

高中化学计算思想（一）

平均值法在解题中的应用
十字交叉法在解题中的应用



课前开胃

取少量学生于试管中，加足量作业**溶解**，得到学霸和不溶于作业的学渣，**过滤洗涤，冷却结晶**，得到纯净的学霸晶体，学渣沉淀除去；

向学霸中加入过量试卷，无明显现象。向学渣中加入过量试卷，学渣**溶解**并大量气泡。将学渣气体**收集**起来**点燃**，发出淡蓝色幽怨火焰

将学霸浸入过量冷的浓考试中，其表面发生钝化，所以可用学霸**盛放**浓考试；学渣暴露在课堂上会迅速发生氧化，所以应**保存**在宿舍或床上

用明亮的白色试卷**点燃**学霸，学霸会发出耀眼的强光并**释放**出答案。学渣则会**释放**出具有烧焦羽毛气味的气体，并**生成**重修通知单



亲，你让**学酥**肿么想！



亲，你让**学酥**肿么想！

学酥：看似学霸，一碰全是渣



1

平均值法在解题中的应用

2

十字交叉法在解题中的应用



【例题】由两种金属组成的混合物 2.8g，与足量的盐酸反应生成氢气的体积为 2.24L（标准状况），则混合物的组成不可能是（ ）

A. Al 和 Fe B、 Mg 和 Zn C、 Mg 和 Al D、 Mg 和 Cu



题型归纳：

壹 金属与酸的反应：

贰 金属与氯气的反应

【例题】两种金属混合物 65g，与氯气完全反应，消耗氯气 71g，则合金的组成可能是（ ）

A、Cu 和 Zn B、Al 和 Ag C、Fe 和 Ca D、Cu 和 Ca



平均值法在解题中的应用

【例题】两种金属混合物 65g，与氯气完全反应，消耗氯气 71g，则合金的组成可能是（ ）

- A、Cu 和 Zn
- B、Al 和 Ag
- C、Fe 和 Ca
- D、Cu 和 Ca

解： $n(\text{Cl}_2) = 71/71 = 1\text{mol}$

设为单一的二价金属：



1 1

x 1

推出： $x = 1\text{ mol}$

则 $\bar{M} = 65/1 = 65\text{g/mol}$

把所有的金属看做二价金属的话，

则 $M_{\text{Al}} = 27 \times 2/3 = 18$ $M_{\text{Fe}} = 56 \times 2/3 = 37.3$

$M_{\text{Mg}} = 24$ $M_{\text{Zn}} = 65$ $M_{\text{Cu}} = 64$

$M_{\text{Ca}} = 40$ $M_{\text{Ag}} = 216$

(对于不反应的金属的式量看做无穷大)

而我们需要寻找的是一个式量恰好为 65 的二价金属，或者为一个大于 65 一个小于 65 的金属混合物，则答案为：B



三 氢气和卤素反应

【例题】有两种卤素单质共 1mol ，跟氢气在一定条件下完全反应后生成的卤化氢的平均式量为 36.5 ，则该两种卤素单质可能是（ ）

A、氟气和氯气

B、氟气和溴单质

C、氯气和溴单质

D、溴单质和碘单质

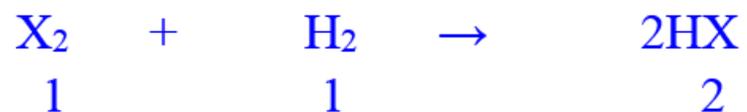


三 氢气和卤素反应

【例题】有两种卤素单质共 1mol，跟氢气在一定条件下完全反应后生成的卤化氢的平均式量为 36.5，则该两种卤素单质可能是（ ）

- A、氟气和氯气 B、氟气和溴单质 C、氯气和溴单质 D、溴单质和碘单质

解析：设该卤素单质为单一卤素，即



推出 $n(HX)=2\text{mol}$

$$M(HX)=36.5\text{g/mol}$$

$$M(HF)=20 \quad M(HCl)=36.5 \quad M(HBr)=81 \quad M(HI)=128$$

而我们需要寻找的是一个式量恰好为 36.5 的卤化氢，或者为一个大于 36.5 一个小于 36.5 的卤化氢，则答案为：B



四 复分解反应

【例题】取 9g 两种碳酸盐的混合物，跟足量的盐酸充分反应，共产生二氧化碳 2.24L (标准状况)，则该混合物可能是 ()

