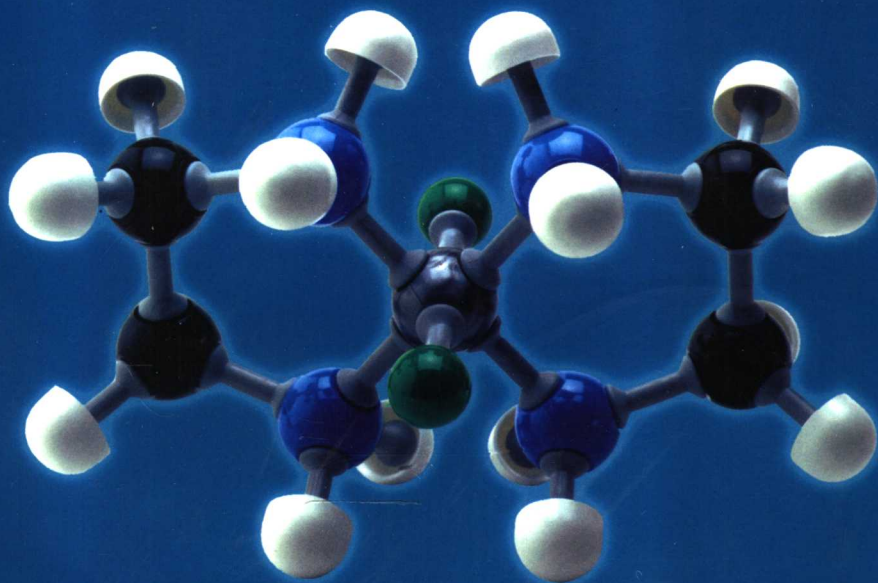


无机化学习题及解答参考

W U J I H U A X U E X I T I J I J I E D A C A N K A O

◎ 主编 李大成 窦建民 张如芬



中国海洋大学出版社

无机化学习题及解答参考

李大成 窦建民 张如芬 主编



中国海洋大学出版社
· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

无机化学习题及解答参考/李大成等主编. —青岛:中国海洋大学出版社, 2006. 9
ISBN 7-81067-953-8

I. 无… II. 李… III. 无机化学—研究生—入学考试—解题 IV. 061—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 116636 号

无机化学习题及解答参考

李大成 窦建民 张如芬 主编

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市鱼山路 5 号

邮政编码 266003

网 址 <http://www2.ouc.edu.cn/cbs>

电子信箱 xianlimeng@qingdaonews.com

订购电话 0532—82032573 82032644(传真)

责任编辑 孟显丽

电 话 13964215865

印 制 淄博恒业印务有限公司

版 次 2006 年 9 月第 1 版

印 次 2006 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 20.75

字 数 531 千字

定 价 20.80 元

版权所有

侵权必究

前 言

演算习题是学习中的重要环节,是课堂和课本所学知识的初步应用与实践。通过演算和思考,不仅能考察对知识的理解和运用程度,巩固书本知识,而且还能培养科学的思维方法,提高分析问题和解决问题的能力。鉴于当前学生手中的练习题较少,为了帮助化学、应用化学及化工专业的本、专科生全面、系统地学习和复习无机化学,并对所学的无机化学基本理论和基本知识加深理解、灵活运用,以适应专升本、本考研的需要,我们在总结近年来教学工作经验的基础上,以武汉大学、吉林大学编的《无机化学》(高等教育出版社,第三版)及北京师范大学等三院校编的《无机化学》(高等教育出版社,第四版)为主要参考书编写了这本习题集。

本书共分四部分。全书共收集习题 1 000 多道,这些习题参考了近几年国内外研究生入学试题及高师无机化学教材上的习题。习题基本分为选择题、填空题、问答题及计算题四种类型。

此外,编者在附录中还收集了近几年中国科学技术大学(科学院系统)和南开大学硕士研究生入学考试试题,供读者参考。

由于编者业务水平有限,本书错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 8 月

目 录

第一部分 化学原理

第一章	物质的状态与溶液	1
第二章	化学热力学初步	5
第三章	化学平衡	15
第四章	电离平衡与沉淀-溶解平衡	23
第五章	化学反应速率	31
第六章	原子结构与元素周期表	36
第七章	分子结构与晶体结构	47
第八章	氧化还原反应与氧化还原平衡	64
第九章	配位化合物与配位平衡	74

第二部分 元素无机化学

第一章	稀有气体和氢	85
第二章	卤素	86
第三章	氧族元素	93
第四章	氮族元素	100
第五章	碳族元素	112
第六章	硼族元素	121
第七章	碱金属、碱土金属	126
第八章	铜族、锌族副族	132
第九章	过渡金属元素(I)	144
第十章	过渡金属元素(II)	156
第十一章	镧系、锕系元素	169
第十二章	核化学	171

