

中学/化学/复习参考资料

内蒙古教育出版社

中学化学复习参考资料

内蒙古教育局教研室编

*

内蒙古教育出版社出版

内蒙古新华书店发行

杭锦后旗印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 9

1979年2月第一版

1979年8月第一次印刷

书号: K7167·745 定价: 0.66元

目 录

第一章	化学的基本概念·····	1
第二章	物质结构 元素周期律·····	16
第三章	电离理论·····	46
第四章	化学平衡·····	75
第五章	氧化—还原反应·····	94
第六章	化学计算·····	113
第七章	非金属元素及其化合物·····	154
第八章	金属元素及其化合物·····	200
第九章	有机物·····	219
第十章	化学实验知识和技能·····	260
	总复习题·····	278

第一章 化学的基本概念

一、分子

分子是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子，性质相同；不同种物质的分子，性质不相同。

物理变化和化学变化的区别：当物质发生物理变化时，物质的分子并没有改变，因而物质仍为原物质；当物质发生化学变化时，物质的分子本身起了变化，变成了别的分子，因而就有了新的物质生成。

由同种分子构成的物质是纯净物；由不同种分子构成的物质是混和物。如氧气是纯净物；空气是混和物。

二、原子

分子很小，但是能够经过化学反应而变为其它物质的分子，可见分子还是可分的。在变为其它物质的分子过程中，出现更小的微粒，由这些小微粒再组成新分子。科学上把这种用化学方法不能再分的微粒叫做原子。原子是化学变化中的最小微粒。

有些物质是由分子构成的，还有些物质是由原子直接构成的。如，水由水分子构成；铁、汞分别由铁原子、汞原子构成。

三、元素

元素是具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总

称。目前已经发现 107 种元素。地壳中含量最多的元素是氧(48.6%)，其次是硅(26.30%)，再次是铝(7.73%)。

具有相同的质子数而有不同的中子数的各种原子，称为某一元素的各种同位素。如， $^{10}_6\text{C}$ 、 $^{11}_6\text{C}$ 、 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ 、 $^{15}_6\text{C}$ 就是碳元素的六种同位素原子。某种同位素在自然界中的相对含量叫做丰度。如天然存在的碳同位素的丰度： $^{12}_6\text{C}$ 为 98.2%， $^{13}_6\text{C}$ 为 1.1%， $^{14}_6\text{C}$ 为 $10^{-10}\%$ 。

由同种元素组成的物质叫做单质。如，氧气、氢气、硫和铁等都是单质。

由不同种元素组成的物质叫做化合物。如，氧化镁、二氧化碳、硫酸等都是化合物。

四、原 子 量

国际上是以碳的同位素原子 $^{12}_6\text{C}$ 质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得的数值，就是这种原子的原子量。通常所说的某种元素的原子量，是指它所含各种同位素原子的平均质量。如氯有两种同位素 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 $^{37}_{17}\text{Cl}$ ，其中 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 的丰度为 77%， $^{37}_{17}\text{Cl}$ 为 23%，则氯元素的原子量为：

$$35 \times 77\% + 37 \times 23\% = 35.46$$

五、分 子 式

用元素符号来表示物质分子组成的式子，叫分子式。

分子式能表示出：组成该分子各元素的种类，原子(或离子)的个数及其比例，各元素的质量百分组成，即百分含量，以及分子量。

例如, 硫酸的分子式是 H_2SO_4 。它表示出(1)硫酸的一个分子; (2)硫酸是由氢、硫和氧三种元素组成的; (3)硫酸分子是由两个氢原子, 一个硫原子和四个氧原子组成的, 组成是一定的, 其原子个数比是 $\text{H}:\text{S}:\text{O}=2:1:4$; (4)硫酸的各元素质量百分组成是: 氢占 2%、硫占 32.7%、氧占 65.3%; (5)硫酸的分子量 $= (2 \times \text{H} + \text{S} + 4 \times \text{O}) = 2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98$ 。

