

普通化学

作业与练习

[苏] Н·Л·格林卡 著

郭慎满 孙寿家 译

滕芳师 校

哈尔滨工业大学出版社

普通化学作业与练习

[苏]H.Л.格林卡 著

郭慎满 孙寿家 译

滕芳师 校

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书是根据 H.И. 格林卡《普通化学作业与练习》一书的第二十一版本翻译的。

本书是苏联高等学校非化学专业学生用的参考书，与格林卡教授著的《普通化学》一书的第二十版本配合使用。它与1973年出版的第二十版本相比有很大改进。

全书共十一章，书中每章都有简要的理论概述和示范例解，并且各章都有供自我检查用的典型问题。本书习题数量较多，共1099题。书后附有解题所需要的参考资料。

本书可供高等学校教师和非化学专业学生参考，也可供自学者使用。

普通化学作业与练习

[苏] H.И. 格林卡 著

郭慎清 孙寿家 译

滕芳师 校

哈尔滨工业大学出版社出版

黑龙江省新华书店发行

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.75 字数 216,000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数 1—10,000

书号 13341·14 定价 1.65元

译 者 的 话

H.Л.格林卡教授著的《普通化学》是苏联高等学校非化学专业用的教科书，其新版本已由哈尔滨工业大学肖涤凡、余健等同志译成中文，1982年由人民教育出版社出版。这本《普通化学作业与练习》是为配合《普通化学》教材的使用而翻译的。本书与《普通化学》教材一样，近三十年来几经修订，目前的第二十一版是H.Л.格林卡教授逝世后，由B.A.拉宾诺维奇等人作了重大修改而成的。

本书共分十一章，前六章由郭慎满翻译，后五章由孙寿家翻译。全书由腾芳师校订，周定教授审阅。

原书第二章无机化合物的主要类别及第九章络合物中的命名法部分是按我国习惯命名法进行编译的。对于原书中的某些错误译者作了更正，除较重要之处，一般不作注明。由于译者水平所限，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

译 者

1985.6

第二十一版 序 言

对 H.Л. 格林卡教授的《普通化学作业与练习》不再需要专门的介绍，多年来 H.Л. 格林卡教授的著作无论在中等及高等学校的学生中间，还是在化学教师中间均享有很高的声誉。这不仅是因为他恰当地选择了练习以及在每部分习题前均加有明确的理论概述，而且还由于该书与作者著名的《普通化学》一书是密切配合的。

1964年作者在准备出版该习题集的第十三版时对该书做了最后一次修订，以后各版均未再作改动。但由于化学科学的飞速发展以及中学和大学教学大纲的修订，在已经过去的一段时间里 H.Л. 格林卡的《普通化学》一书也有重要修订，这就要求对习题集也做相应的修订。目前这一版的修订工作是集体完成的。重新或几乎重新编写的章节有：第二章（化学副博士 T.E. 阿列克谢耶娃）、第三、四、九章（化学副博士 H.Б. 普拉图诺娃）、第五章（化学副博士 X.M. 鲁宾娜和化学副博士 B.A. 拉宾诺维奇）、第八章（化学副博士 T.E. 赫里普诺娃和 B.A. 拉宾诺维奇）。第一章和第十章的修订和增补是由 T.E. 阿列克谢耶娃完成的，第六章和第七章是由 X.M. 鲁宾娜、第十一章是由 H.Б. 普拉图诺娃和 T.E. 阿列克谢耶娃完成的。

目前的这一版中除了传统的习题及练习外，在每一章中还增添了自我检查题，以便学生检验自己对相应教学内容掌

握的程度。其中每个问题都有可供选择的几种答案，学生可从中选择一个或几个正确答案。在某些情况下还要求学生指出对答案进行选择的正确依据。如果选择的答案与习题集附录中的标准答案不一致（或不完全一致），则有必要重新研读相应部分习题前的理论概述或教科书中的相应内容。

本版修订时作者与编辑力求保持H.П.格林卡习题集原版本的风格和优点，同时尽量接近H.П.格林卡的《普通化学》一书最近的几个版本的内容和特点。我们将感谢读者——教师与学生旨在对习题集做进一步修订所提出的各种批评意见。