第三部分 习题解答参考

(一)化学原理

第一章	物质的状态与溶液习题解答参考	173
第二章	化学热力学初步习题解答参考	173

第三章	化学平衡习题解答参考	176
第四章	电离平衡与沉淀-溶解平衡习题解答参考	178
第五章	化学反应速率习题解答参考	183
第六章	原子结构与元素周期表习题解答参考	184
第七章	分子结构与晶体结构习题解答参考	190
第八章	氧化还原反应与氧化还原平衡习题解答参考	200
第九章	配位化合物与配位平衡习题解答参考	206

(二)元素无机化学

第一章	稀有气体和氢习题解答参考	215
第二章	卤素习题解答参考	215
第三章	氧族元素习题解答参考	221
第四章	氮族元素习题解答参考	227
第五章	碳族元素习题解答参考	237
第六章	硼族元素习题解答参考	245
第七章	碱金属、碱土金属习题解答参考	250
第八章	铜族、锌族副族习题解答参考	255
第九章	过渡金属元素(I)习题解答参考	267
第十章	过渡金属元素(II)习题解答参考	275
第十一章	镧系、锕系元素习题解答参考	288
第十二章	核化学习题解答参考	289

附录 研究生入学考试无机化学样题

样题一	290
样题二	294
样题三	297
样题四	300
样题五	303
样题六	306
样题七	309
样题八	313
样题九	316
样题十	319
样题十一	322
样题十二	324
参考文献	326

第一部分 化学原理

第一章 物质的状态与溶液

一、选择题

1. 下列哪种情况下,真实气体与理想气体性质相似? ()
A. 低温、高压 B. 高温、低压 C. 低温、低压 D. 高温、高压
2. O_2 与 H_2 的扩散速率比为 ().
A. 4 : 1 B. 1 : 8 C. 1 : 4 D. 1 : 2
3. 某化合物仅含有 C, H, O 3 种元素,取化合物 100 g,完全燃烧后,产生 252 g CO_2 , 44.3 g H_2O ,则化合物的实验式为 ().
A. $C_7H_6O_{11}$ B. C_3H_3O C. C_7H_6O D. $C_7H_6O_2$
4. N_2 和 CO 混合,在 273.15 K 和总压为 101.325 kPa 时,混合物密度为 ().
A. 1.00 B. 2.50 C. 1.25 D. 22.4
5. 某种爆炸性气体仅含有 S 与 N,在 283.15 K 和 0.607 kPa 时,其密度为 $0.0475 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$,它的分子式为 ().
A. SN B. S_2N_3 C. S_4N_4 D. S_2N_5
6. 下列物质中,蒸汽压最大的是 ().
A. H_2SO_4 B. $CH_3CH_2OC_2H_5$ C. 苯 D. 萘
7. 一定量的气体在一定压力下,当温度由 100°C 上升到 200°C 时,则气体的 ().
A. 体积减小一半 B. 体积减小,但并不减少一半
C. 体积增加一倍 D. 体积增加,但并不增加一倍
8. 若空气的组成是 21% (体积数) 的 O_2 和 79% 的 N_2 ,大气压为 100 kPa,那么 O_2 的分压最接近的值是 ().
A. 92 kPa B. 21 kPa C. 43 kPa D. 53 kPa
9. 在等温条件下, 1.00 dm^3 , 密闭容器中,装有 A 和 B 两种气体,总压力为 100 kPa,气体 A 的分压为 50 kPa,则下列说法错误的是 ().
A. A 的物质的量的分数为 0.50 B. A 与 B 的物质的量相等
C. A 的体积为 0.5 dm^3 D. A 与 B 物质的量之比为 1 : 2
10. 在标准状态下,气体 A 的密度为 $0.81 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$,气体 B 的密度为 $0.09 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$,则 A 与 B 的扩散速率比为 ().
A. 1 : 9 B. 1 : 3 C. 3 : 1 D. 9 : 1
11. 下列哪种气体的扩散速率 3 倍于水蒸气的扩散速率? ()
A. Ne B. H_2 C. CO_2 D. CH_4
12. 将空气相对密度为 0.293 的 N_2 与 H_2 混合气体通入合成塔,从合成塔出来的气体在 1 020

