

## 目 录

第一章 气体、液体和溶液的性质	1
第二章 化学热力学基础及化学平衡	6
第三章 化学动力学基础	16
第四章 电离平衡	21
第五章 沉淀平衡	26
第六章 氧化—还原反应·电化	31
第七章 原子结构和元素周期表	39
第八章 化学键和分子、晶体结构	44
第九章 稀有气体	51
第十章 碱金属与碱土金属	52
第十一章 卤素	55
第十二章 氧族元素	58
第十三章 氮族元素	61

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

第十四章 碳族元素	65
第十五章 硼族元素	67
第十六章 配合物	69
第十七章 铜锌分族	75
第十八章 过渡元素	
(I)	79
第十九章 过渡元素	
(II)	87
第二十章 镧系、锕系元素和核化学	90

### Study Questions

Chapter 1 The Behavior of Gases, Liquids and Solutions	92
Chapter 2 The Basic Chemical Thermodynamics and Chemical Equilibria	94
Chapter 3 The Basic Chemical Kinetics	99
Chapter 4 Equilibria of Acids and Bases	102
Chapter 5 Ionic Equilibria in Aqueous System	105
Chapter 6 The Oxidation-Reduction Reactions and Electrochemistry	108
Chapter 7 The Atomic Structure	111

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

Chapter 8	The Chemical Bond and Molecular Structures	113
Chapter 9	Group VIII s and p Elements	119
Chapter 10	Group I and II s Elements	121
Chapter 11	Group VII p Elements	124
Chapter 12	Group VI p Elements	127
Chapter 13	Group V p Elements	130
Chapter 14	Group IV p Elements	133
Chapter 15	Group III p Elements	136
Chapter 16	The Coordination Compounds	138
Chapter 17	The Transition Elements	141
Chapter 18	The Elements of the First Transition Series	144
Chapter 19	The Elements of the Second Transition Series	146
Chapter 20	Scandium, Yttrium, the Lanthanides and the Actinides	148
附录 I-1	SI 单位制的词头	150
I-2	一些非推荐单位、导出单位与 SI 单位的换	

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

算	150
II 一些常用的物理化学常数	
数	151
III 不同摄氏温度 $t$ 下水的蒸气压	
$p$	152
IV 常见物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 $S_m^\ominus$	153
V 弱酸、弱碱的电离平衡常数	
$K$	159
VI 常见难溶电解质的溶度积常数	
$K_{sp}(298K)$	160
VII-1 酸性溶液中的标准电极电势 $\varphi_{(298K)}$	161
VII-2 碱性溶液中的标准电极电势 $\varphi_{(298K)}$	163
VIII 常见配（络）合离子的稳定常数 $K_{稳}$	165
IX 常见溶剂的 $K_b$ 和 $K_f$	166
X 常见化学键的键焓（ $298K, p^\ominus$ ）	166
XI 在标准状况下，一些有机物的燃烧热	167
XII 无机化合物的命名规则（英文）	168

## 第一章 气体、液体和溶液的性质

- 敞口烧瓶在  $7^{\circ}\text{C}$  所盛的气体，必须加热到什么温度，才能使  $1/3$  气体逸出烧瓶？
- 已知一气筒在  $27^{\circ}\text{C}$ ， $30.0\text{atm}$  时，含  $480\text{g}$  的氧气。若此筒被加热到  $100^{\circ}\text{C}$ ，然后启开阀门（温度保持在  $100^{\circ}\text{C}$ ），一直到气体压力降到  $1.00\text{atm}$  时，共放出多少克氧气？
- 在  $30^{\circ}\text{C}$  时，把  $8.0\text{gCO}_2$ 、 $6.0\text{gO}_2$  和未知量的  $\text{N}_2$  放入  $10\text{dm}^3$  的容器中，总压力达  $800\text{mmHg}$ 。试求：
  - 容器中气体的总摩尔数为多少？
  - 每种气体的摩尔分数为多少？
  - 每种气体的分压为多少？
  - 容器中氮气为多少克？
- $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$  的混合密度为  $1.82\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ （在 STP 下）。问  $\text{CO}$  的重量百分数为多少？
- 已知某混合气体组成为：20 份氦气，20 份氮气，50 份一氧化氮，50 份二氧化氮。问：在  $0^{\circ}\text{C}$ ， $760\text{mmHg}$  下  $200\text{dm}^3$  此混合气体中，氮气为多少克？
- $\text{S}_2\text{F}_{10}$  的沸点为  $29^{\circ}\text{C}$ ，问：在此温度和  $1\text{atm}$  下，该气体的密度为多少？
- 体积为  $8.2\text{dm}^3$  的长颈瓶中，含有  $4.0\text{g}$  氢气， $0.50\text{mol}$  氧气和分压为  $2\text{atm}$  的氩气。这时的温度为  $127^{\circ}\text{C}$ 。问：
  - 此长颈瓶中混合气体的混合密度为多少？
  - 此长颈瓶内的总压多大？
  - 氢的摩尔分数为多少？
  - 假设在长颈瓶中点火花，使之发生如下反应，直到反应完全：
$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
当温度仍然保持在  $127^{\circ}\text{C}$  时，此长颈瓶中的总压又为多大？
- 在通常的条件下，二氧化氮实际上是二氧化氮和四氧化二氮的两种混合气体。在  $45^{\circ}\text{C}$ ，总压为  $1\text{atm}$  时，混合气体的密度为  $2.56\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。计算：
  - 这两种气体的分压。
  - 这两种气体的重量百分比。
- 在  $1.00\text{atm}$  和  $100^{\circ}\text{C}$  时，混合  $300\text{cm}^3\text{H}_2$  和  $100\text{cm}^3\text{O}_2$ ，并使之反应。反应后温度和压力回到原来的状态。问此时混合气体的体积为多少毫升？若反应完成后把温度降低到  $27^{\circ}\text{C}$ ，压力仍为  $1.00\text{atm}$ ，则混合气体的体积为多少毫升？  
（已知  $27^{\circ}\text{C}$  时水的饱和蒸汽压为  $26.7\text{mmHg}$ ）
- 当  $0.75\text{mol}$  的“ $\text{A}_4$ ”固体与  $2\text{mol}$  的气态  $\text{O}_2$  在一密闭的容器中加热，若反应物完全消耗仅能生成一种化合物，已知当温度降回到初温时，容器内所施的压力等于原来的一半，从这些数据，你对反应生成物如何下结论？
- 有两个容器 A 和 B，各装有氧气和氮气。在  $25^{\circ}\text{C}$  时：  
容器 A： $\text{O}_2$  体积  $500\text{cm}^3$ ，压力  $1\text{atm}$ 。  
容器 B： $\text{N}_2$  体积  $500\text{cm}^3$ ，压力  $0.5\text{atm}$ 。

现将 A 和 B 容器相连，让气体互相混合，计算：

(1) 混合后的总压。 (2) 每一种气体的分压。

(3) 在此混合物中氧气所占的摩尔分数。

12. 在  $1\text{dm}^3$  的玻璃瓶中，装有  $100\text{cm}^3$  含 HCl 10% 的盐酸溶液 ( $1.19\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )，在温度为  $27^\circ\text{C}$  时，加入  $0.327\text{g}$  锌 (原子量为 65.4) 并立即用塞子塞紧。反应完全后，如瓶内温度和反应前相同，问：瓶中的压力是多少？(假设反应前瓶中的压力为  $1\text{atm}$ ，包括空气、水蒸气和氯化氢三种气体的分压，并假设反应前后此三种分压相同。)

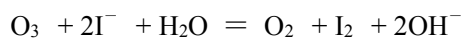
13. 将未知量的氩气和氦气相混合，其混合物的重量为  $5.00\text{g}$ ，并且知道此混合气体在  $25^\circ\text{C}$ ， $1\text{atm}$  时占有  $10\text{dm}^3$  体积，求此混合气体各组分的重量百分组成？

14. 现有  $5.00\text{gFeCl}_3$  (固体)，放入事先抽空的  $1\text{dm}^3$  容器中气化成在  $427^\circ\text{C}$  时，该气体的压力为  $0.89\text{atm}$ 。试证明气体的分子组成是  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ ，而不是  $\text{FeCl}_3$ 。

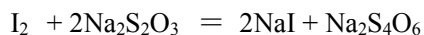
15. 一气态化合物的分子式为  $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$ ，它与足量的氧气完全燃烧，燃烧 8 体积该化合物，产生 16 体积的  $\text{CO}_2$ ，16 体积的  $\text{H}_2\text{O}$  蒸汽和 8 体积的  $\text{Cl}_2$  (反应前后都在相同的温度和压力下)。问：此化合物的分子式如何？

16.  $100\text{cm}^3$  的  $\text{O}_2$  加入  $50\text{cm}^3$  的  $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$  的混合气体中，点燃后， $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$  完全变成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，然后再回到原来的温度和压力 (此时水已不算体积了)。剩下的气体体积为  $85\text{cm}^3$ ，求原来混合物中， $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$  的体积百分数。

17. 在臭氧的分析中，把  $2.0 \times 10^4\text{dm}^3$  的空气 (在 STP 下) 通入  $\text{NaI}$  的溶液中，发生如下反应：



生成的  $\text{I}_2$  用  $0.0106\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的硫代硫酸钠溶液滴定，反应如下：



为了使所有的  $\text{I}_2$  和  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  完全反应，必须用此硫代硫酸钠溶液  $4.2\text{dm}^3$ ，试计算：

(1) 与  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  完全反应的  $\text{I}_2$  的摩尔数？

(2) 在  $20000\text{dm}^3$  空气中，含有多少摩尔  $\text{O}_3$ ？

(3) 在 STP 下，这些  $\text{O}_3$  占多大体积？

(4) 空气中  $\text{O}_3$  占的体积为空气的百分之几？

18. 某两种气态混合烃，在常温下体积为  $20\text{cm}^3$ ，与足量的氧气反应，产生的气体被浓硫酸吸收后，体积减少了  $30\text{cm}^3$ ；被石灰水吸收后，体积减少了  $40\text{cm}^3$  (这些体积都已换算成与初始状态在相同的温度和压力下)。问此混合物有几种？每种可能情况下，各烃的体积百分数为多少？

19. 有一种未知气体，测得它的扩散速度是  $\text{NH}_3$  扩散速度的 2.92 倍，求这种未知气体的近似分子量？

20. 在第二次世界大战期间，发明了分离铀同位素的方法。把六氟化铀 ( $\text{UF}_6$ ，分子量为 352) 通过几千层多孔的障碍，利用扩散速度的不同来分离。试比较氟甲烷 (氘碳-14 甲基) ( $\text{CD}_3\text{F}$ ，分子量为 39) 和  $\text{UF}_6$  的扩散速率比。

21. 在  $50\text{atm}$  和  $50^\circ\text{C}$  时， $10.0\text{gCO}_2$  的体积为  $85\text{cm}^3$ 。试求：此实际气体与理想气体定律的

体积百分偏差为多少？

22. 在  $18^{\circ}\text{C}$  和  $760\text{mmHg}$  气压下，将含饱和水蒸汽的空气  $2.70\text{dm}^3$  通过  $\text{CaCl}_2$  干燥管。吸去水汽后，称重得  $3.21\text{g}$ ，求： $18^{\circ}\text{C}$  时饱和水蒸汽压。(已知空气的平均分子量为  $29.0$ )。

23. 在  $16^{\circ}\text{C}$  和  $747\text{mmHg}$  气压力下，在水面上收集  $1\text{dm}^3\text{CO}_2$  气体，经干燥后，还有多少立方分米  $\text{CO}_2$ ？重多少克？

24. 液体 A 和 B 形成理想溶液。纯 A 和纯 B 的蒸汽压(在  $100^{\circ}\text{C}$  时)分别为  $300\text{mmHg}$  和  $100\text{mmHg}$ 。假设  $100^{\circ}\text{C}$  时此溶液是由  $1\text{molA}$  和  $1\text{molB}$  组成。收集此液体上方的蒸汽，然后冷凝，再把此冷凝液体加热到  $100^{\circ}\text{C}$ ，然后再使此冷凝液体上方的蒸汽冷凝，形成液体 X，问在液体 X 中，A 的摩尔分数为多少？

25. 在  $80^{\circ}\text{C}$  时苯的蒸汽压为  $753\text{mmHg}$ ，甲苯的蒸汽压为  $290\text{mmHg}$ 。若有  $1/3\text{mol}$  的苯和  $2/3\text{mol}$  的甲苯混合溶液，问：

(1) 此溶液的蒸汽压为多少？ (2) 溶液上面蒸汽的组成如何？

(假设此溶液中的两个成分都服从拉乌尔定律)

26. 在  $25^{\circ}\text{C}$  时，某液体上方的氧气体积为  $4\text{dm}^3$ ，压强为  $750\text{mmHg}$ 。用适当的方法除去空气中的某液体蒸汽。再测量氧气的体积(在 STP 下)为  $3\text{dm}^3$ ，计算此液体的蒸汽压。(假设开始时氧气的液态蒸汽是饱和的)。

27.  $4\text{g}$  某物质溶于  $156\text{g}$  的苯中，苯的蒸汽压从  $200\text{mmHg}$  减到  $196.4\text{mmHg}$ 。计算：

(1) 此物质的摩尔分数。 (2) 此物质的分子量。

28. 在  $25^{\circ}\text{C}$  时  $3\%$  的阿拉伯胶水溶液(最简单的化学式为  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) 的渗透压为  $0.0272\text{atm}$ 。求此阿拉伯胶的分子量和聚合度？

29. 在  $30^{\circ}\text{C}$  时，在水面上收集  $\text{N}_2$ ，此温度下水的蒸汽压为  $32\text{mmHg}$ 。水上方气体的总压力为  $656\text{mmHg}$ ，体积为  $606\text{cm}^3$ 。问：此混合气体中，氮气的摩尔数为多少？

30. 某酚的正常沸点为  $455.1\text{K}$ ，蒸发热为  $48.139\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。欲使沸点为  $400\text{K}$ ，问真空度应为多少  $\text{kPa}$ ？

31. 三氯甲烷在  $40^{\circ}\text{C}$  时蒸汽压为  $370\text{mmHg}$ ，在此温度和  $740\text{mmHg}$  气压下，有  $4.00\text{dm}^3$  干燥空气缓缓通过三氯甲烷（即每个气泡都为三氯甲烷所饱和），求：

(1) 空气和三氯甲烷混合气体的体积是多少？

(2) 被空气带走的三氯甲烷质量是多少克？

32. 在青藏高原某山地，测得水的沸点为  $93^{\circ}\text{C}$ ，估计该地大气压是多少？

( $\Delta H_{\text{evap}}=43\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

33. 向某液态有机物(分子量为  $148.4$ )缓慢通入  $5\text{dm}^3, 1\text{atmN}_2$ 。当温度为  $110^{\circ}\text{C}$  时，失重  $32\text{g}$ ， $140^{\circ}\text{C}$  时失重  $1215\text{g}$ 。试求此有机物在  $110^{\circ}\text{C}$  及  $140^{\circ}\text{C}$  的饱和蒸汽压、摩尔汽化热和正常沸点。

34.  $10\text{g}$  非挥发性未知样品溶解在  $100\text{g}$  苯中，然后将空气在此溶液内鼓泡，流出的空气被苯的蒸汽所饱和，这时溶液重量损失了  $1.205\text{g}$ (溶液的浓度在此过程中假定为不变)；在同样的温度下，空气通过纯苯鼓泡，流出的气体体积与前者相同时，苯的蒸汽也达到了饱和，引

起的重量损失为 1.273g，求未知样品的分子量。

35. 在 25℃时，固体碘的蒸汽压为 0.31mmHg，氯仿(液态)的蒸汽压为 199.1mmHg，碘的氯仿饱和溶液中碘的摩尔分数为 0.0147，计算：

- (1) 在这样的饱和溶液中，平衡时碘的分压，
- (2) 此溶液的蒸汽压(假定服从拉乌尔定律)。

36. 在 0℃时，1 大气压下，水溶解纯 N<sub>2</sub> 为 23.54cm<sup>3</sup>·dm<sup>-3</sup>，溶解 O<sub>2</sub> 为 48.89cm<sup>3</sup>·dm<sup>-3</sup>，空气 中含 N<sub>2</sub>79%和 O<sub>2</sub> 21%(体积百分数)，问溶解空气时，水中空气的 N<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 的体积百分数为多少？

37. 当 20℃、氮气的压力为 730mmHg 时，1000g 水中可溶解 9.3cm<sup>3</sup> 氮气，试求氮气的亨利常数？

38. 氧在 1atm 下，20℃时的溶解度是 3.1cm<sup>3</sup>/100cm<sup>3</sup> 水，问 100dm<sup>3</sup> 雨水中最多含多少溶解了的氧气？

39. 由 0.550g 樟脑和 0.045g 有机溶质所组成的溶液的凝固点为 157.0℃。若溶质中含 93.46% 的碳及 6.54% 的氢(重量百分比)，试求溶质的分子式。(已知樟脑的熔点为 178.4℃)

40. 现有 25mg 的未知有机物溶在 1.00g 的樟脑中，樟脑的熔点下降 2.0K，问此未知有机物的分子量为多少？(樟脑 C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O 的 K<sub>f</sub>=40)

41. 今有两种溶液：一种为 1.5g 尿素溶在 200g 水内，另一种为 42.72g 未知物溶在 1000g 水内。这两种溶液在同一温度时结冰。问这个未知物的分子量为多少？

42. 某 6g 溶质，溶解于 100g 水中，冰点降低了 1.02K，计算此溶质的分子量。

43. 用 0.244g 的苯甲酸溶在 20g 苯中，冰点为 5.232℃，纯苯的冰点为 5.478℃，计算在此溶液中苯甲酸的分子量。写出在此溶液中苯甲酸的分子式。

44. 在 0℃时，1 大气压的氮气在水中的溶解度为 23.54cm<sup>3</sup>·dm<sup>-3</sup>，1 大气压的氧气在水中的溶解度为 48.89cm<sup>3</sup>·dm<sup>-3</sup>，空气中的水和无空气水的冰点差为多少？

45. 在 100cm<sup>3</sup> 含有 2.30g 甘油，这时冰点为 -0.465℃。计算：溶解在水中的甘油的近似分子量。

46. 当 CO<sub>2</sub> 的压力为 760mmHg，每 100g 水中能溶解 335mg 的 CO<sub>2</sub>(0℃)，试计算：当 CO<sub>2</sub> 的压力为 5atm，温度为 0℃时，1kg 水能溶解多少毫克 CO<sub>2</sub>？此溶质的冰点是多少？

