

北京市联合命题

2020 年硕士学位研究生入学考试试题

(物理化学)

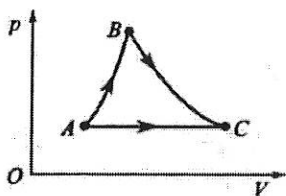
所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

●需使用计算器

□不使用计算器

一、选择一个正确的答案……………(每小题 3 分, 共计 60 分)

1. 如下图所示, $A \rightarrow B$ 和 $A \rightarrow C$ 均为理想气体变化过程, 若 B 、 C 在同一条绝热线上, 那么 ΔU_{AB} 和 ΔU_{AC} 的关系是 ()。



- A. $\Delta U_{AB} > \Delta U_{AC}$; B. $\Delta U_{AB} < \Delta U_{AC}$;
C. $\Delta U_{AB} = \Delta U_{AC}$; D. 无法比较二者大小。
2. 关于焓的性质, 下列说法中正确的是 ()。
A. 焓是系统内含有的热能, 所以常称它为热焓;
B. 焓是能量, 它遵守热力学第一定律;
C. 系统的焓值等于热力学能加体积功;
D. 焓的增量只与系统的始末态有关。
3. 在下列过程中, $\Delta G = \Delta A$ 的是 ()。
(注: G 为吉布斯自由能, A 为亥姆霍兹自由能)
A. 液体等温蒸发; B. 气体绝热可逆膨胀;
C. 理想气体在等温下混合; D. 等温等压下的化学反应。
4. 过饱和溶液中溶质的化学势与纯溶质的化学势相比, 它们的关系为 ()。
A. 前者高于后者; B. 前者低于后者;
C. 二者相等; D. 不可比较。
5. 关于亨利定律常数, 下列说法中正确的是 ()。
A. 其值与温度、浓度和压力有关;
B. 其值与温度、溶质性质和浓度有关;
C. 其值与温度、溶剂性质和浓度有关;
D. 其值与温度、溶剂和溶质性质及组成的标度有关。
6. 热力学基本方程 $dG = -SdT + Vdp$ 可适用于下列哪一个过程 ()。

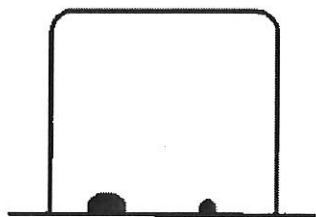
- A. 298K, 标准状况的水蒸发过程;
B. 理想气体向真空膨胀;
C. 电解水制取氢;
D. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 未达平衡。
7. 在一定温度下, 水、苯和苯甲酸平衡共存的系统中, 可以同时共存的最大相数是 ()。
A. 3; B. 4; C. 5; D. 6。
8. 在标准压力下, 用水蒸气蒸馏法提纯某不溶于水的有机物时, 系统的沸点 ()。
A. 一定低于 373.2K; B. 取决于水与有机物的相对数量;
C. 一定高于 373.2K; D. 取决于有机物的相对分子质量的大小。
9. 理想气体反应 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 为 $41.84 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。要增加 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 的产率可以采用下述哪种措施 ()。
A. 降低温度; B. 提高压力;
C. 提高温度; D. 定温定容加入惰性气体。
10. 下列措施中肯定使理想气体反应的标准平衡常数改变的是 ()。
A. 增加某种产物的浓度; B. 加入反应物;
C. 加入惰性气体; D. 改变反应温度。
11. 下列关于电解质溶液导电特点的描述中, 不正确的是 ()。
A. 其电阻随温度的升高而升高;
B. 其电阻随温度的升高而下降;
C. 导电的原因是离子的存在;
D. 当电流通过时, 在电极上有化学反应发生。
12. 用电导仪测未知溶液的电导, 将一定浓度的标准 KCl 溶液注入电导池中进行测定, 其目的是 ()。
A. 做空白试验; B. 校正零点;
C. 求电导池常数; D. 做工作曲线。
13. 满足电池可逆条件意味着 ()。
A. 电池内通过的电流比较大; B. 没有电流通过电池;
C. 有限电流通过电池; D. 电池通过无限小的电流。
14. 下列关于电解池的两个电极特征的说明中, 不正确的是 ()。
A. 在阳极, 其电势较高, 进行氧化反应;
B. 电子密度较低的电极, 称为阴极;
C. 电子密度较高的电极, 进行还原反应;
D. 在阴极进行还原反应。
15. 气体反应的简单碰撞理论的要点是 ()。

