

面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

工程化学基础

陈林根 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

工程化学基础

陈林根 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书为教育部“九五”重点教材。全书将现代化学基本原理与当前迅速发展的材料、能源、环境和生命科学密切联系,具有内容简明、联系实际、突出重点的特点。全书共分五章:物质的化学组成和聚集状态;物质的结构和材料的性质;化学反应与能源;水溶液中的化学反应和水体保护;化学反应和材料保护。可作为工科高等学校非化工类各专业的普通化学课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程化学基础/陈林根编. —北京:高等教育出版社,
1999(2000重印)

ISBN 7-04-006964-4

I. 工… II. 陈… III. 工程化学-高等学校-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 01115 号

工程化学基础
陈林根 编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010—64054588

传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 15

版 次 1999 年 6 月第 1 版

字 数 260 000

印 次 2000 年 3 月第 2 次印刷

插 页 1

定 价 16.70 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“九五”
国家教委重点教材

编者的话

工程化学是普通化学课程教学改革的一个成果。它是高等学校非化工类专业培养现代工程技术和管理人才的必修基础课。本课程的目的主要是帮助学生建立物质变化的观点和能量变化的观点,提高学生的基本素质和创新能力。

工程化学从物质的化学组成、化学结构和化学反应出发,密切联系现代工程技术中遇到的如材料的选择和寿命、环境的污染与保护、能源的开发与利用、信息传递、生命科学发展等有关化学问题,深入浅出地介绍有现实应用价值和有潜在应用价值的基础理论和基本知识,使学生在今后的实际工作中能有意识的运用化学观点去思考、认识和解决问题。

在长达 15 年的工程化学教学研究和实践中,得到了我国化学界的老前辈和普通化学课程指导小组委员们的大力支持和热情指导,特别是兄弟院校众多教师的积极配合并共同研究,使工程化学不断完善和提高。浙江大学出版社出版发行的《工程化学》教材对支持教学改革尝试、开展普通化学课程教学改革起到了积极作用。

国家教委在制定“九五”教材规划时,计划出版一本《工程化学基础》教材,经过高等教育出版社组织有关专家论证,确认由笔者承担此项任务。但明确指出:要在普通化学课程教学指导小组的指导下,在众多院校的工程化学教学研究和实践基础上,拟定新的编写大纲,按照重点教材的要求进行编写。

新编《工程化学基础》教材力求体现以下特点:

① 以化学原理为经,从物质的化学组成、化学结构和化学反应三条主线展开,突出能量变化;以化学在工程实际中的应用为纬,从材料、能源、环境、信息、生命五个领域入手,突出化学原理、化学知识的应用;加强化学与工程学的相互渗透、相互联系、相互揉合。

② 在教材体系和教材内容的取舍上突破化学学科体系;根据学生未来工作的实际需要和提高教学效益的可能来组织体系和取舍内容,适应时代发展的变化;注重基础、突出重点,利于创新能力的培养。

③ 有利于教学方法和教学手段的改革,给教师留有更大空间,特别在联系实际方面,为教师把教学搞活提供方便。

④ 尽力使学习要求、正文、习题、思考题和索引有机配合。学习要求是明确学生对课程内容应该掌握的程度;习题是检查学生是否达到课程的基本要求;思考题是引导学生举一反三,扩大学习效果,培养创新思维;索引便于重要概念

查考。

在世纪之交,普通化学课程教学改革和教材建设的任务艰巨而繁重。浙江大学校、系领导和为工程化学教材奋斗的校内外广大教师、工矿企业、浙江大学图书馆、有关资料室、浙江大学出版社的同志,对书稿形成作出了积极贡献;西安交通大学何培之教授、清华大学丁廷楨教授、天津大学杨宏秀教授和高等教育出版社蒋栋成教授、朱仁编审,给予了热情指导并对书稿提出许多宝贵意见,使我受益匪浅;侯圣梅、刘静、陈万喜、路映虹、张廷志等同志在试教过程中给予了热情帮助和合作。对此,我本人深表诚挚的谢意。

