

《无机及分析化学》 习题手册

刘伟明 梁振华 等/编



经济科学出版社
Economic Science Press

《无机及分析化学》

习 题 手 册

刘伟明 梁振华 等/编

经济科学出版社

目 录

第1章	分散体系	1
	一、自测题	1
	二、自测题答案	5
第2章	化学热力学基础	8
	一、自测题	8
	二、自测题答案	11
第3章	化学反应速率和化学平衡	14
	一、自测题	14
	二、自测题答案	16
第4章	物质结构	18
	一、自测题	18
	二、自测题答案	21
第5章	酸碱反应	26
	一、自测题	26
	二、自测题答案	29
第6章	沉淀反应	32
	一、自测题	32
	二、自测题答案	33
第7章	氧化还原反应及电化学基础	38
	一、自测题	38
	二、自测题答案	41
第8章	配位反应	43
	一、自测题	43
	二、自测题答案	44
第9章	主族元素	49
	一、自测题	49
	二、自测题答案	51
第10章	副族元素	56
	一、自测题	56
	二、自测题答案	58

第 11 章	分析化学基础知识	61
一、自测题		61
二、自测题答案		62
第 12 章	滴定分析法	64
一、自测题		64
二、自测题答案		68
第 13 章	重量分析法	71
一、自测题		71
二、自测题答案		72
第 14 章	吸光光度法	76
一、自测题		76
二、自测题答案		77
第 15 章	分析化学中常用的分离方法	79
一、自测题		79
二、自测题答案		81

第1章 分散体系

一、自测题

(一) 填空题

1. 一种或一种以上的物质以分子或离子形式均匀地分布在另一种物质中所形成的体系叫做分散系。被分散的物质叫做_____，分散其他物质的物质叫做_____。
2. 一定温度下，溶剂所溶解的溶质达到饱和状态时的溶液叫做_____；溶液未达到饱和状态，还能继续溶解外加的溶质，则该溶液叫做_____。
3. 溶液的形成过程包括溶剂化和扩散过程（或物理过程）。溶质在_____过程中放出热量，在_____过程中吸收热量。
4. 将0.9%（g/mL）的NaCl（分子量为58.5）溶液换算成物质的量浓度为_____ mol/L，毫渗量/升为_____ mOsmol/L。
5. 产生渗透现象必须具备的两个条件是_____，_____。影响渗透压大小的两个因素是_____，_____。
6. 临床上规定等渗溶液渗透压的范围是_____ ~ _____ mOsmol/L。0.2mol/L的葡萄糖溶液是_____ 渗溶液，0.3mol/L的葡萄糖溶液是_____ 渗溶液（填高，等，低）。
7. 人体血液中由无机盐类离子产生的渗透压称为_____ 渗透压；而由各种蛋白质产生的渗透压称为_____ 渗透压。
8. 0.9% NaCl（g/mL）的NaCl（分子量为58.5）溶液的渗透压为_____ mOsmol/L。27℃时，0.06mol/L的葡萄糖溶液与等体积0.03mol/L的NaCl溶液混合，混合液的渗透压为_____ kPa。（ $R=8.314$ ）
9. 胶体是指分散相粒子直径大小在_____ ~ _____ nm之间的分散系。促使溶胶聚沉的方法主要有三种，分别是加入电解质，_____，_____。
10. 将12.5mL 0.02mol/L的KCl溶液和25mL 0.02mol/L的AgNO₃溶液混合，制备AgCl溶胶，该胶体带_____ 电，在电场中向_____ 极移动。
11. 溶胶能保持相对稳定性的主要原因是_____ 和_____。向一溶胶中加入少量AlCl₃溶液，溶胶很快_____，同样若加入少量Fe（OH）₃胶体溶胶也很快聚沉，则该溶胶带_____ 电。
12. 高分子化合物溶液中，分散相粒子大小在_____ ~ _____ nm。
13. 医药上用于胃肠道造影的BaSO₄胶浆剂中要加足够量阿拉伯胶，这是利用了高分子化合物对_____ 的_____ 作用。

