

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

(北京) 615物理化学考研精品资料

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

高分学长学姐推荐



【初试】2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研精品资料

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（北京）615 物理化学考研真题汇编及考研大纲

1. 中国矿业大学（北京）615 物理化学 1999-2000、2006-2007、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（北京）615 物理化学考研大纲

①2021 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲。

②2023 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲。

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（北京）615 物理化学考研资料

3. 《物理化学》考研相关资料

(1) 《物理化学》[笔记+课件+提纲]

①中国矿业大学（北京）615 物理化学之《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，基础强化阶段首选资料。

②中国矿业大学（北京）615 物理化学之《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，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国矿业大学（北京）615 物理化学之《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。

(2) 《物理化学》考研核心题库（含答案）

①中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心题库之选择题精编。

②中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心题库之填空题精编。

③中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心题库之判断题精编。

④中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心题库之简答题精编。

⑤中国矿业大学（北京）615 物理化学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。

(3) 《物理化学》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学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（北京）615 物理化学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，考研强化复习首选。

③2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学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，最后冲刺首选资料。

三、电子版资料全国统一零售价

4. 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）

5. 中国矿业大学（北京）615 物理化学 A 考研初试参考书

《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。

五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

化学与环境工程学院：化学

选择题、填空题、判断题、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疑问请直接联系我们，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
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学备考信息.....	7
中国矿业大学（北京）615 物理化学考研初试参考书目.....	7
中国矿业大学（北京）615 物理化学考研招生适用院系及考试题型.....	7
中国矿业大学（北京）615 物理化学历年真题汇编.....	8
中国矿业大学（北京）615 物理化学 1999 年考研真题（暂无答案）.....	8
中国矿业大学（北京）615 物理化学 2000 年考研真题（暂无答案）.....	12
中国矿业大学（北京）615 物理化学 2006 年考研真题（暂无答案）.....	15
中国矿业大学（北京）615 物理化学 2007 年考研真题（暂无答案）.....	17
中国矿业大学（北京）615 物理化学 2011 年考研真题（暂无答案）.....	21
中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲.....	30
2023 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲.....	30
2021 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲.....	32
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心笔记.....	34
《物理化学》考研核心笔记.....	34
第 1 章 气体的 pVT 关系.....	34
考研提纲及考试要求.....	34
考研核心笔记.....	34
第 2 章 热力学第一定律.....	42
考研提纲及考试要求.....	42
考研核心笔记.....	42
第 3 章 热力学第二定律.....	53
考研提纲及考试要求.....	53
考研核心笔记.....	53
第 4 章 多组分系统热力学.....	66
考研提纲及考试要求.....	66
考研核心笔记.....	66
第 5 章 化学平衡.....	78
考研提纲及考试要求.....	78
考研核心笔记.....	78
第 6 章 相平衡.....	84
考研提纲及考试要求.....	84
考研核心笔记.....	84

第 7 章 电化学	93
考研提纲及考试要求	93
考研核心笔记	93
第 8 章 量子力学基础	108
考研提纲及考试要求	108
考研核心笔记	108
第 9 章 统计热力学初步	124
考研提纲及考试要求	124
考研核心笔记	124
第 10 章 界面化学	141
考研提纲及考试要求	141
考研核心笔记	141
第 11 章 化学动力学	156
考研提纲及考试要求	156
考研核心笔记	156
第 12 章 胶体化学	176
考研提纲及考试要求	176
考研核心笔记	176
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研辅导课件	194
《物理化学》考研辅导课件	194
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研复习提纲	324
《物理化学》考研复习提纲	324
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心题库	332
《物理化学》考研核心题库之选择题精编	332
《物理化学》考研核心题库之填空题精编	351
《物理化学》考研核心题库之判断题精编	362
《物理化学》考研核心题库之简答题精编	367
《物理化学》考研核心题库之计算题精编	396
2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺]	444
中国矿业大学（北京）615 物理化学考研仿真五套模拟题	444
2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	444
2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	455
2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	468
2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	477
2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	488
中国矿业大学（北京）615 物理化学考研强化五套模拟题	500
2024 年物理化学 五套强化模拟题及详细答案解析（一）	500

2024 年物理化学 五套强化模拟题及详细答案解析 (二)	510
2024 年物理化学 五套强化模拟题及详细答案解析 (三)	522
2024 年物理化学 五套强化模拟题及详细答案解析 (四)	532
2024 年物理化学 五套强化模拟题及详细答案解析 (五)	542
中国矿业大学 (北京) 615 物理化学考研冲刺五套模拟题	553
2024 年物理化学 五套冲刺模拟题及详细答案解析 (一)	553
2024 年物理化学 五套冲刺模拟题及详细答案解析 (二)	563
2024 年物理化学 五套冲刺模拟题及详细答案解析 (三)	574
2024 年物理化学 五套冲刺模拟题及详细答案解析 (四)	585
2024 年物理化学 五套冲刺模拟题及详细答案解析 (五)	597

