

相对原子质量

知识温习

1. 对 HD 说法正确的是 ()
- A. 是单质 B. 是化合物 C. 是混合物 D. 无法确定

【答案】A

2. 下列原子中中子数最多的是 ()

A. ${}_{94}^{239}\text{W}$ B. ${}_{92}^{235}\text{X}$ C. ${}_{93}^{239}\text{Y}$ D. ${}_{91}^{234}\text{Z}$

【答案】C

3. 下列元素中原子的次外层电子数等于其他各层电子总数的是 ()

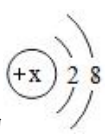
A. Mg B. S C. Na D. Ar

【答案】B

4. 已知氮原子的质量数是 14, 则在 NH_3D^+ 中, 电子数、质子数、中子数之比为 ()

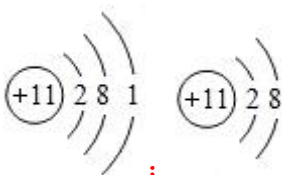
A. 10:7:11 B. 11:11:8 C. 10:11:8 D. 11:10:8

【答案】C

5. 某元素 A 的微粒结构示意图为  , 若该微粒是原子, 则 X 等于_____, 若 X 等于 8 时, 该微粒的符号为_____。

【答案】10; O^{2-}

6. Na、 Na^+ 的结构示意图分别为_____、_____。上述两种微粒的最外层电子分别在_____、_____电子层上, 比较两种微粒性质的稳定性 Na_____ Na^+ (填“>”、“<”、“=”), 其原因是_____。



【答案】 ;  ; M; L; <; Na^+ 最外层已达到 8 电子稳定结构



每识每课

原子非常小，要直接取一个原子测量是十分困难的，因为我们还无法制造出如此精密的天平和砝码。在研究化学反应时，科学家注意到各元素原子间的质量有一定的比例关系，于是他们便想到一个间接称量原子的好办法——相对原子质量。这是一个相对原子质量之比，好比是采用了一种特殊的砝码，用它就可以比较方便的“称量”各种原子。

1803 年，英国化学家道尔顿提出相对原子质量的概念，他提出将最轻的元素氢中一种氢原子的质量定一个基本单位，并以此计算出氧、氮等 14 中元素的相对原子质量。1860 年，比利时化学家施塔尔又提出了 ^{16}O 为基准的更精确的相对原子质量，赢得整个科学界的公认，他提出将一个 ^{16}O 原子的 $1/16$ 作为标准，以此为“砝码”的一个单位来测定其他原子的相对质量，而“天平”则是应用了化学反应和化学分析的方法。比如要测定某元素的相对原子质量，就将一定量含有该元素的物质与一摩尔氧原子（或其他已知相对原子质量的原子）充分反应，根据它们反应的质量比就可算出该元素的相对原子质量。

此后科学家不断的探索测定相对原子质量的方法，1961 年，化学家和物理学家一致同意采用新“砝码”—— ^{12}C ，把这种原子质量的 $1/12$ 作为基本单位，至于“天平”也有了许多产品，如目前使用最多的质谱仪。



新知精讲

一、相对原子质量

1. 概念：

相对原子质量是以一个碳-12 原子 ($^{12}_6\text{C}$) 质量的 $1/12$ 作为标准，任何一个原子的真实质量跟一个碳-12 原子质量的 $1/12$ 的比值，称为该原子的相对原子质量。

相对原子质量是一个比值，其符号为 A_r ，在 SI 制中单位为 1，通常省略。

2. 同位素的相对原子质量

同位素的相对原子质量是_____

计算公式：_____

注意：

(1) 同位素的相对原子质量表示特定原子的相对质量，不表示元素的相对原子质量。例如，一个 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 原子的质量是 $5.80693 \times 10^{-26} \text{kg}$ ，一个 $^{12}_6\text{C}$ 原子的质量的 $1/12$ 是 $1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}$ ，则 $^{35}_{17}\text{Cl}$

$$\text{相对原子质量} = \frac{5.80693 \times 10^{-26}}{1.6606 \times 10^{-27}} = 34.96887。$$

(2) 同位素的相对原子质量 \approx 该同位素的质量数。

【答案】某种同位素的一个原子的真实质量与一个碳原子 ($^{12}_6\text{C}$) 质量的 $1/12$ 的比值。

$$Ar = \frac{\text{1个原子的质量}}{\frac{\text{一个}^{12}\text{C原子的质量}}{12}}$$

3. 元素的相对原子质量

元素的相对原子质量是_____

计算公式：_____

(式中 A_1 、 A_2 ……为同位素的相对原子质量， $a_1\%$ 、 $a_2\%$ ……为同位素的丰度)

注意：

氯元素有两种同位素，这两种同位素的相对原子质量分别为 34.969 与 36.966，丰度分别为 75.77% 与 24.23%，因此氯元素的相对原子质量计算如下：

$$34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$$

【答案】根据它的天然同位素的相对原子质量及它们的原子百分数（丰度）算出的平均值：

$$\bar{A} = A_1 \cdot a_1\% + A_2 \cdot a_2\% + \cdots + A_n \cdot a_n\%$$

4. 元素的近似相对原子质量

元素的近似相对原子质量是_____

计算公式：_____

元素的近似相对原子质量计算公式在形式上与元素的相对原子质量计算公式相同，但是公式中的 A_1 、 A_2 ……表示各同位素的质量数，由于质量数与同位素的相对原子质量比较接近，因此在化学计算中，可用元素的质量数近似代替元素的相对原子质量。