(二) 选择题

1. 由FeCl₃水解制得的Fe（OH）₃胶体的扩散层离子为（ ）。

- A. Fe^{3+} B. OH^- C. Cl^- D. H^+
2. 晚上用探照灯向天空搜索时, 会出现明亮的光柱, 原因为 ()。
- A. 空气可以看作胶体, 能产生丁达尔现象 B. 空气分子的布朗运动
C. 空气分子带电 D. 空气分子间的距离太大
3. 正常人血液的 HPO_4^{2-} 渗透压为 1mOsmol/L , 其摩尔浓度 (mol/L) 为 ()。
- A. 1 B. 0.01 C. 0.001 D. 0.0001
4. 1 毫摩尔 (180mg) 葡萄糖加水使之成为 1 升溶液, 其渗透压为 () mOsmol/L 。
- A. 180 B. 1 C. 1000 D. 100
5. 现要配制 0.5mol/L 的 NaHCO_3 溶液 500mL , 则需称取 NaHCO_3 固体 () g (NaHCO_3 分子量 84)。
- A. 21 B. 42 C. 84 D. 48
6. 下列物质的水溶液一定不属于胶体的是 ()。
- A. 蛋白质 B. 核糖核酸 C. 糖原 D. 葡萄糖
7. 下列属于非均相分散系的是 ()。
- A. 碘酒 B. 牛奶 C. NaCl 溶液 D. 葡萄糖溶液
8. 一种分散系微粒直径为 90nm , 它属于 () 分散系。
- A. 粗 B. 胶体 C. 分子 D. 离子
9. 对于布朗运动, 下列说法正确的是 ()。
- A. 溶胶粒子越大, 温度越高, 布朗运动越明显
B. 溶胶粒子越小, 温度越高, 布朗运动越明显
C. 溶胶粒子越大, 温度越低, 布朗运动越明显
D. 溶胶粒子越小, 温度越低, 布朗运动越明显
10. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒优先吸附的微粒是 ()。
- A. FeO^+ B. Fe^{3+} C. OH^- D. Cl^-
11. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶团的胶核为 ()。
- A. $(n-x)\text{Cl}^-$ B. $[\text{Fe}(\text{OH})_3]_m$ C. $n\text{FeO}^+$ D. $x\text{Cl}^-$
12. 不能使 As_2S_3 溶胶聚沉的方法是 ()。
- A. 加热 B. 加 CaCl_2 溶液 C. 加 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶 D. 加水
13. 不属于高分子化合物的是 ()。
- A. 蛋白质 B. 蔗糖 C. 淀粉 D. 聚乙烯
14. 不影响高分子化合物黏度的因素为 ()。
- A. 浓度 B. 温度 C. 压力 D. 催化剂
15. 下列叙述不正确的是 ()。
- A. 溶胶颗粒是由许多小分子组成的聚集体
B. 溶胶和高分子溶液都能产生丁达尔现象
C. 溶胶和高分子溶液都不能透过半透膜
D. 溶胶和高分子溶液黏度都很大
16. 加热蛋白质溶液时发生的变化为 ()。

