

南京航空航天大学

二〇一〇年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 物理化学

说明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

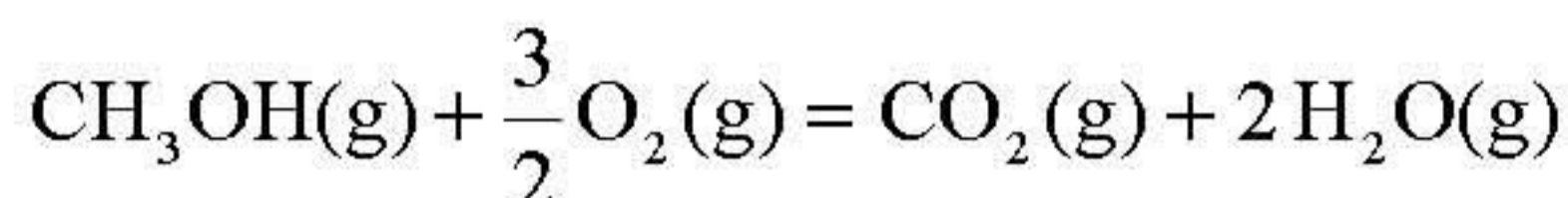
一. 填空题 (共 50 个空格, 每空格 1 分, 本题共计 50 分)

1. 秋天的晨露, 是由于秋夜气温降低, 使得大气中水蒸气的分压_____其饱和蒸气压, 因而结出露珠; 白天, 阳光照射, 气温上升, 使得大气中水蒸气的分压_____其饱和蒸气压, 因而水分蒸发, 露珠消失。
2. 各种不同的真实气体, 若_____和_____分别相同, 就可认为处于相同的对应状态。
3. 盖斯定律指出: 一个确定的化学反应, 其_____或_____过程的热只取决于过程的始态和末态, 与过程经过的途径无关。这实际上反映的是状态函数的基本性质, 并不能说明热是状态函数。
4. 焦耳实验表明: 理想气体的恒温膨胀过程的 ΔU _____0; ΔH _____0。
5. 焦耳-汤姆逊实验表明: 真实气体的 H , 不仅仅是 T 的函数, 还是_____的函数; 真实气体的 U , 也不仅仅是 T 的函数, 还是_____的函数。
6. 在绝热、恒容、非体积功为零的系统中发生反应 $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$, 使系统的温度升高、压力变大。此过程的 ΔU _____0, ΔS _____0。
7. 亥姆霍兹函数判据适用于恒温、_____、非体积功为零的过程, 吉布斯函数判据则适用于恒温、_____、非体积功为零的过程。
8. 对于确定的环境 (低温热源) 温度, 若要使得传出的同样热量可做的功更多, 则热机的燃烧温度应尽量_____; 另一方面, 采用水冷方式的热机比空气冷却得到更低温度的低温热源, 故其做功更_____。
9. 1mol 水在 100°C 和 101.325kPa 时全部蒸发为水蒸气, 此过程的 ΔU _____0, ΔG _____0。
10. 任一组分在全部组成范围内都服从拉乌尔定律的液态混合物称为_____; 其混合吉布斯函数 $\Delta_{\text{mix}}G$ _____0。
11. 根据溶液中溶剂的化学势公式可知, 溶液中溶剂的化学势_____同温度时纯溶剂的化学势, 由此导致溶液_____、凝固点降低、沸点上升等依数性性质。
12. 求算真实气体的逸度, 可根据真实气体的对比温度和_____, 在普遍化逸度因子图上查得相应的逸度因子, 再乘以_____, 即可得真实气体的逸度。
13. 当反应商 J _____标准平衡常数 K^\ominus 时, $\Delta_r G_m > 0$, 反应_____进行。

14. 求算某一反应的标准平衡常数 K^\ominus , 除了利用各个物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_c H_m^\ominus$ 、 S_m^\ominus 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 、 $c_{p,m}$ 等热力学数据求得 $\Delta_r G_m^\ominus$ 进而得到 K^\ominus 以外, 还可利用相关化学反应的 _____ 或由实验测得 _____ 来计算。
15. 反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, 若升高温度, 其标准平衡常数 K^\ominus 将 _____, 其化学平衡将 _____ 移动。
16. 对于由 A、B、C、D 组成的四组分系统, 在指定的压力下, 最多可以有 _____ 个自由度, 它们分别是 _____、_____、_____ 和 _____。
17. 物质 A 与 B 可形成低共沸混合物 E, 已知纯 A 的沸点小于纯 B 的沸点, 若将任意比例的 A+B 混合物在一个精馏塔中精馏, 在塔顶的馏出物是 _____ 或 _____。
18. 液体 A 与液体 B 不相混溶, 在一定温度 T 下, 当有 B 存在并且达到平衡时, 液体 A 的蒸汽压与纯液体 A 的蒸汽压之间的关系为 _____; 液体混合物的总蒸汽压等于 _____。
19. 在一般情况下, 电位梯度只影响电解质溶液中离子的 _____; 电位梯度增加时 _____ 运动加快。
20. 夏季有时久旱无雨, 甚至天空有乌云仍不下雨。从表面化学的观点看其原因是 _____。所谓人工降雨措施的有效性就在于增加 _____ 的尺寸。
21. 一个玻璃毛细管分别插入 25°C 和 75°C 的水中, 则毛细管中的水在两不同温度水中上升的高度何者更高? _____。
22. 某一级反应, 35min 时反应物消耗 30% , 则 5h 后反应物剩余的百分数为 _____, 此时反应物的转化率为 _____。
23. 憎液固体的表面不能为液体所润湿, 其相应的接触角 θ _____ 90° 。
24. 可以直接用来求 Ag_2SO_4 的溶度积的电池是下列电池中的哪一个? _____
- (A) $\text{Pt} | \text{H}_2(\text{p}) | \text{H}_2\text{SO}_4(\text{a}) | \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) | \text{Ag}$;
- (B) $\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{a}) || \text{K}_2\text{SO}_4(\text{a}) | \text{PbSO}_4(\text{s}), \text{Pb}(\text{s})$;
- (C) $\text{Ag}(\text{s}), \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) | \text{K}_2\text{SO}_4(\text{a}) || \text{HCl}(\text{a}) | \text{AgCl}(\text{s}), \text{Ag}(\text{s})$;
- (D) $\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{a}) || \text{H}_2\text{SO}_4(\text{a}) | \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}), \text{Ag}(\text{s})$
25. 若某反应速率常数 k 的量纲是 $[\text{浓度}] \cdot [\text{时间}]^{-1}$, 则该反应是 _____ 级反应, 其半衰期与 _____ 成正比。