注意：

(1) 将两种氯的同位素的相对原子质量，替换成质量数 35 与 37，就可求得氯元素的近似相对原子质量：

$$35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\% = 35.485$$

(2) 氯元素的相对原子质量 35.453 与氯元素的近似相对原子量 35.485 是非常接近的。

(3) 课本附录的国际相对原子质量表为元素的相对原子质量，而不是同位素的相对原子质量。

【答案】根据它的各种天然同位素的质量数及它们的原子百分数算出的平均值：

$$\bar{A} = A_1 \cdot a_1 \% + A_2 \cdot a_2 \% + \cdots + A_n \cdot a_n \%$$

【练一练】

关于氯元素的各种天然同位素的相对原子质量等数据如下表：

^{35}Cl	34.969	75.77%	^{35}Cl	35	75.77%
^{37}Cl	36.966	24.23%	^{37}Cl	37	24.23%
平均	35.453		平均	35.485	

试回答下列问题：

(1) 34.969 是表示_____；

(2) 35.453 是表示_____；

(3) 35 是表示_____；

(4) 35.485 是表示_____；

(5) 24.23% 是表示_____；

(6) 列出计算 35.453 的算式：_____；

(7) 列出计算 35.485 的算式：_____。

【答案】

(1) 同位素 ^{35}Cl 相对原子质量；(2) 氯元素的相对原子质量；(3) ^{35}Cl 的近似相对原子质量；

(4) 氯元素的近似相对原子质量；(5) ^{37}Cl 的丰度；(6) $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\%$ ；

(7) $35 \times 75.77\% + 37 \times 24.23\%$

二、十字交叉法

十字交叉法是进行二组分混合物平均量与组分计算的一种简便方法。凡可按 $M_1n_1 + M_2n_2 = \bar{M}(n_1 + n_2)$ 计算的问题，均可按十字交叉法计算。

式中， \bar{M} 表示混合物的某平均量， M_1 、 M_2 则表示两组分对应的量。如 \bar{M} 表示平均相对分子质量， M_1 、 M_2 则表示两组分各自的相对分子质量， n_1 、 n_2 表示两组分在混合物中所占的份额， $n_1:n_2$ 在大多数情况下表示两组分的物质的量之比，有时也可以是两组分的质量之比，判断时关键看 n_1 、 n_2 表示混合物中什么物理量的份额，如物质的量、物质的量分数、体积分数，则 $n_1:n_2$ 表示两组分的物质的量之比；如质量、质量分数、元素质量百分含量，则 $n_1:n_2$ 表示两组分的质量之比。

十字交叉法计算的式子如下：

$$\begin{array}{ccc} n_1: & M_1 & \text{---} & M_2 - \bar{M} \\ & & \diagdown & / \\ & & \bar{M} & \\ & / & \diagdown & \\ n_2: & M_2 & & \bar{M} - M_1 \end{array}$$
$$n_1/n_2 = (M_2 - \bar{M})/(\bar{M} - M_1)$$

1. 宜用范围：

- (1) 根据二元混合物的平均分子量，求两元的物质的量之比，若为气体也即体积之比。
- (2) 根据只含 2 种同位素的元素的平均原子量，求两种同位素原子的个数比或物质的量之比或在自然界中的百分含量（也称作丰度）

2. 题目中运用：

- (1) 若题目要求两种同位素原子的质量之比，可先用十字交叉法求出物质的量之比后，再分别乘以各原子的摩尔质量。

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{n_A \cdot M_A}{n_B \cdot M_B} = \frac{(\overline{M} - M_B) \cdot M_A}{(M_A - \overline{M}) \cdot M_B}$$

- (2) 若提供的是两种同位素原子的质量分数 A%、B%，要求元素的平均原子量，则可用如下列关系直接求解。

$$\overline{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{100}{\frac{A'}{M_A} + \frac{B'}{M_B}} \text{ g/mol}$$

【练一练】

某元素 R 有两种同位素 ^{10}R 与 ^{11}R ，已知 R 元素的近似相对原子质量为 10.8，该元素的两种同位素原子的物质的量之比为（ ）

- A. 1: 3 B. 1: 4 C. 1: 5 D. 2: 3

【答案】B

三、物质的量的计算

1. 物质的量

物质的量是用来描述微粒集体的物理量，是国际单位制中七个基本物理量之一，是一个整体名词，用符号_____表示。物质的量是一个专用名词，不同于物质的质量，也不同于物质的数量，不单纯只有数目或质量的含义，是一个特殊的物理量。摩尔是物质的量的单位，简称摩，用符号_____表示。