- A. 盐析 B. 变性 C. 电泳 D. 丁达尔现象
17. 某患者需补充 Na^+ 0.5g, 如用生理盐水补充 Na^+ , 应输生理盐水 ()。
- A. 11.2mL B. 142.8mL C. 27.8mL D. 212.0mL
18. AlCl_3 , NaCl , CaCl_2 三种电解质对 As_2S_3 溶胶的聚沉能力大小顺序 ()。
- A. AlCl_3 CaCl_2 NaCl B. CaCl_2 AlCl_3 NaCl
C. CaCl_2 NaCl AlCl_3 D. NaCl AlCl_3 CaCl_2
19. 下列说法不正确的是 ()。
- A. 胶体颗粒大小在 1~100nm 之间 B. 胶体分散系是不均一, 透明, 稳定的
C. 胶体分散系加入电解质不易聚沉 D. 胶体分散系有丁达尔现象
20. 胶粒产生电泳现象的原因是 ()。
- A. 胶粒能发生丁达尔效应的结果
B. 由于胶粒中部分粒子带正电, 部分粒子带负电
C. 胶粒在外电场作用下带相同电荷引起的
D. 胶粒在电场中电离的结果
21. 下列微粒不能透过半透膜的是 ()。
- A. Na^+ B. H_2O C. $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n$ D. H^+
22. 产生渗透现象的条件 ()。
- A. 膜两侧物质分子量不同 B. 膜两侧溶质微粒大小不同
C. 膜两侧溶液性质不同 D. 半透膜两侧单位体积内溶剂分子数不同
23. 对于 $p_{\pi} = icRT$ 中的 i 理解正确的为 ()。
- A. 对于非电解质来说 i 都相同 B. 对于电解质来说 i 都不相同
C. 对于所有物质来说 i 都相同 D. 对于所有物质来说 i 都不同
24. 对于“毫渗量/升”的理解不正确的是 ()。
- A. 1 毫渗量/升 = 1 毫摩尔/升 (适用非电解质)
B. 临床上常用它来表示单位体积溶液中所含溶质的总颗粒数
C. 在临床上用以表示溶液渗透压大小的单位
D. 溶液中能产生渗透现象的各种溶质分子或离子的总浓度
25. 5% (g/mL) 葡萄糖溶液和 0.9% (g/mL) NaCl 溶液的渗透压比较, 正确的为 ()。
- A. 前较后为高渗 B. 等渗 C. 前较后为低渗 D. 无法比较
26. 某溶液为 290mOsmol/L, 其溶液相对于血浆来说 ()。
- A. 为高渗液 B. 为低渗液 C. 为等渗液 D. 无法比较
27. 输液时产生了溶血现象, 一般是由于 () 造成。
- A. 输入了高渗溶液 B. 输入了低渗溶液
C. 输入了等渗溶液 D. 输液杀死了细胞
28. 2mol/LKCl 与 2mol/L CaCl_2 间用半透膜隔开, 水分子渗透的方向为 ()。
- A. $\text{KCl} \rightarrow \text{CaCl}_2$ B. $\text{KCl} \leftarrow \text{CaCl}_2$ C. $\text{CaCl}_2 = \text{KCl}$ D. 无法确定
29. 比较 0.5mol/L 葡萄糖与 1mol/L 蔗糖的渗透压大小 ()。
- A. 前者 > 后者 B. 前者 = 后者 C. 前者 < 后者 D. 无法确定

30. 渗透现象是溶剂分子通过半透膜 ()。
- A. 由高浓度向低浓度溶液扩散
B. 由低浓度向高浓度溶液扩散
C. 高浓度和低浓度溶液相互扩散, 速度相同
D. 高浓度和低浓度溶液相互扩散, 速度不相同
31. 关于半透膜的叙述中, 正确的是 ()。
- A. 半透膜是一个具有选择透过性的薄膜
B. 半透膜是人工合成的多孔性薄膜
C. 半透膜是无选择透过性薄膜
D. 半透膜可以让葡萄糖分子通过
32. 下列说法正确的是 ()。
- A. 渗透压与溶液的浓度成正比
B. 渗透压与溶液的温度成正比
C. 渗透压与溶质的分子量成正比
D. 在一定温度下, 渗透压与溶液中单位体积的微粒数成正比
33. 今有① $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖), ② $C_{12}H_{22}O_{11}$ (蔗糖) 和③NaCl 三种溶液, 它们的浓度都是 1%, 比较它们的渗透压 ()。
- A. ① > ② > ③ B. ② > ① > ③ C. ③ > ① > ② D. ③ > ② > ①
34. 9g/L 的 NaCl 溶液与血浆相比是 ()。
- A. 高渗液 B. 低渗液 C. 等渗液 D. 都不是
35. 下面实验事实中, 与胶体溶液性质没有直接关系的是 ()。
- A. 混浊泥水放入明矾, 可以使其澄清
B. 含少量硫磺的酒精溶液, 加入大量的水所形成白色浑浊溶液, 即使用滤纸过滤也不能过滤分离
C. 蛋白质水溶液加大量硫酸铵饱和溶液产生沉淀
D. 蔗糖的稀溶液加酸并加热, 产生还原性物质

(三) 简答题

1. 在临床上, 溶液的等渗、低渗和高渗是如何定义的? 输入过多高渗、低渗溶液时, 会出现哪些情况?
2. 下列溶液用半透膜隔开, 指出水分子的渗透方向。
- (1) 2mol/L 葡萄糖与 2mol/L 蔗糖
(2) 0.2mol/L 氯化钠与 0.1mol/L 氯化钙
3. 碘化银溶胶是 AgI 和过量 $AgNO_3$ 形成的, 试写出碘化银胶体的胶团结构。
4. 为什么高分子化合物溶液对溶胶具有保护作用?