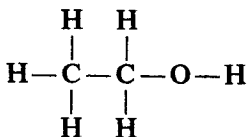
六、结 构 式

用一短线代替电子式里的每一对电子, 就是结构式。结构式不仅表示分子组成中元素的种类和原子的个数, 而且还表示出各原子的排列顺序和结合方式, 但它不表示立体构型。

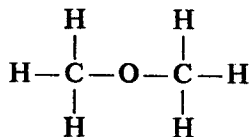
例如水分子的电子式为: $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$, 结构式为: $\text{H}-\text{O}-\text{H}$;

水的立体构型为: $\text{H} \begin{array}{c} \diagup \text{O} \diagdown \\ 105^\circ \end{array} \text{H}$, 这个构型表示出两个氢氧的键角为 105° , 说明水分子是具有极性的分子。

又如分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, 乙醇和二甲醚都是这个分子式, 必须用结构式表示这两种物质的分子, 才能区别它们。



乙醇



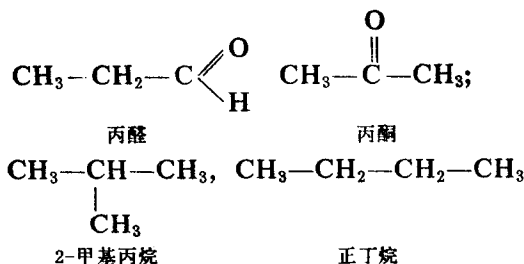
二甲醚

或用简化结构式来表示:

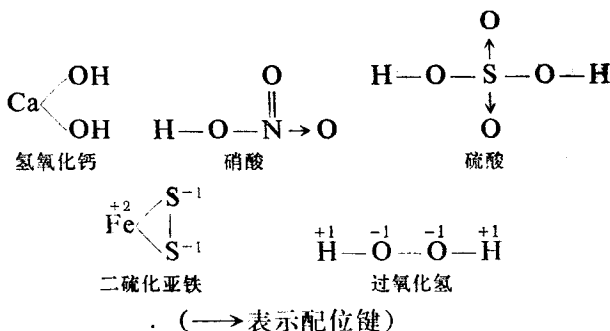


凡分子式相同, 但分子结构不同, 因而性质也不同的若干个化合物叫同分异构体。这种由于物质的分子内部原子的排

列顺序不同而产生同分异构体的现象，叫同分异构现象。象乙醇和二甲醚；丙醛和丙酮；2-甲基丙烷和丁烷等都互为同分异构体：



熟练地书写化合物分子的结构式，能帮助我们较深入的认识物质的结构，例如化合价、化学键等，还能帮助我们理解和掌握物质的性质，这是因为物质的结构决定了物质的性质的缘故。例如：



七、化 合 价

一定数目的一种元素的原子，跟一定数目的其他元素的原子相化合的这种性质，叫做化合价。

怎样确定元素的化合价呢？

在离子型化合物分子形成时，得到电子的元素为负价，得几个电子，就是负几价。失去电子的元素为正价，失几个电子，就是正几价，也就是离子的电荷数。例如， CaCl_2 为离子型化合物，在形成分子时，Ca 失去两个电子，为正 2 价，即 Ca^{+2} ；Cl 得到一个电子，为负 1 价，即 Cl^{-1} 。

在共价型化合物分子里，共用的电子对数就是化合价数，电子对靠近的元素为负价，远离的元素为正价。例如，共价型分子，硫化氢 H_2S 电子式为 $\text{H}^{\overset{+1}{\cdot}}\text{S}^{\overset{-2}{\cdot\cdot}}\text{H}^{\overset{+1}{\cdot}}$ ，硫与氢有两个共用电子对，电子对靠近硫，所以硫为负 2 价，氢就为正 1 价。

通常氢为 +1 价，可用来确定其它元素的化合价。例如， HBr 、 HClO 、 CO_2 、 NH_3 、 SiH_4 中，溴、氯、碳、氮、硅等元素的化合价依次为 -1，+1，+4，-3，-4。

化合价的规则：在化合物分子中，正价总数与负价总数的代数和为零。因此，根据分子式可以计算出各元素的化合价，也可以根据化合价来确定化合物的分子式。

原子团的化合价，就是原子团的电荷数。

酸根的化合价，酸分子中去掉一个氢离子则酸根为 -1 价，……。例如 H_3PO_4 去掉一个氢离子后，则为 -1 价的磷酸二氢根 H_2PO_4^- ；去掉两个氢离子后，则为 -2 价的磷酸氢根 HPO_4^{2-} ，去掉三个氢离子后，则为 -3 价的磷酸根 PO_4^{3-} 。

