



大学基础课学习辅导丛书

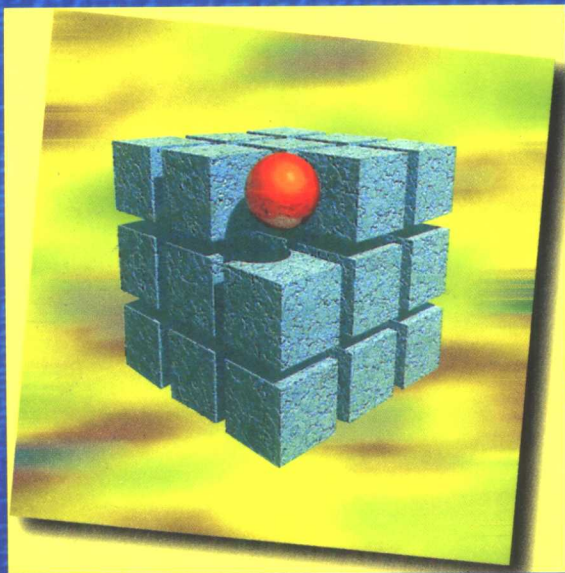
大学化学

习题集

DAXUE HUAXUE



主 编 孟凡昌 张学俊



科学技术文献出版社

☒ 大学基础课学习辅导丛书

大学化学习题集

孟凡昌 张学俊 主 编

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

大学化学习题集/孟凡昌等主编.-北京:科学技术文献出版社,
2002.10

(大学基础课学习辅导丛书)

ISBN 7-5023-4023-8

I. 大… II. 孟… III. 化学-高等学校-习题 IV. O6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 019678 号

出 版 者:科学技术文献出版社

地 址:北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

图书编务部电话:(010)68514027,(010)68537104(传真)

图书发行部电话:(010)68514035(传真),(010)68514009

邮 购 部 电 话:(010)68515381,(010)68515544-2172

网 址:<http://www.stdph.com>

E-mail:stdph@istic.ac.cn;stdph@public.sti.ac.cn

策 划 编 辑:裴翠蓉

责 任 编 辑:孙江莉

责 任 校 对:赵文珍

责 任 出 版:刘金来

发 行 者:科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者:三河市富华印刷包装有限公司

版 (印) 次:2002 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开 本:850×1168 32 开

字 数:339 千

印 张:10.375

印 数:1~6000 册

定 价:12.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

这本习题集是《大学化学学习辅导》的姊妹篇。在《大学化学学习辅导》中,由于篇幅的限制,对于习题部分未能充分体现,因此有必要再编写这样一本内容丰富,涉及面广,具有多种题型的习题集。

该习题集适于低年级大学生自学参考,还可供大学化学类教师作参考书使用。

我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干

科学技术文献出版社是国家科学技术部所属的综合性出版机构,主要出版医药卫生、农业、教学辅导,以及科技政策、科技管理、信息科学、实用技术等各类图书。

编委会名单

主 编	孟凡昌	张学俊	
编 委	徐 斌	张海丽	郑 穹
	董平安	杨义勇	张学俊
	黄 驰	孟凡昌	

前 言

学生做习题,不仅仅是为了提高解题的能力和熟悉解题技巧,更主要的还要理解所学内容的本质,从更深一个层次探索化学的奥秘。

相同的一句格言,对于不同阅历的人其含义是不同的。与此相似的,相同的一道习题,花费不同的功夫研究,其含义可能是不相同的。因此,学生在做习题时,应该思考得更深入一些,眼光放得更远一些。

这本习题集由一批具有长期教学经验的大学教师,结合课堂教学中,尤其是解题过程中易出现的问题,悉心编写,具有涉猎面广,理论结合实际等特点。

参加编写的有孟凡昌,张学俊(第一章);张海丽(第二、三、四章);徐斌(第五、六、七、八章);董平安(第九、十章);杨义勇,张学俊(第十一章);郑穹,黄驰(第十二、十三章)。书稿由孟凡昌,张学俊通读整理。

限于阅历和学识,书中可能会存在一些缺点错误,恳请读者批评指正。

全体编委

2002年7月

于武汉大学

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 物质的状态	(4)
第三章 化学热力学	(26)
第四章 化学反应速率	(54)
第五章 酸碱平衡及滴定分析	(76)
第六章 沉淀反应及沉淀平衡	(97)
第七章 氧化还原反应·电化学	(118)
第八章 络合物及络合平衡	(145)
第九章 原子结构	(174)
第十章 分子结构	(195)
第十一章 元素化学	(222)
第十二章 有机化学	(249)
第十三章 高分子化学	(292)
主要参考书目	(321)

第一章 绪 论

1. 如何理解化学的定义?