由于编者的水平限制,加之时间匆促,定有许多不足之处,错误在所难免,敬请各位使用本教材的老师和同学批评指正。

编者

1998年7月1日

目 录

绪 论	(1)
一、系统	(2)
二、相	(3)
三、物质的量	(3)
四、反应进度	(4)
练习题	(5)
思考题	(6)
第一章 物质的化学组成和聚集状态	(7)
§ 1.1 物质的化学组成	(7)
一、具有复杂化学组成的物质	(7)
二、高分子化合物	(9)
三、配位化合物	(11)
四、生物大分子	(13)
练习题	(19)
思考题	(19)
§ 1.2 固体	(20)
一、晶体	(20)
二、非晶体	(25)
三、固体吸附剂	(27)
四、固体废弃物	(28)
练习题	(29)
思考题	(29)
§ 1.3 液体	(30)
一、水的性质和应用	(30)
二、溶液的蒸气压、凝固点、沸点和渗透压	(32)
三、石油	(35)
四、表面活性剂	(37)
练习题	(41)
思考题	(41)
§ 1.4 气体和等离子体	(42)
一、理想气体状态方程式	(42)
二、大气相对湿度	(43)
三、酸雨、温室效应和臭氧层空洞	(44)

四、气溶胶	(46)
五、等离子体	(47)
练习题	(48)
思考题	(48)
第二章 物质的结构和材料的性质	(49)
§ 2.1 核外电子运动的状态	(49)
一、电子运动的特征	(50)
二、原子轨道和电子云	(51)
三、量子数	(53)
练习题	(55)
思考题	(55)
§ 2.2 元素周期律 金属材料	(56)
一、多电子原子的电子排布式	(56)
二、金属元素和金属材料	(58)
三、能级跃迁和光谱分析	(65)
练习题	(67)
思考题	(68)
§ 2.3 化学键 分子间力 高分子材料	(69)
一、化学键	(69)
二、分子间力和氢键	(76)
三、分子能级跃迁和分子吸收光谱	(77)
四、高分子的结构及高分子材料	(80)
练习题	(96)
思考题	(97)
§ 2.4 晶体缺陷 陶瓷和复合材料	(98)
一、晶体缺陷和能带理论	(98)
二、陶瓷的结构和性能	(100)
三、复合材料	(103)
练习题	(106)
思考题	(106)
第三章 化学反应与能源	(107)
§ 3.1 热化学与能量转化	(107)
一、热力学能的变化	(107)
二、热效应和焓变	(108)
三、等容过程中的热量测量	(109)
四、标准摩尔焓变	(111)
五、热力学能变化 ΔU 和焓变 ΔH 的关系	(114)
练习题	(115)

思考题	(116)
§ 3.2 化学反应的方向和限度	(117)
一、化学反应的自发性	(117)
二、标准摩尔焓和标准摩尔熵变	(119)
三、标准摩尔吉布斯函数变	(120)
四、任意条件下的吉布斯函数变	(121)
练习题	(123)
思考题	(124)
§ 3.3 化学平衡和反应速率	(125)
一、化学平衡和平衡常数	(125)
二、平衡常数和温度的关系	(126)
三、影响化学平衡移动的因素	(128)
四、化学反应速率和催化剂	(129)
练习题	(133)
思考题	(134)
§ 3.4 氧化还原反应和能源的开发利用	(135)
一、氧化还原反应的能量变化	(135)
二、原电池	(137)
三、电极电势	(139)
四、化学电源	(143)
五、能源的开发利用	(147)
练习题	(148)
思考题	(149)
第四章 水溶液中的化学反应和水体保护	(150)
§ 4.1 弱酸弱碱溶液及其应用	(150)
一、酸碱理论	(151)
二、酸碱的解离常数	(152)
三、同离子效应和缓冲溶液	(154)
四、pH 的测定	(157)
练习题	(158)
思考题	(158)
§ 4.2 沉淀与溶解反应及其应用	(159)
一、溶度积	(159)
二、溶度积和溶解度的关系	(160)
三、溶度积规则	(161)
四、沉淀与溶解反应应用举例	(163)
练习题	(164)
思考题	(164)