A、 CaCO_3 和 Na_2CO_3

B、 Na_2CO_3 和 K_2CO_3

C、 K_2CO_3 和 CaCO_3

D、 CaCO_3 和 MgCO_3



平均值法在解题中的应用

四 复分解反应

【例题】取 9g 两种碳酸盐的混合物，跟足量的盐酸充分反应，共产生二氧化碳 2.24L (标准状况)，则该混合物可能是 ()

A、 CaCO_3 和 Na_2CO_3

B、 Na_2CO_3 和 K_2CO_3

C、 K_2CO_3 和 CaCO_3

D、 CaCO_3 和 MgCO_3

解：设样品为单一物质，设通式为 MCO_3

则反应物和沉淀存在如下如下关系



推出： $x = 0.1 \text{ mol}$

则 $\bar{M} = 9/0.1 \approx 90 \text{ g/mol}$

要使得

已知： $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$

$M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138 \text{ g/mol}$

$M(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ g/mol}$

要使得平均式量为 90 g/mol ，要么两者皆为 90 g/mol ，要么一个大于 90 g/mol ，一个小于 90 g/mol

故答案选 D



四 复分解反应

【例题】现有 13.2g 硫酸铵样品，期中可能混有 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 、 MgSO_4 中的一种或几种。将样品溶于水，跟足量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液反应，生成沉淀 23.5g。则下列对该混合物组成的判断中，正确的是（ ）

- A、一定没有 Na_2SO_4
- B、一定没有 K_2SO_4
- C、一定含有 MgSO_4 可能含有 Na_2SO_4
- D、一定只有 MgSO_4



平均值法在解题中的应用

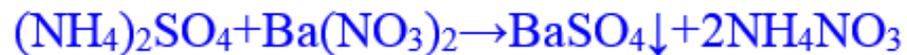
【例题】现有 13.2g 硫酸铵样品，期中可能混有 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 、 MgSO_4 中的一种或几种。将样品溶于水，跟足量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液反应，生成沉淀 23.5g。则下列对该混合物组成的判断中，正确的是 ()

- A、一定没有 Na_2SO_4
- B、一定没有 K_2SO_4
- C、一定含有 MgSO_4 可能含有 Na_2SO_4
- D、一定只有 MgSO_4

解法一：

$$n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]=13.2/132=0.1\text{mol}$$

设样品为单一的硫酸铵样品，则发生反应：



$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 1 & 2 \\ & & & \\ & 0.1 & & x \end{array}$$

推出： $x=0.1\text{mol}$

$$m(\text{BaSO}_4)=233\text{g/mol}\times 0.1\text{mol}=23.3\text{g}$$

而硫酸钡沉淀实际的质量却为 23.5g，也就是说我们至少要需要找到一个同为硫酸盐 (MSO_4)，式量却要小于硫酸铵 ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 的样品

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4)=142\text{g/mol}$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4)=174\text{g/mol}$$

$$M(\text{MgSO}_4)=120\text{g/mol}$$

故只要存在硫酸镁的硫酸铵样品即符合要求，同时也可以存在一些式量大于硫酸铵的杂质，故答案选 C

平均值法在解题中的应用

【例题】现有 13.2g 硫酸铵样品，期中可能混有 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 、 MgSO_4 中的一种或几种。将样品溶于水，跟足量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液反应，生成沉淀 23.5g。则下列对该混合物组成的判断中，正确的是（ ）