答:化学学科是从对化学元素的科学定义开始的。随着元素物质的认定到对元素物质的相互作用(化合和化分)规律的研究而提出了原子、分子理论,以及后来与由能量有关的化学平衡,动力学,催化作用等研究而建立起来的物理化学,到原子内部能量和结构的研究而提出的原子模型,和现在与其他各学科的高度融合,都表明了化学研究内容是一个日渐丰富,其涵义逐渐广泛、完整的过程。显然在其发展的不同时期和阶段,对其所下的定义也是不同的,但却是越来越明确和完善。这也表明,不同时期、阶段的定义是受当时社会 and 科学发展水平限制的,是受到人类认识自然能力限制的。

化学的定义,应该是一个从多方面考虑的完整的定义。它主要涉及到研究对象、反应变化规律、引起变化的内部和外部因素等。所以可以说,现阶段的化学的任务是:研究在分子、原子、离子层面上,由于与外界相互作用的能量变化引起的物质分子在组成、结构、性质上的变化、变化规律以及生成的产物。

2. 化学的基础分支学科有哪些? 怎样理解它们相互间的关系?

答:在化学研究中,首先就要涉及到研究的物质对象。这就包括了组成世界的所有物质分子、原子、离子,它们分为有机物和无机物。故而形成了以物质为对象的有机化学、无机化学两门基础分支学科。对有机物和无机物发生化分和化合反应的研究,又必然涉及到化学反应方向和反应限度的问题,反应是否能发生与发生的速度等问题。因而也就产生了物理化学这一分支学科。然而无论是有机化学、无机化学还是物理化学,在其研究过程中都必须对物质进行定性(确定反应是否发生)、定量(反应进行的程度)的测量,从而产生了又一基础分支学科——分析化学。此外随着化学领域的扩展和内容的丰富,一些新的,有着相对独立的基础理论的学科逐渐形成,如高分子化学、核化学和放射化学、生物化学、分子生物化学、环境化学等分支学科。

在这些分支学科之间,有着紧密不可分割的关系。除了物质之间可以相互转化外,无机化学和有机化学还有着许多共同的基础理论。而高分子化学、

放射化学、生物化学在实质上可以看作是有机和无机化学中的次一级学科或者是同类的并行学科。对于物理化学和分析化学来说,前面的分支学科是这两分支学科的物质基础,物理化学和分析化学是建立在它们之上并寄存于它们之中的,将它们紧密地联系在一起,同时又有着自己独立的理论。

3. 了解并掌握本学科及其他学科的最新发展,对研究化学有什么益处?

答:在我们研究和探索化学这一科学时,尽管它有着自己独立的理论和特征的变化规律,但是作为自然科学整体的一个组成部分,在物质、能量、以及理论等诸方面与其他学科形成了一个不可分割的整体。其他学科的最新发现和理论上的最新发展都将影响到化学学科的发展和进步。特别是现在,各个学科之间的相互交叉、相互渗透已不仅仅表现在内容上,而且也表现在理论和技术上。一项新技术或新理论的出现将会影响到越来越多的学科。因此我们要及时了解和掌握其他学科和本学科其他领域的最新科研成果,使我们在化学研究中有更多的工具和“手段”。特别是一些重大的发现和重要的新理论的建立,甚至会改变我们的思维方式。

此外,密切注意其他学科和本学科的最新发展,可以更多地丰富自己的研究内容,借鉴别人的研究方法和避免无谓的重复。

4. 为什么在化学学习中要实验与理论并重?