2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学备考信息

中国矿业大学（北京）615 物理化学考研初试参考书目

《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。

中国矿业大学（北京）615 物理化学考研招生适用院系及考试题型

化学与环境工程学院：化学

选择题、填空题、判断题、简答题、计算题

中国矿业大学（北京）615 物理化学历年真题汇编

中国矿业大学（北京）615 物理化学 1999 年考研真题（暂无答案）

1999 年研究生入学考试考研真题

考试科目：物理化学试卷

一、选择题：（共 10 分）

1. (本题 2 分) 0578

下列四种电解质 KCl , Na_2SO_4 , H_2SO_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 对 Fe_2O_3 溶胶的聚沉能力次序为： ()

- (A) $\text{KCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- (B) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{KCl}$
- (C) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{KCl}$
- (D) $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] > \text{KCl} > \text{H}_2\text{SO}_4$

2. (本题 2 分) 2802

在一定温度下, (1) K_m , (2) $(\partial G / \partial \xi)_{T,P}$, (3) $\Delta_r G^\ominus$, (4) K_f . 四个量中, 不随化学反应体系压力及组成而改变的是: ()

- (A) (1) (3)
- (B) (3) (4)
- (C) (2) (4)
- (D) (2) (3)

3. (本题 2 分) 2843

已知反应 $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ 在等温条件下, 标准平衡常数为 0.25. 那么, 在此条件下, 氨的合成反应 $\frac{1}{2}\text{N}_2 + \frac{3}{2}\text{H}_2 = \text{NH}_3$ 的标准平衡常数为:

- (A) 4
- (B) 0.5
- (C) 2
- (D) 1

4. (本题 2 分) 3147

在 298K 时, 气相反应 $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ 的 $\Delta_r G^\ominus = -10778 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$. 则反应的平衡常数 K_f^\ominus 为:

- (A) 2.0×10^{12}
- (B) 5.91×10^6
- (C) 873
- (D) 18.9

5. (本题 2 分) 7353

对电动电位的描述错误的是: ()

- (A) 电动电位表示了胶粒溶剂化层界面到均匀相内的电位
- (B) 电动电位的值易随少量外加电解质而变化
- (C) 电动电位的绝对值总是大于热力学电位 ψ
- (D) 电动电位一般不等于扩散电位 ϕ

二. 填空题: (共 10 分)

1. (本题 2分) 0079

10mol 单原子理想气体, 在恒外压 $0.987 p^*$ 下由 $400K, 2 p^*$ 等温膨胀至 $0.987 p^*$, 物体对环境作功 \quad kJ。

2. (本题 2分) 0384

在横线上填上 $>$ 、 $<$ 、 $=$ 或 $?$ ($?$ 代表不能确定)
氢气和氮气在绝热刚性容器中反应, 则:

- (A) $W = 0$
- (B) $\Delta U = 0$
- (C) $H = 0$
- (D) $\Delta H = 0$

3. (本题 2分) 3192

一个化学反应的 $\Delta_r U_{m, m}$ 的含义是

4. (本题 2分) 3288

有理想气体反应达化学平衡 $A(g) + B(g) = 3C(g)$, 在等温下维持体系总压不变, 向体系中加入惰性气体, 平衡 \quad 移动; 若将气体置于钢筒内加入惰性气体后平衡 \quad 移动。

5. (本题 2分) 7483

假定聚丁二烯分子为线型, 其横截面积为 $20 \cdot 10^{-20} m^2$, 摩尔质量为 $100 kg \cdot mol^{-1}$, 在聚合物分子充分伸展时分子的长度为 \quad 。已知聚丁二烯的密度为 $920 kg \cdot m^{-3}$ 。

三. 计算题: (共 60 分)

1. (本题 5分) 0399

在某炼钢炉中放入含C为3%的生铁10吨, 通入空气并加热使其中的C燃烧除去。
(1) 设有 1/5 的C燃烧成 CO_2 , 4/5 的C燃烧成 CO , 问理论上需通入 $27^\circ C, 101.3 kPa$ 的空气多少升? (设空气组成为(体积分数): O_2 21%, N_2 79%)
(2) 试求炉气中各气体的分压力

2. (本题 10分) 0964

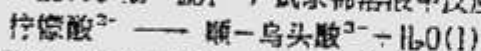
已知 $-5^\circ C$ 固态苯的饱和蒸气压为 $0.0225 p^*$, 在 $-5^\circ C, p^*$ 下, 1 mol 过冷液态苯凝固时 $\Delta_f S = -35.40 J \cdot K^{-1}$, 放热 9800J。
求: $-5^\circ C$ 时液态苯的饱和蒸气压, 设苯蒸气为理想气体。

1998年八月 1999 年烟台工业硕士生入学考试试题(三小时)

考试科目:

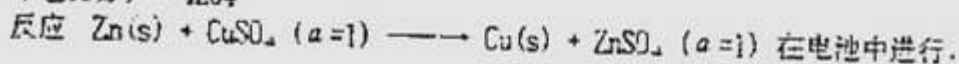
3. (本题 5分) 3157

已知 298K 时, 柠檬酸、顺-乌头酸和 $H_2O(l)$ 的标准生成自由能分别是 -1167.1 、 -921.7 、 $-237.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 试求稀溶液中反应:



的平衡常数。与 $4 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的乌头酸盐成平衡的柠檬酸盐的浓度是多少?