(四) 计算题

1. 大量输液用的葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) 注射液, 药典的规格是 0.5L 溶液中含结晶葡萄糖 25g,

试求它的物质的量浓度和质量浓度。(C₆H₁₂O₆分子量 180)

- 今化验某病员 3.0mL 血液中含 K⁺ 0.585mg, 求此病员血液中 K⁺ 的 mmol/L。
- 临床上纠正酸中毒时, 常使用乳酸钠 (NaC₃H₅O₃) 注射液, 它的规格是每支 20mL 注射液中含乳酸钠 2.24g, 问此乳酸钠注射液的物质的量浓度是多少? (乳酸钠分子量 112)
- 欲配制 2g/L 的硫酸铜 (CuSO₄) 溶液 2000mL 作为治疗磷中毒的催吐剂, 问需要结晶硫酸铜 (CuSO₄ · 5H₂O) 多少克? (CuSO₄ 分子量 160, CuSO₄ · 5H₂O 分子量 250)
- 正常人血浆中每 100mL 含 Na⁺ 326mg, HCO₃⁻ 164.7mg, 问它们的物质的量浓度各为多少? (用 mmol/L 表示)
- 某患者补液需用 100g/L 葡萄糖溶液 500mL, 现有 500g/L 和 50g/L 两种葡萄糖溶液, 问需要这两种葡萄糖溶液各多少毫升?
- 在容积为 10.0L 的真空钢瓶内充入氯气, 当温度为 298.15K 时, 测得瓶内气体的压力为 1.0×10^7 Pa, 试计算钢瓶内氯气的质量。
- 一氧气瓶的容积是 32L, 其中氧气的压力为 13.2×10^3 kPa。规定瓶内氧气压力降至 1.01×10^3 时就要充氧气, 以防混入别的气体。今有实验设备每天需用 101.325kPa 氧气 400L, 问一瓶氧气能用几天。

二、自测题答案

(一) 填空题

- 分散质, 分散剂
- 饱和溶液, 不饱和溶液
- 溶剂化, 扩散
- 0.154, 308
- 有半透膜存在, 半透膜两侧单位体积内溶剂分子数不同, 温度, 浓度
- 280 ~ 320, 低, 等
- 晶体, 胶体
- 308, 149.4
- 1, 100, 加热, 加入带相反电荷的溶胶
- 正, 阴
- 胶粒带电, 水化膜存在, 聚沉, 负
- 1, 100
- 溶胶, 保护

(二) 选择题

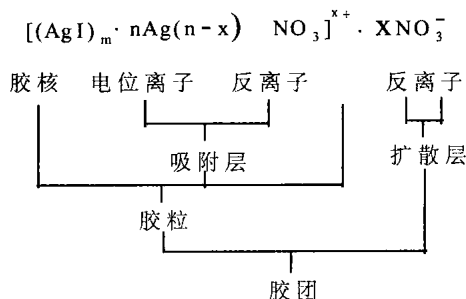
- C
- A
- C
- B
- A
- D
- B
- B
- B
- A
- B
- D
- B
- D
- B
- A
- C
- C
- C
- D
- A
- B
- B
- C
- B
- A
- D
- C
- D

(三) 简答题

1. 答: 正常血浆的渗透压约为 300mmol/L, 故临床上规定: 凡渗透压在 280 ~ 320mmol/L 范围内的溶液称为等渗溶液, 凡低于 280mmol/L 的溶液称为低渗溶液, 高于 320mmol/L 的溶液称为高渗溶液。输入低渗溶液时, 会使红细胞破裂出现溶血现象; 输入高渗溶液时, 红细胞皱缩易粘合在一起而成“团块”, 这些“团块”是产生“血栓”的原因之一。

