第二课时　物质的量在化学方程式计算中的应用

【课程标准要求】

1．掌握物质的量在化学方程式计算中的应用。

2．学会化学方程式计算的一般方法和步骤。

新知自主预习　　夯基固本

1．化学方程式中化学计量数与相关物理量的关系

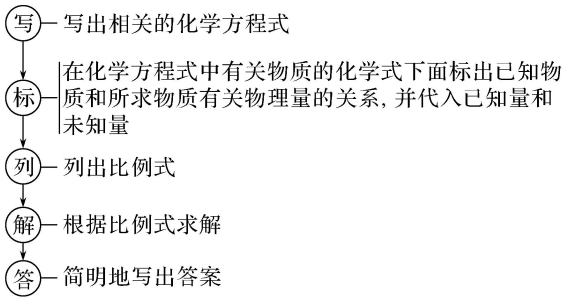
$2CO$	＋	O_2	$\underline{\underline{点燃}}$	$2CO_2$	化学计量数
2	1	2	扩大 N_A 倍	$2N_A$	N_A
$2N_A$	物质的量	2 mol	1 mol	2 mol	质量
56 g	32 g	88 g	标况下气体体积	44.8 L	22.4 L
44.8 L					

结论：

(1)化学方程式中各物质的化学计量数之比等于其<u>粒子数目</u>之比，等于其<u>物质的量</u>之比。

(2)对于有气体参加的反应，在同温同压下各气体的化学计量数之比等于其<u>体积</u>之比。

2．物质的量应用于化学方程式计算的解题步骤



3．注意事项

(1)书写格式规范化：在根据化学方程式计算的过程中，各物理量、物质名称、公式等尽量用符号表示，且数据的运算要公式化并带单位。

(2)单位运用对应化：根据化学方程式计算时，如果题目所给的两个量单位不一致，要注意两个量的单位要“上下一致，左右相当”。

(3)如果两种反应物的量都是已知的，求解某种产物的量时，必须先判断哪种物

质过量，然后根据不足量的物质进行计算。

【微自测】

一块表面被氧化的钠的质量是 10.8 g，投入水中，完全反应得到标准状况下的氢气 0.2 g，则原钠块中被氧化的钠的质量是(　　)

A．4.6 g　　B．6.2 g

C．7.8 g　　D．9.2 g

答案　A

解析　设产生 0.2 g 氢气需钠的质量为 x。

$$2Na+2H_2O=\!=\!=2NaOH+H_2\uparrow$$

46　　2

x　　0.2 g

$$\frac{46}{x}=\frac{2}{0.2\ g}$$

解得 $x=4.6$ g，则氧化钠的质量是 10.8 g－4.6 g＝6.2 g，

$$n(Na_2O)=\frac{6.2\ g}{62\ g\cdot mol^{-1}}=0.1\ mol。$$

根据反应：$4Na+O_2=\!=\!=2Na_2O$ 可知，被氧化的钠的物质的量为 0.1 mol×2＝0.2 mol，被氧化的钠的质量为 0.2 mol×23 $g\cdot mol^{-1}$＝4.6 g。

课堂互动探究　　启迪思维

一、铝与盐酸、NaOH 溶液反应的计算

【活动探究】

反应原理

铝与盐酸、NaOH 溶液反应的化学方程式分别为

①$2Al+6HCl=\!=\!=2AlCl_3+3H_2\uparrow$

②$2Al+2NaOH+2H_2O=\!=\!=2NaAlO_2+3H_2\uparrow$

问题探究

1．等量的铝分别与足量的盐酸和 NaOH 溶液反应，消耗 HCl 和 NaOH 的物质的量有什么关系？

提示：等量的 Al 分别与足量的盐酸和 NaOH 溶液反应，消耗 HCl 和 NaOH 的物质的量之比为 3∶1。

2．等量的铝分别与足量的盐酸和 NaOH 溶液反应，生成 H_2 的量有什么关系？

提示：相同状况下，产生 H_2 的体积比为 1∶1。

3．足量的铝与等物质的量浓度、等体积的盐酸和 NaOH 反应，生成 H_2 的量又有什么关系？

提示：足量的铝与等物质的量的 HCl 和 NaOH 反应，相同状况下产生 H_2 的体积比为 1∶3。

【核心归纳】

铝与酸、碱溶液反应生成 H_2 的定量关系

反应物的量	产生 H_2 的体积关系
等量的铝分别与足量盐酸和 NaOH 溶液反应	$\frac{V_{HCl}(H_2)}{V_{NaOH}(H_2)}=1$
足量的铝分别与盐酸和 NaOH 溶液反应(HCl、NaOH 的物质的量相等)	$\frac{V_{HCl}(H_2)}{V_{NaOH}(H_2)}=\frac{1}{3}$
一定量的铝分别与不足量的盐酸和过量的 NaOH 溶液反应(HCl、NaOH 的物质的量相等)	$\frac{1}{3}<\frac{V_{HCl}(H_2)}{V_{NaOH}(H_2)}<1$

一定量的铝分别与一定量的盐酸和氢氧化钠溶液反应，若产生的氢气的体积比为 $1∶3<V_{HCl}(H_2)∶V_{NaOH}(H_2)<1∶1$，则必定存在以下情况：

