

南京航空航天大学

2017 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 630

满分: 150 分

科目名称: 物理化学

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、 填空题 (本题 60 分。每空格 1 分)

1. 在理想气体模型中, 分子间的相互作用力 F 、相互作用势能 E 都是_____的函数。
2. 临界温度 T_c 是气体能够液化所允许的_____ (最高或者最低) 温度, 临界温度 T_c 时的饱和蒸气压称为_____。
3. 今有 20°C 的乙烷和丁烷混合气体, 充入体积为 400 cm^3 的真空容器中, 直至压力为 101.325 kPa , 测得混合气体的质量为 0.7794 g , 则乙烷的摩尔分数为_____, 丁烷的摩尔分数为_____。
4. 通常处理真实气体的 pVT 关系可用有一定物理模型的半经验方程, 其中最具有代表的是_____方程, 该方程中修正项分别代表_____和_____。
5. 物理化学中按照系统内部物质变化的类型, 将过程分为单纯 pVT 变化、_____和_____。
6. 理想气体膨胀时, 在恒温可逆过程中, 系统对环境做功的绝对值比不可逆过程的要_____ (大或小); 气体被压缩时, 在恒温可逆过程中, 环境对系统做功比不可逆过程的要_____ (大或小)。
7. 节流膨胀是在_____条件下, 气体的始末态压力分别保持恒定不变情况下的膨胀过程。在室温和常压情况下, 多数气体经过节流膨胀后产生_____ (致冷效应或致热效应), 而氢气等少数气体产生_____ (致冷效应或致热效应)。
8. 自发过程都是具有_____, 都是热力学_____ (可逆或不可逆) 过程。
9. 冬季利用热泵从室外 273K 的环境吸热, 向室内 291K 的房间供热, 若每分钟用 100 kJ 的功开动热泵, 则热泵每分钟向室内最多供热_____ kJ 。
10. 绝热容器中有一隔板, 将 3 mol 的 N_2 和 2 mol 的 O_2 隔开, 两边皆为 300K , 1 dm^3 , 求抽掉隔板后混合过程中的系统熵变 $_{\text{mix}}S=_____$ 。
11. 在理想稀溶液中, 溶质的相对含量趋于零, 则溶剂符合_____定律, 溶质符合_____定律。

_____定律。

12. 始态为 300 K、压力为 200 kPa 的 1mol 某双原子理想气体，经过恒容冷却使压力降至 100 kPa，再恒压加热至 300 K，这该过程的 $Q =$ _____， $\Delta S =$ _____。

13. 理想稀溶液的依数性包括：_____、_____、_____和渗透压。

14. 对于反应 $C(s) + H_2O(g) = CO(g) + H_2(g)$ ，在恒温时减小系统的总压力，其标准平衡常数 K^θ 将_____，其化学平衡将_____移动。

15. 对于反应 $C(s) + H_2O(g) = CO(g) + H_2(g)$ ，在恒温恒压下向反应系统中通入氦气，其标准平衡常数 K^θ 将_____，其化学平衡将_____移动。

16. 过渡状态理论认为，相对于反应物，过渡状态不仅拥有_____的能量，而且在_____上也发生了变化，使之更加易于转化为反应产物。

17. 界面张力也被称为_____。界面张力还等同于比界面吉布斯函数，其定义是增加_____所致的系统吉布斯函数的增量。

18. 液体在固体表面的接触角变小时，液滴的外形趋向于_____，此时固体的表面能相对于接触角变小前更加_____。

19. 恒温下，一个会受到电场强度影响的系统，当电场强度恒定时，相律的数学表达式一般为_____；此时对于双组份系统，相数最少时的自由度为_____。

20. 根据统计热力学观点，真实气体的分（原）子称为_____子，它们是_____分辨的。

21. 设浓度为 $0.1250 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的某电解质溶液的电导率为 $2.250 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ ，该电导率等同于单位体积溶液的_____，此溶液的摩尔电导率为_____ $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

22. 一般来说，当温度上升时，弯曲液面的曲率将_____，这是因为_____。

23. 某连串反应： $A \rightarrow B \rightarrow C$ ，随着反应进行，若希望 B 的数量尽可能多，则要求第一步反应与第二步反应的速率常数之比的数值_____；在此条件下，系统中 C 的数量将_____。