铵根的化合价；可以看作氨分子结合了一个氢离子 (H^+)，因此铵根为 +1 价。

氢氧根的化合价，可以看作水分子 (HOH) 中去掉一个氢离子 (H^+)，所以氢氧根 (OH^-) 为 -1 价。

单质分子中元素的化合价可以看作是零价。

例 1. 确定下列物质分子里各元素的化合价。

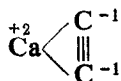
NaAlO_2 NH_4NO_3 Fe_3O_4 CaH_2 KClO_3

KMnO_4 CaC_2

〔解〕 根据分子里各元素正负化合价代数和等于零的原则来确定。如求 KClO_3 中的氯元素的化合价，设其为 x ，则 $+1+x+(-2)\times 3=0$ $x=+5$ 余此类推。

$\overset{+1}{\text{Na}}\overset{+3}{\text{Al}}\overset{-2}{\text{O}_2}$ $\overset{-3}{\text{N}}\overset{+1}{\text{H}_4}\overset{+5}{\text{NO}_3}\overset{-2}{} \quad \text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3^{+2}\text{Fe}^{+2}\text{O}^{-2})$

$\overset{+1}{\text{K}}\overset{+5}{\text{Cl}}\overset{-2}{\text{O}_3}$ $\overset{+1}{\text{K}}\overset{+7}{\text{Mn}}\overset{-2}{\text{O}_4}$ $\overset{+2}{\text{Ca}}\overset{-1}{\text{H}_2}$



八、化学方程式

用分子式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。书写化学方程式注意以下两个原则：

1. 必须以客观事实作为基础，不能臆造事实上不存在的化学反应，更不能任意编造分子式；

2. 要遵循物质不灭定律（也即质量守恒定律），等号两边各种原子的总数必须相等，因此，化学方程式必须配平。

化学方程式表示的意义：

1. 表示什么物质参加反应，结果生成什么物质。

2. 表示化学反应中，反应物、生成物各物质彼此之间的质量比以及原子、分子个数比。因此，常用化学方程式进行计算。

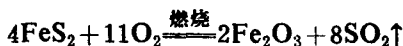
参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应生成物质

的质量总和, 这个规律叫做质量守恒定律。

写化学方程式时, 有时是在特定条件下反应, 应注明条件, 如催化剂名称、温度、压强、燃烧、高温、加热(较低温度为 600°C 以下)等。化学方程式必须配平, 一般可用观察法或奇偶法, 如用奇偶法配平黄铁矿燃烧的反应:



从反应物 O_2 看, 氧原子个数定为偶数, Fe_2O_3 中氧原子为奇数, 必须变为偶数, 因此在 Fe_2O_3 前可先填系数2, 2 不合适即填4、6...等。对这个化学方程式配平次序为: ① Fe_2O_3 前系数就是2, ② FeS_2 前为4, ③ SO_2 前为8 ④ O_2 前为11, 即



九、化学上常用的计量单位

1. 摩尔(mol): 摩尔是计算某一物系中物质的量的单位, 国际上采用 ^{12}C 原子的质量等于 0.012 千克 (即 12 克) 作为计量物质质量的标准, 也即 6.023×10^{23} 个碳原子数, 这个单位就是摩尔。所以, 某物质中所含的结构粒子数与 0.012 千克碳-12 的原子数目相等时, 即 6.023×10^{23} 个原子数, 这种物质的量就是 1 摩尔。即摩尔数为 1 摩。

$$\text{摩尔数} = \frac{\text{物质的质量(千克)}}{\text{摩尔质量(千克/摩)}}$$

$$\text{或} = \frac{\text{粒子数目}}{6.023 \times 10^{23} \text{个/摩}}$$

$$\text{或} = \frac{\text{气态物质在标准状况下的体积}(\text{m}^3)}{0.0224(\text{m}^3/\text{摩})}$$