答:简单地说这是由化学这门学科所研究的对象和目的所决定的。化学研究的对象是物质,而研究的最终结果也是要以物质的形式表现出来。在化学中,定律、假说多为经验式,这些都是通过对物质和现象的实验结果的综合分析、归纳、总结而得到的。此外,化学反应受环境影响十分明显,条件的改变(有时甚至是微小的改变)将会导致化学反应的失败或者产物的不同。所以在化学的学习和研究中不能想当然,而要以实验为辅助,通过实验才能加深理解所学的内容,通过实验才能发现和提出新的观点和学说。

实验方案的设计,实验过程中条件的控制是实验获得成功的保证,是正确认识自然的保证。许多精确、巧妙的实验,如玻璃管汞柱测大气压,法拉第测电量法等实验,操作人员越细心,结果越准确。在原子结构的测定中,如果没有威尔逊雾室实验和卢瑟福的实验,我们就无法正确地认识原子的结构。巧妙的实验是我们认识自然的正确途径。所以在理论学习的同时,进行大量的实验及实验技能的训练,对学习化学的学生来说尤为重要。

5. 试说明化学在经济发展和建设中的作用。

答:我们知道,从自然界中取得的东西,一些可以直接被人类利用,而大部分则需经过加工处理,才能变成对人类有用的东西,或者被赋予更新更广泛的用途。例如石油、天然气等,通过化学分解和化学合成可以得到性质截然不同的、更为有用的工业和生活必需品,如塑料、化纤、合成橡胶、染料、药物、化肥等。在化学领域中的每一项新的研究成果,几乎都会为我们的物质生活提供更多的便利,满足生活、生产的需求。

化学涉及到的领域包括了国民经济的所有方面。而且与化学直接相关的生产活动,都是国民经济发展的基础行业 and 基础企业,在空间技术、火箭发射、激光、原子能、计算机和国防等方面都与化学直接相关,可以说国民经济的发展离不开化学,而化学在其中占有基础的,中心的地位。

第二章 物质的状态

§ 2.1 气 体

一、例题解析

1. 将一支两端开口长为 50.0cm 的玻管垂直地插入水银槽内,管长的一半在水银槽下。在 101 325Pa 时,若用手指封闭管的上端,提起该管时,使玻管下端恰好位于水银面之下。问此时管内空气的高度为多少?

解:设提起后管内汞柱高度为 x cm,玻管的截面积为 $S\text{cm}^2$ 。

在未提起玻管时,管内空气压力为 101 325Pa,体积为:

$$S \times \frac{50.0}{2 \times 1000} = 0.025S(\text{L})$$

所以应用波义耳定律:

$$P_1 V_1 = 101\,325 \times 0.025S = 2533.12S(\text{Pa} \cdot \text{L})$$

玻管提起后,管内空气压力为 $101\,325 - \frac{x}{76.0} \times 101\,325$ 管内空气体积为:
 $S \times (50.0 - x)/1000(\text{L})$ 。

$$\text{因为 } P_2 V_2 = 101\,325 \left(1 - \frac{x}{76.0}\right) \times \frac{S(50.0 - x)}{1000}$$

$$\text{又因为 } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{所以 } 2533.12S = 101325 \left(1 - \frac{x}{76.0}\right) \times \frac{S(50.0 - x)}{1000}$$

$$\text{解得: } x = 17.5(\text{cm})$$

$$\text{而玻管中空气的高度为: } 50.0 - 17.5 = 32.5(\text{cm})$$

2. 根据维克特迈尔实验求得 0.153g 某液体样品气化后,在水里收集被置换出的空气,测得其在 99.65kPa、20℃ 时的体积为 35.1mL。此时水的饱

和蒸气压为 2.33kPa。求(1)该化合物的分子量;(2)若该化合物的组分为含 C 22.10%, H 4.58%, Br>3.32%, 试确定该化合物的分子式。

解:(1)设该液体的蒸气服从的理想气体行为,根据理想气体状态方程:

$$PV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0.153 \times 8.314 \times (273.15 + 20)}{(99.65 - 2.33) \times \frac{35.1}{1000}} = 109$$

(2)从该化合物的组成数据,可求得 1mol 化合物中的三种元素的原子个数之比:

$$C:H:Br = \frac{22.10}{12} : \frac{4.58}{1} : \frac{73.32}{79.9} = 2:5:1$$

所以该液体的物质的分子式可能是 C_2H_5Br 。按此分子式计算其摩尔质量约为 109,与(1)中计算相符,说明分子式 C_2H_5Br 是正确的。

3. 0.100g H_2 和 0.100g N_2 的混合物,它在 101.325kPa, 25℃ 时的体积是多少升?