47. 水溶液中含 5%尿素(M=60.05)和 10%的葡萄糖(M=180.02)。试求此溶液的凝固点。

48. 乙二醇(CH<sub>2</sub>OHCH<sub>2</sub>OH)通常与水混合，在汽车水箱中作为抗冻液体。

(1) 如果要求溶液在 -20℃才能结冻，问此水溶液的质量摩尔浓度为多少？

(2) 需多大体积的乙二醇(密度为 1.11g·cm<sup>-3</sup>)加到 30dm<sup>3</sup> 水中，才能配成(1)中所要求的浓度？

(3) 在 1atm 下，此溶液的沸点为多少？



49. 把 5g 未知有机物溶解在 100g 的苯中，苯的沸点升高了 0.65K。求此未知有机物的分子量？ ( $K_b=2.64$ )

50. 把 5.12g 萘( $C_{10}H_8$ )溶在 100g 的  $CCl_4$  中， $CCl_4$  的沸点升高了 2.00K。求  $CCl_4$  的摩尔沸点升高常数是多少？

51. 一水溶液，凝固点为  $-1.50^\circ C$ ，试求：

(1) 该溶液的沸点， (2)  $25^\circ C$  时的蒸汽压， (3)  $25^\circ C$  时的渗透压。

52. 在  $40^\circ C$  下人类的血液的渗透压为 7.7atm，试求：

(1) 人类血液的浓度， (2) 若  $c = m$ ，求血液的凝固点。

53. 马的血红蛋白是血液中红细胞的一种蛋白质。分析此血红蛋白的无水化合物，发现有 0.328% 的铁。问此马的血红蛋白的最小分子量为多少？有人在一个实验中发现每升含 80g 血红蛋白的溶液，在  $4^\circ C$ ，渗透压为 0.026atm。问：

(1) 此血红蛋白的正确分子量为多少？

(2) 比较两个结果，可以得到一个血红蛋白分子中有几个铁原子？

54. 在 100ml 水中含有 1.35g 的蛋白质溶液，在  $25^\circ C$  时它的渗透压为  $9.9 \times 10^{-3}$ atm。问：此蛋白质的分子量为多少？

55. 在  $25^\circ C$  时，5.0g 聚苯乙烯溶于  $1 dm^3$  苯中，其渗透压为 7.6mmHg，求：聚苯乙烯的分子量。

56. 试求  $17^\circ C$ 、含 17.5g 蔗糖的  $150 cm^3$  蔗糖水溶液的渗透压。

57. 计算冰点为  $-0.035^\circ C$  的水溶液，在  $25^\circ C$  时它的渗透压是多少？

58. 葡萄糖( $C_6H_{12}O_6$ )、蔗糖( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )和氯化钠三种溶液,它们的浓度都是  $1\%(g \cdot cm^{-3})$ ，试比较三者渗透压的大小。

59. 在  $0^\circ C$  时每升溶液含有 45.0g 蔗糖的水溶液的渗透压为 2.97atm，试求气体常数。

60. 近年来，在超临界  $CO_2$  (临界温度  $T_c = 304.3K$ ；临界压力  $p_c = 72.8 \cdot 10^5 Pa$ ) 中的反应引起广泛关注。该流体的密度在临界点附近很容易调制，可认为是一种替代有机溶剂的绿色溶剂。该溶剂早已用于萃取咖啡因。然而，利用超临界  $CO_2$  的缺点之一是二氧化碳必须压缩。

(1) 计算将二氧化碳从 1bar 压缩到 50bar 所需的能量，其最终体积为 50ml，温度为 298K，设为理想气体。实际气体用范德瓦尔斯方程描述（尽管仍是近似的）：

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right) (V - nb) = nRT$$

对于  $CO_2$ ：  $a = 3.59 \cdot 10^5 Pa \cdot dm^6 \cdot mol^{-2}$        $b = 0.0427 dm^3 \cdot mol^{-1}$

(2) 分别计算在温度为 305K 和 350K 下为达到密度  $220g \cdot dm^{-3}$ ， $330 g \cdot dm^{-3}$ ，and  $440 g \cdot dm^{-3}$  所需的压力。超临界流体的性质，如二氧化碳的溶解能力和反应物的扩散性与液体的密度关系密切。上问的计算表明，通过改变压力可调制密度。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

(3) 在哪一区域——近临界点还是在较高压力/温度下更容易调制流体的密度（利用临界常数和5.2问的计算结果）？在超临界二氧化碳中氧化醇类，如将苯醇氧化为苯甲醛，是一种超临界工艺。反应在催化选择性效率为95%的Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>催化剂作用下进行。

(4) (a) 写出主要反应过程的配平的反应式。(b) 除完全氧化外，进一步氧化时还发生哪些反应？在另一超流体工艺——合成有机碳酸酯和甲酰胺的例子中，二氧化碳既是溶剂，又可作为反应物替代光气或一氧化碳。

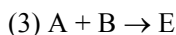
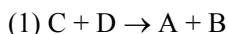
(5) (a) 写出甲醇和二氧化碳反应得到碳酸二甲酯的配平的方程式。如以光气为反应物如何得到碳酸二甲酯？(b) 用适当的催化剂可用吗啉和二氧化碳合成甲酰基吗啉。该反应还需添加什么反应物？写出反应式。若用一氧化碳替代，反应式将如何改变？

(6) 用绿色化学的观念给出用CO<sub>2</sub>代替一氧化碳和光气的2个理由。与以CO或COCl<sub>2</sub>为反应物对比，再给出用CO<sub>2</sub>为反应物的1个主要障碍（除必须对二氧化碳进行压缩外）。

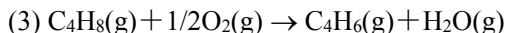
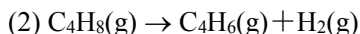
## 第二章 化学热力学基础及化学平衡

1. 有一活塞，其面积为  $60\text{cm}^2$ ，抵抗  $3\text{atm}$  的外压，移动了  $20\text{cm}$ ，求所作的功。  
(1)用焦耳； (2)用卡来表示。
2.  $1\text{dm}^3$  气体在绝热箱中抵抗  $1\text{atm}$  的外压膨胀到  $10\text{dm}^3$ 。计算：  
(1)此气体所作的功；(2)内能的变化量；(3)环境的内能变化量。
3. 压力为  $5.1\text{atm}$ ，体积为  $566\text{dm}^3$  的流体，在恒压过程中，体积减少到  $1/2$ ，  
(1)求对流体所作的功  
(2)求流体的内能减少  $365.75\text{kJ}$  时，流体失去的热量？
4. 在一汽缸中，放入  $100\text{g}$  的气体。此气体由于压缩，接受了  $2940\text{kJ}$  的功，向外界放出了  $2.09\text{kJ}$  的热量。试计算每千克这样的气体内能的增加量。
5. 在  $1\text{atm}$ 、 $100^\circ\text{C}$  时，水的摩尔汽化热为  $40.67\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，求： $1\text{mol}$  水蒸汽和水的内能差？  
(在此温度和压力下，水蒸汽的摩尔体积取作  $29.7\text{dm}^3$ )
6. 某体系吸收了  $3.71\text{kJ}$  的热量，向外部作了  $1.2\text{kJ}$  的功，求体系内部能量的变化。
7. 某体系作绝热变化，向外部作了  $41.16\text{kJ}$  的功，求此体系内能的变化量。
8. 有一气体，抵抗  $2\text{atm}$  的外压从  $10\text{dm}^3$  膨胀到  $20\text{dm}^3$ ，吸收了  $1254\text{J}$  的热量，求此气体的内能变化？
9. 一理想气体在恒定的一大气压下，从  $10\text{dm}^3$  膨胀到  $16\text{dm}^3$ ，同时吸热  $125.4\text{J}$  的热量，计算此过程的  $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。
10. 在  $300\text{K}$  时  $3\text{mol}$  的理想气体等温膨胀，它的内压为  $8\text{atm}$ ，抵抗  $2\text{atm}$  的恒压力做功，体积增加到 4 倍，试求  $W$ 、 $Q$ 、 $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。
11. 现有  $2\text{dm}^3$  氮气在  $0^\circ\text{C}$  及  $5\text{atm}$  下抵抗  $1\text{atm}$  的恒外压作等温膨胀，其最后的压力为  $1\text{atm}$ ，假设氮气为理想气体，求此过程的  $W$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$  及  $Q$ 。
12. 在  $1\text{atm}$  下， $2\text{molH}_2$  和  $1\text{molO}_2$  反应，在  $100^\circ\text{C}$  和  $1\text{atm}$  下生成  $2\text{mol}$  水蒸汽，总共放出了  $115.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  热量。求生成每摩尔  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$  时的  $\Delta H$  和  $\Delta U$ 。
13. 在  $25^\circ\text{C}$  和恒压下 ( $1\text{atm}$ )， $1/2\text{molOF}_2$  同水蒸气反应，反应式如下：  
$$\text{OF}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{HF}(\text{g})$$
放出  $161.35\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  的热量，试计算每摩尔  $\text{OF}_2$  同水蒸气反应的  $\Delta H$  和  $\Delta U$ 。
14. 当反应： $\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  在恒容的弹式量热计内进行，放出热量  $87.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，计算：此反应的  $\Delta H$  和  $\Delta U$  是多少？ ( $25^\circ\text{C}$  时)
15. 已知  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D} \quad \Delta H^\circ = -41.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $\text{C} + \text{D} \rightarrow \text{E} \quad \Delta H^\circ = 20.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

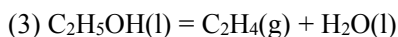
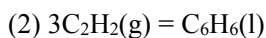
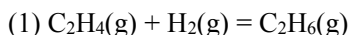
试计算下列各反应的 $\Delta H^\circ$



16. 计算下列三个反应的 $\Delta H^\circ$ 、 $\Delta G^\circ_{298}$ 和 $\Delta S^\circ$ ，从中选择制备丁二烯的反应。



17. 利用附表中燃烧热的数据，计算下列反应的反应热 $\Delta H^\circ_{298}$ ：



18. 已知反应：

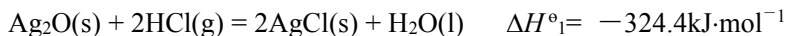


求： $C(\text{石墨}) = C(\text{金钢石})$ 的 $\Delta H^\circ_{298} = ?$

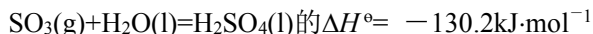
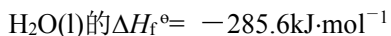
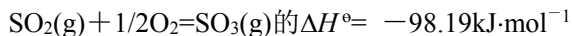
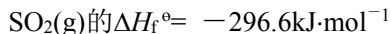
19. 从下列热反应方程式求出  $PCl_5(s)$  的标准摩尔生成热(温度为  $25^\circ\text{C}$ )



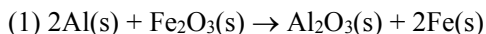
20. 从下列数据计算  $AgCl$  在  $25^\circ\text{C}$  时标准生成热。

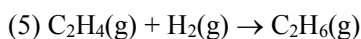
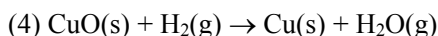
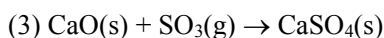
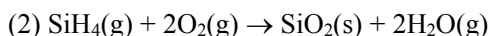


21. 根据硫生成  $SO_2$ ， $SO_2$  在铂的催化下，被氧化生成  $SO_3$ ， $SO_3$  溶于  $H_2O$  生成  $H_2SO_4(l)$  等反应，利用下面的数据；计算  $H_2SO_4(l)$  的生成热。已知：

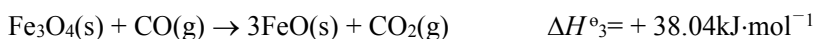
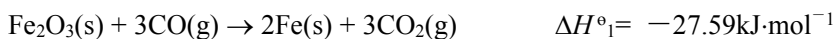


22. 利用附表中生成焓( $\Delta H_f^\circ$ )数据，计算下列反应的 $\Delta H^\circ$

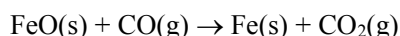




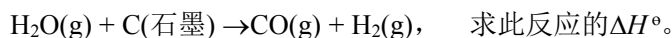
23. 已知下列热化学方程式



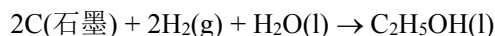
不用查表，计算下列反应的 $\Delta H^\circ$



24. 水蒸汽与石墨反应得到 CO 和 H<sub>2</sub>O(水煤气)，此反应为

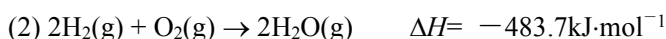
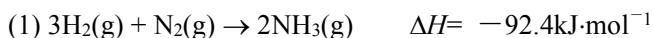


25. 从乙醇、石墨和氢气的燃烧热来计算下列反应的 $\Delta H^\circ$



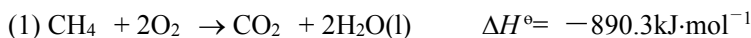
若把反应物 H<sub>2</sub>O(l)换成 H<sub>2</sub>O(g)，试求上述反应的 $\Delta H^\circ$ 。

26. 已知某温度下，下列反应的焓变化：



计算：反应  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的焓变化。说明在此温度下，此正反应是吸热还是放热的。

27. 由下面的热化学方程式，计算 CH<sub>4</sub> 的标准生成焓。

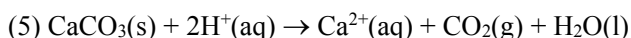
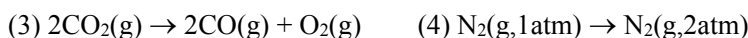
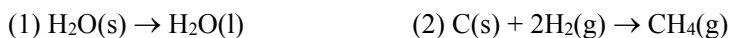


28. 丙酮 CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> 的 $\Delta H_f^\circ$ 为 $-256.7\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，温度为 25℃，计算：

(1) 在一定压力下的燃烧热；

(2) 2g 丙酮燃烧所放出的热量。

29. 预言下列从左到右的过程，熵是增加的还是减少的？



30. 在 1atm 及 146.5℃ 下， $\text{AgI}_{(\alpha)} = \text{AgI}_{(\beta)}$  是一个可逆转变。其转换能是  $6.395\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。问 2mol

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

的  $\text{AgI}_{(\beta)}$  变为  $\text{AgI}_{(\alpha)}$ ，其熵的变化量  $\Delta S$  是多少？

31. 指出下列(1)、(2)、(3)中各对过程中，哪一个熵变更大？试解释。

(1)  $0^\circ\text{C}$  的冰变  $0^\circ\text{C}$  的水蒸汽与  $0^\circ\text{C}$  的水变成  $0^\circ\text{C}$  的水蒸汽；

(2) 一液体在比已知温度下的蒸汽压要低的外压情况下变成气体与一液体在与已知温度下的蒸汽压相等的外压情况下变成气体；

(3) 一气体从  $30^\circ\text{C}$  可逆地加热到  $70^\circ\text{C}$  与一同样的气体从  $30^\circ\text{C}$  不可逆地加热到  $80^\circ\text{C}$ 。

32. 计算  $25^\circ\text{C}$  由氧及氢生成水蒸汽的熵变化，已知  $\text{O}_2$  的  $S^\circ$  是  $204.8\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $\text{H}_2$  的  $S^\circ$  是  $130.5\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $\text{H}_2\text{O}$  的  $S^\circ$  是  $188.5\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

33. 正己烷的沸点为  $68.7^\circ\text{C}$ ，在沸点时，汽化热为  $28.83\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，若  $1\text{mol}$  该液体完全汽化成饱和蒸汽时，其熵变化若干？

34. 在一个很大的室内，保持空气在  $294\text{K}$ ，室外的空气在  $250\text{K}$  时，一小时由壁向外传  $5058\text{kJ}$  的热量。求：

(1) 室内的空气， (2) 室外的空气， (3) 宇宙三者的熵变化？

35. (1) 求  $1\text{g}$   $0^\circ\text{C}$  的冰融化成同温度的水时，熵的增量？(其中冰的溶解热为  $334.4\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$ )

(2) 求  $1\text{atm}$  下， $100^\circ\text{C}$  时  $1\text{g}$  水蒸发成同温度的水蒸气时熵的增量？(其中水的汽化热为  $2.253\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ )

36. 一定量的理想气体，在一独立的体系中，温度为  $400\text{K}$  时，作等温可逆膨胀。在此过程中，从热源吸入  $836\text{J}$  热量，求：

(1) 气体的熵变化， (2) 热源的熵变化， (3) 宇宙的熵变化。

37. 判断下列说法是否正确？为什么？

(1) 自发过程是体系的熵减少的过程；

(2) 在温度、压力不变时，自发过程为只作  $pV$  功时的自由能增加的过程；

(3) 自发过程是吸热反应的过程。

38. 下列反应是放热反应： $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$

试判断哪一个反应方向是自发进行的方向。

39. (1) 甲烷和硫化氢的反应是吸热反应： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$

升高温度，对反应有什么影响？

(2) 氯气和氧气之间的反应是吸热反应： $2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}_2\text{O}(\text{g})$

升高温度，对反应有什么影响？

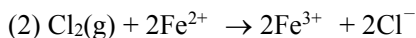
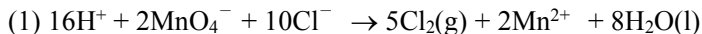
40. 对于  $298\text{K}$  时的  $\text{CO}_2$  和石墨的反应： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{石墨}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$

$$\Delta H^\circ = +172.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad \Delta S^\circ = +175.3\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

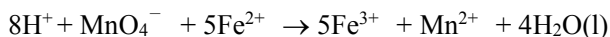
试说明：

- (1)此反应的 $\Delta S$  为正值的理由。  
(2)问此反应能否自发进行(用计算来说明)。  
(3)试求在什么温度以上，此反应能自发进行。

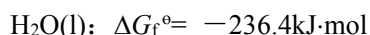
41. 已知反应(1)、(2)的 $\Delta G^{\circ}_{298}$  分别为 $\Delta G^{\circ}_1 = -142.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\Delta G^{\circ}_2 = -113.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



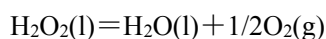
试求下面反应的 $\Delta G^{\circ}$



42. 已知： $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ :  $\Delta G_f^{\circ} = -118.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



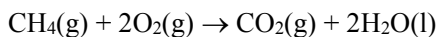
求下面反应的标准自由能的变化



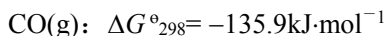
43. 已知:

	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$\Delta H^{\circ}$	-74.82	—	-392.9	-285.5 ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
$S^{\circ}$	186.01	49.0	51.06	16.75 ( $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

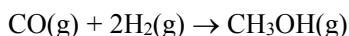
试求下面反应的标准自由能的变化 $\Delta G^{\circ}_{298}$



44. 已知： $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ :  $\Delta G^{\circ}_{298} = -162.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



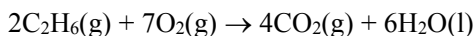
试求下面反应的 $\Delta G^{\circ}_{298\text{k}}$



45. 计算下面反应在  $25^{\circ}\text{C}$  时的 $\Delta G^{\circ}$ 、 $\Delta H^{\circ}$ 、 $\Delta S^{\circ}$ 。