全体作者向本书的审阅者Г.П.卢钦斯基教授和З.Е.戈利布拉依赫副教授表示谢意，他们对修订本书提出了批评和建议。

B.A.拉宾诺维奇、X.M.鲁宾娜

1979年3月

目 录

第二十一版 序言

第一章 最简单的化学计算	(1)
一、当量、当量定律.....	(1)
二、气体的基本定律.....	(6)
三、气体的分压.....	(10)
四、摩尔、阿伏加德罗定律、气体摩尔体积.....	(13)
五、气态物质分子量的计算.....	(18)
六、化学式的确定、依据化学式和化学方程式进行的各种计算.....	(22)
第二章 无机化合物的主要类别	(29)
第三章 原子结构、放射性	(39)
一、原子的电子结构、元素性质与其原子结构的关系.....	(39)
二、原子核的结构、放射性、核反应.....	(47)
第四章 化学键	(55)
一、化学键的类型、共价键的形成.....	(55)
二、分子的极性、分子的几何构型.....	(64)
三、离子键、离子的极化.....	(70)
四、氢键、分子间的相互作用.....	(73)
第五章 化学反应进行的基本规律	(76)
一、化学反应动力学、化学热力学计算.....	(76)

二、	化学反应速度、化学平衡·····	(92)
第六章	溶液 ·····	(113)
一、	溶液的浓度、溶解度·····	(113)
二、	溶液形成时的能量效应·····	(125)
三、	非电解质稀溶液的物理化学性质·····	(127)
第七章	电解质溶液 ·····	(135)
一、	弱电解质、电离常数和电离度·····	(135)
二、	强电解质、离子的活度·····	(145)
三、	水的离子积、氢离子指数·····	(148)
四、	溶度积·····	(154)
五、	电解质溶液中的互换反应、盐的水解·····	(161)
第八章	氧化—还原反应 电化学原理 ·····	(173)
一、	氧化值、氧化作用和还原作用·····	(173)
二、	氧化剂和还原剂·····	(177)
三、	氧化—还原反应方程式的写法·····	(183)
四、	化学电源、电极电势·····	(191)
五、	氧化—还原反应进行的方向·····	(201)
六、	电解·····	(205)
第九章	络合物 ·····	(213)
一、	络离子组成的确定·····	(213)
二、	络合物的命名·····	(216)
三、	络合物溶液中的平衡·····	(218)
第十章	金属的通性 合金 ·····	(223)
第十一章	元素周期系 元素及其化合物的性质 ·····	(229)
一、	一般规律·····	(229)
二、	氢·····	(230)
三、	卤素·····	(233)

四、氧族元素	(235)
五、氮族元素	(240)
六、碳和硅	(248)
七、周期系第 I 族金属	(250)
八、周期系第 II 族金属、水的硬度	(254)
九、周期系第 III 族金属	(258)
十、周期系第 IV、V、VI、VII 族金属	(260)
十一、稀有气体、第 VIII 族金属	(265)
附录	(269)
表 1 国际制 (SI) 的一些单位	(269)
表 2 国际单位制外的一些单位与国际单位 (SI) 之间的关系	(270)
表 3 一些基本物理常数值	(271)
表 4 重要的酸及其盐的名称	(271)
表 5 298K (25°C) 时一些物质的标准生成焓 ΔH°_{298} 、标准熵 S°_{298} 和标准生成吉 布斯能 ΔG°_{298}	(274)
表 6 25°C 时一些弱电解质在水溶液中的电 离常数	(277)
表 7 溶液的离子强度不同时离子的活度系 数 f	(278)
表 8 25°C 时一些难溶电解质的溶度积	(279)
表 9 25°C 时水溶液中的标准电极电势 φ°	(280)
表 10 25°C 时在水溶液中一些络离子的不稳 定常数	(282)
常用对数表	(283)
习题答案	(286)