- A、一定没有 Na_2SO_4
- B、一定没有 K_2SO_4
- C、一定含有 MgSO_4 可能含有 Na_2SO_4
- D、一定只有 MgSO_4

解法二：设样品为单一物质，设通式为 MSO_4
则反应物和沉淀存在如下如下关系



$$\text{推出：} x = 23.5/233 \text{ mol}$$

$$\text{则 } \bar{M} = 13.2 / (23.5/233) \approx 131 \text{ g/mol}$$

而硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的式量只有 132，要使得平均式量为 131，至少需要一个式量小于 131 的物质存在
 $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g/mol}$ $M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 \text{ g/mol}$
 $M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ g/mol}$

故答案选 C



平均值法在解题中的应用

【变式训练 1】有 5.85g 氯化钠样品（内含一种杂质）溶于水配成溶液，跟足量 AgNO_3 溶液充分反应后得到 14.0g AgCl 沉淀，则该样品中可能含有的杂质是（ ）

- A、 CaCl_2 B、 KCl C、 MgCl_2 D、 NH_4Cl

【变式训练 2】把含有某种氯化物杂质的 MgCl_2 粉末 95mg 溶于水后，与等质量的 AgNO_3 溶液反应，生成 AgCl 沉淀 300mg，则该 MgCl_2 中的杂质可能是（ ）

- A、氯化钠 B、氯化钙 C、氯化钾 D、氯化铝



【变式训练 3】向含有 1.17 克氯化钠和 1.17 克氟化钠的溶液中，加入过量的硝酸银溶液，将析出的沉淀过滤、洗涤、干燥后称其质量为 2.87 克。根据此实验确定氟化银在水中的溶解性为（ ）

A、易溶于水

B、比氯化银更难溶于水

C、与氯化银一样难溶于水

D、无法确定



平均值法在解题中的应用

【补充练习 1】由 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 组成的混合物，测得其中铁元素与氧元素的质量比为 21 : 8，则这种混合物中 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 的物质的量之比是 ()

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

【补充练习 2】常温常压下，往某密闭容器中充入两种气体，容器内最终气体的密度为 2.2 g/L（折算到标准状况），则充入的气体一定不可能为 ()

- A . NH_3 和 HCl B . NO 和 O_2 C . HI 和 Cl_2 D . SO_2 和 H_2S



我们常说的十字交叉法实际上是十字交叉相比法，它是一种图示方法。十字交叉图示法实际上是代替求和公式的一种简捷算法，它特别适合于两总量、两关系的混合物的计算（即 2—2 型混合物计算），用来计算混合物中两种组成成分的比值。在一定程度上简化了我们的计算过程。



神马？太抽象？！



假设你们班总共有 40 个人，期中考试结束了，你老师让你统计你们班的分数和平均分：

很神奇的是，你们班这次就两个成绩，一个是 80 分，一个是 90 分，其中统计下来发现考 80 分的有 30 个人，考 90 分的有 10 个人，那么请问你们班的平均分是多少分？



十字交叉法在解题中的应用

假设你们班总共有 40 个人，期中考试结束了，你老湿让你统计你们班的分数和平均分：

很神奇的是，你们班这次就两个成绩，一个是 80 分，一个是 90 分，其中统计下来发现考 80 分的有 30 个人，考 90 分的有 10 个人，那么请问你们班的平均分是多少分？



你在逗我们吗？！
这尼玛不是化学课吗？



十字交叉法在解题中的应用

假设你们班总共有 40 个人，期中考试结束了，你老师让你统计你们班的分数和平均分：

很神奇的是，你们班这次就两个成绩，一个是 80 分，一个是 90 分，其中统计下来发现考 80 分的有 30 个人，考 90 分的有 10 个人，那么请问你们班的平均分是多少分？

$$\text{平均分} = \frac{80 \times 30 + 90 \times 10}{30 + 10} = 82.5$$



十字交叉法在解题中的应用

好吧，我们再来讨论另外一个问题，假设你们班这次期末考试考完了，然后你们老师让你们统计分数，发现你们班还是那么神奇，只有两个分数（一个是80分，一个是90分），而你们班的平均分是82.5分，请问，你们班考80分和考90分的学生的人数之比是多少？

