

任 仁 张学铭 编著

错在哪里？

——化学问题错解分析(2)

CUO ZAI NALI

科学技术文献出版社

错 在 哪 里？

——化学问题错解分析(2)

任 仁 张学铭 编著

科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书是针对自学青年、大中学生和中学化学教师在学习和教学中易于出现又不易察觉的一些化学问题的错解而编写的。书中列举的问题，主要来自作者多年的教学实践。本书包括有关气体、化学平衡、电离平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、原子结构、分子结构、晶体结构等方面的42个问题。

可供大中学生、自学青年阅读，也可供中学化学教师参考。

错 在 哪 里？

——化学问题错解分析(2)

任 仁 张学铭 编著

科学技术文献出版社出版

北京昌平百善印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 3.125印张 67千字

1989年12月北京第一版第一次印刷

印数：1—4000册

科技新书目：205—103

ISBN 7-5023-0933-0/G·362

定价：1.50元

前 言

化学问题的错解，常常是由于学生对概念、理论的理解不够深入，对定律、公式的应用不够准确，对物质性质知识的掌握不够灵活而造成的。这里不仅反映了知识上的不足，同时也反映了在学习方法和科学思维能力方面的缺陷。从培养人才的角度来看，后者更值得人们重视。正因为如此，本书编写的目的，不仅仅是从知识上对错解问题进行分析，给出正确答案，还力求从化学的学习方法上，从科学思维的能力上，给读者以启示。

化学中常见的错解甚多。本书列举的主要是那些常错，而且不易察觉的问题。本书问题的来源，主要是作者多年的教学实践。

《化学问题错解分析(2)》主要包括有关气体、化学平衡、电离平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、原子结构、分子结构、晶体结构等方面的42个问题。

由于作者水平有限，难免有不妥之处，恳请广大读者批评、指正。

编 者

1987年5月

目 录

1. 2升氧气和8升氮气混合后, 总体积是10升, 对吗? (1)
2. 用排水取气法收集到的氧气纯吗? 其压力等于大气的压力吗? (2)
3. 把氢气燃烧反应的热化学方程式写为:
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 483 \text{千焦},$$
并据此认为氢气的燃烧热等于483千焦, 有无错误? (7)
4. 用哪种方法求出的转化率对? (8)
5. 催化剂能增大反应物的平衡转化率吗? (11)
6. 如何解释温度升高使吸热反应平衡向右移动? (12)
7. 为加快固体溶质的溶解, 配制溶液的时候, 都可以加热吗? (14)
8. 醋酸溶液愈稀, 电离度愈大, 酸度也愈大, 对吗? (15)
9. 说1M硫酸溶液的 H^+ 浓度是2M, 是否正确? (17)
10. 0.100M的盐酸溶液其酸度也是0.100M吗? (18)

11. 用中和滴定法测出的结果, 是醋酸溶液的酸度吗? (20)
12. 计算溶液的pH值均可忽略水电离的影响, 这种说法错在哪里? (22)
13. 为什么不能把 H_2S 的电离平衡式写成 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$? (23)
14. 难溶电解质的溶度积常数愈大, 摩尔溶解度也愈大吗? (25)
15. 在水溶液中的 $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$, 一定等于 BaSO_4 的溶度积常数吗? (27)
16. 饱和 KNO_3 溶液能使 PbSO_4 沉淀溶解吗? (29)
17. 向含有相同浓度 Cl^- 离子和 CrO_4^{2-} 离子的混合溶液中, 逐滴加入 AgNO_3 溶液, 先产生什么沉淀? (30)
18. 在含 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 离子的溶液中, 通 H_2S , 当 CuS 沉淀完全以后, ZnS 还能沉淀吗? (32)
19. 在化合物中氧的氧化数永远是一2吗? (34)
20. 哪些反应属于歧化反应? (36)
21. 哪些标准电极电位的数值是正确的? (37)
22. 氧化还原反应中两个电对的 E° 值相差越大, 反应就越快吗? (40)
23. 两个 Ag^+/Ag 电极能组成原电池吗? (41)
24. 一个原电池的正极和负极会改变吗? (43)

