

全国重点名校系列

新版

# 全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年中国矿业大学

(徐州) 648物理化学A考研精品资料【第1册,  
共2册】

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点  
考研笔记 突破难点  
核心题库 强化训练  
模拟试题 查漏补缺

高分子长学姐推荐



## 【初试】2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

### 一、中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研真题汇编及考研大纲

#### 1. 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2008-2011 年考研真题，暂无答案。

说明：分析历年考研真题可以把握出题脉络，了解考题难度、风格，侧重点等，为考研复习指明方向。

#### 2. 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲

①2023 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲。

②2022 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的首选资料，本项为免费提供。

### 二、2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研资料

#### 3. 《物理化学》考研相关资料

##### （1）《物理化学》[笔记+课件+提纲]

①2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 之《物理化学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段必备资料。

②2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 之《物理化学》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，非本校课件，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 之《物理化学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

#### 4. 《物理化学》考研相关资料

##### （1）《物理化学》[笔记+提纲]

①2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 之《物理化学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段必备资料。

②2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 之《物理化学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

#### 5. 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库（含答案）

①2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库之选择题精编。

②2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库之简答题精编。

③2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库之计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

#### 6. 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研题库[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习必备。

③2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺必备资料。

### 三、电子版资料全国统一零售价

7. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

特别说明：

①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。

②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

### 四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

8. 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研初试参考书

《物理化学》（第六版），天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2017 年；

《物理化学》（第六版），上、下册，傅献彩、沈文霞、侯文华编，高等教育出版社，2022 年。

### 五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

化工学院：化学

选择题、简答题、计算题

#### 版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 备考信息.....</b>	<b>6</b>
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研初试参考书目.....	6
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研招生适用院系及考试题型.....	6
<b>中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 历年真题汇编.....</b>	<b>7</b>
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2011 年考研真题（暂无答案）.....	7
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2010 年考研真题（暂无答案）.....	12
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2009 年考研真题（暂无答案）.....	18
中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2008 年考研真题（暂无答案）.....	22
<b>中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲.....</b>	<b>27</b>
2022 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲.....	27
2023 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲.....	28
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心笔记.....</b>	<b>29</b>
<b>《物理化学》考研核心笔记.....</b>	<b>29</b>
第 1 章 气体的 pVT 关系.....	29
考研提纲及考试要求.....	29
考研核心笔记.....	29
第 2 章 热力学第一定律.....	37
考研提纲及考试要求.....	37
考研核心笔记.....	37
第 3 章 热力学第二定律.....	48
考研提纲及考试要求.....	48
考研核心笔记.....	48
第 4 章 多组分系统热力学.....	62
考研提纲及考试要求.....	62
考研核心笔记.....	62
第 5 章 化学平衡.....	74
考研提纲及考试要求.....	74
考研核心笔记.....	74
第 6 章 相平衡.....	80
考研提纲及考试要求.....	80
考研核心笔记.....	80
第 7 章 电化学.....	89
考研提纲及考试要求.....	89

考研核心笔记.....	89
第 8 章 量子力学基础.....	104
考研提纲及考试要求.....	104
考研核心笔记.....	104
第 9 章 统计热力学初步.....	121
考研提纲及考试要求.....	121
考研核心笔记.....	121
第 10 章 界面化学.....	138
考研提纲及考试要求.....	138
考研核心笔记.....	138
第 11 章 化学动力学.....	153
考研提纲及考试要求.....	153
考研核心笔记.....	153
第 12 章 胶体化学.....	173
考研提纲及考试要求.....	173
考研核心笔记.....	173
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研辅导课件.....</b>	<b>191</b>
《物理化学》考研辅导课件.....	191
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研复习提纲.....</b>	<b>321</b>
《物理化学》考研复习提纲.....	321
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库.....</b>	<b>329</b>
物理化学考研核心题库之选择题精编.....	329
物理化学考研核心题库之简答题精编.....	356
物理化学考研核心题库之计算题精编.....	388

## 2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 备考信息

### 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研初试参考书目

《物理化学》（第六版），天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2017 年；  
《物理化学》（第六版），上、下册，傅献彩、沈文霞、侯文华编，高等教育出版社，2022 年。

### 中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研招生适用院系及考试题型

化工学院：化学

选择题、简答题、计算题

中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A2011 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学

2011 年硕士研究生入学考试初试试题

科目代码： 648 科目名称： 物理化学 满分： 150 分

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、单项选择题（本大题 25 小题，每小题 2 分，共计 50 分）

- 已知  $H_2$  的临界温度  $t_c = -239.9^\circ C$ ，临界压力  $p_c = 1.297 \times 10^3 kPa$ 。有一氢气钢瓶，在  $-50^\circ C$  时瓶中  $H_2$  的压力为  $p_c = 1.216 \times 10^4 kPa$ ，则  $H_2$  一定是（ ）态  
(A) 气 (B) 液 (C) 气-液两相平衡 (D) 无法确定其状态
- 组分 A 与 B 形成真实液态混合物，在 T 温度时测得气相总蒸汽压为 100kPa，其中组分 B 的摩尔分数  $y_B = 0.8$ ，该温度下纯 A 液体的饱和蒸汽压  $P_A^* = 110kPa$ ，则组分 A 在液相中活度  $a_A =$ （ ）。  
(A) 0.09 (B) 0.18 (C) 0.82 (D) 0.91
- 天空中的水滴大小不等，在运动中，这些水滴的变化趋势为：（ ）  
(A) 大水滴分散成小水滴 (B) 大水滴变大，小水滴缩小  
(C) 大小水滴的变化没有规律 (D) 液滴越小其饱和蒸汽压越小
- $CuSO_4$  与水可生成  $CuSO_4 \cdot H_2O$ ， $CuSO_4 \cdot 3H_2O$ ， $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  三种水合物，则在一定温度下与水蒸气平衡的含水盐最多为（ ）  
(A) 0 种 (B) 1 种 (C) 2 种 (D) 3 种
- 平行反应  $A \xrightarrow{k_1} B(I)$ ， $A \xrightarrow{k_2} C(II)$ ，已知反应 I 的活化能  $E_1$  大于反应 II 的活化能  $E_2$ ，以下措施中不能改变产物中 B 和 C 的比例的是（ ）  
(A) 提高反应温度 (B) 延长反应时间  
(C) 加入适当催化剂 (D) 降低反应温度
- 已知  $25^\circ C$  时，金刚石的标准摩尔生成焓  $\Delta_f H_m^\ominus = 1.90 kJ \cdot mol^{-1}$ ，石墨的标准摩尔燃烧焓  $\Delta_c H_m^\ominus = -393.51 kJ \cdot mol^{-1}$ ，则金刚石的标准摩尔燃烧焓  $\Delta_c H_m^\ominus$ （ ）  
(A)  $-391.61 kJ \cdot mol^{-1}$  (B)  $-393.51 kJ \cdot mol^{-1}$