解:0.100g H_2 的物质的量为:

$$\frac{0.100}{2.016} = 0.0496(\text{mol})$$

0.100g N_2 的物质的量为:

$$\frac{0.100}{28.013} = 0.00357(\text{mol})$$

混合气体总的物质的量为:

$$n = 0.0496 + 0.00357 = 0.0532(\text{mol})$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.0532 \times 8.314 \times (273.15 + 25)}{101.325} = 1.30(\text{L})$$

4. 当 25℃, 98.29kPa 时,将 15.0L 干燥空气通入水中,充分混合后逸出水面,带走水 0.01985mol。计算此时水的饱和蒸气压及逸出水面的潮湿空气的体积。

解:根据道尔顿分压定律,可得出逸出水面的气体总压为:

$$P_{\text{总}} = P_{\text{空气}} + P_{\text{水蒸气}} = 98.29\text{kPa}$$

此时,只要求出水蒸气的气体摩尔分数,便可求得水的饱和蒸气压。

因为通入水中的空气的物质的量为:

$$n_{\text{空气}} = \frac{PV}{RT} = \frac{98.29 \times 15.0}{8.314 \times 298.15} = 0.595(\text{mol})$$

潮湿空气中含水蒸气的摩尔分数量为:

$$X_{\text{水蒸气}} = \frac{n_{\text{水蒸气}}}{n_{\text{空气}} + n_{\text{水蒸气}}} = \frac{0.01985}{0.595 + 0.01985} = 0.0323$$

$$\text{所以 } P_{\text{水蒸气}} = P_{\text{总}} \cdot X_{\text{水蒸气}} = 98.29 \times 0.0323 = 3.17(\text{kPa})$$

潮湿空气的总体积为:

$$\begin{aligned} V_{\text{总}} &= \frac{n_{\text{总}} RT}{P} \\ &= \frac{(0.595 + 0.01985) \times 8.314 \times 298.15}{98.29} = 15.5(\text{L}) \end{aligned}$$

5. 某含有 O_2 和 O_3 的混合气体, O_2 的分压是 35.16kPa, O_3 的分压是 66.17kPa。当 O_3 完全分解后, O_2 的压力是多少?

解:由 O_3 分解方程式 $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ 知:2.0mol O_3 分解可生成 3.0mol O_2 , 则 O_2 的压力为:

$$P_{\text{O}_2} = 35.16 + 66.17 \times \frac{3}{2} = 134.42(\text{kPa})$$

6. 300K 时,在 3.0L 的容器里盛有 0.30g H_2 和 1.40g 的 N_2 。计算此混合气体的总压,各气体的摩尔分数及分压。

$$\text{解:因为 } \text{H}_2 \text{ 的物质的量 } n_{\text{H}_2} = \frac{0.30}{2.0} = 0.15(\text{mol})$$

$$\text{N}_2 \text{ 的物质的量 } n_{\text{N}_2} = \frac{1.40}{28.0} = 0.05(\text{mol})$$

混合气体的总压:

$$P_{\text{总}} = \frac{n_{\text{总}} RT}{V} = \frac{(0.15 + 0.05) \times 8.314 \times 300}{3.0} = 166.3(\text{kPa})$$

$$\text{H}_2 \text{ 的摩尔分数 } X_{\text{H}_2} = \frac{0.15}{0.15 + 0.05} = 0.75$$

$$\text{N}_2 \text{ 的摩尔分数 } X_{\text{N}_2} = \frac{0.05}{0.15 + 0.05} = 0.25$$

$$\text{H}_2 \text{ 的分压 } P_{\text{H}_2} = P_{\text{总}} \cdot X_{\text{H}_2} = 166.3 \times 0.75 = 124.7(\text{kPa})$$

$$\text{N}_2 \text{ 的分压 } P_{\text{N}_2} = P_{\text{总}} \cdot X_{\text{N}_2} = 166.3 \times 0.25 = 41.6(\text{kPa})$$