设你们班考了80分的同学是 x 个人，而考90分的同学是 y 个人
则平均分的表达式为

$$\text{平均分} = \frac{80x + 90y}{x + y} = 82.5 \quad \Rightarrow \quad 80x + 90y = 82.5x + 82.5y$$

$$\text{即 } (82.5 - 80)x = (90 - 82.5)y$$

$$\text{合并之后得到 } 2.5x = 7.5y$$

$$\text{即 } \frac{x}{y} = \frac{7.5}{2.5} = \frac{3}{1}$$



十字交叉法在解题中的应用

好吧，我们再来讨论另外一个问题，假设你们班这次期末考试考完了，然后你们老师让你们统计分数，发现你们班还是那么神奇，只有两个分数（一个是 80 分，一个是 90 分），而你们班的平均分是 82.5 分，请问，你们班考 80 分和考 90 分的学生的个数之比是多少？

那我们就有没有更加简单的方法呢？



十字交叉法在解题中的应用

【例题】天然的 Ir 元素有两种同位素 ^{191}Ir 和 ^{193}Ir ，其元素的近似相对原子质量为 192.22，则两种同位素的原子个数比为（ ）

A、 61:39

B、 39:61

C、 1 : 1

D、 39:11



十字交叉法在解题中的应用

【例题】天然的 Ir 元素有两种同位素 ^{191}Ir 和 ^{193}Ir ，其元素的近似相对原子质量为 192.22，则两种同位素的原子个数比为（ ）

- A、61:39 B、39:61 C、1 : 1 D、39:11

解析： 本题涉及到同位素的原子个数百分比的问题，由十字交叉法可以得出：

设天然的 Ir 元素中的同位素 ^{191}Ir 原子个数为 x 个， ^{193}Ir 原子个数为 y 个，则：

$$\begin{array}{rcc} X & 191 & \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} & \begin{array}{l} 0.78 \\ \hline \hline \end{array} & \begin{array}{l} 39 \\ \hline \hline \end{array} \\ & & & 192.22 & \\ Y & 193 & \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{l} 1.22 \\ \hline \hline \end{array} & \begin{array}{l} 61 \\ \hline \hline \end{array} \end{array}$$



【变式训练 1】已知硼有两种同位素 ^{10}B 和 ^{11}B ，硼元素的近似相对原子质量为 10.8

求 (1) 硼元素中 ^{10}B 所占原子的百分率 (丰度) 为多少？

(2) 硼元素中， ^{10}B 和 ^{11}B 的物质的量之比为多少？

(3) 硼元素中 ^{10}B 所占的质量分数为多少？



【变式训练 1】已知硼有两种同位素 ^{10}B 和 ^{11}B ，硼元素的近似相对原子质量为 10.8

求 (1) 硼元素中 ^{10}B 所占原子的百分率 (丰度) 为多少？

(1) 20%

(2) 硼元素中， ^{10}B 和 ^{11}B 的物质的量之比为多少？

(2) 1:4

(3) 硼元素中 ^{10}B 所占的质量分数为多少？

(3) 18.5

%



【变式训练 2】天然的 B 元素有两种同位素 ^{10}B 和 ^{11}B ，其元素的近似相对原子质量为 10.8，则两种同位素中的 ^{10}B 的质量分数为（ ）

A、大于 20%

B、等于 20%

C、小于 20%

D、无法确定



【变式训练 2】天然的 B 元素有两种同位素 ^{10}B 和 ^{11}B ，其元素的近似相对原子质量为 10.8，则两种同位素中的 ^{10}B 的质量分数为（ ）

A、大于 20%

B、等于 20%

C、小于 20%

D、无法确定

C



【变式训练 3】某元素 X 所构成的单质 (X_2) 分子有三种，它们的式量分别是 158、160、162. 在天然的单质中，该三种单质分子的物质的量之比为 1 : 1 : 1，求：