- (C)  $-395.41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (D) 无法确定
7. 冰的熔点随压力的减小而 ( )  
(A) 升高 (B) 降低 (C) 不变 (D) 不确定
8. 关于偏摩尔量, 下面的叙述中不正确的是 ( )  
(A) 偏摩尔量的数值可以是正数、负数和零  
(B) 溶液中各部分的偏摩尔量之间符合吉布斯-杜亥姆关系式  
(C) 除摩尔吉布斯自由能外, 其它偏摩尔量都不等于化学势  
(D) 溶液中每一种广度性质都有偏摩尔量, 而且都不等于其摩尔量
9. 某复杂反应的表现速率常数  $k$  与各基元反应速率常数之间的关系为  $k = k_2 \left( \frac{k_1}{2k_3} \right)^{\frac{3}{2}}$ , 则表现活化能与各基元反应的活化能之间的关系为: ( )  
(A)  $E_c = E_2 + \frac{3}{2}(E_1 - 2E_3)$  (B)  $E_c = E_2 + (E_1 - 2E_3)^{\frac{3}{2}}$   
(C)  $E_c = E_2 + \frac{3}{2}(E_1 - E_3)$  (D)  $E_c = E_2 \left( \frac{E_1}{2E_3} \right)^{\frac{3}{2}}$
10. 一定量的某理想气体从同一始态出发, 经绝热可逆压缩与恒温可逆压缩到相同终态体积  $V_2$ , 则  $P_2$  (恒温) ( )  $P_2$  (绝热)  
(A) 小于 (B) 大于 (C) 等于 (D) 不能确定
11. 已知某气相反应  $2A \rightarrow 2B + C$  的速率常数  $k$  的单位为  $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在一定温度下开始反应时,  $c_{A,0} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。若 A 反应掉  $1/2 c_{A,0}$  所需时间  $t_{1/2}$  与反应掉  $3/4 c_{A,0}$  所需时间只差为 500s, 则  $t_{1/2} =$  ( )  
(A) 250s (B) 500s (C) 750s (D) 不能确定
11. 已知某气相反应  $2A \rightarrow 2B + C$  的速率常数  $k$  的单位为  $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在一定温度下开始反应时,  $c_{A,0} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。若 A 反应掉  $1/2 c_{A,0}$  所需时间  $t_{1/2}$  与反应掉  $3/4 c_{A,0}$  所需时间只差为 500s, 则  $t_{1/2} =$  ( )  
(A) 250s (B) 500s (C) 750s (D) 不能确定
12. 一定温度下, 液体形成不同的分散体系时将具有不同的饱和蒸气压。分别以  $p_r$ ,  $p_m$ ,  $p_\Delta$  表示形成平液面、凹液面和凸液面对应的饱和蒸气压, 则 ( )  
(A)  $p_r > p_m > p_\Delta$  (B)  $p_m > p_r > p_\Delta$   
(C)  $p_\Delta > p_m > p_r$  (D)  $p_r > p_r > p_m$
13. 如果规定标准氢电极的电极电势为 1V, 则可逆电极的电极电势  $\phi^\ominus$  和电池的电动势  $E^\ominus$  将有何变化? ( )  
(A)  $\phi^\ominus, E^\ominus$  各增加 1V (B)  $\phi^\ominus, E^\ominus$  各减少 1V



## 中国矿业大学 2011 年硕士研究生入学考试初试试题

科目: 648 物理化学

- (C)  $E^{\ominus}$  不变,  $\phi^{\ominus}$  增加 1V      (D)  $E^{\ominus}$  不变,  $\phi^{\ominus}$  减少 1V
14. 若分散相固体微小粒子表面吸附负离子, 则该胶体粒子的  $\zeta$  电势 ( )  
 (A) 大于零      (B) 小于零  
 (C) 等于零      (D) 等于外加电势差
15. 当发生极化现象时, 两电极的电极电势将发生怎样的变化? ( )  
 (A) 阳极变得更正, 阴极变得更负      (B) 阳极变得更负, 阴极变得更正  
 (C) 两者都变得更正      (D) 两者都变得更负
16. 一定温度  $T$  下, 纯水的化学势为  $\mu_0$ , 水中溶解少量溶质形成稀溶液后, 水在稀溶液中化学势为  $\mu_1$ , 则  $\mu_1$  ( )  $\mu_0$ .  
 (A) 大于      (B) 小于  
 (C) 等于      (D) 无法确定
17. 一密闭容器中放入一杯纯水 A 和一杯糖水 B, 静置足够长时间后的现象为 ( )  
 (A) A 杯水减少, B 杯水满后不再变化      (B) B 杯水减少, A 杯水满后不再变化  
 (C) B 杯水减少至空杯, A 杯水满后溢出      (D) A 杯变成空杯, B 杯水满后溢出
18. 298K, 101.325kPa 条件下 1mol 过饱和水蒸气凝结为水, 过程的  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta S$  和  $\Delta G$  将如何变化? ( )  
 (A)  $Q < 0$ ,  $W < 0$ ,  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta G < 0$       (B)  $Q > 0$ ,  $W < 0$ ,  $\Delta S > 0$ ,  $\Delta G < 0$   
 (C)  $Q < 0$ ,  $W > 0$ ,  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta G < 0$       (D)  $Q > 0$ ,  $W < 0$ ,  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta G < 0$
19. 对于一定量理想气体, 下列过程不可能发生的是 ( )  
 (A) 等温绝热膨胀      (B) 等压绝热膨胀  
 (C) 吸热而温度不变      (D) 吸热而体积缩小
20. 在刚性密闭容器中, 有下列理想气体的反应达到平衡  $A(g) + B(g) = C(g)$ , 若在恒温下加入一定量的惰性气体, 则平衡将 ( )  
 (A) 向右移动      (B) 向左移动      (C) 不移动      (D) 无法确定
21. 有关气体反应碰撞理论描述中, 哪一个是错误的? ( )  
 (A) 气体分子必须经过碰撞才能发生反应  
 (B) 碰撞必须达到某临界能才能发生反应  
 (C) 反应速率与碰撞频率成正比  
 (D) 临界能越大, 反应速率越大
22. (1) 溶液的化学势等于溶液中各组分的化学势之和  
 (2) 对于纯组分, 则化学势等于其吉布斯自由能  
 (3) 对于理想稀溶液, 溶剂符合拉乌尔定律, 而溶质符合亨利定律  
 (4) 理想溶液各组分在其全部浓度范围内服从 Raoult 定律  
 上述诸说法正确的是: ( )  
 (A) (3), (4)      (B) (2), (3)

- (C) (2), (4) (D) (1), (2)
- 23、下列电池不属于浓差电池的是: ( )
- (A)  $\text{Tl}(\text{Hg})(a_1)|\text{Tl}^+(\text{aq})|\text{Tl}(\text{Hg})(a_2)$
- (B)  $\text{Na}(\text{Hg})(a)|\text{NaCl}(m_1)||\text{NaCl}(m_2)|\text{Na}(\text{Hg})(a)$
- (C)  $\text{Na}(\text{Hg})(a)|\text{NaCl}(m_1)|\text{AgCl}(\text{s})|\text{Ag}(\text{s})-\text{Ag}(\text{s})|\text{AgCl}(\text{s})|\text{NaCl}(m_2)|\text{Na}(\text{Hg})(a)$
- (D)  $\text{Ag}(\text{s})|\text{AgCl}(\text{s})|\text{NaCl}(\text{aq})|\text{Na}(\text{Hg})(a)|\text{NaCl}(\text{CH}_3\text{CN 溶液})|\text{Na}(\text{s})$
- 24、一热力学系统进行不可逆循环后,其体系的 $\Delta S_{\text{体}}$ 和环境的 $\Delta S_{\text{环}}$ ( )
- (A)  $\Delta S_{\text{体}} > 0, \Delta S_{\text{环}} > 0$  (B)  $\Delta S_{\text{体}} < 0, \Delta S_{\text{环}} > 0$
- (C)  $\Delta S_{\text{体}} = 0, \Delta S_{\text{环}} < 0$  (D)  $\Delta S_{\text{体}} = 0, \Delta S_{\text{环}} > 0$
- 25、已知 293 K 时,水银-气的界面张力为  $0.483 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ,水银-水的界面张力为  $0.375 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ,水-气的界面张力为  $0.0727 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ,故可以断定: ( )
- (A) 水不能在水银面上铺展开
- (B) 水可以在水银面上铺展开
- (C) 水可以溶在水银里面
- (D) 水银浮在水面上

二、简答题 (本大题共 5 小题,每小题 10 分,总计 50 分)

- 热力学第二定律的两种说法是什么? 简述二者的统一性。
- 试应用麦克斯韦 (Maxwell) 关系式证明理想气体的内能与体积无关,仅是温度的函数

即  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ ; 而范德华 (van der Waals) 气体的内能随体积的增大而增加  $\left[\text{即}\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T > 0\right]$ .