第一章 最简单的化学计算

一、当量、当量定律

某物质与1摩尔氢原子相化合的量或在化学反应中能置换出1摩尔氢原子的量称为该物质的当量。

物质的1当量的质量称做它的当量质量。

例1. 求在化合物HBr、 H_2O 和 NH_3 中各元素的当量及当量质量。

解 在给出的化合物中，1摩尔氢原子能够与1摩尔溴原子，或 $\frac{1}{2}$ 摩尔氧原子，或 $\frac{1}{3}$ 摩尔氮原子相化合。因而，根据定义，溴、氧及氮的当量分别等于1摩尔、 $\frac{1}{2}$ 摩尔及 $\frac{1}{3}$ 摩尔。根据这些元素的原子摩尔质量，我们可求得溴的当量质量为79.9克/摩、氧为 $\frac{16}{2} = 8$ 克/摩、氮为 $\frac{14.01}{3} = 4.67$ 克/摩。

求某元素的当量（或当量质量）不一定非要依据它与氢的化合物来进行计算，也可根据该元素与已知当量的任何一种元素的化合物的组成来进行计算。

例2. 5.6克铁和硫生成8.8克硫化铁，若已知硫的当量质量等于16克/摩，求铁的当量质量 E_{Fe} 和铁的当量。

解 由题给条件可知，在8.8克的硫化铁中铁为5.6克，

则硫为 $8.8 - 5.6 = 3.2$ 克。根据当量定律，相互作用的物质的质量之比等于它们的当量质量之比，因此

$$\begin{aligned} 5.6 \text{克} & \quad \text{铁相当于} \quad 3.2 \text{克硫} \\ E_{\text{Fe}} \text{克/摩} & \quad \text{铁相当于} \quad 16 \text{克/摩硫} \end{aligned}$$

$$\text{故} \quad E_{\text{Fe}} = \frac{5.6 \times 16}{3.2} = 28 \text{ (克/摩)}$$

铁原子的摩尔质量在数值上与铁的相对分子量相同，等于56克/摩。当铁为两价时，由于铁的当量质量（28克/摩）比它的原子摩尔质量小，1摩尔铁包含2个当量，因此铁的当量等于 $\frac{1}{2}$ 摩尔。

根据当量定律可推导出复杂物质的当量质量的计算公式

$$E_{\text{氧化物}} = \frac{M_{\text{氧化物}}}{\text{元素的原子个数} \times \text{元素的化合价}}$$

$$E_{\text{酸}} = \frac{M_{\text{酸}}}{\text{酸的碱度}^*}$$

$$E_{\text{碱}} = \frac{M_{\text{碱}}}{\text{碱的酸度}^*}$$

$$E_{\text{盐}} = \frac{M_{\text{盐}}}{\text{金属的原子个数} \times \text{金属的化合价}}$$

式中 M —— 化合物的摩尔质量。

例3. 求硫酸与含有8克NaOH的溶液中和时所生成的硫酸氢钠的质量。

解 先求出NaOH的当量质量

* 酸的碱度是由酸与碱反应时酸分子释出的质子数来确定的；碱的酸度是根据碱与酸相互作用时碱分子所结合的质子数来确定的。

$$E_{\text{NaOH}} = \frac{M_{\text{NaOH}}}{1} = 40 \text{ (克/摩)}$$

因而，8克NaOH相当于 $\frac{8}{40} = 0.2$ 当量的NaOH。根据当量定律，生成盐的当量也应为0.2当量。

然后再求出盐的当量质量

$$E_{\text{NaHSO}_4} = \frac{M_{\text{NaHSO}_4}}{1} = 120 \text{ (克/摩)}$$

故，生成的硫酸氢钠的质量等于
 $120 \times 0.2 = 24 \text{ (克)}$ 。

在解题中如出现参与反应的气态物质的体积时，要用到当量体积的数值。

在标准条件下1当量物质所占有的体积称为当量体积。气态物质当量体积的数值的求得是根据在气态时，已知由单原子分子构成的任一气体的摩尔体积中含有1摩尔的原子，由双原子分子构成的任一气体的摩尔体积中含有2摩尔的原子等等。例如，在标准条件下22.4升 H_2 中含有2摩尔的氢原子。既然氢的1当量等于1摩尔，那么在22.4升 H_2 中则含有2当量的氢；这就是说， H_2 的当量体积等于 $\frac{22.4}{2} = 11.2 \text{ (升/摩)}$ 。

