

魔法化学专题突破高中版

(化学计算)

穆振永 主编

长征出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

魔法化学专题突破 . 高中: 化学计算/ 穆振永主编 .
—北京: 长征出版社, 2004

ISBN 7-80015-821-7

. 魔... . 穆... . 化学课—高中—教学参考资料
. G634. 83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044357 号

魔法化学专题突破高中版

主创设计 / 魔法教育发展研究中心

电 话 / 010 - 80602977

网 址 / [http: www. magic 365. com. cn](http://www.magic365.com.cn)

出 版 / 长征出版社

(北京市西城区阜外大街 34 号 邮编: 100832)

行销企划 / 北京九恒世纪文化有限公司

(服务热线: 010 - 80602977)

经 销 / 全国新华书店

印 刷 /

开 本 / 880 × 1230 1/ 32

字 数 / 2896 千字

印 张 / 90.5 印张

版 次 / 2004 年 6 月第 1 版

印 次 / 2004 年 6 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 7-80015-821-7/ G · 314

全套定价 / 128.00 元

第一节 有关式量和化学式的计算

教考动态

1. * * * * 掌握有关相对原子质量、相对分子质量的计算——考纲要求高于教纲,特别是相对原子质量的计算,教材中已删去此内容,但考纲中要求并未降低,故不可忽视。
2. * * * * 掌握有关确定化学式的计算——考纲、教纲要求基本一致。

知识精讲 经典例题

一、有关相对原子质量的计算

1. 原子的相对原子质量(同位素的相对原子质量)

国际上,以一种 C 原子(^{12}C)质量的 $1/12$ 作标准,其他原子的质量跟它相比较所得的数值,就是这种原子的相对原子质量。即:

$$\text{相对原子质量的单位是“1”} \quad A_r(\text{E}) = \frac{m(\text{E 原子})}{m(^{12}\text{C}) \times \frac{1}{12}} = \frac{12 m(\text{E 原子})}{m(^{12}\text{C})}$$

例 1 已知:1 个氧原子(^{16}O)的质量为

记住这个概念或这个公式!

$2.656 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 1 个碳原子(^{12}C)的质量为 $1.993 \times 10^{-26} \text{ kg}$,

则这个氧原子的相对原子质量为

()

A 16

B 13.33

C 15.99

D 15.99179

4 位有效数字相除,结果保

留 4 位有效数字

~~15.99179?~~

$$A_r(^{16}\text{O}) = \frac{2.656 \times 10^{-26} \text{ kg}}{1.993 \times 10^{-26} \text{ kg}} \times 12 = 15.99$$

为常数,对有效数字运算
无影响!

答案:C


评注与反思: 如果不会进行有效数字的运算,就会误选 A 或 C,从纯数字游戏上来看,似乎 D 答案更“精确”,但这种精确从测量结果角度分析,是没有意义的。

2. 元素的相对原子质量

我们平常所说的某种元素的相对原子质量,是按各种天然同位素原子所占的一定百分比(丰度)算出来的平均值。即:

$$A_r(E) = \sum_{i=1}^n A_r(E_i) \cdot x(E_i)$$

其中, $A_r(E_i)$ 是 E 的各种同位素原子的相对原子质量, $x(E_i)$ 是 E 的各种同位素原子个数的百分比。

例 2  Cl 元素有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种核素,它们的相对原子质量分别是 34.969 和 36.966(同位素相对原子质量),它们的原子个数百分比分别是 75.77% 和 24.23%,则 Cl 元素的相对原子质量为 ()

- A 35 B 35.5 C 35.45 D 36

解析: $A_r(\text{Cl}) = 34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.45$

4 位有效数字与 5 位有效数字相乘除,结果保留 4 位有效数字


答案:C

评注与反思:凭已掌握的 $A_r(\text{Cl})$ 数据——35 或 35.5,不进行计算,可能会误选 A 或 B,从有效数字运算结果来看,本题只能选择 C,事实上这个数据也是更准确的数据。D 项中,36 是 35 和 37 代数值的平均值,相信不会有同学误选。

3. 元素和同位素的近似相对原子质量

同位素的相对原子质量取整数值即是同位素的近似相对原子质量,此数值与同位素的质量数相等。因此,如果用元素各同位素的质量数代替同位素的相对原子质量进行元素的相对原子质量计算,则得到元素的近似相对原子质量。例如:

氯的近似相对原子质量 = $35 \times 0.7577 + 37 \times 0.2423 = 35.49$

例 3  硼有 2 种天然同位素 ^{10}B 和 ^{11}B ,硼元素的近似相对原子质量为 10.80,则对硼元素 ^{10}B 质量分数判断正确的是 ()