- 在  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  的稀溶液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体,生成  $\text{As}_2\text{S}_3$  溶胶,已知  $\text{H}_2\text{S}$  能解离成  $\text{H}^+$  和  $\text{HS}^-$ 。试写出  $\text{As}_2\text{S}_3$  胶团的结构。该胶粒的电泳方向应朝哪个电极? 比较电解质  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{MgSO}_4$ 、 $\text{KCl}$  对该溶胶聚沉能力的大小。
- 写出单组分化学反应的零级、一级和二级动力学方程及半衰期的表达式,并说明如何用作图法求反应速率常数。
- 什么叫液接电势? 举例说明它是怎样产生的? 如何消除液接电势?

三、计算题 (本大题共 4 小题,总计 50 分)

- (本题 15 分)  $1 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$  在  $25^\circ\text{C}$  及其饱和蒸汽压  $3.167 \text{ kPa}$  下,恒温恒压蒸发为水蒸气,求此过程的  $\Delta H$ 、 $\Delta S$  和  $\Delta G$ 。

已知: 在  $100^\circ\text{C}$ ,  $100 \text{ kPa}$  下水的  $\Delta_{\text{vap}}H_{\text{m}} = 40.63 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 75.30 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 33.50 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。设  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  为理想气体,压力对液体性质的影响可忽略不计。

- (本题 15 分) 在  $500 \sim 1000 \text{ K}$  温度范围内,反应  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{s}) = 2\text{C}(\text{g})$  的标准平衡常数  $K^\ominus$  与温度  $T$

的关系为  $\ln K^\ominus = -\frac{7100}{T/\text{K}} + 6.875$ 。已知原料中只有反应  $\text{A}(\text{g})$  和过量的  $\text{B}(\text{s})$ 。(注:  $e^{-1.478} = 0.228$ 。

中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲

2022 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲

648 物理化学 A

1. 《物理化学》（第五版），天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2009 年；
2. 《物理化学》（第五版），上、下册，傅献彩、沈文霞、姚天扬、侯文华编编，高等教育出版社，2005 年。

一、 考试目的与要求

物理化学课程的主要内容包括化学热力学、化学动力学、电化学、界面化学与胶体化学等。要求考生熟练掌握物理化学的基本概念、基本原理及计算方法，并具有综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力。

二、 考试范围

1. 气体、热力学第一定律、热力学第二定律
2. 多组分热力学及化学平衡
3. 相平衡
4. 电解质溶液和电化学
5. 化学动力学
6. 界面现象与胶体化学

三、 试题结构（包括考试时间，试题类型等）

- （一）答卷方式：闭卷，笔试
- （二）答题时间：180 分钟
- （三）基本题型：选择题、简答题、计算题等。

2023 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研大纲

648	物理化学 A	<p>1. 《物理化学》（第六版），天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2017 年；</p> <p>2. 《物理化学》（第六版），上、下册，傅献彩、沈文霞、侯文华编，高等教育出版社，2022 年。</p>	<p><b>一、 考试目的与要求</b></p> <p>物理化学课程的主要内容包括化学热力学、化学动力学、电化学、界面化学与胶体化学等。要求考生熟练掌握物理化学的基本概念、基本原理及计算方法，并具有综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力。</p> <p><b>二、 考试范围</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 气体、热力学第一定律、热力学第二定律</li> <li>2. 多组分热力学及化学平衡</li> <li>3. 相平衡</li> <li>4. 电解质溶液和电化学</li> <li>5. 化学动力学</li> <li>6. 界面现象与胶体化学</li> </ol> <p><b>三、 试题结构（包括考试时间，试题类型等）</b></p> <p>（一）答卷方式：闭卷，笔试</p> <p>（二）答题时间：180 分钟</p> <p>（三）基本题型：选择题、简答题、计算题等。</p>
-----	--------	--	--

2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心笔记

《物理化学》考研核心笔记

第 1 章 气体的 pVT 关系

考研提纲及考试要求

- 考点：状态方程
- 考点：理想气体状态方程
- 考点：道尔顿（Dalton）分压定律
- 考点：阿马格（Amagat）分体积定律
- 考点：普遍化压缩因子图

考研核心笔记

【核心笔记】理想气体状态方程

1. 状态方程

状态方程：处于一定聚集态（气体、液体或固体）的物质都有一些可以直接测量的物理量，如  $p$ 、 $V$ 、 $T$  等，这些物理量之间存在一定的函数关系，用来描述物质状态各物理量之间的函数关系的数学表达式称物质的状态方程（也称物态方程）。

气体的状态方程可写为： $f(p, V, T, n) = 0$

- $p$ —压力
- $V$ —体积
- $T$ —热力学温度（绝对温度）
- $n$ —气体的物质的量

2. 理想气体状态方程

(1) 波义尔定律（Boyle）

波义尔定律：在恒温条件下，一定量任何气体的体积与其压力成反比，即： $V \propto \frac{1}{p}$ ，或  $pV = \text{const.}$

(2) 盖-吕萨克定律（Gay-Lussac）

盖-吕萨克定律：在恒压条件下，一定量任何气体的体积均与其绝对温度成正比，即： $V \propto T$ ，或  $\frac{V}{T} = \text{const.}$

(3) 阿伏加德罗定律（A. Avogadro, 1811）

$$V/n = \text{const} \quad (T, p \text{ 一定})$$

(4) 理想气体状态方程

理想气体状态方程： $pV = nRT$

或： $pV_m = RT$ ， $V_m = \frac{V}{n}$ （摩尔体积）

$R$ —摩尔气体常数（或气体常数）。 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

①理想气体的特点

a. 分子自身无体积

b. 分子间无相互作用力

精确实验证明，只有在压力趋近于零的极限情况下，各种气体才严格服从理想气体的状态方程。

②理想气体状态方程的推导

已知气体的状态方程可写为： $f(P, V, T, n) = 0$

化为： $V = f(P, T, n)$

$$\text{有： } dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{T, n} dP + \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P, n} dT + \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_{P, T} dn$$

根据波义尔定律： $PV = \text{cont.}$

$$\text{得： } \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{T, n} = -\frac{C}{P^2} = -\frac{V}{P}$$

根据盖-吕萨克定律： $\frac{V}{T} = \text{cont.}$ ，即  $\frac{V}{T} = C'$

$$\text{有： } \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P, n} = C' = \frac{V}{T}$$

对于一定量气体 ( $dn=0$ )，有： $dV = -\frac{V}{P}dP + \frac{V}{T}dT$

$$\text{化为： } \frac{dV}{V} = -\frac{dP}{P} + \frac{dT}{T}$$

积分得： $\ln V + \ln P = \ln T + \text{cont.}$ ，即  $PV = T \cdot \text{cont.}$

若气体为 1mol，则常数写为 R，有  $PV_m = RT$

对于 nmol 气体，有  $PV = nRT$

### 【核心笔记】理想气体混合物

#### 1. 道尔顿 (Dalton) 分压定律

气体能以任意比例相互混合，而液体、固体一般不能。

道尔顿分压定律：“混合气体的总压力为各气体单独占有混合气体的体积时所产生的压力之和”。

表示为： $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots = \sum P_i$

设各气体均为理想气体，则

$$P = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} + \dots = \frac{RT}{V} \sum n_i = \frac{nRT}{V}, \quad \frac{P_i}{P} = \frac{\frac{n_i RT}{V}}{\frac{nRT}{V}} = \frac{n_i}{n} = y_i$$