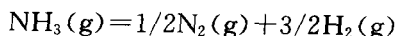
- K, 101.325 kPa 压力下, 密度为 $0.12 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$, 则 N_2 的转化率为()。
- A. 10.2% B. 30.7% C. 69.3% D. 31%
13. 原子能工业上利用扩散法富集和分离 ^{235}U , 通常制得 $^{235}\text{UF}_6$ 和 $^{238}\text{UF}_6$ 气体进行扩散, 其扩散速率之比 ($^{235}\text{UF}_6 : ^{238}\text{UF}_6$) 为()。
- A. 1.004 : 1.000 B. 0.996 0 : 1.000 C. 0.992 : 1.000 D. 1.009 : 1.000
14. 常压和 313.15 K 下, 4.00 dm^3 空气慢慢通过 CHCl_3 (每个气泡都为 CHCl_3 饱和, CHCl_3 在 313.15 K 下的蒸汽压为 49.3 kPa), 则被空气带走的 CHCl_3 的质量为()。
- A. 17.64 g B. 138.04 g C. 35.28 g D. 8.82 g
15. 一种物质可定义一种元素, 则它的原子具有相同的()。
- A. 原子量 B. 原子序数 C. 中子数 D. 正电子数
16. $^{40}_{20}\text{Ca}$ 和 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 两者互为下列哪一种关系? ()
- A. 同位素 B. 同质异形体 C. 同量素 D. 镧系元素
17. 可用于测定原子量的仪器是()。
- A. 电子显微镜 B. 核磁共振仪 C. 色谱仪 D. 质谱仪
18. 理论上认为实现气体变为液体可用()。
- A. 单纯降温 B. 单纯压缩 C. 单纯加压 D. 三者都可
19. 解释潜水病产生的原因可能是()。
- A. 亨利定律 B. 道尔顿定律 C. 阿佛加德罗定律 D. 格拉辛姆气体定律
20. 在一个带有活塞的容器中装一定量的水, 为了降低此容器中的水蒸气压, 可采取()。
- A. 抽出一部分水蒸气 B. 取出一部分水
C. 压紧活塞, 增加压力 D. 降低温度
21. 295.15 K 和 100.0 kPa 下, 在水面上收集 0.100 g 氢气, 在此温度下的蒸汽压为 2.7 kPa, 则 H_2 的体积为()。
- A. 1.26 dm^3 B. 2.45 dm^3 C. 12.6 dm^3 D. 24.5 dm^3
22. 在 283.15 K, 101.3 kPa 下, 在水面上收集到 1.5 dm^3 某气体, 则该气体的物质的量为()。(已知: 283.15 K 时水的饱和蒸汽压为 1.2 kPa)
- A. $6.4 \times 10^{-2} \text{ mol}$ B. $6.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$ C. $1.3 \times 10^{-3} \text{ mol}$ D. $2.9 \times 10^{-4} \text{ mol}$
23. 某水合盐的蒸汽压低于该温度下空气中水的蒸汽压, 这种盐会发生()。
- A. 起泡 B. 风化 C. 潮解 D. 不影响
24. 1 000°C 和 98.066 kPa 压力下, 硫蒸汽的密度为 $0.5977 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$, 则硫的分子式为()。
- A. S B. S_2 C. S_4 D. S_8
25. 若 O_2 从玻璃管的一端扩散到另一端需要 200 s, 同样条件下, H_2 的扩散通过此管需要的时间为()。
- A. 12.5 s B. 25 s C. 50 s D. 400 s
26. 下列气体偏离理想气体行为最大的是()。
- A. H_2 B. O_2 C. CO_2 D. NH_3
27. 在什么条件下, CO_2 在水中的溶解度最大? ()
- A. 高压和低温 B. 高温和高压 C. 低温和低压 D. 高温和低压
28. 从天然铀分离 ^{235}U 的方法是()。
- A. 电离 B. 电解 C. 气体扩散 D. 水解

29. 在温度 T 、体积 V_T 恒定条件下,将 A, B 两气体放入一容器存在分压力 p_A 和 p_B ,总压力为 p_T ,分体积分别为 V_A, V_B ,以下正确的是().

- A. $p_A V_T = n_A RT$ B. $p_B V_B = n_B RT$ C. $p_A V_A = n_A RT$ D. $p_T V_B = (n_A + n_B) RT$

二、问题及计算

373. 15 K, 100 kPa 压力下, $UF_6(g)$ 的密度为多少? 是 H_2 的多少倍?
- 将一定量的 $KClO_3, MnO_2$ 加热分解后,称得质量减少了 0.480 g,同时测得用排水法收集到的气体 O_2 的体积为 0.377 dm^3 ,此时压力为 $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ (294 K),计算氧气的相对分子量.
- 将 NH_3 和 $HCl(g)$ 同时从一根 120 cm 长的玻璃管两端分别向管内扩散,两种气体在管的何位置相遇?
- 一敞口容器在 280 K 时所盛的气体,需要加热到什么温度时,才能有 $1/3$ 的气体逸出?
- 在 273. 15 K, $10.0325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下,将 1 dm^3 干燥而洁净的空气缓慢通过 CH_3OCH_3 液体,在此过程中 CH_3OCH_3 损失 0.0335 g,求此种液体在 273. 15 K 时的饱和蒸汽压.
- 有一高压瓶,容器体积为 30 dm^3 ,能承受 $2.6 \times 10^7 \text{ Pa}$ 的压力,问在 293. 15 K 时可装入多少 kg O_2 而不发生危险?
- 实验测得 583. 15 K, 101. 325 kPa 下单质气体磷的密度为 $2.64 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$,求磷的分子式.
293. 15 K, 1.0 dm^3 的反应器中装有 1489.48 kPa 的 NH_3 加热到 623. 15 K 时,在催化剂的作用下, NH_3 按下式分解:



平衡时,混合气体的压力为 5066.25 kPa,求 NH_3 的解离度及平衡时各气体的分压.