- A 20% B 略大于 20% C 略小于 20% D 80%
- 本题为高考常见题型

解析:本题有以下两种解法。

方法 1(公式法):设 ^{10}B 原子的丰度为 x ,则 ^{11}B 原子的丰度为 $(1 - x)$,

$$10x + 11(1 - x) = 10.80 \quad x = 20\%$$

20% 只是原子个数百分比,由于 1 个 ^{10}B 的质量小于 1 个 ^{11}B 的质量,故 ^{10}B 的质量分数略小于 20% (已知答案)。其值为:

$$w(^{10}\text{B}) = \frac{10 \times 20\%}{10 \times 20\% + 11 \times 80\%} = 0.1852$$

w

$$[\text{或 } w(^{10}\text{B}) = \frac{10 \times 20\%}{10.80 \times 100\%} = 0.1852]$$

2

可不算出

方法 2(十字相乘法):

	$^{10}_5\text{B}$	10.00	0.21
化学上用“ N ”			
表示粒子个数		10.80	
	$^{11}_5\text{B}$	11.00	0.80

$$N(^{10}_5\text{B}) \quad N(^{11}_5\text{B}) = 0.20 \quad 0.80 = 1 \quad 4$$

求 $w(^{10}_5\text{B})$ 同方法 1, 略。

答案:C

评注与反思:(1)解答本题须注意审题,勿把质量分数与原子个数百分比混为一谈,否则易误选 A。

(2)求原子个数比也可用十字相乘法,且十分简捷。

(3)化学上,常用 w 表示质量分数, V 表示体积分数, x 物质的量分数;常用 n 表示物质的量, N 表示粒子个数(N 还表示中子数);注意不要混用。

二、有关摩尔质量的计算

1. 公式: $\overline{M}(\text{混}) = \frac{m(\text{总})}{n(\text{总})} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \dots + n_i M_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} = M_1 x_1 + M_2 x_2 + \dots +$

$$M_i x_i = \sum_{i=1}^n M_i x_i$$

其中, x_i 是 M_i 的物质的量的百分含量。

化学上用 A_r 表示相对原子质量,用 M_r 表示相对分子质量,用 M 表示摩尔质量。

摩尔质量以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,数值上等于相对分子质量或相对原子质量

2. 确定混合气体平均式量的几种常用方法

标况密度法: $\overline{M} = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times$

由质量等于密度乘体积可推出:摩尔质量等于密度乘摩尔体积。

相对密度法: $M_2 = D M_1$

因为相对密度 $D = \frac{M_2}{M_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$

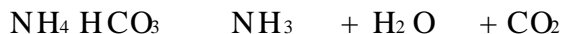
摩尔质量定义法: $\overline{M} = m(\text{总}) / n(\text{总})$

气体体积分数法: $\overline{M} = M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots + M_i V_i$

其中 V_i 为式量是 M_i 的气体所占混合气体的体积分数

例 4 取一定量的碳酸铵,置于真空中,加热使其完全分解,反应放出的热量使生成物都成为气体。试通过计算求出所得气体混合物的平均式量。

解析:题设条件下发生的反应为:



显然,反应生成的 NH_3 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 CO_2 气体的物质的量相等,都等于反应物 NH_4HCO_3 的物质的量。即:

设“1”法 $n(\text{NH}_3) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = n(\text{NH}_4\text{HCO}_3)$

为了方便计算,设参加反应的 NH_4HCO_3 为 1 mol,则:

$$n_{\text{总}}(\text{生成气体}) = n(\text{NH}_3) + n(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) + n(\text{CO}_2) = 3 \text{ mol}$$

根据质量守恒定律得: 质量守恒

$$m_{\text{总}}(\text{生成气体}) = m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 79 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ mol} = 79 \text{ g}$$

由 $n = m/M$,所以:

$$\bar{M}(\text{混合气体}) = \frac{m_{\text{总}}(\text{生成气体})}{n_{\text{总}}(\text{生成气体})} = \frac{79 \text{ g}}{3 \text{ mol}} = 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

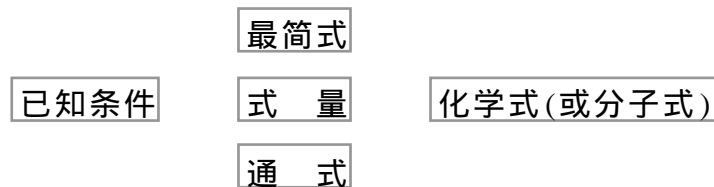
混合气体的平均式量为 26。

答案:26

评注与反思:往往有些同学将混合气体的平均式量答为: $26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。这是应该注意的问题:相对原子质量、相对分子质量、式量的单位是“1”,通常忽略不写;摩尔质量的单位有多种,常用的是“ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”,二者不能混为一谈。

三、有关确定分子式(或化学式)的计算

确定物质的化学式(或分子式),通常有以下几种途径:



例 5 丙烯与某种气态烃组成的混合气体完全燃烧所需 O_2 的体积是混合气体的 3 倍,且知气体体积均在相同状况下测定,试确定该烃的分子式 ()

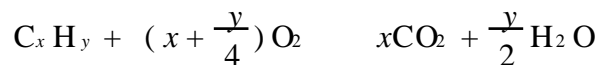
A CH_4

B C_2H_2

C C_3H_8

D C_4H_{10}

解析:设该烃的化学式为 C_xH_y ,则:



丙烯燃烧的方程式为:

第一节 有关式量和化学式的计算.....