4. (本题10分) 4264



15°C 时测得 $E = 1.0934V$, 电池的温度系数 $(\partial E / \partial T)_p = -4.29 \times 10^{-4} V \cdot K^{-1}$,

(1) 写出电池表示式和电极反应式

(2) 求电池反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus$ 、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 和 Q_r

5. (本题 5分) 4463

$Ag - Au$ 合金中, Ag 的摩尔分数 $x(Ag) = 0.4000$, 将此合金用于

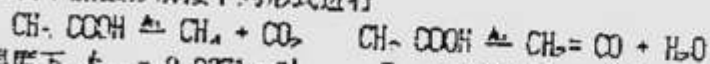
$Ag | AgCl(s) | Ag - Au$ 电池中, 在 473K 时, 测得电池电动势 $E = 0.0864V$, 求该合金中 Ag 的活度和活度系数, 并写出电池反应。

6. (本题 5分) 5677

某一气相热分解反应 $A(g) \longrightarrow B(g) + C(g)$, 其反应的半衰期与起始压力成反比, 且测有如下数据: 967K 时, $k = 0.135 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 起始压力为 39.2kPa, 求反应的 $t_{1/2}$. 若 1030K 时其 $k = 0.842 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 求反应活化能及指前因子。

7. (本题10分) 5733

高温下醋酸分解按下列形式进行



在某温度下 $k_1 = 0.0371 \text{ s}^{-1}$ $E_1 = 92.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$k_2 = 0.0321 \text{ s}^{-1}$ $E_2 = 100.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(1) 求醋酸分解反应的半衰期

(2) 求醋酸分解反应的活化能

8. (本题10分) 6033

298K 时, 水-空气的表面张力 $\gamma = 7.17 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. 在 298K, 标准压力 p^\ominus 下可逆地增加 $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 时, 其焓变为 $3.14 \cdot 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 试计算系统所做的功(只做表面功)、系统的 ΔG 、 ΔH 及系统所吸收的热 Q_r .

四. 问答题: (共 20 分)

1. (本题 5分) 1120

证明:任一纯物质的 $T-S$ 图上,同一温度时等压线的斜率大于等容线的斜率。

2. (本题 5分) 1837

298K时CO在水中溶解时亨利系数 $k = 5.79 \times 10^6$ kPa,若将含CO30% (体积百分数)的水煤气在总压力为 p 下用298K的水洗涤。问每用水 1 m^3 CO损失多少?

3. (本题 5分) 2311

指出下列体系各有几相?

- ① 空气, ② 冰霜, ③ 金刚石和石墨混合物,
- ④ 冰和盐的共晶体, ⑤ 一块黄铜 (合30%Zn的Zn--Cu合金)
- ⑥ 酒精水溶液, ⑦ 油和水的混合物,
- ⑧ 密封容器中让 CaCO_3 分解并达到平衡,
- ⑨ 牛奶

4. (本题 5分) 3605

用 Pt 为电极,通于稀 CuSO_4 溶液,指出阴极部、中部、阳极部中溶液的颜色在通电过程中有何变化?若都改用 Cu 作电极,三个部分溶液颜色变化又将如何?

中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲

2023 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲

《物理化学》考试大纲

学院（盖章）：

负责人（签字）：

专业代码：070304

专业名称：物理化学

考试科目代码：615

考试科目名称：物理化学

（一）考试内容

物理化学是化学类（理科）专业和化工类（工科）的一门必修基础理论课。该学科综合运用数学、物理等基础科学的理论和实验方法来研究化学过程（包括化学变化、相变化和 pVT 变化）中的平衡规律和速率规律，也为后续专业课程学习奠定基础。试题重点考查的内容：

一、理想气体的状态方程

1. 掌握理想气体的状态方程及其计算
2. 掌握分压定律和分体积定律
3. 掌握真实气体及饱和蒸汽压的概念

二、热力学第一定律

1. 理解系统与环境、三大系统、状态、过程、状态函数与途径函数等基本概念
2. 掌握热力学第一定律文字表述和数学表达式
3. 理解功、热、热力学能、焓、热容、标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓等概念
4. 掌握热、功、焓、内能的计算

三、热力学第二定律

1. 掌握自发过程、卡诺循环、卡诺定理
2. 掌握热力学第二定律的文字表述和数学表达式
3. 掌握熵增原理、熵判据、亥姆霍兹函数判据、吉布斯函数判据
4. 掌握熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数的计算

四、化学平衡

1. 掌握标准平衡常数的运用及其和吉布斯函数的关系
2. 判断温度、压力、组成等因素对化学反应可能进行的方向的影响

五、多组分系统热力学及相平衡

1. 了解混合物与溶液的区别，会各种组成表示之间的换算
2. 理解拉乌尔定律、亨利定律，掌握其有关计算
3. 理解理想液态混合物的定义，理解混合物的性质
4. 了解偏摩尔量与化学势的概念，会运用分配定律作简单计算
5. 理解相律的意义、推导，掌握用杠杆规则进行分析与计算
6. 掌握单组分系统、二组分气-液平衡系统和二组分凝聚系统典型相图的分析和应用