- N_2 储罐中温度为 500 K,压力为 500 kPa, H_2 储罐温度为 300 K,但不知压力. 两罐以旋塞相连,打开旋塞,平衡后气体的温度为 400 K,总压力为 400 kPa. 求混合前 H_2 的压力?
- 在 298. 15 K 下 1 dm^3 CH_4 和 C_2H_2 的混合气体,测得压力为 8.4 kPa. 当混合气体完全燃烧并除去水分后,剩余的 CO_2 在 298. 15 K, 1.0 dm^3 时的压力为 12.8 kPa. 计算混合气体中各组成气体的物质的量分数.
- 有 0.102 g 某金属与酸完全作用后,可置换出等物质的量的 H_2 ,在 291. 15 K, 100 kPa 压力下,用排水集气法收集到 H_2 38.5 cm^3 ,求金属的原子量.
- 临床上有时用静脉注射 H_2O_2 溶液以提供 O_2 来抢救呼吸道疾病的患者或毒气中毒者,若每次注射 0.3% 的 H_2O_2 300 g. 问 H_2O_2 完全分解后,相当于在 300 K, 96.3 kPa 压力下吸入多少升空气?
- 相对湿度是指在一定温度下,空气中水蒸气的分压与同温度时水的饱和蒸汽压之比. 计算:
 303. 15 K 时相对湿度为 100% 时,每升空气中水汽的质量?
 323. 15 K 时相对湿度为 80% 时,每升空气中水汽的质量?
- 523 K 下,在一个 1 dm^3 的烧瓶中,2.69 g PCl_5 完全汽化后压力为 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$, $PCl_5(g)$,此时按下式分解: $PCl_5(g) = PCl_3(g) + Cl_2(g)$
求: PCl_5, PCl_3, Cl_2 的分压.
- 将 45 cm^3 CO, CH_4, C_2H_2 混合气体与 100 cm^3 O_2 混合,使之充分燃烧,脱水并冷却到燃烧前的温度后测得气体的体积为 80 cm^3 ,用 NaOH 吸收 CO_2 气体,体积减少到 15 cm^3 . 求原来混合气体中 CO, CH_4, C_2H_2 的体积分数.
- 将等体积混合的 SO_2, O_2 的混合气体,通过接触器,有 90% 的 SO_2 转化为 SO_3 ,确定从接触器出来的气体的百分组成.

17. 指出下列人物在化学上的主要成就,并叙述其内容:

- | | | | |
|-----------|-----------|------------|----------|
| (1)盖吕萨克 | (2)Dalton | (3)门捷列夫 | (4)Lewis |
| (5)Werner | (6)侯德榜 | (7)Pauling | (8)阿佛加德罗 |

18. 在 288.15 K, 101 kPa 下, 将 2 dm^3 干燥的空气徐徐通入 CS_2 液体中, 通气前后称量 CS_2 液体, 失重 3.01 g, 求 CS_2 液体此时的饱和蒸汽压.

19. 一定体积的 H_2 , Ne 混合气体, 在 300 K 时压力为 202 kPa, 加热使气体膨胀到原来的 4 倍体积, 压力变为 101 kPa, 问:

- (1) 膨胀后气体的温度为多少?
 (2) 若混合气体中 H_2 的质量分数为 25%, 原始混合气体中 H_2 的分压为多少?

20. 0.100 mol H_2 , 0.05 mol O_2 在一个 20 dm^3 的密闭容器中, 用电火花使之完全起反应生成水, 冷却到 300 K, 已知此时水的饱和蒸汽压为 3.57 kPa. 求容器中的压力.

21. 373 K, 100 kPa, $300 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$ 和 $100 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ 点燃反应, 并维持压力不变, 问:

- (1) 若降到 370 K, 是否有水生成? 反应后气体的体积为多少?
 (2) 若降到 353 K, 各气体分压为多少?

22. 一干燥气体的样品, 在 293 K, 99.97 kPa 的压力下, 体积为 0.100 dm^3 , 然后在 298 K 和相同压力下用排水法将其收集, 体积变为 0.105 dm^3 . 计算 298 K 时水的蒸汽压.

23. 3 个 1 dm^3 的烧瓶, 温度均为 300 K, 3 个烧瓶之间由管道相连接, 管道上装有活塞, 开始时, 活塞是关闭的. 已知在第一个烧瓶里, 盛有 1 g 水, 第二个烧瓶充有 101 kPa 的 O_2 , 第三个充有 1 g N_2 .

- (1) 设温度不变, 此时水的蒸汽压为 3.84 kPa, 将连通的活塞全部打开, 平衡后, 系统的压力为多少?
 (2) 若使整个体系的温度升高到 373 K, 压力为多少?

24. 已知水的蒸发热为 41.44 kJ/mol, 请计算在压力为 66.5 kPa 的高山上水的沸点, 并回答为什么高山上不易煮熟鸡蛋?

25. 写出实际气体的范德华方程, 并讨论何种情况下实际气体按理想气体处理?

26. 已知某金属的氧化物含氧 28.6%, 该金属的氟化物含氟 48.7%. 试求氟的原子量.