由于 1 体积丙烯完全燃烧需要 4.5 体积 O_2 , 而 1 体积混合气体完全燃烧只需要 3 体积 O_2 , 所以 1 体积 C_xH_y 完全燃烧所需 O_2 的体积一定小于 3 体积, 即:

$$x + \frac{y}{4} < 3, y < 4(3 - x)$$

讨论: 当 $x=1$ 时, $y < 8$, 烃可为 CH_4

当 $x=2$ 时, $y < 4$, 烃可为 C_2H_2

当 $x=3$ 时, $y < 0$, 不合题意

可见所求烃可为甲烷或乙炔, 也可是二者组成的混合物。

答案: A、B

评注与反思: 本题解析过程采用了平均值法。其理论依据是: 两个数的算术平均值, 一定介于这两个数的中间。若已知一个数比平均值大(或小), 则另一个数一定比平均值小(或大)。

思维跨越 范例剖析

三种等价代换

中学阶段, 遇到的等价代换主要有三种, 它们分别是等质量代换、等电子代换和等价基代换; 它们都是确定有机物分子式的常用方法。下面结合具体事例作简要介绍。

1. 等质量代换

等质量代换是已知式量求化学式时经常用到的解题方法。一般说来, 如下关系成立

$$A_r(\text{C}) = M_r(12\text{H}); A_r(\text{O}) = M_r(\text{CH}_4); A_r(\text{N}) = M_r(\text{CH}_2)$$

即 12 个 H 原子的质量与 1 个 C 原子的质量相等, 1 个 O 原子的质量与 1 个 CH_4 原子团的质量相等, 1 个 N 原子的质量与 1 个 CH_2 原子团的质量相等。解题时, 可考虑将 12 个 H 原子换为 1 个 C 原子的可能, 将 1 个 CH_4 (或 CH_2) 原子团换为 1 个 O (或 N) 原子的可能。

例 6 已知某有机物 A 的式量为 128 或 129, 试回答下列有关问题:

(1) 若 A 为烃, 则其分子式可以是_____ (饱和烃)、_____ (不饱和烃)。

(2) 若 A 为烃的含氧衍生物, 则其分子式可以是_____ (一元醇或醚)、
_____ (一元酸或酯)。

(3) 若 A 能与纯碱溶液反应, 且分子结构中含有一个五元环, 环上还有一个氨基 (氨分子去掉一个 H 原子的剩余部分), A 的分子式为_____ ; A 的同分异构体甚多, 其中含有一个五元环和一个硝基的同分异构体有_____ (填数字) 种。

解析:若 A 为烃或烃的含氧衍生物,则 A 的式量为偶数;若 A 分子中含有奇数(或偶数)个 N 原子,则 A 的式量为奇数(或偶数)。

奇偶数规律。据此可体会“式量为 128 或 129”的题意

(1) A 的式量为 128。先用商余法求出一种烃的分子式:

$$128 \div 14 = 9 \dots 2 \quad [A_r(\text{CH}_2) = 14]$$

A 的分子式可为:

商余法:利用除法求商和余数的方法。



再进行等质量代换,求出另一种烃的分子式:



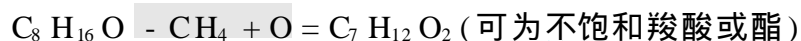
(2) A 的式量为 128。将分子式 C_9H_{20} 等质量代换。

中的 1 个 CH_4 原子团换为 1 个 O 原子得:



等质量代换。

再将分子式 $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$ 中的 1 个 CH_4 原子团换为 1 个 O 原子得:



等质量代换。

(3) A 能与纯碱溶液反应,分子中含有羧基;A 分子环上还含有一个氨基,A 分子中含有 1 个 N 原子。则此时 A 的式量为 129,A 的分子式为:



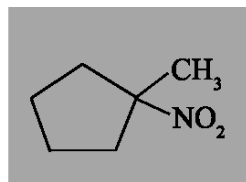
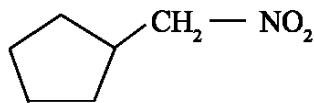
式量 129。

等质量代换。

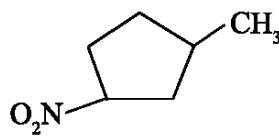
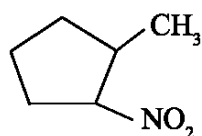
A 分子($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$)的一种结构为



