解析高中化学物质的量及气体摩尔体积知识点

■黄厚能

一、考试要点

(1)了解物质的量的单位——摩尔(mol)、摩尔质量、气体摩尔体积、阿伏伽德罗常数的含义。(2)根据物质的量与微粒(原子、分子、离子等)数目、气体体积(标准状况下)之间的相互关系进行有关计算。

二、知识点解析

(一)物质的量、摩尔、摩尔质量、气体摩尔体积

1.物质的量、摩尔:物质的量是国际单位制中七种基本量之一,摩尔是物质的量的单位。每摩尔物质含有阿伏伽德罗常数个微粒。阿伏伽德罗常数:其数值为0.012 kg^{12}C所含的碳原子数,大约为6.02×10^{23},单位为mol^{-1},其中微粒指微观粒子,如分子、原子、离子、质子、电子或其他粒子或它们的特定组合。

例1 下列关于物质的量的说法不正确的是(　　)。

A.是国际单位制中7个基本单位之一

B.表示含有一定数目的粒子的集体

C.单位是"摩尔"

D.是表示物质数量的单位

解析:不正确的说法是D。

2.摩尔质量:人们将单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量,常用单位为$g\cdot mol^{-1}$。物质的量(n)、物质的质量(m)和物质的摩尔质量(M)之间存在着关系$n=\frac{m}{M}$。

3.气体摩尔体积:在相同的温度和压强下,1 mol任何气体所占有的体积在数值上近似相等。一定的温度和压强下,单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积,常用单位是$L\cdot mol^{-1}$。1 mol任何气体在标准状况下(0 ℃,1.01×10^5 Pa)所占的体积约是22.4 L,这个体积叫做标准状况下气体的摩尔体积,记作V_m,其数值为22.4 $mol\cdot L^{-1}$。这个概念要同时具备3个要点:在标准状况下、1 mol任何气体、体积约是22.4 L。

例2 在同温同压下,某容器真空时的质量为201 g,当它盛满甲烷时质量为203.4 g,而盛满气体Y时质量为205.5 g,则Y气体的相对分子质量为多少?

解析:由$\frac{203.4-201}{16}=\frac{203.4-201}{M}$,得$M=32$。

知识延伸:混合气体的平均相对分子质量的计算式为$M=M_1\times n_1\%+M_2\times n_2\%+M_3\times n_3\%$,其中$M_1$、$M_2$、$M_3$是每一种气体的相对分子质量,$n_1\%$、$n_2\%$、$n_3\%$是混合气体中每一种气体的物质的量分数。

例3 某固体A在一定的温度下分解生成气体B、C、D,满足条件$2A\xlongequal{}B+2C+3D$,若测得生成气体的质量是相同体积的H_2质量的15倍,则:(1)生成的混合气体的摩尔质量为多少?(2)固体A的摩尔质量是多少?

解析:混合气体的平均相对分子质量为$\overline{M}=2\times15=30$。根据质量守恒定律得$2M_A=M_B+2M_C+3M_D$,而混合气体的平均相对分子质量$\overline{M}=(M_B+2M_C+3M_D)\times\frac{1}{6}=2M_A\times\frac{1}{6}=30$,所以$M_A=90$。

(二)化学基本定律

1.质量守恒定律。参加反应的各种物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和。这一定律是书写化学方程式和化学计算的重要依据。

例4 A mol C_2H_2跟B mol H_2在密闭容器中反应,当达到化学平衡时,生成C mol C_2H_4。将平衡混合气体完全燃烧生成CO_2和H_2O,所需氧气的物质的量是(　　)。

A.$3A+B$

B.$\frac{5}{2}A+\frac{B}{2}-\frac{C}{3}$

万方数据

C.$3A+B+2C$

D.$\frac{5A}{2}+\frac{B}{2}$

解析：由 $C\sim CO_2\sim O_2$，$4H\sim 2H_2O\sim O_2$（C、H、O 在整个反应过程中质量守恒），得 A mol $C_2\sim 2A$ mol O_2，$(2A+2B)$ mol $H\sim \frac{2A+2B}{4}$ mol O_2，故所需氧气的总量为 $2A+\frac{2A+2B}{4}=\frac{5A}{2}+\frac{B}{2}$。答案为 D。

