

GAOKAOGAOFENGGAOZHAO

GAOKAOGAOFENGGAOZHAO • HUAXUE

高 考

高 分

高 招

化 学

GAOKAOGAOFENGGAOZHAO • HUAXUE

浙江教育出版社

出版说明

在高考中取得高分,这是每个高考学生的最大心愿,也是每位老师的最大期望。因此,探讨如何能在高考中取得高分,就成了老师和学生的共同追求。

严格地说,要在高考中取得高分,主要取决于学生平时对于知识学习和能力训练的水平,这是必要条件。但平时一贯成绩良好的学生,并不一定就能在高考中取得高分,所以高考高分还有一个充分条件,这就是高考复习的效果。为此,自从高考制度恢复以来,为高考而编的高复用书,就一直是学生和老师十分重视的教辅用书。一本好的高复用书,可以为学生的学习插上飞翔的翅膀。

随着高考制度的改革、“3+X”“3+综合”的推出,高考的主要方向已越来越强调综合能力,越来越强调学以致用。要使学生能够高效地积累知识并将知识转化为能力,必须帮助学生加深理解所学知识,掌握所学知识的内在联系及解题规律,提高其解题技巧和分析问题的能力,以求在高考中取得良好成绩,为此,我们组织了浙江省在教学和教学研究,以及在高考复习方面有独到见解的老师,编写了《高考·高分·高招》丛书。

《化学》分册按知识块分成单元,每单元根据高考中的“热点”问题分成若干专题,每专题按“高考必知”“高招例说”“高分测试”三部分进行编写。由于目前市场上的高考复习用书,从内容及体例上看大多更适用于高三的第一轮复习,故本书在编写时着重于第二轮复习,体现高考的高招,并力求突出以下特点:

1. 超越教材。这种超越不是系统知识的简单补充,而是能力到位后的自然超越。通过知识的深化、例题的剖析,使学生自然接受新的拓展性知识,并尽可能将新知识形成网络,全面掌握参加“3+X”高考和省级高中化学竞赛必备的综合性知识。

2. 精选例题。所选的例题均是该知识点应用中具有代表性的综合题,通过详尽的剖析,指出解题思路,给出一般的解题方法和解题技巧,总结出带指导性的普遍规律和结论,可使读者收到举一反三、触类旁通之效果。

3. 编排合理。在内容编排中充分考虑到学生的认知特点,旨在使学生只用考前有限的时间就能将中学要求掌握的核心知识、化学学科的核心思想、高考化学的典型题型以及主要的解题方法等作一重点回顾,以起到温故知新、在思维品质与综合能力上更上一层楼的作用。

本书主要适用于高三学生在高考第二轮复习时使用,也可作为省级化学竞赛的辅导用书,亦是高中化学教师在实际教学中不可多得的参考用书。

本书由浙江省特级教师陈永平编著,舟山中学李明、陈文军两位优秀青年老师也参与了部分单元的编写工作。

浙江教育出版社

2000年11月

目 录

第一单元 摩尔与反应热	1
第一讲 阿伏加德罗常数	1
第二讲 阿伏加德罗定律	7
第三讲 溶液浓度计算与换算	13
第四讲 化学能与反应热	21
第二单元 氧化还原反应与电化学	27
第五讲 氧化还原反应	27
第六讲 化学方程式书写	33
第七讲 原电池原理与应用	39
第八讲 电解原理与应用	45
第三单元 物质结构与元素周期表	55
第九讲 原子结构和相对原子质量	55
第十讲 原子结构、元素性质、周期表位置三者关系	61
第十一讲 无机分子结构推测	71
第十二讲 晶体结构	79
第十三讲 数据分析与规律寻找	88
第四单元 化学反应速率与化学平衡	95
第十四讲 化学反应速率	95
第十五讲 化学平衡特征	102
第十六讲 平衡移动	111
第五单元 弱电解质与电离平衡	120
第十七讲 电离平衡	120
第十八讲 水的离子积	127
第十九讲 盐类水解	134
第二十讲 离子反应	141
第六单元 元素及化合物	149
第二十一讲 氯、硫的重要反应和性质	149
第二十二讲 氮、磷的重要反应与性质	159

第二十三讲	钠、镁、铝的重要反应和性质	168
第二十四讲	铁、铜、银的重要反应和性质	182
第二十五讲	无机框图题的分析推断	189
第七单元	有机化学	200
第二十六讲	同分异构体与同系列通式推测	200
第二十七讲	有机物结构推测	207
第二十八讲	反应机理与有机合成	217
第二十九讲	关于有机物燃烧“三量”的计算	225
第八单元	化学实验	231
第三十讲	基本操作与试剂贮存	231
第三十一讲	仪器用途和装置功能	239
第三十二讲	气体制备与收集净化	248
第三十三讲	物质鉴别与分离提纯	256
第三十四讲	实验设计与装置连接	265
第九单元	化学计算原理与技巧	277
第三十五讲	化学式推测与应用	277
第三十六讲	差量比例法	283
第三十七讲	平均值法	288
第三十八讲	守恒原理与整体分析法	294
第三十九讲	极限分析法	299
第四十讲	讨论推理计算	307
第十单元	学科综合与应用	313
第四十一讲	化学与数学的综合	313
第四十二讲	化学与物理的综合	320
第四十三讲	化学与生物的综合	329
第四十四讲	化学与环保的综合	337
参考答案		344