25. 高锰酸钾与亚硫酸钠溶液反应的产物是什么? (46)
26. 用标准电极电位判断氧化还原反应的向总是正确的吗? (47)
27. 砷酸能够氧化碘离子吗? (50)
28. 电子的波动性是怎么回事? (51)
29. 四个量子数的相互关系是怎样的? (54)
30. 磷原子五个最外层电子的四个量子数怎样表示才是合理的? (56)
31. 什么是原子实的正确定义? (58)
32. 铁(Ⅲ)离子的构型是 $[\text{Ar}]3d^3 4s^2$ 还是 $[\text{Ar}]3d^5$? (60)
33. 对于氯的电离能, 怎样用热化学方程式来表示? (64)
34. 把“八隅律”当做普遍规律, 对吗? (66)
35. 判断杂化类型和分子构型有规律吗? (69)
36. 键能就等于离解能的说法有何错误? (73)
37. 哪一种化合物的分子之间仅仅有色散力? (78)
38. 有人认为含氢化合物的分子之间就存在氢键, 有何错误? (82)
39. 直接与C原子相连的H, 一定不能形成氢键吗? (85)

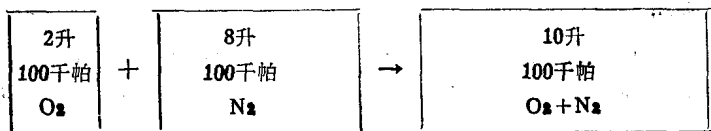
40. 说氢键一定发生在分子之间，对
吗？ (87)
41. 有人说固体就是晶体，有何错误？ (89)
42. 说氯化铯晶体中 Cs^+ 和 Cl^- 数目之比是
1 : 8，错在哪里？ (90)

1. 2升氧气和8升氮气混合后，总体积是10升，对吗？

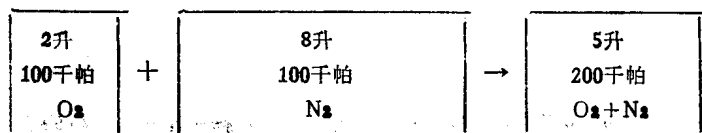
在《化学问题错解分析(1)》中，我们讨论了50毫升酒精和50毫升水混合的问题，从这个例子可以看出，不同的液体混合后，总体积并不一定等于原来各液体体积之和，但是相差不大。如果对气体提同样的问题，情况就大不相同了。

因为温度、压力等环境条件对液体体积的影响很小，但是对气体体积的影响却很大。液体有一定的体积，而气体却具有无限膨胀性，不管容器的形状、大小如何，即使极少量的气体也能够均匀地充满这整个容器。所以，让2升氧气和8升氮气混合以后，容器有多大，总体积就有多大，不一定是10升。

我们加一些限制条件，假定混合前后气体的温度都不变，即在等温条件下讨论问题。如果混合前后气体的压力都相同，比如都是100千帕，即2升100千帕的氧气和8升100千帕的氮气混合，要维持混合气体的总压力也是100千帕，必须把它们装进一个10升的容器中，总体积就是10升。示意图如下：



同样的情况，如果在等温条件下，把混合气体装入一个5升的容器，总体积就是5升了。但是总压力就增大一倍，变为200千帕了。示意图如下：



从这个例子我们可以看出，由于气体不同于液体的基本特征，因此气体混合的问题是复杂的。要确定混合气体的总体积，就要确定装混合气体容器的容积，或者确定混合气体的压力和温度，才能得到确定的答案。否则，这样的问题就有无穷多个答案。

2. 用排水取气法收集到的氧气纯吗？其压力等于大气的压力吗？

在实验室里，常用排水取气法收集气体，比如氧气。因为是用氧气排出容器中的水，容器又始终倒扣在水面上，所以收集到的氧气并不是纯净的，其中必定有饱和的水蒸气，是氧气和饱和水蒸气的混合气体。混合气体的总压力等于大气的压力，如图1所示：

$$P_{\text{总}} = P_{\text{大气}}$$

那么，如果在氧气和饱和水蒸气的混合气体当中，我们单独考虑氧气，氧气的压力多大呢？我们把混合气体中某一种组分的压力叫作这种组分的分压力，简称分压。分压是如何定义的呢？拿氧气和饱和水蒸气的混合气体为例，氧气的分压就是当氧气单独占据总体积时的压力，也就是假定我们把水蒸气取走，容器里只剩下氧气，容器内这时候的压力，就是氧气的分压。

