

普通高中课程标准实验教科书

新
课标

夯实基础

提高能力

拓展知识

发展智力

化学

基础训练

化学与技术

山东省教学研究室 编

鲁科版



山东教育出版社
Shandong Education Press



普通高中课程标准实验教科书

化学基础训练

鲁科版

化学与技术

山东省教学研究室 编

学科主编：孔令鹏

本册主编：宋全文 李宗军

编写人员：王世民 时磊 李志彬 张楠
李美玲 李乃峰 郑德永 李冰义
周怀祥 陈常礼 董国英 李宗军
陈修建 李宗晓 王绪涛 郑全卿
李俊 朱鹏 王晓菲 王艳
宋学昌 解廷江

山东教育出版社



普通高中课程标准实验教科书

化学基础训练

鲁科版

化学与技术

山东省教学研究室 编

主 管：山东出版集团

出版者：山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编:250001)

电 话：(0531)82092663 传真：(0531)82092661

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

发行者：山东省新华书店

印 刷：山东新华印刷厂德州厂

版 次：2008 年 9 月第 2 版第 7 次印刷

规 格：787mm×1092mm 16 开本

印 张：11.5 印张

字 数：260 千字

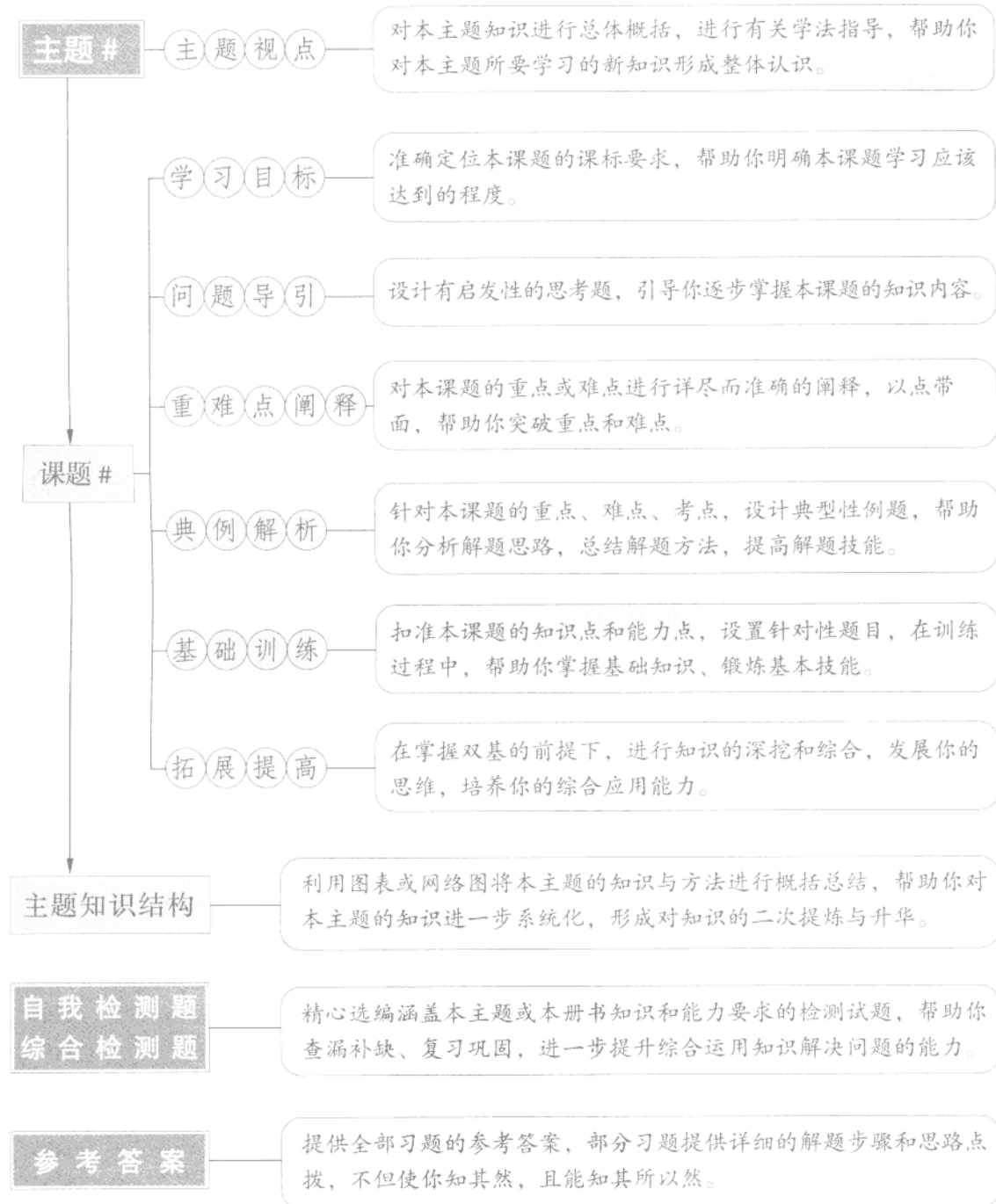
书 号：ISBN 978-7-5328-4849-2

定 价：14.50 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

山东教育出版社

使用指南



主题 1 空气资源 氨的合成	(1)
课题 1 空气分离	(1)
课题 2 氨的工业合成	(5)
课题 3 氨氧化法制硝酸	(11)
自我检测题	(18)
主题 2 海水资源 工业制碱	(23)
课题 1 海水淡化与现代水处理技术	(23)
课题 2 氯碱生产	(28)
课题 3 纯碱制造技术的发展	(36)
自我检测题	(43)
主题 3 矿山资源 硫酸与无机材料制造	(48)
课题 1 “设计”一座硫酸厂	(48)
课题 2 陶瓷的烧制	(54)
课题 3 金属冶炼和金属材料的保护	(59)
自我检测题	(68)
主题 4 化石燃料 石油和煤的综合利用	(74)
课题 1 从石油中获取更多的高品质燃油	(74)
课题 2 源自石油的化学合成	(80)
课题 3 煤的综合利用	(86)
自我检测题	(91)
主题 5 生物资源 农产品的化学加工	(95)
课题 1 由大豆能制得什么	(95)
课题 2 玉米的化学加工	(100)
自我检测题	(107)
主题 6 化学·技术·社会	(112)
课题 1 功能高分子材料的研制	(112)
课题 2 药物的分子设计与化学合成	(120)
课题 3 化学·技术·可持续发展	(126)
自我检测题	(132)
综合检测题(一)	(138)
综合检测题(二)	(143)
附录:参考答案	(149)

主题 1

空气资源 氨的合成

主题视点

空气是人类的宝贵资源,它对人类的生活具有重要意义。本主题就是在此基础上通过学习进一步认识到,空气不仅可以供给我们呼吸,而且还是制造有重要用途的氨气、硝酸、稀有气体等的原料。因此,将空气的分离加工和利用空气生产重要的化工产品作为第一个主题,目的是了解化学在社会经济发展中的重要作用。

本主题所涉及到的几种重要的空气分离技术、氨的合成、氨氧化法制硝酸及其尾气的处理技术,都是现代化工技术的重要内容,它们会为学生后续各个主题的学习打下一定的基础。

课题 1 空气分离

- 了解化学在自然资源开发利用中的具体应用,认识化学与社会可持续发展的关系。
- 形成自然资源综合循环利用、能源优化应用的观念。
- 认识化学科学发展与技术进步的关系,增强技术意识。
- 了解深冷分离、变压吸附分离、膜分离等几种空气分离技术的基本原理。

问题导引

1. 工业上,空气分离最常用的方法是什么?
2. 工业上使空气液化、降低温度采用什么方法?
3. 膜分离法分离气体具有什么优点?
4. 变压吸附分离法与深冷分离法相比有哪些优点?
5. 空气是一种宝贵的资源,在开发利用空气资源的同时,应该如何保护好这一资源?

重难点阐释

1. 深冷空气分离技术

深度冷冻法分离空气是将空气液化后,再利用氧、氮的沸点不同将它们分离。

空气的蒸发与冷凝过程:液态空气的蒸发可以得到比液体原含氮量高的气体,也可得到比液体原含氧量高的富氧液体。

空气的分部蒸发(冷凝)过程:所谓分部蒸发,是指液态空气在蒸发过程中不断的将蒸发的蒸气引出,最后可获得含氧量较高的液氧,实现空气分离。

空气的精馏过程,为了克服冷凝过程的缺点,提高产品的纯度,就必须增加气液间进行质量和热量的交换时间,这就提出了精馏的方法。所谓精馏,就是把液体混合物同时并且多次地运用部分汽化和部分冷凝的过程,使低沸点组分(氮)不断地从液相蒸发到气相中去,同时使高沸点组分(氧)不断地从气相冷凝到液相中,最后实现两种组分的分离。

2. 变压吸附分离空气一般包括以下四个步骤:

(1) 原料空气通过吸附床的入口端,在高吸附压力下选择吸附氮气,而未被吸附的产品氧气从吸附床的另一端释放出来。

(2) 吸附床泄压到较低的解吸压力,解吸出来的氮气从吸附床的进料端排出。

(3) 通过引入吹气进一步解吸被吸附的氮气。

(4) 吸附床重新增压到较高的吸附压力。

3. 膜分离技术

膜分离技术是上世纪八十年代国外新兴的高科技技术,属高分子材料科学,虽然起步较晚但发展迅速。例如,用于水处理的水膜已经在污水处理、海水淡化、纯净水提取等领域广泛应用;用于空气分离的气膜也已在空气中富氧、浓氮、天然气的分离、氢的回收等领域应用。

气体膜分离机理,膜法气体分离的基本原理是根据混合气体中各组分在压力的推动下透过膜的传递速率不同,从而达到分离目的。

典例解析

【例1】 科学家根据蒸汽机的原理,设计制造出了液氮蒸汽机,即利用液态氮的蒸发来驱动机车,从而达到环境保护的目的。其原理的主要依据是()。

A. N_2 在空气中燃烧放热

B. N_2 与 H_2 反应放热

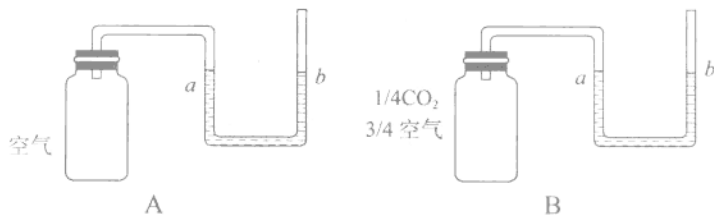
C. N_2 在空气中约占 78%(体积分数)

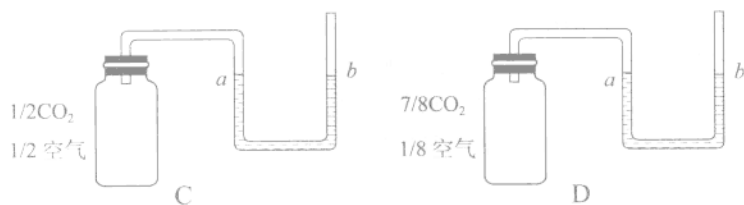
D. 液态氮的沸点为 -196°C ,远低于常温

【解析】 根据深冷分离空气的基本原理,要使气体液化,需要温度降低;液体蒸发,导致温度升高可知:液态氮的沸点为 -196°C ,远低于常温,能量变化导致驱动。

【答案】 D

【例2】 如图所示,下列四个容器中,装有不同比例的空气和二氧化碳,同时放在阳光下,过一段时间,我们可以观察到 U 形管右侧 b 处上升最高的是()。



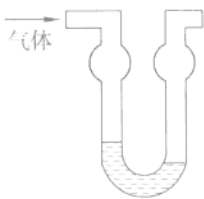


【解析】 相同条件(同温、同压)下,二氧化碳的密度大于空气的密度,在阳光下同时照射时,一定体积的二氧化碳气体吸收的能量要多于同体积空气吸收的能量,含二氧化碳最多的瓶子温度会最高,体积膨胀。从题目中的图形可以看出,D瓶中二氧化碳最多,这瓶体积膨胀最多。

【答案】 D

【例 3】 双球洗气管是一种多用途仪器,常用于除去杂质、气体干燥、气体吸收(能防止倒吸)等实验操作。右图是用水吸收下列某气体时的情形,试判断由左方进入的被吸收气体是()。

- A. N₂
B. HCl
C. CO₂
D. O₂



【解析】由图中左方液面上升、右边液面下降知,左方进入的被吸收的气体应该易溶于水, HCl 气体在水中的溶解度大,属于易溶于水的气体,而 N_2 、 CO_2 、 O_2 在水中的溶解度小。

【答案】 B

基础训练

- 当液态空气温度升高达到刚沸腾时,在蒸发出的气体中()。
A. 基本上不含氧气
B. 氮气占体积的 78%
C. 基本上不含氮气
D. 氮气含量稍高于体积的 78%
- 厄尔尼诺现象产生的原因之一是空气中 CO_2 的含量剧增,要想减缓这一现象的发生,最理想的燃料是()。
A. 天然气
B. 氢气
C. 液化石油气
D. 酒精
- 在压强为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时,液态氮的沸点是 -196°C ,液态氧的沸点是 -183°C ,液态氮的沸点是 -269°C 。采用深冷分离法从空气中分离这 3 种气体时,随着温度升高,它们逸出的先后顺序是()。
A. 氮气、氧气、氦气
B. 氧气、氮气、氦气
C. 氮气、氧气、氦气
D. 氧气、氦气、氮气
- 在海洋底部存在大量称为“可燃冰”的物质,其蕴藏量是地球上煤、石油的几百倍,因而是一种等待开发的巨大能源物质。有关可燃冰的下述推测中不正确的是()。
A. 可燃冰与甲烷互为同分异构体
B. 常温、常压下可燃冰是一种稳定的物质
C. 高压、低温有助于可燃冰的形成
D. 可燃冰是甲烷气体的水合物
- (2006 年四川)下列物质中,属于“城市空气质量日报”报道的污染物是()。
A. N_2
B. CO
C. CO_2
D. SO_2
- 为了控制温室效应,各国科学家提出了不少方法和设想。有人根据液态 CO_2 密度大于海水密度的事实,设想将 CO_2 液化后,送入深海海底,以减小大气中 CO_2 的浓度。为使 CO_2 液化,可采取的措施是()。