第一单元 摩尔与反应热

第一讲 阿伏加德罗常数

【高考必知】

1. 阿伏加德罗常数的涵义

基本物理量,是用来衡量物质中所含微粒的物质的量的标准,其符号为 N_A ,单位为 mol^{-1} 。阿伏加德罗常数的值等于 $0.012 \text{ kg}^{12}\text{C}$ 所含的碳原子个数,它是一个精确值,通常用它的近似值 6.02×10^{23} 进行计算。若规定 ^{12}C 的相对原子质量作为标准,则阿伏加德罗常数也随之改变。当进行概念表述时,只能用阿伏加德罗常数的值来表示微粒的个数。例如,可以说 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 中含有阿伏加德罗常数的值个水分子,而不能说含有阿伏加德罗常数个水分子。如用 6.02×10^{23} 来表示,可以说 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 约含有 6.02×10^{23} 个水分子,而不能说含有 6.02×10^{23} 个水分子。有关阿伏加德罗常数的几个关系如下:

$$N = nN_A = \frac{m}{M}N_A = \frac{V}{V_m}N_A = cVN_A$$

其中, N : 物质的微粒数, n : 物质的量 (mol), N_A : 阿伏加德罗常数 (mol^{-1}), m : 物质的质量 (g), M : 物质的摩尔质量 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$), V : 气体 (或液体) 的体积 (L); V_m : 气体的摩尔体积 ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$), c : 溶液的物质的量浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)。

2. 有关阿伏加德罗常数的应用

应对以下陷阱引起重视,以避免失误。

(1) 要注意物质的状态

气体摩尔体积的使用条件是标准状况,即 0°C (273 K), 1 标准大气压 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$), 对象是该状态下的气体。如果是常温常压下的气体,则不能用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 标准状况下 SO_3 、 PCl_3 、己烷等均不是气体,也就不能用气体摩尔体积进行换算。

(2) 要注意物质的组成

①单质分子的组成,如由于稀有气体是单原子分子,其原子数等于分子数;又如白磷的分子组成是 P_4 , 31 g 白磷的分子数不等于 N_A , 而是 $1/4 N_A$ 等。

②所涉及的微粒的构成,如区别 $-\text{OH}$ 和 OH^- 所含的电子数,同位素形成的分子 ($^{18}\text{O}_2$) 的中子数,盐酸中存在的溶质微粒数 (不是 HCl 分子而是 H_3O^+ 和 Cl^-) 等。

③所涉及的晶体的结构,如白磷,每个磷原子形成 3 个键,因此每摩白磷含有的共价键数是 $6N_A$, 每摩磷原子拥有的共价键数为 $1.5N_A$; 又如金刚石晶体中每个碳原子被 12 个六元环所共有,因此每摩碳原子拥有的六元碳环数是 $2N_A$ 。

(3) 要注意物质的某些性质

①考虑物质间反应的各种情况,如标准状况下 22.4 L NO_2 气体中含有的 NO_2 分子的

数目由于体系中存在 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 的反应而小于 N_A 等。

②得失电子数的真实情况,如硫蒸气与铜丝的反应中,每摩铜失去的电子数是 N_A ;在 KClO_3 与浓盐酸的反应中($\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$),每生成 1 mol Cl_2 转移的电子数为 $5/3 N_A$,而非 $2 N_A$ 。

③涉及电离、水解的问题,如 CH_3COOH 溶液中由于其是弱电解质, CH_3COOH 分子只是部分发生电离; NaAc 溶液中虽然溶质全部电离,但产生的 CH_3COO^- 会发生水解,实际存在的 CH_3COO^- 比理论值少。

3. 阿伏加德罗常数的测定

借助数学、物理的方法,利用单分子膜法、电解法、摩尔体积法,通过实验可粗略地测定出阿伏加德罗常数的值。

(1) 单分子膜法

计算公式: $N_A = \frac{MSV}{mAv(d-1)}$ 。

其中, N_A : 阿伏加德罗常数(mol^{-1}),

S : 水槽中水的表面积(cm^2),

V : 硬脂酸的苯溶液的体积(cm^3),

m : 称取的硬脂酸的质量(g),

A : 每个硬脂酸分子的截面积(cm^2),

v : 每滴硬脂酸的苯溶液的体积(cm^3),

d : 滴入硬脂酸苯溶液的滴数,

M : 硬脂酸的摩尔质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

(2) 电解法(以铜作阳极,电解氯化铜溶液为例)

计算公式: $N_A = \frac{ItM}{m \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19}}$ 。

其中, m : 阴极铜片增加的质量(g), t : 电解时间(s), I : 电流强度(A),

M : 铜的摩尔质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

(3) 摩尔体积法

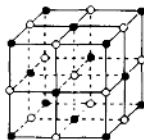
计算公式: $N_A = \frac{M \div \rho}{l^3 \times 2}$ 。

其中, M : NaCl 晶体的摩尔质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$),

ρ : NaCl 晶体的密度($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$),

l : NaCl 晶体中相邻 Na^+ 和 Cl^- 的间距(cm)。

注: l^3 为 NaCl 晶胞中一个小立方体的体积,由分摊法可知,一个小立方体中只含有 $1/2$ 个 NaCl 单元,故 $l^3 \times 2$ 才是 1 个 NaCl 单元的体积。



【高招例说】

【例 1】设 N_A 为阿伏加德罗常数,则下列说法中不正确的是

()

- A. 在常温常压下, N_A 个臭氧分子质量是 48 g
- B. 1L 密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、质量分数为 98% 的 H_2SO_4 溶液中含 H_2SO_4 分子数为 $9.2 N_A$
- C. 60 g 二氧化硅中含有 $4 N_A$ 个 $\text{Si}-\text{O}$ 键
- D. 100 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_3\text{PO}_4$ 溶液中含有 $0.1 N_A$ 个 PO_4^{3-}