27. 在 292 K 和 98.6 kPa 压力下, 一定量的干燥空气缓缓通过装有纯乙醇的容器, 被乙醇蒸气所饱和的空气体积为 6.34 dm^3 , 冷冻该混合气体后, 得乙醇 0.635 g. 求:

- (1) 通入干燥空气体积. (2) 292 K 时乙醇的饱和蒸汽压.

28. 一定温度下, NO_2 对 H_2 的相对密度为 25.0. 求 NO_2 中的杂质 N_2O_4 的百分比.

29. 在恒压条件下, 让一定量干燥的空气先缓缓地通过 5% 某非挥发性物质的苯溶液, 然后再缓缓地通过纯苯液体, 停止通气后测得第一瓶的苯溶液失重 1.24 g, 第二瓶的纯苯失重 0.04 g. 试计算该溶质的分子量.

30. 298.15 K 时, 0.10 mol 液态苯在一个可通过提高活塞而改变体积的容器蒸发, 已知苯的蒸汽压为 12.3 kPa. 试求:

- (1) 体积增加至何值时, 液体恰好消失?
 (2) 当体积为 12.0 dm^3 和 30.0 dm^3 时的苯蒸气压力分别是多少?
 (3) 在标准压力 $p^\ominus$ 下, 4.0 dm^3 空气缓缓地鼓泡通过足量的苯中, 苯将损失多少?

31. T, V 恒定, A, B 两气体的压力和体积分别为 p_A, p_B 和 V_A, V_B , 加入 5 mol 气体 C, 则 V_A 将 _____, p_A 将 _____.

第二章 化学热力学初步

一、选择题

1. 石墨的燃烧热为 $-393.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 金刚石的燃烧热为 $-395.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则石墨转变为金刚石的相变热是().
 A. $-789.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $+2.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $-2.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $789.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
2. 下列反应中哪个是表示 $\Delta_r H_m^\ominus = \Delta_f H_m^\ominus(\text{AgBr(s)})$ 的反应? ()
 A. $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgBr(s)}$ B. $2\text{Ag(s)} + \text{Br}_2(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{AgBr(s)}$
 C. $\text{Ag(s)} + 1/2 \text{Br}_2(\text{l}) \rightleftharpoons \text{AgBr(s)}$ D. $\text{Ag(s)} + 1/2 \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AgBr(s)}$
3. $2\text{PbS(s)} + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{PbO(s)} + 2\text{SO}_2(\text{g})$, $\Delta_r H_m^\ominus = -843.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. 该反应的 Q_v 是().
 A. $840.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $845.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $-845.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-840.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
4. 在相同的温度和外压下, 按熵值递增的顺序进行排列的是().
 A. $\text{O}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O(l)}, \text{H}_2\text{O(g)}, \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$
 B. $\text{F}_2(\text{g}), \text{Cl}_2(\text{g}), \text{Br}_2(\text{l}), \text{I}_2(\text{s})$
 C. $\text{C(金刚石)}, \text{Na(s)}, \text{NaCl(s)}, \text{CaCl}_2(\text{s})$
 D. $\text{CH}_4(\text{g}), \text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)}, \text{CH}_3\text{OH(l)}, \text{CH}_3\text{OH(g)}$
5. 下列过程属于非自发的是().
 A. $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g})$ (在烧杯中) (450 K) B. $2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2(\text{g})$
 C. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl(g)}$ D. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$
6. 理想气体向真空膨胀, 下列各项中哪项不等于零? ()
 A. W B. Q C. ΔU D. ΔH E. ΔG
7. 298.15 K 时, NaCl 在水中的 $S = 36.2 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$, 在 $1 \text{ dm}^3 \text{ H}_2\text{O}$ 中加入 36.2 g NaCl 则此溶解过程属于下列哪种情况? ()
 A. $\Delta G > 0, \Delta S > 0$ B. $\Delta G = 0, \Delta S > 0$ C. $\Delta G < 0, \Delta S < 0$ D. $\Delta G < 0, \Delta S > 0$
8. 可逆循环的熵变是().
 A. 永远是正值 B. 永远是负值 C. 永远为零 D. 是温度的函数
9. 在不可逆循环中熵变是().
 A. 增加 B. 减小 C. 零 D. 最小 E. 最大
10. 在 101.325 kPa, 373.15 K 下, 2 mol H_2 和 1 mol O_2 反应生成 $2 \text{ mol H}_2\text{O(g)}$, 总共放热 484 kJ, 则生成 $1 \text{ mol H}_2\text{O(g)}$ 的 $\Delta_r U$ 为().
 A. 385.8 kJ B. -385.8 kJ C. 484.5 kJ D. 240.5 kJ E. -240.5 kJ
11. 下列单质 $\Delta_f H_m^\ominus \neq 0$ 的是().
 A. 石墨 B. O_3 C. N_2 D. Ar E. $\text{Cl}_2(\text{g})$
12. 下列反应中, 热量变化符合标准生成热定义的是().
 A. $2\text{S(s)} (\text{单斜}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g})$ B. $\text{C(金刚石)} + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$
 C. $1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{I}_2(\text{g}) = \text{HI(g)}$ D. $\text{Na(s)} + 1/2 \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{NaCl(s)}$