用摩尔单位可计量分子、原子、离子和其它粒子, 应用方

便，今后将推广，并逐渐废除克分子、克原子、克离子等单位（本书仍用——编者）。

例 已知硫酸的摩尔质量为 0.098kg/mol ，求 980g 硫酸的摩尔数？

$$\text{〔解〕 } \frac{0.98\text{kg}}{0.098\text{kg/mol}} = 10 \text{ 摩。 (所求硫酸摩尔数)}$$

2. 气体摩尔体积(气体克分子体积)：在标准状况下，1 摩尔(1 克分子)任何气体占的体积都是 22.4 升。标准状况指温度 $T=273.16$ 开尔文(0°C)和压强 $P=101325$ 帕斯卡(1 大气压)。

气体的密度和相对密度：气体的密度(d)是指每升气体的质量(标准状况)；

$$d = \frac{M_{\text{克}}}{22.4 \text{ 升}} \quad (M \text{ 为该气体的克分子量})$$

甲气体对乙气体的相对密度 $d_{\text{甲/乙}}$ 是指甲气体对乙气体的同体积质量比，也就是它们克分子量之比(摩尔质量比)：

$$d_{\text{甲/乙}} = \frac{M_{\text{甲}}}{M_{\text{乙}}} \quad (M_{\text{甲}}, M_{\text{乙}} \text{ 为克分子量})$$

3. 克原子(GA)：凡是 6.023×10^{23} 个原子就是 1 克原子(1GA) (相当于 1 摩尔原子)。或者， 6.023×10^{23} 个原子的质量，以克作单位，恰好在数值上等于其原子量，就是克原子量，也就是 1GA，如碳的原子量是 12，克原子量就是 12 克，也就是 1GA 碳，即 1mol 碳。

4. 克分子(GM)：凡是 6.023×10^{23} 个分子，就是 1 克分子，即 1GM(相当于 1 摩尔分子)。或者， 6.023×10^{23} 个分子的质量，以克作单位，在数值上恰好等于其分子量，即为

1GM, 如硫酸的分子量是 98, 克分子量就是 98 克, 也就是 1GM 硫酸, 即 1mol 硫酸。

5. 克当量: 通常化合物的克当量就是它的克分子量被正或负化合价总数所除的商值。如, 硫酸 H_2SO_4 的克分子量为 98 克, 则 1 克当量的硫酸为 $98 \text{ 克} \div 2 = 49 \text{ 克}$ 。如克当量数为 2, 则 2 克当量的硫酸应为 98 克。

题 解

1. 下列说法是否正确? 如不正确如何改正?

(1) 过氧化氢分子 (H_2O_2) 里含有一个氢气分子和一个氧气分子, 因此, 过氧化氢是混和物。

(2) 锌能置换稀硫酸中的氢气。

〔答〕 (1) 这种说法是错误的。过氧化氢分子 (H_2O_2) 是由两个氢原子和两个氧原子按共价键彼此结合起来的分子, 因此它是一种化合物分子。因为过氧化氢分子只表现它自己的性质, 所以没有氢分子和氧分子的性质。

(2) 这种说法不对。因为硫酸分子中, 只有与硫酸根离子 (SO_4^{2-}) 相结合着的氢离子 (H^+), 没有氢分子。因此, 可以说, 锌能把稀硫酸中氢离子置换出来而变为氢气; 或说锌能还原稀硫酸中的氢离子而变为氢气。

2. 写出尿素、磷酸二氢钙、硫酸钾的分子式, 并分别计算以上化肥中的 N、 P_2O_5 、K 的百分含量。

〔解〕 尿素: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中:

$$\text{含氮量} = \frac{2 \times \text{N}}{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} = \frac{28}{60} \times 100\% = 46.6\%$$

磷酸二氢钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 中:

$$\text{含 } P_2O_5 \text{ 量} = \frac{P_2O_5}{Ca(H_2PO_4)_2} = \frac{142}{234} \times 100\% = 60.7\%$$

硫酸钾 K_2SO_4 中:

$$\text{含钾量} = \frac{2 \times K}{K_2SO_4} = \frac{78}{174} \times 100\% = 44.8\%$$