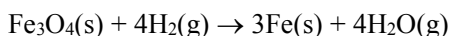


46. 计算下面反应的 $\Delta G^{\circ}$ (在  $25^{\circ}\text{C}$  时)

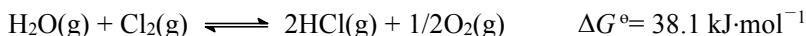


47. 已知： $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的 $\Delta H_f^{\circ} = -1.117 \times 10^3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\Delta G_f^{\circ} = -1.014 \times 10^3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

计算  $25^{\circ}\text{C}$  时下面反应的 $\Delta G^{\circ}$ 、 $\Delta H^{\circ}$ 、 $\Delta S^{\circ}$ 。



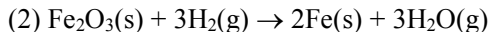
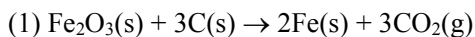
48. 已知:





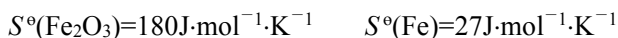
计算  $\text{HCl}(\text{g})$  在  $25^\circ\text{C}$  时的标准生成自由能。

49. 由铁矿石生产铁有两种可能途径：

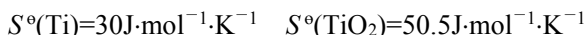


上述哪个反应可在较低的温度下进行？

50. 利用  $298\text{K}$  时的下列数据，估计在  $1\text{atm}$  下， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  能用碳来还原的温度。



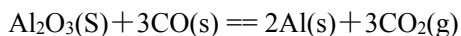
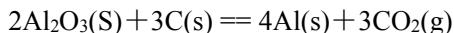
51. 利用问题 50 中对于反应  $\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$  所给数据和下列数据



估计反应  $\text{TiO}_2 + 2\text{C} = \text{Ti} + 2\text{CO}$  的温度(以  $\text{K}$  为单位)

52. 氧化银和氧化铜在室温下是稳定的，但在高温空气中不稳定。试计算在含氧 20% (体积) 的空气中， $\text{Ag}_2\text{O}$  和  $\text{CuO}$  发生分解的最低温度。(假设  $\Delta H^\circ$  和  $\Delta S^\circ$  不随温度而变化)

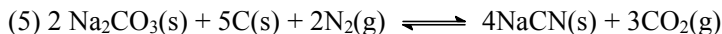
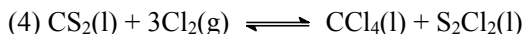
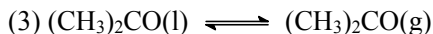
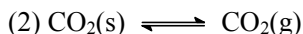
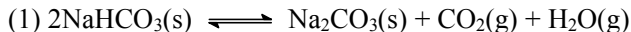
53. 计算下列两个反应  $\Delta H^\circ$ 、 $\Delta G^\circ_{298}$  和  $\Delta S^\circ$ ，并讨论用焦炭还原炼制金属铝的可能性。



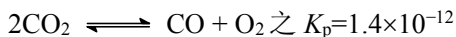
54. 写出平衡常数  $K_c$  的表达式(由各单质气体生成下面的  $1\text{mol}$  气体化合物)：



55. 写出下列各可逆反应的平衡常数  $K_c$  的表达式



56. 在  $1120^\circ\text{C}$  时  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  之  $K_p = 2$

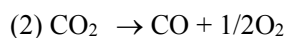
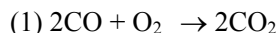


求： $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$  的  $K_p$ 。



57. 已知：2800K 时反应  $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  的平衡常数  $K_p=6.443$ 。

求同温度下，下列反应(1)、(2)的  $K_p$ 。



58. 某气体  $\text{X}_2\text{Z}$  在通常的温度下稳定，但当加热时，部分离解成气体 Z，假设一气体  $\text{X}_2\text{Z}$  样品的最初状态为 27°C 和 1atm，把它放入一固定体积的长颈瓶中，加热到 627°C，如果压强增加到 4.20atm，问  $\text{X}_2\text{Z}$  的离解度为多少？

59. 在 550°C，平衡时总压强为 1atm，光气  $\text{COCl}_2$  部分离解为 CO 和  $\text{Cl}_2$ 。离解后混合气体每升重 0.862g，求光气的离解度？

60. 在 800°C 到 1200°C 之间，磷蒸气由  $\text{P}_4$  和  $\text{P}_2$  混合组成。在 1000°C 和 0.200atm 下，磷蒸气的密度为  $0.178\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。问在此条件下， $\text{P}_4$  离解成  $\text{P}_2$  的离解度是多少？

61.  $3\text{dm}^3$  的瓶内装有压强为 0.5atm 的氯气，再加入 0.1mol 的  $\text{PCl}_5$ 。求在 250°C 时  $\text{PCl}_5$  的离解度。 $(\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2, \text{当 } t=250^\circ\text{C} \text{ 时, } K_p=1.78)$

62. 一平衡体系  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 。在某温度和 1atm 时  $\text{N}_2\text{O}_4$  的离解百分率为 50%，问压强增加至 2atm 时， $\text{N}_2\text{O}_4$  的离解百分率为多少。

63. 设有 1.588g 的  $\text{N}_2\text{O}_4$ ，按下式进行部分分解  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  在 25°C 时达到平衡后，体积为  $0.500\text{dm}^3$ ，总压强维持 760mmHg，求 25°C 时  $\text{N}_2\text{O}_4$  的离解度？

64. 在 45°C 时  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  的平衡常数  $K_c=0.0269$ 。如果  $2.50 \times 10^{-3}\text{mol}$  的  $\text{NO}_2$  放入一个  $0.35\text{dm}^3$  的长颈瓶中，平衡时， $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的浓度各为多少？

65. 在 600K 时，反应  $\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 1/2\text{N}_2(\text{g}) + 3/2\text{H}_2(\text{g})$  的平衡常数  $K_c=0.395$ 。如果把 1.00g  $\text{NH}_3$  注入  $1.00\text{dm}^3$  的容器中，在 600K 达到平衡，问将会产生多大的压强？

66.  $\text{COCl}_2$  光气在足够高的温度下可以部分分解成气体 CO 和  $\text{Cl}_2$ 。在一实验中，把 0.631g 的  $\text{COCl}_2$  注入  $0.472\text{dm}^3$  的容器中，在 900K 时产生的总压强为 1.872atm。试计算光气的离解百分数？

67. 有一反应： $2\text{X} + \text{Y} = \text{X}_2\text{Y}$  ( $\text{X}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{X}_2\text{Y}$  都为气体)。现把 3mol  $\text{X}$  和 3mol  $\text{Y}$  放入  $1\text{dm}^3$  容器中，平衡时， $\text{X}_2\text{Y}$  为 0.6mol，求：

(1) 平衡时 X、Y 各为多少摩尔？

(2) 平衡常数  $K_c$ 、 $K_p$  (若在 100°C 达到平衡)。

68. 反应  $\text{XY}_2 = \text{X} + 2\text{Y}$  中三种皆为理想气体。在体积为  $10.0\text{dm}^3$  的容器中，起初  $\text{XY}_2$  有 0.40mol，现加入催化剂，使  $\text{XY}_2$  离解。达到平衡时，混合物的压强为 1.20atm，温度为 300K，求  $K_p$ 。

69. 反应  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2$ ，在温度为 600°C 时平衡常数  $K_p$  为 1.15。若混合物原先有 1mol 的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、2mol 的 CO、0.5mol 的 FeO 和 0.3mol 的  $\text{CO}_2$ ，如果总压是 5atm，求

平衡时各物质的摩尔数？

70. 在温度为 1482.53K, 总压为 10atm 时, 蒸气平衡时的质量组成为: Na(g) 71.30%, Na<sub>2</sub>(g) 28.70%, 计算此反应  $2\text{Na(g)} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{(g)}$  的  $K_p$  值。

71. 在 250°C 时, 为要在 1dm<sup>3</sup> 容器中生成 0.1mol·dm<sup>-3</sup> 的氯气, 需通入 PCl<sub>5</sub> 若干摩尔?

$$K_p = 1.78$$

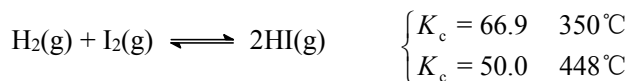
72. 合成氨的原料中, 氮和氢的摩尔比为 1:3. 在 400°C 和 10atm 下平衡时, 可产生 3.85% 的 NH<sub>3</sub>(体积百分数), 求:

(1) 反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  的  $K_p$ 。

(2) 如果要得到 5% 的 NH<sub>3</sub>, 总压需要多少?

(3) 如果将混合物的总压增加到 50atm, 平衡时 NH<sub>3</sub> 的体积百分数为多少?

73. 已知下列反应的在不同温度下平衡常数, 求正反应是吸热还是放热的, 并解释之。



74. 下列可逆反应达到平衡:

$2\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons \text{C(g)}$ 。在两升的容器内反应物 A 的量为 1.2mol, B 的量为 0.8mol(初始)。达到平衡后, A 的量为 0.9mol, 求此反应的  $K_c$ 。

75. 把 1.0g 的 PCl<sub>5</sub> 放入 250cm<sup>3</sup> 的长颈瓶中, 长颈瓶加热到 250°C, PCl<sub>5</sub> 离解并达到平衡,  $\text{PCl}_5\text{(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_3\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ 。在平衡时 Cl<sub>2</sub> 的量为 0.25g, 问在 250°C 时, 这个离解反应的  $K_c$  为多少?

76. 在一定的温度下, SO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 作用生成 SO<sub>3</sub> 的反应, 其平衡常数为  $K_p = 2.25$ , 设在该温度下参加反应的 SO<sub>2</sub> 为 5mol, O<sub>2</sub> 为 4mol, 要使平衡时有 80% 的 SO<sub>2</sub> 转变为 SO<sub>3</sub>, 问反应的总压应当是多少?

77. 在 27°C 和 1atm 下, NO<sub>2</sub> 相对于 H<sub>2</sub> 的密度为 38.34, 求:

(1) NO<sub>2</sub> 的转化率为多少?

(2) 这温度下的平衡常数  $K_c$ ,  $K_p$  为多少? ( $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ )

78. 固体碳酸铵按如下的方程式分解:



在某一高温下, NH<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 气体的总压是由纯的固体碳酸铵分解产生。在平衡时, 其总压为 0.400atm,

(1) 计算此反应的平衡常数。

(2) 如果  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  通过外界手段调到 0.200atm, 在  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3\text{(s)}$  还有留存的情况下  $p_{\text{NH}_3}$  和  $p_{\text{CO}_2}$

的压强为多少？

79. 为测定 445°C 时反应  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  的平衡常数，把 0.915g  $\text{I}_2$  和 0.0197g  $\text{H}_2$  在 445°C 时反应直至平衡建立，还留下 0.0128g  $\text{H}_2$  没有反应。

计算此反应的平衡常数  $K_c$ 。

80. 在  $T=750\text{K}$ ， $p=300\text{atm}$ ，分子比  $\text{H}_2:\text{N}_2=3:1$  时，反应：  
 $1/2\text{N}_2 + 3/2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$  的  $K_p=0.00658$ 。设最初掺有惰性气体的原料气共有 2mol，通过计算说明当惰性气体之摩尔分数分别为 0.08，0.20，0.40 时，对平衡的影响。

81. 从实验得知五氯化磷蒸气能分解如下： $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   
长颈瓶中起先只含纯  $\text{PCl}_5$ ，在 2atm 下加热到 250°C 时有 69%  $\text{PCl}_5(\text{g})$  离解，计算在 250°C 时，此离解反应的  $K_p$ 。

82. 在一个真空容器中，混合 2mol 的  $\text{CH}_4$  气体和 1mol 的  $\text{H}_2\text{S}$  气体，当加热到 727°C 时，气体反应  $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CS}_2 + 4\text{H}_2$  建立了平衡，这个容器内的总压是 0.9atm，氢气的分压是 0.2atm，求这个容器的体积。

83. 对于合成氨的反应： $(\text{N}_2:\text{H}_2=1:3)$   
 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  在 500°C 时平衡常数  $K_p=1.5 \times 10^{-5}(\text{atm})$ 。求压强为  $p=300\text{atm}$  时，达到平衡时的氨的摩尔分数。

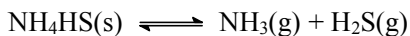
84. 在反应  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  中，CO 与  $\text{Cl}_2$  以相同的摩尔数相互作用，当平衡时，CO 仅剩下一半，如果反应前混合物的总压为 1atm，平衡时气体总压为多少？

85. 在 25°C，1atm 时  $\text{N}_2\text{O}_4$  和  $\text{NO}_2$  的平衡混合物的密度为  $3.18\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，求：

(1)混合气体的平均分子量。 (2)该条件下  $\text{N}_2\text{O}_4$  的离解度。

(3) $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的分压。 (4)反应  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  的平衡常数  $K_p$ 。

86. 固态的  $\text{NH}_4\text{HS}$  分解时建立下列平衡：



当 25.9°C 时，平衡的气体总压是 0.658atm。假设在此温度下，固体  $\text{NH}_4\text{HS}$  在密闭容器中分解，瓶内原有 0.45atm 的  $\text{H}_2\text{S}$  存在，求平衡时各气体的分压。

87. 在 1000°C 时  $\text{FeO} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}_2$  的  $K_p=0.403$ ，求欲得 1molFe 需通入多少摩尔 CO？

88. 在 8.2°C 时将 0.5mol 的  $\text{N}_2\text{O}_4$  溶于 450 $\text{cm}^3$  的  $\text{CHCl}_3$  中，分压达到平衡，问平衡时溶液中  $\text{NO}_2$  的浓度若干？已知在 8.2°C 时  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  的平衡常数  $K_c=1.08 \times 10^{-5}$ 。

89. 由 1.5mol 的 NO、1.0mol 的  $\text{Cl}_2$  和 2.5mol 的 NOCl 混合在 15 $\text{dm}^3$  的容器中，在 230°C 反应为  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NOCl}(\text{g})$ 。平衡时，NOCl 为 3.06mol，试计算：

(1)平衡时 NO 的摩尔数。

(2)平衡常数  $K_c$ 、 $K_p$ 。

90. 在一定温度下，一定量的  $\text{PCl}_5$  的气体体积为  $1\text{dm}^3$ ，此时  $\text{PCl}_5$  有 50% 解离为  $\text{PCl}_3$  和  $\text{Cl}_2$ ，用质量作用定律说明在下列情况下，解离度是增加还是减少？(此时压强为  $1\text{atm}$ )

- (1)降低压强，使体积变为  $2\text{dm}^3$ 。
- (2)保持体积不变，加入  $\text{N}_2$ ，使压强为  $2\text{atm}$ 。
- (3)保持压强不变，加入  $\text{N}_2$  使体积为  $2\text{dm}^3$ 。
- (4)保持压强不变，加入  $\text{Cl}_2$  使体积变为  $2\text{dm}^3$ 。
- (5)保持压强不变，加入  $\text{PCl}_3$  使体积变为  $2\text{dm}^3$ 。

91. 溴化亚硝酰( $\text{NOBr}$ )是一种气态化合物，能由下面的反应生成： $2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOBr}$ 。在  $25^\circ\text{C}$  时，这个反应的平衡常数为  $116(\text{atm})^{-1}$ ，这时所有的物质都为气态物质。这个反应是放热的，

(1)假设这些物质都引入了一个反应室中，各自的分压为： $\text{NOBr}$ :  $0.8\text{atm}$ ； $\text{NO}$ :  $0.4\text{atm}$ ； $\text{Br}_2$ :  $0.2\text{atm}$ ；这样会不会发生反应？如果会，是  $\text{NOBr}$  的净生成还是它的净分解？试解释。

(2)在  $25^\circ\text{C}$  建立平衡后温度升高到  $100^\circ\text{C}$ ，由于温度变化， $\text{NOBr}$  是净生成还是净分解？试解释。

(3)假设氮注入在  $25^\circ\text{C}$  上式反应已达到平衡的长颈瓶中，直至长颈瓶的压强为平衡时的两倍，对于存在的  $\text{NOBr}$  的量有否影响？

92. 计算  $\text{C}(\text{石墨}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g})$ ，在  $25^\circ\text{C}$  时的平衡常数。

已知  $\Delta H^\ominus = -74.78\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\Delta S^\ominus = -80.59\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

93. 在  $1200\text{K}$  和石墨存在的情况下， $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{石墨}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 。平衡混合物中  $\text{CO}$  占摩尔分数为 98.3%， $\text{CO}_2$  占 1.69%，总压为  $1\text{atm}$ ，问：

- (1)  $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$  分压为多少？
- (2) 平衡常数  $K_p$  为多少？
- (3) 此反应的  $\Delta G$  为多少？

94. 求下列各反应的  $\Delta G^\ominus$  和平衡常数  $K$ ，(所需数据，见附表)

- (1)  $4\text{I}^-(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{I}_2(\text{g})$
- (2)  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$
- (3)  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (4)  $\text{Ca}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{l})$

95. 在  $448^\circ\text{C}$  时反应  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  的  $K_p=66.9$ ，在  $350^\circ\text{C}$  该反应的  $K_p=50.0$ 。

- (1) 计算在这个温度范围内的  $\Delta H^\ominus$
- (2) 计算在这两个温度下，反应的  $\Delta G^\ominus$

96. 在  $700\text{K}$  时，反应： $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  的  $\Delta G_{700}^\ominus = -13.46\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，计算

此反应的  $K_p$  值。

97. 在 395°C 时反应  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$  的  $K_p$  为  $4.56 \times 10^{-2}$ , 计算此反应的  $\Delta G$   
668°

98.  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  平衡体系的  $K_p$  和温度  $t^\circ\text{C}$  的关系如下:

$K_p$	0.141	0.308	0.628
$t(^{\circ}\text{C})$	25	35	45

- (1) 将  $\lg K_p$  对  $1/T$  作图 (2) 从直线的斜率求  $\Delta H^\ominus$   
(3) 计算每一个温度的  $\Delta G^\ominus$  (4) 计算每一个温度的  $\Delta S^\ominus$

99. 已知  $\text{BaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -103 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{aq} \leftrightarrow \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -52 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{aq} = \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = +64 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

请回答下列问题。若能，给出答案；若不能，简述原因。

- (1) 能求得  $\text{BaO}(\text{s})$  的溶解热吗?  
 (2) 能求得  $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$  转变成  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  能量变化吗?  
 (3) 能求得 “ $\text{O}^{2-}$ ” (s) +  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{OH}^-(\text{s})$  的能量吗?  
 (4) 能求得 “ $\text{O}^{2-}$ ” (s) + aq  $\rightarrow 2\text{OH}^-(\text{s})$  的能量吗?

100. 在 298.15K 时  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{CaSO}_4(\text{s})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的标准生成吉布斯函数分别为: -1796、-1320、-237 ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), 水的饱和蒸气压为 3575Pa。

- (1) 判断在 298.15K 时, 将  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  放入饱和水蒸气的空气中是否会分解。  
 (2) 求 298.15K 时  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  的分解压力。

### 第三章 化学动力学基础

1. 有 A 气体和 B 气体进行反应，若将 A 气体浓度增加一倍，速率增加 400%，若将 B 气体的浓度增加一倍，速率增加 200%，试写出反应式。

2. 下列生成 NO<sub>2</sub> 的反应： $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  其反应速率表示式为

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$$

如果压力增加到原来的两倍，试计算速率之变化。

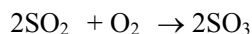
3. 在抽空的刚性容器中，引入一定量纯 A 气体，发生如下反应：

$\text{A}(\text{g}) \longrightarrow \text{B}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{g})$ 。设反应能进行完全，经恒温到 323K 时，开始计时，测定体系总压随时间的变化关系如下：

$t / \text{min}$	0	30	50	$\infty$
$p_{\text{总}} / \text{kPa}$	53.33	73.33	80.00	106.66

求该反应级数及速率常数

4. 若气体混合物体积缩小到原来的 1/3，下列反应的初速率变化为多少？

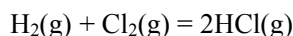


5. 在 308K 时，反应  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$  的  $k = 1.35 \times 10^{-5}$ ，

在 318K 时， $k = 4.98 \times 10^{-5}$ ，试求这个反应的活化能？

6. CH<sub>3</sub>CHO 的热分解反应是： $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  在 700K 时， $k = 0.0105$ ，已知  $E_a = 188.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，试求 800K 时的  $k$ 。

7. 已知 HCl(g) 在 1atm 和 25°C 时的生成热为  $-88.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，反应



的活化能为  $112.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试计算逆反应的活化能。

8. 某一个化学反应，当温度由 300K 升高到 310K 时，反应速率增加了一倍，试求这个反应的活化能。

9. 某化学反应，在 300K 时，20min 内反应完成了 50%，在 350K 时，5min 内反应完成了 50%，计算这个反应的活化能。

10. 已知在 320°C 时反应  $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  是一级反应，速率常数为  $2.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。

试求：(1) 10.0g SO<sub>2</sub> Cl<sub>2</sub> 分解一半需多少时间？

(2) 2.00g SO<sub>2</sub> Cl<sub>2</sub> 经 2h 之后还剩多少克？

11. 在人体内，被酵母催化的某生化反应的活化能为  $39 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。当人发烧到 313K 时，此反应的速率常数增大到多少倍？

12. 蔗糖催化水解  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  是一级反应，在 25°C 速率常数为  $5.7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。试求：

(1)浓度为  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  蔗糖溶液分解 10% 需要多少时间?

(2)若反应活化能为  $110\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，那么在什么温度时反应速率是  $25^\circ\text{C}$  时的十分之一?

13. 反应  $2\text{NO}+2\text{H}_2\rightarrow\text{N}_2+2\text{H}_2\text{O}$  在一定温度下，某密闭容器中等摩尔的比 NO 与  $\text{H}_2$  混合物在不同初压下的半衰期为

$p_0(\text{mmHg})$	355	340.5	288	251	230	202
$t_{1/2}(\text{min})$	95	101	130	160	183	224

求反应级数。

14. 环戊二烯(沸点  $40^\circ\text{C}$ )易在气相中形成双聚： $2\text{C}_5\text{H}_6(\text{g})\rightarrow\text{C}_{10}\text{H}_{12}(\text{g})$

现将  $0.50\text{cm}^3$  环戊二烯 ( $\rho=0.802\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) 放入容器为  $1.000\text{dm}^3$  的抽空密闭容器中，加热到  $130^\circ\text{C}$ ，经过一段时间，测定总压的结果如下：

$t(\text{min})$	10	20	30	40	50	60
$p_{\text{总}}(\text{kPa})$	18.07	16.62	15.63	14.87	14.33	13.88

(1) 计算温度升到  $130^\circ\text{C}$  时尚未聚合的起始压力。

(2) 计算 60min 时环戊二烯的分压。

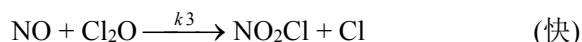
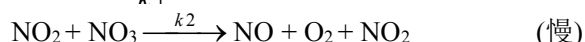
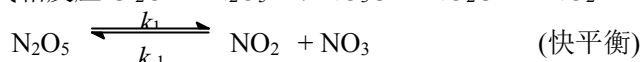
(3) 此反应的反应级数和反应速率常数。

15. 把一定量的  $\text{PH}_3(\text{g})$  引入含有惰性气体的温度为  $873\text{K}$  的反应器中， $\text{PH}_3(\text{g})$  可完全分解为  $\text{P}_4(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$ ，测得总压随时间的变化如下：

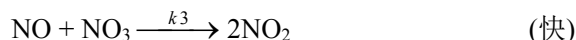
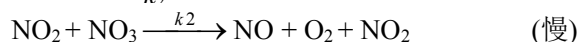
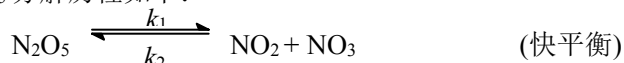
$t / \text{s}$	0	60	120	$\infty$
$p / \text{kPa}$	262.40	272.90	275.53	276.40

求反应级数及速率常数

16. 气相反应  $\text{Cl}_2\text{O} + 2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_3\text{Cl} + \text{NO}_2\text{Cl} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$  的可能历程是：



而  $\text{N}_2\text{O}_5$  分解历程如下：



试求这两个反应的速度方程式，你能从这两个结果得出什么结论？

17.  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$  存在三种可能的机理，试写出每一种机理的分步反应，若反应速率  $v=k\text{c}_{\text{NO}}^2\text{c}_{\text{O}_2}$ ，问上述反应按哪种机理进行？

18.  $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$  的热分解反应为  $2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{k} 2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ，从实验测出不同温度时各个起

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

始压力与半衰期如下：

反应温度 $T / K$	967	967	1030	1030
初始压力 $p_0 / kPa$	156.787	39.197	7.066	47.996
半衰期 $t_{1/2} / s$	380	1520	1440	212

(1) 求反应级数和两种温度下的速率常数

(2) 求活化能  $E_a$

(3) 若 1030K 时， $N_2O(g)$  的初始压力为 54.00kPa，求压力达 64.00kPa 时所需的时间。

19. 反应  $Co(NH_3)_5F^{2+} + H_2O \xrightarrow{H^+} Co(NH_3)_5(H_2O)^{3+} + F^-$  被酸催化。若反应速率公式为  $rate = k[Co(NH_3)_5F^{2+}]^\alpha [H^+]^\beta$ ，在一定温度及初始浓度条件下，测得分数衰期如下：

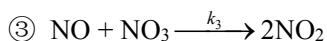
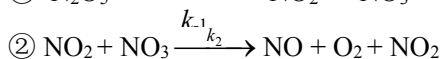
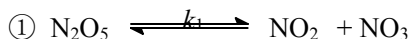
	298	298	308
$[Co(NH_3)_5F^{2+}] (mol \cdot dm^{-3})$	0.1	0.2	0.1
$[H^+] (mol \cdot dm^{-3})$	0.01	0.02	0.01
$t_{1/2} \times 10^2 / s$	36	18	18
$t_{1/4} \times 10^2 / s$	72	36	36

请计算 (1) 反应级数  $\alpha$  和  $\beta$  的值

(2) 不同温度下的反应速率常数  $k$

(3) 反应实验活化能  $E_a$  值

20.  $N_2O_5$  分解反应的历程如下：



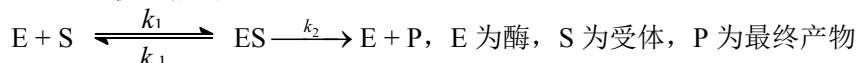
(1) 当用  $O_2$  的生成速率表示反应速率时，试用稳态近似法证明： $r_1 = \frac{k_1 k_2}{k_{-1} + 2k_2} [N_2O_5]$

(2) 设反应②为决速步骤，反应①为快速平衡，用平衡态近似法写出反应的速率表达式  $r_2$ 。

(3) 在什么情况下， $r_1 = r_2$ ?

21. 已知反应  $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ ，其  $r = k[NO]^2[O_2]$ ，试写出一种符合该速率方程的反应历程。

22. 在生命系统中，酶在很多化学反应中扮演重要角色。一些酶的催化反应可以用如下的 Michaelis-Menten 机理描述：



忽略第二步的逆向速率，也可以假设酶和受体是很快达到平衡的。

(1) 在 285K 温度下进行实验，实验中，初始的速率（P 的生成）可由不同的受体浓度来决定，维持酶的总浓度为  $1.5 \times 10^{-9} M (mol \cdot dm^{-3})$  可得到下图

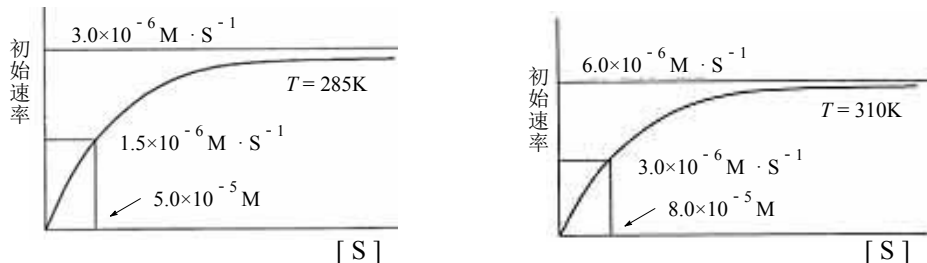
① 当  $[S]$  很小时，曲线呈线性；当  $[S]$  很大时，曲线与横坐标平行，则速率接近常数，



请证明该图与 Michaelis-Menten 机理是一致的

- ② 试写出速率常数  $k_2$
- ③ 当  $[S] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$  时，初始速率为多少？
- ④ 试求  $E + S \rightleftharpoons ES$  的平衡常数

(2) 在 310K，重复相同的酶浓度，得到一相似的曲线，试计算 ES 转换成 E 和 P 时所需要的活化能。



23.  $^{14}\text{C}$  放射性蜕变的半衰期  $t_{1/2} = 5730$  年，今在一考古样品中，测得  $^{14}\text{C}$  占 C 的含量只有 72%，问该样品已存在多少年了？

24. 在 1100K 时，研究  $\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的反应动力学

(1) 当  $p_0(\text{NO}) = p_0(\text{H}_2)$  时，测得如下数据：

$t_{1/2}/\text{s}$	81	224
$p_0/\text{Pa}$	335	202

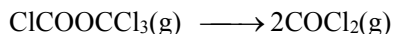
试求该反应的总反应级数

(2) 在不同初始压力下，测定初始反应速率，结果如下：

$p_0(\text{H}_2)/\text{kPa}$	$p_0(\text{NO})/\text{kPa}$	$-(dP/dt)_{t \rightarrow 0} (\text{kPa} \cdot \text{s}^{-1})$
① 53.3	40.0	0.137
② 53.3	20.3	0.033
③ 38.5	53.3	0.213
④ 19.6	53.3	0.105

如该反应的速率方程为， $-dP/dt = k p_{(\text{NO})}^x \cdot p_{(\text{H}_2)}^y$  试求  $x$ 、 $y$

25. 氯甲酸·三氯甲酯高温分解反应：



是单向一级反应。将一定量的  $\text{ClCOOCCl}_3$  迅速放入恒温、恒容反应器中，测量时刻  $t$  的总压力  $p$  及完全反应后的总压力  $p_\infty$ 。两个温度下的实验数据如下：

Exp.	$T/\text{K}$	$t/\text{s}$	$p/\text{kPa}$	$p_\infty/\text{kPa}$
(1)	553	454	2.476	4.008
(2)	578	320	2.838	3.554

计算反应的活化能

26. 溶液反应  $A + B \longrightarrow P$ ，当  $[A]_0 = 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ， $[B]_0 = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，测得不同反应温度时的吸光度随时间变化数据如下：

$T / K$	$t / \text{min}$	0	27	130	$\infty$
298	$D_1$	1.390	1.030	0.706	0.100
308	$D_2$	1.460	0.542	0.210	0.110

当 $[A]_0 = 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，改变 $[B]_0$ ，在 298K 时测得  $t_{1/2}$  数据如下：

$[B]_0 / \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$1.00 \times 10^{-2}$	$2.00 \times 10^{-2}$
$t_{1/2} / \text{min}$	120	30

若速率方程为  $r = k [A]^\alpha [B]^\beta$ ，试求  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $k$  和  $E_a$

27. 已知每克陨石中含  $^{238}\text{U}$   $6.3 \times 10^{-8} \text{g}$ ， $^4\text{He}$  为  $20.77 \times 10^{-6} \text{cm}^3$ （标准状态下）。 $^{238}\text{U}$  的衰变反应为： $^{238}\text{U} \longrightarrow ^{206}\text{Pb} + 8 ^4\text{He}$ ，由实验测得的半衰期  $t_{1/2} = 4.51 \times 10^9$  年，试求该陨石的年龄。

28. 有反应  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{NO} \longrightarrow 3\text{NO}_2$ ，今在 298K 下进行实验，第一次实验： $p_1^\ominus = 133 \text{Pa}$ ， $p_2^\ominus = 13.3 \text{kPa}$ ，作  $\lg p_1 - t$  图为一一直线，由斜率得  $t_{1/2} = 2 \text{h}$ ；第二实验： $p_1^\ominus = p_2^\ominus = 6.67 \text{kPa}$ ，测得下列数据：

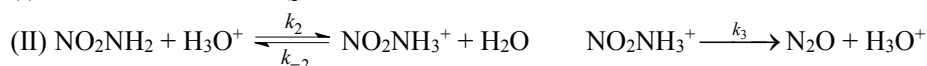
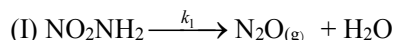
$p_{\text{总}} / \text{kPa}$	13.3	15.3	16.7
$t / \text{h}$	0	1	2

若速率方程为  $r = k p_1^x \cdot p_2^y$ ，试求  $x$ 、 $y$  及  $k$ ，并推测可能的反应历程。

29. 硝酰胺  $\text{NO}_2\text{NH}_2$  在缓冲介质（水溶液）中缓慢分解： $\text{NO}_2\text{NH}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_{(\text{g})} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  实验测得下列规律

- ① 恒温下，在溶液上部固定体积中可测得分压  $p$  来测定反应速率，根据  $p-t$  曲线拟合，得如下速率方程： $\lg [p_\infty / (p_\infty - p)] = k't$
- ② 改变缓冲介质的 pH，并求  $t_{1/2}$ ，据  $\lg(t_{1/2} / \text{s}) \sim \text{pH}$  图得一一直线，斜率为 -1，截距为  $\lg(0.693 / k)$ ，请回答下列问题：

- (1) 根据以上实验，求反应速率方程式
- (2) 有人提出如下两个反应历程：



你认为上述反应历程与实验事实是否相等？为什么？

- (3) 请提出你认为比较合理的反应历程，推出与该历程相一致的速率方程，与实验速率方程相对照。

30. 过二硫酸根离子是已知最强的氧化剂之一，虽然其氧化反应相对较慢。过二硫酸根离子能氧化除氟离子外的所有卤素离子。按  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$  式生成碘的起始速率为  $r_0$ 。在  $25^\circ\text{C}$  下，测定了以反应物起始浓度 ( $c_0$ ) 为函数的起始速率如下：

$c_0 (\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$c_0 (\text{I}^-) (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$r_0 (10^{-8} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$
0.0001	0.010	1.1
0.0002	0.010	2.2

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

0.0002	0.005	1.1
--------	-------	-----

- (1) 画出过二硫酸根离子的以短线表达化学键的结构，并给出所有原子的氧化态。
- (2) 写出上述反应的速率方程。
- (3) 写出上述反应的总级数和各反应物的级数。
- (4) 推导出该反应的速率常数为 $0.011\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。已知上述反应的活化能为 $42\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
- (5) 在什么温度( $^{\circ}\text{C}$ )下速率常数将增加10倍？碘与硫代硫酸根离子( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ )反应生成碘离子是快速的。
- (6) 写出该反应的反应式。
- (7) 设溶液中相对于过二硫酸根离子和碘离子存在过量的硫代硫酸根离子，写出反应 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ 的速率方程。

## 第四章 电离平衡

1. 硼酸是一元弱酸。在某温度下，在  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{H}_3\text{BO}_3$  中， $[\text{H}^+]=1.05\times 10^{-5}$ 。计算在此温度下，硼酸的电离常数。
2. 已知  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{MOH}$  溶液在  $25^\circ\text{C}$  的离解度为 2%，求此碱的离解常数  $K_b$ 。
3.  $0.2\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的甲酸溶液的电离度为 2.95%，求它的电离平衡常数。
4. 将  $0.2\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的氨水加水稀释至  $0.05\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，问  $\text{OH}^-$  离子的浓度有什么变化？
5. 计算  $0.0010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的醋酸溶液的  $\text{H}^+$  离子浓度。（已知醋酸的  $K_a=1.8\times 10^{-5}$ ）
6. 计算下列各种情况的 pH：
  - (1)  $200\text{cm}^3$  溶液中含 20g  $\text{NaOH}$ 。
  - (2)  $1500\text{cm}^3$  水中加入  $0.5\text{cm}^3$  10% 比重为 1.05 的盐酸。
  - (3)  $10\text{cm}^3$  溶液中含有 82mg 的  $\text{NaAc}$ 。
  - (4)  $1\text{dm}^3$  溶液中含有 12g  $\text{NaHSO}_4$ 。（已知  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的  $K_2=1.26\times 10^{-2}$ ）
7. 计算  $0.010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  甲酸溶液中各分子和离子的浓度？（ $K_a=1.8\times 10^{-4}$ ）
8. 用  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NaOH}$  溶液滴定  $50\text{cm}^3$ 、 $0.20\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{HF}$  溶液，试求下列情况下溶液的 pH。
  - (1) 当  $\text{NaOH}$  溶液加入  $5\text{cm}^3$  时；
  - (2) 当  $\text{HF}$  已中和了一半；
  - (3) 在等当量时。
9.  $\text{H}_2\text{S}$  的  $K_1$  为  $9.1\times 10^{-8}$ ， $K_2$  为  $1.1\times 10^{-12}$ 。在  $\text{pH}=8$  时  $[\text{H}_2\text{S}]/[\text{HS}^-]$  的比值为多少？如果在 1 atm 下，硫化氢的溶解度为  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ （在酸性溶液中），问在  $\text{pH}=8$  时，它的溶解度为多少？
10. 锥形瓶中盛放  $20\text{cm}^3$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液，现用  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸滴定。计算：
  - (1) 当滴入  $10\text{cm}^3$  盐酸后，混合溶液的 pH；
  - (2) 当滴入  $20\text{cm}^3$  盐酸后，混合溶液的 pH；
  - (3) 当滴入  $30\text{cm}^3$  盐酸后，混合溶液的 pH。
11. 计算下列混合溶液的 pH 值（假定混合后总体积等于各混合体积之和）：
  - (1)  $60\text{cm}^3$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  甲酸与  $40\text{cm}^3$  的  $0.15\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  氢氧化钠溶液；
  - (2)  $50\text{cm}^3$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NaCN}$  溶液与  $50\text{cm}^3$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸；
  - (3)  $50\text{cm}^3$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸与  $50\text{cm}^3$  的  $0.08\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NaOH}$  溶液；
  - (4)  $50\text{cm}^3$  的  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HAc}$  与  $50\text{cm}^3$  的  $0.12\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NaOH}$  溶液。
12. 计算  $0.20\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液的 pH 为多少？
13. 试计算  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  溶液的 pH。（ $K_a=4.5\times 10^{-4}$ ， $K_b=1.8\times 10^{-5}$ ）
14. 将某一元弱酸溶于未知量水中，用一未知浓度的强碱溶液去滴定。当用去  $3.05\text{cm}^3$  强碱时，溶液  $\text{pH}=4.00$ ；用去  $12.91\text{ml}$  该强碱溶液时，溶液  $\text{pH}=5.0$ 。问该弱酸的电离常数为多少？

(体积可以加和)

15. 已知某醋酸钠溶液的  $\text{pH}=8.52$ , 求  $500\text{cm}^3$  该溶液中含  $\text{CH}_3\text{COONa}$  多少克?
16. 计算浓度为  $1 \times 10^{-7} \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸溶液的  $\text{pH}$ 。
17. 一种酸  $\text{HA}$  的  $K_a=10^{-4}$ , 另一种酸  $\text{HB}$  的  $K_a=10^{-8}$ , 假若将  $1.00 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HB}$  和  $1.00 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Na}^+\text{A}^-$  混合将会发生什么反应? 若将  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HA}$  与  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NaB}$  混合呢?
18. 在  $1\text{dm}^3$  饱和的  $\text{H}_2\text{S}$  溶液中加入  $1.56\text{g}$   $\text{Na}_2\text{S}$ , 计算这溶液中  $[\text{S}^{2-}]$  和  $[\text{H}^+]$  各为多少?
19. 为要配成  $\text{pH}=5.00$  的缓冲溶液, 则需  $0.20 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的醋酸和  $0.20 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  醋酸钠溶液的体积比为多少?
20. 把氯化氢气体通入  $1.0\text{dm}^3$  含  $0.010 \text{mol}$  的醋酸和  $0.010 \text{mol}$  的醋酸钠的混合溶液中, 使溶液的  $\text{pH}=3.0$ , 问: 必须通入多少摩尔的氯化氢气体?
21. 需要多少立方厘米的  $6.0 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸溶液加入到  $100\text{cm}^3$ 、 $0.1 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  醋酸钠溶液中, 才能使此溶液的  $\text{pH}=4.25$ ?
22. 动脉血液中溶解的  $\text{CO}_2$  溶液为  $2.6 \times 10^{-2} \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , 此血液的  $\text{pH}=7.43$ 。假设此血液中  $\text{CO}_2$  以  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的形式存在, 试计算动脉血液中  $\text{HCO}_3^-$  的浓度。  
已知:  $K_1=7.9 \times 10^{-5}$ ,  $K_2=1.6 \times 10^{-12}$ )
23. 由人体组织氧化所产生的  $\text{CO}_2$ , 经血液流到肺。在血液中  $\text{CO}_2$  以  $\text{H}_2\text{CO}_3$  和  $\text{HCO}_3^-$  两种形式存在。若血液中  $\text{pH}=7.4$ , 求有多少  $\text{CO}_2$  以什么形式流入肺中而排出?
24. 用氨水和氯化铵制成  $200\text{cm}^3$ ,  $\text{pH}=9.49$  的缓冲溶液, 为使加入  $1.0\text{mmol}$  的  $\text{H}^+$  离子或  $\text{OH}^-$  离子后, 该缓冲溶液的  $\text{pH}$  变化不大于  $0.12$  个  $\text{pH}$  单位, 求需多少克  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和多少立方厘米  $1.0 \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的氨水?
25. 已知某缓冲溶液是由弱酸  $\text{HA}$  ( $K_a=5 \times 10^{-5}$ ) 和它的强碱盐组成, 其中  $\text{HA}$  的浓度为  $0.25\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ,  $100\text{cm}^3$  此缓冲溶液中加入  $5\text{mmol}$  的  $\text{NaOH}$  后, 溶液的  $\text{pH}$  变成  $5.6$ , 试求原来缓冲溶液的  $\text{pH}$ 。
26. 欲制备  $\text{pH}=5$  的缓冲溶液, 现选用下列三种一元弱酸和它们的盐, 它们的电离平衡常数分别为: (1)  $K_a=2 \times 10^{-5}$ , (2)  $K_a=5 \times 10^{-5}$ , (3)  $K_a=5 \times 10^{-6}$   
通过计算说明为了制备这一缓冲溶液, 应取的每种酸和它的盐的浓度比各为多少?
27. 已知  $\text{HF}$  的离解常数为  $6.71 \times 10^{-4}$ , 计算多少克  $\text{NaF}$  加入  $0.100\text{dm}^3$ 、 $0.5\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HF}$  溶液中, 使  $\text{H}_3\text{O}^+$  浓度等于  $2.00 \times 10^{-3} \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  (假设  $\text{NaF}$  加入溶液中, 对溶液体积无影响)。
28. 已知  $\text{HF}$  的离解常数为  $6.71 \times 10^{-4}$ , 问需要加多少体积的水到  $50.0\text{cm}^3$ 、 $0.270\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HF}$  溶液中, 使  $\text{H}_3\text{O}^+$  离子浓度为原来的二分之一 (体积可以加和)。
29. 假若要得到  $\text{pH}=1.000$  的硫酸溶液, 那么此硫酸溶液的物质的量浓度是多少? ( $K_2=1.26 \times 10^{-2}$ )

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

30. 某浓度的  $\text{NaHSO}_4$  溶液，其  $\text{pH}=1.26$ ，试求该  $\text{NaHSO}_4$  溶液的浓度。
31. 已知  $\text{pH}=1.00$  的  $1\text{dm}^3$  硫酸溶液，加入多少体积的水后，可使溶液的  $\text{pH}=2.00$ ？（体积可以加和）
32. 多少立方厘米的浓  $\text{H}_2\text{SO}_4(18\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})$  加入到  $1\text{dm}^3$  水中，可得到  $\text{pH}=3.00$  的溶液。（体积可以加和）
33. 将  $10.0\text{cm}^3$  的  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $30.0\text{cm}^3$  的  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{K}_2\text{SO}_4$  混合，假设体积可以加和，问该混合溶液的  $\text{H}_3\text{O}^+$  的浓度是多少  $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ？
34. 对于一个三元酸  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ，离解常数分别为  $K_1=2.5\times 10^{-4}$ ,  $K_2=5.6\times 10^{-8}$ ,  $K_3=3\times 10^{-13}$ ，问多大的  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  浓度才会得到  $[\text{AsO}_4^{3-}]=4\times 10^{-18}\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ？
35. 把  $0.100\text{mol}\text{H}_3\text{PO}_4$  和  $0.200\text{mol}\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶于水，配成  $1\text{dm}^3$  溶液。已知  $K_1=7.5\times 10^{-3}$ ,  $K_2=6.2\times 10^{-8}$ ,  $K_3=1\times 10^{-12}$ ，试计算此溶液中  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{Na}^+$  的浓度。
36. 已知  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \quad K_1=4.16\times 10^{-7}$   
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-} \quad K_2=4.84\times 10^{-11}$
- 试求  $0.034\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{CO}_2$  溶液中  $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{HCO}_3^-$  的浓度。
37. 已知一弱碱  $\text{BOH}$  的离解常数为  $1.50\times 10^{-8}$ 。假设  $1.25\times 10^{-3}\text{mol}$  的  $\text{BCl}$ （为一强电解质）和  $1.25\times 10^{-3}\text{mol}$   $\text{NaOH}$  制成  $1\text{dm}^3$  溶液，求此溶液中， $\text{B}^+$ 、 $\text{OH}^-$  和  $\text{BOH}$  的浓度？
38. 假设  $1.00\text{dm}^3$  的  $0.100\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HCl}$  和  $1.00\text{dm}^3$  的  $0.1000\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  混合，求此溶液中  $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HSO}_4^-$  离子的浓度各为多少？（假设溶液的体积可以加和， $K_2=1.26\times 10^{-2}$ ）
39. 根据  $\text{HAc}$ 、 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_4$  四种酸碱的电离常数，选取其中适当的酸及其共轭碱来配制  $\text{pH}=7.51$  的缓冲溶液，其共轭酸碱的浓度比应是多少？
40. 把  $10.0\text{cm}^3$   $\text{pH}=1.500$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $20.0\text{cm}^3$   $\text{pH}=1.500$  的  $\text{NaHSO}_4$  混合（体积可以加和）问混合后溶液的最终  $\text{pH}$  为多少？
41. 有  $0.250\text{dm}^3$  含有  $0.350\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的醋酸和  $0.350\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的醋酸钠溶液的缓冲溶液。若加入  $30.0\text{cm}^3$  的  $0.100\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HCl}$  于此缓冲溶液中，试求溶液  $\text{pH}$  的变化？（ $K_a=1.8\times 10^{-5}$ ）
42. 有  $80.0\text{cm}^3$  的  $0.169\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NH}_3$  和  $0.183\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的缓冲溶液，若加入  $10.0\text{cm}^3$   $0.100\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HCl}$ ，问  $\text{pH}$  是如何变化的？（ $K_b=1.81\times 10^{-5}$ ，体积可以加和）
43. 有  $1\text{dm}^3$  的  $6.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NH}_3$  溶液。问必须加入多少立方厘米  $1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，才能得到  $\text{pH}=9.00$  的缓冲溶液。（体积可以加和）
44. 多少立方厘米  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NaOH}$  加入  $100.0\text{cm}^3$  的  $1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  产生的缓冲溶液  $\text{pH}=1.900$ ？（体积可以加和）
45. 把  $10.0\text{cm}^3$  的  $0.100\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  加入到  $0.100\text{dm}^3$  含  $0.150\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NaHSO}_4$  和

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

0.15 mol·dm<sup>-3</sup> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的缓冲溶液中，问 pH 是如何变化的？（体积可以加和）

46. 已知一标签上写着 0.0200 mol·dm<sup>-3</sup> 的 HNO<sub>2</sub> 溶液，试求此溶液中 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 和 HNO<sub>2</sub> 的浓度。（K<sub>a</sub> = 4.5 × 10<sup>-4</sup>）

47. 假设 1.08g HClO<sub>2</sub> 加到 427cm<sup>3</sup> 的 0.0150 mol·dm<sup>-3</sup> NaClO<sub>2</sub> 溶液中（体积不发生变化），计算 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>、ClO<sub>2</sub><sup>-</sup> 和 HClO<sub>2</sub> 的最终浓度。（K<sub>a</sub> = 1.1 × 10<sup>-2</sup>）

48. 某生化实验室有 pH 为 7.50 动脉血样品 20.00cm<sup>3</sup>

(1) 若在 298K、101kPa 气压下酸化此样品后，能释放出 12.2cm<sup>3</sup> 的 CO<sub>2</sub>，求血液中 CO<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 和 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的浓度。

(2) 已知在 101kPa CO<sub>2</sub> 的气压下，被 CO<sub>2</sub> 饱和的动脉血液中含 0.031mol CO<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)，则上述动脉血液样品上方 CO<sub>2</sub> 的分压是多少？

49. 根据 Pauling 规则，估计下列各酸的 pK<sub>1</sub>：

(1) H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (2) HBrO<sub>4</sub> (3) HClO (4) H<sub>5</sub>IO<sub>6</sub> (5) HSO<sub>3</sub>F (6) H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>

50. 在液态 HF 中，下列各物质是以酸的形式作用还是以碱的形式作用，写出反应方程式说明之。

(1) BF<sub>3</sub> (2) SbF<sub>5</sub> (3) H<sub>2</sub>O (4) CH<sub>3</sub>COOH (5) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

51. 已知 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的自偶电离的离子积常数为 2.8 × 10<sup>-4</sup>，试计算纯 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中各离子的浓度。

52. 已知反应：

$$\text{HCl} + \text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Ac}^+ + \text{Cl}^-$$
 (在冰醋酸溶液中进行) 的平衡常数为 2.8 × 10<sup>-9</sup>，又知 HAc 的自偶电离后的离子积常数为 3.6 × 10<sup>-15</sup>，试计算 1.0 × 10<sup>-4</sup> mol·dm<sup>-3</sup> 的 HCl 的 HAc 溶液中、H<sub>2</sub>Ac<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Ac<sup>-</sup> 的浓度。

53. 氢氧化银 (AgOH) 不溶于水 (K<sub>sp</sub> = 1 × 10<sup>-8</sup>)。试设计一种简单的定性实验来确定 AgOH 是强碱还是弱碱？

54. 写出下列各酸的共轭碱的式子：

(1) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (2) HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> (3) SH<sup>-</sup> (4) Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub><sup>3+</sup> (5) H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup>

55. 写出下列各碱的共轭酸的式子：

(1) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> (2) H<sub>4</sub>IO<sub>6</sub><sup>-</sup> (3) B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> (4) VO(OH)<sup>+</sup>

56. 指出下列各分子或离子中哪些是路易斯酸，哪些是路易斯碱？

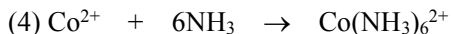
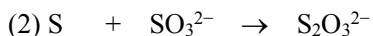
(1) AlCl<sub>3</sub> (2) OH<sup>-</sup> (3) Br<sup>-</sup> (4) H<sub>2</sub>O (5) NO<sup>+</sup>

(6) CO<sub>2</sub> (7) NH<sub>3</sub> (8) Fe<sup>3+</sup> (9) (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S (10) SbF<sub>5</sub>

57. 试指出 NH<sub>3</sub> 和 NF<sub>3</sub> 的路易斯碱性哪一个强？试加以解释。

58. 用路易斯酸碱理论解释下列反应为什么会发生？

(1) BF<sub>3</sub> + F<sup>-</sup> → BF<sub>4</sub><sup>-</sup>



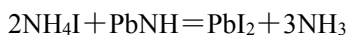
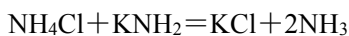
59. 已知  $\text{H}_3\text{PO}_2$  和  $\text{H}_3\text{PO}_3$  的  $K_1$  值为  $10^{-2}$ ，试根据 Pauling 含氧酸规则，推出  $\text{H}_3\text{PO}_2$  和  $\text{H}_3\text{PO}_3$  分子中的键连方式。

60. 纯硫酸的粘度非常大，为什么纯硫酸中  $\text{H}_3\text{SO}_4^+$  和  $\text{HSO}_4^-$  离子的迁移速度可以与水中的  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{OH}^-$  离子的迁移速度相提并论。

61. 写出下列各溶剂的自偶电离式：

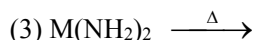
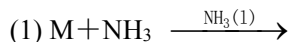


62. 已知在液氨中能发生下列两个反应：



请写出能在水溶液中发生的与上两个反应相当的反应方程式。

63. 试完成并配平下列反应方程式（M 为金属）



64. 无论是液态的  $\text{BrF}_5$  还是  $\text{AsF}_5$  都是不良的电解液，但是它们的混合物都是比这两种纯化化合物中任何一种都要好的电导液。试解释之。

65.  $\text{I}_2$  与  $\text{S}_2\text{O}_6\text{F}_2$  之间可以进行化学计量控制反应

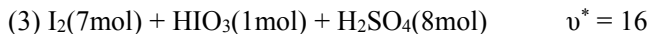
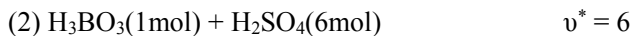
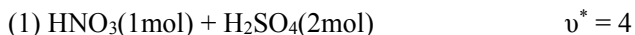
(1) 试写出  $\text{I}_2 : \text{S}_2\text{O}_6\text{F}_2 = 1 : 3$  的化学反应方程式

(2) 试写出  $\text{I}_2 : \text{S}_2\text{O}_6\text{F}_2 = 3 : 1$  的化学反应方程式

(3) 试写出  $\text{I}_2 : \text{S}_2\text{O}_6\text{F}_2 = 2 : 1$  的化学反应方程式

(4) 上述反应属于哪种类型反应？

66. 写出下列在 100% $\text{H}_2\text{SO}_4$  中化学反应方程式



$v^*$  表示反应方程式右边的离子数（以 mol 计，可由冰点测定仪确定）

67.  $\text{H}_2\text{O}_2$  是一种绿色氧化剂，应用十分广泛。1979 年化学家将  $\text{H}_2\text{O}_2$  滴入到  $\text{SbF}_5$  的 HF 溶液中，获得了一种白色固体 A。经分析，A 的阴离子呈正八面体结构，阳离子与羟胺  $\text{NH}_2\text{OH}$  是等电子体。

(1) 确定 A 的结构简式。写出生成 A 的化学反应方程式。

(2) 若将  $\text{H}_2\text{O}_2$  投入到液氨中，可得到白色固体 B。红外光谱显示，固态 B 存在阴、阳两



高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

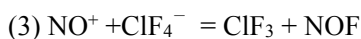
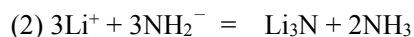
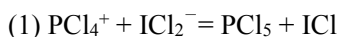
种离子，其中一种离子呈现正四面体，试确定 B 的结构简式。

(3) 上述实验事实说明  $\text{H}_2\text{O}_2$  的什么性质？

68. 钛矿物（如金红石  $\text{TiO}_2$ ）需要用焦硫酸钠在  $800^\circ\text{C}$  附近熔融，成为可溶性物质，化学反应方程式表示为： $\text{TiO}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{TiO}(\text{SO}_4)$ ，试确定上述反应物种中的酸和碱。

69. 试写出在氯化亚硝酰非水溶剂中， $(\text{NO})\text{AlCl}_4$  与  $[(\text{CH}_3)_4\text{N}]\text{Cl}$  反应的方程式。

70. 试确定下列非水体系中的反应中叙述者反应物为酸？何者反应物为碱？并指出在何种非水体系中进行反应？



## 第五章 沉淀反应

1. 由下列物质的溶度积计算它们各自的溶解度。



2. 已知： $\text{Bi}_2\text{S}_3$  溶解度为  $2.5 \times 10^{-12} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，求  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  的  $K_{\text{SP}}$ 。