2.阿伏伽德罗定律。在同温同压下，同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

阿伏伽德罗定律的应用：克拉伯龙方程式，通常用下式表示：①$pV=nRT$；②$pV=\frac{mRT}{M}$；③和 $pM=\rho RT$。

注意：①标准状况下气体的体积(L)＝22.4 mol·L^{-1}×物质的量(mol)，气体摩尔质量(g·mol^{-1})＝22.4 mol·L^{-1}×标准状况下气体的密度(g·L^{-1})；②在同温同压下，任何气体的体积比等于其分子个数之比，也等于其物质的量之比；③在同温同压下，任何气体的密度比等于其相对分子质量之比，也等于同体积的质量之比；④温度和体积一定时，气体的压强与物质的量成正比；若温度和压强一定时，气体的体积与物质的量成正比；⑤温度与气体的物质的量一定时，气体的压强与体积成反比。

(1)同温同压时：$V_1:V_2=n_1:n_2=N_1:N_2$，$\rho_1:\rho_2=M_1:M_2$；同质量时：$V_1:V_2=M_2:M_1$。

例5 下列关于 A g H_2 和 B g He 的说法正确的是(　　)。

A.同温、同压下，H_2 与 He 的体积比为 $A:2B$

B.同温、同压下，若 $A=B$，则 H_2 与 He 的物质的量之比为 2∶1

C.体积相同时，He 的质量一定大于 H_2 的质量

D.同温、同压下，若两者的物质的量相同，其体积也相同

解析：A 项中两种气体的体积比等于它们的物质的量之比，即 $2A:B$；B 项正确；C 项中如果仅知道两种气体的体积相同，无法判断出两者的物质的量的多少，也就很难判断出质量的大小，因为两种气体所处的温度、压强不一定相等，因而体积相同时，物质的量不一定相同；D 项中相同温度、相同压强、相同物质的量的气体，体积一定相同。本题选 BD。

(2)同温同体积时：$p_1:p_2=n_1:n_2=N_1:N_2$；同质量时：$p_1:p_2=M_2:M_1$。

例6 将一定量的氯气与氨气先后通入一真空的密闭容器里，一定温度下完全反应后，容器中只有氮气和氯化铵，则反应前后容器的压强之比为(　　)。

A.1∶2　B.11∶1　C.1∶7　D.2∶1

解析：本题涉及的化学方程式为 $3Cl_2+8NH_3=\!=\!=N_2+6NH_4Cl$。根据题意，如果 3 mol Cl_2 与 8 mol NH_3 反应，那么反应后生成的气体只有 1 mol N_2，由阿伏伽德罗定律的推论可知，同温、同体积时，气体的压强与物质的量成正比。答案为 B。

(3)同温、同压、同体积时：$\rho_1:\rho_2=M_1:M_2=m_1:m_2$。

例7 在同温、同压下，某瓶充满 O_2 时质量为 116 g，充满 CO_2 时质量为 122 g，充满气体 X 时质量为 114 g，则 X 的相对分子质量为(　　)。

A.28　　B.60

C.32　　D.44

解析：设瓶的质量为 m，根据阿伏伽德罗定律，同温、同压、同体积的容器所盛气体的物质的量相等，可得 $\frac{116\text{ g}-m}{32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=\frac{122\text{ g}-m}{44\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$，得 $m=100$ g，则所盛气体的物质的量（按 CO_2 算）为 $\frac{122\text{ g}-100\text{ g}}{44\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.5$ mol。再设气体 X 的相对分子质量为 M，则有 $\frac{114\text{ g}-100\text{ g}}{M\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.5$ mol，解得 $M=28$。答案为 A。

作者单位：四川省成都市龙泉中学

万方数据