A 分子中含有一个五元环和一个硝基的同分异构体共有 4 种,分别是



最易漏写的一种。



答案: (1) C_9H_{20} 、 $C_{10}H_{18}$ (2) $C_8H_{16}O$ 、 $C_7H_{12}O_2$ (3) $C_6H_{11}O_2N$ 、4 (答出 3 种可适当得分)

2. 等电子代换

类似等质量代换, 1 个 C 原子所带的电子数相当于 6 个 H 原子所带的电子数, 1 个 O 原子所带的电子数相当于 1 个 CH_2 原子团或 8 个 H 原子所带的电子数, 1 个

1 个 O 原子所带的电子数为 $(2 + 6) = 8$; 不能漏掉内层电子。

N 原子所带的电子数相当于 1 个 CH 原子团或 7 个 H 原子所带的电子数。

1 个 N 原子所带的电子数为 $(2 + 5) = 7$ 。

例 7 某烃 A 的分子由 18 个原子组成, 它的核外共有 58 个电子。试回答下列问题:

该烃的分子式为_____。

若该烃既能发生取代反应, 又能发生加成反应, 还能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 但不能使溴水褪色。则该烃可能的结构有_____、_____、_____、_____ (可不填满, 也可补充)。

(3) 某烃 B 分子比 A 分子少 2 个电子, B 只能发生取代反应, 不能发生加成反应, 不能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色, 且其一氯代物则只有 1 种, 试完成下表

卤代烃名称	一氯代 B	二氯代 B	三氯代 B	四氯代 B	五氯代 B	六氯代 B	七氯代 B	八氯代 B
卤代烃种数	1	3	3					1

解析: (1) 先用商余法求出核外有 58 个电子的一种烃的分子式

$$58 \div 8 = 7 \dots 2 \quad [N_{\text{电子}}(CH_2) = 8]$$

核外有 58 个电子的一种烃的分子式为:



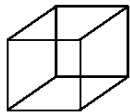
该烃分子中有 23 个原子, 比 A 分子多出 5 个原子; 然后进行等电子代换: 去掉 6 个 H 原子, 引入 1 个 C 原子, 得 A 的分子式为



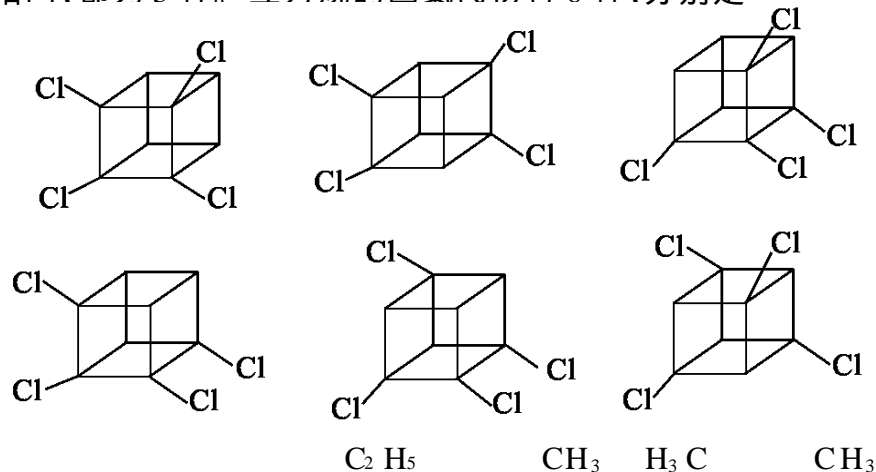
等电子代换。 恰为 18 个原子。

(2) C_8H_{10} 的不饱和度为 4, 由题意知 A 为苯的同系物, 可为二甲苯 (邻间对 3

种)或乙苯。

由题意: B 分子式为: $C_8H_{10} - 2H = C_8H_8$, 由题意知 B 为立方烷  立方

烷的一氯代物(C_8H_7Cl)与七氯代物(C_8Cl_7H)种数相同,都是 1 种;二氯代物($C_8H_6Cl_2$)与六氯代物($C_8Cl_6H_2$)的种数相同、三氯代物($C_8H_5Cl_3$)与五氯代物($C_8Cl_5H_3$)的种数相同,都为 3 种。立方烷的四氯代物有 6 种,分别是



答案:(1) C_8H_{10} (2)

CH_3


CH_3

(3) 6、3、3、1

H_3C

3. 等价基代换

有机化学中, H 原子是一价的、O 原子是二价的、N 原子是三价的、C 原子是四价的。1 个 O 原子与 1 个 CH_2 原子团(或 1 个 NH 原子团)是等价基; 1 个 N 原子与 1 个 CH 原子团是等价基。已知有机物的结构或组成特点求有机物的化学式, 常进行等价基代换。