13. 下列反应中,可表示 S 燃烧且符合生成热定义的是().
- A. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ B. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{O}_2(\text{g})$
 C. $\text{S}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ D. $\text{S}(\text{g}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_3(\text{g})$
14. 下列物质中 $\Delta_f G_m^\ominus$ 不为零的是().
- A. $\text{Fe}(\text{s})$ B. $\text{Cl}_2(\text{l})$ C. $\text{H}_2(\text{g})$ D. $\text{C}(\text{石墨})$
15. 在 1 173 K, 101. 325 kPa 时,某反应的 $\Delta G = -10 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,这表明().
- A. 该反应是放热反应
 B. 该反应是自发反应
 C. 该反应在任何条件下均不自发
 D. 该反应在 1 173. 15 K, 101. 325 kPa 时,反应是自发的
16. 下列反应中熵变为正值的反应是().
- A. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$
 B. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$
 C. $\text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$
17. 下列过程中熵变增大的是().
- A. 一种溶质从溶液中结晶出来 B. 水蒸发了
 C. 纯 C 和 O_2 反应生成 CO D. 水结冰了
18. 已知: $\text{FeO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) = \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$ $\Delta_r H^\ominus > 0$, 下列说法正确的是().
- A. 低温自发进行, 高温不自发进行 B. 高温自发进行, 低温不自发进行
 C. 任何温度均自发进行 D. 任何温度均不自发进行
19. 反应 $a\text{A} + b\text{B} = d\text{D} + e\text{E}$ 的热效应单位“ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”中的“ mol^{-1} ”是指().
- A. 反应物 A 为 1 mol B. 反应物 A, B 均为 1 mol
 C. A, B, C 及 D 均为 1 mol D. 反应进度为 1 mol
20. 按规定,下列各项不为零的是().
- A. H_2 的 $\Delta_f H_m^\ominus$ B. Cl_2 的 $\Delta_f G_m^\ominus$ C. 石墨的 $\Delta_f H_m^\ominus$ D. 金刚石的 $\Delta_f G_m^\ominus$
21. 一般而言,以下哪种情况会导致熵值较小?()
- A. 分子较复杂 B. 分子数较多
 C. 气态物质的量增加 D. 分子对称性增加
22. 对于某种纯物质,下列说法中错误的是().
- A. 升华热一定大于蒸发热 B. 升华热一定大于熔化热
 C. 熔化热一定大于蒸发热 D. 蒸发热一定大于升华热
23. 元素 S 的燃烧热与下列哪一种物质的标准生成热相等?()
- A. SO B. SO_2 C. SO_3 D. H_2SO_4
24. 下列哪一形式的 $\Delta_r H^\ominus(298. 15 \text{ K})$ 表明的是 CO_2 的 $\Delta_f H_m^\ominus(298. 15 \text{ K})$? ()
- A. $\text{CO}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) = \text{CO}_2(\text{g})$ B. $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$
 C. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ D. $2\text{C}(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$
25. $\Delta_r H^\ominus$ 近似看成不随温度变化的常数,表达化学反应的平衡常数 $K^\ominus$ 与温度有关的公式叫().
- A. 范霍夫方程 B. Gibbs 方程