有  $P_i = y_i P$

注意：只有低压混合气体才近似符合道尔顿分压定律。

#### 2. 阿马格 (Amagat) 分体积定律

阿马格分体积定律：“混合气体的总体积等于各气体在同温同压下单独存在时的体积(分体积)之和”。

表示为： $V = \sum V_i$

设各气体均为理想气体，则



$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(n_1 + n_2 + \dots)RT}{P} = \frac{n_1RT}{P} + \frac{n_2RT}{P} + \dots = V_1 + V_2 + \dots = \sum V_i \quad \frac{V_i}{V} = \frac{n_i}{n} = y_i, \text{ 有 } V_i = y_i V$$

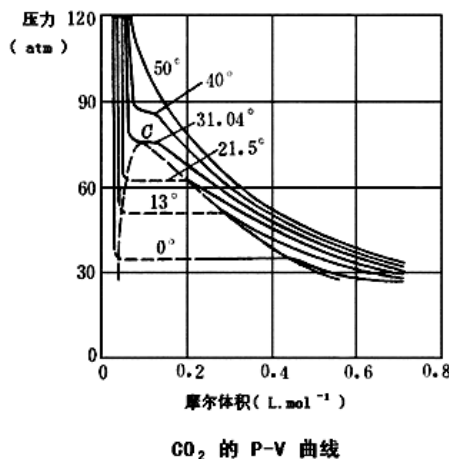
注意：只有低压混合气体才近似符合阿马格分体积定律。

### 【核心笔记】真实气体的液化和临界参数

理论上，在一定条件下任何物质的气态→液态。

#### 1. 气体的等温线

在恒定温度下，测定不同压力  $p$  时对应的体积  $V$ ，所得  $p \sim V$  曲线称等温线。



##### (1) 理想气体的等温线

若气体是理想气体，则温度一定时有： $PV = \text{常数}$ ，等温线是一条光滑的曲线。

##### (2) 实际气体的等温线

对于实际气体，CO<sub>2</sub> 的等温线具有代表性

CO<sub>2</sub> 的等温线可分为三种类型： $t_c$  (31.04°C) — 临界温度 (气体可以液化的最高温度)

##### ① $t > t_c$ (实线)

特征

- a. 同一温度，压力越高，偏离理想气体行为越大。
- b. 同一压力，温度越低，偏离理想气体行为越大。
- c. 无论压力升高多少，气体不能被液化。

##### ② $t < t_c$ (虚线)

特征

- a. 压力由小变大时，气体符合压缩时的一般规律。
- b. 当压力升至第一折点时，气体开始液化。这时  $P = \text{常数}$ ， $V \rightarrow \text{小}$ ，放热  $\rightarrow \text{多}$ 。达到第二折点时，气体液化完毕。
- c. 在第二折点处，压力升高，则水平曲线  $\rightarrow$  垂直曲线，表明液体难以压缩。

##### ③ $t = t_c$ (虚线)

C 点是气液共存之点，两者之间无界面、不可分，其物理性质如密度、折射率等均相同。含 C 点的曲线 (虚线) 称饱和曲线。

#### 2. 临界状态

(1) C 点为临界点，对应的温度、压力和体积称为临界参数

- ①  $t_c$  — 临界温度，气体可以液化的最高温度。
- ②  $P_c$  — 临界压力，临界温度下气体可以液化的最低压力。
- ③  $V_c$  — 临界体积

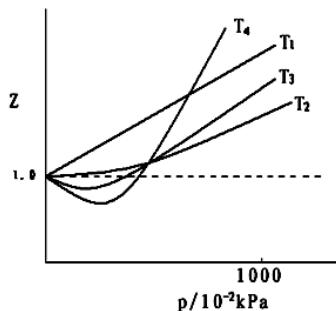
临界参数通常由实验测得，应用时可查阅有关图、表。临界点对应的状态称临界状态。

### 【核心笔记】真实气体状态方程

实验发现，在低温、高压时，真实气体的行为与理想气体定律的偏差很大。这是由于在低温、高压下，气体的密度增大，分子之间的距离缩小，分子之间的相互作用以及分子自身的体积就不能略去不计，不能把分子看作是自由运动的弹性质点，因此理想气体的分子运动模型需要予以修正。

#### 1. 实际气体的行为

在压力较高或温度较低时，实际气体与理想气体的偏差较大。今定义“压缩因子(Z)” (compressibility factor) 以衡量偏差的大小。



$N_2$ 在不同温度下的Z-p曲线

$$Z = \frac{pV_m}{RT} = \frac{pV}{nRT}$$

理想气体的  $pV_m = RT, Z = 1$ 。对实际气体，若  $Z > 1$ ，则  $pV_m > RT$ ，表明在同温、同压下，实际气体的体积要大于按理想气体方程计算的结果。即实际气体的可压缩性比理想气体小。当  $Z < 1$  时，情况则相反。

氮气的 Z-p 曲线也示于下图。对于温度  $T_2$ ，在相当的温度范围内， $Z \approx 1$ ，随压力变化不大，并符合理想气体的状态方程，此时的温度称为 Boyle 温度  $T_B$ 。在图形上表现为在此温度时，等温线的坡度等于零，即

$$\left( \frac{\partial pV_m}{\partial p} \right)_{T, p \rightarrow 0} = 0$$

#### 2. Vander waals 方程式

到目前为止，人们所提出的非理想气体的状态方程式至少有 200 种以上。大体上可分为两类，一类是考虑了物质的结构(例如分子的大小，分子间的作用力等)，在此基础上导出来的。其特点是物理意义比较明确，也具有一定的普遍性。但这些公式的一些参量仍常需要通过实验来确定，而且有一定的使用范围，因为经验证明，实际气体不可能在较大的温度和压力范围内都能用一个较简单的方程式来表示。另一类是经验的或半经验的状态方程式，这一类状态方程式为数众多。它一般只使用于特别的气体，并且只在指定的温度和压力范围内能给出较精确的结果。在工业上常常使用后一类方程式。

第一类中以 Van der waals(范德华)方程式最为有名(以下简称为范氏方程)，即

$$\left( p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

它是 1873 年 Van der waals 在前人研究的基础上提出来的。范氏方程之所以特别受关注，并不是因为它比其它方程式更为准确，而是他在修正理想气体状态方程时，在体积和压力项上分别提出了两个具有物理意义的修正因子 a 和 b，这两个因子揭示了真实气体与理想气体有差别的更根本原因。此外，根据范氏方程所导出的对比状态方程式，在一定程度上可以说明气体和液体互相转变的某些现象。在计算较高压力

2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研辅导课件

《物理化学》考研辅导课件

# 物理化学

Physical Chemistry

1

# 绪论

Preface

2

### 一、什么是物理化学？

无机化学

有机化学

生物化学

**化学**

分析化学

物理化学

高分子化学

物理化学是化学学科的一个分支 3

温度变化

压力变化

体积变化

状态变化

热

电

光

磁

化学

物理化学

原子、分子间的分离与组合

化学反应

热学、电学、光学、磁学是物理学的重要分支 4

物理现象

化学现象

用物理的理论和实验方法  
研究化学变化的本质与规律 5

### ❖ 二、物理化学要解决的问题

- ❖ 化学反应的方向与限度问题—热力学
- ❖ 化学反应进行的速率和机理问题—动力学
- ❖ 物质的性质与其结构之间的关系问题—物质结构

### ❖ 三、物理化学研究的方法

- ❖ 热力学方法
- ❖ 量子力学的方法
- ❖ 统计的方法

6

### 物理化学课程的内容

热力学

- 基本定律
  - 第一定律
  - 第二定律
- 应用
  - 多组分系统—溶液
  - 相平衡
  - 化学平衡
  - 可逆电池
  - 表面化学
  - 胶体

