

# 普通化学和无机化学习题集

叶 怀 义 译



黑龙江科学技术出版社

# 普通化学和无机化学习题集

B. B. 斯维利道夫  
〔苏〕 Г. А. 鲍甫柯维奇 编著  
Г. И. 瓦西里耶娃

叶 怀 义 译

黑龙江科学技术出版社

一九八五年·哈尔滨

责任编辑：张宪臣  
封面设计：魏玉秋

**普通化学和无机化学习题集**

叶怀义 译

---

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

86501印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张·15 ·字数 306千

1985年5月第一版·1985年5月第一次印刷

印数：1—15,250

---

书号：13217·120      定价2.35元

## 译 者 的 话

做练习题可以帮助学生牢固地掌握教材中的基本内容和提高他们的解题技巧,并能培养他们的独立思考能力。因此,有一本选题广泛、内容新颖、系统性强的习题集,无论对于教师还是对于学生都是很必要的。为此,特翻译了苏联高等和中等专业教育部批准作为高等学校化学专业教材的《普通化学和无机化学作业题、问题和练习题》(Задачи Вопросы и упражнения по общей и неорганической химии)一书,为简单起见取书名为《普通化学和无机化学习题集》。

本书是一本反映七十年代化学发展水平的习题集。它涉及了大量化学热力学、结构化学和部分动力学的概念,特别是收入了大量的分析已知各种事实对物质特性影响方面的题目,对开拓思路很有启发。

全书共收入了2196道习题,并附有计算题的答案和部分题目的提示及解答。

本书可供理工科大学、电视大学、业余及函授大学学生及自修者学习普通化学和无机化学时使用,也可供有关教师参考。

在本书翻译过程中曾得到陈文生副教授、柳明湖等同志的支持和帮助,在此谨表谢意。本书译稿完成后,又承蒙哈尔滨工业大学韦永德副教授校阅了译稿,在此表示诚挚的感谢。

在翻译过程中,对原书中某些明显的失误、疏漏、欠妥

之处做了一些改正或说明。对个别习题的解答进行了略译（题号前有\*号者）。由于译者水平有限，译文中缺点和欠妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

叶怀义

## 前 言

本习题集是根据综合性大学化学系无机化学教学大纲编写的。习题集中收入的问题、练习题和作业题要求广泛掌握有关结构化学、化学热力学和部分化学动力学方面的概念。我们认为，它应能丰富学生的作业内容，培养他们独立思考和逻辑思维能力。为此目的，习题集中收入的是那些侧重于需要分析已知的事实并加以论证和阐述的问题，以及为了组成氧化还原方程式，要求写出反应的最可能产物，但仅从单值的氧化还原电位是不能预测的一些练习题。