3. 你怎么知道空气是混和物? 求空气的平均分子量。

〔答〕 在冷却和加压的情况下, 空气就变为液态, 叫液态空气。再将液态空气分馏就得到氧气、氮气等, 其体积含量氧气(21%)、氮气(78%)、氩气、氦气等(1%), 空气是多种物质的分子混和而成的, 因此空气是混和物。

混和物没有分子量, 只能求其平均分子量; 也可以求出 22.4 升空气(标准状况)的克数, 即摩尔质量。

$$\begin{aligned} \text{摩尔质量} &= N_2 \times 78\% + O_2 \times 21\% + Ar \times 1\% \\ &= 28 \times 78\% + 32 \times 21\% + 40 \times 1\% \\ &\approx 29(\text{克}) \quad \text{分子量} = 29。 \end{aligned}$$

4. 怎样知道某种气体比空气重或轻? 用排气(空气)法收集下列气体时, 瓶口向上还是向下? (H_2 、 O_2 、 Cl_2 、 HCl 、 NH_3 、 CH_4)($Cl=35.5$, $N=14$, $C=12$, $O=16$)

〔答〕 首先计算出某气体的分子量。如果该气体的分子量大于空气的平均分子量 29 时, 说明它比空气重, 收集该气体时, 瓶口应向上, 导气管插到集气瓶内的底部, Cl_2 (71)、 HCl (36.5)、 O_2 (32)都用这种方法收集。如果气体的分子量小于 29, 则瓶口向下, 导气管也插入集气瓶内底部, H_2 (2)、 NH_3 (17)、 CH_4 (16)都用这种方法收集(括号内为分子量)。

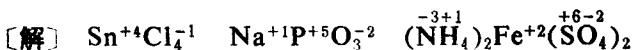
5. 在标准状况下, 500 升氯化氢有多少克分子? 质量为多少克?

〔解〕 因为 1 克分子的氯化氢是 22.4 升 (T, N, P 时),

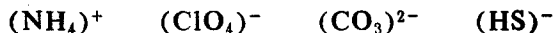
所以, $\frac{500 \text{ 升}}{22.4 \text{ 升/克分子}} = 22.3 \text{ 克分子(摩尔)}$

$22.3 \text{ 克分子} \times 36.5 \text{ 克/克分子} = 814 \text{ 克}.$

6. 指出下列物质中各元素的正、负化合价, 并标在各元素的右上角。



7. 判断下列离子中 P, S, Cr, N, Cl, C 等元素的化合价。



〔解〕 整个离子的化合价数应等于各元素正、负总化合价的代数之和。如设 H_2PO_4^- 中磷的化合价为 x :

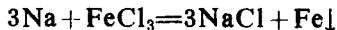
$$2 \times 1 + x + (-2) \times 4 = -1$$

$$x = +5$$

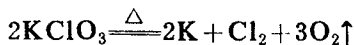
可用同样方法计算出: S^{+6} 、 Cr^{+6} 、 N^{-3} 、 Cl^{+7} 、 C^{+4} 、 S^{-2} 。

8. 下列化学方程式有否错误? 如有错误应如何改正?

① 钠和三氯化铁水溶液反应;



② 氯酸钾加热分解;



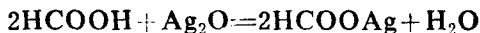
③ 稀硝酸和银反应;



④ 二氧化锰和盐酸:

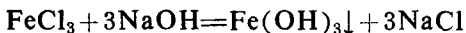
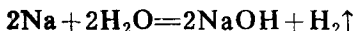


⑤ 甲酸和氧化银的氨溶液反应:

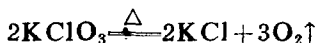


〔答〕 以上化学方程式都是错误的。

① 因为钠很活泼, 遇到水立即反应, 生成氢气和氢氧化钠; 生成的氢氧化钠再和三氯化铁发生复分解反应, 生成棕色氢氧化铁沉淀。



② 氯酸钾受热容易分解,生成物是氯化钾和氧气。



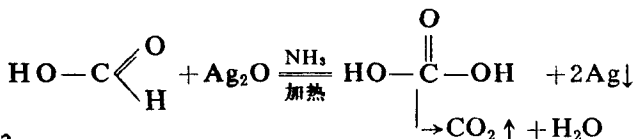
③ 硝酸和金属反应不能放出氢气。因为硝酸有氧化性，而氢气有还原性，这样产物应当是水了。硝酸氧化了金属后，一般稀硝酸转化为 NO ，浓硝酸转化为 NO_2 ，另一方面银在金属活动顺序氢后面，一般不能置换酸中的氢离子成氢气。