2. 答: (1) 不产生渗透现象, 渗透压相等。(2) 由 0.1mol/L 氯化钙溶液向 0.2mol/L 氯化钠溶液渗透。

3. 答:



4. 答: 保护作用是由于高分子化合物易被吸附在胶粒表面, 形成保护层, 另外高分子化合物的水化能力使外面形成水化膜, 阻止了胶粒的聚集, 从而增强了溶胶的稳定性。

(四) 计算题

1. 解: 物质的量浓度为:

$$\frac{25\text{g}/198\text{g/mol}}{0.5\text{L}} = 0.25\text{mol/L}$$

25g 结晶葡萄糖中含有葡萄糖质量为:

$$\frac{25 \times 180}{198} = 22.7(\text{g})$$

质量浓度为:

$$\frac{22.7}{0.5} = 45.4$$

2. 解: 血钾浓度:

$$\frac{0.585 \times 1000}{3 \times 39.0} = 5\text{mmol/L}$$

3. 解: 2.24g 乳酸钠相当的物质的量为: $2.24/112 = 0.02(\text{mol})$

乳酸钠注射液的物质的量浓度为: $0.02/0.02 = 1(\text{mol})$

4. 解: 配制 2000ml 2g/L 的该溶液需硫酸铜为: $2\text{L} \times 2\text{g/L} = 4\text{g}$

4g CuSO_4 相当于 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量为:

$$\frac{4 \times 249.5}{159.5} = 6.28(\text{g})$$

5. 解: Na^+ 的物质的量为 $326/23 = 14.17\text{mmol}$

Na^+ 的物质的量浓度为 $14.17/0.1 = 142\text{mmol}$

HCO_3^- 的物质的量为 $164.7/61 = 2.7\text{mmol}$

HCO_3^- 物质的量浓度为 $2.7/0.1 = 27\text{mmol/L}$

6. 解: 设需 500g/mL 葡萄糖液 $V_1\text{mL}$, 需 50g/mL 葡萄糖液 $V_2\text{mL}$

$$V_2 = 500 - V_1$$

$$\text{则 } 500V_1 + 50(500 - V_1) = 100(V_1 + 500 - V_1)$$

$$450V_1 = 50000 - 25000$$

$$V_1 = 55.6 \text{ (mL)} \quad V_2 = 444.4 \text{ (mL)}$$

7. 解：氯气质量为 $2.9 \times 10^3 \text{ g}$ 。

8. 解：一瓶氧气可用天数为：

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{(p - p_1)V_1}{p_2 V_2} = \frac{(13.2 \times 10^3 - 1.01 \times 10^3) \text{ kPa} \times 32 \text{ L}}{101.325 \text{ kPa} \times 400 \text{ L} \times \text{d}^{-1}} = 9.6 \text{ d}$$