$\begin{cases}\text{铝与盐酸反应，铝过量而盐酸不足。}\\\text{铝与氢氧化钠溶液反应，铝不足而氢氧化钠溶液过量。}\end{cases}$

名师点拨

[**典例 1**]　甲、乙两烧杯中分别盛有 100 mL 浓度均为 3 mol/L 的盐酸与 NaOH 溶液，向两烧杯中分别加入等质量的铝粉，反应结束后测得同温同压下生成气体的体积之比为 1∶2，则加入铝粉的质量为(　　)

A．5.4 g　　B．3.6 g

C．2.7 g　　D．1.8 g

答案　A

解析　由 $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$，$2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2\uparrow$ 可知，若甲、乙两烧杯中铝粉完全反应时，两烧杯中产生 H_2 的体积相等，因为甲、乙两烧杯中反应产生 H_2 的体积(同温同压下)之比为 1∶2，所以甲、乙两烧杯中反应消耗的 Al 的质量之比为 1∶2。综合上述分析可得，甲烧杯中盐酸不足，反应产生 H_2 的物质的量 $n(H_2) = \frac{1}{2}n(HCl) = 0.15\ mol$；乙烧杯中反应产生 H_2 的物质的量 $n(H_2) = 0.3\ mol$，则乙烧杯中反应消耗的 $n(Al) = 0.2\ mol$，可知乙烧杯中 NaOH 过量，Al 不足，所以 $m(Al) = 0.2\ mol \times 27\ g \cdot mol^{-1} = 5.4\ g$。

【实践应用】

1．铝分别与足量的稀盐酸和氢氧化钠溶液反应，当两个反应放出的气体在相同状况下体积相同时，反应中消耗的 HCl 和 NaOH 的物质的量之比为(　　)

A．1∶1　　B．2∶1

C．3∶1　　D．1∶3

答案　C

解析

$$\begin{array}{ccccccc} 2Al & + & 6HCl & = & 2AlCl_3 & + & 3H_2\uparrow \\ 6\ mol & & 3\ mol & & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccc} 2Al & + & 2NaOH & + & 2H_2O & = & 2NaAlO_2 & + & 3H_2\uparrow \\ 2\ mol & & 3\ mol & & & & & & \end{array}$$

$n(HCl)∶n(NaOH) = 6∶2 = 3∶1$。

2．甲、乙两烧杯中分别装有等体积、等物质的量浓度的硫酸和氢氧化钠溶液，现向两烧杯中各加入等物质的量的铝，在相同状况下生成氢气的体积比为 5∶6，则甲、乙两烧杯中的反应情况可能是(　　)

A．甲、乙中都是铝过量

B．甲中铝过量，乙中碱过量

C．甲中酸过量，乙中铝过量

D．甲中酸过量，乙中碱过量

答案　B

解析　设 Al 与硫酸、氢氧化钠溶液反应生成氢气的体积分别为 $V_{甲}$、$V_{乙}$，由化学方程式 $2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$ 和 $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2$

$+3H_2\uparrow$可知，若两个烧杯中铝均不足，则铝完全反应，产生氢气的体积比$V_{甲}:V_{乙}=1:1$；若两种情况下铝均过量，则硫酸和氢氧化钠均完全反应，产生氢气的体积比$V_{甲}:V_{乙}=2:3$；现在氢气的体积比$V_{甲}:V_{乙}=5:6$，则甲烧杯中铝过量，硫酸完全反应，乙烧杯中铝完全反应，氢氧化钠过量。

二、化学方程式计算中的常用解题技巧

方法一　关系式法

【核心归纳】

当已知物和未知物之间是靠多个反应来联系时，只需直接确定已知量和未知量之间的比例关系，即“关系式”。

(1)根据化学方程式确定关系式

写出发生反应的化学方程式，根据量的关系写出关系式。

如：把CO还原Fe_2O_3生成的CO_2通入澄清的石灰水中，求生成沉淀的量。

发生反应的化学方程式：$3CO+Fe_2O_3\xlongequal{高温}2Fe+3CO_2$，$CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+H_2O$。

则关系式为$3CO\sim3CO_2\sim3CaCO_3$，即$CO\sim CaCO_3$。

(2)根据原子守恒确定关系式

上述例子中也可直接根据碳原子守恒得出$CO\sim CaCO_3$。

名师点拨

根据化学方程式确定关系式时要找出方程式变化中的“中间量”，通过“中间量”找出“已知量”与“未知量”之间的物质的量的关系，如由硫黄制取H_2SO_4的三步反应为：

$S+O_2\xlongequal{点燃}SO_2$；$2SO_2+O_2\xrightarrow[\triangle]{催化剂}2SO_3$

$SO_3+H_2O=H_2SO_4$。

反应中已知量与未知量之间的关系为：

已知量——中间量——中间量——未知量

$S\longrightarrow$　$SO_2\longrightarrow$　$SO_3\longrightarrow$　H_2SO_4

1 mol　1 mol　1 mol　1 mol

即$S\sim H_2SO_4$

[**典例 2**]　在室温下，向 100 mL $CuSO_4$ 饱和溶液中加入足量的经硫酸酸化的 KI 溶液，发生如下反应：

$2Cu^{2+}+4I^-=\!=2CuI\downarrow+I_2$，反应完全后，用 0.625 mol/L 的 $Na_2S_2O_3$ 溶液进行滴定：$I_2+2S_2O_3^{2-}=\!=2I^-+S_4O_6^{2-}$，消耗了 20 mL $Na_2S_2O_3$ 溶液，计算原饱和溶液中 $CuSO_4$ 的物质的量浓度。