④ 二氧化锰不是碱性氧化物,但因为 +4 价锰具有氧化性,可以把盐酸氧化而放出氯气。MnO 是碱性氧化物,在盐酸里就转化为盐 MnCl_2 。

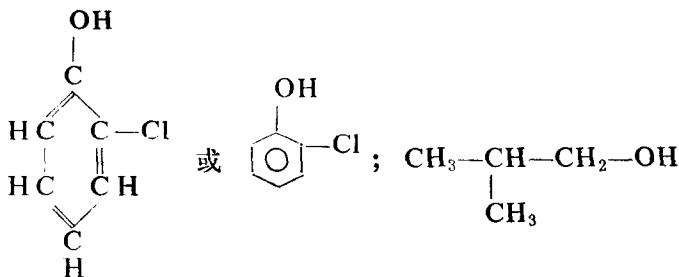


⑤ 因甲酸有醛基在氨溶液中易发生银镜反应, 即生成银和二氧化碳和水。



9. 写出小苏打、绿矾晶体、熟石灰、酒精、纯碱、氩气、明矾、邻位-氯代苯酚、2-甲基丙醇[1]的分子式，若是有机化合物只写出结构式。

〔答〕 NaHCO_3 (小苏打)、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (绿矾晶体)、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (熟石灰)、Ar (氩气)、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (明矾)、 Na_2CO_3 (纯碱)、 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ (乙醇或酒精)



邻位-氯代苯酚

2-甲基丙醇[1]

10. 下列各现象是否违反质量守恒定律？解释之，并写出有关化学方程式。

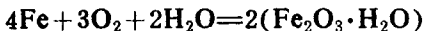
(1) 铁片在空气中变成了铁锈，铁锈的质量比铁片的质量增加了；

(2) 碳酸氢钙受热后，余下的固体物质的质量比碳酸氢钙的质量减小了；

(3) 蜡烛(主要成分 $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$)燃烧后，蜡烛的质量减到了零。

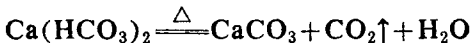
〔答〕 这三种化学现象都是遵循质量守恒定律的，都不违反这个定律。

(1) 因为铁片在潮湿的空气里容易生锈，铁就和氧气、水发生了化学反应生成了铁锈，化学方程式为：



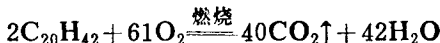
实际上,反应物的总质量等于生成物的总质量,完全遵守质量守恒定律。

(2) 碳酸氢钙受热分解:



由于生成物中的二氧化碳和水蒸汽逃逸,只余下碳酸钙固体,而碳酸钙的质量仅仅是生成物的一部分,所以要比碳酸氢钙质量小,但如果加上逃逸的二氧化碳和水的质量,就和反应前的碳酸氢钙的质量相等了。

(3) 蜡烛燃烧的反应:



在燃烧反应中,由于高温二氧化碳和水蒸汽逃逸了。实际上蜡烛和氧的质量总和等于二氧化碳和水的质量总和。

11. 填空

(1) 由同种元素组成的物质叫做____; 由不同种元素组成的物质叫做____。由同种分子构成的物质是____; 由不同种分子构成的物质是____。

(2) 在____状况下, 1 摩尔的任何气体占的体积都是____升, 所含气体的分子数是____个。

[答] (1) 单质, 化合物, 纯净物; 混和物

(2) 标准, 22.4 升, 6.023×10^{23}

练 习 题

1. 写出下列物质的分子式, 并标出各元素的化合价。

碱式氯化镁; 碳酸氢铵; 氰化钾(氮为 -3 价); 亚硝酸钙;
氮化镁。