7. 同一条件下, 2.00L 某气体重 3.04g, 而 8.00L N_2 重 10.00g, 计算该气体的分子量。

解: 因为 $PV = nRT$

$$P/T = \frac{nR}{V} = \frac{10.00}{28.0} \times \frac{8.314}{8.00} = 0.3712$$

$$0.3712 = \frac{3.04}{M} \times \frac{8.314}{2.00}$$

所以 $M = 34.04$

8. 若某天日间室温为 32°C , 气压为 98.40kPa, 空气湿度为 80%。晚间室温为 20°C , 气压为 99.33kPa。问晚间会从空气中凝结出百分之几的露水? (已知 32°C 时水的饱和蒸气压是 4.80kPa, 20°C 时为 2.33kPa)

解: 解此题时, 要先求出日间湿度为 80% 的单位质量空气中所含水气量, 然后求出晚间空气中所含饱和水气量, 二者之差就是凝结出的露水量, 并由此可求得晚间结露的百分率。

$$\text{日间 } P_{\text{水气}} = 4.80 \times 80\% = 3.84(\text{kPa})$$

$$P_{\text{干空气}} = 98.40 - 3.84 = 94.56(\text{kPa})$$

$$\text{夜间 } P'_{\text{水气}} = 2.33\text{kPa}$$

$$P'_{\text{干空气}} = 99.33 - 2.33 = 97.00(\text{kPa})$$

因为混合气体中: $P_1/P_2 = n_1/n_2$

$$\text{所以日间 } \frac{n_{\text{干空气}}}{n_{\text{水气}}} = \frac{P_{\text{干空气}}}{P_{\text{水气}}} = \frac{94.56}{3.84}$$

$$\text{夜间 } \frac{n'_{\text{干空气}}}{n'_{\text{水气}}} = \frac{P'_{\text{干空气}}}{P'_{\text{水气}}} = \frac{97.00}{2.33}$$

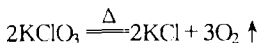
若以 94.56mol 干空气为准, 它到夜间能结出的露水量为

$$3.84 - 94.56 \times \frac{2.33}{97.00} = 1.57(\text{mol})$$

所以日间潮空气到夜间能结露的百分率为

$$\frac{1.57}{3.84} \times 100\% = 40.9\%$$

9. 实验室中用加热氯酸钾的方法制取氧气:



在 300K, 101.325kPa 时收集到 0.79L O_2 , 此时有多少克 KClO_3 发生了分解?

解: 由气态方程得:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101.325 \times 0.79}{8.314 \times 300} = 0.0321 (\text{mol})$$

由方程式知: 分解 2mol KClO_3 可得 3mol O_2 , 而得到 0.0321mol O_2 , 需分解 KClO_3 的质量为:

$$m_{\text{KClO}_3} = 0.0321 \times \frac{2}{3} \times 122.6 = 2.62 (\text{g})$$

10. 50mL 氧气通过多孔性膜扩散需 20s, 20mL 某气体通过该多孔性膜需 9.2s。计算该气体的分子量。

解: 由题意知:

$$\text{氧气的扩散速率为 } \frac{50}{20} = 2.5 (\text{mL/s})$$

$$\text{气体 X 的扩散速率为 } \frac{20}{9.2} = 2.17 (\text{mL/s})$$

由气体扩散定律: $U_1/U_2 = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ 得:

$$M_x = \frac{V_1^2}{V_2^2} \cdot M_{\text{O}_2} = \left(\frac{2.5}{2.17}\right)^2 \times 32 = 42.4$$

二、习题及参考答案

(一) 选择题

1. 增大理想气体分子平均速度, 可采用下列哪种方法?
 - A. 增大气体体积
 - B. 降低温度
 - C. 减小压力
 - D. 保持体积, 压力不变进行加热
2. 在压力不变条件下, 等体积的 H_2 和 Cl_2 混合进行反应, 反应后生成物的体积与反应前的体积相比, 有何改变?
 - A. 体积增大 1 倍
 - B. 体积增加 2 倍