答案　0.125 mol/L

解析　由方程式可得关系式 $2CuSO_4 \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$，据此计算原溶液中 $CuSO_4$ 的物质的量，再根据 $c=\frac{n}{V}$ 计算原饱和溶液中 $CuSO_4$ 的物质的量浓度。

设硫酸铜的物质的量浓度为 x，根据反应方程式可得关系式:

$2CuSO_4 \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$

2　　2

0.1 L×x　0.625 mol/L×0.02 L

0. 1 L×x = 0.625 mol/L×0.02 L，x = 0.125 mol/L。

方法二　差量法

——————【核心归纳】——————

根据化学反应前后物质的有关物理量发生的变化，找出所谓的“理论差量”，如反应前后的质量差、物质的量差、气体体积差等，该差量与反应物、生成物的有关量成正比。差量法就是借助这种比例关系求解的方法。

差量可以是物质的量的差，对固体、液体而言，差量可以是质量差、粒子个数差；对气体而言，差量还可以是同温、同压下的体积差。

(1)固体质量示例：对化学反应 $CuO+H_2\xlongequal{\triangle}Cu+H_2O$ 中的固体物质作定量研究会发现，每 80 g CuO 发生反应，同时有 64 g Cu 生成，反应前后固体的质量差为 16 g，此质量关系可表示为：

$CuO+H_2\xlongequal{\triangle}Cu+H_2O$　固体质量差(Δm)

80 g　　64 g　　16 g

这个固体质量差(Δm)我们称之为“差量”。若取任意量的 CuO 与 H_2 发生化学反应，参加反应的固体与生成的固体在质量上有定量关系：$\frac{m(CuO)}{80}=\frac{m(Cu)}{64}$

$=\frac{m(CuO)-m(Cu)}{16}$。

(2)气体体积差示例，实验室可将氧气通过高压放电管来制取臭氧：$3O_2 \xlongequal{放电} 2O_3$。将 8 L 氧气通过放电管后恢复到原状况，得到气体 6.5 L，据此求臭氧的体积。

$3O_2$	$\xlongequal{放电}$	$2O_3$	ΔV
3		2	1
		$V(O_3)$	8 L－6.5 L

$V(O_3)$　8 L－6.5 L

$\frac{V(O_3)}{2}=\frac{8\ L-6.5\ L}{1}$

$V(O_3)=3\ L$

【实践应用】

3．已知 $Fe+S \xlongequal{\triangle} FeS$，$FeS+2HCl=FeCl_2+H_2S\uparrow$，$2H_2S+3O_2 \xlongequal{点燃} 2SO_2+2H_2O$，一定量的铁粉和 9 g 硫粉混合加热，待其反应后再加入过量盐酸，将生成的气体完全燃烧，其收集得 9 g 水，则加入的铁粉质量为(　　)

A．14 g　　B．42 g

C．56 g　　D．28 g

答案　D

解析　根据反应方程式可找出已知量与未知量的关系。

$Fe \sim FeS \sim H_2S \sim H_2O$

56　　18

x g　　9 g

则$\frac{56}{x\ g}=\frac{18}{9\ g}$，解得 $x=28$ g，即加入的铁粉为 28 g。

4．现有两种 Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 的混合物 X 和 Y。已知 Na_2CO_3 受热难分解，而 $NaHCO_3$ 受热易分解：$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$。

(1)现取 5.00 g 混合物 X，充分加热后混合物质量减少了 0.31 g，则原混合物中碳酸钠的质量为_____。

(2)现取 5.00 g 混合物 Y，充分加热至恒重，把放出的气体通入足量澄清石灰水

中，生成 2.00 g 沉淀，则原混合物中碳酸氢钠的质量分数为_____。

答案　(1)4.16 g　(2)67.2%

解析　(1)$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$　Δm

2×84 g　62 g

$m(NaHCO_3)$　0.31 g

则$\dfrac{2\times84\ g}{m(NaHCO_3)}=\dfrac{62\ g}{0.31\ g}$，

解得 $m(NaHCO_3)=0.84$ g，原混合物中 Na_2CO_3 的质量为 5.00 g − 0.84 g = 4.16 g。

(2)$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$，

$Ca(OH)_2 + CO_2 = H_2O + CaCO_3\downarrow$，由此得关系式:

$2NaHCO_3 \sim CO_2 \sim CaCO_3$

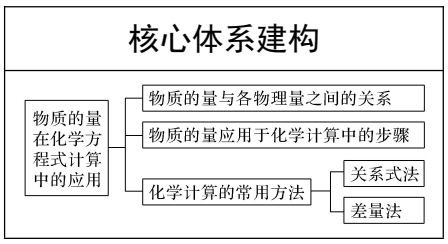
设原混合物中含 $NaHCO_3$ 质量为 x

$\dfrac{2\times84}{x}=\dfrac{100}{2.00\ g}$，解得 $x=3.36$ g，

则 $w(NaHCO_3)=\dfrac{3.36\ g}{5\ g}\times100\%=67.2\%$。

课堂小结·即时达标

建体系·固双基



即时达标

1．4 mol Fe 和 3 mol Cl_2 完全反应，生成 $FeCl_3$ 的物质的量是(　　)