例4. 某金属的当量质量等于28克/摩，该金属在标准情况下从酸中置换出0.7升的 H_2 ，求该金属的质量。

解 已知， H_2 的当量体积等于11.2升/摩，则

$$28 \text{ 克 金属相当于 } 11.2 \text{ 升 } \text{H}_2$$

$$x \text{ 克 金属相当于 } 0.7 \text{ 升 } \text{H}_2$$

$$x = \frac{0.7 \times 28}{11.2} = 1.75 \text{ (克)}$$

习 题

1. 5.00克金属燃烧时生成9.44克金属氧化物，求该金属的当量质量。

2. 相同数量的同一种金属可分别与0.200克氧和 3.17克某卤素相化合，求该卤素的当量质量。

3. 1升 O_2 的质量为1.4克，问燃烧当量为 $\frac{1}{2}$ 摩尔的镁21克，需消耗多少升 O_2 ？

4. 如果3.24克金属能够生成3.48克氧化物和3.72克硫化物，求该金属和硫的当量质量。

5. 如果8.34克某两价金属能被0.680升 O_2 （在标准条件下）所氧化，计算该两价金属的原子量，并指出是何种金属。

6. 砷能够形成两种氧化物，其中一种含砷65.2%，而另一种含砷75.7%，求在这两种情况下砷的当量质量。

7. 1.00克某金属能分别与8.89克溴和1.78克硫相化合，已知硫的当量质量等于16.0克/摩，求溴及该金属的当量质量。

8. 氯的当量质量为35.5克/摩，铜原子的摩尔质量为63.5克/摩，铜的氯化物的当量质量为99.0克/摩，请写出铜的氯化物的分子式。

9. 溶解16.8克金属，需要14.7克硫酸，求该金属的当量质量及逸出氢气的体积（标准条件下）。

10. 在标准条件下，为还原1.80克金属氧化物消耗了833微升氢气，求该氧化物及金属的当量质量。

11. 在标准条件下, 当量质量为 27.9 克/摩的一定数量的某种金属从酸中置换出了 700 微升氢气, 求该金属的质量。

12. 1.60 克钙和 2.16 克锌能从酸中置换出相同数量的氢气, 已知钙的当量质量为 20.0 克/摩, 求锌的当量质量。

13. 硫酸和磷酸的分子量相同, 如果它们与同样数量的碱中和, 并生成相应的硫酸盐和磷酸二氢盐, 那么这两种酸的质量之比应是多少?

14. 铜能够生成两种氧化物, 与相同数量的铜作用时, 生成第一种氧化物比生成第二种氧化物需要的氧多一倍, 问在第一种和在第二种氧化物中铜的化合价之比应是多少?

15. 磷酸与碱相互作用生成 Na_2HPO_4 , 在这种情况下磷酸的当量质量应为多少?

16. 2.00 克 NaOH 能中和 2.45 克酸, 求酸的当量质量。

17. 5.95 克某物质与 2.75 克氯化氢相互作用, 得到 4.40 克盐, 求该物质及生成盐的当量质量。

18. 在标准条件下, 0.376 克铝与酸相互作用时放出 0.468 升氢气, 已知铝的当量质量为 8.99 克/摩, 求 H_2 的当量体积。

自我检查题

19. 化学元素的当量与什么有关?

1) 与元素的化合价有关; 2) 始终为一常数。

20. 表达当量定律用哪个公式?

$$1) \frac{m_1}{m_2} = \frac{E_2}{E_1}; \quad 2) m_1 \cdot E_2 = E_1 \cdot m_2.$$