六、电化学

1. 掌握电池电动势与热力学函数的关系及其计算
 2. 掌握常用电极符号、电极反应及其电极电势的计算，掌握电池电动势的计算及其应用
- ##### 七、表面现象

1. 理解表面张力及表面吉布斯函数的概念，理解亚稳状态与新相生成的关系
2. 理解物理吸附与化学吸附的概念，了解兰格缪尔单分子层吸附理论及吸附等温式。
3. 了解溶液界面的吸附及表面活性物质的作用与应用

八、化学反应动力学

1. 理解化学反应速率、速率常数、基元反应及反应级数的概念
2. 掌握一级、二级反应的速率方程及其应用
3. 理解阿累尼乌斯方程的意义，并掌握其应用。理解活化能及指前因子的意义
4. 了解催化作用的反应特征

(二)、考试的基本要求是：

1. 理解基本概念：理解理想气体、系统、状态函数、自发过程、可逆过程、理想液态混合物、相律、化学势、偏摩尔量、电极符号、表面张力、界面吸附、化学反应速率常数和反应级数的基本概念。

2. 掌握基础公式：掌握理想气体状态方程、热力学第一定律、卡诺定理、拉乌尔定律、亨利定律、电化学公式、反应的速率方程和阿累尼乌斯方程的运用。

3. 掌握物理化学的基本计算能力：掌握热、功、内能、焓、吉布斯函数的基本计算；掌握卡诺定理的基本计算；掌握拉乌尔定律、亨利定律的基本计算；掌握电化学有关的基本计算；掌握速率方程和阿累尼乌斯方程的基本计算。

(三)、考试基本题型

基本题型可能有：选择题、填空题、判断题、简答题、计算题等。

2021 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研大纲

（一）考试内容

物理化学是化学类（理科）专业和化工类（工科）的一门必修基础理论课。该学科综合运用数学、物理等基础科学的理论和实验方法来研究化学过程（包括化学变化、相变化和 pVT 变化）中的平衡规律和速率规律，也为后续专业课程学习奠定基础。试题重点考查的内容：

一、理想气体的状态方程

1. 掌握理想气体的状态方程及其计算
2. 掌握分压定律和分体积定律
3. 掌握真实气体及饱和蒸汽压的概念

二、热力学第一定律

1. 理解系统与环境、三大系统、状态、过程、状态函数与途径函数等基本概念
2. 掌握热力学第一定律文字表述和数学表达式
3. 理解功、热、热力学能、焓、热容、标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓等概念
4. 掌握热、功、焓、内能的计算

三、热力学第二定律

1. 掌握自发过程、卡诺循环、卡诺定理
2. 掌握热力学第二定律的文字表述和数学表达式
3. 掌握熵增原理、熵判据、亥姆霍兹函数判据、吉布斯函数判据
4. 掌握熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数的计算

四、化学平衡

1. 掌握标准平衡常数的运用及其和吉布斯函数的关系
2. 判断温度、压力、组成等因素对化学反应可能进行的方向的影响

五、多组分系统热力学及相平衡

1. 了解混合物与溶液的区别，会各种组成表示之间的换算
2. 理解拉乌尔定律、亨利定律，掌握其有关计算
3. 理解理想液态混合物的定义，理解混合物的性质
4. 了解偏摩尔量与化学势的概念，会运用分配定律作简单计算
5. 理解相律的意义、推导，掌握用杠杆规则进行分析与计算
6. 掌握单组分系统、二组分气-液平衡系统和二组分凝聚系统典型相图的分析和应用

六、电化学

1. 掌握电池电动势与热力学函数的关系及其计算
2. 掌握常用电极符号、电极反应及其电极电势的计算，掌握电池电动势的计算及其应用

七、表面现象

1. 理解表面张力及表面吉布斯函数的概念，理解亚稳状态与新相生成的关系
2. 理解物理吸附与化学吸附的概念，了解兰格缪尔单分子层吸附理论及吸附等温式。
3. 了解溶液界面的吸附及表面活性物质的作用与应用

八、化学反应动力学

1. 理解化学反应速率、速率常数、基元反应及反应级数的概念
2. 掌握一级、二级反应的速率方程及其应用
3. 理解阿累尼乌斯方程的意义，并掌握其应用。理解活化能及指前因子的意义
4. 了解催化作用的反应特征

（二）、考试的基本要求是：

1. 理解基本概念：理解理想气体、系统、状态函数、自发过程、可逆过程、理想液态混合物、相律、化学势、偏摩尔量、电极符号、表面张力、界面吸附、化学反应速率常数和反应级数的基本概念。

2. 掌握基础公式：掌握理想气体状态方程、热力学第一定律、卡诺定理、拉乌尔定律、亨利定律、电化学公式、反应的速率方程和阿累尼乌斯方程的运用。
3. 掌握物理化学的基本计算能力：掌握热、功、内能、焓、吉布斯函数的基本计算；掌握卡诺定理的基本计算；掌握拉乌尔定律、亨利定律的基本计算；掌握电化学有关的基本计算；掌握速率方程和阿累尼乌斯方程的基本计算。

