯气中加热1.68克金属X后，X转变成4.88克无水氯化物。从这些已知数据及它们的原子量确定此氯化物的化学式。Cl = 35.5；X = 56

解：参加反应的氯的质量 = $(4.88 - 1.68) = 3.20$ 克

X 原子的摩尔数 = $1.68/56 = 0.0300$

氯原子的摩尔数 = $3.20/35.5 = 0.0901$

X与氯之摩尔数比为1:3；故其最简式为 XCl_3 。

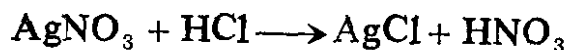
X的当量可按法求得：

3.20克氯气与1.68克金属X化合

35.5克氯气则与 $1.68/3.20 \times 35.5 = 18.6$ 克金属X化合

故X的当量是18.6

例 2 1.620克银与过量的稀硝酸共热成硝酸盐溶液。再加入稍过量的稀盐酸使产生氯化银沉淀。经过滤、洗净、干燥后于 120°C 时称得氯化银质量为2.153克。试说明上列数据适应下列方程式。



解：从方程式可得： $\text{Ag} \longrightarrow \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{AgCl}$

108

143.5

即108克银可生成143.5克氯化银

故1.620克银可生成氯化银 $1.620 \times 143.5 / 108 = 2.152$ 克。

此数值与实验值相等。

银的当量可按下法求得：

$$\begin{aligned}\text{参加反应的氯气质量} &= (2.153 - 1.620) \text{ 克} \\ &= 0.533 \text{ 克}\end{aligned}$$

即0.533克氯气与1.620克银化合，那么，35.5克氯气则与 $1.620 \times 35.5 / 0.533 = 107.9$ 克银化合。

故银的当量是107.9

从金属置换氢的反应中求金属当量的方法——此处采取常用的将已知量的金属从过量的稀硫酸或盐酸中置换出氢气的方法。氢气的体积可从已知的温度和压力下测得。氢气的质量可以 1dm^3 氢气在s.t.p下0.09克（或 11.2dm^3 氢气在s.t.p下1.008克）作标准求得。如果气体是在水面上测定的，即会有饱和水蒸气，这可先从表上查得相应温度下水的蒸气压，再从总压力中减去这一部分压力，剩下的就是氢气的实际压力。

此法见以下2例。

例1 0.240克某金属X（原子量24.4），在 15°C ，740mm汞柱压力时与过量的稀硫酸作用，放出的氢气（干量）占体积 238cm^3 。试根据这些已知数据求以下方程式中之n值。



解：化实验状况至标准状况后，氢气的体积为：

$$238 \times \frac{740}{760} \times \frac{273}{288} \text{ cm}^3, \text{ 或 } 220 \text{ cm}^3$$

因 1dm^3 (或 1000cm^3) 氢气在s.t.p下为0.09克, 所以 220cm^3 氢气在相同状况下的量为:

$$0.09 \times \frac{220}{1000} \text{克, 或 } 0.0198 \text{克}$$

又已知金属X的质量是0.240克, 则X的分子数与放出氢气的分子数之比为:

$$\frac{0.240}{24.4} : \frac{0.0198}{2.02} \text{ 或 } 0.00983 : 0.0098$$

即X与 H_2 之比为1:1, 故 $n=1$

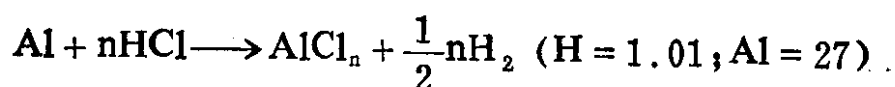
根据以上数据, 可按下法求得X之当量:

0.0198克氢气为0.240克X所置换,

1.008克氢气则为 $0.240 \times 1.008 / 0.0198 \text{克} = 12.2 \text{克}$ 金属X所置换

故X的当量是12.2

例2 0.210克铝从过量的稀盐酸中置换出的氢气在 12°C , 761mm汞柱压力时于水面上测得其体积为 276cm^3 , 试根据这些数据求下面方程式中之 n 值。



解: 查表得 12°C 时水的蒸气压为11mm汞柱, 因此, 实际上氢气之压力是 $(761-11)\text{mm}$ 汞柱, 或750mm汞柱。据此, 换算出在s.t.p下氢气之体积为:

$$276 \times \frac{750}{760} \times \frac{273}{285} \text{cm}^3 \text{ 或 } 262\text{cm}^3$$