阿伏伽德罗常数是指_____，可用_____来表示，其值等于_____。

$$\text{物质的量} = \frac{\text{（ ）}}{\text{阿伏伽德罗常数}}$$

摩尔和其他基本计量单位一样，有倍数单位和分数单位

$$1\text{kmol} = \text{ } \text{mol} \quad 1\text{mol} = \text{ } \text{mmol}$$

2. 摩尔质量

摩尔质量是指 1 摩尔物质所具有的质量。

摩尔用符号_____表示,常用单位是_____。

摩尔质量(以 g/mol 为单位)在数值上等于该物质的相对分子质量。

摩尔质量与物质的量之间有如下关系

$$\text{物质的量}(n) = (\quad \quad \quad)$$

3. 平均摩尔质量

平均摩尔质量是指混合物的摩尔质量,即 1 摩尔混合物的平均质量称为该混合物的平均摩尔质量,可用 \overline{M} 表示,单位: g/mol。

若混合物由多种物质 A、B、C……组成,物质的量分别为 $n(A)$ 、 $n(B)$ 、 $n(C)$ ……,则有:

$$\begin{aligned}\overline{M} &= \frac{n(A) \cdot M(A) + n(B) \cdot M(B) + n(C) \cdot M(C) + \dots}{n(A) + n(B) + n(C) + \dots} \\ &= M(A) \times \frac{n(A)}{n(A) + n(B) + n(C) + \dots} + \frac{n(B)}{n(A) + n(B) + n(C) + \dots} \\ &\quad + \frac{n(C)}{n(A) + n(B) + n(C) + \dots} + \dots \\ \text{则 } \overline{M} &= \end{aligned}$$

式中 A%, B%, C%……分别表示 A、B、C……的物质的量分数。

4. 物质的量、物质的质量、摩尔质量、微粒数目间的关系如下:

$$\text{微粒数} \xrightarrow{\div 6.02 \times 10^{23} (\text{mol}^{-1})} \text{物质的量} \xrightarrow{\times 6.02 \times 10^{23} (\text{mol}^{-1})} \text{物质的质量} \xrightarrow{\div \text{摩尔质量} (\text{g/mol})} \text{物质的量} \xrightarrow{\times \text{摩尔质量} (\text{g/mol})} \text{物质的质量}$$

【答案】

1. n ; mol; $12\text{g } ^{12}\text{C}$ 中所含的原子数; N_A ; $6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$; 微粒数; 1000; 1000;

2. M ; g/mol; $\frac{\text{物质的质量}}{\text{物质的摩尔质量}}$

3. $M(A) \times A\% + M(B) \times B\% + M(C) \times C\% + \dots$

4. 微粒数; 物质的量; 物质的质量

【练一练】

1. 下列物质中，物质的量最多的是 ()

A. 4℃时 10mL 的水 B. 0.8 克硫酸 C. N_A 个氧分子 D. 54g 铝单质

【答案】D

2. 36 克的 H_2O 和 20 克的 D_2O 所含质子数之比为_____, 分子中所含中子数之比为_____, 所含氧原子之比是_____。

【答案】2:1; 8:5; 2:1.



课堂小憩

碳 14 测定文物年龄的原理

含 C 物质的 C-14 含量在 C 元素中所含的比例几乎是保持恒定的, 如果含 C 物质一旦停止与大气交换关系, 则该物质的 C-14 含量不在得到新的补充, 而原有的 C-14 按照衰变规律减少, 每隔 5730 年减少一半, 因此只要测出含 C 物质中 C-14 的减少的程度, 就可以计算出它停止与大气进行交换的年代, 这就是 C-14 测年的原理。

化学药品湖

世界上有无数大大小小的湖, 有的是咸水湖, 有的是淡水湖, 形形色色, 各种各样。其中有的湖泊贮藏着丰富特殊的化学药品, 形成了化学药品湖。

水银湖 前苏联的兴顿山里有一个湖泊, 人离它四五百米时, 便会感到恶心、头晕、呼吸困难, 如不及时离开就会窒息而死。用来湖里贮藏着大量的水银, 散发出大量的汞蒸汽, 如人和动物接触久了, 就会中毒死亡。

酸湖 意大利西西里岛有一个湖, 湖底有两口泉眼喷出了强酸, 因而整个湖的湖水变成了腐蚀性极强的“酸水”, 酸的浓度很大。这种酸的浓度很大的湖水, 可以杀死一切生命, 有人又叫它死湖。

碱湖 前苏联乌拉尔有一个湖, 湖水含有咸味。原来这里的水含有碱和氯化钠。若干洗衣服, 只要将衣服浸在水里揉搓, 不必用洗涤剂便能洗得很干净。

盐湖 亚洲西部的死海是含盐最多的湖, 这里的湖水每升含盐 272 克。由于湖水含盐多, 密度很大, 能将人托起。

硼沙湖 智利的亚特斯柯教湖, 湖面似一片白茫茫的浮冰覆盖在湖上, 湖水内含有大量的很有用的硼沙 $[Na_2B_4O_5(OH)_4 \cdot 8H_2O]$ 。

荧光湖 在拉丁美洲西部印度群岛的巴哈马岛上有个“火湖”, 湖水闪闪发光, 就像燃烧时冒出的“火焰”一样。这个湖的水里含有大量的荧光素, 如果你要信手拨动湖水, 便会“火花”四溅, 这是由于荧光素所引起的。