3. 硫酸铅的溶度积为  $1.8 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，计算：

(1) 在纯水中  $\text{PbSO}_4$  的溶解度。

(2) 在  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液中的溶解度。

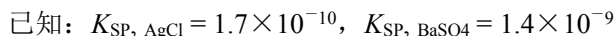
(3) 在  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液中的溶解度。

4. 已知  $\text{FeS}$  的  $K_{\text{SP}} = 5 \times 10^{-18}$ ，而反应  $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$  的  $K = 10^{20}$  ( $K = [\text{H}_2\text{S}]/[\text{S}^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2$ )，水中饱和  $\text{H}_2\text{S}$  的浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，问  $\text{FeS}_{(\text{s})}$  能否溶于  $1.00 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{HCl}$  溶液中。

又  $\text{HgS}$  的  $K_{\text{SP}} = 1.6 \times 10^{-52}$ ，问  $\text{HgS}_{(\text{s})}$  能否溶于  $1.00 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的强酸溶液中，并解释为什么  $\text{HgS}$  是汞的重要矿物。而  $\text{FeS}$  不是铁的矿物。

5. 已知苯甲酸银  $\text{AgOOCCH}_3$  饱和溶液的  $\text{pH} = 8.63$ ，苯甲酸的  $K_{\text{a}} = 6 \times 10^{-6}$ ，试计算苯甲酸银的  $K_{\text{SP}}$  值。

6. 把固体  $\text{AgCl}$  和固体  $\text{BaSO}_4$  混合与水在一起振荡，直到成为饱和溶液而建立起平衡。计算此平衡溶液中  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  离子的浓度。



7. 已知  $\text{CaCO}_3$  在水中的溶解度约为  $7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，当  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液缓慢加入含有等摩尔的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  离子溶液时， $\text{CaCO}_3$  的沉淀是直到 90%  $\text{Ba}^{2+}$  离子生成  $\text{BaCO}_3$  沉淀后才生成的，试计算  $\text{BaCO}_3$  溶度积。

8. 分别向  $5.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{CaCl}_2$  溶液和  $5.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{BaCl}_2$  溶液中加入  $5.0 \text{ cm}^3$  的  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液，是否都有沉淀产生？（以计算说明）

9. 已知  $\text{SrCO}_3$  的  $K_{\text{SP}}$  为  $1.1 \times 10^{-10}$ ， $\text{SrF}_2$  的  $K_{\text{SP}}$  为  $2.9 \times 10^{-9}$ ，

(1) 计算碳酸锶在氟离子浓度恒为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  溶液中的溶解度（以摩尔浓度为单位）。

(2) 在平衡时  $[\text{Sr}^{2+}]$  是否等于  $[\text{CO}_3^{2-}]$ ？如果不等，为什么？

10. 已知  $\text{PbBr}_2$  的  $K_{\text{SP}}$  为  $7 \times 10^{-5}$ ，如果  $10 \text{ cm}^3$ 、 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{NaBr}$  溶液加入到  $10 \text{ cm}^3$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液中，在平衡时是否有  $\text{PbBr}_2$  固体存在？

11. 已知  $\text{CaF}_2$  在  $\text{pH} = 1.0$  时的溶解度约为  $5.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，用此数据和  $\text{CaF}_2$  的溶度积为  $3.4 \times 10^{-11}$  来计算  $\text{HF}$  的离解常数。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

12. 某溶液中 $[H^+] = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ， $[Cu^{2+}] = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ， $[Zn^{2+}] = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，通入  $H_2S$  至饱和状态 ( $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ )，计算  $CuS$ 、 $ZnS$  能否发生沉淀？沉淀后 $[H^+]$ 、 $[Cu^{2+}]$ 和 $[Zn^{2+}]$ 的浓度各为多少？

已知  $K_{H_2S} = 1.0 \times 10^{-7}$ ， $K_{HS^-} = 1.1 \times 10^{-14}$ ，

$K_{sp, CuS} = 4 \times 10^{-36}$ ， $K_{sp, ZnS} = 1.0 \times 10^{-20}$ 。

13. 在  $25^\circ\text{C}$  时  $PbF_2$  的溶度积约为  $4 \times 10^{-8}$ ，计算：

(1)  $PbF_2$  的溶解度（以  $\text{mg}/100\text{cm}^{-3}$  溶液为单位）；

(2) 计算  $PbF_2$  在  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $Pb(NO_3)_2$  溶液中的溶解度（以  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  表示）；

(3) 讨论： $PbF_2$  在硝酸中的溶解度比在纯水中的溶解度大许多，而它在氨水中的溶解度却比在水中的小。

14. 已知  $CdS$  的  $K_{sp} = 7 \times 10^{-25}$ ，在含有的  $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $Cd^{2+}$  的离子溶液中通入饱和的  $H_2S$  气体，问：

(1) 在  $\text{pH} = 0$ ，(2)  $\text{pH} = 2$  时，是否有沉淀发生？

15. (1) 计算  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $H_2C_2O_4$  的  $\text{pH}$  值。（ $K_1 = 5.9 \times 10^{-2}$ ， $K_2 = 6.4 \times 10^{-5}$ ）

(2) 将上述溶液  $10.0 \text{ cm}^3$  加水稀释到  $30.0 \text{ cm}^3$ ，再加入  $20.0 \text{ cm}^3$  的  $CaCl_2$  和  $BaCl_2$  的混合液。（其金属离子浓度 $[Ca^{2+}] = [Ba^{2+}] = 0.020 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ），然后再稀释到  $100 \text{ cm}^3$ ，问此溶液有否沉淀生成？第一种沉淀之后，有无第二种沉淀？

（ $K_{sp, CaCO_3} = 2.6 \times 10^{-9}$ ， $K_{sp, BaC_2O_4} = 4.0 \times 10^{-6}$ ）

16. 在  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $MgCl_2$  溶液中加入等体积的  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的氨水，若此氨水溶液中同时含有  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $NH_4Cl$ ，问：

(1)  $Mg(OH)_2$  能否沉淀？

(2) 如有  $Mg(OH)_2$  沉淀产生，需要在每升这样的氨水中再加入多少克  $NH_4Cl$  才能使  $Mg(OH)_2$  恰好不沉淀？（ $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-11}$ ）

17. 计算  $PbS$  的溶解度，(1) 不考虑  $S^{2-}$  的水解，(2) 考虑  $S^{2-}$  的水解（ $K_{sp} = 3.4 \times 10^{-28}$ ）

18. 已知： $Ag_2MoO_4$  的  $K_{sp} = 2.6 \times 10^{-11}$ ，当  $25.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $AgNO_3$  和  $45.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $Na_2MoO_4$  溶液混合后，溶液中最终的  $Ag^+$  和  $MoO_4^{2-}$  离子浓度为多少？

19. 已知： $AgCNS$  的  $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-12}$ ，需多少毫升  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $AgNO_3$  加入  $100.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $NaCNS$  溶液中，使  $CNS^-$  的最终离子浓度为  $2.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ？

20. 足量  $Pb^{2+}$  加入  $2.0 \text{ dm}^3$ 、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $SO_4^{2-}$  溶液，当沉淀生成后， $Pb^{2+}$  的最终浓度为  $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  问：

(1) 此时  $SO_4^{2-}$  离子浓度是多少？

(2) 残存  $SO_4^{2-}$  离子的百分数是多少？

(3) 这样做应加入多少摩尔的  $\text{Pb}^{2+}$  离子？

21. 固体  $\text{SrSO}_4$  和  $\text{BaSO}_4$  的混合物与水振荡，直至建立饱和溶液的平衡。已知： $K_{\text{sp},\text{SrSO}_4} = 7.6 \times 10^{-7}$ ， $K_{\text{sp},\text{BaSO}_4} = 1.5 \times 10^{-9}$  计算平衡时  $\text{Sr}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  离子浓度。

22. 将  $\text{AgNO}_3$  溶液逐滴加到含有  $\text{Cl}^-$  和  $\text{CrO}_4^{2-}$  离子的溶液中，若  $[\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{Cl}^-] = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，问：

(1)  $\text{AgCl}$  与  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  哪一种先沉淀？

(2) 当  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  开始沉淀时，溶液中  $\text{Cl}^-$  离子浓度为多少？

(3) 在  $500 \text{ cm}^3$  溶液中，尚有  $\text{Cl}^-$  离子多少克？

23.  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ ZnCl}_2$  溶液中不断通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体，问有否  $\text{ZnS}$  沉淀？若有沉淀产生，试计算有多少  $\text{ZnCl}_2$  转化为  $\text{ZnS}$ ？( $K_{\text{sp},\text{ZnS}} = 1.2 \times 10^{-23}$ )

24. 已知  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  的溶度积分别为  $1.0 \times 10^{-36}$  和  $6 \times 10^{-18}$ ，对于原始浓度各为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Ni}^{2+}$  离子混合溶液，我们可以找到一个合适的 pH 范围，得到  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，使  $\text{Ni}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  得到分离，即分如下两种情况计算：

(1) 计算  $\text{Fe}^{3+}$  生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀后还剩下 0.1%  $\text{Fe}^{3+}$  时的最小 pH 值。

(2) 计算刚好没有  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  沉淀时的最大 pH 值。

25. 若将  $20.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ BaCl}_2$  溶液与  $30.0 \text{ cm}^3$ 、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaF}$  溶液混合，是否有  $\text{BaF}_2$  沉淀产生？已知： $K_{\text{sp},\text{BaF}_2} = 2.4 \times 10^{-6}$ 。

26. 已知  $\text{AgAc}$  的  $K_{\text{sp}} = 2.3 \times 10^{-3}$ ，若把  $30.0 \text{ cm}^3$ 、 $1.4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{HAc}$  和  $20.0 \text{ cm}^3$ 、 $1.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液混合，是否有  $\text{AgAc}$  沉淀？

27. 解释下列反应中沉淀的生成或溶解的道理：

(1)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  溶于盐酸。

(2)  $\text{AgCl}$  溶于氨水，加入硝酸沉淀又出现。

(3)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶于  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中。

(4)  $\text{MnS}$  在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{HAc}$  中都能溶解，而  $\text{ZnS}$  溶于盐酸和硫酸，但不溶于  $\text{HAc}$ ， $\text{CuS}$  不溶于盐酸和硫酸，而溶于硝酸。

(5)  $\text{H}_2\text{S}$  通入  $\text{ZnSO}_4$  溶液中， $\text{ZnS}$  的沉淀很不完全，但是若在  $\text{ZnSO}_4$  溶液中先加若干  $\text{NaAc}$  再通  $\text{H}_2\text{S}$  气体， $\text{ZnS}$  的沉淀几乎可以完全。

28. 已知  $\text{PbS}$  的  $K_{\text{sp}} = 4 \times 10^{-26}$ 。 $\text{ZnS}$  的  $K_{\text{sp}} = 1 \times 10^{-20}$ ，在某一溶液中各含  $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  离子浓度为  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，在室温下通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体，使之饱和，然后加入  $\text{HCl}$  控制  $\text{S}^{2-}$  浓度，问 pH 调到什么值时，才能使  $\text{PbS}$  沉淀而  $\text{Zn}^{2+}$  离子不会成为  $\text{ZnS}$  沉淀。

29. 在  $25^\circ\text{C}$  时  $\text{MgCO}_3$  的  $K_{\text{sp}} = 1.0 \times 10^{-5}$ ， $\text{BaCO}_3$  的  $K_{\text{sp}} = 8.1 \times 10^{-9}$ 。若某一溶液中， $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Ba}^{2+}$  离子的浓度各为  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，问每升此溶液中加多少克  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  才能使  $\text{Ba}^{2+}$

成为  $\text{BaCO}_3$  沉淀，而  $\text{Mg}^{2+}$  离子不沉淀？

30.  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$  离子都能与  $\text{Ag}^+$  离子生成难溶性的银盐。当混合溶液中此三种离子的浓度都是  $0.01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  时，加入  $\text{AgNO}_3$  溶液，问它们的沉淀次序是怎样的？当最后一种银盐沉淀开始析出时，溶液中前两种离子的浓度各是多少？

31. 试求在  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{NH}_3$  溶液中， $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的摩尔溶解度。

$$[K_b=1.8 \times 10^{-5}, K_{sp}=1.8 \times 10^{-11}]$$

32. 已知： $0.100 \text{ dm}^3$ 、 $0.050 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{M}^+$  离子与  $0.200 \text{ dm}^3$ 、 $0.075 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{X}^-$  离子混合，溶液中  $\text{M}^+$  离子的最终浓度为  $9.0 \times 10^{-9} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，试求某盐  $\text{MX}$  的  $K_{sp}$ 。（体积可以相加）

33. 若  $2.6 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4$  能够溶于  $0.100 \text{ dm}^3$  纯水，问  $0.100 \text{ dm}^3$  的  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{AgNO}_3$  能溶解多少克  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ？

34. 一溶液由  $0.10 \text{ dm}^3$ 、 $0.12 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{NaCl}$  溶液和  $0.20 \text{ dm}^3$ 、 $0.14 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{NaBr}$  溶液与  $0.30 \text{ dm}^3$ 、 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{AgNO}_3$  溶液混合而成。问在最终的溶液中各离子浓度为多少？（体积可以相加）

$$K_{sp,\text{AgCl}} = 1.7 \times 10^{-10}, \quad K_{sp,\text{AgBr}} = 5.0 \times 10^{-13}$$

35. 若把  $25.00 \text{ cm}^3$ 、 $0.012 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{BaCl}_2$  溶液与  $50 \text{ cm}^3$ 、 $0.010 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{Ag}_2\text{SO}_4$  混合，问此溶液中最终的离子浓度各为多少？

已知： $K_{sp,\text{AgCl}} = 1.7 \times 10^{-10}$ ， $K_{sp,\text{BaSO}_4} = 1.5 \times 10^{-9}$ （体积可以相加）

36. 一溶液中含有  $[\text{Zn}^{2+}] = 0.20 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ， $[\text{Ni}^{2+}] = 0.20 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，在室温下用  $\text{H}_2\text{S}$  气体饱和此溶液，用  $\text{HCl}$  调溶液 pH 至 2，问此时有否沉淀？是什么样的沉淀？

$$K_{sp,\text{NiS}} = 1 \times 10^{-22}, \quad K_{sp,\text{ZnS}} = 1 \times 10^{-20}$$

37. 试求  $\text{PbS}$  在  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸中的溶解度（以  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$  表示）。

$$K_{sp,\text{PbS}} = 2.3 \times 10^{-27}, \quad \text{H}_2\text{S} \text{ 的 } K_1 = 1.0 \times 10^{-7}, \quad K_2 = 1.1 \times 10^{-14}$$

38. pH = 3.5 时的  $\text{H}_2\text{S}$  饱和溶液中，含有  $0.0020 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{Fe}^{2+}$  离子，问是否会产生  $\text{FeS}$  沉淀（通过计算说明）？ $K_{sp,\text{FeS}} = 3.0 \times 10^{-17}$ 。

39.  $0.100 \text{ mol BaSO}_4$  ( $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-9}$ ) 和  $0.200 \text{ mol SrCrO}_4$  ( $K_{sp} = 3.6 \times 10^{-5}$ ) 放入  $1 \text{ dm}^3$  水中，建立了平衡。问此溶液在平衡时各离子浓度为多少？（不考虑水解）

( $K_{sp,\text{BaCrO}_4} = 8.5 \times 10^{-11}$ ,  $K_{sp,\text{SrSO}_4} = 7.6 \times 10^{-7}$ )。(假设混和后溶液的体积为  $1 \text{ dm}^3$ )

40. 假设  $0.100 \text{ mol}$  的  $\text{AgCl}$  和  $0.200 \text{ mol}$  的  $\text{TlI}$  放入  $1 \text{ dm}^3$  水中，达到平衡，问此平衡溶液中各离子的浓度为多少？已知： $\text{AgCl}$  的  $K_{sp} = 1.7 \times 10^{-10}$ ， $\text{TlI}$  的  $K_{sp} = 8.9 \times 10^{-8}$ ， $\text{AgI}$  的  $K_{sp} = 8.5 \times 10^{-17}$ ， $\text{TlCl}$  的  $K_{sp} = 1.9 \times 10^{-4}$ 。（假设同上）

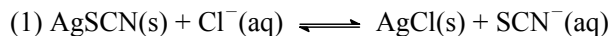
41. 已知  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$  和  $\text{AgI}$  的  $K_{sp}$  分别为  $1.7 \times 10^{-10}$ 、 $5.0 \times 10^{-13}$  和  $8.5 \times 10^{-17}$ 。把  $0.0010 \text{ mol NaI}$ 、 $0.0020 \text{ mol NaBr}$ 、 $0.0030 \text{ mol NaCl}$ ， $0.0040 \text{ mol AgNO}_3$  和  $100 \text{ cm}^3$  水混合，问在混合物达

到平衡时， $I^-$ 离子的浓度为多少？（假设溶液的体积仍保持  $100\text{cm}^3$ ）

42.  $0.0100\text{mol AgNO}_2$  和  $0.100\text{dm}^3$ 、 $0.50\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HCl}$  混合制成溶液，试求此溶液中  $\text{Ag}^+$  和  $\text{NO}_2^-$  离子的浓度各为多少？（假设同上）

$$K_{a,\text{HNO}_2} = 4.5 \times 10^{-4}, \quad K_{\text{sp},\text{AgCl}} = 1.7 \times 10^{-10}, \quad K_{\text{sp},\text{AgNO}_2} = 1.2 \times 10^{-4}$$

43. 计算下列反应的平衡常数，从计算结果中你可得什么结论？



44. 已知  $\text{BaCO}_3$  的溶解度为  $0.0022\text{g}/100\text{cm}^3$  水，计算  $\text{BaCO}_3$  的  $K_{\text{sp}}$ （考虑  $\text{CO}_3^{2-}$  离子的水解）。 $\text{HCO}_3^-$  的  $K_a = 4.84 \times 10^{-11}$ 。

45. 把  $10.0\text{cm}^3$ 、 $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ， $20.0\text{cm}^3$ 、 $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ， $30.0\text{cm}^3$ 、 $0.20\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{NaF}$  和  $10.0\text{cm}^3$ 、 $0.15\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  混合在一起，达到平衡，问平衡时各离子浓度为多少？（体积可以加和）已知  $\text{BaF}_2$  的  $K_{\text{sp}} = 2.4 \times 10^{-5}$

$$\text{BaSO}_4 \text{ 的 } K_{\text{sp}} = 1.5 \times 10^{-9}, \text{SrF}_2 \text{ 的 } K_{\text{sp}} = 7.9 \times 10^{-10}, \text{SrSO}_4 \text{ 的 } K_{\text{sp}} = 7.6 \times 10^{-7}$$

46. 为了得到  $\text{AgNO}_2$  的沉淀，需要多少毫克  $\text{AgNO}_3$  加入的  $0.100\text{dm}^3$ 、 $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HNO}_3$  和  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{HNO}_2$  混合溶液中？（假设混合液体积仍保持  $100\text{cm}^3$ ）