第2章 化学热力学基础

一、自测题

(一) 选择题

- 对于封闭体系，体系与环境间（ ）。
A. 既有物质交换，又有能量交换 B. 没有物质交换，只有能量交换
C. 既没物质交换，又没能量交换 D. 没有能量交换，只有物质交换
- 按通常规定，标准生成焓为零的物质为（ ）。
A. $\text{Cl}_2(\text{l})$ B. $\text{Br}_2(\text{g})$ C. $\text{N}_2(\text{g})$ D. $\text{I}_2(\text{g})$
- 下列各项与变化途径有关的是（ ）。
A. 内能 B. 焓 C. 自由能 D. 功
- 热力学温度为零时，任何完美的晶体物质的熵为（ ）。
A. 零 B. $1\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ C. 大于零 D. 不确定
- 环境对系统作 10kJ 的功，且系统又从环境获得 5kJ 的热量，问系统内能变化是多少（ ）。
A. -15kJ B. -5kJ C. $+5\text{kJ}$ D. $+15\text{kJ}$
- 等温等压过程在高温不自发进行而在低温时可自发进行的条件是（ ）。
A. $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ B. $\Delta H > 0, \Delta S < 0$
C. $\Delta H < 0, \Delta S > 0$ D. $\Delta H > 0, \Delta S > 0$
- 下列反应中哪个是表示 $\Delta H = \Delta H_f^\circ(\text{AgBr}, \text{s})$ 的反应（ ）。
A. $\text{Ag}(\text{aq}) + \text{Br}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgBr}(\text{s})$ B. $2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AgBr}(\text{s})$
C. $\text{Ag}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{l}) \rightleftharpoons 1/2 \text{AgBr}(\text{s})$ D. $\text{Ag}(\text{s}) + 1/2 \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AgBr}(\text{s})$
- 已知 $\Delta_f H_m^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) = -1676\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则标准态时， 108g 的 $\text{Al}(\text{s})$ 完全燃烧生成 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ 时的热效应为（ ）。(原子量 Al: 27 O: 16)
A. 1676kJ B. -1676kJ C. 3352kJ D. -3352kJ
- 对于盖斯定律，下列表述不正确的是（ ）。
A. 盖斯定律反应了体系从一个状态变化到另一状态的总能量变化
B. 盖斯定律反应了体系状态变化时其焓变只与体系的始态终态有关，而与所经历的步骤和途径无关
C. 盖斯定律反应了体系状态变化时其熵变只与体系的始终态有关，而与所经历的步骤和途径无关
D. 盖斯定律反应了体系状态变化时其自由能变只与体系的始终态有关，而与所经历的步骤和途径无关

10. 室温下, 稳定状态的单质的标准熵为 ()。
- A. 零 B. $1\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ C. 大于零 D. 不确定
11. 热化学方程式 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta_r H_m(298) = -92.2\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示 ()。
- A. $1\text{molN}_2(\text{g})$ 和 $3\text{molH}_2(\text{g})$ 反应可放出 92.2kJ 的热量;
 B. 在标况下, $1\text{molN}_2(\text{g})$ 和 $3\text{molH}_2(\text{g})$ 完全作用后, 生成 $2\text{molNH}_3(\text{g})$ 可放出 92.2kJ 的热;
 C. 按上述计量关系进行时生成 $1\text{molNH}_3(\text{g})$ 可放热 92.2kJ ;
 D. 它表明在任何条件下 NH_3 的合成过程是一放热反应。
12. 已知:
- $$4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}); \quad \Delta G = -1480\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- $$4\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}); \quad \Delta G = -80\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- 则 $\Delta G(\text{Fe}_3\text{O}_4, \text{s})$ 的值是 () $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- A. -1013 B. -3040 C. 3040 D. 1013
13. 热力学第一定律的数学表达式 $\Delta U = Q + W$ 只适用于 ()。
- A. 理想气体 B. 孤立体系 C. 封闭体系 D. 敞开体系
14. 已知反应 B 和 A 和反应 B 和 C 的标准自由能变分别为 ΔG_1 和 ΔG_2 , 则反应 A 和 C 的标准自由能变 ΔG 为 ()。
- A. $\Delta G = \Delta G_1 + \Delta G_2$ B. $\Delta G = \Delta G_1 - \Delta G_2$
 C. $\Delta G = \Delta G_2 - \Delta G_1$ D. $\Delta G = 2\Delta G_1 - \Delta G_2$
15. 某化学反应其 ΔH 为 $-122\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ΔS 为 $-231\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 则此反应在下列情况下自发进行的是 ()。
- A. 在任何温度下自发进行 B. 在任何温度下都不自发进行
 C. 仅在高温下自发进行 D. 仅在低温下自发进行
16. 已知反应 $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CuO}(\text{s})$ 在 300K 时, 其 $\Delta G = -107.9\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 400K 时, $\Delta G = -95.33\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该反应的 ΔH 和 ΔS 近似各为 ()。
- A. $187.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $-0.126\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 B. $-187.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $0.126\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 C. $-145.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $-0.126\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 D. $145.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $-0.126\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
17. 已知 298K 时 $\text{NH}_3(\text{g})$ 的 $\Delta H = -46.19\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 的 ΔS 为 $-198\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 欲使此反应在标准状态时能自发进行, 所需温度条件为 ()。
- A. $<193\text{K}$ B. $<466\text{K}$ C. $>193\text{K}$ D. $>466\text{K}$
18. 金属铝是一种强还原剂, 它可将其他金属氧化物还原为金属单质, 其本身被氧化为 Al_2O_3 , 则 298K 时, $1\text{molFe}_2\text{O}_3$ 和 1molCuO 被 Al 还原的 ΔG 分别为 ()。
- A. $839.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-839.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ C. $397.3\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $-393.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ E. $-1192 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(已知: $\Delta G(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{s}) = -1582 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$\Delta G(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{s}) = -742.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta G(\text{CuO}, \text{s}) = -130 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