§ 4.3 配位反应及其应用	(165)
一、配位化合物的解离反应	(165)
二、配位平衡的转化	(167)
三、配位反应的应用实例	(168)
练习题	(169)
思考题	(170)
§ 4.4 水质与水体保护	(171)
一、水资源概况	(171)
二、水体质量	(172)
三、水体污染	(173)
四、水体污染的控制与治理	(175)
练习题	(176)
思考题	(177)
第五章 化学反应和材料保护	(178)
§ 5.1 金属腐蚀的发生	(178)
一、化学腐蚀	(179)
二、电化学腐蚀的极化作用	(179)
三、析氢腐蚀和吸氧腐蚀	(181)
四、金属的腐蚀速率	(183)
练习题	(186)
思考题	(186)
§ 5.2 金属腐蚀与防护	(187)
一、合理选用材料	(187)
二、防止介质对材料的腐蚀	(188)
三、电化学保护法	(193)
四、电化学腐蚀的利用	(193)
练习题	(198)
思考题	(198)
§ 5.3 生命体及高分子材料的老化	(199)
一、光合作用和氧源	(199)
二、氧自由基	(200)
三、高分子材料的老化	(201)
练习题	(204)
思考题	(204)
§ 5.4 高分子材料的保护	(204)
一、光稳定剂和抗氧剂	(205)
二、氧指数和阻燃剂	(206)
三、填充剂和偶联剂	(207)

四、化学镀和塑料电镀	(208)
练习题	(210)
思考题	(210)
附录	(212)
索引	(219)
主要参考书	(224)
元素周期表	

绪 论

学 习 要 求

1. 了解物质层次及其运动理论,理解认识源于实践和没有止境的观点,确立正确的学习方法。
2. 联系实例理解系统、环境概念,理解敞开系统、封闭系统、孤立系统的划分。
3. 联系实例理解聚集状态和相的关系。
4. 理解化学反应中的质量守恒和能量变化,掌握“物质的量”的符号、单位及有关计算。
5. 理解反应进度的概念,掌握化学计量数正负值的确定。

世界由物质组成,物质是客观存在的。客观存在的物质在永恒运动着。人们认识物质,就是认识物质的运动。然而,宏观物体(如枪弹、足球、导弹等)和微观粒子(如原子、电子、光子等)的运动规律却存在本质的区别。人类认识物质,总是从直接感知开始,进而借助仪器,并靠正确科学思维,才得以使其认识不断深化与扩展。物质就其大小而言,大致可分为微观、宏观和宇观三个层次。宏观物体的运动规律可用经典力学加以描述,而微观粒子的运动规律则需要用量子力学来阐释。下表列出有关物质层次的尺度范围和相适应的理论解释:

层 次	典型尺度/m	过渡尺度/m	实 例	理 论
胀 观	10^{40}	3×10^{30}	?	?
宇 观	10^{21}	3×10^{11}	银河星系、太阳系	广义相对论
宏 观	10^2	3×10^{-8}	篮球场	经典力学
微 观	10^{-17}	3×10^{-8}	基本粒子、大分子	量子力学
渺 观	10^{-36}	3×10^{-27}	?	超弦(?)

注:本表内容摘自钱学森.基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导.哲学研究,1989年第10期

表中还列举了渺观和胀观两个层次。其实,物质层次大小两端是无限可分的,每

个层次又可分成无数个亚层次；而人对物质的认识在深度和广度上是可无限发展的。一句话，人类对物质及其运动的认识过程是不可穷尽的。客观存在的物质是能够被逐步认识的。化学从原子、分子层次上来研究与认识物质的组成、结构、性质及其变化规律。它在现代科技人员认识物质运动中有着不可取代的作用。因此，化学是我国高等工科大学课程结构中的一门基础课。工科学生应当学习化学，并在实际工作中懂得运用化学。学习包括化学在内的任何一门自然科学，都应当用正确的哲学思想作指导。

一、系统

客观世界中，任何物质总是和它周围的其他物质相联系的。为研究的方便，我们把某一部分真实世界作为研究的对象，并将它与其周围的物质或空间区分开来，这部分研究对象就称为**系统**（有时称体系或物系）。而系统以外与之直接联系的部分，则称为**环境**。