（三）、考试基本题型

基本题型可能有：选择题、填空题、判断题、简答题、计算题等。

2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研核心笔记

《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 $pV = cont.$

(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 $\frac{V}{T} = cont.$

(3) 阿伏加德罗定律（A.Avogadro, 1811）

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

(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）。 $R=8.314J.K^{-1}.mol^{-1}$ 。

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： $PV = \text{const}$

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

根据盖-吕萨克定律： $\frac{V}{T} = \text{const}$ ，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： $\ln V + \ln P = \ln T + \text{const.}$ ，即 $PV = T \cdot \text{const.}$

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

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

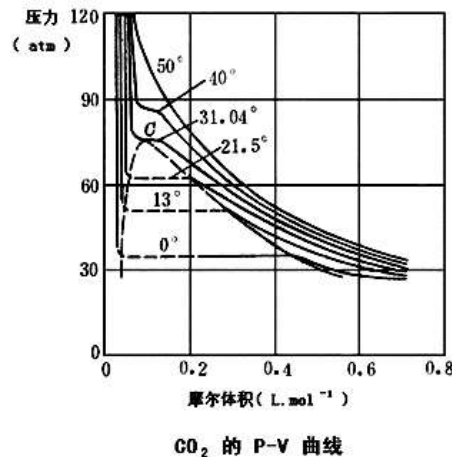
注意：只有低压混合气体才近似符合阿马格分体积定律。

【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~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： $PV=$ 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_2 的等温线具有代表性

CO_2 的等温线可分为三种类型： t_c ($31.04^\circ C$) — 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 $P=$ 常数， $V \rightarrow$ 小，放热 \rightarrow 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

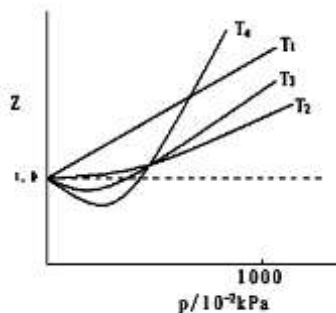
临界参数通常由实验测得，应用时可查阅有关图、表。临界点对应的状态称临界状态。

【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（北京）615 物理化学考研辅导课件

《物理化学》考研辅导课件

<h1 style="text-align: center;">物理化学</h1> <p style="text-align: center;">Physical Chemistry</p>	<h1 style="text-align: center;">绪 论</h1> <p style="text-align: center;">Preface</p>
<h3 style="text-align: center;">一、什么是物理化学？</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>无机化学</p> <p>有机化学</p> <p>生物化学</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>化学</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>分析化学</p> <p>物理化学</p> <p>高分子化学</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">物理化学是化学学科的一个分支</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>温度变化</p> <p>压力变化</p> <p>体积变化</p> <p>状态变化</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>热</p> <p>电</p> <p>光</p> <p>磁</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>化学</p> <p>物理化学</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">热学、电学、光学、磁学是物理学的重要分支</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <p>物理现象</p> <p>化学现象</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p style="text-align: center;">物理化学</p> <p style="text-align: center;">用物理的理论和实验方法 研究化学变化的本质与规律</p>	<h3>二、物理化学要解决的问题</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 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 <h3>三、物理化学研究的方法</h3> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 热力学方法 ◇ 量子力学的方法 ◇ 统计的方法
<h3 style="text-align: center;">物理化学课程的内容</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>热力学</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本定律 <ul style="list-style-type: none"> 第一定律 第二定律 应用 <ul style="list-style-type: none"> 多组分系统—溶液 相平衡 化学平衡 可逆电池 表面化学 胶体 <p>统计热力学</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>动力学</p> <ul style="list-style-type: none"> 宏观动力学 电极过程动力学 微观动力学 </div> </div>	<h3 style="text-align: center;">四、物理化学的建立与发展</h3> <p>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。</p> <div style="text-align: right;"> <p>M. V. Ломоносов</p> </div>

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)

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

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



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

气体 { 理想气体
实际气体

100℃、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。

§ 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)

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

以上三式结合 \Rightarrow 理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

单位: $p - \text{Pa}$

$V - \text{m}^3$

$T - \text{K}$

$n - \text{mol}$

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

R — 摩尔气体常数 *mole gas constant*

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

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

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 $p, V, T, n, m, M, \rho (= m/V)$

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。

过程方程

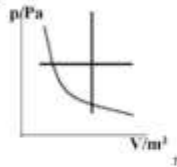
当理想气体经一过程从状态1变到状态2,

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

当n一定时, 等T下: $p_1 V_1 = p_2 V_2$

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

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



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。

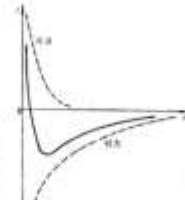
$$E_{\text{吸引}} \propto -1/r^6$$

$$E_{\text{排斥}} \propto 1/r^{12}$$

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



(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) $p \rightarrow 0 =$ 理想气体

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

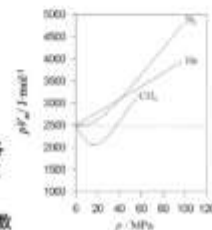
$p \rightarrow 0$ 时:

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

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

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运用的常数



§ 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

$$x_n \text{ (或 } y_n) \stackrel{\text{def}}{=} n_n / \sum n_n \quad (\text{单位为1})$$

$$\text{显然 } \sum x_n = 1, \quad \sum y_n = 1$$

[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_n

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

$$\sum w_n = 1$$

3) 体积分数 φ_n

$$\varphi_n \stackrel{\text{def}}{=} V_n / V = x_n V_{m,n}^* / \sum x_n V_{m,n}^* \quad (\text{单位为1})$$

$$\sum \varphi_n = 1$$

($V_{m,n}^*$ 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。

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

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

式中: m — 混合物的总质量

M_{mix} — 混合物的摩尔质量

$$M_{\text{mix}} \stackrel{\text{def}}{=} \sum y_n M_n$$

式中: M_n — 组分 B 的摩尔质量

$$\text{又 } \because m = \sum m_n = \sum n_n M_n = n \sum y_n M_n = n M_{\text{mix}}$$

$$\therefore M_{\text{mix}} = m/n = \sum m_n / \sum n_n$$

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

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

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

$$\therefore \sum y_B = 1$$

$$\therefore p = \sum p_B$$

混合理想气体:

$$\therefore \sum_n p_n = (n_A + n_B + n_C + \dots) \frac{RT}{V} = \sum_n n_n \frac{RT}{V}$$

$$\therefore p_n = n_n \frac{RT}{V}$$

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_n^* 之和:

$$V = \sum V_n^*$$

$$\therefore V = \frac{nRT}{p} = \frac{\sum_n n_n RT}{p} = \sum_n \frac{n_n RT}{p} = \sum_n V_n^*$$

$$\therefore V_n^* = \frac{n_n RT}{p}$$

即: 理想气体混合物中物质 B 的分体积 V_n^* , 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组分的体积之和。

由二定律有:

$$\frac{p_n}{p} = \frac{V_n}{V} = \frac{n_n}{n} = y_n$$

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: $p_1 = \frac{V_2}{V_1} p_2 \Rightarrow p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1$

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

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

$= 25.0 \text{ kPa}$

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

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

$$p = \sum_n p_n = \sum_n n_n \frac{RT}{V}$$

阿马加定律

$$V = \sum_n V_n = \sum_n \frac{n_n RT}{p}$$

$$\frac{p_n}{p} = \frac{V_n}{V} = \frac{n_n}{n} = y_n$$

29

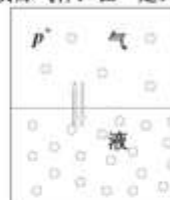
§ 1.3 气体的液化及临界参数

Gases liquidation and Critical parameters

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	
$t / ^\circ\text{C}$	p^*/kPa	$t / ^\circ\text{C}$	p^*/kPa	$t / ^\circ\text{C}$	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 $p_n < p_n^*$, B液体蒸发为气体至 $p_n = p_n^*$

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

(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 = $\frac{\text{空气中 } p_{n,20} \times 100\%}{p_{n,0}}$

32

2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研复习提纲

《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（北京）615 物理化学考研核心题库

《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 μ 与纯溶剂的化学势 μ^* 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. ΔS 越负, 反应速度越快

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

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

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

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

【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 Fe(s) Cd(s) 的粉末投入含 Fe^{2+} ($0.10\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$) 和含 Cd^{2+} ($0.0010\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$) 的溶液中, Fe(s) 和 Cd(s) 粉将_____

A.都溶解

B. Fe(s) 溶解, Cd(s) 不溶

C.都不溶解

D. Fe(s) 不溶, 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(l), C(s)三相共存
- B.B(s), D(l), C(s)三相共存
- C.C(l)
- D.C(s)

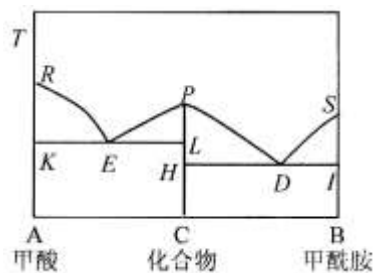


图 1

【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 Fe(s)和 Cd(s)的粉末投入含 Fe^{2+} ($0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)和含 Cd^{2+} ($0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)的混合溶液中, Fe(s)粉和 Cd(s)粉将_____ (设活度因子均为 1)

- A. 都溶解
- B. Fe(s)不溶, Cd(s)溶解
- C. 都不溶解
- D. Fe(s)溶解, 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 $r = 10^{-4} \text{ cm}$ 的油滴体系
- C. 水中分散有 $r = 10^{-3} \text{ cm}$ 的微晶体系
- D. 水中分散有 $r = 10^{-5} \text{ cm}$ 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) $K_f^{\ominus} = \exp(-\Delta_r G_m^{\ominus}/RT)$; (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
- C. 制备不稳定化合物
- D. 获得固溶体

2024 年中国矿业大学（北京）615 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺]

中国矿业大学（北京）615 物理化学考研仿真五套模拟题

2024 年物理化学 五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、选择题

1. 单原子分子理想气体，分子的全配分函数 $q =$ _____。

- A. $q_r \cdot q_v \cdot q_e \cdot q_n$
- B. $q_t \cdot q_r \cdot q_n$
- C. $q_r \cdot q_v \cdot q_e$
- D. $q_t \cdot q_n$