例题解析

知识点 1: 相对原子质量

【例 1】硼有两种天然的同位素 ^{10}B , ^{11}B , 硼元素的相对原子量 10.8, 则硼 ^{10}B 所占的质量分数为 ()

- A. 20% B. 80% C. 小于 20% D. 无法确定

【难度】★★ 【答案】C

变式 1: 铜有两种天然同位素 ^{63}Cu 和 ^{65}Cu , 铜的相对原子质量为 63.5, 则 ^{63}Cu 原子占的原子个数百分比是 ()

- A. 20% B. 25% C. 30% D. 75%

【难度】★★ 【答案】D

变式 2: 某元素 R 有两种同位素, 可分别表示为 ^{85}R 和 ^{87}R , 若 R 的近似相对原子质量为 85.5 则 ^{85}R 原子的质量分数为 ()

- A. 75% B. 25% C. 74.6% D. 64.7%

【难度】★★ 【答案】C

变式 3: 已知在自然界中铱 (Ir) 有两种质量数分别为 191 和 193 的同位素, 而铱的近似平均相对原子质量为 192.22, 则这两种同位素的原子个数比 (^{191}Ir : ^{193}Ir) 应为 ()

- A. 61:39 B. 39:61 C. 1:1 D. 39:11

【难度】★★ 【答案】B

变式 4: 天然碳元素的相对原子质量为 12.01, 若在自然界碳元素有 ^{12}C 、 ^{13}C 两种同位素, 则 ^{12}C 与 ^{13}C 的质量比为 ()

- A. 等于 1: 99 B. 大于 99: 1 C. 等于 99: 1 D. 小于 99: 1

【难度】★★ 【答案】D

变式 5: 元素 X 的相对分子质量为 M, 它在自然界存在着两种同位素原子 ^aX 和 ^bX ($a > b$), 则 ^aX 和 ^bX 两种同位素原子在自然界的原子个数比为_____

【难度】★★ 【答案】(M-b) : (a-M)

【例 2】某元素 M 所形成的气态双原子单质分子共有三种, 其相对分子质量分别为 70、72、74, 它们的物质的量之比为 9: 6: 1, 则

(1) M 有_____种同位素, 其质量数分别为_____. 各同位素所占的原子个数百分数分别为_____;

(2) M_2 的平均相对分子质量是_____。

【难度】★★

【答案】(1) 3; 35 和 37; 75%和 25%; (2) 71。

变式 1: 某元素原子构成的双原子单质分子有三种, 其相对分子质量分别为 158、160、162, 在天然单质中, 此三种单质的物质的量之比为 1: 1: 1。由此推断以下结论中不正确的是 ()

- A. 此元素有两种同位素
- B. 其中一种同位素质量数为 80
- C. 其中质量数为 79 的同位素原子占原子总数的 1/2
- D. 此元素单质的平均相对分子质量为 160

【难度】★★【答案】B

变式 2: 氯只有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种稳定同位素, 它们在氯气中的原子数之比为 3: 1。则相对分子质量为 70、72、74 的氯气分子数之比可能是 ()

- A. 5: 2: 1
- B. 5: 2: 2
- C. 9: 3: 1
- D. 9: 3: 4

【难度】★【答案】A

【方法提炼】

元素的相对原子质量为该元素各种核素的相对原子质量的平均值。元由于质量数与同位素的相对原子质量比较接近, 因此在化学计算中, 可用元素的质量数近似代替元素的相对原子质量。

十字交叉法是进行二组份混合物的平均量与组分量计算的一种简便方法, 凡是具有 $a_1X + a_2Y = a(X+Y)$ 的关系式的习题均可用十字交叉法。该公式可化为 $\frac{a_2 - a}{a - a_1} = \frac{X}{Y}$, 将 a_1 、 a_2 、 a 构成十字交叉式, 即可求得 X 与 Y 的比值, 比值的意义取决于 a 值的基准。确定含义是运用十字交叉法解题的关键, 常见的采用交叉法计算所得的含义如下: ①当 a_i 为质量分数时, $\frac{X}{Y}$ 则为质量之比; ②当 a_i 为相对原子质量或相对分子质量时, $\frac{X}{Y}$ 则为分子或原子个数之比。

知识点 2: 物质的量的计算

题型 1: 分子、原子、中子、质子、电子个数的求算

【例 1】下列叙述中错误的是 ()

- A. H_2SO_4 的摩尔质量是 98
- B. 3molNO 和 2molNO₂ 含原子数相同
- C. 等质量的 O₂ 和 O₃ 所含氧原子个数相同
- D. 物质的量的 CO 和 CO₂ 中所含碳原子数相等

【难度】★★【答案】A

变式 1: 含有相同氧原子数的两种物质是 ()

- A. 质量比为 2:1 的 SO₂ 和 O₂
- B. 9g 水和 22gCO₂
- C. 12gNO 和 9.8gH₂SO₄
- D. 物质的量相同的 O₃ 和 O₂