那么，在混合气体当中，氧气的分压、水蒸气的分压与

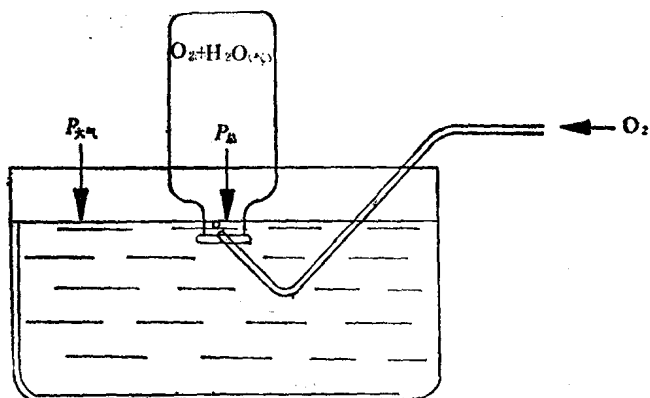


图1 用排水取气法收集氧气

总压力有什么关系呢？我们可以从分子运动论的观点来分析。大家知道，氧气之所以有压力，是由于氧气分子对器壁的撞击作用而产生的。同样，水蒸气的分压产生于水分子对器壁的撞击作用。如果我们近似地把氧气和水蒸气都看作理想气体，那么，它们在混合气体中互不干扰，对器壁总的撞击作用就等于它们分别的撞击作用之和，所以，总压力等于氧气的分压与水蒸气的分压之和。

这就是道尔顿（Dalton）在1801年提出的分压定律：混合气体的总压力等于各组分气体分压之和。对于氧气和饱和水蒸气的混合气体，分压定律的数学表达式是：

$$P_{\text{总}} = p_{\text{O}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$$

这里的 $p_{\text{H}_2\text{O}}$ 是水的饱和蒸气压，它的数值只随温度而变。怎么能知道某个温度下水的饱和蒸气压呢？可以查这样一张表：

表1 不同温度下水的饱和蒸气压

温 度 ℃	水的饱和蒸气压	
	帕	mmHg
0	610.5	4.579
1	656.7	4.926
2	705.8	5.294
3	757.9	5.685
4	813.4	6.101
5	872.3	6.543
6	935.0	7.013
7	1002	7.513
8	1073	8.045
9	1148	8.609
10	1228	9.209
11	1312	9.844
12	1402	10.518
13	1497	11.231
14	1598	11.987
15	1705	12.788
16	1818	13.634
17	1937	14.530
18	2063	15.477
19	2197	16.477
20	2338	17.535
21	2486	18.650
22	2643	19.827
23	2809	21.068

续表

温 度 ℃	水的饱和蒸气压	
	帕	mmHg
24	2983	22.377
25	3167	23.756
26	3361	25.209
27	3565	26.739
28	3780	28.349
29	4005	30.043
30	4243	31.824
31	4492	33.695
32	4755	35.663
33	5030	37.729
34	5319	39.898
35	5623	42.175
36	5941	44.563
37	6275	47.067
38	6625	49.692
39	6992	52.442
40	7376	55.324
41	7778	58.34
42	8199	61.50
43	8639	64.80
44	9100	68.26
45	9583	71.88
46	1.009×10^4	75.65
47	1.021×10^4	79.60

续表

温 度 ℃	水的饱和蒸气压	
	帕	mmHg
48	1.116×10^4	83.71
49	1.174×10^4	88.02
50	1.233×10^4	92.51
60	1.992×10^4	149.38
80	4.468×10^4	335.10
100	1.013×10^5	760.00

($1\text{mmHg}=133.322\text{Pa}$)

我们从气压计读出大气的压力，从温度计读出气温，由气温查上面的表找出水的饱和蒸气压，就可以计算出氧气的分压了。

$$p_{O_2} = P_{\text{总}} - p_{H_2O} = P_{\text{大气}} - p_{H_2O}$$

知道氧气的分压有什么用呢？在某些应用中，用排水取气法收集到的氧气必须进行干燥，知道了氧气的分压，可以计算出同一温度下，干燥氧气的体积：

$$V_{\text{干}O_2} = \frac{p_{O_2} \cdot V_{\text{总}}}{P_{\text{总}}}$$

进而，还可以计算出干燥氧气的质量，

$$m_{O_2} = \frac{p_{O_2} \cdot V_{\text{总}}}{M_{O_2} \cdot R \cdot T}$$

其中： M_{O_2} ——氧气的摩尔质量，

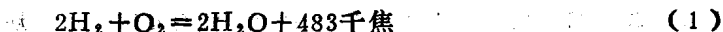
R ——摩尔气体常数，

T ——绝对温度。

3. 把氢气燃烧反应的热化学方程式写为:

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 483 \text{千焦}$, 并据此认为氢气的燃烧热等于483千焦, 有无错误?

大家知道, 标明反应热的方程式是热化学方程式。能不能把氢气燃烧反应的热化学方程式写成这样的形式呢?