- C. 体积减小一半 D. 没有变化
3. 对任何气体,下列哪些说法是不正确的?
- A. 通过扩散膜时,速率相同
B. 等温等压下,气体的密度相同
C. 常压下,将气体从 20°C 加热到 50°C ,以相同的比率扩散
D. 恒温时,加大压力,以相同的比率收缩
E. 20°C 相同压力下,相同体积内所含气体分子数相等
F. 恒温时,压力减半时,其体积扩大 1 倍
G. 恒压时,温度从 227°C 降至 -23°C ,体积缩小 1 倍
4. 在一次渗流实验中,一定物质的量的某未知气体,通过小孔渗向真空,需要的时间是 5s。在相同条件下,相同物质的量的氧气渗流需要 20s,则该气体的分子量是 (研究生入学试题)
- A. 2 B. 4
C. 8 D. 256
5. 在同一条件下,分别在水面和汞面上收集了等体积的氢气,问在这两种液面上收集的氢气质量
- A. 相等
B. 在汞面上收集氢气的量多些
C. 在水面上收集的氢气的量多些
6. 某容器中含有 4.032g H_2 和 32.00g O_2 ,则 H_2 的分压是总压的
- A. 1/8 B. 1/16
C. 1/4 D. 2/3
7. 某碳氢化合物的经验式是 CH_2 ,且密度与氮气的密度相等,该化合物的分子式为
- A. C_3H_6 B. C_2H_4
C. C_4H_8
8. “同一温度和压力下,同体积的任何气体含有相同的分子数”这一假设是谁先提出的?
- A. 道尔顿 B. 波义耳
C. 阿佛加德罗 D. 盖·吕萨克
9. “标准状况下,1mol 任何气体所占体积都约为 22.4L”中的“标准状况”

是指

A. 273K, 101325Pa

B. 25℃, 101325Pa

C. 298K, 100kPa

D. 100K, 100kPa

10. HCl 加热分解后, 气体的体积没有发生变化, 分解反应的产物是

A. H_2 分子和 Cl_2 分子

B. H 原子和 Cl 原子

C. H_2 分子和 Cl 原子

D. H 原子和 Cl_2 分子

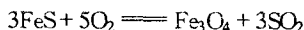
参考答案:

1. D 2. D 3. A、B、D 4. A 5. B 6. D 7. B 8. C 9. A 10. A

(二) 计算题

1. 16℃, 101.325kPa 时, 在水面上收集 0.50L CO_2 , 这些 CO_2 经干燥后, 在标准状况时的体积是多少? (16℃ 时水的饱和蒸气压为 1.81kPa)

2. 用空气在高温下焙烧 FeS 100kg, 某焙烧反应为



计算焙烧后生成的 SO_2 占气体总体积的百分数及需用 15℃, 101325Pa 的空气多少立方米。

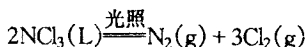
3. 一年内从 1g ^{226}Ra 中放出的 He 体积在标准状况下是 0.043mL。这些 He 是 11.6×10^{17} 个 α 粒子放电而生成的。求阿佛加德罗常数。

4. 一间体积为 100m³ 的房间, 在温度为 20℃, 湿度是 60% 时, 房间里含有多少克水? (20℃ 时水的饱和蒸气压是 2.31kPa)

5. 某硅的氢化物气体的质量百分比组成是 Si 90.29%, H 9.72%。该气体通过小孔扩散时流出速率是 N_2 的 2/3。求该化合物的分子式。

6. 25℃ 时, 200mL 35.46kPa 的 N_2 与 350mL 44.58kPa 的 O_2 混合, 当混合气体的体积为 300mL 时, 其压力是多少?

7. 在 29℃ 时, 把液态 NCl_3 倒入体积为 300L 的容器中, 容器中充满了 Ar, 其压力为 101.325kPa。 NCl_3 见光后完全分解为 N_2 和 Cl_2 , 反应为



此时测的容器中压力为 190.49kPa, 计算加入液态 NCl_3 的量。

8. 水煤气的主要反应是