A．2 mol　　B．3 mol

C．4 mol　　D．1 mol

答案　A

解析　先判断哪种物质过量，根据

$2Fe + 3Cl_2 \xlongequal{\triangle} 2FeCl_3$

2 mol　3 mol　2 mol

可知 3 mol Cl_2 能与 2 mol Fe 恰好完全反应，故 Fe 过量。应按氯气的量计算，可知 $n(FeCl_3)$ = 2 mol。

2．质量比为 2∶3 的金属铝分别跟足量稀 H_2SO_4 和 NaOH 溶液反应，则产生 H_2 的体积比是(　　)

A．1∶2　　B．1∶3

C．2∶3　　D．3∶2

答案　C

解析　根据得失电子守恒可知，参加反应的铝的质量之比即为产生 H_2 的体积比。

3．标准状况下，3.25 g 锌与足量的盐酸反应生成 x L 氢气，下列比例式正确的是(　　)

A.

$$\begin{array}{ccccccc} Zn & + & 2HCl & = & ZnCl_2 & + & H_2\uparrow \\ 1\ mol & & 1\ mol & & 3.25\ g & & x\ L \end{array}$$

B.

$$\begin{array}{ccccccc} Zn & + & 2HCl & = & ZnCl_2 & + & H_2\uparrow \\ 65\ g & & 1\ L & & 3.25\ g & & x\ L \end{array}$$

C.

$$\begin{array}{ccccccc} Zn & + & 2HCl & = & ZnCl_2 & + & H_2\uparrow \\ 1\ mol & & 22.4\ L & & 0.05\ mol & & x\ L \end{array}$$

D.

$$\begin{array}{ccccccc} Zn & + & 2HCl & = & ZnCl_2 & + & H_2\uparrow \\ 65\ g & & 1\ mol & & 3.25\ g & & x\ L \end{array}$$

答案　C

解析　比例式应注意单位要“上下一致，左右对应”。

4．将足量铁粉放入 100 mL 0.1 mol/L 的 $CuSO_4$ 溶液中，充分反应后析出的铜的质量为(　　)

A．32 g　　B．6.4 g

C．0.64 g　　D．3.2 g

答案　C

解析　设析出铜的质量为 m g

$$\begin{array}{ccccccc} Fe & + & CuSO_4 & = & FeSO_4 & + & Cu \\ 1\ mol & 64\ g & 0.1\times100\times10^{-3}\ mol & & & & m \end{array}$$

解得 $m = 0.64$ g。

5．1.15 g 金属钠与水反应，得到 100 mL 溶液，试计算：

(1)生成的气体在标准状况下的体积。

(2)反应后所得溶液的物质的量浓度。

答案　(1)0.56 L　(2)0.5 mol/L

解析　设生成标准状况下气体的体积为 V，物质的量浓度为 c。

$$\begin{array}{ccccccc} 2Na & + & 2H_2O & = & 2NaOH & + & H_2\uparrow \\ 2\times23\ g & 2\ mol & 22.4\ L & 1.15\ g & 0.1\ L\times c & & V \end{array}$$

$$V = \frac{22.4\ L\times1.15\ g}{2\times23\ g} = 0.56\ L,$$

$$c = \frac{2\ mol\times1.15\ g}{2\times23\ g\times0.1\ L} = 0.5\ mol/L。$$

课时训练

检测效果

一、选择题(本题包括 12 小题，每小题只有一个选项符合题意)

1．在同温同压下，50 mL 气体 A_2 跟 100 mL 气体 B_2 化合生成 50 mL 气体 C，则 C 的化学式是(　　)

A．AB_2　　B．A_2B

C．AB_3　　D．A_2B_4

答案　D

解析　利用化学方程式中物质的量之比等于相同条件下气体的体积之比都等于化学计量数之比，写出该反应的化学方程式为 $A_2 + 2B_2 = C$，又根据质量守恒(原子个数守恒)，可知 C 的化学式为 A_2B_4。

2．1.6 g NaOH 恰好与 20 mL 的盐酸完全反应，则盐酸的物质的量浓度为(　　)

A．0.2 mol/L　　B．2 mol/L

C．0.5 mol/L　　D．1 mol/L

答案　B

解析　根据反应 $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$ 可知，$n(NaOH) = n(HCl)$，则 $n(HCl) = \frac{1.6\ g}{40\ g/mol} = 0.04\ mol$，$c(HCl) = \frac{0.04\ mol}{0.02\ L} = 2\ mol/L$。

3．等量的铁粉分别与足量的盐酸、水蒸气在一定的条件下充分反应，则在相同的条件下，产生氢气的体积比是(　　)

A．1∶1　　B．3∶4

C．2∶3　　D．4∶3

答案　B

解析　设 Fe 的物质的量为 1 mol，由反应 $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$，得 1 mol Fe 与足量的盐酸反应产生的 H_2 为 $n(H_2) = 1\ mol$，由反应 $3Fe + 4H_2O(g) \xlongequal{高温} Fe_3O_4 + 4H_2$，得 1 mol Fe 与足量的水蒸气反应产生的 H_2 为 $n(H_2) = \frac{4}{3}\ mol$。在相同条件下产生氢气的体积比等于其物质的量之比，即 $1 : \frac{4}{3} = 3 : 4$。