【难度】★★【答案】A【解析】当求比值时, 出现常数直接约掉。

变式 2: 判断下列说法是否正确

- (1) 标准状况下, 14g 氮气含有的核外电子数为 $5N_A$ ()
- (2) 18gD₂O 中含有的质子数目为 $10N_A$ ()

(3) $0.1\text{mol } {}^{81}_{35}\text{Br}$ 原子中含中子数为 $3.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ ()

(4) $9\text{gD}_2\text{O}$ 中含有的电子数为 $5N_A$ ()

【难度】★★

【答案】(1) ×; (2) ×; (3) ×; (4) ×

题型 2: 与 N_A 相关值的求算

【例 2】 mg 氢气含有 n 个氢原子, 则阿伏伽德罗常数 (N_A) 为 ()

A. $2n$ B. N C. n/m D. $2n/m$

【难度】★★【答案】D

变式 1: 如果一个氮原子的质量为 $a\text{g}$, 则氮的摩尔质量为 (N_A 表示阿伏伽德罗常数的数值) ()

A. $a\text{g/mol}$ B. $aN_A \text{ g/mol}$ C. $a/N_A \text{ g/mol}$ D. $N_A/a \text{ g/mol}$

【难度】★★【答案】B

变式 2: 已知 1gN_2 含 m 个分子, 则阿伏伽德罗常数为 ()

A. $m/28$ B. $m/14$ C. $14m$ D. $28m$

【难度】★★【答案】D

题型 3: 综合

【例 3】重水的组成为 D_2O , 则

(1) 0.2mol 重水中含中子数为_____。

(2) 50g 重水中含质子的物质的量为_____。

(3) 100 个重水分子和 100 个普通水分子的质量之比为_____, 电子数之比为_____。

【难度】★★

【答案】(1) $2N_A$; (2) 25mol ; (3) 10:9; 1:1。

【解析】(1) 利用公式, 中子数=分子个数×每个分子所含有的中子数。一个 D_2O 中含有的中子数为 10 个。分子个数 $N=\text{分子的物质的量} \times N_A=0.2N_A$

(2) 质子的物质的量 $n=\text{分子的物质的量} \times \text{每个分子中含有的中子数}$

(3) $m=n \times M=N/N_A \times M$; 电子数=分子的个数×每个分子中电子的数目

变式 1: 核内中子数为 N 的 R^{2+} 离子, 质量数为 A , 则 ng 它的氧化物中所含质子的物质的量是_____mol。

【难度】★★【答案】 $(A-N+8) \times n / (A+16)$

【解析】质子的物质的量=分子的物质的量×每个化学式中所含质子的数目。

变式 2: 判断下列说法是否正确:

- (1) 14 g 氮气中含有 $7N_A$ 个电子 ()
- (2) 20 g 重水 (D_2O) 中含有的电子数为 $10N_A$ ()
- (3) 常温常压下, 4g 氦气所含有的中子数目为 $4N_A$ ()
- (4) 标准状况下 22.4 L H_2 中含中子数为 $2N_A$ ()

【难度】★★【答案】 (1) √; (2) √; (3) ×; (4) ×。

知识点 3: 同位素相互组合的种类问题

【例 1】 已知自然界氧的同位素有 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O , 氢的同位素有 H、D、T, 从水分子的原子组成来看, 自然界的水一共有_____种。

【难度】★★【答案】18

变式 1: 已知碳有三种常见的同位素: ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C , 氧也有三种同位素: ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O , 由这六种微粒构成的二氧化碳分子中, 其相对分子质量最多有 ()

- A. 18 种 B. 6 种 C. 7 种 D. 12 种

【难度】★★【答案】C

【解析】 碳的同位素: ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C , 氧的同位素: ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O , 这六种微粒构成的二氧化碳分子有:

- $^{12}C^{16}O_2$, 相对分子质量为 $12+32=44$;
 $^{12}C^{17}O_2$, 相对分子质量为 $12+34=46$;
 $^{12}C^{18}O_2$, 相对分子质量为 $12+36=48$;
 $^{13}C^{16}O_2$, 相对分子质量为 $13+32=45$;
 $^{13}C^{17}O_2$, 相对分子质量为 $13+34=47$;
 $^{13}C^{18}O_2$, 相对分子质量为 $13+36=49$;
 $^{14}C^{16}O_2$, 相对分子质量为 $14+32=46$;
 $^{14}C^{17}O_2$, 相对分子质量为 $14+34=48$;
 $^{14}C^{18}O_2$, 相对分子质量为 $14+36=50$;
 $^{12}C^{16}O^{17}O$, 相对分子质量为 $12+16+17=45$;
 $^{12}C^{16}O^{18}O$, 相对分子质量为 $12+16+18=46$;
 $^{12}C^{17}O^{18}O$, 相对分子质量为 $12+17+18=47$;
 $^{13}C^{16}O^{17}O$, 相对分子质量为 $13+16+17=46$;
 $^{13}C^{16}O^{18}O$, 相对分子质量为 $13+16+18=47$;
 $^{13}C^{17}O^{18}O$, 相对分子质量为 $13+17+18=48$;
 $^{14}C^{16}O^{17}O$, 相对分子质量为 $14+16+17=47$;
 $^{14}C^{16}O^{18}O$, 相对分子质量为 $14+16+18=48$;
 $^{14}C^{17}O^{18}O$, 相对分子质量为 $14+17+18=49$;
故相对分子质量有: 44、45、46、47、48、49、50;

变式 2: 已知 H 元素有 3 种同位素: 1H 、 2H 、 3H , 氧也有 3 种同位素: ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O , 那么水的种类最多有_____种, 在这几种水中分子量有_____个不同的值

【难度】★★【答案】18; 7。



课后作业

1. 我国科学工作者在世界上首先发现铂的一种新同位素 ${}_{78}^{202}\text{Pt}$, 下列说法中正确的是 ()

- A. ${}_{78}^{202}\text{Pt}$ 相对原子质量为 202
- B. ${}_{78}^{202}\text{Pt}$ 的原子质量为 202
- C. 铂元素的质量数为 202
- D. ${}_{78}^{202}\text{Pt}$ 的原子核内有 124 个中子

【难度】★【答案】D

2. 国际元素相对原子质量表上查得 C 是 12.01, 这是指碳的 ()

- A. 质量数
- B. 相对原子质量
- C. 同位素的相对原子质量
- D. 平均相对原子质量

【难度】★【答案】D

3. 某元素的相对原子质量为 101.1, 其原子的核电荷数为 44, 下列说法正确的是 ()

- A. 此元素原子质量数为 101
- B. 此元素原子有 44 个电子
- C. 此元素原子核内有 57 个中子
- D. 1mol 此元素的一种原子的质量为 101.1g

【难度】★【答案】B

4. 1993 年 8 月国际原子量委员会确认我国张青莲教授测定的铈原子量 (127.760) 为标准原子量, 已知铈有两种以上天然同位素, 则 127.760 是 ()

- A. 按照铈的各种天然同位素的质量数与这些同位素所占的原子百分比计算出来的平均值
- B. 按照铈的各种天然同位素的原子量与这些同位素所占的原子百分比计算出来的平均值
- C. 一个铈原子的质量是它与 ${}^{12}\text{C}$ 原子质量的 1/12 的比值
- D. 铈元素的质量是它与 ${}^{12}\text{C}$ 原子质量的 1/12 的比值

【难度】★【答案】B

5. 某元素天然同位素原子 A 的一个原子中共有 96 个微粒, 其中 36 个微粒不带电, 则 A 的相对原子质量接近 ()

- A. 36
- B. 30
- C. 66
- D. 60

【难度】★【答案】C

6. 原子序数为 47 的银元素有两种同位素, 它们的原子百分比近似相等。已知银元素的近似相对原子质量为 108, 则每种同位素原子核里的中子数分别为 ()

- A. 109 和 107 B. 57 和 63 C. 58 和 68 D. 60 和 62

【难度】★★【答案】D

7. 铜有天然同位素 ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ 和 ${}^{65}_{29}\text{Cu}$, 参考铜的相对原子质量 63.5, 估算 ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ 的质量分数约为 _____ %

- A. 20 B. 25 C. 66.7 D. 75

【难度】★【答案】D

8. 下列叙述中正确的是 ()

- A. 含有相同质子数的微粒, 一定是同种元素的原子或离子
B. 电子数相同的原子, 一定是同种元素的原子
C. 质子数和电子数都相同的微粒, 可能是分子和离子
D. 含有不同中子数的微粒一定属于同位素

【难度】★【答案】B

9. 元素 X 形成的气态 X_2 分子共有 3 种, 其相对分子质量依次为 70、72、74, 此 3 种分子的物质的量之比为 9: 6: 1, 据此, 下列说法正确的是 ()

- A. X 有 3 种同位素
B. 其中一种同位素的质量为 36
C. X_2 的平均相对分子质量为 72
D. 质量数为 35 的同位素的原子百分数为 75%

【难度】★★【答案】D

10. 某原子的质子数为 Z, 中子数为 N。 N_A 为阿伏伽德罗常数, 下列说法正确的是 ()

- A. 该元素的相对原子质量为 $N+Z$
B. 该元素的近似相对分子质量为 $N+Z$
C. 该元素一个原子的质量近似为 $(N+Z) / N_A$
D. 该原子的质量数为 $N+Z$

【难度】★★【答案】D

11. 在一定条件下, 完全分解下列某化合物 2g, 产生氧气 1.6g, 此化合物是 ()

- A. ${}^1\text{H}_2{}^6\text{O}$ B. ${}^2\text{H}_2{}^6\text{O}$ C. ${}^1\text{H}_2{}^8\text{O}$ D. ${}^2\text{H}_2{}^8\text{O}$

【难度】★【答案】B

12. 某原子核内的质子数为 m, 中子数为 n, 则下述论断正确的是 ()

- A. 原子核内中子的总质量小于质子的总质量
B. 该原子的质量数等于 $m - n$
C. 该元素的相对原子质量近似等于 $m+n$
D. 该原子的相对原子质量近似等于 $m+n$

【难度】★★【答案】D

13. 日本福岛第一核电站发生严重的核辐射泄漏，日本政府向核电站附近居民发放碘片 (^{127}I)，以降低放射性碘对人体的伤害，已知放射性碘 (^{131}I) 的核电荷数为 53，则下列说法正确的是 ()