二. 计算题 (共 10 题, 每题 10 分, 本题共计 100 分)

1. 已知干燥空气中各组分气体的体积分数分别为: N_2 0.7810, O_2 0.2095, Ar 0.0092, CO_2 0.0003, 又已知 $25^\circ C$ 时水的饱和蒸气压为 3.17 kPa, N 的相对原子质量为 14.01, O 的相对原子质量为 16.00, Ar 的相对原子质量为 39.95, C 的相对原子质量为 12.01, H 的相对原子质量为 1.008, 求被水蒸气饱和的空气在 $25^\circ C$ 和 100 kPa 时的密度。
2. 某种火箭中的燃烧反应为:



求 $500^\circ C$ 时该反应的恒压热效应。已知热化学数据如下表:

物 质	$\Delta_f H_m^\ominus / (kJ \cdot mol^{-1})$	$c_{p,m} / (J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1})$
$CH_3OH(g)$	-201.2	59.2
$O_2(g)$	0	30.99
$CO_2(g)$	-393.51	43.77
$H_2O(g)$	-241.84	35.18

3. 已知苯在其正常沸点 $80.1^\circ C$ 时的摩尔蒸发焓 $\Delta_{vap} H_m$ 为 $30.878 kJ/mol$, 气态苯的摩尔定压热容 $c_{p,m} = (-1.71 + 324.77 \times 10^{-3} \times T) J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$, 液态苯的平均摩尔定压热容 $c_{p,m} = 142.7 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$, 求在 $40.1^\circ C$ 、101.325 kPa 时, 液态苯蒸发为气态苯的 ΔS_m^\ominus 。
4. 已知 $25^\circ C$ 时气体在水中的亨利系数 $k(O_2) = 4.40 GPa$ ($1 GPa = 10^9 Pa$), $k(N_2) = 8.68 GPa$, 求 $25^\circ C$ 时被 101.325 kPa 空气饱和的 1000 g 水中含有的氧气和氮气的质量, 设空气中仅含有氧气和氮气, 且两种气体的体积分数分别为: N_2 0.790, O_2 0.210。
5. 已知五氯化磷的分解反应: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$, 在 $250^\circ C$ 时, $K^\ominus = 1.78$, 若需得到 0.200 mol 的 Cl_2 , 在 1000 mL 容器内应放入多少摩尔的 PCl_5 ?
6. $90^\circ C$ 时, 甲苯的蒸汽压为 53.3 kPa, 1,2-二甲苯的蒸汽压为 20 kPa。计算当压力为 50 kPa 时, 在 $90^\circ C$ 沸腾的上述二组分混合物系统的液相组成和气相组成各为多少?
7. 请根据以下反应机理, 用稳定态法导出 AH 分解的反应速率方程, 并指出对 AH 的反应级数:
- (1) $AH \xrightarrow{k_1} A\cdot + H\cdot$
 (2) $A\cdot \xrightarrow{k_2} B\cdot + C$
 (3) $AH + B\cdot \xrightarrow{k_3} A\cdot + D$
 (4) $A\cdot + B\cdot \xrightarrow{k_4} P$
8. 已知下列电对的标准电极电势:

$Ag/AgCl, +0.22V$, $Co^{3+}/Co^{2+}, +1.81V$, $Co^{2+}/Co, -0.28V$ 。

计算基于反应 $Co^{3+}(aq) + 3Cl^{-} + 3Ag(s) \rightarrow 3AgCl(s) + Co(s)$ 所构成的电池的标准电动势。

9. 环氧乙烷的分解是一级反应。380℃的半衰期为 363min, 反应的活化能为 217.57kJ·mol⁻¹。试求该反应在 450℃条件下完成 75%所需要的时间。
10. 硫酸钡饱和溶液在 298 K 时的电导率为 $4.580 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$, 制备该溶液所用水的电导率为 $1.5200 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。又已知 $\Lambda_m^{\infty} < 1/2Ba(NO_3)_2, 298 \text{ K} > = 1.3510 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Lambda_m^{\infty} (1/2H_2SO_4, 298 \text{ K}) = 4.2950 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Lambda_m^{\infty} (HNO_3, 298K) = 4.2110 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。计算硫酸钡的溶解度。