【解析】 A 选项中虽然出现了“常温常压”，但物质的微粒数与其他物理量的转换不涉及气体摩尔体积，与物质所处的状态无关，因此“常温常压”只是一个迷惑条件，臭氧的分子式为 O_3 ，摩尔质量为 $48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，所以(A)是正确的。对于浓硫酸，在离子方程式书写中虽以化学式表示，但并不能认为浓硫酸中 H_2SO_4 全部是以分子形式存在的，有水时 H_2SO_4 就会发生电离，只不过水量少时电离的程度小而已，所以(B)选项中的 H_2SO_4 分子数小于 $9.2N_A$ 。硅原子最外层有 4 个电子，可形成 4 对共用电子对，故二氧化硅晶体中每个硅原子可与 4 个氧原子结合，所以(C)正确。而(D)溶液中应考虑 PO_4^{3-} 的水解， PO_4^{3-} 的物质的量不再是原先的 0.1 mol 。故本题的正确答案为(B)(D)。

【例 2】 下列说法正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数的值) ()

- A. 常温常压下，1 mol 氦气含有的核外电子数为 $4N_A$
 B. 在 $NaH + H_2O = NaOH + H_2 \uparrow$ 反应中，当有 1 mol H_2 生成时，电子转移数为 N_A
 C. 标准状况下，1 L 辛烷完全燃烧后，所生成的气态产物的分子数为 $\frac{8}{22.4} N_A$
 D. 1 mol 氯气与足量的乙烷反应时，能取代 $2N_A$ 个氢原子

【解析】 物质的量、物质的质量与温度、压强无关，只有涉及气体的摩尔体积才要考虑气体所处的温度、压强。氦(He)的原子序数是 2，原子核外有 2 个电子，它是单原子分子，所以 1 mol He 只有 $2N_A$ 个电子。反应 $NaH + H_2O = NaOH + H_2 \uparrow$ 事实上是 +1 价的氢与 -1 价氢的归中反应，因此，生成 1 mol H_2 只转移了 1 mol 电子即 N_A 个。在标准状况下辛烷是液态物质，不能用气体摩尔体积进行换算，所以 1 L 辛烷燃烧后，生成的气态产物 CO_2 的体积远远大于 8 L，即分子数远远大于 $\frac{8}{22.4} N_A$ 。氯气与乙烷发生取代反应时，每取代一个氢原子同时生成一个氯化氢分子，消耗两个氯原子，因此，1 mol 氯气只能取代 1 mol 氢原子即 N_A 个氢原子。所以本题的正确答案为(B)。

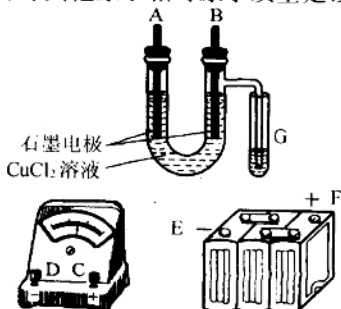
【例 3】 假如把质量数为 12 的碳原子(^{12}C)的相对原子质量定为 24，并用以确定其他原子的相对原子质量，则下列数值：①浓 H_2SO_4 的物质的量浓度；②氧气的溶解度；③气体摩尔体积；④阿伏加德罗常数；⑤氧元素的相对原子质量，肯定不变的是 ()

- A. ①② B. ③④ C. ④⑤ D. ②

【解析】 当 ^{12}C 的相对原子质量改为 24 时，则阿伏加德罗常数和各物质的摩尔质量也随之变为原来的 2 倍，以此为基准的物质的量随之发生改变，其他与物质的量有关的物理量如物质的量浓度、气体摩尔体积则也会发生改变，另外其他原子相对原子质量是以 ^{12}C 的相对原子质量作为标准的，当 ^{12}C 的相对原子质量改变时，它们也随之改变。在选项中只有气体的溶解度与这些物理量无关，因此，正确答案为(D)。

【例 4】 某学生试图用电解法根据电极上析出物质的质量来验证阿伏加德罗常数值，其实验方案的要点为：

- ①用直流电电解氯化铜溶液，所用仪器如右图。
 ②在电流强度为 I 安，通电时间 t 秒后，精确测得



某电极析出的铜的质量为 m g。

试回答：

(1) 连接这些仪器的正确顺序为(用图中标注仪器接线柱的英文字母表示,下同)

E 接 _____, 接 _____, _____ 接 F。实验线路中的电流方向为 _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ C $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____。

(2) 写出 B 电极上发生反应的离子方程式 _____, G 试管中淀粉 KI 溶液变化的现象为 _____, 相应的离子方程式 _____。

(3) 为精确测定电极上析出铜的质量, 所必需的实验步骤的先后顺序应是 _____。(选填下列操作步骤的编号)

①称量电解前电极质量; ②刮下电解后电极上的铜并清洗; ③用蒸馏水清洗电解后电极; ④低温烘干电极后称量; ⑤高温烘干刮下的铜后称量; ⑥再次低温烘干后称量至恒重。

(4) 已知电子的电量为 1.6×10^{-19} 库仑。试列出阿伏加德罗常数的计算表达式: N_A _____。

【解析】 该题要求用电解法根据电极上析出物质的质量来验证阿伏加德罗常数数值, 是将物理和化学有机地融合在一起的试题。本题的解题步骤如下:

(1) 根据物理学原理: ①要测量某一部分电路中的电流, 必须把电流表串联在这部分电路里; ②连接电流表时, 必须使电流从“+”接线柱流进电流表, 从“-”接线柱流出来, 可得到 E 接 D。而又根据电解 CuCl_2 溶液(石墨电极)时, 在阳极产生 Cl_2 , 在阴极产生单质 Cu, 装置图是密封的 U 型管, B 极有气体产生, 得到: C 接 A, B 接 F。

因此正确答案是: E 接 D, C 接 A, B 接 F。

实验线路中的电流方向为: $F \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ 。

如果此题的填空中无字母的固定, 根据物理学原理, 答案也可以是:

E 接 A, B 接 D, C 接 F。

实验线路中的电流方向为: $F \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow E$ 。

(2) B 电极上发生反应的离子方程式为: $2\text{Cl}^- + 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$; G 试管中淀粉 KI 溶液变化的现象为: 由无色变为蓝色; 相应的离子方程式是 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$ 。

(3) 因为刮下电极上的铜时会把电极上的石墨带进而使铜的质量增大, 所以操作步骤②、⑤是错误的, 其正确答案是①、③、④、⑥。

(4) 根据电流强度的计算公式 $I(\text{安}) = Q(\text{库})/t(\text{秒})$ 和阴极的电解反应: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ 可知: 在单位时间内电路中通过的总电量为 $Q = It(\text{库})$ 。根据反应:



$$2N_A \times 1.6 \times 10^{-19} \text{库} \quad 64 \text{ g}$$

$$It \text{ 库} \quad m \text{ g}$$

$$\text{得: } N_A = \frac{64It}{2m \times 1.6 \times 10^{-19}} = \frac{32It}{1.6 \times 10^{-19} m}$$

【高分测试】

1. N_A 为阿伏加德罗常数, 下列叙述中正确的有

()

- A. 1 mol FeCl_3 完全转化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体后生成 N_A 个胶粒
 B. 1 mol H_2O_2 与 MnO_2 充分作用后, 转移 $2N_A$ 个电子
 C. 标准状况下, 22.4 L 氢气与 4 g 氦气均含 N_A 个分子
 D. 50°C 、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下 46 g NO_2 与 0°C 、 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下 46 g N_2O_4 均含有 $3N_A$ 个原子
2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列有关叙述不正确的是 ()
- A. 在标准状态下, $V \text{ L}$ 水含有的氧原子个数是 $\frac{V}{22.4} N_A$
 B. 常温常压下, 1 mol 碳烯($:\text{CH}_2$)所含电子总数为 $8N_A$
 C. 金刚石中, 碳原子数与碳碳共价键数之比为 1:2
 D. 常温常压下, N_A 个甲烷分子的体积大于 22.4 L
3. 若某氮原子的质量是 $a \text{ g}$, ^{12}C 原子质量为 $b \text{ g}$, 用 N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ()
- A. 氮元素的相对原子质量一定是 $\frac{12a}{b}$ B. $w \text{ g}$ 该氮原子的物质的量一定是 $\frac{w}{aN_A} \text{ mol}$
 C. 该氮原子的摩尔质量是 $aN_A \text{ g}$ D. $w \text{ g}$ 该氮原子所含的质子数是 $\frac{10w}{a}$
4. 如用 ^{12}C 质量的 $\frac{1}{24}$ 作为相对原子质量的定义标准, 并以 $0.024 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中含有的碳原子数作为阿伏加德罗常数 (N_A), 其他基本物理量的定义方法不变, 则采用新的标准时, 下列说法正确的是 ()
- A. 2 g H_2 在标准状态下所占的体积约为 22.4 L
 B. 2.3 g Na 作还原剂时可失去 $0.1N_A$ 个电子
 C. 2 mol NaOH 与 N_A 个 H_2SO_4 分子恰好中和
 D. 1 mol Zn 与足量的稀 H_2SO_4 反应时共获得 2 g H_2
5. 如果 1 g 硫化氢中含有 m 个氢原子, 则阿伏加德罗常数为 ()
- A. $34m$ B. $17m$ C. $m/17$ D. $2m$
6. 设 N_A 为阿伏加德罗常数, 将 1 mol 的明矾 [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$] 溶于适量水中配制成 2 L 溶液, 下列叙述不正确的是 ()
- A. 1 L 溶液里含有 N_A 个 SO_4^{2-}
 B. 1 L 溶液里 K^+ 比 SO_4^{2-} 少 N_A 个
 C. 2 L 溶液里, 阴阳离子的总数一定等于 $4N_A$ 个
 D. 2 L 溶液里, Al^{3+} 个数一定小于 N_A 个
7. 如果 $a \text{ g}$ 某气体中含有的分子数为 b , 则 $c \text{ g}$ 该气体在标准状况下的体积是 (式子中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()
- A. $\frac{22.4bc}{aN_A} \text{ L}$ B. $\frac{22.4ab}{cN_A} \text{ L}$ C. $\frac{22.4ac}{bN_A} \text{ L}$ D. $\frac{22.4b}{acN_A} \text{ L}$
8. 某温度下, 1 mol/L 氢氟酸的电离度为 α , 在 1 L 该溶液中阴、阳离子和未电离的氟化氢分子总数与阿伏加德罗常数之比等于 ()
- A. $1 + \alpha$ B. 2α