- A. ^{127}I 与 ^{131}I 互为同素异形体
- B. ^{131}I 和 ^{131}Xe 互为同位素
- C. ^{131}I 原子的中子数为 78
- D. ^{127}I 原子和 ^{131}I 原子的相对原子质量相同

【难度】★【答案】C

14. 某元素原子的质量数为 A，它的阴离子 X^{n-} 核外有 x 个电子，w 克这种元素的原子核内中子数为 ()

- A. $\frac{A(A-x+n)}{w} \text{ mol}$
- B. $\frac{w(A+x-n)}{A} \text{ mol}$
- C. $\frac{w(A-x+n)}{A} \text{ mol}$
- D. $\frac{w(A-x-n)}{A} \text{ mol}$

【难度】★★【答案】C

15. “神舟七号”的燃料是氢化锂三兄弟 - LiH 、 LiD 、 LiT 。其中 Li 的质量数为 7，对这三种物质的下列说法正确的是 ()

- A. 质子数之比为 1: 2: 3
- B. 中子数之比为 1: 1: 1
- C. 摩尔质量之比为 8: 9: 10
- D. 化学性质不相同

【难度】★★【答案】C

16. 某元素的原子形成的离子可表示为 ${}^a_b\text{X}^{n-}$ ，下列说法正确的是 ()

- A. ${}^a_b\text{X}^{n-}$ 含有的中子数为 b
- B. ${}^a_b\text{X}^{n-}$ 含有的电子数为 a - n
- C. X 原子的质量数为 a+b
- D. 一个 X 原子的质量约为 $\frac{a}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g}$

【难度】★★【答案】D

17. 自然界中氯化钠是由 $^{23}_{11}\text{Na}$ 与 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 所构成的。已知氯元素的相对原子质量是 35.5，则 11.7g 氯化钠中，含 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 的质量为 ()

- A. 1.5g
- B. 1.65g
- C. 1.75g
- D. 1.85g

【难度】★★【答案】D

18. ^{230}Th 和 ^{232}Th 是钍的两种同位素， ^{232}Th 可以转化成 ^{233}U 。下列有关说法正确的是 ()

- A. ^{232}Th 转换成 ^{233}U 是化学变化

B. ^{230}Th 和 ^{232}Th 的化学性质几乎完全相同

C. Th 元素的质量数是 232

D. Th 元素的相对原子质量是 231

【难度】★★【答案】B

19. 阴离子 X^{n-} 含中子 N 个, X 的质量数为 A , 则 mgX 元素的气态氢化物中含质子的物质的量是 ()

A. $\frac{A}{M}(n-N)\text{mol}$ B. $\frac{m}{A+N}(n+N)\text{mol}$ C. $\frac{m}{A+n}(A-N+n)\text{mol}$ D. $\frac{A}{m+N}(m+n)\text{mol}$

【难度】★★【答案】C

20. 下列说法中不正确的是 ()

①质子数相同的微粒一定属于同一种元素

②同位素的性质几乎相同

③质子数相同, 电子数也相同的两种微粒, 不可能是一种分子和一种离子

④电子数相同的微粒不一定是同一种元素

⑤某元素一种同位素原子的质子数为 m , 中子数为 n , 不能由此确定该元素的相对原子质量.

A. ②③ B. ①②④ C. ①② D. ③④⑤

【难度】★★【答案】C

21. 标准状况下, 下列关于等质量 H_2 、 D_2 、 T_2 (H 、 D 、 T 分别为氕、氘、氚) 三种气体的叙述不正确的是 ()

A. 相对分子质量之比 1: 2: 3 B. 质子数之比 2: 3: 6

C. 中子数之比 0: 3: 4 D. 体积之比 6: 3: 2

【难度】★★【答案】B

22. 许多元素有多种核素, 如氧元素存在 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 三种核素, 氢元素有 ^1H 、 ^2H 、 ^3H 三种原子, 下列说法正确的是 ()

A. 由 ^{16}O 、 ^1H 、 ^2H 三种核素最多可能组成 4 种水分子

B. 10.0g 由 ^2H 、 ^{16}O 组成的水分子其中含质子数为 $5N_A$

C. 10.0g 由 ^3H 、 ^{16}O 组成的水分子其中含中子数为 $5N_A$

D. 由 ^3H 和 ^{16}O 两种核素组成的水分子, 其摩尔质量为 18

【难度】★★【答案】B

23. 某元素 M 所形成的气态分子 M_2 有 3 种, 其相对分子质量分别为 70、72、74, 它们物质的量之比是 9: 6: 1, 下列判断正确的是 () (双选)

A. M 元素有 3 种同位素

B. M 的 1 种同位素原子的质量数为 36

C. 质量数为 35 的同位素所占的原子分数为 75%

D. M_2 的平均相对分子质量为 71

【难度】★★【答案】CD

24. 氯元素在自然界有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种同位素, 在计算式 $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$ 中 ()