21. 磷能够生成两种组成不同的氯化物, 在这两种化合

物中哪种元素的当量保持不变？

1) 氯； 2) 磷。

22. 选择在标准条件下 O_2 和 H_2 当量体积的正确数值：

- 1) 11.2升 O_2 和22.4升 H_2 ； 2) 11.2升 O_2 和11.2升 H_2 ；
3) 5.6升 O_2 和11.2升 H_2 。

23. 某金属的当量质量为 12 克/摩，它的氧化物的当量质量为多少？

1) 24克/摩； 2) 不能确定； 3) 20克/摩。

24. 金属的当量质量是氧的当量质量的 2 倍，问该金属的氧化物的质量是金属质量的多少倍？

1) 1.5倍； 2) 2 倍； 3) 3 倍。

25. 硫能够形成氯化物 S_2Cl_2 和 SCl_2 ，在 SCl_2 中硫的当量质量等于16克/摩，在 S_2Cl_2 中硫的当量质量的正确数值为多少？

1) 8克/摩； 2) 16克/摩； 3) 32克/摩。

26. 在化合物 $CrCl_3$ 和 $Cr_2(SO_4)_3$ 中铬的当量是否相同？

1) 相同； 2) 不相同。

27. 在化合物 $FeCl_2$ 和 $FeCl_3$ 中铁的当量质量是否相同？

1) 相同； 2) 不相同。

二、气体的基本定律

气体的状态是用它的温度、压力和体积来描述的。如果气体的温度等于 $0^\circ C$ ，压力等于标准大气压（101.325 千帕或 760 毫米汞柱），在这种条件下气体占有的体积称为标准体积。标准体积通常用 V_0 表示，标准压力则用 P_0 表示。

由波义尔—马里奥特定律可知，在恒温下给定质量的气体所产生的压力与该气体的体积成反比

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{或} \quad PV = \text{常数}$$

例1. 在某温度下体积为3升的气体的压力等于93.3千帕（700毫米汞柱），如果温度不变，压力为多少时才能使气体的体积缩小到2.8升？

解 所求压力用 P_2 表示，于是有

$$\frac{P_2}{93.3} = \frac{3}{2.8}$$

由此得

$$P_2 = \frac{93.3 \times 3}{2.8} \approx 100 \text{ (千帕) (750毫米汞柱)}$$

由盖·吕萨克定律可知，在恒压下气体的体积与绝对温度（ T ）成正比

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{或} \quad \frac{V}{T} = \text{常数}$$

例2. 在 27°C 时气体的体积为600微升， 57°C 时如果压力不变，问气体的体积为多少？

解 所求体积用 V_2 表示，其温度用 T_2 表示，根据题给条件： $V_1 = 600$ 微升， $T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}$ 以及 $T_2 = 273 + 57 = 330\text{K}$ ，将这些数值代入盖·吕萨克定律表达式，则得

$$\frac{600}{300} = \frac{V_2}{330}$$

由此

$$V_2 = \frac{600 \times 330}{300} = 660 \text{ (微升)}$$

体积恒定时，气体的压力与绝对温度成正比

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

例3. 在 15°C 时钢瓶中氧气的压力等于 91.2×10^2 千帕, 温度为多少时, 压力才能升至 101.33×10^2 千帕?

解 设所求温度为 T_2 , 根据题给条件 $T_1 = 273 + 15 = 288\text{K}$, $P_1 = 91.2 \times 10^2$ 千帕, $P_2 = 101.33 \times 10^2$ 千帕, 把这些数值代入上述方程, 则得

$$T_2 = \frac{101.33 \times 10^2 \times 288}{91.2 \times 10^2} = 320\text{K} (\text{或 } 47^{\circ}\text{C})$$

气体的体积、压力和温度之间的相互关系可用波义尔—马里奥特和盖·吕萨克两定律的联合式表达

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

式中, P 和 V 分别表示气体在温度为 T 时的压力和体积, P_0 和 V_0 分别表示气体在标准条件下的压力和体积。

根据此方程, 其中任一指定的量, 可由已知其余的几个量求出。

例4. 若在 25°C 及压力为 99.3 千帕 (745 毫米汞柱) 时, 某一定数量的气体的体积为 152 微升, 问在 0°C 及压力为 101.33 千帕时, 该气体的体积为多少?

解 把题给条件代入上述方程得

$$V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T} = \frac{99.3 \times 152 \times 273}{101.33 \times 298} = 136.5 \text{ (微升)}$$

习 题

28. 在 17°C 时某一定数量的气体的体积为 580 微升, 如果压力保持不变, 求 100°C 时该气体的体积为多少?

29. 体积为 2.5 升的气体, 其压力等于 121.6 千帕 (912 毫米汞柱), 如果温度不变, 气体的体积压缩到 1 升时, 压力将