统计热力学

动力学

- 宏观动力学
- 电极过程动力学
- 微观动力学

7

### 四、物理化学的建立与发展

十八世纪开始萌芽：  
从燃素说到能量守恒与转化定律。俄国科学家罗蒙诺索夫最早使用“物理化学”这一术语。

M. В. ЛОМОНОСОВ 8

十九世纪中叶形成:

1887年俄国科学家W.Ostwald (1853~1932) 和荷兰科学家 J.H.van't Hoff (1852~1911) 合办了第一本“物理化学杂志”。



W. Ostwald  
(1853~1932)



J. H. van't Hoff  
(1852~1911)

1887, J. of Physical Chemistry (in gunman)

9

二十世纪迅速发展:

新测试手段和新的数据处理方法不断涌现, 形成了许多新的分支学科, 如: 热化学, 化学热力学, 电化学, 溶液化学, 胶体化学, 表面化学, 化学动力学, 催化作用, 量子化学和结构化学等。

近代化学的发展趋势和特点:

- (1) 从宏观到微观
- (2) 从体相到表相
- (3) 从定性到定量
- (4) 从单一学科到交叉学科
- (5) 从研究平衡态到研究非平衡态

10

当今科学研究的四大方向:  
能源、材料、环境、生命

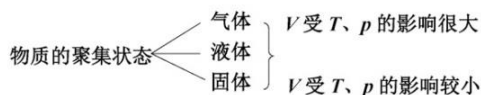
学科间相互渗透、  
相互结合, 形成了许多极具生命力的边缘学科,  
化学分支的重新划分  
生物化学  
合成化学  
测试化学  
物理化学



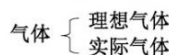
11

第一章 气体的  $pVT$  性质

Chapter 1 the  $pVT$  relationships of gases



联系  $p$ 、 $V$ 、 $T$  之间关系的方程称为状态方程  
物理化学中主要讨论气体的状态方程



12

100°C、101325Pa下水蒸气的体积  
大致是水体积的1603倍

其中气体的流动性好, 分子间距离大, 是理论研究的首选对象。

13

§ 1.1 理想气体状态方程

The State Equation of Ideal Gas

1. 理想气体状态方程

低压气体定律:

- (1) 玻义尔定律 (R. Boyle, 1662):  
 $pV = \text{常数} \quad (n, T \text{ 一定})$
- (2) 盖·吕萨克定律 (J. Gay-Lussac, 1808):  
 $V/T = \text{常数} \quad (n, p \text{ 一定})$
- (3) 阿伏加德罗定律 (A. Avogadro, 1811):  
 $V/n = \text{常数} \quad (T, p \text{ 一定})$

14

以上三式结合  $\Rightarrow$  理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

单位:  $p$  — Pa

$V$  —  $\text{m}^3$

$T$  — K

$n$  — mol

$R$  —  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$R$  — 摩尔气体常数 *mole gas constant*

$$R = 8.314510 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

15

$$\begin{aligned} R &= 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= 1.987 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

理想气体状态方程也可表示为:

$$pV_m = RT$$

$$pV = (m/M)RT$$

以此可相互计算  $p, V, T, n, m, M, \rho$  ( $\rho = m/V$ )

理想气体: 在任何温度与压力下都能严格服从理想气体状态方程的气体。

16

❖ 过程方程

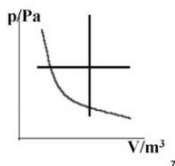
❖ 当理想气体经一过程从状态1变到状态2,

$$\text{则 } \frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2} = R$$

当  $n$  一定时, 等  $T$  下:  $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$\text{等 } V \text{ 下: } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{等 } p \text{ 下: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



2. 理想气体模型及定义

the model and definition of ideal gas

(1) 分子间力

吸引力 分子相距较远时, 有范德华力;  
排斥力 分子相距较近时, 电子云及核产生排斥作用。

$$E_{\text{吸引}} \propto -1/r^6$$

$$E_{\text{排斥}} \propto 1/r^n$$

Lennard-Jones理论:  $n = 12$

$$E_{\text{总}} = E_{\text{吸引}} + E_{\text{排斥}} = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}}$$

式中:  $A$ —吸引常数;  $B$ —排斥常数

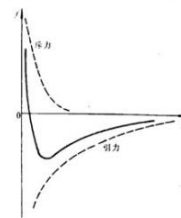


图 1-3 分子间力的示意图

(2) 理想气体模型

- a) 分子间无相互作用力
- b) 分子本身不占体积

理想气体定义:

服从  $pV = nRT$  的气体为理想气体

或服从理想气体模型的气体为理想气体

(低压气体)  $p \rightarrow 0 \approx$  理想气体

19

3. 摩尔气体常数  $R$

mole gas constant  $R$

$R$  是通过实验测定确定出来的

例: 测 300 K 时,  $N_2$ , He,  $CH_4$   $pV_m - p$  关系, 作图

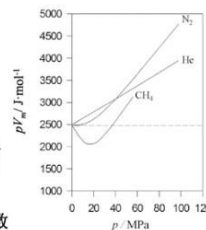
$p \rightarrow 0$  时:

$$pV_m = 2494.35 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R = pV_m / T = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

在压力趋于 0 的极限条件下, 各种气体的行为均服从  $pV_m = RT$  的定量关系。

$R$  是一个对各种气体都适用的常数



§ 1.2 理想气体混合物

Mixtures of ideal gases

1. 混合物的组成 components of mixtures

1) 摩尔分数  $x$  或  $y$

$$x_B \text{ (或 } y_B) \stackrel{\text{def}}{=} n_B / \sum n_B \quad (\text{单位为 } 1)$$

$$\text{显然 } \sum x_B = 1, \quad \sum y_B = 1$$

[ 本书中 气体混合物的摩尔分数一般用  $y$  表示  
液体混合物的摩尔分数一般用  $x$  表示 ]

2) 质量分数  $w_B$

$$w_B \stackrel{\text{def}}{=} m_B / \sum m_B \quad (\text{单位为 } 1)$$

$$\sum w_B = 1$$

21

3) 体积分数  $\phi_B$

$$\phi_B \stackrel{\text{def}}{=} V_B / V = x_B V_{m,B}^* / \sum x_B V_{m,B}^* \quad (\text{单位为 } 1)$$

$$\sum \phi_B = 1$$

( $V_m^*$  为混合前纯物质的摩尔体积)

2. 理想气体方程对理想气体混合物的应用

因理想气体分子间没有相互作用, 分子本身又不占体积, 所以理想气体的  $pVT$  性质与气体的种类无关, 因而一种理想气体的部分分子被另一种理想气体分子置换, 形成的混合理想气体, 其  $pVT$  性质并不改变, 只是理想气体状态方程中的  $n$  此时为总的物质的量。