47. 已知  $\text{SrF}_2$  的  $K_{\text{sp}} = 7.9 \times 10^{-10}$ 、 $\text{SrSO}_4$  的  $K_{\text{sp}} = 7.6 \times 10^{-7}$ ，试求：一溶液中与固体  $\text{SrF}_2$  和  $\text{SrSO}_4$  平衡时， $\text{Sr}^{2+}$ ， $\text{F}^-$ ， $\text{SO}_4^{2-}$  离子的浓度？

48. 茶壶内壁复盖  $10.0\text{g CaCO}_3$ 。如果以  $1.00\text{dm}^3$  纯水洗涤此茶壶，问能洗去沉淀的多少份额？如果要除去一半  $\text{CaCO}_3$ ，问需要多少体积的水？

49. 室温下  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$  的溶解度为  $8.5 \times 10^{-4}\text{g}/100\text{cm}^3$  水，计算  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$  的溶度积。

50. 海水中几种离子浓度如下：

离子	$\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Fe}^{3+}$
浓度( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )	0.46	0.050	0.01	$4 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-7}$

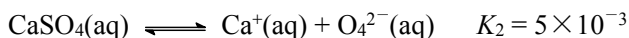
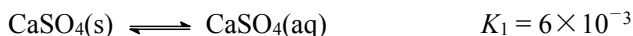
(1)  $\text{OH}^-$  浓度多大时， $\text{Mg}(\text{OH})_2$  开始沉淀？

(2) 在该浓度时，会不会有任何其它离子沉淀？

(3) 如果加入足量的  $\text{OH}^-$ ，以沉淀  $50\%\text{Mg}^{2+}$ ，其它离子沉淀的百分数将是多少？

(4) 在 (3) 的条件下，从  $1\text{dm}^3$  海水中能够得到沉淀多少克？

51. 当  $\text{CaSO}_4$  溶于水后，建立如下平衡：



(1)  $\text{CaSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{Ca}^+(\text{aq})$  与  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  平衡浓度是多少？

(2) 溶于  $1.00\text{dm}^3$  水中的  $\text{CaSO}_4$  总摩尔数是多少？

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

(3) 将(2)的答案与直接由  $\text{CaSO}_4$  的  $K_{\text{sp}} = 3 \times 10^{-5}$  计算的结果相比较，会有什么结论？

52. 已知苯甲酸的  $K_{\text{a}} = 6.5 \times 10^{-5}$ ，苯甲酸银饱和溶液的 pH 为 8.63，试计算苯甲酸银的  $K_{\text{sp}}$ 。

53. 在  $25^\circ\text{C}$ ， $\text{CuS}$  在纯水中的溶解度为  $3.3 \times 10^{-4} \text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，试计算  $\text{CuS}$  的表观  $K_{\text{sp}}$ 。而  $25^\circ\text{C}$  时  $\text{CuS}$  的实际  $K_{\text{sp}}$  为  $8.5 \times 10^{-36}$ ，试解释为什么  $\text{CuS}$  比实际  $K_{\text{sp}}$  预期的溶解度更大？

54. 为了测定  $\text{Ti}_2\text{S}$  的  $K_{\text{sp}}$ ，测得  $\text{Ti}_2\text{S}$  在无  $\text{CO}_2$  的蒸馏水中的溶解度为  $6.3 \times 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，假设溶解的  $\text{S}^{2-}$  水解成  $\text{HS}^-$ （忽略  $\text{HS}^-$  水解到  $\text{H}_2\text{S}$ ）。试计算  $\text{Ti}_2\text{S}$  的  $K_{\text{sp}}$ 。

55. 在  $25^\circ\text{C}$  时，水溶液中含有  $0.10 \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Mg}^{2+}$  离子和  $0.1 \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{Pb}^{2+}$  离子。利用  $\text{MgC}_2\text{O}_4$  和  $\text{PbC}_2\text{O}_4$  溶解度的不同分离这两种离子

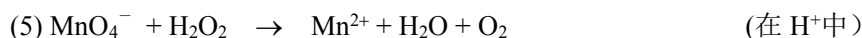
(1) 试计算  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  离子最大浓度为多少  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  时，可以仅让一种离子存在于固体中。

(2) 试计算在(1)的条件下，难溶草酸盐在溶液中的离子摩尔分数

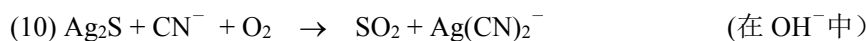
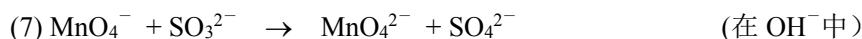
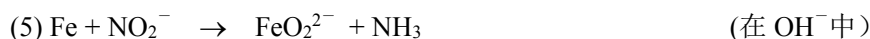
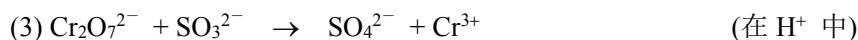
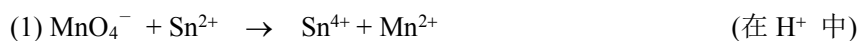
## 第六章 氧化—还原反应·电化学

1. 已知 X 的氧化数为+1; +2; +3; +4; +5; +3/4。试写出 X 在这些氧化数下的氧化物分子式。
2. 写出下列分子或离子中，硫的氧化数：  
 $S_2^{2-}$ ,  $HSO_4^-$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $S_4O_6^{2-}$ ,  $SO_2$ ,  $S_8$ 。
3. 写出下列分子或离子中，锰的氧化数：  
 $MnF_2$ ,  $K_4Mn(CN)_6$ ,  $K_2MnO_4$ ,  $Mn_2(CO)_{10}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $MnO_2$ ,  
 $Mn_2O_7$ ,  $Mn(CO)_5I$ 。
4. 写出下列各分子或离子中，P 的氧化数：  
 $H_3PO_4$ ,  $P_4O_6$ ,  $P_4O_{10}$ ,  $P_4$ ,  $P_2H_4$ ,  $H_3PO_3$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $HPO_3$ ,  $PH_4^+$ 。
5. 用氧化数法配平下列反应方程式：
  - (1)  $H_2S + SO_2 \rightarrow S + H_2O$
  - (2)  $NH_3 + NO \rightarrow N_2 + H_2O$
  - (3)  $CuS + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$
  - (4)  $CuFeS_2 + SO_2 + HCl \rightarrow CuCl_2 + FeCl_2 + S + H_2O$
  - (5)  $Zn + AgO + H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 + Ag_2O$
  - (6)  $I_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HIO_3 + HCl$
  - (7)  $BaO_2 + HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2O + Cl_2$
  - (8)  $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_2 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
  - (9)  $KClO_3 \rightarrow KClO_4 + KCl$
  - (10)  $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$
6. 用氧化数法配平：
  - (1)  $K_2CrO_4 + S \rightarrow Cr_2O_3 + K_2SO_4 + K_2O$
  - (2)  $KMnO_4 + C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow CO_2 + MnO_2 + H_2O + K_2CO_3$
  - (3)  $HCNS + KClO_3 \rightarrow CO_2 + NO + SO_2 + KCl + H_2O$
  - (4)  $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
  - (5)  $KMnO_4 + H_2C_2O_4 \rightarrow K_2CO_3 + MnO_2 + H_2O + CO_2$
7. 用离子—电子法配平如下反应方程式：
  - (1)  $NO_2^- + Al \rightarrow NH_3 + Al(OH)_4^-$  (在  $OH^-$  中)
  - (2)  $Cu(NH_3)_4^{2+} + CN^- \rightarrow Cu(CN)_3^{2-} + CNO^- + NH_3$  (在  $OH^-$  中)
  - (3)  $HIO \rightarrow IO_3^- + I^- + H_2O$  (在  $OH^-$  中)
  - (4)  $CN^- + O_2 \rightarrow CO_3^{2-} + NH_3$  (在  $OH^-$  中)

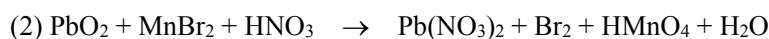




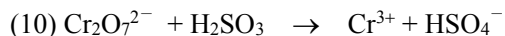
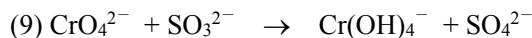
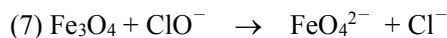
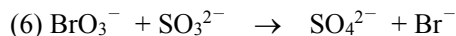
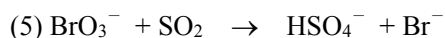
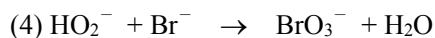
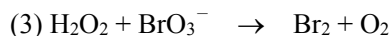
8. 用离子—电子法配平下列各反应方程式：



9. 用氧化数法配平下列方程式：



10. 用离子—电子法配平：（由自己正确选择适当的介质）



11. 已知下列各标准电极电势：

$$\varphi^{\ominus}_{\text{Br}_2/\text{Br}^-} = +1.07\text{V} \quad \varphi^{\ominus}_{\text{NO}_3^-/\text{HNO}_2} = +0.94\text{V} \quad \varphi^{\ominus}_{\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}} = +1.82\text{V}$$

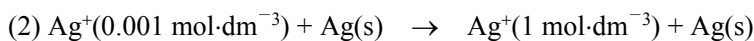
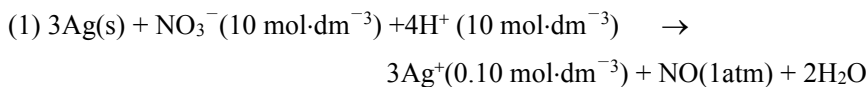
$$\varphi^{\ominus}_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = +1.23\text{V} \quad \varphi^{\ominus}_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0\text{V} \quad \varphi^{\ominus}_{\text{HBrO}/\text{Br}_2} = +1.59\text{V}$$

$$\varphi^{\circ}_{\text{As}/\text{AsH}_3} = -0.60\text{V}$$

根据各电对的电极电势，指出：

- (1)最强的还原剂和最强的氧化剂是什么？
- (2)哪些物质在水中不稳定？它们都发生什么变化？
- (3)  $\text{Br}_2$  能否发生歧化反应？说明原因。
- (4)哪些  $E^{\circ}$  与  $\text{H}^+$  离子浓度无关？
- (5)在  $\text{pH}=10$  的溶液中， $\text{Br}_2$  能否发生歧化？（ $p_{\text{Br}_2} = 1\text{atm}$ ，除  $\text{H}^+$  离子外，其他物种浓度均为  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ）

12. 计算下列电池反应的电动势：



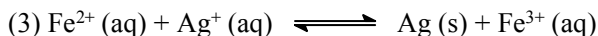
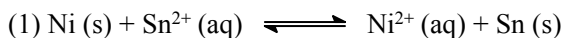
13. 计算反应  $\text{Au}(\text{s}) + \text{NO}_3^- + 4\text{Cl}^- + 4\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{AuCl}_4^- + \text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  的  $\varepsilon^{\circ}$ ，若氯离子的浓度从标准状态变到  $10^{-2}\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，将会发生什么情况？

14. 计算反应  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的  $\varepsilon$ ，其中  $p_{\text{H}_2} = 5.0\text{atm}$ ， $p_{\text{O}_2} = 2.5\text{atm}$ ， $[\text{H}^+] = 0.60\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。

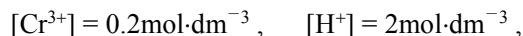
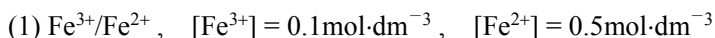
15. 一支铁棒插入  $0.010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{FeSO}_4$  溶液中，一支锰棒插入  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{MnSO}_4$  溶液中，用盐桥将两种溶液联接起来，并在金属棒之间接上伏特计。

- (1) 写出自发反应的化学反应方程式并计算电池的电动势。
- (2) 如果想把电池电动势增大  $0.02\text{V}$ ，那么，哪种溶液应当稀释？稀释到多少物质的量浓度？

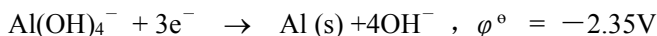
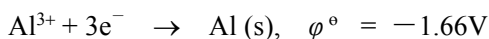
16. 计算下列反应的平衡常数：



17. 计算下列各电对在给定条件下的电极电势：



18. 用下列数据：



高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

计算反应  $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_4^-$  的平衡常数。

19. 测得电池  $\text{Pb}(\text{s}) | \text{Pb}^{2+} (10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}) | | \text{VO}^{2+} (10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}), \text{V}^{3+} (10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}), \text{H}^+ (10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}) | \text{Pt}(\text{s})$  的电动势为 +0.67V。计算：

(1) 电对  $\text{VO}^{2+}/\text{V}^{3+}$  的  $\varphi^\circ$ ，

(2) 计算反应  $\text{Pb}(\text{s}) + 2\text{VO}^{2+} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{V}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$  的平衡常数。

20. 计算下列两个反应的平衡常数：

(1)  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+$

(2)  $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{CuCl}(\text{s}) \quad K_{\text{sp}, \text{CuCl}} = 3.2 \times 10^{-7}$

21. 有一浓差电池：(+) $\text{Pt} | \text{H}_2(1\text{atm}) | \text{H}^+(\text{pH}=1.0) | | \text{H}^+(\text{?mol} \cdot \text{dm}^{-3}) | \text{H}_2(1\text{atm}) | \text{Pt}(-)$ 。其电动势为 0.16V，求未知的  $\text{H}^+$  离子浓度。

22. 已知  $\varphi^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.76\text{V}$ ， $\varphi^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0.44\text{V}$ 。求  $\varphi^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}$  的值。

23. 铁置换铜的反应节能、无污染，但因所得的镀层疏松、不坚固，通常只用于铜的回收，不用作铁器镀铜。能否把铁置换铜的反应开发成镀铜工艺呢？

从化学手册上查到如下数据：

$\varphi^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0.440\text{V}$ ，

$\varphi^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0.771\text{V}$

$\varphi^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.342\text{V}$ ，

$\varphi^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} = +0.160\text{V}$

$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ ，

$K_{\text{sp}, \text{CuOH}} = 1.0 \times 10^{-14}$

$K_{\text{sp}, \text{Fe}(\text{OH})_2} = 8.0 \times 10^{-16}$ ，

$K_{\text{sp}, \text{Fe}(\text{OH})_3} = 4.0 \times 10^{-38}$

回答如下问题：

(1) 造成镀层疏松的原因之一可能是夹杂固体杂质。为证实这一设想，设计了如下实验：向硫酸铜溶液中加入表面光洁的纯铁块。请写出四种可能夹杂的固体杂质的生成反应方程式。

(2) 设镀层夹杂物为  $\text{CuOH}$  (固)，实验镀槽的  $\text{pH}=4$ ， $\text{CuSO}_4$  的浓度为  $0.040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，温度为 298K，请通过电化学计算说明在该实验条件下  $\text{CuOH}$  能否生成。

(3) 提出三种以上抑制副反应发生的化学技术途径，说明理由。

24. 在  $[\text{H}^+] = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  时  $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{MnO}_4^{2-}$ 、 $\text{MnO}_2(\text{s})$  的电位图为：

$\text{MnO}_4^- \xrightarrow{0.56} \text{MnO}_4^{2-} \xrightarrow{2.26} \text{MnO}_2(\text{s})$

问(1) 溶液中  $\text{MnO}_4^{2-}$  能否发生歧化反应 (溶液中的离子浓度都为  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ )？

(2) 若能，试写出反应方程式。

(3)  $\varphi^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2}$  值为多少？

25. 含有  $\text{Sn}(\text{ClO}_4)_2$  和  $\text{Pb}(\text{ClO}_4)_2$  的水溶液与过量的铅—锡合金粉末振荡，在 298K 时建立平衡，平衡时  $[\text{Pb}^{2+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 0.46$ ，计算  $\varphi^\circ_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}$  值。已知  $\varphi^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0.126\text{V}$ 。

26. 已知  $\varphi^\circ_{\text{Tl}^+/\text{Tl}} = -0.34\text{V}$ ， $\varphi^\circ_{\text{Tl}^{3+}/\text{Tl}} = +0.72\text{V}$ ，计算：

(1)  $\varphi^\ominus_{\text{Tl}^{3+}/\text{Tl}^+}$  值，

(2) 在 25°C 时  $3\text{Tl}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{Tl}(\text{s}) + \text{Tl}^{3+}(\text{aq})$  的平衡常数。

27. 今有一原电池：

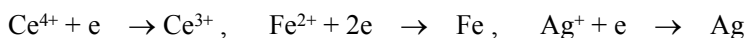
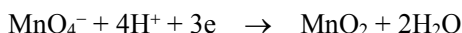
(一)  $\text{Pt} | \text{H}_2 (1\text{atm}) | \text{HA} (0.5\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}) || \text{NaCl} (1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}) | \text{AgCl}(\text{s}) | \text{Ag} (+)$

若该电池电动势为 +0.568V，求此一元酸的电离平衡常数  $K_a = ?$

28. 半反应  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg} + 2\text{OH}^-$  的  $\varphi^\ominus = -2.67\text{V}$ ， $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的溶解度是  $1.45 \times 10^{-4} \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，计算  $\varphi^\ominus_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}$  值。

29. 已知  $\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{S}^{2-}$  的  $\varphi^\ominus$  为 -0.69V，计算  $\text{Ag}_2\text{S}$  的  $K_{\text{sp}}$ 。

30. 查出下列半反应的  $\varphi^\ominus$



回答下列问题：

(1) 上述离子中，哪个是最强的还原剂？哪个是最强的氧化剂？

(2) 上述离子中，哪些离子能把  $\text{Fe}^{2+}$  还原成 Fe。

(3) 上述离子中，哪些离子能把 Ag 氧化成  $\text{Ag}^+$ 。

31. 已知  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad \varphi^\ominus = 1.491\text{V}$



(1) 判断这两个电极（离子强度均为  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，气体分压为 1atm）组成一原电池时，反应能否自发进行？

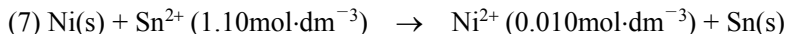
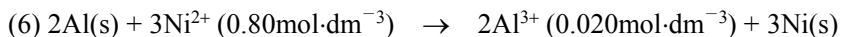
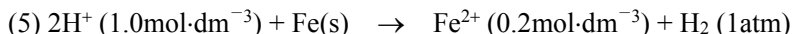
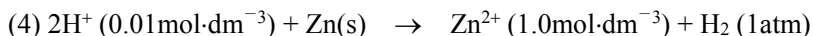
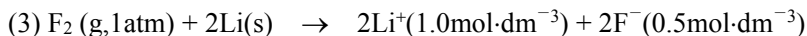
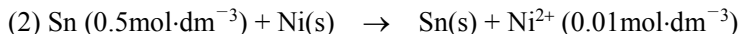
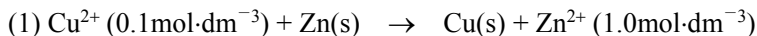
(2) 完成并配平上述反应方程式。