19. 在 732K 时反应 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ 的 ΔG 为 $-20.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ΔH 为 $154 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应的 ΔS 为 () $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。
- A. 587 B. -587 C. 239 D. -239
20. 化学反应在任何温度下都不能自发进行时, 其 ()。
- A. 焓变和熵变两者都是负的 B. 焓变和熵变两者都是正的
- C. 焓变是正的, 熵变是负的 D. 焓变是负的, 熵变是正的
21. 关于熵, 下列叙述中正确的是 ()。
- A. 0K 时, 纯物质的标准熵 $S = 0$
- B. 单质的 $S = 0$, 单质的 ΔH 和 ΔG 均等于零
- C. 在一个反应中, 随着生成物的增加, 熵增大
- D. $\Delta S > 0$ 的反应总是自发进行的

(二) 计算题

1. 1 mol O_2 于 298.2K 时: (1) 由 101.3kPa 等温可逆压缩到 608.0kPa, 求 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔG 、 ΔS 和 $\Delta S_{\text{孤立}}$; (2) 若自始至终用 608.0kPa 的外压, 等温压缩到终态, 求上述个热力学量的变化。
2. 试计算 298.15K, 标准态下的反应: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$, $\Delta_r G_m^\ominus$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus$, 并计算 298.15K 时 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $S_m^\ominus$ 。
3. 利用附录Ⅲ的数据, 判断下列反应在标准态下能否自发进行。
- (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (2) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (3) $\text{PbO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
4. 已知标准态下, $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 的离解能分别为 $434.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $869.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{NH}_3(\text{g})$ 的生成热为 $46.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。求: $\text{N}(\text{g}) + 3\text{H}(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g})$ 的反应热。
5. 计算下列体系热力学能的变化:
- (1) 体系放出 2.5kJ 的热量, 并且对环境作功 0.5kJ;
- (2) 体系放出 6.5kJ 的热量, 环境对体系作功 3.5kJ。
6. 在 $p^\ominus = 101.325 \text{ kPa}$ 和 1158K 下, 分解 1.0 mol CaCO_3 需消耗热量 165kJ, 试计算此过程的 W , ΔU 和 ΔH 。 CaCO_3 的分解反应方程式为:
- $$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
7. 在 298K, 101.325kPa 下, 反应 $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 能否自发进行? 若分解 1 克 $\text{SO}_3(\text{g})$ 为 $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$, 其 ΔG 是多少?

(已知: $\Delta G(\text{SO}_3, \text{g}) = -370 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$\Delta G(\text{SO}_2, \text{g}) = -300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta G(\text{O}_2, \text{g}) = 0$

8. 利用附录3的数据, 判断下列反应: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

(1) 在 298.15K 下能否自发进行?

(2) 在 597.15K 下能否自发进行?

(3) 求该反应能自发进行的最低温度。

9. 已知在 298K 时:

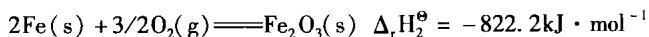
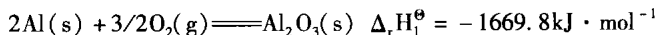


$\Delta H (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ -1118 0 0 -242

$S (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$ 146 130 27 189

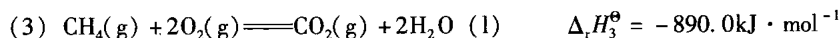
求: 反应在 298K 时的 ΔG 是多少?