22

$$pV = nRT = (\sum n_B)RT$$

$$\text{及 } pV = (m/M_{\text{mix}})RT$$

式中:  $m$ —混合物的总质量

$M_{\text{mix}}$ —混合物的摩尔质量

$$M_{\text{mix}} \stackrel{\text{def}}{=} \sum y_B M_B$$

式中:  $M_B$ —组分 B 的摩尔质量

$$\text{又 } \because m = \sum m_B = \sum n_B M_B = n \sum y_B M_B = n M_{\text{mix}}$$

$$\therefore M_{\text{mix}} = m/n = \sum m_B / \sum n_B$$

即混合物的摩尔质量又等于混合物的总质量除以混合物的总的物质的量

23

3. 道尔顿定律 Dalton's Law

混合气体 (包括理想的和非理想的) 的分压定义:

$$p_B = y_B p$$

式中:  $p_B$ —B 气体的分压

$p$ —混合气体的总压

$$\sum p_B = \sum y_B p$$

$$\therefore \sum y_B = 1$$

$$\therefore p = \sum p_B$$

24



混合理想气体:

$$\therefore \sum_B p_B = (n_A + n_B + n_C + \dots) \frac{RT}{V} = \sum_B n_B \frac{RT}{V}$$

$$\therefore p_B = n_B \frac{RT}{V}$$

即理想混合气体的总压等于各组分单独存在于混合气体的  $T$ 、 $V$  时产生的压力总和

——道尔顿分压定律

25

#### 4. 阿马加定律 Amagat's Law

理想气体混合物的总体积  $V$  为各组分分体积  $V_B^*$  之和:

$$V = \sum V_B^*$$

$$\therefore V = \frac{nRT}{p} = \frac{\sum_B n_B RT}{p} = \sum_B \frac{n_B RT}{p} = \sum_B V_B^*$$

$$\therefore V_B^* = \frac{n_B RT}{p}$$

即: 理想气体混合物中物质 B 的分体积  $V_B^*$ , 等于纯气体 B 在混合物的温度及总压条件下所占有的体积。

26

阿马加定律表明理想气体混合物的体积具有加和性, 在相同温度、压力下, 混合后的总体积等于混合前各分组的体积之和。

由二定律有:

$$\frac{p_B}{p} = \frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

27

例1-5 在两个由细管连接的容器中, 分别放有氧气和氮气, 其温度、压力和体积如图所示。现将连通细管上的阀门打开, 试求出两种气体混合后各自的分压及混合气体的总压。混合过程温度保持不变。

解:  $p_1 = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1$

$p_2(O_2) = \frac{V_1(O_2)p_1(O_2)}{V_2}$

$= \frac{1.00m^3 \times 100kPa}{3.00m^3 + 1.00m^3}$

$= 25.0kPa$

$p_2(N_2) = 225kPa \quad p = p_2(O_2) + p_2(N_2) = 250kPa$

28

### 上次课主要内容

#### 1. 绪论

#### 2. 理想气体

$$pV = nRT$$

#### 3. 理想气体混合物

道尔顿定律

$$p = \sum_B p_B = \sum_B n_B \frac{RT}{V}$$

阿马加定律

$$V = \sum_B V_B = \sum_B \frac{n_B RT}{p}$$

$$\frac{p_B}{p} = \frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

29

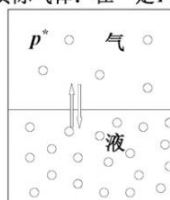
### § 1.3 气体的液化及临界参数

#### Gases liquidation and Critical paracters

#### 1. 液体的饱和蒸气压 the Saturated Vapour Pressure

理想气体不液化 (因分子间没有相互作用力)

实际气体: 在一定  $T$ 、 $p$  时, 气-液可共存达到平衡



气液平衡时:

气体称为饱和蒸气;

液体称为饱和液体;

压力称为饱和蒸气压。

30

### 饱和蒸气压是温度的函数

表1.3.1 水、乙醇和苯在不同温度下的饱和蒸气压

水		乙醇		苯	
$t / ^\circ C$	$p^*/kPa$	$t / ^\circ C$	$p^*/kPa$	$t / ^\circ C$	$p^*/kPa$
20	2.338	20	5.671	20	9.9712
40	7.376	40	17.395	40	24.411
60	19.916	60	46.008	60	51.993
80	47.343	78.4	101.325	80.1	101.325
100	101.325	100	222.48	100	181.44
120	198.54	120	422.35	120	308.11

饱和蒸气压 = 外压时的温度称为沸点

饱和蒸气压 = 1 个大气压时的温度称为正常沸点

31

$T$  一定时:

如  $p_B < p_B^*$ , B 液体蒸发为气体至  $p_B = p_B^*$

$p_B > p_B^*$ , B 气体凝结为液体至  $p_B = p_B^*$

(此规律不受其它气体存在的影响)

相对湿度的概念: 相对湿度 =  $\frac{\text{空气中 } p_{H_2O} \times 100\%}{p_{H_2O}^*}$

32



## 2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研复习提纲

### 《物理化学》考研复习提纲

# 物理化学

课程名称：物理化学

课程类型：基础/必修

总学时数：80（理论学时：80 实验或实践学时：0）

学 分：5.0

先修课程：高等数学、普通物理、无机及分析化学、有机化学

### 一、课程的性质、目的和任务

物理化学研究化学变化、相变化及其有关的物理变化的基本原理，主要是平衡的规律和变化速率的规律。物理化学课程是化学工程与工艺、材料科学与工程、制药工程等专业的一门必修的专业基础课，它是培养上述专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分，同时也是后继专业课程的基础。

1、通过本课程的学习，学生应比较牢固地掌握物理化学基础理论知识，使学生明确物理化学的重要概念及基本原理，同时掌握物理化学的基本计算方法。

2、通过本课程的学习，学生应比较牢固地掌握物理化学的理论研究方法，特别是要掌握热力学方法，初步了解统计热力学方法。

3、通过本课程的学习，学生应进一步得到一般科学方法的训练，增强分析和解决物理化学问题的能力。科学方法的训练应贯彻在本课程教学的整个过程中，特别是要通过热力学和动力学学习，使学生进一步掌握从实验结果出发进行归纳和演绎的一般方法，熟悉由假设和模型上升为理论的方法，并具备根据具体条件应用理论解决实际问题的一般科学方法。

### 二、教学内容、教学基本要求及教学重点与难点

#### 1. 气体的 $pVT$ 性质

掌握理想气体状态方程及模型，掌握 Dalton 定律与 Amagat 定律，理解真实气体的液化与临界性质，掌握理想气体模型及其理论解释，理解对应状态原理与压缩因子图及有关计算

主要内容：

- 1.1 理想气体状态方程
- 1.2 理想气体混合物
- 1.3 气体的液化与临界参数
- 1.4 真实气体状态方程
- 1.5 对应状态原理与普遍化压缩因子图

重点：

1. 理想气体状态方程及模型
2. Dalton 定律与 Amagat 定律
3. 真实气体的液化与临界性质

难点：

1. 真实气体的液化与临界性质
2. 对应状态原理与压缩因子图及有关计算

#### 2. 热力学第一定律

理解下列热力学基本概念：平衡状态，状态函数，可逆过程等概念，掌握热力学第一定律的叙述及数学表达式。理解热力学能、焓、化学计量数、反应进度、标准摩尔反应焓、标准摩尔生成焓、热容、相变焓的定义并会应用。掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的原理和方法。将热力学一般关系式应用于特定系统时，会应用状态方程（主要是理想气体状态方程）及热力学数据（热容、相变焓等）。

主要内容：

- 2.1 热力学基本概念
- 2.2 热力学第一定律
- 2.3 恒容热、恒压热，焓
- 2.4 热容，恒容变温过程，恒压变温过程
- 2.5 焦耳实验，理想气体的热力学能，焓
- 2.6 气体可逆膨胀压缩过程，理想气体绝热可逆过程方程式
- 2.7 相变化过程
- 2.8 化学计量数、反应进度和标准摩尔反应焓
- 2.9 计算标准摩尔反应焓
- 2.10 节流膨胀与焦耳-汤姆逊效应