- A. 75.77% 表示 ^{35}Cl 的质量分数
B. 24.23% 表示 ^{35}Cl 的丰度
C. 35.453 表示氯元素的相对原子质量
D. 36.966 表示 ^{37}Cl 的质量数

【难度】★★【答案】C

25. 某元素 1 个原子的质量是 $a \text{ g}$, 又知 1 个 ^{12}C 原子的质量为 $b \text{ g}$, N_A 表示阿伏加德罗常数

① $\frac{a}{N_A}$ ② $\frac{12a}{b}$ ③ aN_A ④ $\frac{12b}{a}$ 数, 则下列各式中能表示该原子的相对原子质量数值的是 ()

- A. ①② B. ①④ C. ②④ D. ②③

【难度】★★【答案】D

26. CO 在高温下还原 $a \text{ g}$ 氧化铁, 得到 $b \text{ g}$ 铁, 则铁的相对原子质量是 ()

- A. $\frac{24b}{a-b}$ B. $\frac{48b}{a-b}$ C. $\frac{a-b}{24b}$ D. $\frac{48b}{a-2b}$

【难度】★★【答案】A

27. 某元素气态氢化物的化学式为 RH_3 , 它的最高价氧化物中含氧 74%, 则 R 的相对原子质量为 ()

- A. 7 B. 14 C. 31 D. 75

【难度】★★【答案】B

28. 某元素 X 的最高价氧化物的分子式为 X_2O_5 , 在它的气态氢化物中含氢 3.85%, 则该元素的相对原子质量为 ()

- A. 14 B. 31 C. 74.9 D. 121.8

【难度】★★【答案】C

29. 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, 地球上碳元素的原子相对质量是 12.011, 那么哈雷彗星上碳元素的原子相对质量是 ()

- A. 12.000 B. 12.009 C. 12.015 D. 12.980

【难度】★★【答案】C

30. (2015 秋·上海校级期中) 元素在自然界有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种同位素, 在以下关于计算式说法中正确的是: $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$ ()

A. 75.77% 表示 ^{35}Cl 的质量分数

- B. 24.23%表示 ^{35}Cl 的浓度
C. 36.966 表示 ^{37}Cl 的质量数
D. 35.453 表示氯元素的相对原子质量

【难度】★★【答案】D

31. 氯元素在自然界有 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 两种同位素, 在计算式 $34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$ 中 ()

- A. 75.77%表示 ^{35}Cl 的质量分数
B. 35.5 表示氯元素的近似相对原子质量
C. 24.23%表示 ^{35}Cl 的丰度
D. 36.966 表示 ^{37}Cl 的质量数

【难度】★★【答案】B

32. 已知 1.505×10^{23} 个 X 气体分子的质量为 8g, 则 X 气体的相对分子质量是 ()

- A. 16 B. 32 C. 64g/mol D. 32g/mol

【难度】★★【答案】B

33. 某元素 R 的最高价氧化物的化学式为 R_2O_5 , 已知其气态氢化物含氢 8.8%, 则元素 R 的相对原子质量为 ()

- A. 14 B. 28 C. 31 D. 35.5

【难度】★★【答案】C

34. 由 ^{12}C 、 ^{14}C 、 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 组成的 CO_2 分子的相对分子质量有 ()

- A. 6 种 B. 7 种 C. 11 种 D. 12 种

【难度】★★【答案】B

35. 1 个 H_2SO_4 分子含有_____个 H 原子, 则 1mol H_2SO_4 含有_____mol H 原子, _____个 H 原子。1 个 H_2O 分子含有_____个质子, 0.5mol H_2O 含有_____mol 质子, _____个质子, 通常含有_____mol 中子。0.15mol T_2O 中含有_____mol 质子, _____mol 中子。17 克 H_2S 所含的 H 原子跟_____克 HCl 的 H 原子相同。

【难度】★★

【答案】2; 2; $2N_A$; 10; 5; $5N_A$; 4; 1.5; 1.8; 36.5

36. Y 元素 1 个原子的质量是 m 克, X 元素的原子量为 A; 化合物 X_2Y_3 的式量的 M, 则 $w\text{gX}_2\text{Y}_3$ 中含有 Y 的原子数是_____。

【难度】★★

【答案】 $\frac{W(M-2A)}{Mm}$

37. A、B 两元素相对原子质量之比为 7: 2, 由它们组成的化合物中, A、B 两元素的质量之比为 21:8 , 则这两种元素形成的化合物的化学式是_____。

【难度】★★【答案】 A_3B_4

38. 已知 $a \text{ mol O}_2$ 分子中含有 b 个电子, 则阿伏伽德罗常数可表示为_____。

【难度】★★【答案】 $b/16a$

39. 若一个 ^{12}C 原子的质量为 ag , 一个 X 原子的质量为 bg , 阿伏伽德罗常数用 N_A 表示, 则 X 的摩尔质量为_____或_____。

【难度】★★【答案】 $12b/a \text{ g/mol}$; $bN_A \text{ g/mol}$

40. 某元素 E 的相对原子质量近似为 M , 有质量数分别为 m 和 n 的两种原子, 则 ^mE 和 ^nE 在自然界中的原子数比约为_____。

【难度】★★【答案】 $(M-n)/(m-M)$