4．将 5.0 g 某合金放入足量的稀盐酸中，共收集氢气的体积(标准状况下)为 2.24 L，则该合金可能是(　　)

A．Mg-Al 合金　　B．Fe-Al 合金

C．Fe-Zn 合金　　D．Cu-Zn 合金

答案　B

解析　由题意知，$n(H_2) = 0.1\ mol$，即产生 0.1 mol H_2 消耗该合金 5.0 g，则产生 1 mol H_2 消耗该合金 50 g，满足此条件的合金的要求是产生 1 mol H_2 时消耗一种成分金属的质量大于 50 g，另一种成分金属的质量小于 50 g。对于给出的金属，产生 1 mol H_2 时消耗各金属的质量分别为 $m(Mg) = 24\ g$，$m(Al) = 18\ g$，$m(Fe) = 56\ g$，$m(Zn) = 65\ g$，Cu 与稀盐酸不反应；故选 B。

5．如图所示，在密闭容器中，一边装有一定量的金属钠，一边装有一定量的氧化汞($2HgO \xlongequal{\triangle} 2Hg + O_2\uparrow$)，同时加热容器的两部分，钠和氧化汞都完全反应后，恢复到原温度，容器内空气的成分仍不变。则钠和氧化汞的物质的量之比是(　　)

A．1∶1　　B．3∶1

C．4∶1　　D．1∶4

答案　A

解析　由容器内空气的成分不变，可知 HgO 受热分解产生的 O_2 与 Na 恰好完全反应。根据化学方程式 $2HgO \xlongequal{\triangle} 2Hg + O_2\uparrow$ 和 $2Na + O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$ 可知 $n(Na)$∶$n(HgO) = 1$∶1。

6．将 5.0 g $CaCO_3$ 加入到足量盐酸中，并将生成的气体完全通入足量的红热的炭中充分反应，得到气体的体积(标准状况下)为(　　)

A．1.12 L　　B．2.24 L

C．11.2 L　　D．22.4 L

答案　B

解析　设生成的气体体积为 V，则根据化学方程式 $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$，$C + CO_2 \xlongequal{高温} 2CO$ 可知：

$CaCO_3 \sim CO_2 \sim 2CO$

100 g　2×22.4 L

5 g　V

故 $V = 2\times22.4\ L\times\frac{5\ g}{100\ g} = 2.24\ L$。

7．某碱式碳酸镁[$Mg(OH)_2\cdot xMgCO_3$]固体 31 g 恰好与 100 mL 8 $mol\cdot L^{-1}$ 的盐酸反应生成氯化镁溶液，则 x 的值为(　　)

A．3　　B．4

C．2　　D．1

答案　A

解析　恰好与 100 mL 8 $mol\cdot L^{-1}$ 的盐酸反应生成氯化镁溶液，则 $2n(Mg) = n(HCl) = 0.1\ L\times8\ mol\cdot L^{-1} = 0.8\ mol$，$n[Mg(OH)_2\cdot xMgCO_3] = \frac{31\ g}{(58 + 84x)\ g\cdot mol^{-1}}$，

则 $n(Mg) = \frac{31\ g}{(58 + 84x)\ g\cdot mol^{-1}}\times(1 + x) = 0.4\ mol$，

解得：$x = 3$，故选 A。

8．已知由盐酸、氯化铜、氯化铁组成的混合溶液中各阳离子的物质的量浓度相等，氯离子的总物质的量浓度为 6 $mol\cdot L^{-1}$，则该 100 mL 混合溶液最多可以溶解铁粉的质量为(　　)

A．5.6 g　　B．16.8 g

C．11.2 g　　D．33.6 g

答案　C

解析　溶液中各阳离子物质的量浓度相等，设均为 x mol·L^{-1}，氯离子总物质的量浓度为 6 mol·L^{-1}，则 $x + 2x + 3x = 6$ mol·L^{-1}，解得 $x = 1$ mol·L^{-1}，混合溶液 100 mL，则盐酸、氯化铜、氯化铁的物质的量均为 0.1 mol，由 Fe ~ 2HCl、Fe ~ $CuCl_2$、Fe ~ $2FeCl_3$ 可知，此溶液中最多可以溶解铁粉的质量为(0.05 mol + 0.1 mol + 0.05 mol)×56 g·mol^{-1} = 11.2 g。

9．在 500 mL NaOH 溶液中加入足量铝粉，反应完全后共收集到标准状况下的气体 33.6 L，该 NaOH 溶液的浓度为(　　)

A．1.0 mol·L^{-1}　　B．2.0 mol·L^{-1}

C．1.5 mol·L^{-1}　　D．3.0 mol·L^{-1}

答案　B

解析

$$2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2\uparrow$$

2 mol　67.2 L　n（NaOH）　33.6 L

$$n(NaOH) = \frac{2\ mol \times 33.6\ L}{67.2\ L} = 1.0\ mol,$$

$$c(NaOH) = \frac{1\ mol}{0.5\ L} = 2.0\ mol \cdot L^{-1}。$$

10．由 FeO、Fe_2O_3、Fe_3O_4 组成的混合物，测得其中铁元素与氧元素的质量之比为 21∶8，则这种混合物中 FeO、Fe_2O_3、Fe_3O_4 的物质的量之比可能为(　　)