重点：

1. 下列热力学基本概念：平衡状态，状态函数，可逆过程
2. 热力学第一定律的叙述及数学表达式
3. 热力学能、焓、标准摩尔生成焓、相变焓的定义及应用。
4. 掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的方法。

难点：

1. 热力学能、焓、标准生成焓、相变焓的定义及其应用
2. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的方法。
3. 热力学第二定律

掌握热力学第二、第三定律的叙述及数学表达式。理解熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数、饱和蒸汽压的定义并会应用。掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数变化值的原理和方法，理解并会用热力学基本方程，了解麦克斯韦关系式的推导，掌握热力学公式的适用条件，掌握克拉贝龙方程，理解熵增原理及平衡判据的一般准则。

主要内容：

- 3.1 卡诺循环与卡诺定理
- 3.2 热力学第二定律
- 3.3 熵、熵增原理
- 3.4 单纯  $pVT$  变化熵变的计算
- 3.5 相变过程熵变的计算
- 3.6 热力学第三定律和化学变化过程熵变的计算
- 3.7 亥姆霍兹函数和吉布斯函数
- 3.8 热力学基本方程

### 3.9 吉布斯 亥姆霍兹方程和麦克斯韦关系式

### 3.10 克拉佩龙方程

重点:

1. 热力学第二定律的叙述及数学表达式

2. 熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数的定义并会应用。

3. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化, 相变化及化学变化过程中计算熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数变化值的原理和方法

4. 明确热力学公式的适用条件, 掌握熵增原理及平衡判据的一般准则。

6. 克拉佩龙方程和克拉佩龙-克劳修斯方程, 能应用这些方程进行有关的计算

难点:

1. 熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数的定义并会应用

2. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化, 相变化及化学变化过程中计算各种状态函数变化值的原理和方法

### 4. 多组分系统热力学

理解偏摩尔量及化学势的概念, 理解拉乌尔定律及亨利定律并会应用。理解理想液态混合物、理想稀溶液, 了解活度和活度因子、逸度和逸度因子的概念。了解理想液态混合物及理想稀溶液中各组分化学势的表达式。掌握稀溶液的依数性, 能够应用稀溶液依数性公式进行有关计算。

主要内容:

4.1 偏摩尔量

4.2 化学势

4.3 气体组分的化学势

4.4 拉乌尔定律和亨利定律

4.5 理想液态混合物

4.6 理想稀溶液

4.7 稀溶液的依数性

4.8 逸度与逸度因子

4.9 活度与活度因子

重点:

1. 偏摩尔量及化学势的概念

2. 拉乌尔定律及亨利定律并会应用

3. 理想系统(理想液态混合物及理想稀溶液)中各组分化学势的表达式

4. 稀溶液的依数性

难点:

1. 偏摩尔量及化学势的概念

2. 活度与逸度的有关计算

### 5. 化学平衡

掌握标准常数的定义。掌握标准平衡常数和温度的关系, 理解化学反应等温方程的推导并会应用。能利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成。能判断一定条件下化学反应可能进行的方向。会分析温度、压力、组成等因素对平衡的影响。

主要内容:

- 5.1 化学反应的等温方程
- 5.2 理想气体化学反应的标准平衡常数
- 5.3 温度对标准平衡常数的影响
- 5.4 其他因素对理想气体化学平衡的影响
- 5.5 同时反应平衡组成的计算

重点:

1. 标准常数的定义
2. 化学反应等温方程
3. 利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成
4. 判断一定条件下化学反应可能进行的方向
5. 温度、压力、组成等因素对平衡的影响

难点:

1. 利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成
2. 同时平衡及其有关计算

## 6. 相平衡

理解相律的意义并会应用,了解相律的推导,掌握单组分系统及二组分系统典型相图的特点和运用,能用杠杆规则进行分析与计算,了解由实验数据绘制相图的方法。

主要内容:

- 6.1 相律
- 6.2 杠杆规则
- 6.3 单组分系统的相图
- 6.4 二组分理想液态混合物的气-液平衡相图
- 6.5 二组分真实液态混合物的气-液平衡相图
- 6.6 精馏原理
- 6.7 二组分液态部分互溶系统及完全不互溶系统的气-液平衡相图
- 6.8 二组分固态不互溶系统液-固平衡相图
- 6.9 二组分固态互溶系统液-固平衡相图
- 6.10 生成化合物的二组分凝聚平衡相图

重点:

1. 相律的意义并会应用
2. 单组分系统及二组分系统典型相图的特点和运用。
3. 运用杠杆规则进行分析与计算的方法
4. 由实验数据绘制相图的方法

难点:

1. 相律的意义及其应用
2. 二组分系统典型相图的特点和运用

## 7. 电化学

理解表征电解质溶液导电性质的物理量(电导率、摩尔电导率、离子迁移数),理解离子平均活度及平均活度因子的定义,理解离子强度的定义,理解离子氛的概念及德拜-许克尔极限公式,理解可逆电池的概念,掌握能斯特方程,掌握电池电动势的计算及其应用,理解极化作用和超电势的概念。

2024 年中国矿业大学（徐州）648 物理化学 A 考研核心题库

物理化学考研核心题库之选择题精编

1. 设  $N_2$  和  $O_2$  皆为理想气体。它们的温度、压力相同，均为  $298K$ 、 $p^\ominus$ ，则这两种气体的化学势应该\_\_\_\_\_。

- A. 相等
- B. 不一定相等
- C. 与物质的量有关
- D. 不可比较

【答案】D

2. 将固体  $NH_4HCO_3(s)$  放入真空容器中，恒温到  $400K$ ， $NH_4HCO_3$  按下式分解  $NH_4HCO_3(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2O(g) + CO_2(g)$  系统的组分数  $K$  及自由度  $f$  为\_\_\_\_\_。

- A.  $K=2, f=1$
- B.  $K=2, f=2$
- C.  $K=1, f^* = 0$
- D.  $K=3, f=2$

【答案】C

3. 已知  $H_2O(l)$  在正常沸点时的气化热为  $40.67 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，某不挥发性物质 B 溶于  $H_2O(l)$  后，其沸点升高  $10K$ ，则该物质 B 在溶液中的物质的量为\_\_\_\_\_。