我们说, 不能。因为书写热化学方程式必须注明物质的聚集状态或晶形:

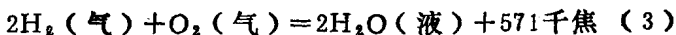
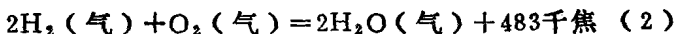
气体: (气)

液体: (液)

固体: (固) 同样是固体, 结晶形状可能不同, 比如固体碳有金刚石、石墨等, 固体硫有正交硫、单斜硫等。必要的时候, 也应该注明。

水溶液: (水溶液) 必要的时候, 还应该注明浓度。

为什么要注明这些呢? 因为反应热和物质的聚集状态和晶形有关。比如:

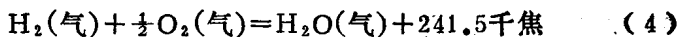


同样是氢气燃烧的反应, 生成气态水的反应热是483千焦, 而生成液态水的反应热就是571千焦了。所以, 把氢气燃烧反应的热化学方程式笼统地写成反应(1)的形式是不对的。

那么, 氢气的燃烧热等于483千焦吗?

我们先来回顾一下, 什么是燃烧热? 燃烧热是1摩尔物质完全燃烧生成稳定的氧化物或单质时, 所放出的热量。

首先，氢气的燃烧热应该是1摩尔氢气燃烧时所放出的热量，而483千焦却是2摩尔氢气燃烧时放出的热量，所以不等于氢气的燃烧热。那么把反应(2)两边都除以2：



氢气的燃烧热是不是等于241.5千焦呢？也不是，因为燃烧热的定义还要求“完全燃烧生成稳定的氧化物或单质”。什么算稳定的氧化物或单质呢？对于一些重要元素是这样规定的：

碳：生成 $\text{CO}_2(\text{气})$ 而不是 $\text{CO}(\text{气})$ ；

氢：生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ 而不是 $\text{H}_2\text{O}(\text{气})$ ；

硫：生成 $\text{SO}_2(\text{气})$ 而不是 $\text{SO}_3(\text{气})$ ；

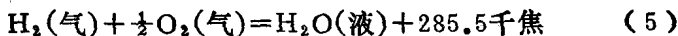
氮：生成 $\text{N}_2(\text{气})$ 而不是其它；

金属：生成金属(固)而不是其它；

：

：

所以，241.5千焦是1摩尔氢气燃烧生成气态水的反应热，不等于燃烧热。要求燃烧热就得把生成液态水的反应(3)两边除以2：



这个285.5千焦才等于氢气的燃烧热。

从这个例子，我们可以看出，在热化学当中，无论是热化学方程式的书写，还是某一种反应热的定义，都是非常严格的。只有概念清楚，头脑冷静，才能正确解答热化学问题。

4. 用哪种方法求出的转化率对？

对这样一道计算题：40℃时， $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 反应的 K_p 为

0.90。求 K_p 并求5.0大气压下 N_2O_4 的转化率。

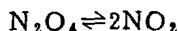
一般求出的 K_p 值都相同，

$$K_p = \frac{K_p}{(RT)^{(2-1)}} = \frac{0.90}{0.082 \times (273+40)} = 0.035$$

但是，在求5.0大气压下 N_2O_4 的转化率时，出现两种解

答：

解一：



起始量：(mol) a 0

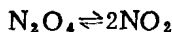
平衡量：(mol) $a(1-\alpha)$ $2a\alpha$

平衡总量：(mol) $a(1+\alpha)$

$$\therefore K_p = \frac{p_{NO_2}^2}{p_{N_2O_4}} = \frac{\left[5.0 \times \frac{2a\alpha}{a(1+\alpha)}\right]^2}{5.0 \times \frac{a(1-\alpha)}{a(1+\alpha)}} = 0.90$$

$$\therefore \alpha = 21\%$$

解二：



∴ 体系中：

$$C_{NO_2} + C_{N_2O_4} = C_{总} = \frac{P_{总}}{RT} = \frac{5.0}{0.082 \times (273+40)} \\ = 0.19 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

∴ $P_{总}$ 不变， T 不变，

∴ $C_{总}$ 不变。

$$\therefore \text{平衡时：} C'_{NO_2} = 0.19 - C'_{N_2O_4}$$

$$\therefore K_p = \frac{C'_{NO_2}}{C'_{N_2O_4}} = \frac{(0.19 - C'_{N_2O_4})^2}{C'_{N_2O_4}} = 0.035$$