本习题集所收入的题目在形式上和复杂程度上是各不相同的，这就给教师以选取适合本专业教学大纲最低限度题目的可能性。

考虑到学生解题主要是在课外作业（学生的独立作业）上，所以本习题集中列举的题解都是十分典型，而且多数情况下也都是最复杂的作业题的解题方案。

本习题集对大多数习题不仅给出了答案，而且还附有提示，而这种提示对于独立钻研课程的业余大学的学生是特别重要的。

附录中列出了解题时所必需的参考数据。习题集中的计算题的答案就是用本附录的数据计算得到的。

在本习题集中题目安排的顺序相当于白俄罗斯大学化学系多年的讲授课程的顺序，即把全部理论部分放在元素各论部分的前面。对于别的大学以其它的顺序安排普通化学和无

机化学教程内容的学生，最好先熟悉对前几章理论问题的阐述，因为对理论问题的阐述比对各论问题的阐述较为详细。

作者以感激的心情接受所有的批评、希望和建议。

1978年

# 目 录

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| § 1  | 原子分子论         | 1   |
| § 2  | 原子的电子结构       | 10  |
| § 3  | 周期律 周期系 元素周期性 | 13  |
| § 4  | 化学键 元素化合价     | 18  |
| § 5  | 分子间的相互作用      | 34  |
| § 6  | 化学反应速度 化学平衡   | 38  |
| § 7  | 化学热力学         | 50  |
| § 8  | 水溶液中的反应       | 77  |
| § 9  | 氧化还原过程        | 103 |
| § 10 | 氢和零类元素        | 115 |
| § 11 | 氢             | 118 |
| § 12 | 卤族元素 (ⅦA族)    | 122 |
| § 13 | 氧族元素 (ⅥA族)    | 140 |
| § 14 | 氮族元素 (ⅤA族)    | 161 |
| § 15 | 碳族元素 (ⅣA族)    | 188 |
| § 16 | 硼族元素 (ⅢA族)    | 209 |
| § 17 | 碱金属元素 (ⅠA族)   | 219 |
| § 18 | 碱土金属元素 (ⅡA族)  | 224 |
| § 19 | 钪钪族元素 (ⅢB族)   | 231 |
| § 20 | 钛钪族元素 (ⅣB族)   | 237 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| § 21 钒付族元素 (V B族) .....    | 241 |
| § 22 铬付族元素 (VI B族) .....   | 244 |
| § 23 锰付族元素 (VII B族) .....  | 254 |
| § 24 铁系及铂系元素 (VIII类) ..... | 264 |
| § 25 铜付族元素 (I B族) .....    | 279 |
| § 26 锌付族元素 (II B族) .....   | 287 |
| 答案及提示 .....                | 293 |

## 附录

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 表 1、物质的标准生成焓及标准熵 .....                | 441 |
| 表 2、水溶液中离子的标准生成焓及标准熵 .....            | 453 |
| 表 3、双原子分子离解能 .....                    | 454 |
| 表 4、平均键能 .....                        | 455 |
| 表 5、碱离解常数 .....                       | 455 |
| 表 6、酸离解常数 .....                       | 456 |
| 表 7、难溶化合物的溶度积 .....                   | 457 |
| 表 8、配离子不稳定常数 .....                    | 459 |
| 表 9、水溶液中的标准氧化还原电位<br>(与标准氢电极相比) ..... | 461 |

## §1 原子分子论

1. “一切物质都是由分子组成的”这个结论（相当于古典的原子分子论）有多大程度的合理性？试分析：氯化钠、碳酸钙、硝酸铜、氯化镍、二氧化硅、金属钠、金刚石等是否具有分子的结构？

2. 怎样才能使非化学计算量化合物的存在与化学计算量定律的要求之间相统一？非化学计算量化合物的存在，能说是定组成定律、倍比定律和当量定律的证据不足吗？

3. 形成非化学计算量化合物的可能性决定于什么因素？具有分子结构的化合物是否能具有非化学计算量的组成？

4. 能够把组成为  $\text{FeO}_{1.14}$  的化合物改写成  $\text{Fe}_{0.88}\text{O}$  吗？可以将这个化合物看作是  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  按适当的百分比所组成的混合物吗？

5. “摩尔”<sup>(1)</sup> 的概念应用于不具有分子结构的化合物时，有多大的正确性？“摩尔”的概念应用于非化学计算量的化合物时又有多大的合理性？

6. 为什么许多无机物具有非化学计算量的组成，然而绝大多数的有机物却都是化学计算量的物质？

7. 分子有时定义为“保持物质一切性质的最小质点”。为什么这种定义是不准确的？

---

(1) 在现代化学中“摩尔”是一系统物质的量，该系统中所包含的基本结构单元（原子、分子或具有一定组成的粒子）数与 0.012 千克碳-12 的原子数目相等。此注的概念未按原文译出，而是按国际权量大会定义撰写的一译者注。

8. 利用原子量表中氢和氧的原子量及阿佛加德罗常数, 计算一个氢原子和一个水分子的质量。

9. 如果取相同重量的物质, 或者取相同条件下相同体积的物质, 不经计算试确定: 氧气和臭氧哪个含有的分子个数较多?

