

《基础化学》期中考试试卷

课程代码	C	H	M	1	0	7	0	0	T
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

班级: _____ 姓名: _____ 学号: _____ 任课教师: _____ 分数: _____

题号	一	二	三	四	五	总分
得分						

一、判断题: (每空 1 分, 共 12 分)

- (×) 1. 由于 BI_3 为非极性分子, 所以 BI_3 分子中无极性键。
- (×) 2. 同核双原子分子双键的键能等于其单键键能的两倍。
- (√) 3. 主量子数为 4 时, 有 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 和 $4f$ 四种原子轨道。
- (×) 4. 过渡元素的原子的电子填充顺序是先填 $3d$ 然后填 $4s$, 所以失去电子时也是按照这个次序。
- (×) 5. 第八族元素的基态价电子层排布式为 $(n-1)d^6 ns^2$ 。
- (×) 6. 元素原子在化合物中形成共价键的数目等于该基态原子未成对的电子数。
- (×) 7. 18 电子构型阳离子相应元素在周期表中的位置主要为 ds 区。
- (×) 8. pH 值为 3.29 的溶液中的 H^+ 浓度值为 $5.13 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。
- (×) 9. 在恒温恒容条件下, 对于一可逆反应, 增大某反应物浓度, 则该反应物的转化率增大。
- (√) 10. 一个可逆反应的平衡常数与反应物的起始浓度和分压无关。
- (√) 11. 当向某未达到平衡的反应体系中加入正催化剂时 (其他条件不变), 反应速率会增加, 反应物的平衡转化率不变。
- (×) 12. 单质的 $\Delta_f G_m^\theta$ 、 $\Delta_f H_m^\theta$ 和 S_m^θ 均为零。

二、选择题：（每题 2 分，共 20 分）

1. NH_3 和 CCl_4 之间的分子间作用力包括 ()
A. 取向力和色散力
B. 取向力、诱导力、色散力和氢键
C. 诱导力和色散力
D. 取向力、诱导力和色散力
2. 下列各组用四个量子数来描述核外电子的运动状态，合理的是 ()
A. $n=3$ $l=3$ $m=2$ $m_s=-1/2$
B. $n=3$ $l=2$ $m=2$ $m_s=+1/2$
C. $n=4$ $l=2$ $m=3$ $m_s=+1/2$
D. $n=2$ $l=1$ $m=1$ $m_s=-1$
3. 下列轨道上的电子在 xy 平面上出现的几率密度为 0 的是 ()
A. $3d_{z^2}$
B. $3d_{x^2-y^2}$
C. $3s$
D. $3p_z$
4. 对离子或原子半径大小的判断不正确的是 ()
A. $r(\text{S}) > r(\text{Cl})$
B. $r(\text{Fe}^{2+}) > r(\text{Fe}^{3+})$
C. $r(\text{Cl}^-) < r(\text{K}^+)$
D. $r(\text{Fe}) < r(\text{Cr})$
5. 某一可逆反应正反应的活化能为 $15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，其逆反应的活化能是 ()
A. $-15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $>15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $<15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 无法判断
6. 减少偶然误差的方法是 ()
A. 增加平行测定次数
B. 作对照实验
C. 做空白实验
D. 进行仪器校正
7. 在某温度下， $\text{AB}(\text{g}) + \text{CD}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AC}(\text{g}) + \text{BD}(\text{g})$ ， 1 mol 化合物 AB 与 1 mol 化合物 CD 参与反应并达到平衡，AB 和 CD 都有 $3/4$ 被转化了，体积不变，则该反应的平衡常数是 ()
A. $9/16$
B. $1/9$
C. 9
D. 无法判断
8. 反应 $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_3(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\theta = -40.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，反应达到平衡时，下列因素中可使平衡逆向移动的是 ()
A. 保持 T 和 V 不变，压入氖气
B. 保持 p 和 T 不变，压入氦气
C. 保持 V 和 p 不变， T 减小
D. 保持 T 不变，使 V 减小
9. 下列物质中 $\Delta_f H_m^\theta$ 为零的是 ()
A. 石墨, 白磷
B. 石墨, 红磷
C. 金刚石, 白磷
D. 金刚石, 红磷
10. 某基元反应 $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})$ 达到平衡时，如果压强增大一倍，则正反应速率增加 ()
A. $m+n$ 倍
B. mn 倍
C. 2^m+2^n 倍
D. 2^{m+n} 倍

三、填空：（每空 1 分，共 20 分）

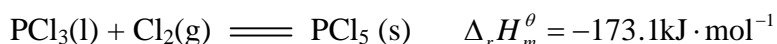
1. 在 NH_3 、 HF 、 H_3BO_3 、 HNO_3 、 CHF_3 、 C_6H_6 中，能够形成分子内氢键的是 HNO_3 ，形成分子间氢键的是 NH_3 、 HF 、 H_3BO_3 。