- C. $(1 + \alpha)/6.02 \times 10^{23}$ D. $2\alpha/6.02 \times 10^{23}$
9. 若 N_A 表示阿伏加德罗常数, 在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 的反应中, 当有 N_A 个电子转移时。以下说法错误的是 ()
- A. 有 $1/2 N_A$ 个 S 原子被还原 B. 有 $1/3 N_A$ 个 N 原子被氧化
C. 有 $3/4 N_A$ 个 SO_2 生成 D. 有 $2/3 N_A$ 个 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 分解
10. 某固体仅有一种元素组成, 其密度为 $5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。用 X 射线研究该固体的结果表明: 在棱长为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 的立方体中含有 20 个原子, 则该元素的相对原子质量最接近 ()
- A. 32 B. 65 C. 120 D. 150
11. 以石墨作电极电解氯化铜溶液, 电流强度为 a 安, 通电 t 分钟后阴极增重 w g, 在阳极得 $V \text{ L}$ (标准状况) 纯净气体, 则计算阿伏加德罗常数 N_A 的正确列式是 (1 个电子电量为 q 库仑, 铜相对原子质量为 M) ()
- A. $64at/2qw$ B. $672at/Vq$ C. $30Mat/wq$ D. 无法列式
12. 离子晶体中的阴、阳离子是有规律排布的, X 射线测得 NaCl 晶体中靠得最近的 Na^+ 与 Cl^- 离子之间的距离 $d = 2.82 \times 10^{-8} \text{ cm}$, 借助这一数据, 某化学兴趣小组设计了一个测定阿伏加德罗常数的方案, 该方案的关键是测定 NaCl 晶体的密度。
- (1) 若实验室现有天平、滴定管 (25 mL)、容量瓶 (25 mL) 等仪器, 试设计一个测定 NaCl 晶体密度的方案 (NaCl 晶体已研细, 其他试剂自选)。
- (2) 经测定 NaCl 晶体的密度为 ρ , 摩尔质量为 M , 试写出计算阿伏加德罗常数的公式 (式中物理量都用字母表示)
13. 化学上以 $^{12}\text{C} = 12.0000$ 作为确定相对原子质量的标准, 据此标准各元素的相对原子质量如 C: 12.01, N: 14.01, O: 16.00, F: 19.00 等 (小数点后第三位四舍五入)。现若有人提议氟的相对原子质量 $F50.00$ 作为相对原子质量标准, 提议把 50 g 氟中所含氟原子数的物质的量定为 1 mol (已知 ^{12}C 的十二分之一质量是 $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$), 问: 这时 C、N、O 的相对原子质量将分别为多少?

第二讲 阿伏加德罗定律

【高考必知】

1. 阿伏加德罗定律

同温同压下,同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

$$\text{即 } T、P \text{ 一定: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

2. 阿伏加德罗定律的推论

气体体积 V $\begin{cases} \text{与气体的物质的量 } n \text{ 成正比} \\ \text{与气体的压强 } p \text{ 成反比} \\ \text{与气体的温度 } T \text{ 成正比} \end{cases}$

所以有 $V = R \frac{nT}{p}$ (R 为常数), 即克拉·贝龙方程 $pV = nRT = \frac{m}{M}RT$, 变形得 $p = \frac{m}{VM}RT = \rho \frac{RT}{M}$ 。具体有“一连比,三正比,三反比”。

条件	三正比公式	条件	三反比公式
同 $T、p$ 下	$n_1/n_2 = V_1/V_2$	同 $T、p、m$ 下	$M_1/M_2 = V_2/V_1$
同 $T、V$ 下	$n_1/n_2 = p_1/p_2$	同 $T、V、m$ 下	$M_1/M_2 = p_2/p_1$
同 $T、p$ 下	$M_1/M_2 = \rho_1/\rho_2$	同 $T、\rho$ 下	$M_1/M_2 = p_2/p_1$
同 $T、p、V$ 时则有一连比: $m_1/m_2 = M_1/M_2 = \rho_1/\rho_2$			

【高招例说】

【例1】1L(标准状况)某气态烃与一定量的氧气可恰好完全反应,生成的 CO_2 — H_2O (气)混合气体在 273°C 、 101.3kPa 时的体积为 $b\text{ L}$,冷却到标准状况后气体的体积为 $a\text{ L}$ 。用 $a、b$ 表示该烃分子中碳、氢的原子个数比为 ()

A. $\text{C}:\text{H} = a:b$

B. $\text{C}:\text{H} = b:a$

C. $\text{C}:\text{H} = a:(b-2a)$

D. $\text{C}:\text{H} = a:2(b-a)$

【解析】首先要考虑物质的三态变化,当 CO_2 和 H_2O 的混合气体从 273°C 下降到 0°C 时 H_2O 已从气态变成液态,因此,冷却后剩余的 $a\text{ L}$ 气体只有 CO_2 ;其次根据阿伏加德罗定律的推论:在其他条件相同的情况下,温度与气体的体积成正比。确定气体在温度变化前后的体积变化,设 273°C 、 101.3kPa 时气体的摩尔体积为 $x\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

$$\frac{273\text{K}}{(273+273)\text{K}} = \frac{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}{x} \quad (\text{注意此时的温度必须用 K 表示})$$

$$x = 44.8\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

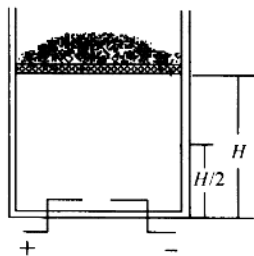
因此,在 273°C 、 101.3kPa 时混合气体的物质的量为 $\frac{b\text{ L}}{44.8\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}$,从而可推得:

$$n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{a}{22.4}:\left(\frac{b}{44.8} - \frac{a}{22.4}\right) = 2a:(b-2a)$$

所以 $n(\text{C}):n(\text{H}) = a:(b-2a)$ 答案为(C)。

【例2】 如下图,在一上端开口的直立圆筒型气缸内充入 390K 的 C_2H_6 和过量 O_2 的混合气体,此时活塞的高度为 H ,然后在活塞上小心地加入细砂,活塞慢慢下降,当下降至 $1/2H$ 时停止加细砂。通过电火花引燃活塞内的混合气,活塞迅速上升,过一段时间后又逐渐回落,当回落至原高度 H 时测知气缸内温度为 720K。试通过计算确定 C_2H_6 的体积分数。如果气缸内 C_2H_6 和 O_2 恰好完全反应,当反应后活塞仍回落至原高度 H 时,气缸内气体的温度为多少(K)?