系统和环境是一个整体的两个部分，根据它们之间有无物质交换和能量传递，可将系统分为下述三类：

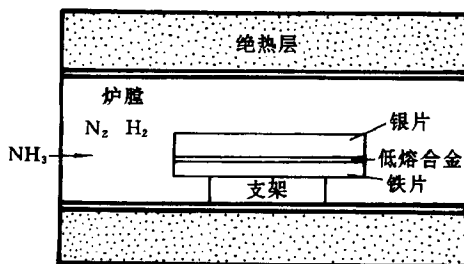
敞开系统 系统与环境间既有物质的交换，又有能量的传递。

封闭系统 系统与环境间没有物质的交换，而只有能量的传递。

孤立系统 系统与环境间既无物质的交换，又无能量的传递。绝对意义上的孤立系统是不存在的，它仅是一种理想化的抽象，然而这种科学的抽象对研究和讨论实际问题带来了极大的方便，有着重要的理论意义。

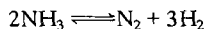
如果把人类和生物作为系统，那么与人类和生物有关的固体、水、大气等周围的物质都称为环境。一般环境科学中所指的环境是泛指以人类为中心的整个生物圈周围的所有物质。如果把人体作为系统，那么它周围的一切皆称为环境。人体又可区分为运动系统、呼吸系统、消化系统、神经系统、生殖系统、淋巴系统等。同时，人体各系统又互为环境。

系统的选择是任意的，它将根据讨论问题的需要来确定。比如在烧结炉中（见图所示），放置两块难熔金属片（如铁片和银片），其间放有低熔点合金（如含锡和铋合金），在可控还原气氛（如氨、氮和氢的混合气体）保护下加热，则两块难熔金属将被烧结在一起。在



这个例子中，如果要讨论烧结工艺的有关问题就可把整个烧结炉作为系统，它包括金属片、低熔点合金和气体介质，而烧结炉外空间中的物质则均为环境。如果

想研究烧结炉内气体间发生的反应,那么就可把下述化学反应当作一个系统加以讨论:



这个“化学反应系统”包括了氨、氮和氢三种气体,而炉膛内的支架、难熔合金片、低熔合金等物质及绝热层均为环境。

二、相

物质在一定的温度和压力条件下所处的相对稳定的状态,称为物质的聚集状态,简称物态。物质常见的聚集状态有固态、液态和气态三种,通称物质的三态。比如,常压下,随温度由低到高,“水”可能发生如下式所表示的物态变化: $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$,式中的 s, l, g 分别表示固态(solid)、液态(liquid)、气态(gas)。因此,以上发生的物理变化应理解为:冰 \rightarrow 水 \rightarrow 水蒸气。冰、水和水蒸气有时又分别称为水的固态、液态和气态。

系统中任何化学组成均匀,物理和化学性质都相同的,且可用机械方法分离出来的部分,称为相。相与相之间存在明显的界面。实验研究表明,在 273.16K 和 610.62Pa 的条件下,冰、水、水蒸气三相长期平衡共存,故把这个温度和压力条件称为 H_2O 的“三相点”。

气态物质,即使包括多种成分(如空气),一般总是形成一个均匀的单相。液态物质,如果彼此互溶,也形成一个相。例如,由乙醇和水形成的酒精就是一个相;相反,水和油互不相溶,将它们混合在一起时,形成两个不同的液相,其间有明显的界面分开。氯化钠溶液为一相,但若加入硝酸银溶液,则氯化银沉淀从溶液中析出,系统便形成了固、液二相系统。固态物质的情况较为复杂,有晶态和非晶态。晶态又可拥有多种结构,属于不同的相。比如,由碳元素所形成的石墨、金刚石和固态 C_{60} ,它们是碳元素形成的三种不同形式的单质,互为同素异形体,分属不同的相。又如,纯铁在室温下是一种体心立方结构,称为 $\alpha\text{-Fe}$,而当温度升至 910°C , $\alpha\text{-Fe}$ 可转变为另一种面心立方结构,后者称为 $\gamma\text{-Fe}$ 。这意味着 $\alpha\text{-Fe}$ 和 $\gamma\text{-Fe}$ 分属两种不同的相。 $\alpha\text{-Fe}$ 和 Fe_2O_3 是两种物质,也是两相。同一种固态物质,不管分成多少部分还是一相,比如一盒纯的氧化铁粉末,有无数颗粒,但还是一相。相结构对固体材料的性能有着重要的影响。