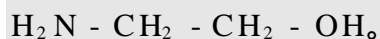
例 8  (1) 由 2 个 C 原子、1 个 O 原子、1 个 N 原子和若干个 H 原子组成的共价化合物, H 原子数目最多为_____, 试写出其中一例的结构简式_____。

(2) 若某共价化合物分子只含 C、N、H 三种元素的原子, 且以 m 、 n 分别表示 C 和 N 的原子数目, 则 H 原子数目最多等于_____。

(3) 若某共价化合物分子只含 C、N、O、H 四种元素的原子, 且以 x 、 y 、 z 分别表示 C、N 和 O 的原子数目, 则 H 原子数目最多等于_____。

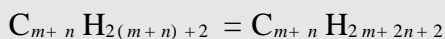
解析: 当分子中 H 原子数目最多时, 分子为饱和结构。该题实为求指定条件下共价分子中的 H 原子数目, 或为求指定条件下有机物的分子式。解题时, 可将 1 个 N 原子看作 1 个 CH 原子团, 进行等价基交换。

(1) 先将 1 个 N 原子看作 1 个 CH 原子团, 这时分子内 C 原子数目相当于 3, 依据烃的饱和含氧衍生物通式 $C_n H_{2n+2} O_m$ 得 H 原子数目最多为: $2 \times 3 + 2 = 8$, 即得分子式: $C_3 H_8 O$ 。然后再将 1 个 CH 原子团换为 1 个 N 原子, 则 H 原子数最多为: $8 - 1 = 7$, 即有机物的分子式为: $C_3 H_8 O - CH + N = C_2 H_7 ON$ 。试写可得:

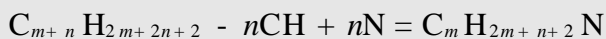


方向相反的 2 次等价基代换。

(2) 先将 n 个 N 原子看作 n 个 CH 原子团, 得分子式:



然后再将 n 个 CH 原子团换为 n 个 N 原子, 即得所求:



(3) 如法炮制:



答案:(1)7; $H_2N - CH_2 - CH_2 - OH$ 。(2) $2m + n + 2$ 。(3) $2x + y + 2$ 。

高考连线

例 9 (2003 年江苏高考) 质量分数为 a 的某物质的溶液 m g 与质量分数为 b 的该物质的溶液 n g 混合后, 蒸发掉 p g 水, 得到的溶液每毫升质量为 q g, 物质的量浓度为 c mol · L⁻¹。则溶质的相对分子质量为 ()

A $\frac{q(am+bn)}{c(m+n-p)}$

B $\frac{c(m+n-p)}{q(am+bn)}$

C $\frac{1000q(am+bn)}{c(m+n-p)}$

D $\frac{c(m+n-p)}{1000q(am+bn)}$

解析: 设该物质为 B, 则: 由此可排除 B、D; 再据 C 单位为 mol · L⁻¹, 单位为 g · mL⁻¹, 可判定 C 为答案。

$$M(B) = \frac{m(B)}{n(B)}$$

$$m(B) = m \text{ g} \times a + n \text{ g} \times b = (ma + nb) \text{ g}$$

$$\text{由于 } c(B) = \frac{n(B)}{V(\text{溶液})}, \quad (\text{溶液}) = \frac{m(\text{溶液})}{V(\text{溶液})}$$

$$\text{所以: } n(B) = c(B) \cdot V(\text{溶液}) = c(B) \cdot \frac{m(\text{溶液})}{(\text{溶液})}$$

$$= c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{m \text{ g} + n \text{ g} - p \text{ g}}{q \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$= \frac{10^{-3} c(m+n-p)}{q} \text{ mol}$$

$$\text{故 } M(B) = \frac{1000 q(ma+nb)}{c(m+n-p)} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

答案:C

评注与反思:本题数据繁多,条件复杂,思维难得,但只要能洞悉命题意图,不难通过公式得出答案。

本题还有 1 种巧解方法,即根据溶质质量为 $(ma + nb)$ g 可排除 B、D; 根据密度单位“ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ”和浓度单位“ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”知道这个式子要出现在最后答案中须将溶液体积由“mL”转化为“L”,二者倍数为 1 000——这个数据要体现在最后的答案中,这样又可排除 A、B。

例 10 (2004 年高考模拟) A、B、C、D 都是含碳、氢、氧的单官能团化合物, A 水解得 B 和 C, B 氧化可以得到 C 或 D, D 氧化也得到 C。若 $M(X)$ 表示 X 的摩尔质量, 则下式中正确的是 ()