C. 范德华方程

D. 玻恩-朗德方程

26. 一些无水盐的 $\Delta G_{\text{溶解}}$ 大小顺序同盐溶解度大小顺序不一致,其原因正确的是().
- A. $\Delta G_{\text{溶解}}$ 不能确定溶解限度
B. 和饱和溶液平衡的固相水合物不相一致
C. 溶解主要由热力学函数 $\Delta S_{\text{溶解}}$ 支配
D. 由溶解过程动力学因素决定
27. 不要计算和查表,在 Li_2SO_4 , K_2SO_4 , LiF , LiI , KNO_3 及 BaCO_3 各组盐中有较负的溶解熵的是().
- A. Li_2SO_4 , LiF , KNO_3
B. Li_2SO_4 , LiF , BaCO_3
C. Li_2SO_4 , LiI , BaCO_3
D. K_2SO_4 , LiI , KNO_3
28. 反应 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g}) = \text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在某温度下自发向右进行,若反应 $|\Delta H^\ominus| = 17 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $|\Delta G^\ominus| = 17 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则下列正确的是().
- A. $\Delta H^\ominus > 0$, $\Delta_r G^\ominus < 0$
B. $\Delta H^\ominus < 0$, $\Delta_r G^\ominus > 0$
C. $\Delta H^\ominus > 0$, $\Delta_r G^\ominus > 0$
D. $\Delta H^\ominus < 0$, $\Delta_r G^\ominus < 0$
29. 下列说法正确的是().
- A. 水的生成热即是 H_2 的燃烧热
B. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的生成热即是 H_2 的燃烧热
C. 水的生成热即是 O_2 的燃烧热
D. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的生成热即是 O_2 的燃烧热
30. O_2 的燃烧热应为何值?()
- A. 大于零
B. 小于零
C. 等于零
D. 不存在
31. 固体溶解于水,其溶解热与下列哪两种能量的相对值有关()?
- A. 离解能和电离能
B. 晶格能和水合能
C. 离解能和水合能
D. 晶格能和电离能
32. 等温下, $\Delta H = 0$ 的变化量().
- A. 电解
B. 电离
C. 异构化
D. 理想气体膨胀
33. 液体沸腾时,下列增加的一项是().
- A. 熵
B. 汽化热
C. 自由能
D. 蒸汽压
34. 若一个化学反应其 Gibbs 自由能变化为零,则该反应将会().
- A. 自动发生
B. 是吸热的
C. 是放热的
D. 处于平衡状态
35. 两个体积相同、温度相同的球形容器中,装有同样一种气体,当连接两容器的活塞打开时,熵变值().
- A. $\Delta S > 0$
B. $\Delta S < 0$
C. $\Delta S = 0$
D. 无法判断
36. 下列各反应中,哪个反应能在任何温度下自发进行?()
- A. $2\text{HgO}(\text{g}) = 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
C. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g})$
D. $\text{Cu}(\text{s}) + 4\text{HNO}_3(\text{aq}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
37. 已知反应: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g})$
 $\Delta_r H^\ominus = -114.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_r S^\ominus = -145.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,则下列说法正确的是().
- A. 低温下自发进行
B. 高温下自发进行
C. 任何温度下均自发进行
D. 任何温度下均不自发进行
38. $\text{CO}_2(\text{g})$ 的生成焓等于().
- A. 金刚石的燃烧热
B. 石墨的燃烧热

- $$(1) \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta_r G_1;$$

(2) $1/2\text{N}_2(\text{g}) + 3/2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta_r G_2$; 这里 $\Delta_r G_1$ 和 $\Delta_r G_2$ 的关系是()。

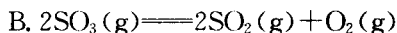
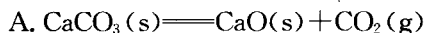
A. $\Delta_r G_1 = \Delta_r G_2$

B. $\Delta_r G_1 = \Delta_r G_2$

C. $\Delta_r G_1 = 1/2 \Delta_r G_2$

D. $\Delta_r G_1 = 2 \Delta_r G_2$

52. 下述反应在 298.15 K, $p^\ominus$ 下是非自发反应, 在高温下可变成自发反应的是()。



D. 上述所有反应

二、填空题

1. 热力学所规定的标准状态是_____。

2. Gibbs-Helmholtz 方程的表达式为_____。

3. $\Delta_r H_m^\ominus$ 的含义_____。

$\Delta_r H_m^\ominus$ 的含义_____。

4. $\Delta_r G_m^\ominus$ 的含义_____。

$\Delta_r G_m^\ominus$ 的含义_____。

$\Delta_r G_m$ 的含义_____。

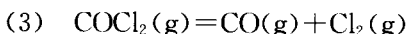
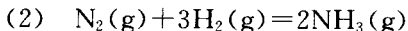
5. 焓的定义式是_____。

Gibbs 自由能的定义式是_____。

6. 理想气体的等温过程中, $\Delta H =$ _____, $\Delta U =$ _____。

7. ΔH 一般情况下不随_____而变化, 但 ΔG 则随_____而变化。

8. 若反应: (1) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$

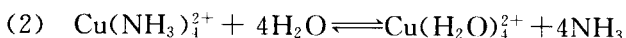
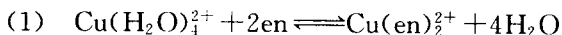


在下列两种情况下它们各自是什么过程(指恒压, 恒容)?

A. 在开口的容器中进行(1)_____ (2)_____ (3)_____。

B. 在密闭的容器中进行(1)_____ (2)_____ (3)_____。

9. 下列两个反应:



上述反应熵增大的是_____, 更稳定的配离子是_____。

10. 用正负号填写下列空格:

	变化	ΔH ΔS ΔG
(1)	固体表面吸附气	
(2)	体渗透(降温)	
(3)	$\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	
(4)	电解水	
(5)	少量 KNO_3 溶解于水(降温)	
(6)	撒 NaCl 使冰融化	

11. 对于一个化学反应, $\Delta_r H_m^\ominus =$ _____, $\Delta_r S_m^\ominus =$ _____, $\Delta_r G_m^\ominus =$ _____。