10. 在下列情况下, 在 1 毫升氧、氢、氦和臭氧等气体中, 所含有的原子个数相等吗?

① 在标准状况下,

② 温度相同, 而压力不同时,

③ 压力相同, 而温度不同时。

11. 在相同的条件下, 在三个同容积的容器中, 分别装有氟、氢、臭氧, 试确定三个容器中气体的原子个数之比。

12. 将标准状况下的气体加热到什么温度时, 单位体积内的分子数目将减少一倍? [1]

13. 计算包含有  $10^{25}$  个分子的氧或水的物质的质量。请补充该题的条件, 以使能够求出在多大体积的氧和水中含有  $10^{25}$  个分子。并进行计算。

14 若已知在温度为  $21^{\circ}\text{C}$  和压力为 2 个大气压 [2] 时, 280 毫升某气体质量等于 0.65 克, 求该气体的分子量。

15. 已知 2 升某气体的质量为 2.59 克, 为了计算气体的分子量, 还缺少什么条件?

16. 元素周期系 IV A 族某元素的硫化物及其溴化物分子

[1] 应注意, 要补充气体的压力没变这一条件——译者注。

[2] 1 大气压 =  $1.01325 \times 10^5$  帕。由于许多物质的多种参数都是在压力为 1 个大气压下测定的, 因此这个单位广泛地应用于化学中。——原著者注

量之比等于23:87, 请确定此元素的原子量和名称。并请分析解决这个问题的一切可能的方案。

17 某元素(IV)的氧化物和氯化物的分子量之比等于2:7, 试确定此元素的原子量和名称。

18. 在什么情况下元素的当量等于它的原子量? 化学元素的当量是定值吗? 请比较一下锰在氧化物 $\text{MnO}$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_7$ 中的当量值, 砷在氧化物 $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{As}_2\text{O}_5$ 中的当量值, 硫在氧化物 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 中的当量值。

19. 用下列物质的分子量表示其当量值:

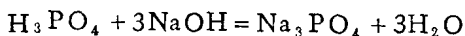
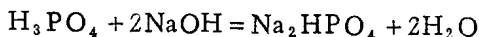
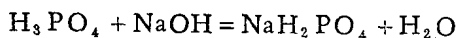
酸:  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ 、 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ 、 $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

碱:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 、 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$

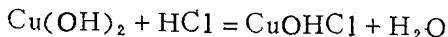
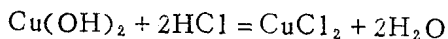
盐:  $\text{CrPO}_4$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{FeOHSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{KHSO}_4$

20. 试用物质的分子量表示:

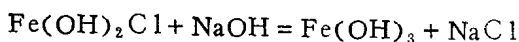
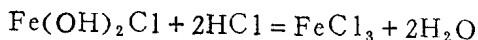
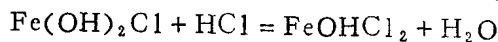
① 磷酸在下列反应中的当量值:



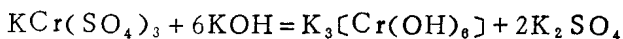
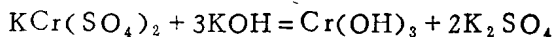
② 氢氧化铜在下列反应中的当量值:



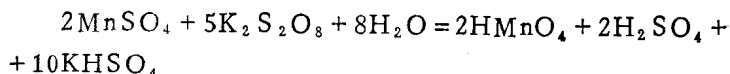
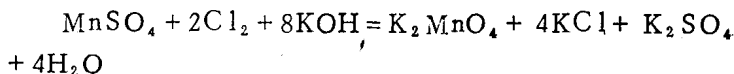
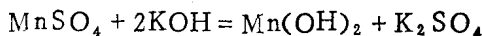
③ 碱式氯化铁在下列反应中的当量值:



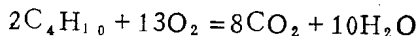
④ 铬钾矾在下列反应中的当量值:



⑤ 硫酸亚锰在下列反应中的当量值：



21. 请对如下反应



填充下列关系式中的空格：

① 摩尔：2 摩尔 + ... = ... + ...