①1∶1∶2　　②1∶2∶3

③1∶3∶1　　④1∶1∶3

A.①②　　B.②③

C.③④　　D.①④

答案　D

解析　由铁元素与氧元素的质量之比为 21∶8，求得铁原子与氧原子的物质的量之比为$\frac{21}{56}$∶$\frac{8}{16}$ = 3∶4，所以 Fe_3O_4 的量多少不影响混合物中的铁元素与氧元素的质量比。Fe_3O_4 可拆为 FeO·Fe_2O_3，故只要 FeO、Fe_2O_3 物质的量之比为 1∶1 即

可，故选 D。

11．用一定物质的量浓度的 NaOH 溶液使相同体积的 $FeSO_4$ 溶液和 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中的 Fe^{2+}、Fe^{3+}完全沉淀，若所用的 NaOH 溶液的体积相同，则 $FeSO_4$ 溶液和 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液的物质的量浓度之比为(　　)

A．1∶1　　B．1∶3

C．3∶1　　D．3∶2

答案　C

解析　根据关系式 $2NaOH \sim FeSO_4$、$6NaOH \sim Fe_2(SO_4)_3$，可知与相同物质的量的 NaOH 反应消耗的 $FeSO_4$ 和 $Fe_2(SO_4)_3$ 的物质的量之比为 3∶1，在体积相同的情况下，$FeSO_4$ 溶液和 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液的物质的量浓度之比为 3∶1。

12．向 500 mL 2 mol/L 的 $CuSO_4$ 溶液中插入一铁片，反应片刻后取出铁片，洗涤、烘干，称其质量比原来增加 2.0 g。下列说法错误的是(设反应后溶液的体积不变)(　　)

A．参加反应的铁的质量是 14 g

B．析出的铜的物质的量是 0.25 mol

C．反应后溶液中 $c(CuSO_4)$＝1.5 mol/L

D．反应后溶液中 $c(FeSO_4)$＝1.5 mol/L

答案　D

解析　发生反应 $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$，根据差量法得 56 g∶8 g = m(Fe)∶2.0 g，解得 m(Fe) = 14 g，A 项正确；由于 1 mol∶8 g = n(Cu)∶2.0 g，故 n(Cu) = 0.25 mol，B 项正确；原溶液中 $n(CuSO_4)$ = 0.5 L×2 mol/L = 1 mol，反应中消耗 $n(CuSO_4)$ = 0.25 mol，反应后溶液中 $c(CuSO_4) = \frac{1\ mol - 0.25\ mol}{0.5\ L}$ = 1.5 mol/L，C 项正确；反应后溶液中 $c(FeSO_4) = \frac{0.25\ mol}{0.5\ L}$ = 0.5 mol/L，D 项错误。

二、非选择题(本题包括 3 小题)

13．(1)等物质的量的钠、镁、铝分别与足量盐酸反应，产生的氢气在相同条件下的体积比为_____。

(2)等质量的钠、镁、铝分别与足量盐酸反应，产生的氢气在相同条件下的体积比为_____。

(3)将物质的量均为 0.2 mol 的钠、镁、铝分别投入 100 mL 1 mol/L 的盐酸中，三者产生的氢气在相同条件下的体积比为_____。

答案 (1)1∶2∶3 (2)$\frac{1}{23}$∶$\frac{1}{12}$∶$\frac{1}{9}$(或 36∶69∶92) (3)2∶1∶1

解析 (1)金属完全反应，令金属的物质的量均为 1 mol，根据得失电子守恒，Na 反应生成氢气的物质的量为$\frac{1\ \text{mol}\times 1}{2}$ = 0.5 mol，Mg 反应生成氢气的物质的量为$\frac{1\ \text{mol}\times 2}{2}$ = 1 mol，Al 反应生成氢气的物质的量为$\frac{1\ \text{mol}\times 3}{2}$ = 1.5 mol，相同条件下，气体体积之比等于其物质的量之比，则等物质的量的 Na、Mg、Al 生成氢气体积之比为 0.5 mol∶1 mol∶1.5 mol = 1∶2∶3。

(2)金属完全反应，令金属的质量均为 1 g，则利用反应关系式:

$2Na \sim H_2\uparrow$

46 2

1 g m

列比例式可得; $m = \frac{1\ \text{g}\times 2}{46} = \frac{1}{23}$ g;

同理可得 1 g Mg、Al 反应产生氢气的质量分别为$\frac{1}{12}$ g、$\frac{1}{9}$ g，即质量相同的 Na、Mg、Al 生成氢气的质量之比为$\frac{1}{23}$ g∶$\frac{1}{12}$g∶$\frac{1}{9}$g = 36∶69∶92，相同条件下，氢气的体积之比等于其质量之比。