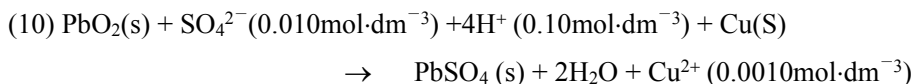
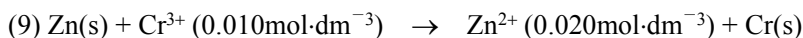
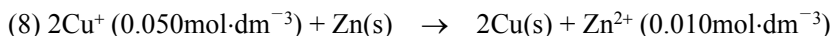
(3) 用电池符号表示该电池的组成，标明电池的正负极并计算标准电动势。

(4) 计算当  $[\text{H}^+] = 10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，其他离子浓度均为  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ， $\text{Cl}_2$  的分压为 1atm 时电池的电动势。

(5) 计算该反应的平衡常数。

32. 写出下列各反应的能斯特方程，计算  $\varepsilon^\ominus$ ；再根据括号中给出的条件，计算  $\varepsilon$ ：





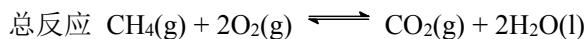
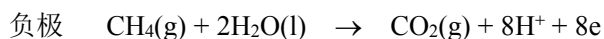
33. 一个 Ag/AgCl 电极浸入  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  盐酸溶液中，其标准电极电位为  $+0.22\text{V}$  [  $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e} \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-$  ]，另一个 Ag/AgCl 电极浸入未知浓度的含  $\text{Cl}^-$  离子的溶液中，当此电极作为阳极，第一个电极作为阴极时，构成电池的电动势为  $0.0435\text{V}$ ，问未知浓度溶液中， $\text{Cl}^-$  离子的浓度为多少？

34. 计算  $\text{pH} = 5$  的  $\varphi_{\text{HBrO}/\text{Br}_2}$ ，已知  $\varphi^\ominus_{\text{HBrO}/\text{Br}_2} = +1.59\text{V}$ 。

35.  $\text{Ag}^+$  的标准还原电位为  $0.80\text{V}$ ，计算在  $\text{pH} = 3$  的缓冲溶液中，下列半反应的电极电位。  
 $\text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{e} \rightleftharpoons 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$  ( $K_{\text{sp},\text{Ag}_2\text{S}} = 6.3 \times 10^{-50}$ )。

36. 一支氢电极浸入  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  醋酸溶液中，此电极与另一个浸入  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{FeCl}_2$  溶液中的铁钉连接，求此电池的电动势。（假设  $p_{\text{H}_2} = 1\text{atm}$ ）

37. 甲烷燃烧电池：( - ) Pt |  $\text{CH}_4(\text{g})$  |  $\text{H}^+$  ||  $\text{H}^+$  |  $\text{O}_2$  | Pt ( + ) 的反应如下：



此反应的  $K = 10^{44}$ ，用能斯特方程计算该电池的  $\varepsilon^\ominus$ 。

38. 一个学生装了一个电池来测量  $\text{CuS}$  的  $K_{\text{sp}}$ 。电池的一边是铜电极浸入  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{Cu}^{2+}$  离子溶液中，电池的另一边是 Zn 电极浸入  $1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{Zn}^{2+}$  离子溶液中，并使  $\text{Zn}^{2+}$  离子浓度恒为  $1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ， $\text{Cu}^{2+}$  离子的浓度则为  $\text{H}_2\text{S}$  不断通入上述溶液中使之饱和时的最小值，铜电极作为阴极，电池的电动势为  $+0.67\text{V}$ ，计算  $\text{Cu}^{2+}$  离子的浓度和  $\text{CuS}$  的  $K_{\text{sp}}$  ( $\text{H}_2\text{S}$  饱和溶液的浓度为  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，在溶液中产生的  $\text{CuS}$  不能起缓冲作用， $\text{H}_2\text{S}$  的  $K_1 = 1 \times 10^{-7}$ ， $K_2 = 1.1 \times 10^{-14}$ )

39. 根据电极电位表回答下列问题：

(1) 在  $\text{pH} = 0$  的水溶液中，下列各分子或离子中，有哪些能被  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  氧化？

(a)  $\text{Br}^-$  (b)  $\text{Hg}_2^{2+}$  (c)  $\text{Cl}^-$  (d)  $\text{Cu}$  (e)  $\text{HNO}_2$

(2) 在  $\text{pH} = 0$  的水溶液中，下列各分子或离子中，有哪些能被  $\text{HNO}_2$  还原？

(a)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (b)  $\text{Br}_2$  (c)  $\text{MnO}_4^-$

(3) 能起反应的，均写出平衡的离子反应方程式。

40. 解释下列现象：

(1) 配制  $\text{SnCl}_2$  溶液时，常需加入 Sn 粒。

(2)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  或  $\text{FeSO}_4$  溶液久置后失效。

41. 用电解法精炼铜，粗铜作为电解池的阳极，而纯铜淀积在阴极上。其作用原理为阳极上一些杂质不会溶解，而另外一些杂质绝不会淀积在阴极上。下面的金属，哪些属于第一类型可以从沉积在电解池底部的阳极泥中回收，哪些属于第二类型的金属？可能的杂质有：Pt、Pb、Fe、Ag、Zn、Au、Ni。

42. 试解释：为什么中性的 KI 溶液中的  $\text{I}_2$  能氧化  $\text{As}^{(III)}$ ，而在强酸性溶液中  $\text{As}^{(V)}$  能氧化  $\text{I}^-$  成为  $\text{I}_2$ ？

43. 试解释：为什么  $\text{FeI}_3$  不能在水溶液中制得？

44. 已知  $\varphi^\circ_{\text{Au}^{3+}/\text{Au}^+} = 1.2\text{V}$ ,  $\varphi^\circ_{\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}} = 1.2\text{V}$ ，在什么样的条件下， $\text{VO}_2^+$  能够作为氧化剂，把  $\text{Au}^+$  氧化到  $\text{Au}^{3+}$ 。说明理由。

45. 单独用硝酸钠或稀硫酸溶液均不能使亚铁离子氧化。但两者混合后，即可使亚铁离子变为铁离子，为什么？

46. 欲氧化 2.00g PbS 为  $\text{PbSO}_4$ ，需用多少克 3.00% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液？

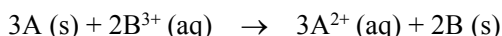
47. 一根纯铁丝重 521mg，在惰性气氛下溶于过量的盐酸中，把此溶液加热。再把 253mg 的硝酸钾固体加入此溶液，当反应完成后，留下来的  $\text{Fe}^{2+}$  离子还需要  $18.00\text{cm}^3$ ，浓度为  $16.7\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$  的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  离子来氧化。通过化学计算推断  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{NO}_3^-$  之间的反应，并用离子反应方程式来表示。

48. 已知一过氧化氢水溶液重 3.479g，用 KI 和酸处理， $\text{H}_2\text{O}_2$  被还原成  $\text{H}_2\text{O}$ ，而  $\text{I}^-$  被氧化成  $\text{I}_2$ ，生成的  $\text{I}_2$  由反应： $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  来测定。为使生成的  $\text{I}_2$  完全反应必须用  $26.87\text{cm}^3$ 、 $0.1635\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液，计算： $\text{H}_2\text{O}_2$  的原始溶液的百分浓度。

49. 假设有  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  和  $\text{MnO}_2$  的混合物，与浓盐酸反应，产物为  $\text{Cl}_2$  和  $\text{Mn}^{2+}$ 。若 4.68g 的锰的混合氧化物与浓盐酸反应得到 0.0406mol 的氯气，问此混合物的原始组成的重量百分数如何？

50. 有一不纯物  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，为了分析其纯度，溶解后，首先被铁完全还原到  $\text{Fe}^{2+}$  离子，然后在酸性条件下被  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化。若 3.58g 此不纯物就需要  $37.69\text{cm}^3$ 、 $0.170\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{KMnO}_4$  溶液反应，试求  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在此不纯物中的百分含量？

51. 对于下列反应：



平衡时， $[\text{B}^{3+}]$  及  $[\text{A}^{2+}]$  的值分别为  $0.020\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  及  $0.0050\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，计算上述反应的  $K$ 、 $\varepsilon^\circ$  及  $\Delta G^\circ$ 。

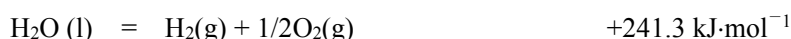
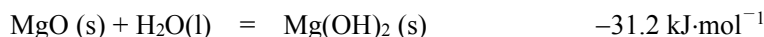
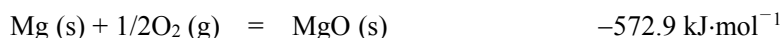
52. 计算含有下列各离子体系的 $\Delta G$ :  $\text{Mn}^{2+}(0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(0.010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})$ 、 $\text{MnO}_4^-$  ( $0.0010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )、 $\text{Cr}^{3+}(0.0010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})$

当溶液的  $\text{pH} = 6$  时，试判断反应



从上面所给的条件开始，从什么方向达到平衡？

53. 从热力学数据计算  $\varphi^\circ_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}$   $\Delta_r G_m^\circ$



已知：298K 时， $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$ ， $K_{\text{sp},\text{Mg}(\text{OH})_2} = 5.50 \times 10^{-12}$ 。

54. 已知反应  $2\text{M} + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{M}^{3+} + 3\text{H}_2$  的  $\Delta_r H_m^\circ_{298} = -12.54\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，而 M 的生成焓为  $27.17\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $\text{M}^{3+}$  为  $-83.6\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $\text{H}_2$  为  $130.42\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $\text{H}^+$  为  $-41.8\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。试求  $\text{M}^{3+}$  的生成自由能与半反应  $\text{M}^{3+} + 3\text{e} \rightarrow \text{M}$  的  $\varphi^\circ$ 。

55. 用 0.25 安培的电流通入  $0.400\text{dm}^3$ 、 $0.250\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  氯化钠溶液中，35 分钟后切断电源，计算此溶液的 pH 值。

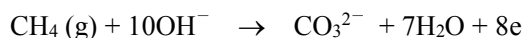
56. 当碘化镁水溶液电解时，电极上产生氢气和碘，实验中用  $0.500\text{dm}^3$ 、 $0.200\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\text{MgI}_2$  开始电解，收集氢气的体积为 1.00 升，这时水上方的温度为  $25^\circ\text{C}$ ，压力为  $746\tau$  ( $25^\circ\text{C}$  时水的饱和蒸汽压为  $24\tau$ ) 问：

(1) 已用了多少法拉第电量？

(2) 如果流过的电流恒为 5.0A，电解了多长时间？

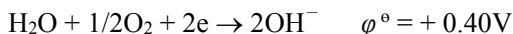
(3) 溶液中最终的  $\text{I}^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  离子浓度各为多少？

57. 已知一个燃烧电池，其阳极反应为：



假如此燃烧电池给汽车提供 1 小时 80 安培的电流，问需要提供多少立方米甲烷（在标准状况下）？假设效率为 100%。

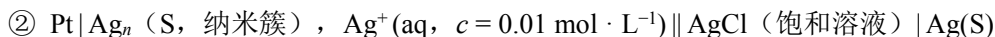
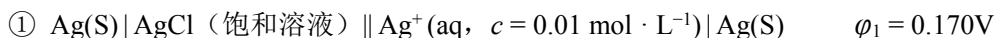
58. 在常温、常压下，电解  $[\text{H}^+] = 1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液，阳极放出  $\text{O}_2(1\text{atm})$ ，阴极放出  $\text{H}_2(1\text{atm})$ ，利用下列已知的  $E^\circ$ ，计算理论分解电势。



若用  $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的 NaOH 代替  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，理论分解电势是否相同？

59. 纳米尺寸的金属簇合物的性质与大颗粒的物质不同。为研究银纳米簇合物的电化学性

质，设计了如下原电池（式中右边的半电池的电势较高）；



(a) 对  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇,  $\varphi_2 = 0.43\text{V}$

(b) 对  $\text{Ag}_5$  纳米簇,  $\varphi_3 = 1.030\text{V}$

(1) 计算  $\text{AgCl}$  的溶度积。

$\text{Ag}_5$  和  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇由银组成，其电势不同于大颗粒银。

(2) 计算  $\text{Ag}_5$  和  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇的标准电极电势。

(3) 为什么银的电极电势与银的颗粒大小有关？

(4) 将上列原电池作如下改变，将发生什么变化？

(a) 使第二个实验中的  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇和  $\text{Ag}_5$  纳米簇电池的电解质的  $\text{pH} = 13$ 。

(b) 使第二个实验中的  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇和  $\text{Ag}_5$  纳米簇电池的电解质的  $\text{pH} = 5$ 。

(c) 使第二个实验中的  $\text{Ag}_{10}$  纳米簇和  $\text{Ag}_5$  纳米簇电池的电解质的组成改为  $\text{pH} = 7$ ,

$c(\text{Cu}^{2+}) = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{Ag}^+) = 1 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。通过计算说明。

反应不断进行，将发生什么变化（定性说明）？

已知： $\varphi_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\ominus = +0.800 \text{ V}$        $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\ominus = +0.345 \text{ V}$        $T = 298.15 \text{ K}$



## 第七章 原子结构和元素周期律

1. 锂含有 7.42%  ${}^6_3\text{Li}$  ( $m_a=6.01513m_u$ ) 和 92.58%  ${}^7_3\text{Li}$  ( $m_a=7.01601m_u$ ) 两种同位素。试计算锂的原子量。
2. 自然界中镁有三种同位素  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  ( $m_a=23.98504m_u$ , 丰度=78.70%),  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$  ( $m_a=24.98584m_u$ , 丰度=10.13%),  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$  ( $m_a=25.98259m_u$ , 丰度=11.1%), 试计算镁的平均分子量。
3. 试问  $1\text{cm}^{-1}$  等于多少  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ?
4. 为了使铂金属产生光电效应, 问光子所具有的最小能量为多大? (铂的截止频率为  $1.3\times 10^{15}\text{s}^{-1}$ )
5. 试求波长为 250nm 的紫外单色光辐射的能量为多少? (以  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  为单位)
6. 计算运动速度为  $2.00\times 10^5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的自由电子的动能。
7. 计算以  $3.00\times 10^6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的速度运动的自由电子的波长。
8. 设子弹的质量为 10g, 速度为  $1000\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。试根据 deBroglie 式和测不准关系式, 用计算说明宏观物质主要表现为粒子性, 它们的运动服从经典力学规律(设子弹的不确定程度为  $\Delta v_x=10^{-3}$ )。
9. 电子显微镜中一个电子在  $1.00\times 10^5\text{V}$  电压下加速, 求运动电子的德布罗意波长? (已知电子质量= $9.1\times 10^{-28}\text{g}$ )
10. 波尔理论有哪些假设? 根据这些假设可以得到什么结果? 解决了什么问题? 它的局限性在哪儿?
11. 怎样理解不确定关系式(测不准原理)?
12. 根据波尔理论和经典力学公式, 推导如下类氢离子的轨道半径和轨道能量关系式:
$$r = \frac{n^2 h^2}{4 \pi^2 m Z e^2} \quad E = - \frac{2 \pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2}$$
13. 用波尔能量公式, 计算 Li 的第三电离能(看作类氢离子)
14. 已知氢原子的第一波尔轨道能量为  $-13.6\text{eV}$ , 下列何者是氢原子波尔轨道电子激发态的可能能量?  
(A)  $-3.4\text{eV}$       (B)  $-6.8\text{eV}$       (C)  $-1.7\text{eV}$       (D)  $+13.6\text{eV}$
15. 试求氢原子中不同能级之间的能量差:  
(1)  $n=1$  和  $n=2$       (2)  $n=10$  和  $n=11$
16. 氢原子中 4s 和 3d 态, 哪一种状态的能量高? 在 19 号元素钾中 4s 和 3d 态哪一种状态的能量高? 说明理由。
17. 判断下列各叙述中, 哪些是对的, 哪些是错的?

- (1) 原子所占的体积基本上是电子所占的体积。  
(2) 当电子在两能级之间发生跃迁时，两能级间的能量差越大，所发出的光的波长越长。  
(3) 万有引力对于原子中电子所受的力可以忽略不计。
18. 什么叫屏蔽效应？试用屏蔽效应说明各电子层能级的分裂情况。  
19. 什么叫钻穿效应？试用钻穿效应说明能级交错现象。  
20. 核外电子排布遵循哪些基本原理？  
21. 在下列电子构型中，哪种属于原子的基态？哪种属于原子的激发态？哪种纯属错误？  
(1)  $1s^2 2s^2 2p^1$                       (2)  $1s^2 2p^2$   
(3)  $1s^2 2s^3$                           (4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3d^1$   
(5)  $1s^2 2s^2 2p^5 4f^1$                 (6)  $1s^2 2s^1 2p^1$
22. 不查表，写出下列原子的电子排布式：  
C(6), N(7), P(15), Sc(21), Ni(28), Zn(30), Ga(31), As(33),  
Zr(40), Te(52), Ce(58)
23. 写出下列离子的电子排布式：  
 $V^{3+}(23)$ ,  $Cr^{3+}(24)$ ,  $Fe^{3+}(26)$ ,  $Fe^{2+}(26)$ ,  $Co^{2+}(27)$ ,  $Co^{3+}(27)$ ,  $Ni^{2+}(28)$
24. 下列基态原子核外各电子排布中，违反了哪些原则或规则？正确的排布如何？  
(1) 硼： $(1s)^2(2s)^3$   
(2) 氮： $(1s)^2(2s)^2(2p_x)^2(2p_y)^1$   
(3) 铍： $(1s)^2(2p)^2$
25. 指明下列各原子和离子，哪些是等电子的(具有相同的电子数)，写出它们的电子排布：  
 $O^{2-}$ , Ar,  $Be^{3+}$ , Ne,  $Cl^-$ ,  $He^+$ , Li。
26. 写出下列原子的电子构型  
Cr(24), Cu(29), Ag(47), Au(79), Pd(46)
27. 假定自旋量子数可取 $+1/2$ ,  $0$ ,  $-1/2$ 。若有关量子数的其它规则和各能级的填充顺序不变，试问：  
(1) s 能级和 p 能级容纳电子数是多少？  
(2)  $n=2$  的能级可容纳多少电子？  
(3) 原子序为 8 和 17 的两个元素，其电子构型是什么？  
(4) 每层能容纳电子数的通式是什么？
28. 假定有下列电子的各套量子数，指出哪几套不可能存在，并说明理由。  
(1) 3, 2, 2,  $1/2$     (2) 3, 0,  $-1$ ,  $1/2$     (3) 2, 2, 2, 2  
(4) 1, 0, 0, 0        (5) 2,  $-1$ , 0,  $1/2$     (6) 2, 0,  $-2$ ,  $1/2$