【答案】B

2. 统计热力学中，分子能量基态零点能的不同选择身下列哪个状态函数没有影响？_____

- A. V
- B. H
- C. S
- D. G

【答案】C

3. $0.20 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ AlCl}_3$ 溶液的平均浓度 $b_{\pm} =$ _____。

- A. $0.20 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
- B. $0.40 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
- C. $0.40 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
- D. $0.80 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

【答案】C

4. 下列离子中外层 d 轨道达半满状态的是_____

- A. Cr^{2+}
- B. Fe^{3+}
- C. Co^{3+}
- D. Cu^+

【答案】B

5. 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

6. 下列电池中，电动势与氯离子活度无关的电池是_____

- A. $\text{Zn} | \text{ZnCl}_2(\text{aq}) || \text{KCl}(\text{aq}) | \text{AgCl} | \text{Ag}$
- B. $\text{Pt} | \text{H}_2 | \text{HCl}(\text{aq}) | \text{Cl}_2 | \text{Pt}$

- C. $\text{Ag} | \text{AgCl}(\text{s}) | \text{KCl}(\text{aq}) | \text{Cl}_2 | \text{Pt}$
 D. $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) | \text{KCl}(\text{aq}) || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag}$

【答案】C

7. 描述固体对气体的吸附的 BET 公式, 是在兰缪尔理论的基础上发展而得到的, 它与兰缪尔理论的最重要的区别是_____。

- A. 吸附是多分子层的
 B. 吸附是单分子层的
 C. 吸附作用是动态平衡
 D. 固体表面是均匀的

【答案】A

8. 在 273K, 101.325kPa 时, $\text{CCl}_4(\text{l})$ 的蒸发可以近似看作是理想气体。已知 $\text{CCl}_4(\text{l})$ 的摩尔质量为 $154 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则在该条件下, $\text{CCl}_4(\text{l})$ 气体的密度为_____。

- A. $6.87 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$
 B. $4.52 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$
 C. $6.42 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$
 D. $3.44 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$

【答案】A

二、填空题

9. $0.017 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ BaCl}_2$ 溶液, Ba^{2+} 的活度系数 $\gamma_- = 0.43$, Cl^- 的活度系数 $\gamma_+ = 0.84$, Cl^- 的活度 $a_- =$ _____, Ba^{2+} 的活度 $a_+ =$ _____, BaCl_2 的活度 $a =$ _____, 此溶液的平均活度 $a_{\pm} =$ _____。

【答案】0.0286、0.00731、 5.98×10^{-6} 、0.0182

10. 摩尔双原子理想气体经绝热向真空自由膨胀使体积增大至 10 倍, 则体系的熵变=_____

【答案】0

11. 已知



由 $\text{Fe}(\text{s})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{FeO}(\text{s})$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ 组成平衡物系的自由度是 _____, 平衡温度是 _____ K。

【答案】 $f=0$ 、 $T=838\text{K}$

12. 综合反应 $\text{A} \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{B} \xrightarrow{k_2} \text{C}$, 稳态近似处理的条件是 _____。稳态浓度 $c_{\text{B}} =$ _____。

【答案】 $k_2 \gg k_{-1}$, $k_{-1} \gg k_1$ 或 $k_2 \gg k_1$, $k_2 + k_{-1} \gg k_1$, $k_1[\text{A}] / (k_{-1} + k_2)$

13. 一级平行反应: $\text{A} \begin{cases} \xrightarrow{k_1} \text{B} \\ \xrightarrow{k_2} \text{C} \end{cases}$, 其中 B 为所需产物, 而 C 为副产物。已知两反应的指前因子 $A_1 = A_2$,

$$E_{a,1} = 100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, E_{a,2} = 80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

今欲加快产物 B 的生成速率, 则应尽量 _____ 反应温度。反应物 A 的半衰期与 k_1 、 k_2 的关系式为 _____; 当 $T = 800\text{K}$ 时, $c_{\text{B}}/c_{\text{C}} =$ _____ (给出计算值)。

【答案】提高、 $\ln 2 = (k_1 + k_2)t_{1/2}$ 或: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{(k_1 + k_2)}$ 、 $\frac{c_B}{c_C} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{\exp\left(-\frac{E_{a,1}}{RT}\right)}{\exp\left(-\frac{E_{a,2}}{RT}\right)} = \exp\left(-\frac{20 \times 10^3}{800RK}\right) = 0.0494$

14. 已知 298.2K 时, $E^\ominus(\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}) = -0.763 \text{ V}$, H_2 在 Zn 和光亮 Pt 上的超电势分别为 0.7V 和 0.3V。若分别以 Zn 和光亮 Pt 为阴极, 电解 $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ ZnSO}_4$ 溶液(中性), 在阴极上首先析出的物质将为_____。

【答案】Zn 和 H_2

15. 理想气体的微观特征是_____。

【答案】分子间无相互作用力, 分子本身不占有体积。

16. 独立子系统的热力学能 U 与配分函数 q 的关系式为_____; 离域子系统的熵与配分函数 q 的关系式为_____。

【答案】 $U = NkT^2 \left(\frac{\partial \ln q}{\partial T}\right)_{V,N}$ 、 $S = Nk \ln \frac{q}{N} + \frac{U}{T} + Nk$