12. 可逆过程的体积功_____, 不可逆过程的功_____。

13. Gibbs 自由能的大小可以判断一个化学反应方向问题, $\Delta_r G_m = 0$ _____, $\Delta_r G_m < 0$ _____, $\Delta_r G_m > 0$ _____.
14. 熵是体系内部粒子的量度, 影响它的因素很多, 一般有(1) _____ (2) _____ (3) _____ (4) _____ (5) _____ 等.
15. 化学反应的等温式为 _____, 热力学稳定常数与标准 Gibbs 内能 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系为 _____. 因此只要求得了一个化学反应的平衡常数即可判断化学反应进行的程度.
16. 在 298.15 K 下, KNO_3 在水中的溶解度为 $6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 若将 1 mol KNO_3 置于水中, 则 KNO_3 变为盐溶液的过程的 $\Delta_r G$ 的符号为 _____, ΔS 的符号为 _____.
17. 已知, $2\text{CO}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s})$ $T = 980 \text{ K}$ 时, $\Delta G = 0$. 当假设低于 980 K 时, 估计 $\Delta G^\ominus$ 的正负符号为 _____. 所以 CO 将发生 _____ 反应, 当温度低于 980 K, 则气化生成 _____.
18. 在 298.15 K, $p^\ominus$ 下, 理想气体化学反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{g})$ 设有两种变化过程: 第一种过程是放出 10 kJ 热, 但没有做功; 第二种过程是做最大功, 且放出 2.98 kJ 热. 试填写下表:

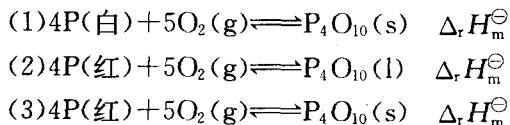
	Q	$W_{\text{体积}}$	$W_{\text{非}}$	$\Delta_r U^\ominus$	$\Delta_r H^\ominus$	$\Delta_r S^\ominus$	$\Delta_r G^\ominus$
过程 1							
过程 2							

19. 下列反应: (1) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$
 (2) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$
 (3) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g})$
 (4) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

则按 $\Delta_r S_m^\ominus$ 减小的顺序为 _____.

20. 若 3 mol 理想气体向真空膨胀, 该过程的 Q, W, ΔU , ΔH , ΔS , ΔG 中不为零的是 _____.

21. 下列反应在相同的温度和压力进行:



则 3 个反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 由大到小排列顺序为 _____.

22. 有 A, B, C, D 四个化学反应, 在 298.15 K 时的热力学函数分别为:

反应	A	B	C	D
$\Delta_r H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	10.5	1.8	-126	-11.7
$\Delta_r S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	30.0	-113	84.0	-105

则在标准状态下, 任何温度都能自发进行的是 _____, 任何温度下都不能自发进行的反应是 _____. 在其余的化学反应中, 在温度高于 _____ 时自发进行的反应是 _____, 在温度低于 _____ 时可自发进行的反应是 _____.

23. 在常温常压下, Zn 与 CuSO_4 溶液在可逆电池中进行反应, 放热 6.0 kJ, 做功 200 kJ, 则此过

程的 $\Delta_r S =$ _____ $\Delta_r G =$ _____.

24. 1.0 mol Hg(l) 在沸点 630 K 下可逆蒸发, 其蒸发热为 54.56 kJ/mol, 则 Q _____, W _____, ΔU_m _____, ΔS_m _____, ΔG_m _____.

三、问题与计算

- 理想气体恒温膨胀过程中, 热力学能不变, 是否意味着理想气体恒温膨胀过程中不做功?
- 为什么标准状态下的气体单质的熵不为零?
- 恒压条件下进行某化学反应, 若在容器中加入合适的催化剂加快了反应速率, 问该反应的热效应有无变化? 为什么?
- 不需查表: 判断下列反应中哪一个反应的熵变为正值:
 - (1) $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 - (2) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 - (3) $2\text{Cu}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CuO}(\text{s})$
 - (4) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
 - (5) $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$
 - (6) $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
 - (7) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - (8) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - (9) $\text{P}_4(\text{s}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$
 - (10) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - (11) $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - (12) $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$
 - (13) NH_4NO_3 爆炸
 - (14) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 的燃烧
 - (15) 水煤气转化
 - (16) 铁丝燃烧
 - (17) 乙炔的燃烧
 - (18) O_3 的生成
 - (19) 小苏打热分解
- 一个反应的 $\Delta_r G^\ominus$ 负值越大, 其自发进行的程度亦越大, 其化学反应的速率亦越快, 这种说法正确吗? 为什么?
- 298.15 K 和 101.325 kPa 下, $\frac{1}{2}$ mol 的 OF_2 同水反应, 放出 161.5 kJ 热量, 求反应的 $\Delta_r U_m^\ominus$ 和 $\Delta_r H_m^\ominus$.
- 反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 在恒容量热器中进行, 生成 2 mol 氨气时放出 82.7 kJ 的热量, 求反应的 $\Delta_r U_m^\ominus$ 和 298.15 K 时的反应热 $\Delta_r H_m^\ominus$.
- 已知下列热反应:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -26.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -58.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_m^\ominus = 38.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
 求化学反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$.
- 通常采用的制备高纯镍的方法是将粗镍在 323.15 K 与 CO 反应, 生成 $\text{Ni}(\text{CO})_4$, 经提纯后约在 473 K 分解得到纯镍, 已知反应的 $\Delta_r H_m^\ominus = -161 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_r S_m^\ominus = -420 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 试讨论该方法提纯镍的合理性.