【解析】 设 390K、活塞处于高度 H 时 C_2H_6 和 O_2 混合气的压强为 p_0 ,当加入细砂后活塞高度降至 $H/2$ 时的压强为 p_1 ,则 $p_1 = 2p_0$ 。以电火花引燃反应后,当活塞回落至 H 时,压强为 $2p_0$,温度为 720K,根据气态方程可将其换算成 390K、 p_0 时的活塞高度 H_1 ,即 $\frac{p_0 H_1}{390} = \frac{2p_0 H}{720}$ (气缸内气体的体积比等于活塞的高度比),得 $H_1 = \frac{13}{12}H$ 。



气体反应后,相对于 390K、 p_0 时增加的高度为 $H/12$ 。根据 C_2H_6 燃烧的化学方程式 $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 1 体积 C_2H_6 燃烧时在相同条件下(水为气体)体积增大 0.5 体积。现高度增加 $H/12$,则 C_2H_6 所占高度为 $H/6$,据此可得:

$$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ 的体积分数} = \frac{H/6}{H} \times 100\% = 16.7\%。$$

如果 C_2H_6 和 O_2 恰好完全反应,在 390K、 p_0 时的高度应为 $\frac{4+6}{2+7}H = \frac{10}{9}H$ 。根据气态方程可换算成压强为 $2p_0$ 、活塞高度为 H 时的温度 T :

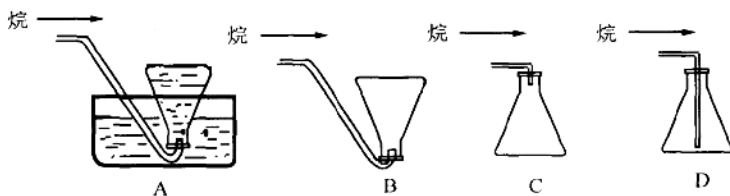
$$\frac{p_0 \times \frac{10}{9}H}{390} = \frac{2p_0 H}{T}, \text{得 } T = 702\text{K}。$$

【例3】 为了测定某烷烃样品(丁烷,并含少量丙烷等气态烃)的平均相对分子质量,设计了下面的实验:

- ①取一个配有合适胶塞的洁净、干燥的锥形瓶,准确称量,得到质量 m_1 。
- ②往锥形瓶中通入干燥的该烷烃样品,塞好胶塞,准确称量;重复操作,直到前后两次称量结果基本相同,得到质量 m_2 。
- ③往锥形瓶内加满水,塞好胶塞,称量得到质量 m_3 。

已知实验时的温度 $T(\text{K})$,压强(kPa),水的密度 $\rho_{\text{水}}(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$,空气的平均相对分子质量 29.0,密度 $\rho_{\text{空气}}(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$ 。回答下列问题:

- (1) 本实验的原理是(具体说明)_____。
- (2) 步骤②中为什么要重复操作,直到前后两次称量结果基本相同?
- (3) 具体说明本实验中怎样做到每次称量都是在相同体积下进行的?
- (4) 本实验中收集气体样品的操作,可选用的方法是(填图中标号)_____。
- (5) 锥形瓶内空气的质量($m_{\text{空气}}$)是_____ (列出算式)。



(6) 瓶中样品的质量($m_{\text{样品}}$)是_____ (列出算式)。

(7) 由实验测得该烷烃的平均相对分子质量是_____ (列出算式)。

【解析】(1) 根据阿伏加德罗定律, 同温同压下, 两种体积相同的气体的质量之比等于它们的相对分子质量之比。

(2) 为了保证瓶内的空气已被完全排出, 并充满了样品。

(3) 第一次锥形瓶塞紧胶塞后, 在瓶口处的胶塞上做一记号, 以后每次测量时, 胶塞塞入瓶口的位置都以此为标准。

(4) 因排水法不易得到干燥纯净的气体, 且丁烷的密度大于空气, 故只能选择向上排空气法。排气法收集气体时, 导气管口应尽量接近集气瓶底, 故选 D。

(5) 瓶的容积 $= \frac{m_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = \frac{m_{\text{空气}}}{\rho_{\text{空气}}}$, 所以有 $\frac{m_{\text{水}} - m_{\text{空气}}}{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{空气}}} = \frac{m_3 - m_1}{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{空气}}} = \frac{m_{\text{空气}}}{\rho_{\text{空气}}}$,

得 $m_{\text{空气}} = \frac{m_3 - m_1}{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{空气}}} \cdot \rho_{\text{空气}}$

(6) $m_{\text{样品}} = m_2 - m_{\text{瓶}} = m_2 - (m_1 - m_{\text{空气}}) = m_2 - m_1 + \frac{m_3 - m_1}{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{空气}}} \cdot \rho_{\text{空气}}$

(7) $29.0 \times \frac{m_{\text{样品}}}{m_{\text{空气}}}$ (根据阿伏加德罗定律)。

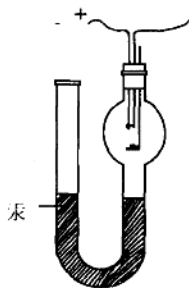
【例4】 如下图装置, 铜匙中盛 S, 容器内盛 O_2 , U 型管内盛 Hg, 反应前两侧液面持平。给金属丝通电加热使 S 燃烧反应。反应完成后使容器内温度恢复到反应前温度, U 型管两侧液面仍持平。

(1) 该实验结果能得到什么结论?