(3)100 mL 1 mol/L 盐酸中 H^+的物质的量为 0.1 L×1 mol/L = 0.1 mol，若将 0.2 mol 金属钠、镁、铝分别投入到 100 mL 1 mol/L 的盐酸中，可知三种金属都过量，盐酸不足，但金属钠能与水继续反应生成氢气，所以镁、铝反应生成的氢气一样多，其生成氢气的物质的量为$\frac{0.1\ \text{mol}}{2}$ = 0.05 mol，而钠反应生成的氢气最多，其生成氢气的物质的量为$\frac{0.2\ \text{mol}}{2}$ = 0.1 mol，相同条件下，气体的体积之比等于其物质的量之比，故 Na、Mg、Al 生成氢气的体积比为 0.1 mol∶0.05 mol∶0.05 mol = 2∶1∶1。

14．一块表面已被氧化为氧化钠的钠块 17.0 g，投入到 50 g 水中，最多能产生 0.20 g 气体，填写下列空格。

(1)写出涉及的化学方程式：_____

_____。

(2)钠块中钠的质量是_____。

(3)钠块中氧化钠的质量是_____。

答案 (1)$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$，

$Na_2O+H_2O=2NaOH$ (2)4.6 g (3)12.4 g

解析 (1)该过程中涉及的化学方程式有：$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$，$Na_2O+H_2O=2NaOH$。

(2)反应生成氢气的质量为 0.20 g，则：

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$$

46　2 g　m（Na）　0.20 g

$$m(Na)=\frac{46\times 0.20\ g}{2}=4.6\ g;$$

(3)钠块中氧化钠的质量 = 17.0 g − 4.6 g = 12.4 g。

15．把 6.5 g Zn 投入足量稀盐酸中锌完全反应。计算：

(1)6.5 g Zn 的物质的量。

(2)参加反应的 HCl 的物质的量。

(3)生成 H_2 在标准状况下的体积。

答案 (1)0.1 mol (2)0.2 mol (3)2.24 L

解析 (1)$n(Zn)=\frac{6.5\ g}{65\ g/mol}=0.1\ mol$

（2）$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$

1　　2

$$\frac{1}{0.1\ mol}=\frac{2}{n(HCl)}$$

$$n(HCl)=\frac{0.1\ mol\times 2}{1}=0.2\ mol$$

（3）$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$

2 mol　22.4 L　0.2 mol　V（H_2）

$$\frac{2\ \text{mol}}{0.2\ \text{mol}}=\frac{22.4\ \text{L}}{V(\text{H}_2)}\quad V(\text{H}_2)=\frac{0.2\ \text{mol}\times 22.4\ \text{L}}{2\ \text{mol}}=2.24\ \text{L}。$$

微专题 10　合金成分的测定——知识技能型

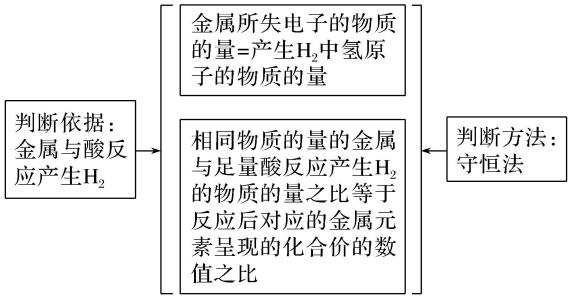
【核心归纳】

1．合金成分的测定方法

合金成分的测定分为定性和定量两个方面

(1)定性分析时，可通过观察合金的颜色或测定合金的密度大致判断金属的种类。

(2)定量分析时，可通过加酸、碱溶液验证合金的种类，对合金的成分作精确判断，再通过气体、沉淀的测量实现合金成分的定量测定。在加酸检验合金的成分时，常用的分析过程为：



2．有关合金成分的计算

解答这类问题要明确金属的性质(与酸、碱反应放出氢气等)。如 Mg—Al 合金在稀酸中溶解，这就要熟记 Mg、Al 与稀酸的反应：由 $Mg+2H^+=Mg^{2+}+H_2\uparrow$ 知 $Mg\sim H_2$，由 $2Al+6H^+=2Al^{3+}+3H_2\uparrow$ 知 $2Al\sim 3H_2$，根据放出 H_2 的量与金属的对应比例，可迅速作答。特别是铝合金溶于 NaOH 溶液中这类问题，首先明确 Al 与 NaOH 溶液的反应：$2Al+2NaOH+2H_2O=2NaAlO_2+3H_2\uparrow$，$2Al\sim 3H_2$，可由这一关系得出 Al 的量，然后再确定铝合金中其他成分的量。

[典例]　化学学习小组对某镁铝合金进行了如下实验探究，请你参与并完成有关问题。

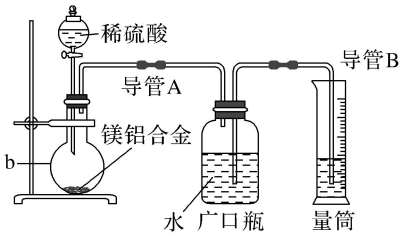
[实验药品]

12．6 g 镁铝合金，200 mL *a* mol/L 稀硫酸，520 mL 4 mol/L NaOH 溶液。

[实验步骤]

①将 12.6 g 镁铝合金与 200 mL *a* mol/L 的稀硫酸在如图

所示装置中充分反应至反应完毕，并收集生成的全部气体。



②向 b 内的混合液中逐滴加入 520 mL 4 mol/L 氢氧化钠溶液并充分混合，当氢氧化钠溶液加至 500 mL 时生成的沉淀量最大。

[问题讨论]