三、物质的量

化学变化是化学应用和研究的中心内容。什么叫化学变化?概括地讲,由原有物质(反应物)转变为新物质(生成物)的变化叫做化学变化,也称化学反应。化学反应的种类不胜枚举,但所有化学反应都是在变革分子内部原子间的结合

状态,而且具有如下两个特征:

(1) 质量守恒。即化学反应系统中物质的总质量不会改变。这意味着,化学反应前后有关元素的种类和原子数目维持不变。

(2) 伴随有能量变化。化学变化是反应物化学键被破坏和生成物(也称产物)化学键形成的过程,通常,破坏化学键要吸收能量,而形成新的化学键要放出能量,因而伴随化学反应的进行,系统或需吸收能量,或要释放能量。

无论是质量守恒,还是能量变化,都需要选择一个化学的量作为基本量来进行化学计量。1971年,第14届国际计量大会(CGPM)选择物质的量作为基本物理量,单位为摩尔(mol),用以计量原子、分子、电子等物质微粒的“物质的量”。至此,长度、质量、时间、电流、热力学温度、发光强度和物质的量七个基本物理量的基本单位都已经确定,适应了当代认识物质宏观和微观运动的需要。

通过中学的学习,我们已经知道,物质的量的符号记为 n (单位为 mol),它与阿伏加德罗常数 N_A 和粒子数 N 的关系是 $n = N/N_A$, 其中 $N_A = 6.022\ 136\ 7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。我们还知道某物质的摩尔质量(符号记为 M)是该物质的质量(符号记为 m)与该物质的物质的量(n)之比: $M = m/n$, 它的单位为 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ (千克/摩尔,读作千克每摩尔)。

在使用摩尔时必须注意指明基本化学单元。基本单元可以是分子、原子、基团、电子及其他粒子,或是这些粒子的特定组合。所谓的特定组合,不必限于那些已知的或想象存在的独立单元,或含整数原子的组合。如果我们说 $\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}\right)$, $\left(\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}\right)$, $(\text{H}_2 + 0.234\text{O}_2)$, C (金刚石), C (石墨), $\text{HgCl}(\text{s})$, $\text{Fe}_{0.9}\text{S}(\text{s})$, $\frac{1}{5} \text{MnO}_4^- (\text{aq})$, $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$ 或 $(\text{KCl} + 123.4\text{H}_2\text{O})(\text{l})$ 的物质的量,都是正确的。相反,如果说“氢的物质的量”,“氯化汞的物质的量”就不明确了,因为它们可以是 $n(\text{H})$ 也可以是 $n(\text{H}_2)$, 可以是 $n(\text{HgCl})$ 也可以是 $n(\text{Hg}_2\text{Cl}_2)$ 或 $n(2\text{Hg}_2\text{Cl}_2)$ 。因此,在使用物质的量时,必须将其基本单元指明。在一般性讨论中,可用 B 代表基本单元;对于具体的基本单元,则用化学式表示。基本单元 B 或具体物质的化学式,不仅在说到物质的量时必须给出,而且在说到含有物质的量的导出量时也必须给出,例如用 $m(B)$ 表示 B 的质量摩尔浓度,用 $x(\text{HCl})$ 表示氯化氢的摩尔分数。

四、反应进度

化学反应的反应进度是用来描述和表征化学反应进行程度的物理量,用符号 ξ 表示,具有与物质的量相同的量纲,SI 单位为 mol。

通常,人们判断一个化学反应是否发生,如果发生了,反应进行到了什么程

度,往往是通过反应物(消耗)或产物(生成)量的变化来描述的,对于一般的化学反应,反应过程中反应物的消耗量与产物的生成量在数值上是不等同的,这给描述反应进行的程度带来困难。

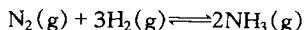
1982年国家标准中引入了反应进度,作为化学反应的最基础的量,给描述化学反应进行程度带来了方便。人们采用将反应系统中任何一种反应物或产物在反应过程中物质的量的变化 dn_B 与该物质的化学计量数 ν_B 的商来定义该反应的反应进度。其表达式为

$$d\xi = dn_B/\nu_B$$

若反应未发生时的反应进度 $\xi = 0$,则上式可表示为

$$\xi = \Delta n_B/\nu_B$$

规定反应物的化学计量数为负值,产物的化学计量数为正值。根据反应进度的定义,它只与化学反应方程式的写法有关,而与选择反应系统中何种物质来表达无关。例如合成氨反应:



当该反应进行到某阶段,其反应进度为 ξ 时,若刚好消耗掉 1.5 mol 的 $\text{H}_2(\text{g})$ (即 $\Delta n(\text{H}_2) = -1.5 \text{ mol}$),按反应方程式可推算出同时消耗掉 $\text{N}_2(\text{g})$ 的物质的量为 0.5 mol ($\Delta n(\text{N}_2) = -0.5 \text{ mol}$),同时生成了 1.0 mol 的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 。按反应进度定义式得:

$$\xi = \Delta n(\text{H}_2)/\nu(\text{H}_2) = \frac{-1.5 \text{ mol}}{-3} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\xi = \Delta n(\text{N}_2)/\nu(\text{N}_2) = \frac{-0.5 \text{ mol}}{-1} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\xi = \Delta n(\text{NH}_3)/\nu(\text{NH}_3) = \frac{1.0 \text{ mol}}{2} = 0.5 \text{ mol}$$

由此可见,不管用反应系统中何种物质来表示该反应的反应进度,均为 0.5 mol。这就是说,此反应进行到该阶段已达到消耗掉 1.5 mol H_2 和 0.5 mol 的 N_2 ,生成 1.0 mol NH_3 的程度。

反应进度随时间的变化率称为反应的转化速率。用符号 $\dot{\xi}$ 表示,单位为 $\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ 。表达式为

$$\dot{\xi} = \Delta\xi/\Delta t$$

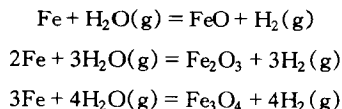
这与化学反应速率一样是表征化学反应进行快慢的物理量。

练 习 题

1. 在 0°C 时,一只烧杯中盛有水,水上面浮着两块冰,问水和冰组成的系统中有几相? 如

果撒上一把食盐,并设法使其全部溶解,保持系统的温度仍为 0°C 不变(此时冰点下降),将有什么现象发生? 此时系统有几相? 如果再加入一些 AgNO_3 溶液,又有什么现象发生? 此时系统有几相? 如果还加入一些 CCl_4 ,将发生什么现象? 此时系统有几相?

2. 高温水蒸气对钢的化学腐蚀特别严重。其反应如下:



试问,若把上述三个反应作为一个系统来研究,这个系统共有几种聚集状态? 几个相? 用化学符号表示出系统内各物质所属的聚集状态和相。

3. 已知某盐酸溶液的质量为 216.5 g ,其中 H_2O 为 180 g ,求所含 HCl 物质的量(要求:运算过程中注意写明单位)。

4. 已知化学反应方程式: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2(\text{g})$,求 1 t 含 95% 碳酸钙的石灰石在完全分解时最多能得到氧化钙和二氧化碳各多少千克?

5. 已知化学反应方程式: $\frac{3}{2}\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{N}_2 = \text{NH}_3$,试问:当反应过程中消耗掉 2 mol N_2 时,该反应的反应进度为多少? 分别用 $\text{H}_2, \text{N}_2, \text{NH}_3$ 进行计算。

6. 已知化学反应方程式: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$,反应进度 $\xi = 0.5\text{ mol}$ 时,问消耗掉多少 H_2 ,生成了多少 H_2O ?

思 考 题

1. 物质层次有哪些? 各物质层次适用的理论是什么?

2. 以烧结炉为例说明系统和环境的划分和确定不是绝对的,而是相对的。

3. 20°C 的实验室内,把一只盛有水和冰,但没有盖子的瓶子作为一个系统来研究,那么该系统称为什么系统? 它可与环境交换些什么? 若盖上盖子密封,则情况怎样? 这个系统称为什么系统? 若将这个瓶子用绝对隔热(实际上是不可能的)石棉布包裹,情况又如何? 这个系统称什么系统? 如果把整个实验室作为一个孤立系统来讨论,此时需要什么条件?

4. 以人体为例,简述系统和环境的关系?

5. “1 摩尔氢”这种说法明确不明确? 为什么?

6. 摩尔(mol)是物质的量的单位,使用时应注意什么问题?

7. 反应进度的物理意义是什么?