(2) 若反应前容器内盛空气或 N_2O 。分别进行如上实验并恢复到原温度时(已知 S 的燃烧产物相同), U 型管两侧液面是否持平, 说明原因。

【解析】(1) 由实验现象可知, 反应前后压强不变, 根据阿伏加德罗定律的推论(压强之比等于气体物质的量之比), 说明反应前后气体的体积不变, 即有: $x\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{S}_x\text{O}_2(\text{g})$ 。所以得到的结论为: 反应生成的产物为气体, 分子中含有两个氧原子。值得注意的是该题常见的错误是确定产物为 SO_2 。

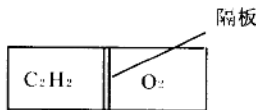
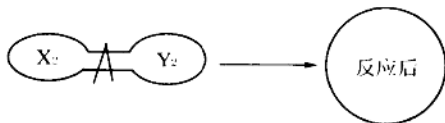
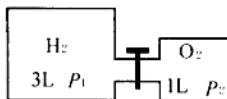
(2) 当容器中盛空气时, 由于实际参与反应的是氧气, 因此, 其实验现象与上题相同, 即反应后两侧液面持平; 当容器中盛 N_2O 时, 由于反应的主要产物相同, 若 $1 \text{ mol N}_2\text{O}$ 和 S 反应, 定有 1 mol N_2 和 0.5 mol 气态硫的氧化物生成, 故左侧液面高于右侧液面。



【高招测试】

1. 甲烷、乙烷、丙烷三种气体分别盛放在三个容器里,并保持三个容器内气体的温度和密度均相等。这三种气体对容器壁所施压强的大小关系是 ()
- A. $\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{C}_3\text{H}_8$ B. $\text{CH}_4 > \text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_3\text{H}_8$
 C. $\text{CH}_4 = \text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_3\text{H}_8$ D. 无法确定
2. 在标准状况下,体积相同的下列 4 组物质,分子数相同的一组是 ()
- A. HF 、 CH_2Cl_2 B. SO_2 、 O_2 C. SO_3 、 PCl_3 D. SO_2 、 SO_3
3. 在标准状况下 m g 气体 A 与 n g 气体 B 的分子数相同。下列说法中不正确的是 ()
- A. 气体 A 与 B 的相对分子质量比为 $m:n$
 B. 同质量气体 A 与 B 的分子数比为 $n:m$
 C. 同温、同压下, A 气体与 B 气体的密度比为 $n:m$
 D. 相同状况下,同体积 A 气体与 B 气体质量比为 $m:n$
4. 在 20°C 时一刚性容器内部有一个不漏气且可滑动的活塞将容器分隔成左右两室,左室充入 N_2 ,右室充入 H_2 和 O_2 ,活塞正好停留在离左端的 $1/4$ 处(如图①),然后点燃 H_2 和 O_2 ,反应完毕恢复至原来温度,活塞恰好停在中间(如图②),水蒸气的体积可忽略,则反应前 H_2 和 O_2 的体积比可能是 ()
- | | | |
|--------------|---------------------------|---|
| N_2 | $\text{H}_2 + \text{O}_2$ | ① |
| N_2 | 剩余气体 | ② |
- A. 3:4 B. 4:5 C. 6:2 D. 7:2
5. 室温下,一个容积不变的密闭容器中充满 a L H_2S ,容器内压强为 p ,再通入 b L SO_2 ,反应完毕后压强为 $p/2$,若温度不变且不考虑生成的水对气体的溶解,则 $a:b$ 可能是 ()
- A. 1:1 B. 2:1 C. 1:2 D. 4:1
6. 8 g 甲和 17 g 乙混合,在某温度下气化,体积为 672 mL,相同条件下,2 g 甲和 7 g 乙混合,在相同温度下气化,体积为 224 mL,则甲、乙可以是下列 4 组物质中的 ()
- A. 乙烯和乙炔 B. 乙炔和苯
 C. 甲烷和甲醇 D. 环己烷和 1-丁烯
7. 在 120°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时,将 1 L 乙醇、乙硫醇的混合蒸气与 5 L O_2 混合,点火充分燃烧后恢复到原状况,气体密度减小为燃烧的 $10/11$,则乙醇和乙硫醇的物质的量之比为 ()
- A. 2:3 B. 1:3 C. 1:4 D. 1:5
8. 一种氮的无色氧化物,在密闭容器中加热时,其密度逐渐变小,在 200°C 时,约是原来的一半,继续加热时,容器里物质的密度继续减小,在 600°C 时,约是 200°C 时的 $2/3$ (容器的压强始终是 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)。当降低温度时,容器内的密度增大,最后仍然得到原来的氮的无色氧化物。写出上述变化的化学方程式。
- 由低温到 200°C 时: _____。
- 由 200°C 到 600°C 时: _____。