2. CH_4 、 NH_3 、 BF_3 、 H_2O 分子中，键角由大到小的顺序为 $\text{BF}_3 > \text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$ 。

3. 当 $n = 4$ 时，电子层的最大电子容量为 32，4f 电子实际在第 六 周期中开始出现。

4. CaCl_2 、 NaCl 、 MnCl_2 、 ZnCl_2 按离子极化大小排列 ZnCl_2 、 MnCl_2 、 CaCl_2 、 NaCl 。

5. 已知 $2\text{P}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{PCl}_3(\text{l}) \quad \Delta_r H_m^\theta = -634.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



求 $\text{PCl}_5(\text{s})$ 的 $\Delta_f H_m^\theta = -490.3$ 或 $-490.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

6. 封闭体系吸热 1000 J，对环境做 540 J 的功，则体系的热力学能的变化 460J。

7. $\frac{1.20 \times (112.6 - 1.240)}{5.4375} = 24.5$ 。

8. 在一定温度下，密闭容器中，加入一定量的 NO_2 ，发生 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 反应，经过一段时间达到平衡，其最终压强为初始压强的 85%。则 NO_2 的转化率为 30%。

9. 因为正催化剂参与反应中，降低了反应的活化能，所以可以使反应速率增加。

10. 反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 的压力平衡常数的表达式

$$K_p = \frac{(p_{\text{NH}_3})^2}{(p_{\text{N}_2})(p_{\text{H}_2})^3}, \text{ 单位为 } \text{Pa}^{-2}。$$

11. 某反应的 $\Delta_r H_m^\theta(298.15\text{K}) = 146.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_r S_m^\theta(298.15\text{K}) = 110.4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，则反应的转变温度为 1322K。

12. 将少量 NH_4NO_3 溶于水，这是一个吸热的过程，则 $\Delta G < 0$ 和 $\Delta S > 0$ 。（请填写 >, <, =）

13. 反应 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ 的活化能为 $117 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, O_3 的 $\Delta_f H_m^\theta = 142 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则该反应的 $\Delta_r H_m^\theta = -284 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 逆反应的活化能为 $401 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

14. 对于基元反应 $\text{NO} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{NOBr}_2$, 根据质量作用定律写出反应的速率方程的表达式 $v = k \cdot (C_{\text{NO}}) \cdot (C_{\text{Br}_2})$, 并写出速率常数 k 的单位为 $\text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。

四、填表题（每空 0.5 分，共 18 分）

1. 完成下列分子或离子的电子结构分析（6 分）

物质	价层电子对数	分子空间构型	中心原子杂化类型	是否有极性
ICl_3	5	T 型	不等性 sp^3d	有
ClO_3^-	4	三角锥	不等性 sp^3	有
POCl_3	4	四面体	sp^3	有

2. 完成下列原子的电子结构分析（6 分）

原子序数	价电子结构式	周期	族	区	最高氧化值
47	$4d^{10}5s^1$	5	IB	ds	+1
25	$3d^54s^2$	4	VIIB	d	+7
35	$4s^24p^5$	4	VIIA	p	+7

3. 完成下列配合物的电子结构分析（注：en 代表乙二胺）（6 分）

配合物	命名	配位原子	配位数	磁矩	中心离子杂化类型	内轨型/外轨型	空间构型
$\text{K}_3[\text{CoCl}_6]$	六氯合钴(III)酸三钾	Cl	6	5.5 B.M.	sp^3d^2	外轨型	八面体
$[\text{Pt}(\text{CO}_3)(\text{NH}_3)(\text{en})]$	一碳酸根.一氨.一乙二胺合铂(II)	O、N	4	0 B.M.	dsp^2	内轨型	平面四边形

五、计算题：（共 4 道题，总分 30 分）

1. 对一种物质有效成份的含量进行平行测定，结果为 10.17%，10.04%，10.19%，10.17%，10.14%，10.15%。请对数据分析后，计算(1) 结果的平均值；(2) 平均偏差和标准偏差；(3) 平均值的标准偏差和置信度为 95%的平均值的置信区间。（8 分）

Q 值表

测定次数	4	5	6
$Q_{0.95}$	0.84	0.73	0.64

t 分布表

$f=n-1$	置信度 95%
4	2.776
5	2.571
6	2.447

解：将测量值由小到大排列

10.04%，10.14%，10.15%，10.17%，10.17%，10.19%

极差 $R=10.19\%-10.04\%=0.15\%$

对于 10.19%

$$Q_{\text{计}} = \frac{x_n - x_{n-1}}{R} = \frac{10.19\% - 10.17\%}{0.15\%} = 0.13$$

$$Q_{\text{计}} = 0.13 < Q(P=95\%, n=6) = 0.64 \quad \text{不舍去}$$

对于 10.04%

$$Q_{\text{计}} = \frac{x_2 - x_1}{R} = \frac{10.14\% - 10.04\%}{0.15\%} = 0.67$$

$$Q_{\text{计}} = 0.67 > Q(P=95\%, n=6) = 0.64 \quad \text{舍去}$$

排除 10.04%后，再做统计分析

$$\bar{x} = \frac{10.14\% + 10.15\% + 10.17\% + 10.17\% + 10.19\%}{5} = 10.16\%$$