10. 已知 298K 时:



求: $2\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ 的 $\Delta_r H_3^\ominus$, 若上述反应产生 1.00kg 的 Fe, 能放出多少热量。

11. 已知:



求: 反应 $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_4(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 值。

12. 在 298.15K 及 101.235kPa 时, 环丙烷 C_3H_6 、C (石墨)、 $\text{H}_2(\text{g})$ 的标准摩尔燃烧焓分别为 -2092. -393.5 及 -285.8 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若已知丙烯 C_3H_6 在 298.15K 时的 $\Delta_f H_m^\ominus = 20.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 求: (1) 由石墨与氢气生成环丙烷在 298.15K 时的 $\Delta_f H_m^\ominus$; (2) 298.15K 时环丙烷异构为丙烯反应 ($\text{C}_3\text{H}_6 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$) 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 。

二、自测题答案

(一) 选择题

1. B 2. C 3. D 4. A 5. D 6. A 7. C 8. D 9. A 10. C 11. B
12. A 13. C 14. C 15. D 16. C 17. B 18. A 19. C 20. C 21. A

(二) 计算题

1. 解: (1) $\Delta U = \Delta H = 0$, $Q = W = -4442\text{J}$, $\Delta G = 4442\text{J}$, $\Delta S_{\text{体系}} = -14.9\text{J}$;

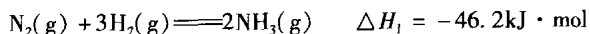
(2) $\Delta U = \Delta H = 0$, $Q = W = -12396\text{J}$, $\Delta G = 4442\text{J}$, $\Delta S_{\text{体系}} = -14.9\text{J}$ 。

2. 解: $\Delta_r H_m^\ominus = -41.2\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta_r G_m^\ominus = -28.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

$\Delta_r S_m^\ominus = -42.26\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $S_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 189.1\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3. 解: (1) $-74.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (2) $0.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (3) $-69.2\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

4. 解: 根据已知



以上3式相加得 $\text{N}(\text{g}) + 3\text{H}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = -1123.95\text{kJ} \cdot \text{mol}$$

5. 解: (1) -3kJ (2) -3kJ

6. 解: $W = 9.6\text{kJ}$ $\Delta U = 155.4\text{kJ}$ $\Delta H = 165\text{kJ}$

7. 解: 因 $\Delta G < 0$, 是自发的, 而 $\Delta G > 0$ 是非自发的, 即

$$\begin{aligned} \Delta G &= 2\Delta G(\text{SO}_2, \text{g}) - 2\Delta G(\text{SO}_3, \text{g}) \\ &= 2 \times (-300) - 2 \times (-370) = 140\text{kJ} \cdot \text{mol} > 0 \end{aligned}$$

所以在已知条件下反应是非自发的, 分解1克 $\text{SO}_3(\text{g})$ 的量为:

$$\Delta G = \frac{140}{2 \times (32 + 48)} = 0.875\text{kJ}$$

8. 解: (1) 不自发; (2) 自发; (3) 363K 。

9. 解: $\text{Fe}_3\text{O}(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

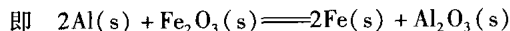
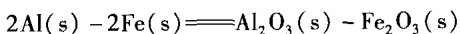
$$\Delta H = 4 \times (-242) - (-1118) = 150\text{kJ} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta S = 4 \times 189 + 3 \times 27 - 130 \times 4 - 146 = 171\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$= 150 - 298 \times 171 \times 10 = 99\text{kJ} \cdot \text{mol}$$

10. 解: ① - ②式得:



$$\Delta_r H_3^\ominus = \Delta_r H_1^\ominus - \Delta_r H_2^\ominus$$

$$= -1669.8 + 822.2 = -847.6\text{kJ} \cdot \text{mol}$$

则产生 2mol Fe 时放热 847.6kJ , 产生 1kg Fe 时可放热。

$$Q = \frac{1000}{56} \times \frac{847.6}{2} = -75678 (\text{kJ})$$

11. 解: $\Delta_r H_m^\ominus = -75.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

12. 解: (1) $\Delta_r H_m^\ominus = 54.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (2) $\Delta_r H_m^\ominus = -33.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$