② 克数：116 克 + ... = ... + ...

③ 分子数： $12.04 \times 10^{23}$  个分子 + ... = ... + ...

④ 体积：44.8 升 + ... = ... + ...

22. 不通过计算请估计：当 18 克镁或者 18 克铝完全氧化时，哪个消耗的氧多？当 1.12 克铝与过量的氢氧化钾作用和 1.12 克铁与过量的盐酸作用时，哪个放出的氢多？

23. 若已知 8 克某金属 (II) 与浓硫酸作用时，放出  $\text{SO}_2$  气体的体积等于 3 克镁与过量盐酸作用时放出气体的体积，请计算该金属 (II) 的当量。

24. 0.18 克金属 A 从盐溶液中置换出 0.56 克金属 B。将 0.56 克金属 B 溶于酸时，放出 200 毫升的氢 (体积是在 0 °C 和 1.12 个大气压下测定的)，请计算金属 A 的当量。

25. 同一种金属的两种氧化物在氢气流中加热煅烧时，由 1 克第一种氧化物生成了 0.126 克的水，而由 1 克第二种

氧化物生成了0.226克的水。试计算此金属的当量。

26. 中和100毫升0.1M磷酸溶液消耗了450毫升气态氨（体积是在标准状况下测得的），请计算磷酸在这个反应中的当量。

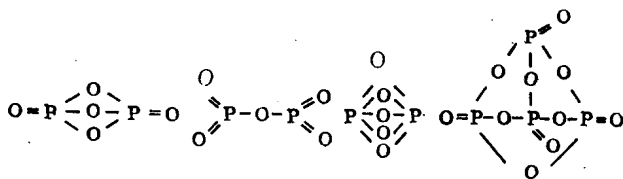
27. 由某金属（Ⅲ）生成0.97克金属氧化物时消耗了0.1克氧，而同量的这种金属同氯相互作用时，消耗了0.14升（标准状况下的）氯。请计算氯的当量和这种金属的原子量。

28. 描述具有分子结构化合物和具有离子结构化合物的图示结构式的根据是相同的吗？

29. 图示结构式能否给出关于分子空间结构的知识？

30. 请分析以结构式的形式写出  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  结构的可能性。

31. 请分析下面所写出的磷（Ⅴ）氧化物结构式的正确性。



32. 请写出  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{POCl}_3$ 、 $\text{POCl}_3$ 、 $\text{COCl}_2$  的结构式。

33. 若已知在燃烧4.6克某有机物时得到8.8克二氧化碳和5.4克水，此物质蒸气的密度相对于氢等于23，请确定这个有机物的真实分子式。

34. 若已知某物质由碳、氢、氧组成，它们的质量比等于6:1:8，且此物质蒸气的密度相对于空气等于2.07，请确定此物质的分子式。

35. 若已知某一种硫酸钠水合晶体在脱水时失去相当于晶体总量47%的重量，请确定此晶体的化学式。

36. 在灼烧2.42克水合硝酸铜晶体时，它失重1.62克，请确定此水合晶体的化学式。

37. 请导出供完全燃烧1克不同组成的碳氢化合物，所需氧气体积（标准状况下的）的计算公式。并检验此公式对于燃烧 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 的适用性。

38. 若已知某种氧的同素异形体相对于一氧化碳的密度等于1.714，请确定它的分子式。

39. 为了确定硫酸铁铵复盐水合晶体的化学式，将19.28克此物质溶于水，并向溶液中加入过量的强碱，并将析出的气体于标准状况下收集，其体积为898毫升，同时析出棕色沉淀，将沉淀灼烧后其质量等于3.2克。请写出此水合晶体的化学式。