(1) X 元素有几种同位素？

(2) X 元素的同位素的质量数分别为多少？

(3) X 元素的近似相对原子质量为多少？



【变式训练 3】某元素 X 所构成的单质 (X_2) 分子有三种，它们的式量分别是 158、160、162. 在天然的单质中，该三种单质分子的物质的量之比为 1 : 1 : 1，求：

(1) X 元素有几种同位素？

(2) X 元素的同位素的质量数分别为多少？

(3) X 元素的近似相对原子质量为多少？

(1) 2 种

(2) 79, 81

(3) 80



【变式训练 4】某元素 X 所构成的单质 (X_2) 分子有三种，它们的式量分别是 158、160、162. 在天然的单质中，该三种单质分子的所含两种同位素的物质的量之比为 3:1，则三种单质分子的物质的量之比可能是 () (**双选**)

A、 9:6:1

B、 1 : 1 :1

C、 9:6:2

D、 6:3:1



【变式训练 4】某元素 X 所构成的单质 (X_2) 分子有三种，它们的式量分别是 158、160、162. 在天然的单质中，该三种单质分子的所含两种同位素的物质的量之比为 3:1，则三种单质分子的物质的量之比可能是 (**AD**) (**双选**)

A、 9:6:1

B、 1 : 1 :1

C、 9:6:2

D、 6:3:1



【变式训练 5】

已知铜元素有两种同位素 ^{63}Cu 和 ^{65}Cu ，铜元素的近似相对原子质量为 63.5.

(1) 求铜元素中 ^{63}Cu 和 ^{65}Cu 的原子个数比；

(2) 在 31.8g 氧化铜中含有 ^{63}CuO 的质量为多少克？



【变式训练 5】

已知铜元素有两种同位素 ^{63}Cu 和 ^{65}Cu ，铜元素的近似相对原子质量为 63.5.

(1) 求铜元素中 ^{63}Cu 和 ^{65}Cu 的原子个数比；

(2) 在 31.8g 氧化铜中含有 ^{63}CuO 的质量为多少克？

(1) 3:1 (2) 23.7g



【补充练习 1】 0.8molCO_2 通入 $1\text{L}1\text{mol/LNaOH}$ 溶液中，产生 NaHCO_3 与 Na_2CO_3 的物质的量之比是多少？

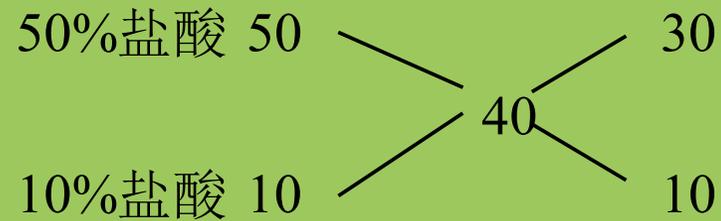


【补充练习 2】将 50% 的盐酸溶液与 10% 盐酸溶液混合成 40% 的盐酸溶液，求所取两种溶液的质量比。



【补充练习 2】将 50% 的盐酸溶液与 10% 盐酸溶液混合成 40% 的盐酸溶液，求所取两种溶液的质量比。

解析：



$$\frac{m(50\%HCl)}{m(10\%HCl)} = \frac{3}{1}$$



【补充练习 3】 CH_4 与 C_3H_8 的混合气体密度与同温同压下 C_2H_6 的密度相等，混合气体中 CH_4 与 C_3H_8 的体积比是（ ）

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

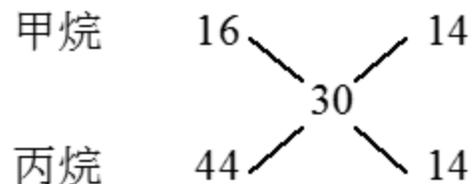


【补充练习3】 CH_4 与 C_3H_8 的混合气体密度与同温同压下 C_2H_6 的密度相等，混合气体中 CH_4 与 C_3H_8 的体积比是（ ）

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

解析：

平均摩尔质量为 30 g/mol



$$\frac{V(\text{CH}_4)}{V(\text{C}_3\text{H}_8)} = 1:1, \text{ 选 } D。$$



Q & A