- A. 0.290
- B. 0.710
- C. 0.530
- D. 0.467

【答案】A

4. 某放射性同位素的半衰期为  $5d$ ，则经  $15d$  后，所剩的同位素的量是原来的\_\_\_\_\_。

- A.  $1/3$
- B.  $1/4$
- C.  $1/8$
- D.  $1/16$

【答案】C

5. 饱和溶液中溶剂的化学势  $\mu$  与纯溶剂的化学势  $\mu^*$  的关系式为\_\_\_\_\_。

- A.  $\mu = \mu^*$
- B.  $\mu > \mu^*$
- C.  $\mu < \mu^*$
- D. 不能确定

【答案】C

6. 在 HAc 解离常数测定的实验中，直接测定的物理量是不同浓度的 HAc 溶液的\_\_\_\_\_。

- A. 电导率
- B. 电阻
- C. 摩尔电导率

D. 解离度

【答案】B

7. 下列对物质临界点性质的描述哪一个是错误的? \_\_\_\_\_

A. 液相摩尔体积与气相摩尔体积相等

B. 液相与气相的临界面消失

C. 气化热为零

D. 固、液、气三相共存

【答案】D

8. 对化学反应来说, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

A.  $\Delta S$ 越负, 反应速度越快

B.  $\Delta H$ 越负, 反应速度越快

C. 活化能越大, 反应速度越快

D. 活化能越小, 反应速度越快

【答案】D

9. 在 298K 下, 将液体水分散成小液滴, 其热力学能\_\_\_\_\_

A. 增加

B. 降低

C. 不变

D. 无法判定

【答案】A

10. 若功的计算式为  $W = C_V(T_2 - T_1)$ , 下列过程不能用该公式计算的是\_\_\_\_\_。

A. 理想气体绝热可逆过程

B. 理想气体绝热不可逆过程

C. 实际气体的绝热可逆过程

D. 纯液体的绝热过程

【答案】C

11. 某系统经历一个不可逆循环后, 下列表述正确的是\_\_\_\_\_。

A.  $\Delta S_{\text{sys}} > 0, \Delta S_{\text{sur}} = 0$

B.  $\Delta S_{\text{sys}} > 0, \Delta S_{\text{sur}} > 0$

C.  $\Delta S_{\text{sys}} = 0, \Delta S_{\text{sur}} = 0$

D.  $\Delta S_{\text{sys}} = 0, \Delta S_{\text{sur}} > 0$

【答案】D

12. 已知  $\phi^\ominus(\text{Fe}^{2+} | \text{Fe}) = -0.44\text{V}$ ,  $\phi^\ominus(\text{Cd}^{2+} | \text{Cd}) = -0.40\text{V}$ , 将和  $\text{Fe(s)}$   $\text{Cd(s)}$  的粉末投入含  $\text{Fe}^{2+}$  ( $0.10\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 和含  $\text{Cd}^{2+}$  ( $0.0010\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 的溶液中,  $\text{Fe(s)}$  和  $\text{Cd(s)}$  粉将\_\_\_\_\_

A. 都溶解

B.  $\text{Fe(s)}$  溶解,  $\text{Cd(s)}$  不溶

C. 都不溶解

D.  $\text{Fe(s)}$  不溶,  $\text{Cd(s)}$  溶解

【答案】D



13. 下列关于乳化作用的描述中, 不正确的是\_\_\_\_\_

- A. 降低界面张力
- B. 形成坚固的界面保护膜
- C. 形成双电层
- D. 与分散相液滴发生化学反应, 改变了分散相的分子形态

【答案】D

14. 用最大气泡法测定液体表面张力的实验中, 错误的是\_\_\_\_\_。

- A. 毛细管壁必须清洁干净
- B. 毛细管口必须平整
- C. 毛细管必须垂直放置
- D. 毛细管须插入液体一定深度

【答案】D

15. 在二组分固液相图 1 中, 当系统从物系点 P 冷却到点 L 时, 系统将出现\_\_\_\_\_

- A. A(s), E(1), C(s) 三相共存
- B. B(s), D(1), C(s) 三相共存
- C. C(1)
- D. C(s)

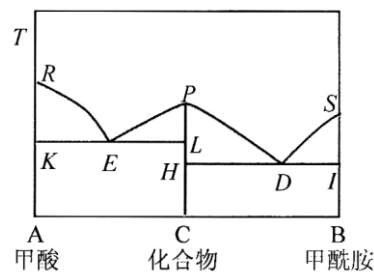


图 1

【答案】D

16. 经典粒子的零点能选择不同时, 必定影响\_\_\_\_\_

- A. 配分函数的数值
- B. 粒子的分布规律
- C. 体系的微观状态总数
- D. 各个能级上粒子的分布数

【答案】A

17. 欲测 AgCl 的溶度积, 应设计的电池为\_\_\_\_\_。

- A.  $\text{Pt} | \text{Cl}_2 (\text{p}) | \text{HCl} (a_1) || \text{AgNO}_3 (a_2) | \text{Ag}$
- B.  $\text{Ag} | \text{AgCl} (\text{s}) | \text{HCl} (a) | \text{Cl}_2 (\text{p}) | \text{Pt}$
- C.  $\text{Ag} | \text{AgNO}_3 (a_1) || \text{HCl} (a_2) | \text{AgCl} (\text{s}) | \text{Ag}$
- D.  $\text{Ag} | \text{AgCl} (\text{s}) | \text{HCl} (a_1) || \text{AgNO}_3 (a_2) | \text{Ag}$

【答案】C

18. 饱和蔗糖( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , A)水溶液中,  $\mu_{\text{A}}(\text{s})$  \_\_\_\_\_  $\mu_{\text{A}}(\text{溶液})$ 。

- A. >
- B. <
- C. =

D. 不确定。

【答案】C

19. 下列电池中, 电池的电动势与  $\text{Cl}^-$  的活度无关的是\_\_\_\_\_

- A.  $\text{Zn(s)} | \text{ZnCl}_2(\text{aq}) | \text{Cl}_2(\text{g}) | \text{Pt(s)}$
- B.  $\text{Zn(s)} | \text{ZnCl}_2(\text{aq}) || \text{KCl(aq)} | \text{AgCl(s)} | \text{Ag(s)}$
- C.  $\text{Ag(s)} | \text{AgCl(s)} | \text{KCl(aq)} | \text{Cl}_2(\text{g}) | \text{Pt(s)}$
- D.  $\text{Hg(l)} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) | \text{KCl(aq)} || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag(s)}$

【答案】C

20. 在 298K, 已知  $E_{\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}}^\ominus = -0.44\text{V}$ ,  $E_{\text{Cd}^{2+}|\text{Cd}}^\ominus = -0.40\text{V}$ , 将  $\text{Fe(s)}$  和  $\text{Cd(s)}$  的粉末投入含  $\text{Fe}^{2+}$  ( $0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 和含  $\text{Cd}^{2+}$  ( $0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 的混合溶液中,  $\text{Fe(s)}$  粉和  $\text{Cd(s)}$  粉将\_\_\_\_\_ (设活度因子均为 1)

- A. 都溶解
- B.  $\text{Fe(s)}$  不溶,  $\text{Cd(s)}$  溶解
- C. 都不溶解
- D.  $\text{Fe(s)}$  溶解,  $\text{Cd(s)}$  不溶

【答案】B

21. 开尔文方程  $\ln(p/p_0) = 2\sigma M/RT\rho r$  不能运用的体系是\_\_\_\_\_。

- A. 空气中分散有  $r = 10^{-5} \text{ cm}$  的水珠体系
- B. 水中分散有  $r = 10^{-6} \text{ cm}$  的油滴体系
- C. 水中分散有  $r = 10^{-5} \text{ cm}$  的微晶体系
- D. 水中分散有  $r = 10^{-8} \text{ cm}$  的气泡体系

【答案】D

22. 把细长不渗水的两张纸条平行地放在纯水面上, 中间留少许距离, 小心地在中间滴一滴肥皂水, 则两纸条间距离将\_\_\_\_\_。

- A. 增大
- B. 缩小
- C. 不变
- D. 以上三种都有可能

【答案】A

23. 对一个理想气体化学反应的平衡常数与其标准吉布斯自由能变化 ( $\Delta_r G_m^\ominus$ ) 的关系有:

(1)  $K_p^\ominus = \exp(-\Delta_r G_m^\ominus/RT)$ ; (2)  $K_c^\ominus = \exp(-\Delta_r G_m^\ominus/RT)$ ; (3)  $K_x = \exp(-\Delta_r G_m^\ominus/RT)$ , 下述说法正确的是\_\_\_\_\_

- A. (1)、(2) 和 (3) 式均正确
- B. (1) 式正确
- C. (2) 式正确
- D. (3) 式正确

【答案】B

24. 区域擦炼技术主要应用于\_\_\_\_\_。

- A. 制备低共溶混合物
- B. 提纯

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥184.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