24. 在新相生成前后，系统要经历亚稳态。亚稳态通常有四种，它们分别是：过热液体；_____；过饱和溶液和_____。

25. Langmuir 等温吸附模型的 4 条基本假设如下：_____；固体表面均匀；被吸附分子间无相互作用；吸脱附处于动态平衡。该模型常用来描述_____吸附行为。

26. 统计热力学所定义的相依子之间存在_____。相依子系统的例子之一是_____。

27. 当电极发生极化时, 其电位数值会偏离_____, 对于原电池而言, 电极极化的存在将导致电池的输出能力_____。

28. 某电池反应的 $\Delta_r S$ 在 25°C 时为 -30 J/K, 则该电池在 25°C 下可逆工作时将_____ (填吸热或放热), 当该电池工作时, 其与环境交换的热量的绝对值最多为_____。

29. 链反应是复合反应, 维持链反应能持续进行的步骤是_____。若通过加入某种物质来终止一个链反应, 该物质必须具备_____的能力。

30. 当在水中加入表面活性剂形成溶液后, 表面活性剂溶质在溶液表面层的浓度相比于溶液本体_____, 这种表面层与溶液本体之间的溶质浓度差别被称为_____。

二、 计算题 (本题 90 分。共 9 题, 每题 10 分)

1. 已知水的平均定压摩尔热容 $C_{p,m}=75.72 \text{ J/Kmol}$, 水在 100°C、101.325kPa 时的摩尔蒸发焓 $\Delta_{\text{vap}}H_m=40.668 \text{ kJ/mol}$, H 的相对原子质量为 1.0079, O 的相对原子质量为 15.999, 现于一个绝热良好的量热计中放置一块 15°C、212g 的金属块, 并在 101.325kPa 条件下通入一定量的 100°C 的水蒸气, 最后金属块温度达到 97.6°C, 且有 3.91g 的水凝结于金属块表面, 求此金属块的平均热容。

2. 在 273.2 K 和 1.0 MPa 压力下, 10 dm^3 的理想气体, 用下列几种不同方式膨胀到最后压力为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, (1)等温可逆膨胀; (2)绝热可逆膨胀; (3)在外压恒定为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下绝热膨胀; 试计算上述各过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 。假定 $C_{v,m}=12.47 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, 且与温度无关。

3. 60°C 时甲醇的饱和蒸气压是 83.4 kPa, 乙醇的饱和蒸气压是 47.0 kPa, 二者可以形成理想的液态混合物。若混合物的组成为两者的质量分数各为 50%, 求此时混合物的平衡蒸气组成, 以摩尔分数表示。[H 的相对原子质量为 1.0079, O 的相对原子质量为 15.999, C 的相对原子质量为 12.017。]

4. 25°C、200 kPa 下, 将 4 mol 的纯 A(g)放入带有活塞的密闭容器中, 达到如下化学平衡: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ 。已知平衡时 $n_A=1.697 \text{ mol}$, $n_B=4.606 \text{ mol}$ 。

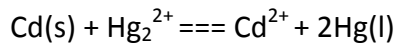
(1)求该温度下反应的 K^θ 和 $\Delta_r G_m^\theta$

(2)若总压为 50 kPa, 求平衡时 A 和 B 物质的量。

5. 固体 CO₂ 的饱和蒸汽压在 -103℃时等于 10.226kPa, 在 -78.5℃时等于 101.325kPa, 求:

(1) CO₂ 的升华热; (2) 在-90℃时 CO₂ 的饱和蒸汽压。

6. 实验测得, 具有下列电池反应的可逆电池, 其电动势与温度的关系式为:



$$E_t = [0.6708 + 1.02 \times 10^{-4}(t/^\circ\text{C} - 25) - 2.4 \times 10^{-6}(t/^\circ\text{C} - 25)^2] \text{V}$$

求该反应在 40℃时的 $\Delta_r H_m^\theta$ 、 $\Delta_r G_m^\theta$ 、 $\Delta_r S_m^\theta$ 。

7. 水的正常沸点为 100℃。另已知 80℃时水的饱和蒸汽压为 47.343kPa。测得某高原地区的大气压为 56.323kPa, 试估算水在该地的沸点。

8. 已知 H 的相对原子质量为 1.0079, O 的相对原子质量为 15.999, C 的相对原子质量为 12.0107。60℃时甲醇的饱和蒸汽压为 83.4kPa, 乙醇的饱和蒸汽压为 47.0kPa, 二者可形成理想液态混合物。若此混合物中二者的质量分数均为 0.5, 求 60℃时在此混合物的平衡蒸气中甲醇和乙醇的摩尔分数。

9. 有下列 298K 下的标准电极电势等数据如下:

$$\text{Tl}^+ / \text{Tl} : -0.34\text{V}; \quad \text{Cd}^{2+} / \text{Cd} : -0.40\text{V}; \quad K_{sp(\text{TlCl})} = 1.6 \times 10^{-3}$$

试写出下列电池的阳极反应、阴极反应和电池反应, 并计算电池的标准电动势和电动势:

