

AOSAI

白马出品

sina 新浪教育
edu.sina.com.cn

白马工作室授权新浪网
为本书独家网络合作伙伴



高中化学奥赛 一本全

山西教育出版社

AOSA

97/9

高中化学奥赛

一本全



主 编	编	于树洋			
	委	于树洋	李海燕	戴晴兰	胡守国
		沈 哲	武守贤	李利锋	刘 昆
		张大庆	张希媛	杜春帆	郭 宏
		赵志成	王志平	吴宇浩	李国忠
		陈一萌	窦容欣	钱国祥	于 明
		杨月娇	张海利	刘久力	张 玲
		冯晶晶	马国强	宋文武	孟凡春
		付春江	许如云	孙志远	

山西教育出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

高中化学奥赛一本全/于树洋编. - 太原: 山西教育出版社, 2005. 7

ISBN 7-5440-2893-3

I. 高… II. 于… III. 化学课-高中-教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 030665 号

整体策划 张宝东

责任编辑 张宝东

助理编辑 张建明

装帧设计 王耀斌

传 真 (0351) 4035711

E-mail zbdddzxx@vip.sina.com

出版发行 山西教育出版社 (太原市迎泽园小区 2 号楼)

发行专线 (0351) 4053275

印 刷 太原市众一彩印有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 20

字 数 441 千字

版 次 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月山西第 1 次印刷

印 数 1-10000 册

书 号 ISBN 7-5440-2893-3/G·2598

定 价 20.00 元

历年化学竞赛全国初赛分析及趋势预测

纵观近几年来,全国初赛试题和国家队选拔试题要求竞赛选手在较好的情商前提下具有很强的观察能力、思维能力、想象能力和最为重要的创造能力,而对记忆能力要求不高。这种试题有力地澄清了目前大多数高中生所认为的“化学是理科中的文科”等模糊认识,有助于吸引更多的资优学生参与化学竞赛。

仔细分析历届试题,不论从试题结构和选拔功能,还是从题型上都发生了深刻的变化,现简要归纳如下:

1. 试题选拔功能的变化

近年来试题的选拔功能出现了一些可喜的变化:

- (1) 化学试题紧密联系生产、生活实际;
- (2) 化学试题联系化学发展前沿;
- (3) 化学试题关注社会热点问题;
- (4) 化学试题广泛联系其他科学与技术。

这些变化使得偏重于考查化学知识的立意转变成为了以考查竞赛选手能力为主的立意,即主要考查竞赛选手的创造性思维能力。怎样考查中学生的创造性思维能力?国家队资深命题专家吴国庆先生认为,可以通过下面几个方面加以考查:考查竞赛选手“崭新”的观察能力;考查竞赛选手对信息理解、加工和归纳的能力;考查竞赛选手对化学在人类进步、社会发展、环境保护等人类社会活动以及对其他科学与技术的发展作用与意义的理解与关心;考查竞赛选手对科学家的思想和方法的领悟能力;考查竞赛选手思维的品质。

(想像、逻辑、演绎、归纳、创造等)。试题尽可能使竞赛选手身处陌生情景,利用原有的知识基础,提取、加工、理解新情境下的信息,提出解决问题的方案、战略和策略,形成知识,发展知识,达到考查竞赛选手学、识、才三者统一的水平。

2. 化学竞赛题型的变化

近年来化学竞赛试题摒弃了选择题,逐渐减少了构成题,取而代之的是一种新的主流试题——“科学猜谜题”,且所占比例越来越大。所谓“科学猜谜题”有别于通常意义上的猜谜游戏,其“谜面”是在试题中建构未知知识信息,猜谜人——化学竞赛选手的智力强弱表现在能否用已有的知识(包括与谜底不一定直接相关的具体的描述性的化学知识、与信息相关的中学化学学到的基本概念和基本原理)来理解这些信息,对这些信息进行加工、分析、综合,加上丰富的想像力、联想力、洞察力、猜测能力以及解题经验和学识,最后创造性地形成谜底,即得出答案。一般“科学猜谜题”是竞赛选手不知道的知识,是竞赛选手根据信息得出的“新知识”(有可能其知识细节对竞赛选手而言还不甚明了,但这些都不妨碍解题)。由于“科学猜谜题”的谜底经常出乎意料,它考查竞赛选手“推理破案”的能力,考查的是形成性和“创造性”的知识,往往用已有的模式来套反而得不出答案,因此很能考查竞赛选手的创造性思维的水平,即考查思维的严密性、精确性、深刻性和全面性,同时也能做到试题的公正性,有利于选拔人才。该题型思考容量虽大,但应作答书写少,也有利于评卷时减少误差。

纵观近五年的全国化学竞赛试题,从考查内容和考查形式看,有下列几种热点题型:

(1) 科学猜谜题

这种题型重点考查竞赛选手信息综合能力和“创造”知识的能力。

(2) 探究型试题

这种题型重点考查竞赛选手进行推理、想像、构建、创造等能力。

(3) 分子设计试题

这种题型重点考查竞赛选手的空间想像能力。

(4) 模式思维试题

如类比是人类思维的重要形式,类比是模式思维,许多不同事物表观常有相同形式,模式只是表观迁移,不一定反映实质。这类试题也可叫做信息

迁移题。命题人常常在试题中设置干扰信息，以考查竞赛选手的分析、判断能力。

3. 2004 年全国高中学生化学竞赛（省级赛区）试题特点：

- (1) 全卷明显以无机和结构为主，而有机部分薄弱。
- (2) 核化学、晶体结构部分难度不大；分子结构与元素化学紧密结合，注重“结构、性质、应用”的联系，值得关注！如新科技、新材料问题。
- (3) 无机元素化学占据试卷主流，配位化学与过渡金属化学联系较多，空间立体三维化学内容的考查成为重点，该趋势值得以后备考注意。
- (4) 很多试题设置了生物化学背景，体现未来的学科综合渗透趋势。
- (5) 全卷体现了与新科技、新材料、药物合成问题的联系。
- (6) 全卷难度比去年略难。

4. 2005 年化学竞赛命题预测

- (1) 社会热点问题 如科技新成果
- (2) 配位化学问题 （三维化学要加强，结合晶体、金属、有机等）
- (3) 氢键问题
- (4) 生物化学问题 （特别要注意生命体内氨基酸与金属离子的结构问题）
- (5) 晶体结构分析 （老热点，必考，晶胞结构和晶体密度一定要熟练掌握，可能和配位化学综合）
- (6) 图表解释题型 （红外、核磁、质谱）
- (7) 有机合成 （估计以最新药品为背景）
- (8) 电池问题
- (9) 纳米材料问题
- (10) 化学计算

(11) 实验题 虽然全国初赛很久没有实验题形式出现——但化学作为一门实验的科学，作为选拔提高的化学竞赛没有实验操作考查，不能不说是个遗憾，但在考题中增加实验题未尝不是一个补充。注意微型化学实验（特别是大学无机化学、有机化学实验的微型化）现象：富有特色的大学化学实验改进和创新、体现化学家探究历程、思维方法的研究性实验题。

理想气录

★理想气体

☆理想气体 (1)

★化学反应的限度

☆化学平衡 (18)

★溶液中的平衡问题探讨

☆酸碱平衡 (41)

☆沉淀平衡 (61)

★电化学

☆氧化还原与电化学 (82)

★物质结构

☆原子结构 (106)

☆分子结构 (122)

☆晶体结构 (142)

☆配合物结构 (163)

★元素化学

☆主族元素 (181)

☆过渡元素 (221)

★有机化学

☆烃 (245)

☆烃的衍生物 (270)

理想气体

国际化学奥林匹克(International Chemistry Olympiad 简称 IChO)是世界上规模和影响最大的中学生化学学科竞赛活动。它起源于捷克斯洛伐克。自 1968 年举行第一届竞赛以来,除 1971 年停赛一年外,每年一届。时间一般为七月份。2004 年 7 月 18 至 27 日,第 36 届在德国基尔举行,我国的 4 名参赛选手全部获得金牌。

【奥赛赛点】

嗯……现在……我们讲一讲……



1. 理想气体状态方程: $pV = nRT$ $p\bar{V}_m = RT$

p : 气体的压力 (Pa)

V : 气体的体积(m^3)

$\bar{V}_m$: 气体的摩尔体积(m^3/mol)

n : 气体的物质的量(mol)

T : 气体的热力学温度(K)

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

方程的其他形式:

$$pM = \rho RT$$

M : 气体的摩尔质量(kg/mol)

ρ : 气体的密度(kg/m^3)

竞赛要求掌握:

①计算 p, V, T, n 中的任意物理量。

②确定气体的密度和摩尔质量。

③由摩尔质量计算气体或易挥发液体蒸气的密度。

④也可由气体密度计算摩尔质量。

实际气体的状态方程(范德华方程)

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

a, b 为范德华常数

2. ①道尔顿分压定律

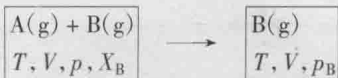
$$p_B = p \cdot x_B$$

p_B : 气体 B 的分压

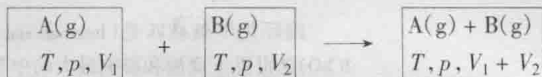
p : 混合气体的总压

x_B : 气体 B 在混合气体中的摩尔分数

$$p = \sum p_B$$



②阿马格分体积定律



$$V_B = Vx_B$$

V_B : 气体 B 的分体积

V : 混合气的总体积

x_B : 气体 B 在混合气体中的摩尔分数

$$V = \sum V_B$$

3. 气体扩散问题讨论:

格拉哈姆气体扩散定律: 用 u 表示气体扩散速度

$$u \propto \sqrt{1/\rho}$$

$$u(\text{A})/u(\text{B}) = \sqrt{\rho_B/\rho_A}$$

$$\text{由 } \rho = Mp/RT$$

$$u(\text{A})/u(\text{B}) = \sqrt{M_B/M_A}$$

因此, 同一温度下摩尔质量大的分子运动得慢。

4. 气体溶解度

气体的溶解度可用单位体积的溶剂中所溶解的气体的体积表示即气体溶解度常指标准状况下 1 体积水中所溶解该气体的最大体积数。非标准状况时的气体体积数要换算成标准状况时的体积数。

5. 蒸气压

液体的饱和蒸气压仅与液体的本性和温度有关, 而与液体的数量以及液面上空的空间大小无关。

【典型示例】

看看以前是怎么考的。



例 1: (1990 年全国高中学生化学竞赛安徽赛区) $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ 的水溶液在 25°C , 1.01×10^5 Pa 下, 以铂电极进行电解。一段时间后, 在阳极收集到 0.613dm^3 气体, 在阴极析出 m g 金属 M, 若 M 为 $+n$ 价, 则金属 M 的相对原子质量为多少?

分析: 铂电极为惰性电极, 阳极产生气体为 O_2 , 可根据理想气体状态方程。求出 O_2 的物质的量, 进而求电极上转移的电子物质的量再求金属 M 的相对原子质量。

解答: $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ 的水溶液电解阳极产生气体为 O_2

$$n(\text{O}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{1.01 \times 0.613}{8.31 \times 298} = 0.0250\text{mol}$$

电极上转移的电子物质的量为: $4 \times 0.0250 = 0.100\text{mol}$

由阴阳极上通过电子的电量相等得: $\frac{m}{M(R)} n = 0.100$

$$M(R) = \frac{mn}{0.100} = 10mn$$

例 2: (1986 年湖南省化学竞赛试题) 温度为 0°C 时, 三甲胺的密度是压力的函数, 有人测得如下数据:

p/atm	0.2	0.4	0.6	0.8
$\rho/\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0.5336	1.079	1.6363	2.2054

试根据以上数据, 计算三甲胺的分子量。

分析: 本题考查理想气体与真实气体的区别。由于上述数据是实验测定的真实气体, 绝对不能用理想气体的状态方程直接算出三甲胺的分子量, 然后取平均值。但我们可以使用作图法通过极限外推得到三甲胺的分子量。

解答: 由 $pV = nRT$ 得 $M = \frac{\rho RT}{p}$ 当 $p \rightarrow 0$ 时, ρ/p 的值如下:

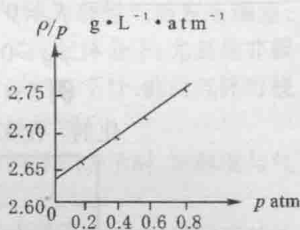
p/atm	0.2	0.4	0.6	0.8
$\rho/p/\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$	2.6680	2.6975	2.7272	2.7565

以 ρ/p 对 p 作图, 利用图像外推至 $p=0$ 时得

$\rho/p = 2.638$, 所以

$$M = 2.638 \times 0.08206 \times 273.2 = 59.14 (\text{g/mol})$$

即三甲胺的分子量为 59.14。



例 3: 在实验室中, 由 Na 与 H_2 在较高温度 ($t > 300^{\circ}\text{C}$) 下制取氢化钠 (NaH) 时, 反应前必须将装置用无水无氧的 N_2 置换。 N_2 是由 N_2 钢瓶提供的, 其容积为 50.0L, 温度为 25°C , 压力为 15.2MPa。 (1) 计算钢瓶中 N_2 的物质的量 $n(\text{N}_2)$ 和质量 $m(\text{N}_2)$; (2) 若将实验装置用 N_2 置换 5 次后, 钢瓶压力下降至 13.8MPa。 计算在 25°C , 0.100MPa 下, 平均每次耗用 N_2 的体积。

分析: (1) 计算钢瓶中 N_2 的物质的量 $n(\text{N}_2)$ 和质量 $m(\text{N}_2)$ 。 根据理想气体状态方程, 将数据代入即可。

(2) 可将气体压强的变化量代入理想气体状态方程即可求出气体物质的量的变化, 再求算体积后均分 5 份。

解答: (1) 已知 $V = 50.0\text{L}$, $T = 298\text{K}$, $p_1 = 15.2 \times 10^3 \text{kPa}$

$$n_1(\text{N}_2) = \frac{p_1 V}{RT} = \frac{15.2 \times 10^3 \text{kPa} \times 50.0\text{L}}{8.314 \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 298\text{K}} = 307\text{mol}$$

$$m_1(\text{N}_2) = n_1(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 307\text{mol} \times 28.0\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 8.60 \times 10^3 \text{g}$$

(2) 已知 $V = 50.0\text{L}$, $T = 298\text{K}$, $p_2 = 13.8 \times 10^3 \text{kPa}$

$$n_2(\text{N}_2) = \frac{(p_1 - p_2) V}{RT} = \frac{(15.2 - 13.8) \times 10^3 \text{kPa} \times 50.0\text{L}}{8.314 \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 298\text{K}} = 28.3\text{mol}$$

298K, 0.100MPa 下, 每次置换耗用 N_2 的体积:

$$V(N_2) = \frac{1}{5} \times \frac{n_2(N_2)RT}{p} = \frac{1}{5} \times \frac{28.3\text{mol} \times 8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298\text{K}}{100\text{kPa}} = 140\text{L}$$

例 4: (第 32 届 IChO 竞赛预选题) $NH_4HS(s)$ 是一种不稳定的化合物, 它易分解为 $NH_3(g)$ 和 $H_2S(g)$:



已知 25℃ 时平衡常数为 $K_p = 0.1008$, 则

假定 1 mol NH_4HS 输入一只 25L 的真空容器中。25℃ 下分解达到平衡时, 计算容器的总压力。

分析: NH_4HS 是固体, 根据气体分压定律和平衡常数表达式即可求出。

解答: 根据反应 $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$

$$p(NH_3) = p(H_2S) = 0.5p_{\text{总}}$$

$$K_p = 0.1008 = p(NH_3) \cdot p(H_2S) = (0.5p_{\text{总}})^2$$

$$p_{\text{总}} = 0.635 \text{ bar}$$

例 5: (2001 年安徽省化学竞赛复赛试题) 二氧化碳是臭氧分解成氧气反应的一种催化剂。在 323K 温度下, 研究初始态皆有二氧化碳和臭氧的混合气体的压力的改变可知:

时间 (min)	0	30	60	120	∞
实验 1 $c(CO_2) = 0.01 \text{ mol/L}$	0.533	0.599	0.633	—	0.666
实验 2 $c(CO_2) = 0.005 \text{ mol/L}$	0.399	0.440	0.466	0.500	0.533

若想深入研究该反应的动力学问题必须确定 O_3 的分压。请完成下表:

时间 (min)	0	30	60
实验 1 $c(CO_2) = 0.01 \text{ mol/L}$	0.533	0.599	0.633
实验 2 $c(CO_2) = 0.005 \text{ mol/L}$	0.399	0.440	0.466
$p(O_3)$			

分析: 必须先确定 $p(CO_2)$, 然后根据分压定律和臭氧分解反应即可求解。

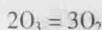
解答: 以实验 1 0 时刻 30 min 时刻为例。

$$p(CO_2) = c(CO_2) \cdot RT = 0.01 \times 8.314 \times 10^3 \times 323 = 0.269 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$p(O_3) = p_{\text{总}} - p(CO_2) = (0.533 - 0.269) \times 10^5 = 0.264 \times 10^5 \text{ Pa}$$

当反应为 30min 时,

$$p_{\text{总}} = p(CO_2) + p(O_2) + p(O_3)$$



$$p_{\text{总}} = p(CO_2) + p(O_3) + 1.5p(O_3) = p(CO_2) + 2.5p(O_3)$$

$$p(O_3) = \frac{0.599 - 0.269}{2.5} \times 10^5 = 0.132 \times 10^5 \text{ Pa}$$

其他结果照此计算,列成下表。

时间(min)	0	30	60
实验 1 $p(\text{O}_3)$	0.264	0.132	0.066
实验 2 $p(\text{O}_3)$	0.265	0.184	0.13

【解题思路与技巧】

教你一手!

理想气体状态方程中各物理量 p 、 V 、 n 、 T 的单位若依次取 atm 、 dm^3 、 mol 、 K 时, R 为 $0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ 。当物质处于相对平衡时其气态物质不适用于理想气体状态方程;理想气体是指气体分子本身没有体积、分子间也没有相互作用力的假想情况。自然界中并不存在真正的理想气体,它是实际气体在 $p \rightarrow 0$ 的一种极限情况。

实际气体分子体积的影响和分子间的相互作用导致实际气体与理想气体发生偏差,准确讲应当适用于范德华方程式。不过在低压和高温条件下,实际气体分子(尤其是非极性分子或极性较小的分子)本身的体积和分子间的吸引力均可以忽略不计,此时气体可视作理想气体。因此一般情况下,都把实际气体近似当作理想气体处理。

注意:当气体的溶解度用单位体积的溶剂中所溶解的气体的体积表示时,溶解度与气体的分压无关,只是温度的函数。

熟练应用理想气态状态方程以及阿伏加德罗定律及其推论是快速解决气体问题的关键。

如:一定量气体: T 不变时 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ (玻义耳—马略特定律)

p 不变时 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ (盖吕萨克定律)

V 不变时 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ (查理定律)

总的概括为: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

【拓展训练】

不留神,就把这部分内容掌握了。

1. 实际气体在哪种情况下接近理想气体

- A. 低温和高压 B. 高温和低压
C. 低温和低压 D. 高温和高压

2. 在 298K 和 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的压力下,测得某气体的密度是 $1.340 \text{ g} \cdot \text{dm}^3$,并测得该气体的组成是 $W(\text{C}) = 79.8\%$, $W(\text{H}) = 20.2\%$

(1) 求该气体的最简式;

(2) 求该气体的相对分子质量;

(3) 求该气体的分子式。

3. (1999 年全国高中化学竞赛(浙江赛区)试题卷)范德华根据真实气体与理想气体的

差别,导出真实气体状态方程式: $(p + an^2/V^2)(V - nb) = nRT$,此方程中 an^2/V^2 项表示 ()

- A. 气体分子占据的体积
B. 气体分子对器壁的压强
C. 器壁附近气体分子受内部气体的吸引力
D. 气体分子的质量

4. 若某电视机的显像管的体积为 2.0L,在 25℃其压力为 4.0×10^{-7} Pa,试求显像管中气体的分子数。

5. 在 36.8℃与 101kPa 时,某人呼出气体的体积百分组成为: N_2 75.1% O_2 15.2% CO_2 3.8% H_2O 5.9%。试求呼出气体的平均分子量和 CO_2 的分压力。

6. 在 27℃将水电解得到的氢气和氧气的混合气体经干燥后,贮于 60.0L 的容器中,混合气体总质量为 40.0g,求氢气和氧气的分压和分体积。

7. SO_2 气体的范德华常数为: $a = 6.71 \text{ atm} \cdot L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$, $b = 5.64 \times 10^{-2} L \cdot \text{mol}^{-1}$,试计算 303K 时,1.00L SO_2 气体(0.500mol)所呈现的压力。与从理想气体状态方程所得结果进行比较。

8. 设有一真空的箱子,在 298K 时, 1.01×10^5 Pa 的压强下,称量为 153.679g。假如在同温同压下,充满某气体后为 156.844g,充满氧气后为 155.108g,求该气体的相对分子质量。

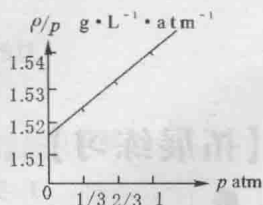
9. 在相同的初始压力 $p_{\text{始}}$ 和室温(298K)下,将 5.0dm³氮气和 15.0dm³氧气压缩到 10.0dm³,在室温下其混合气体的压力是 1.52×10^5 Pa,问:

- (1)两种气体的初始压力 $p_{\text{始}}$ 是多少?
- (2)在 10.0dm³内氧和氮的分压是多少?
- (3)如果把混合气体的温度升高到 483K,在此 10.0dm³容器内气体的总压力是多少?

10. 在一未知体积的容器内,装有某气体压力为 650Pa,从其中抽出一定量的气体,抽出的气体在 760Pa 的压力下占 1.52dm³,留在容器中的气体的压力为 600Pa,假定以上数据在相同温度下测定,求容器的体积。

11. 右图是 273.16K 时 CH_3F 蒸气之 $\rho/p \sim p$ 图。

- (1) ρ/p 值为何不是一个常数?
- (2)由图求 CH_3F 的精确分子量。



12. 在燃烧 2.24L(标准状况下)一氧化碳和氧气的混合气体时,放出 11.32kJ 的热量,所得产物的密度为原来气体密度的 1.25 倍。燃烧同样体积的氧化二氮和一氧化碳的混合物时,放出 13.225kJ 的热量,而产物的密度却比原来的混合物的密度小 1.25 倍。试确定:

- (1)用于燃烧的混合气体的组成(以体积百分数计);
- (2)在氧气中燃烧 CO 的热效应;
- (3)由单质生成 N_2O 的热效应。

13. 测定分子量的常用方法之一是凝固点下降法。例如水是常用的溶剂,当水中溶解了某种不挥发的溶质时,水的凝固点(即冰点)即会下降,海水在 0℃时不会结冰就是这个原因。凝固点下降的程度与溶质的分子数有关,而与溶质是何种物质无关。当溶剂的

量确定时,凝固点的降低值与溶质的分子数成正比。已知 10.0g 樟脑中溶解 0.412g 萘,凝固点下降了 13°C 。某种由 C、H、O 组成的有机物 2.30g 溶于 15.6 g 樟脑中,凝固点下降了 49.5°C 。如果把 3.667g 该有机物完全燃烧,生成 9.236g CO_2 和 1.634g H_2O ,求该物质的分子式(已知萘的相对分子质量为:128,相对原子质量: H-1 C-12 O-16)

14. 将氨气和氯化氢气体分别从一根 120cm 长的玻璃管两端向管内自由扩散,试问:

(1)两气体在玻璃管的什么位置相遇而生成 NH_4Cl 白烟?

(2) NH_3 和 HCl 哪一个扩散速度快? 它们的扩散速度之间有什么关系?

15. 40°C 时三氯甲烷(CHCl_3)的蒸气压为 49.3kPa,若有 2L 干燥的空气,在 40°C 、98.6Pa 时缓缓通过三氯甲烷,并收集之,试求:

(1)被三氯甲烷所饱和的空气在该条件下的体积为多少?

(2)这 2L 干燥的空气带走三氯甲烷的质量为多少?

16. 分别按理想气体状态方程式和范德华方程式计算 1.50mol $\text{SO}_2(\text{g})$ 在 30°C 下占有 20.0L 体积时的压力,并比较两者的相对偏差 dr 。如果体积减小至 2.00L,其相对偏差又是多少?

17. 氩气(Ar)可由液态空气蒸馏得到。若氩气的质量为 0.7990g,温度为 298.15K 时,其压力和体积分别为 111.46kPa 和 0.4448L。计算氩的摩尔质量 $M(\text{Ar})$ 、相对原子质量 $A_r(\text{Ar})$ 以及标准状况下氩的密度 $\rho(\text{Ar})$ 。

18. “ 0°C 时,氮气的溶解度是 0.024,氧气是 0.049。则在 0°C 和 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 的空气中,1L 水最多可溶解氮气 0.024L;或氧气 0.049L”。是否正确?

19. “ 20°C 时,氧气的溶解度是 0.031,这就是说 1L 水最多可溶解 20°C 和 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 的纯氧 0.031L”。是否正确?

20. (2003 台湾奥数题) N_2O_4 在 25°C 及 1 大气压下一部分分解成 NO_2 ,其混合气体密度为 3.176g/L,求 N_2O_4 的分解率及其平衡常数 K_p 和 K_c 值? ($R = 0.082 \text{atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$)

21. 某容器中含有 NH_3 、 O_2 、 N_2 等气体的混合物。取样分析后,混合气体的总压 $p = 133.0 \text{kPa}$,其中, $n(\text{O}_2) = 0.180 \text{mol}$, $n(\text{N}_2) = 0.700 \text{mol}$, $n(\text{NH}_3) = 0.320 \text{mol}$ 。试计算各组分散气体的分压。

22. 贮气筒容积为 100L,贮有温度为 27°C 、压强为 $3 \times 10^6 \text{Pa}$ 的氢气,使用后,温度降为 20°C ,压强降为 $2 \times 10^6 \text{Pa}$ 。求用掉的氢气的质量。(氢气在标准状态下的密度是 0.09g/L)

23. 某气体在 293K 和 $9.97 \times 10^4 \text{Pa}$ 时占有体积 0.19dm³,质量为 0.132g。试求该气体的相对分子质量,并指出它可能是何种气体。

24. 在 291K 和 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 条件下将 2.70dm³ 含饱和水蒸气的空气通过 CaCl_2 干燥管。完全吸水后,干燥空气为 3.21g。求 291K 时水的饱和蒸气压。

25. 在 273K 时,将相同初压的 4.0dm³ N_2 和 1.0dm³ O_2 压缩到一个容积为 2.0dm³ 的真空中容器中,混合气体的总压为 $3.26 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

求:(1)两种气体的初压;

(2)混合气体中各组分散气体的分压;

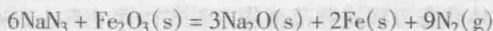
(3)各气体的物质的量。

26. 在 288K 时,将 NH_3 气通入一盛水的玻璃球内至 NH_3 不再溶解为止,已知玻璃球内饱和溶液质量为 3.018g。再将玻璃球放在 $50.0\text{cm}^3, 0.50\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 溶液中,将球击破。剩余的酸需用 $10.4\text{cm}^3, 1.0\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ NaOH 中和。试计算 288K 时在水中的溶解度。

27. 某化合物的苯溶液,溶质和溶剂的质量比是 15:10。在 293K, $1.013 \times 10^5\text{Pa}$ 下将 4.0dm^3 空气缓慢地通过该溶液时,测知损失 1.185g 苯。假设失去苯后溶液的浓度不变,求溶质的相对分子质量。

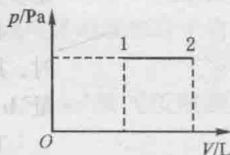
28. 丁烷 C_4H_{10} 是一种易液化的气体燃料,计算在 $23^\circ\text{C}, 90.6\text{kPa}$ 下,丁烷气体的密度。

29. 为了行车的安全,可在汽车中装备上空气袋,防止碰撞时司机受到伤害。这种空气袋是用氮气充胀起来的,所用的氮气是由叠氮化钠与三氧化二铁在火花的引发下反应生成的。总反应是:



在 $25^\circ\text{C}, 100\text{kPa}$ 下,要产生 75.0L 的 N_2 ,计算需要叠氮化钠的质量。

30. 一带活塞的密闭容器中盛有 A、B 组成的混合气体,从状态 1 自发反应到状态 2 的变化曲线如右图所示。则该反应过程 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 是



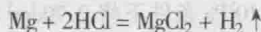
- A. 放热反应 B. 吸热反应
C. 对外界做功 D. 内能不变

31. (1989 年全国化学竞赛初赛试题)某温、某压下取三份等体积无色气体 A,于 25、80 及 90°C 测得其摩尔质量分别为 58.0、20.6、20.0g/mol。于 25、80、 90°C 下各取 11dm^3 (气体压力相同)上述无色气体分别溶于 10dm^3 水中,形成的溶液均显酸性。

- (1) 无色气体为 _____;
(2) 各温度下摩尔质量不同的可能原因是: _____
(3) 若三份溶液的体积相同(设:溶解后溶液温度也相同),其摩尔浓度的比值是多少?

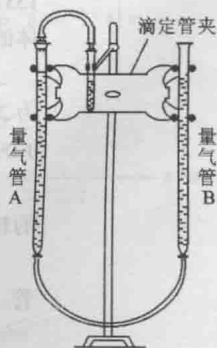
32. 已知理想气体各参数 p (压强)、 V (体积)、 T (温度)、 n (物质的量)满足理想气体状态方程 $pV = nRT$ 。某学校课外活动小组粗略测定理想气体状态方程中气体常数 R 的值,下面是测定实验的分析报告,请填写有关空白:

(一)测定原理:在理想气体状态方程 $pV = nRT$ 中,气体常数 $R = pV/nT$ 的数值可以通过实验来确定。本实验通过金属镁置换出盐酸中的氢来测定 R 的值。其反应为:



如果称取一定质量的镁与过量的盐酸反应,则在一定温度和压力下,可以通过测出反应放出氢气的体积。实验室的温度和压力可以分别由温度计和气压计测得。氢的摩尔数可以通过反应中镁的质量来求得。将以上所得各项数据代入 $R = pV/nT$ 式中,即可算出 R 值。

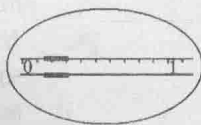
(二)实验用品及试剂:①仪器:托盘天平、测定气体常数的装置(如右图所示);②试



剂:6mol/L HCl、镁条若干。

(三)实验内容:

(1)在托盘天平上称出镁条的质量(称量镁条天平的游码示数如右图所示,未用砝码,单位为 g);



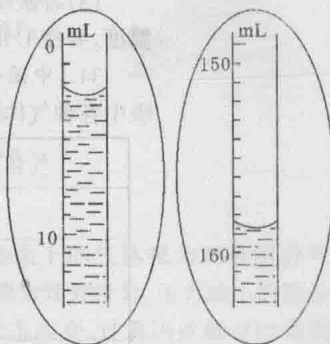
(2)按上图搭好仪器。取下试管,移动量气管 B,使量气管 A 中的水面略低于零刻度线,然后将量气管 B 固定。

(3)在试管中加入 15mL 6mol/L HCl,不要使盐酸沾湿试管的上半部。将已称重的镁沾少许水,贴在试管上部不与盐酸接触。

(4)检查仪器是否漏气,方法如下:(方法要求简单有效)

(5)如果装置不漏气,调整量气管 B 的位置,使量气管 A 内水面与量气管 B 内水面在同一水平面上(要求“在同一水平面上”的原因是

);实现“在同一水平面上”的操作是
(),然后准确读出量气管 A 内水面凹面最低点的读数 V_1 (如右图所示)。



(6)轻轻摇动试管,使镁条落入盐酸中,镁条与盐酸反应放出氢气。此时量气管 A 内水面即开始下降。为了不使量气管 A 内气压增大而造成漏气,在量气管 A 内水面下降的同时,慢慢 (填“上”或“下”)移量气管 B,使两管内的水面基本保持水平。反应停止后,待试管冷却至室温(约 10min),移动量气管 B,使两管内的水面相平,读出反应后量气管 A 内的精确读数 V_2 (如右图所示)。

(7)记录实验时的室温 t 和大气压 p 。(已知室温为 27℃,大气压为 100kPa)

(四)数据记录与处理(在横线上填写适当内容):

镁条的质量

$m =$ _____ g

氢气的摩尔数

$n =$ _____ mol

反应前量气管 A 内读数

$V_1 =$ _____ mL

反应后量气管 A 内读数

$V_2 =$ _____ mL

氢气的体积

$V =$ _____ mL

室温

$T =$ _____ K

大气压

$p =$ _____ Pa

气体常数 R 的值

$R =$ _____ J/(mol·K)

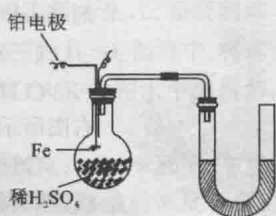
(五)问题与讨论:

①在读取量气管内气体体积 V_1 时,眼睛仰视读数,结果造成 R 的测定值 (填“偏高”“偏低”或“无影响”);

②若没等反应试管冷却到室温就量取液面的高度,结果造成 R 的测定值 (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

33. 如右图所示,内装水银的 U 形管的横截面积为 10.0cm²,烧瓶内装有足量的稀硫

酸,瓶塞上装有铂电极,可上下移动的一极下端系有 0.280g 铁丝。反应开始前测得装置内空气的体积折合成标准状况下为 500mL。(假设 O_2 占 $1/5$)。密闭整个装置后,将铁丝浸入稀硫酸中充分反应(下列条件下 N_2 与 H_2 不发生反应)。



(1)反应后假定装置内的温度未变,则瓶中气体的压强_____(填“>”“<”或“=”)大气压强;U形管内的汞液面_____(填“左边”或“右边”)高;烧瓶内气体是否处于标准状况?答:_____(填“是”或“不是”)。

(2)若将反应后的装置处于一个标准大气压下,求U形管两边水银面的高度差(单位用 cm 表示)。

(3)若铁丝的质量不定,当其与硫酸充分反应后用电火花引燃混合气体,再恢复至原温度,要使U形管左边的水银面高,求铁丝的质量范围。

34.[中国化学会 2004 年全国高中学生化学竞赛(省级赛区)试题]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
	79274	75848
	21328	15463
	40	3732
	667	6265

(1)请将各种气体的分子式填入上表;

(2)指出表中第一种和第二种呼出气体的分压小于吸入气体分压的主要原因。

【拓展训练答案】

可不要提前偷看哟!



1. B

提示:在低压和高温条件下,气体分子本身的体积和分子间的吸引力均可以忽略不计。

2. (1) CH_3 (2)32.77 (3) C_2H_6

3. C 4. 1.9×10^{11} 5. $\overline{M} = 29$ 3.8 kPa

6. 92.3 kPa 46.2 kPa 40.0L 20.0L

7. 1.12×10^3 kPa 1.26×10^3 kPa

8. 解析: $M(O_2)$ 已知,若由 $V = \frac{mRT}{pM}$ 求出箱子的体积 V ,再利用 $M = \frac{mRT}{pV}$ 即可求出该未知气体的相对分子质量。不过这样运算显然很复杂,既费时又易出差错。由题意可知,这实际上是在等温等容等压条件下,两次应用理想气体状态方程。所以可以形成比例关系求解,非常方便。