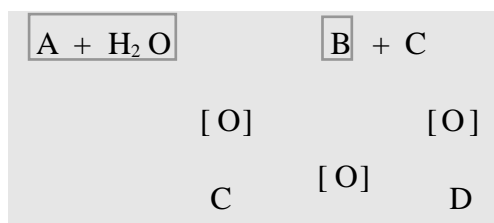
A $M(A) = M(B) + M(C)$

B $2M(D) = M(B) + M(C)$

C $M(B) < M(D) < M(C)$

D $M(D) < M(B) < M(C)$

解析:由题意得如下关系



统摄题意,将抽象语言变为形象框图

A 是单官能团化合物,则
 $n(A) \quad n(H_2O) = 1 \quad 1。$

由于 A、B、C、D 都是单官能团化合物,所以, $M(A) + M(H_2O) = M(B) + M(C)$ 。
 A 不可选。 质量守恒

通过以上反应关系,我们还能判断出:A 为酯,B 为醇(RCH_2OH),D 为醛($RCHO$),C 为羧酸($RCOOH$)。则:

$$M(B) = R + 31, M(C) = R + 45, M(D) = R + 29$$

可见, $2M(D) < M(B) + M(C), M(D) < M(B) < M(C)$; 则 B、C 不可选, D 为答案。

答案:D

例 11 (2004 年高考模拟) 设某元素某原子核内质子数为 m , 中子数为 n , 则下列论断正确的是 ()

A 不能由此确定该元素的相对原子质量

B 这种元素的相对原子质量为 $m + n$

C 若碳原子质量为 Wg , 此原子的质量为 $(m + n)Wg$

D 核内中子的总质量小于质子的总质量

解析:元素的相对原子质量与同位素原子的相对原子质量是两码事。因此, B 选

项看上去是正确的,实质上是错误的。

仅由 1 种原子的质量数不能确定这种元素的相对原子质量。

任何一原子的质量不可能是碳原子质量跟此原子质量数的乘积,而且碳原子有多种同位素,C 选项中的 W 是没有被指定的数值,但从这一点来看,选项 C 也不能成立。

D 中没有指明是哪种核,无法确切知道此核内质子数与中子数的相对多少,故选项 D 也不对。

答案:A

专题训练

A 组

1. 某饱和一元醛和酮的混合物共 0.100 mol,其质量为 5.80 g,此混合物与足量银氨溶液作用可析出白银 8.64 g,该混合物中的醛为 ()

- A CH_3CHO B $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ C $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}$ D $\text{C}_4\text{H}_9\text{CHO}$

2. 将体积比为 3 : 2 的二氧化碳和二氧化硫混合均匀,并升温到 120 °C,则混合气体的平均摩尔质量为 ()

- A $52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ C $42 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D $66 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 标准状况下,0.1 mol 烃与 1 mol O_2 (过量)混合,完全燃烧后通过足量 Na_2O_2 固体,固体增重 15 g,最后得到标准状况下气体 16.8 L,则该烃的分子式是 ()

- A C_4H_8 B C_4H_{10} C C_5H_{10} D C_5H_{12}

4. 某金属 M 的硝酸盐受热时按下式分解:



加热 3.4 g MNO_3 ,生成 NO_2 和 O_2 共 672 mL(标况),由此可以计算出 M 的相对原子质量为_____。

5. 第 n 主族元素 R,在它的化合物 $\text{R}(\text{OH})_n$ 中,其质量分数为 0.778,在它的另一种化合物 $\text{R}(\text{OH})_m$ 中,其质量分数为 0.636。

(1) 试求 n 和 m 的值: $n = \underline{\hspace{2cm}}$, $m = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 试求 R 的相对原子质量 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

B 组

6. 用“精确天平”分别称量 1 000 个 HCl 分子,所得数值可能有 ()

- A 1 种 B 5 种 C 6 种 D 1 000 种

7. 据测哈雷彗星上碳的两种同位素 ^{12}C 和 ^{13}C 的原子个数比为 65 : 1,而地球上 ^{12}C 和 ^{13}C 的原子个数比为 89 : 1。地球上碳元素的相对原子质量为 12.011,那么哈雷彗星上碳元素的相对原子质量应该是 ()

- A 12.000 B 12.009 C 12.015 D 12.980

8. 把 0.96 g 镁放入稀硝酸溶液中,发生氧化还原反应,当镁反应完毕时,耗用硝酸的质量为 6.30 g,在此化学反应中还原产物的式量可能是 ()

- A 30 B 44 C 46 D 80

9. ^1H 、 ^2H 、 ^3H 、 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 最多可形成多少种不完全相同的水分子? 答: _____(填数字)。

10. 某有机物爆炸后的气体中,各组分的体积分数为:

	CO_2	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	N_2	O_2
体积分数	0.413 8	0.344 8	0.206 9	0.034 5

该有机物爆炸时,没有 O_2 (或空气)介入,试回答:

- (1) 该有机物的最简式为_____。
 (2) 若该分子中共有 20 个原子,则其分子式为_____,名称为_____。

C 组

11. 若令 $A_r(^{12}\text{C}) = 100$,下列各量发生变化的是 ()