- A. 气体分子可看成硬球，一经碰撞就能引起反应；
 B. 反应物分子必须互相碰撞，且限于一定方向才能引起反应；
 C. 反应物分子只要互相迎面碰撞就能引起反应；
 D. 一对分子具有足够能量的迎面碰撞才能引起反应。
16. 下列叙述中正确的是 ()。
 A. 非基元反应是由若干基元反应组成的；
 B. 反应速率方程中各物质浓度的指数等于反应方程式中计量数时，此反应为基元反应；
 C. 反应级数等于反应物在反应方程式中计量数之和；
 D. 反应速率与反应物浓度的乘积成正比。
17. 将一毛细管插入水中，毛细管中水面上升 5cm，在水面上端 3cm 处将毛细管折断，这时毛细管上端 ()。
 A. 水从上端溢出；
 B. 水面呈凸形弯液面；
 C. 水面呈凹形弯液面；
 D. 水面呈水平面。
18. 溶液表面的吸附现象和固体表面的吸附现象的明显区别是 ()。
 A. 固体表面的吸附量大，溶液表面的吸附量小；
 B. 溶液表面的吸附量大，固体表面的吸附量小；
 C. 溶液表面可以产生负吸附，固体表面不产生负吸附；
 D. 固体表面的吸附与压力有关，溶液表面的吸附与压力无关。
19. 对于 AgCl 的水溶胶，当以 AgNO_3 为稳定剂时，胶粒的结构是 ()。
 A. $(\text{AgCl})_m$ ；
 B. $[(\text{AgCl})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3]^{x+} \cdot x\text{NO}_3^-$ ；
 C. $(\text{AgCl})_m \cdot n\text{Ag}^+$ ；
 D. $[(\text{AgCl})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3]^{x+}$ 。
20. 溶胶的稳定性与溶胶浓度的关系是 ()。
 A. 浓度升高稳定性降低；
 B. 浓度升高稳定性增加；
 C. 不能确定；
 D. 与浓度无关。

二、回答下列问题（本题共计 30 分，每小题 6 分）。

- “当系统的温度升高时就一定吸热，而温度不变时系统既不吸热也不放热”，这种说法对否？请举例说明。
 - 物质偏摩尔量与摩尔量有什么异同点？
 - 说明 Arrhenius 活化能 E_a 、碰撞理论的阈能 E_c 、过渡状态的能垒 E_b 这三个物理量之间的相同点、不同点及相互关系。
 - 如下图所示，在一个抽成真空的玻璃容器中，放有大小不等的圆球形汞滴，试问经长
- 考试科目：物理化学

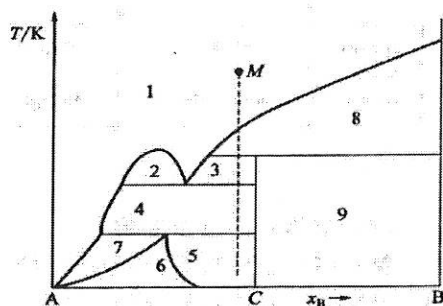
时间的恒温放置后，将会出现什么现象？



5. 如何理解溶胶是动力学上的稳定而热力学上不稳定的系统，有聚沉不稳定的特性？丁铎尔效应的实质是什么？

三、相图题（本题共计 15 分）

A 和 B 二组分体系的 T (凝固点)- x (组成) 图如下图所示。(1) 请标明各数字区域的平衡相态及条件自由度 F^* ，(2) 画出 M 点的步冷曲线。



四、计算题（本题共计 45 分，每小题 15 分）。

1. 试判断在 268 K、 $1p^\ominus$ 下过冷液体苯能否自动凝固。已知液态苯的正常凝固点是 278 K，此时 $\Delta_f H_m^\ominus = 9940 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。液态苯的 $C_{p,m}(\text{l}) = 127 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，固态苯的 $C_{p,m}(\text{s}) = 123 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2. 在 298 K 时，电池 $\text{Pt}|\text{H}_2(1p^\ominus)|\text{NaOH}(a)|\text{HgO}(\text{s})|\text{Hg}(\text{l})$ 的电动势 $E = 0.9261 \text{ V}$ 。又知反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta_r G_m^\ominus = -237.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

试计算下列反应平衡时氧气的分压。 $2\text{HgO}(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$

3. 对于简单的一级反应 $\text{A} \longrightarrow \text{P}$ ，当反应在 27 °C 时，经过 5000 s 后，反应物的浓度减少到初始值的一半；当反应在 37 °C 时，经过 1000 s，反应物的浓度减少到初始值的一半。试计算：

- (1) 27 °C 时反应的速率常数；
- (2) 在 37 °C 反应时，当反应物浓度降低到其初始值的四分之一时所需的时间；
- (3) 该反应的活化能 E_a （设活化能和温度无关）。