(1)仪器 b 的名称是_____。

(2)根据实验目的可知，12.6 g 镁铝合金与 200 mL a mol/L 的稀硫酸反应时，过量的物质应该是_____(填“镁铝合金”或“稀硫酸”)，以保证另一种物质能够完全反应无剩余；若标准状况下，由实验步骤①得到的气体为 13.44 L，则合金中镁的质量分数为_____(精确到 0.1%)。

答案　(1)圆底烧瓶　(2)稀硫酸　57.1%

解析　(1)实验装置中用于硫酸和合金反应的仪器 b 是圆底烧瓶。

(2)实验目的为测定合金中镁和铝的质量分数，实验时需要合金全部反应，所以需要稀硫酸过量；若标准状况下，由实验步骤①得到的气体体积在标准状况下为 13.44 L，设合金中镁的物质的量为 x，铝的物质的量为 y，生成氢气的物质的量为 13.44 L÷22.4 L/mol = 0.6 mol；依据反应 $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2\uparrow$、$2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$ 得 $x + 1.5y = 0.6$ mol，24 g/mol×x + 27 g/mol×y = 12.6 g，解得 $x = 0.3$ mol，$y = 0.2$ mol，则合金中镁的质量分数为 $\frac{0.3\ \text{mol}\times 24\ \text{g/mol}}{12.6\ \text{g}}\times 100\% \approx 57.1\%$。

【实践应用】

1．合金的性能往往优于组成金属，因而用途非常广泛。

(1)钠钾合金可在核反应堆中用作导热剂。5.05 g 钠钾合金溶于 200 mL 水生成 0.075 mol 氢气。计算并确定该钠钾合金的化学式为_____。

(2)镁铝合金广泛用于火箭、导弹和飞机制造业等。取不同质量的镁铝合金样品分别和 30 mL 相同浓度的盐酸反应，所取合金质量与产生气体体积(标准状况下)

如下表所示：

实验序号	A	B	C
合金质量/mg	510	765	918
气体体积/mL	560	672	672

计算镁铝合金中镁、铝的质量之比为_____。

答案 (1)NaK_2 (2)8∶9

解析 (1)假设在 5.05 g 钠钾合金中含有 K、Na 的物质的量分别是 x、y；根据二者的质量关系可得 $39x + 23y = 5.05$ g；根据失去电子的物质的量可得 $x + y = 0.15$ mol。解得 $x = 0.1$ mol，$y = 0.05$ mol，所以 $n(Na)∶n(K) = 1∶2$，因此该钠钾合金化学式是 NaK_2。

(2)根据表格的数据可知 A 组实验金属不过量，盐酸过量，金属完全反应，C 组盐酸不足量，金属过量，未完全反应，所以应该以 A 组物质为标准。假设在 510 mg 镁铝合金中镁、铝的物质的量分别是 m、n，则根据质量关系可得 $24m + 27n = 0.51$ g；根据电子守恒可得 $2m + 3n = (0.56\ L÷22.4\ L·mol^{-1})×2 = 0.05$ mol。解得 $m = 0.01$ mol，$n = 0.01$ mol，所以镁铝合金中镁、铝的质量之比为 0.24∶0.27 = 8∶9。

2．某课外活动小组收集了一种合金进行以下探究(已知铜元素的焰色试验呈绿色)。

Ⅰ.外观暗灰色，表皮光滑；

Ⅱ.在酒精灯火焰上灼烧，火焰呈绿色，合金片熔化，但不滴落；

Ⅲ.取刮去表皮的合金 10 g，放入足量的稀硫酸，收集到标准状况下的 H_2 8.96 L。

Ⅳ.另取刮去表皮的合金 10 g，放入足量的 NaOH 溶液中，也收集到标准状况下的 H_2 8.96 L。

(1)试据此判断，该合金中一定含有的元素是_____(填元素符号)；可能含有下列元素中的_____(填序号)。

A．Ag　　B．Mg

C．Na　　D．Fe

(2)如果该合金中只含 2 种元素，则二者的质量比是_____。

答案　(1)Cu、Al　A　(2)m(Al)∶m(Cu)＝18∶7

解析　(1)焰色试验呈绿色，说明含有铜元素。等质量的合金与足量的稀硫酸或 NaOH 溶液反应放出 H_2 的体积相同，说明一定含有铝，且不含其他的活泼金属，如 Na、Mg、Fe 等，则还可能含有不与稀硫酸和 NaOH 溶液反应的 Ag。该合金如果只含 2 种元素，则为 Cu、Al。

(2)由 $2Al \sim 3H_2$

2 mol　　3 mol

$$\frac{m(\text{Al})}{27\ \text{g/mol}} \quad \frac{8.96\ \text{L}}{22.4\ \text{L/mol}} = 0.4\ \text{mol},$$

解得：$m(\text{Al}) = \frac{2}{3} \times 0.4\ \text{mol} \times 27\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 7.2\ \text{g}$，

$m(\text{Cu}) = 10\ \text{g} - 7.2\ \text{g} = 2.8\ \text{g}$，

$m(\text{Al})$∶$m(\text{Cu}) = 7.2$∶$2.8 = 18$∶7。