17. 实验测得下列电解质对某溶胶的聚沉值为: $c(\text{KNO}_3) = 50 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $c(0.5 \text{ K}_2\text{SO}_4) = 65.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $c(\text{CaCl}_2) = 0.65 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $c(\text{AlCl}_3) = 0.093 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 说明此溶胶带_____电荷。

【答案】负电荷

18. 反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的平衡常数和 Gibbs 函数分别为 K_p^\ominus 和 $\Delta_r G_m^\ominus$, 则同样条件下 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的平衡常数为_____, 吉布斯函数变 ΔG 为_____。

【答案】 $(K_p^\ominus)^{1/2}$ 、 $\frac{1}{2} \Delta_r G_m^\ominus$

三、判断题

19. 因为 V (体积)是典型的容量性质, 所以 V_m (摩尔体积)也是容量性质_____。

【答案】×

20. 根据化学反应速率的表达式, 某些反应的反应速率与反应物浓度无关。_____

【答案】√

21. 独立子体系的内能和自由能的统计表达式不论是否是离域子都一样。_____

【答案】×

22. 按照真实气体化学势公式 $\mu_B = \mu_B^\ominus + RT \ln(f_B/p^\ominus)$, 已知真实气体在 $f_B = p^\ominus$ 时的化学势就是标准态的化学势, 所以真实气体在 $f_B = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 之状态就是它的标准态, 此话对吗? _____

【答案】×

23. 任何气体经不可逆绝热膨胀时, 其内能和温度都要降低, 但熵值增加, 对吗? _____

【答案】√

24. 能量零点选择不同, 粒子配分函数数值也不同。_____

【答案】√

25. Langmuir 膜是指由两亲分子形成的单分子层。_____

【答案】×

26. 对于理想气体的自由膨胀, 从 $dU = TdS - pdV$ 的关系式看: 因为 $dU = 0$, $pdV = 0$, 而 $T > 0$, 所以 $dS = 0$ _____。

【答案】×

27. 在 0°C 的标准态下, 稳定相态单质的标准熵一定为零。_____

【答案】×

28. 金属铜较稳定, 即使在潮湿的空气中也不会被腐蚀。_____

【答案】×

四、问答题

29. 题: 298K 时, 从一稀肥皂水溶液上刮下极薄的一层液体, 液膜表面积为 $3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, 得到 $2 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$ 溶液 (水重 $2 \times 10^{-3} \text{ kg}$), 其中肥皂含量为 $4.013 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 而液体相内同样体积的溶液中含肥皂 $4.000 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 。试根据吉布斯吸附公式和 $\gamma = \gamma_0 - bc$ 计算溶液的表面张力。已知 298K 时纯水的表面张力 $\gamma_0 = 7.2 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

$$\text{【答案】 } \Gamma = \frac{c_{\text{表}} - c_{\text{体}}}{A} = \frac{4.013 \times 10^{-5} - 4.000 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-2}} = 4.333 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2}$$

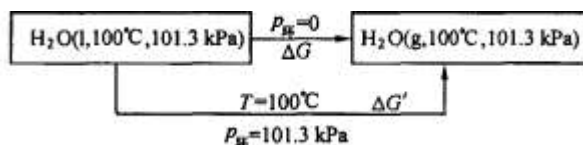
$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \frac{d\gamma}{dc} = \frac{bc}{RT}$$

$$bc = \Gamma RT$$

$$\gamma = \gamma_0 - bc = \gamma_0 - \Gamma RT = (7.2 \times 10^{-2} - 4.333 \times 10^{-6} \times 8.314 \times 298) \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = 6.126 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

30. 题: 1mol 水在 100°C 、 101.3kPa 下, 向真空蒸发成 100°C 、 101.3kPa 的水蒸气, 试计算此过程的 ΔA 与 ΔG , 并判断过程是否可逆。

【答案】 $n=1\text{mol}$



水向真空蒸发过程是不可逆相变过程, 可以将其设计成恒温恒压 (373.15K 、 101.3kPa) 下可逆相变过程。该过程的 $\Delta G' = 0$ 。

因为吉布斯函数是状态函数, 所以

$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta G' = 0 & W &= -p_{\text{环}} \Delta V = 0 \\ \Delta A &= \Delta G - \Delta(pV) = -\Delta(pV) = -p(V_{\text{g}} - V_{\text{l}}) \approx -pV_{\text{g}} = -nRT = \\ & & & (-1 \times 8.314 \times 373.15) \text{ J} = -3.102 \text{ kJ} < W \end{aligned}$$

这说明过程是不可逆的。

31. 怎样理解“独立的化学平衡数”和“独立的浓度限制条件”?

【答案】以体系内的所有物质作为反应物及产物所能发生的独立的化学反应的数目, 叫做“独立的化学平衡数”。“独立”二字的含义是指这些化学反应式之间没有线性关系。例如, 含有 C 、 CO 、 H_2O 、 CO_2 、 H_2 这五种物质的体系可以发生以下三个反应, 即



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： **¥268.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