$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{5} = \frac{0.02\% + 0.01\% + 0.01\% + 0.01\% + 0.03\%}{5}$$

$$= 0.02\%$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.02\%^2 + 0.01\%^2 + 0.01\%^2 + 0.01\%^2 + 0.03\%^2}{5-1}}$$

$$= 0.02\%$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.02\%}{\sqrt{5}} = 0.01\%$$

$n=5, P=95\%$, 查表 $t=2.776$

$$\mu = \bar{x} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = 10.16\% \pm 2.776 \times \frac{0.02\%}{\sqrt{5}}$$

$$= 10.16\% \pm 0.02\%$$

置信区间为 [10.14%~10.18%]

2. 已知 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在 973K 时， $K^\theta = 3.00 \times 10^{-2}$ ，在 1173K

时, $K^\theta = 1.00$,

问: (1) 上述反应是吸热反应还是放热反应? (2) 该反应的 $\Delta_r H_m^\theta$ 是多少? (6 分)

解: 由于温度上升时 K^θ 增大的, 该反应为吸热反应。

2 分

按照下式

$$\ln \frac{K_2^\theta(1173\text{K})}{K_1^\theta(973\text{K})} = \frac{\Delta_r H_m^\theta}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \text{代入数值计算}$$

公式

2 分

$$\ln \frac{1.00}{3.00 \times 10^{-2}} = \frac{\Delta_r H_m^\theta}{8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{1}{973\text{K}} - \frac{1}{1173\text{K}} \right)$$

所以结果 $\Delta_r H_m^\theta = 1.66 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.66 \times 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

结果

2 分

3. 反应: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 在 760K 时的平衡常数 K^θ 为 33.3。若将 50.0 克的 PCl_5 注入容积为 3.00 dm^3 的密闭容器中, 求平衡时 PCl_5 的分解百分数。此时容器中的压力是多少? 已知 PCl_5 的分子量为 208。(8 分)

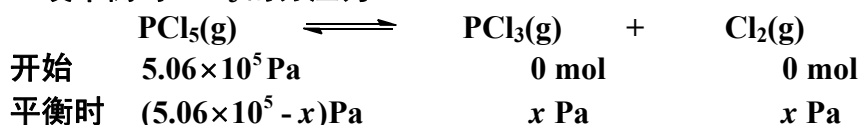
解: 刚开始 PCl_5 未分解时的压力为

$$p = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{\frac{50.0\text{g}}{208\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 760\text{K}}{3.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

2 分

$= 5.06 \times 10^5 \text{ Pa}$

设平衡时 PCl_3 的分压为 $x \text{ Pa}$



2 分

$$K^\theta = \frac{[p(\text{PCl}_3)/p^\theta] \times [p(\text{Cl}_2)/p^\theta]}{[p(\text{PCl}_5)/p^\theta]} = \frac{(x/10^5)(x/10^5)}{[(5.06 \times 10^5 - x)/10^5]}$$

$= 33.3$

整理得到方程 $x^2 + 3.33 \times 10^6 - 1.68 \times 10^{12} = 0$

2 分

解得 $x = 4.45 \times 10^5 \text{ Pa}$

所以 PCl_5 的分解百分数 $= \frac{4.45 \times 10^5 \text{ Pa}}{5.06 \times 10^5 \text{ Pa}} \times 100\% = 87.9\%$

1 分

平衡时总压力为 $4.45 \times 10^5 \text{ Pa} + 5.06 \times 10^5 \text{ Pa} = 9.51 \times 10^5 \text{ Pa}$

1 分

4. 一化学反应, 当其温度由 300K 升温到 310K 时, 其反应速率加快到 10 倍。

(1) 求此反应的活化能?

(2) 在 300K 下, 如果加入催化剂后, 其活化能减小了 20%, 问加入催化剂后, 反应速率增大了多少倍。(8 分)

解: 按照下式计算

$$\ln \frac{k_2(310\text{K})}{k_1(300\text{K})} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \text{代入数值} \quad 3 \text{ 分}$$

$$\ln \frac{10}{1} = \frac{E_a}{8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{1}{300 \text{ K}} - \frac{1}{310 \text{ K}} \right)$$

$$\text{整理得到 } E_a = 1.78 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.78 \times 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 按下式计算

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_{a2}}{RT} - \left(-\frac{E_{a1}}{RT} \right) = \frac{E_{a1} - E_{a2}}{RT}$$
$$= \frac{E_{a1} - 0.80E_{a1}}{RT} = \frac{(1-0.80) \times 1.78 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 14.3 \quad 3 \text{ 分}$$

$$\text{所以 } \frac{k_2}{k_1} = e^{14.3} = 1.62 \times 10^6 \text{ 倍} \quad 1 \text{ 分}$$