9. $a\text{ mL}$ 的气体 Y_2 和 $b\text{ mL}$ 气体 R_2 化合生成 $c\text{ mL}$ 气体 X (气体体积均在同温、同压下测得), 则 X 的分子式为_____, 你的推断依据是_____。
10. 在某温度时一定量的元素 A 的氢化物 AH_3 在一定体积的密闭容器中可完全分解成两种气态单质, 此时压强增加了 75%, 则 A 单质的一个分子中有_____个 A 原子, AH_3 分解反应的化学方程式为_____。
11. 1 体积 SO_2 和 3 体积空气混合后在 450°C 以上通过 V_2O_5 催化剂发生反应:
 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 若在同温同压下测得反应前后混合气体的密度比为 0.9:1, 则反应的 SO_2 是原有 SO_2 的_____%。
12. Cl_2 和 NO_2 在室温下可以化合成一种新的气态化合物 C , 为了测定 C 的分子组成, 进行以下实验: 取总体积为 5L 的混合气体, 测定反应后气体总体积 V 随 Cl_2 在混合气体中所占体积分数 x 的变化而发生变化的规律。实验测知当 Cl_2 的体积分数为 20% 或 60% 时, 反应后的气体总体积均为 4L。
- (1) 写出反应的化学方程式_____;
- (2) 试讨论当 x 取不同值时, 反应后气体总体积 V 随 x 变化的函数关系。
13. 在 10°C 时, 有体积为 3L 和 1L 的容器, 如右图所示。图中左、右两容器内分别充入氢气和氧气, 压力各为 p_1 和 p_2 。开启阀门点燃, 反应后将气体冷却至原温度。计算:
- (1) 在 10°C 时反应前在 p_1 下氧气的体积:_____;
- (2) 在 10°C 时反应后容器内的压力 p_0 :_____、_____、_____。
14. 气体 X_2 、 Y_2 是中学常见的气体。试回答下列问题:
- (1) 气体 X_2 和 Y_2 共 100mL, 它们在一定条件下反应生成了 C , 恢复到原状况后气体的体积仍为 100mL。试据此确定物质 C 的化学式。答:_____。
- (2) 将上述气体 X_2 、 Y_2 混合于一密闭容器中, 用强紫外线照射, 它们能剧烈化合。试判断容器内的压强将如何变化? 答:_____ (变小、变大、不变)。
- (3) 如图所示, 一气球由一塑料夹隔离成两部分, 其中分别充有 X_2 和 Y_2 。现将塑料夹打开, 使两气体混匀, 在附近用汞紫光灯照射, 使两气体发生反应。已知反应结束后气球悬浮在空气中。开始时 X_2 和 Y_2 的体积比为多少? (设整个过程中温度和大气压恒定, X_2 、 Y_2 的摩尔质量分别为 M_1 、 M_2)
15. 一个密闭容器, 容积为 $2V\text{ L}$, 中间用厚度不计的隔板把它隔成容积均为 $V\text{ L}$ 的两部分, 分别装入温度都是 150°C 的乙炔气和氧气 (如图)。已知乙炔的压强为 p_1 , 氧气的压强为 p_2 , 将隔板打开后引燃, 使它们充分反应再恢复到原来的温度时, 容器内的压强变为 p_0 , 已知:
- 氧气充足: $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$



氧气不足时: $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{O}_2 = 4\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

请通过计算将适当的数值填入下表的空格中:

原来 p_1 与 p_2 之比	p_0 与 p_1 之比	反应后 CO_2 在混合气体中所占的体积分数
2:5		
1:3		
2:3		

16. 理想气体状态方程式为 $pV = nRT$, 其中

p : 压强, 单位为 Pa; V : 体积, 单位为 m^3 ; T : 温度, 单位为 K;

n : 物质的量, 单位为 mol; R : 气体常数 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

实际气体在温度越高, 压强越低时越接近理想气体。现在 273K 时测得 1 克某实际气体在不同压强下的体积如下表, 请用作图法对得到的数据加以处理, 求出该气体的相对分子质量。

$p/10^5 \text{ Pa}$	1.013	0.6755	0.5066	0.3378	0.2533
$V/10^{-3} \text{ m}^3$	0.4334	0.6552	0.8771	1.321	1.765

第三讲 溶液浓度计算与换算

【高考必知】

1. 溶解度含义与计算

(1) 溶解度含义

①固体的溶解度:在一定温度下,某物质在 100 g 溶剂里达到饱和状态时所溶解的克数。固体溶解度除少数(如氢氧化钙)外,绝大多数都随着温度的升高而增大。

②气体的溶解度:在一定温度下, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, 1 体积的水里达到饱和时,所溶解的气体的体积数(指换算成标准状况下的体积数)。气体溶解度与温度成反比,与本身气体的气压成正比。

③溶解度曲线的含义:曲线上的点为饱和溶液;曲线上方的点为过饱和溶液,有不溶物;曲线下方的点则为不饱和溶液。曲线的斜率越大,溶解度受温度的影响的变化越大。

(2) 溶液析晶规律与计算

①多种盐形成的溶液析晶规律:温度一定时,溶解度小且其所形成溶液饱和者首先析出。

②有关溶解度的计算的通用公式——“终止温度法”。根据溶解度概念,同温下饱和溶液有下列比例关系:

$$\frac{S}{100+S} = \frac{a \pm x}{A \pm x \pm x'} \text{ 或 } \frac{S}{100} = \frac{a \pm x}{A' \pm x'}$$

式中 S :终止温度下某物质的溶解度; a :原溶液(饱和或不饱和)中溶质的质量; A :原溶液(饱和或不饱和)的质量; $\pm x$:表示加入(+)或析出(-)溶质; $\pm x'$ 表示加入(+)或蒸发掉(-)溶剂的量; A' :原溶液(饱和或不饱和)中溶剂的量。

在具体运用通式计算时,应注意的问题:

a. 当原溶液不蒸发或不增加溶剂时,通式中 x' 为零。可将通式变为

$$\frac{S}{100+S} = \frac{a \pm x}{A \pm x} \text{ 或 } \frac{S}{100} = \frac{a \pm x}{A'}$$

b. 通式右边 $\pm$ 号确定方法:加入溶剂或溶质用加号;蒸发溶剂或析出溶质用减号。

c. 原溶液是不饱和溶液或析出结晶水合物时都可运用上述通式,关键在于求出纯溶质。

(3) 有关结晶水合物溶解度的计算思路

通常采用虚拟法或分隔法。如,某温度下,一杯硫酸铜溶液分成两等份,一份蒸发去 25 g 水,另一份加入 25 g 胆矾,都成为饱和溶液。试求该温度下硫酸铜的溶解度。这里可以把一份硫酸铜溶液虚拟为如下页图所示。

这样很快得出硫酸铜的溶解度为: $16 \times 100 / (9 + 25) = 47.1 (\text{g})$ 。

2. 溶液浓度计算公式和注意点

(1) 同溶质溶液的混合、稀释和增浓计算

①质量分数溶液的混合与稀释