40. 将某种 $FeSO_4$ 的水合晶体5.56克溶于水，用硫酸酸化，进行滴定，消耗了100毫升0.04M的高锰酸钾溶液。试确定此结晶水合物的化学式。

41. 为了确定铬钾矾 $xK_2SO_4 \cdot yCr_2(SO_4)_3 \cdot zH_2O$ 的化学式。将99.8克矾配制成1升溶液。在向200毫升这种溶液中加入过量的硝酸钡溶液时，生成15.64克沉淀，在向200毫升这种溶液中加入过量的氨水时生成4.12克沉淀，请确定此矾的化学式。

42. 若已知在灼烧5.55克光卤石时，其质量减少2.16

克，而在将含有5.55克光卤石的溶液用碱溶液作用所得的沉淀灼烧时失重0.36克。试确定光卤石  $x\text{KCl} \cdot y\text{MgCl}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$  的化学式。

43. 在氯中燃烧某一气态碳氢化合物时，消耗了四倍体积的氯，反应产物之一是碳；而在氧气中燃烧这一气态碳氢化合物时，结果需要五倍体积的氧，如果气体的体积均是在同样条件下测定的，试确定此碳氢化合物是什么。

44. 向400毫升某烃与氮的混合气体中加入900毫升氧气（过量）并点燃，混合气体燃烧后所得气体的体积是1.4升，当将水蒸气冷凝后体积缩小为800毫升，再将气体通过氢氧化钾溶液，则体积又缩小为400毫升。请确定此烃的分子式（体积的测量均是在同一条件下进行的）。

45. 将200毫升不含氮、硫、磷的有机物蒸气与900毫升氧（取过量）点燃，反应后气体的体积为1.3升，在冷凝除去水蒸汽后气体的体积为700毫升，将其再通过碱溶液后气体的体积为100毫升，请确定该物质的分子式（所有气体的体积均是在相同条件下测定的）。

46. 向300毫升某烃与氮的混合气体中加入过量的氧并点燃，在完全燃烧后，新得到的混合气体的体积是1250毫升，冷凝除去水蒸汽后其体积缩小至550毫升，用碱处理后混合气体的体积缩小至250毫升，其中100毫升是氮。请确定此烃的分子式（所有气体的体积均是在同一条件下测定的）。

47. 某气体同氯反应生成氮和氯化氢。参加反应的氯的体积和所生成的氮的体积比为3:1，试求该气体的组成。

48. 用水蒸汽处理赤热的纯碳时，得到100毫升气体混

合物。将此气体混合物通过碱溶液，气体混合物的体积缩小为 5 毫升。请计算此气体混合物的体积百分组成。

49. 为了使任意体积的氢和甲烷的混合气体完全燃烧时消耗与此混合气体相同体积的氧（在同样条件下），应以怎样的体积比将甲烷和氢混合？如果改变测定混合气体和氧的体积的条件的话，这个比例是否发生变化？

50. 为了使任意体积的甲烷和一氧化碳的混合气体完全燃烧时消耗与此混合气体相同体积的氧，应以怎样的体积比混合甲烷和一氧化碳（气体的体积均是在相同条件下的体积）？

51. 试计算：为燃烧体积比为 1:4 的甲烷和一氧化碳的混合气体 A 升，需要多少体积的氧（气体的体积都是在相同条件下的体积）。

52. 向 3 升（在标准状况下测定的体积）对氢的相对密度为 18.2 的 NO 和 NO<sub>2</sub> 的混合气体中加入 2 升氧（气体的体积是在同一条件下测定的），试确定在加入氧气后气体的总体积将缩小多少。

53. 在点燃 8.96 升甲烷、一氧化碳和乙烷的混合气体时，得到 13.44 升二氧化碳，试计算在混合气体中乙烷的摩尔含量（假定气体的体积均是在标准状况下测定的）。

54. 将 7 升一氧化氮和 3 升氧混合，请确定在一定的压力和温度下，当一氧化氮的体积被减少  $\frac{1}{7}$  时混合气体的体积组成。

55. 将体积比为 3:2 的氢和氯的混合物装入盛有少许水的封闭玻璃容器中，在其旁边点燃镁条时，若已知① 50% 的氯反应了，② 75% 的氯反应了时，容器中的压力将怎样