- A 元素的相对原子质量 B 标准状况下 CO 的体积
 C ^{12}C 原子质量 D 气体摩尔体积

12. 已知 Cl_2 中, ^{35}Cl 的物质的量的百分含量是 $x(^{35}\text{Cl}) = 0.757 7$,且知构成 Cl_2 的原子只有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种。问:

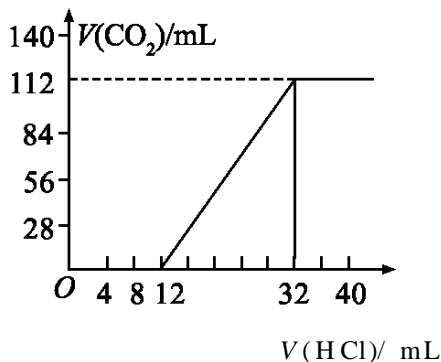
- (1) Cl_2 中, ^{35}Cl 的质量百分含量 $w(^{35}\text{Cl})$ _____(填 >、< 或 =,下同) 0.757 7;
 (2) NaCl 中, $x(\text{Na}^{35}\text{Cl})$ _____ 0.757 7;
 (3) ^{35}Cl 的核外电子数 _____ ^{37}Cl 的核外电子数。

13. 将一定量由碳、氢、氧 3 种元素组成的有机化合物 A 的蒸气与 3.20 g 氧气混合点燃,再将生成的气体依次通过: 盛有浓硫酸的洗气瓶、灼热的氧化铜、饱和石灰水(设每个装置中的反应物均过量)。经测定 中增重 3.60 g, 中减重 1.60 g, 中增重 8.80 g。A 蒸气的密度为 $3.393 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (已换算成标准状况)。又测知 A 既能与碳酸钠溶液反应又能与金属钠反应,且均有气体生成,但分别得到的气体在相同条件下体积不同。试求该有机物的分子式,并写出其可能的结构简式。

14. 今有碱金属的两种碳酸盐和碱土金属(A 族)的一种不溶性碳酸盐组成的混合物,取其 7.560 g 与过量盐酸完全反应,放出 CO_2 体积为 1.344 L(标准状况)。另取等质量的原混合物,加水搅拌,可滤出不溶性盐 1.420 g。

(1) 取过滤后滤液的 1/10 体积,向其中缓慢滴加浓度为 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,并同时记录放出的 CO_2 体积(标准状况)和消耗盐酸的体积,得到所示的曲线。试计算确定这两种碱金属碳酸盐的化学式。

(2) 将滤出的不溶性盐(1.420 g)投入到浓度为 $2.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中, 当完全反应时, 耗去盐酸 16.00 mL。试计算确定原不溶性碳酸盐的化学式。



加入的 HCl 量与产生的 CO_2 的量的关系

答案详解

A 组

1. **解析:** 设饱和一元醛和酮的分子式分别为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ 、 $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}$, 则:

$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O} \sim 2\text{Ag}$	关系方法
$1.00 \text{ mol} \quad 216 \text{ g}$	
$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) \quad 8.64 \text{ g}$	

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = \frac{1.00 \text{ mol} \times 8.64 \text{ g}}{216 \text{ g}} = 0.0400 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}) = 0.100 \text{ mol} - 0.0400 \text{ mol} = 0.060 \text{ mol}$$

$$\text{由题意得: } 0.0400 \text{ mol} \times (14n + 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.060 \text{ mol} \times (14m + 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.80 \text{ g}$$

$$\text{化简得: } 2n + 3m = 15$$

因 $2n$ 为偶数, 15 为奇数, 所以 $3m$ 为奇数, m 为奇数, 故 m 取值为 $3, 5, 7, \dots$, 当 $m=3$ 时, $n=3$ (符合题意), 当 $m=5$ 时, $n=0$ (舍去)。

不定方程在数学上有无数个解, 但在化学上或许只有 1 个解。

答案: B

2. **解析:** 通常, 本题有两种解法, 公式法和中间值法。

方法 1 (公式法): 由 $\overline{M}_{\text{混}} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}}$ 得:

$$\overline{M}_{\text{混}} = \frac{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 + 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2}{3 + 2} = 52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

方法 2 (中间值法): 因为混合气体为 CO_2 和 SO_2 的混合物, 所以下列关系成立:

$$44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = M(\text{CO}_2) < \overline{M}_{\text{混}} < M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

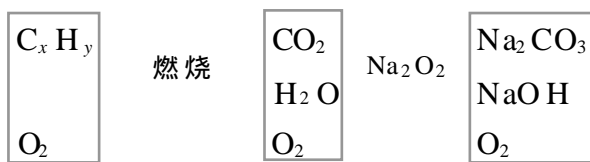
观察备选项, 只有 $\overline{M}_{\text{混}} = 52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 符合题意。

不用算, 只需看, 即得答案。

本题给出的温度只是一个干扰项。

答案: A

3. 解析: 首先理顺题设关系:



可见, 最后所得 16.8 L 气体全是 O_2 。根据质量守恒定律得:

$$m(\text{烃}) + m_{\text{原}}(O_2) = m(\text{固体增重}) + m_{\text{逸}}(O_2)$$

$$m(\text{烃}) = 15 \text{ g} + \frac{16.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 1 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7 \text{ g}$$

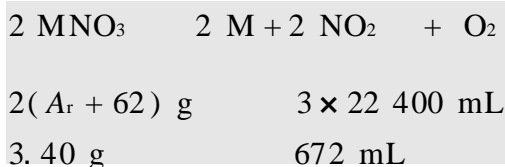
$$\bar{M}(\text{烃}) = \frac{7 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}^{-1}} = 70 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

该烃的分子式是 $C_5 H_{10}$

答案:C

本题的思维过程是, 欲求烃的分子式, 可先求烃的相对分子质量, 由于已经知道了烃的物质的量, 所以, 问题归结到求烃的质量。如何求烃的质量, 本题解析采用了质量守恒法, 避开了题设反应过程, 使得解析大大简化。

4. 解析: 设 M 的相对原子质量为 A, 则:



“和量法”: 由于题目给出的体积是 NO_2 和 O_2 的体积和, 所以, 使用这种方法也就尤为简便。

$$A_r = 108$$

答案: 108

5. 解析: 由题意得方程

$$\frac{a}{a + 17n} = 0.778$$

$$\frac{a}{a + 17m} = 0.636$$

这很关键, 恰恰不易想到!

解得: $n = 1, m = 2$

第 主族元素的正价为 +2 和 +4, 所以有 $n = 2, m = 4$

将以上数值代入 式得: $a = 119$ (a 的范围在 118 ~ 119 均给分)

答案: (1) 2, 4; (2) 119。

B组

6. 解析: 本题有以下两种解法。

这是隐含的已知条件!

方法 1(列表法): 形成 HCl 分子的原子有: ^1H 、 ^2H 、 ^3H 、 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl , 它们所形成的 HCl 分子及式量分别是:

分子式	$^1\text{H}^{35}\text{Cl}$	$^2\text{H}^{35}\text{Cl}$	$^3\text{H}^{35}\text{Cl}$	$^1\text{H}^{37}\text{Cl}$	$^2\text{H}^{37}\text{Cl}$	$^3\text{H}^{37}\text{Cl}$
式量	36	37	38	38	39	40

不同式量共 5 个。

方法 2(等差数列法): 所形成的 HCl 分子式量最小的是 36($^1\text{H}^{35}\text{Cl}$), 式量最大的是 40($^3\text{H}^{37}\text{Cl}$); 将各式量由小到大排列, 公差为 1, 则式量个数为:

$$n = \frac{a_n - a_1}{d} + 1 = \frac{40 - 36}{1} + 1 = 5 \quad \text{注意: 其他物质的分子的式量不一定呈等差数列。}$$

答案: B

7. 解析: 本题有两种解法, 常规解法和估算法。

方法 1(常规解法): 依据求相对原子质量的公式得: 不小心, 也会作出反向

$$A_r(\text{C}) = 12 \times \frac{65}{66} + 13 \times \frac{1}{66} = 11.818 + 0.197 = 12.015 \quad \text{估算!}$$

方法 2(估算法): 哈雷彗星和地球上 ^{13}C 的丰度分别为 $\frac{1}{66}$ 和 $\frac{1}{90}$, 前者大, 后者小, 可见哈雷彗星上, $A_r(\text{C}) > 12.011$, 观察备选项, 通过比较, 可以看出, 方法 2 更为简捷, 它省去了复杂的计算过程。从题设数据来看, 命题者意图也在于估算。

有两个数据, 但不能是 12.980, 因为 ^{13}C 的丰度仅为 $\frac{1}{66}$, 而 12.980 已接近 13。

答案: C

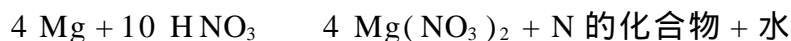
谨防上当受骗。

8. 解析: 本题选项 A、C 中的 30 与 46 是和 NO 、 NO_2 的相对分子质量一致的, 它是有迷惑性的, 因为铜和浓硝酸反应时, 硝酸被还原为 NO_2 , 铜和稀硝酸反应时, 硝酸被还原为 NO , 模仿这个思维定势去寻找答案那就错了。因为本题给出了参加反应的镁和硝酸的质量, 这就告诉了我们反应的镁和硝酸物质的量之比。

(1) 先求反应物之间的物质的量比:

$$\frac{n(\text{Mg})}{n(\text{HNO}_3)} = \frac{0.96}{24} \cdot \frac{6.30}{63} = 4 \quad 10$$

再按物质的量关系写出一个不完整的反应方程式:



(2) 从上式 HNO_3 和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 计量数看, 10 mol HNO_3 中有 8 mol HNO_3 是不