- A. 减压、升温 B. 增压、升温 C. 减压、降温 D. 增压、降温
7. 科学家致力于二氧化碳的“组合转化”技术研究,把空气中过多的二氧化碳转化为有益于人类的物质。如将 CO_2 和 H_2 以 1:4 的比例混合,通入反应器,在适当的条件下反应:
 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{M} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。M 代表下列中的哪种物质? ()。
- A. CH_4 B. CO C. H_2O_2 D. CH_4O
8. 人们在生活和生产中,为了防止事故的发生,常需采取一些安全措施。下列不属于安全措施的是()。
- A. 加油站、面粉厂附近严禁烟火 B. 进入久未开启的菜窖前先做灯火实验
 C. 夜晚发现煤气泄漏立即开灯检查 D. 严禁旅客携带易燃、易爆物品乘车
9. 物质在潮湿的空气中发生的变化,主要与空气中某些气体有关。下列说法不正确的是()。
- A. 钢铁生锈与氧气、水蒸气有关
 B. 氢氧化钠固体潮解变质与水蒸气、二氧化碳有关
 C. 铜器表面生成铜绿与氧气、二氧化碳、水蒸气有关
 D. 生石灰堆放久了后变质与氧气有关
10. 下列关于空气分离的叙述中,不正确的是()。
- A. 深冷分离法分离空气时,使空气温度降低的方法是先加压,再进行热交换,最后进行节流膨胀
 B. 变压吸附法是由在生产中加压吸附和减压解吸交替操作而得名
 C. 膜分离法所使用的膜不需要具有特殊的性质
 D. 分离技术伴随着生产力的发展、科学技术的进步,从低级到高级不断地改进、创新

拓展提高



11. 右图所示装置有洗气、储气以及医疗等用途,请回答下列问题:
- (1) 若用于排空气法收集 CO_2 时,则 CO_2 气体应从此装置的_____管进入。
- (2) 若用于除去 H_2 、 O_2 混合气体中的水蒸气,装置内应盛的物质是_____,混合气体应从装置的_____管流出。
- (3) 在医院给病人输气时,也利用了类似的装置,即在装置中盛约半瓶蒸馏水,A 管接供给氧气的钢瓶,B 管接病人吸氧气的塑胶管。在这里这个装置可能起的作用有:
- a. 观察是否有氧气输出 b. 观察输出氧气的快慢
 c. 防止盛氧气的钢瓶漏气 d. 使氧气湿润
 e. 可洗涤钢瓶输出氧气中的尘埃
- 这些作用中你认为合理的是_____。
- A. abcde B. abde C. abd D. acd

12. 某实验测出人类呼吸中各种气体的分压(Pa)如下表所示:

气体	吸入气体	呼出气体
	79 274	75 848
	21 328	15 463
	40	3 732
	667	6 265

根据空气的成分分析,请将各种气体的化学式填入上表。

课题2 氨的工业合成

- 了解合成氨的主要原理、原料、重要设备、流程和意义。
- 通过实例了解精细化工产品的生产原理、简单流程、原料和产品。
- 选择合成氨的适宜条件,了解应用化学原理选择化工生产条件的思路和方法。
- 认识催化剂的研制对促进化学工业发展的重大意义。

问题导引

1. 化学平衡研究的对象是什么? 什么叫可逆反应?
2. 化学平衡的实质是什么?
3. 既然增大压强可提高反应速率,又可提高氨的含量,那么在合成氨工业中压强是否越大越好?
4. 既然降低温度有利于平衡向生成氨的方向移动,那么在合成氨工业中温度是否越低越好?
5. 要提高合成氨的生产效益,具体应从哪些方面来考虑? 合成氨的适宜条件是什么?

重难点阐释

1. 化学平衡移动原理:前提是只改变其中一个条件,而其余条件不变。
 - (1) 浓度对化学平衡的影响:改变浓度对化学计量数之和大的一方速率影响大,即增幅大,降幅也大;增大某反应物的浓度,达新平衡时,该反应物的浓度较原平衡增大,本身转化率降低,而另一反应物的浓度减小,转化率增大;
 - (2) 压强对化学平衡的影响:对反应前后气体体积相等的反应,改变压强不引起平衡移动,改变压强对气体计量数之和大的一方影响大;
 - (3) 温度对化学平衡的影响:升高温度,化学平衡向吸热方向移动。降低温度,平衡向放热方向移动。
2. 合成氨适宜条件的选择



(1) 目的:尽可能加快化学反应的速率和提高化学反应的程度。

(2) 依据:外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响。

(3) 原则:

① 既要注意外界条件对两者影响的一致性,又要注意对两者影响的矛盾性。

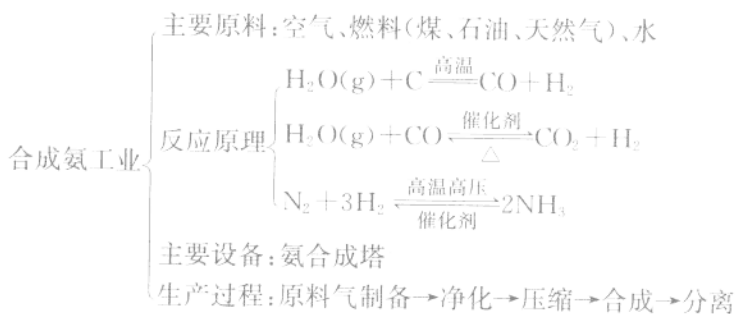
② 既要注意温度、催化剂对反应速率影响的一致性,又要注意温度对催化剂的活性的限制。

(4) 反应特点:正反应是体积减小的放热反应。

(5) 适宜条件:400℃~500℃、铁催化剂、20 MPa~50 MPa;循环操作(N_2 与 H_2 的体积比为1:3),及时分离出 NH_3 ,及时补充 N_2 和 H_2 。

(6) 绿色化学的体现:节省资源,提高原料转化率和利用率;尾气回收方法和处理装置以防止或减少环境污染;设计新的化学反应条件,降低对人类健康和环境的危害,减少废弃物的产生和排放。

3. 合成氨工业生产的主要步骤



(1) 原料气的制备

氮气常来自空气:一是将空气液化后再蒸馏分离出氮气;二是将空气中的氧气与碳作用生成二氧化碳,再除去二氧化碳后即可得到氮气。

氢气常用水和燃料(煤、焦炭、天然气或石油气等)在高温下反应生成二氧化碳和氢气(水煤气),将其中的二氧化碳分离后就可得到较纯净的氢气。如用焦炭和水在高温下反应制取氢气的主要反应为:

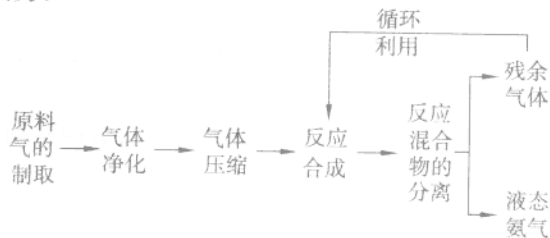


(2) 原料气的净化和压缩:制得的氮气和氢气需净化、除杂后,再用压缩机压缩至适当压强后才能通入合成塔。

(3) 氨的合成:在适宜的条件下,在合成塔中氮气和氢气化合生成氨气。

(4) 氨的分离:在氨分离器中将生成物氨和未能完全反应的氮气和氢气用液化的方法分离开。

其简要流程示意图为:



4. 有关化学平衡的计算

(1) 常用物质的量浓度($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)进行有关化学平衡的计算,一般表示如下:

	$m\text{A}$	$+ n\text{B}$	$\rightleftharpoons p\text{C}$	$+ q\text{D}$
起始浓度	a	b	c	d
变化浓度	mx	nx	px	qx
平衡浓度	$a-mx$	$b-nx$	$c+px$	$d+qx$

其中,只有变化浓度之比等于化学方程式中各物质的化学计量数之比。

(2) 转化率 = $\frac{\text{该物质的变化浓度}}{\text{该物质的起始浓度}} \times 100\%$

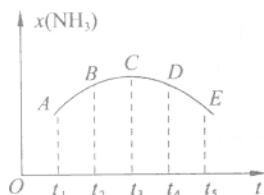
典例解析

【例1】 在容积相同的不同密闭容器内,分别充入等物质的量的 N_2 和 H_2 ,在不同温度下,任其发生反应: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$,并分别在 $t_0 - t_5$ 秒时测定其中 NH_3 的体积分数 $x(\text{NH}_3)$,绘成如图的曲线。

(1) A、B、C、D、E 五点中,尚未达到化学平衡状态的点是 _____

(2) 此可逆反应的正反应是 _____ 热反应。

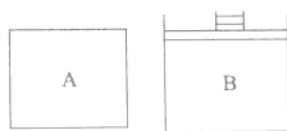
(3) AC 段曲线是增函数,CE 段曲线是减函数,试从化学反应速率和化学平衡角度说明理由。



【解析】 C 点左侧因 $x(\text{NH}_3)$ 不断增大,所以反应尚未达到化学平衡,即图中 A、B 点为尚未达到化学平衡的点。C 点则为刚好达到平衡的点。右侧则以化学平衡移动为主,因升温, NH_3 的体积分数逐渐降低,平衡向左移动,所以正反应为放热反应。

【答案】 (1) A、B (2) 放 (3) 因为反应开始时,正反应速率大于逆反应速率,生成 NH_3 的速率比消耗 NH_3 速率要大,故 NH_3 的体积分数 $x(\text{NH}_3)$ 不断增加,AC 段曲线是增函数;而当达到平衡以后,温度升高、平衡逆向移动,故 NH_3 的体积分数 $x(\text{NH}_3)$ 不断减少,CE 段曲线是减函数。

【例2】 有 A、B 两容器(如右图所示),A 容器容积固定,B 容器容积可变,一定温度下,在 A 中加 2 mol N_2 , 3 mol H_2 发生: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 反应,达平衡时生成 NH_3 的物质的量为 n mol。



(1) 相同温度下,在 B 中充入 4 mol N_2 , 6 mol H_2 ,当 B 的压强与 A 的压强相等,B 中反应达平衡时,生成 NH_3 的物质的量 _____ $2n$ (填“>”、“<”或“=”,下同),当 B 的容积与 A 的容积相等,B 中反应达平衡时,生成 NH_3 的物质的量 _____ $2n$;

(2) 相同温度下,保持 B 的容积为 A 的一半,并加入 1 mol NH_3 ,要使 B 中反应达平衡时各物质的质量分别与上述 A 容器中平衡时相同,则起始时应加入 _____ mol N_2 和 _____ mol H_2 。

【解析】 (1) 第一空,依题意在同温、同压下分别在 A、B 中进行合成 NH_3 反应,因 A、B 中起始反应物都为 N_2 和 H_2 ,且物质的量的比都为 2:3,所以建立了相同平衡状态。因 B 中反应物用量是 A 的两倍,故 B 中生成 NH_3 的量为 $2n$ 。第二空,在同温、同容下分别在 A、B 中进行合成 NH_3 的反应,二者不能建立相同平衡状态,将第一空中 B 压缩至 A 等体积即得第



二问, B 中平衡右移, 生成 NH_3 必定大于 $2n$ 。

(2) 依题意为在同温、同压下建立相同平衡状态, B 的体积为 A 的一半, 故 B 中加入起始反应物的量为 A 中一半, 换算知应再加入 N_2 0.5 mol, 不需再加 H_2 。

【答案】(1) = > (2) 0.5 0

【例 3】有关合成氨工业的说法中, 正确的是()。

- A. 从合成塔出来的混合气体, 其中 NH_3 只占 15%, 所以生产氨的工厂的效率都很低
- B. 由于氨易液化, N_2 和 H_2 在实际生产中循环使用, 所以总体来说氨的产率很高
- C. 合成氨工业的反应温度控制在 500°C , 目的是使化学平衡向正反应方向移动
- D. 我国的合成氨厂采用的压强是 $2 \times 10^7 \sim 5 \times 10^7 \text{ Pa}$, 因为该压强下铁触媒的活性最大

【解析】虽然从合成塔出来的混合气体中 NH_3 只占 15%, 但由于原料 N_2 和 H_2 循环使用和不断分离出液氨, 所以生产 NH_3 的工厂效率还是很高的, 因此 A 项不正确。控制反应温度 500°C , 一是为了使反应速率不至于很低, 二是为了使催化剂活性最大, 因此, C 选项不正确。增大压强有利于 NH_3 的合成, 但压强越大, 需要的动力越大, 对材料的强度和设备的制造要求越高, 我国的合成氨厂一般采用 $2 \times 10^7 \sim 5 \times 10^7 \text{ Pa}$, 但这并不是因为该压强下铁触媒的活性最大, 因此, D 选项不正确。

【答案】B

基础训练

1. 在合成氨工业中, 为增加 NH_3 的产量, 下列变化过程不能使平衡向右移动的是()。

- A. 不断将 NH_3 分离出来
- B. 使用催化剂
- C. 采用 500°C 左右的高温
- D. 采用 $2 \times 10^7 \sim 5 \times 10^7 \text{ Pa}$ 的压强

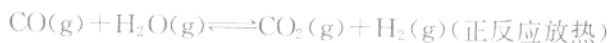
2. 用焦炭、空气、水为原料制备 NH_3 的有关反应的化学方程式:



参加反应的焦炭与氨气之间的物质的量之比约为()。

- A. 3 : 4
- B. 3 : 2
- C. 2 : 3
- D. 1 : 2

3. 合成氨中, 为使原料气中一氧化碳转化为二氧化碳而除去, 并增加氢气的含量, 需进行如下反应:



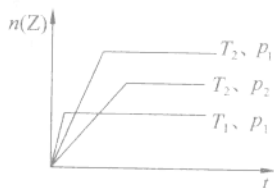
促进这种转化的适宜条件是()。

- ① 使用过量的 CO ② 使用过量的水蒸气 ③ 高温 ④ 低温 ⑤ 高压 ⑥ 常压
- ⑦ 适当的催化剂 ⑧ 适当的温度

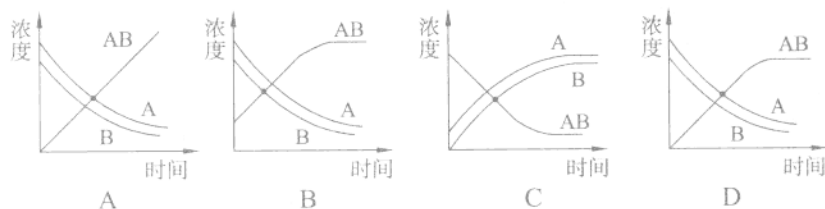
- A. ①④⑥⑦
- B. ②⑥⑦⑧
- C. ③⑥⑦⑧
- D. ①③⑤⑦

4. 反应 $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g}) \Delta H < 0$, 在不同温度(T_1 和 T_2)及压强(p_1 和 p_2)下, 产物 Z 的物质的量 $n(\text{Z})$ 与反应时间(t)的关系如图所示。下列判断正确的是()。

- A. $T_1 < T_2, p_1 < p_2$
- B. $T_1 < T_2, p_1 > p_2$
- C. $T_1 > T_2, p_1 > p_2$
- D. $T_1 > T_2, p_1 < p_2$



5. A 和 B 在溶液中进行如下的可逆反应: $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$ 。反应开始时, 溶液中只有 A 和 B, 反应过程中 A、B、AB 的物质的量浓度随时间变化的曲线图正确的是()。



6. 处于化学平衡状态的反应： $X(g) + 3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, $\Delta H < 0$, 为了使平衡向生成 Z 的方向移动, 应选择下列哪组适宜条件? ()。

① 高温 ② 低温 ③ 高压 ④ 低压 ⑤ 加催化剂 ⑥ 分离出 Z

A. ①③⑥ B. ②③⑥ C. ①④⑥ D. ②③⑤⑥

7. 在密闭容器中, 反应： $X(g) + 3Y(g) \rightleftharpoons Z(g)$ 达平衡后, 其他条件不变, 只增加 X 的量, 下列叙述中不正确的是()。

A. 正反应速率增大, 逆反应速率减小 B. X 的转化率变小
C. Y 的转化率变大 D. 正、逆反应速率都增大

8. 对于反应： $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$, $\Delta H < 0$, 达平衡后, 将气体混合物温度降低, 下列叙述中正确的是()。

A. 正反应速率变大, 逆反应速率变小, 平衡向正反应方向移动
B. 正反应速率变小, 逆反应速率变大, 平衡向逆反应方向移动
C. 正反应速率和逆反应速率都变小, 平衡向正反应方向移动
D. 正反应速率和逆反应速率都变小, 平衡向逆反应方向移动

9. 对于在合成氨的反应中, 使用催化剂和施以高压, 下列叙述正确的是()。

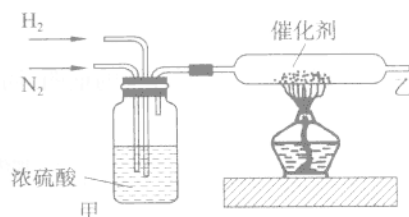
A. 都能提高反应速率, 都对化学平衡状态无影响
B. 都对化学平衡状态有影响, 都不影响达到平衡状态所用的时间
C. 都能缩短达到平衡状态所用的时间, 只有压强对化学平衡状态有影响
D. 催化剂能缩短反应达到平衡状态所用的时间, 而压强无此作用

10. 下列有关合成氨工业的叙述, 可用勒夏特列原理来解释的是()。

A. 使用铁触媒, 使 N_2 和 H_2 的混合气体有利于合成氨
B. 高压比常压条件更有利于合成氨的反应
C. 500°C 左右比室温更有利于合成氨的反应
D. 合成氨时采用循环操作, 可提高原料的利用率

11. 实验室合成氨装置如图所示, 试回答下列问题:

(1) 装置甲的作用是① _____, ② _____。
(2) 从乙中导出的气体是 _____。
(3) 检验产物的简单方法是 _____。



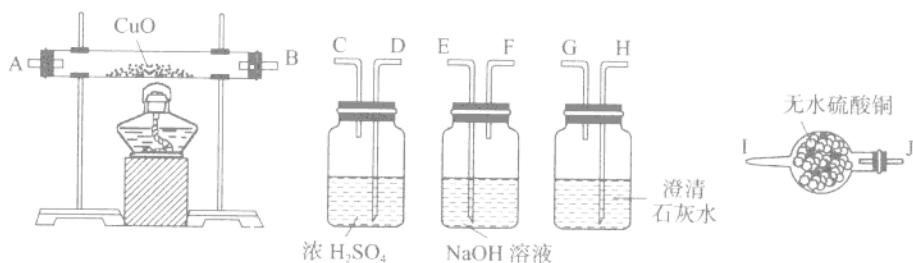
12. 合成氨工业中, 原料气(N_2 、 H_2 及少量的 CO 、 NH_3) 在进入合成塔前, 常用醋酸二氨合铜溶液吸收原料气中的 CO , 其反应是



(1) 必须除去原料气中 CO 的原因是 _____。



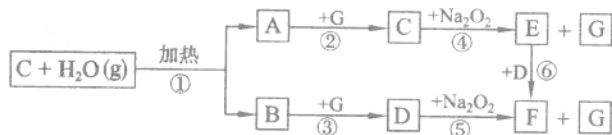
- (2) 醋酸二氨合铜吸收 CO 的生产适宜条件应是_____。
- (3) 吸收 CO 后的醋酸铜氨溶液经适当处理又可再生,恢复其吸收 CO 的能力以循环利用,醋酸铜氨溶液再生的生产适宜条件应是_____。
13. 恒温下,将 a mol N_2 与 b mol H_2 的混合气体通入一个固定容积的密闭容器中,发生如下反应: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 。
- (1) 若反应进行到某一时刻 t 时, $n_t(N_2) = 13$ mol, $n_t(NH_3) = 6$ mol, 计算 a 的值。
- (2) 反应达平衡时,混合气体的体积为 716.8 L(标准状况),其中 NH_3 的含量(体积分数)为 25%。计算平衡时 NH_3 的物质的量。
- (3) 原混合气体与平衡混合气体的总物质的量之比(写出最简单整数比,下同)
 $n(\text{始}) : n(\text{平}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (4) 原混合气体中, $a : b = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (5) 达到平衡时, N_2 和 H_2 的转化率之比 $\alpha(N_2) : \alpha(H_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (6) 平衡混合气体中, $n(N_2) : n(H_2) : n(NH_3) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
14. 水蒸气通过灼热的煤所产生的混合气,其主要成分是 CO、 H_2 , 还含有 CO_2 和水蒸气。请用下列装置设计一个实验,以确认上述混合气中含有 CO 和 H_2 。



- (1) 连接上述装置的正确顺序是(填各接口的代码字母): 混合气 $\rightarrow$ () () 接 () () 接 () () 接 () () 接 () ()。
- (2) 确认混合气中含有 H_2 的实验现象是_____;
 其理由是_____。

拓展提高

15. 根据下面物质间转换的框图,回答有关问题:



- (1) 由反应①产生的 A、B 混合物的工业名称是_____。
- (2) 写出框图中 D、E 的化学式: D _____; E _____。
- (3) 如果 2 mol Na_2O_2 与足量水蒸气反应,可得标准状况下气体的体积是_____ L。

16. 在一定温度、压强和有催化剂存在时,将 N_2 和 H_2 按 1:3(体积比)混合,当反应达到平衡时,混合气体中 NH_3 占 25%(体积比)。如果混合前 N_2 为 100 mol,那么有多少摩尔 N_2 转化为 NH_3 ?

课题3 氨氧化法制硝酸

- 认识资源的循环利用、能源的优化应用、环境污染的源头治理对可持续发展的意义。
- 通过实例了解精细化工产品的生产原理、简单流程。
- 掌握氨氧化法制硝酸的基本原理。

问题导引

1. 实验室观察氨氧化法制硝酸的模拟实验中用到的催化剂是什么? 工业生产氨氧化法制硝酸用到的催化剂是什么?
2. 氨氧化法制硝酸的模拟实验中用催化剂的目的是什么?
3. 工业上用什么试剂吸收制硝酸后的氮氧化物? 写出用氢气和甲烷分别吸收 NO 和 NO_2 的化学方程式。
4. HNO_3 的主要用途是什么?

重难点阐释

1. 硝酸的工业制法——氨的催化氧化法

主要原料: NH_3 、空气、水

生产原理: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$



尾气吸收: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



HNO_3 的浓缩: 要得到 96% 以上的浓硝酸可用硝酸镁(或浓硫酸)作吸水剂, 蒸馏所得的 HNO_3 可得发烟硝酸。

注: ① 由 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ 、 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可得总反应:



② 工业制硝酸过程中,由于有循环氧化吸收作用,故理论上 1 mol NH_3 可制得 1 mol HNO_3 。

2. 实验室制法

反应原理: $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3 \uparrow$

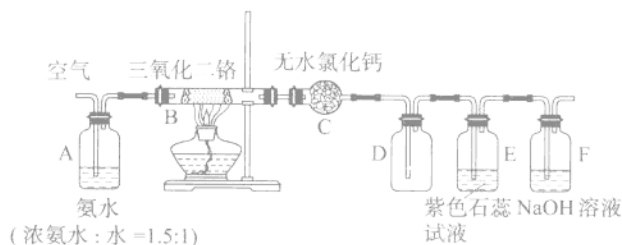
反应装置: 曲颈甬

注: ① 反应不能强热, 因为 HNO_3 受热易分解。

② 因为 HNO_3 有强氧化性, 其蒸发时会腐蚀软木塞和橡皮塞, 故装置必须用由玻璃制的曲颈甬。

典例解析

【例 1】 下图是实验室氨氧化法制硝酸的实验装置图。



实验时先加热硬质玻璃管中的三氧化二铬约 2 min 左右, 再把空气缓缓地、均匀地鼓入氨水中, 待三氧化二铬开始红热后, 撤走酒精灯。请回答:

- (1) 在 D 和 E 中可观察到哪些现象? 说明发生了哪些化学反应?
- (2) 装置 C 中无水氯化钙的作用是什么? 装置 F 中 NaOH 溶液的作用是什么?
- (3) 氨与氧的反应为什么要在有三氧化二铬的条件下进行? 三氧化二铬在工业上常用哪种物质代替?
- (4) 为什么要先将三氧化二铬加热, 再向 B 中通入氨气和空气? 如果鼓气速度太快, 会对实验产生怎样的影响?

(5) 生成的二氧化氮能全部被水吸收吗? 在工业上采取哪些措施可提高二氧化氮的吸收率?

【解析】 (1) 装置 D 是氧化瓶, 发生的反应是 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$, 可观察到瓶内有红棕色气体生成。装置 E 是吸收瓶, 发生的反应是 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ 。可观察到的现象是紫色石蕊试液变红, 试剂瓶上方有红棕色气体生成。

(2) 装置 C 是干燥装置, 其中无水氯化钙的作用是干燥剂, 吸收反应后气体中的水蒸气。装置 F 是尾气处理装置, 其中 NaOH 溶液的作用是吸收反应后尾气中的一氧化氮和二氧化氮等大气污染物。

(3) 三氧化二铬的作用是催化剂, 如果无催化剂, 可发生副反应, 生成多种不同的产物: $4\text{NH}_3 + 4\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$, $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$, 从而影响一氧化氮的生成。在工业生产中常用铂系催化剂。

(4) 先将催化剂加热, 再通入氨气和空气, 目的是充分反应生成一氧化氮。如果鼓气速度太快, 部分氨气来不及氧化便通过催化剂, 发生反应: $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \longrightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 使一氧化氮产率降低。

(5) 二氧化氮的吸收反应为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 故二氧化氮不能全部被吸