

例題 2.1 原子組成

質量数 195 の白金原子に何個の中性子がありますか？

解：白金の元素記号は Pt、その原子番号(裏表紙参照)は 78 です。よって原子は核に 78 個の陽子を持ちます(核の外側に配置される電子数は 78)。原子の質量数は核の陽子と中性子の数の和です。

従って、

$$\text{質量数} = 195 = \text{陽子数} + \text{中性子数} = 78 + \text{中性子数}$$

$$\text{中性子数} = 195 - 78 = 117$$

例題 2.2 同位体

銀には 2 つの同位体、1 つは 60 個の中性子、他は 62 個の中性子を持ちます。この同位体の質量数と元素記号を示しなさい。

解：銀は原子番号が 47 です、よって核に 47 個の陽子があります。2 つの同位体の質量数は

$$\text{同位体 1: } A = 47 \text{ 陽子} + 60 \text{ 中性子} = 107$$

$$\text{同位体 2: } A = 47 \text{ 陽子} + 62 \text{ 中性子} = 109$$

1 番目の同位体の記号は $^{107}_{47}\text{Ag}$ 、そして 2 番目は $^{109}_{47}\text{Ag}$ 。

例題 2.3 同位体存在度から平均原子質量を計算する

臭素(臭化銀の合成に用いられ、写真フィルムの重要な成分)は天然に 2 種類の同位体を持ちます、1 つは 78.918336 amu で百分(%)存在度は 50.69%です。他は 80.916289 amu で百分(%)存在度は 49.31%です。臭素の原子質量を計算しなさい。

解：元素の原子質量は典型的な試料の全ての同位体の質量の平均です。原子質量の計算には、各同位体の質量に 100 で割った%存在度をかけます。

$$\begin{aligned} \text{平均原子質量} &= (\text{同位体 1 の \%存在度}/100)(\text{同位体 1 の質量}) \\ &+ (\text{同位体 2 の \%存在度}/100)(\text{同位体 2 の質量}) + \dots \end{aligned}$$

臭素の試料では、計算は次の通りです：

$$\begin{aligned} \text{臭素の平均原子質量} &= \text{原子質量} \\ &= (0.5069)(78.918336 \text{ amu}) + (0.4931)(80.916289 \text{ amu}) \\ &= 79.90 \text{ amu} \end{aligned}$$

例題 2.4 質量からモル数へ

半導体に用いられる元素である、ケイ素 454g は何モルになりますか？(454 g は 1 ポンド(lb)に相当)

解：教科書の裏表紙の周期表を用いて、ケイ素のモル質量を見つけます(28.09 g / mol)。ケイ素の質量をそのモル等量に換算します。

$$454 \text{ g Si} \times (1 \text{ モル Si}) / (28.09 \text{ g Si}) = 16.2 \text{ モルの Si}$$

例題 2.5 モル数から質量へ

2.50 モルの鉛(Pb)は何 g 質量ですか？

解：質量とモル数の変換には、モル質量が必要です、鉛の場合、それが 207.2 g / mol です。よって、2.50 モルの鉛のグラム数は次の通りです

$$2.50 \text{ mol Pb} \times (207.2 \text{ g Pb}) / (1 \text{ mol Pb}) = 518 \text{ g Pb}$$

写真(教科書 92 頁左)は 150-mL のピーカーにある 518 g の鉛の粒です。

例題 2.6 モル計算

93 頁上の写真のメスシリンダーには 25.4cm³ の水銀があります。25°C での水銀の密度が 13.534g/cm³ とすると、メスシリンダーの水銀のモル数は？水銀の原子数は？

解：問題を解く鍵と考え方：2.2 に示すように、体積とモル数は直接には繋がらない。まず密度を使って体積を質量に変換し、その質量からモル数で水銀の量を導きます。最後に原子数はモル数から求めます。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{体積, cm}^3 & \xrightarrow[\text{密度を用いる}]{\times \text{ g/cm}^3} & \text{質量, g} & \xrightarrow[\text{モル質量を用いる}]{\times \text{ mol/g}} & \text{モル数} & \xrightarrow[\text{アボガドロ数を用いる}]{\times \text{ atoms/mol}} & \text{原子数} \end{array}$$

従って、水銀の体積は 344g の水銀に相当することが分かります。

$$(25.4 \text{ cm}^3 \text{ Hg}) \times (13.534 \text{ g Hg}) / (1 \text{ cm}^3 \text{ Hg}) = 344 \text{ g Hg}$$

質量が分かると、モル数での量が出ます。

$$(344 \text{ g Hg}) \times (1 \text{ モル Hg}) / (200.6 \text{ g Hg}) = 1.71 \text{ モル Hg}$$

最後に原子数とモル数との関係から、試料中の原子数が分かります。

$$(1.71 \text{ モル Hg}) \times (6.022 \times 10^{23} \text{ atoms Hg}) / (1 \text{ モル Hg}) = 1.03 \times 10^{24} \text{ atoms Hg}$$

練習問題 2.1 原子論

次の事象の説明に、物質が原子や分子から出来ているという考え方を使いなさい。原子や分子の振る舞いとして、何が起きているか説明しなさい。

- 懸けてある濡れた衣服が乾く。
- 氷水の入ったグラスの外側に湿りが出てくる。
- 砂糖の結晶が水に溶ける。
- 砂糖は冷水よりも熱湯に速く溶ける。

答：a. 水分子が衣服を離れ、大気に拡散する。

b. 水分子が空気から冷たいガラスに凝縮する。

c. 砂糖の分子が固体の中でお互いに離れて、水分子と混じり、溶液となる。

d. 分子は温度が上がると、より速く動く。砂糖の分子はより速く、固体から離れて、水と混ざる。

練習問題 2.2 原子を記述する

もし原子を半径 100m の巨視的な物体とすると、それはほぼフットボール・スタジアムをうめてしまいます。そのような原子の核の半径はどうなりますか？その程度の大きさの物を何か思い浮かべますか？

答：原子(の半径)は核の約 10^5 倍の大きさです。よって、核の半径は $100\text{m} \times (1/10^5) = 0.001\text{m}$ あるいは 1mm 。画鋏の直径は約 1cm です。

練習問題 2.3 原子組成

1. 34 個の中性子を持つ銅原子の質量数は？

2. $^{59}_{28}\text{Ni}$ 原子には陽子、中性子、電子が何個ありますか？

答：

1. $A(\text{銅}) = 34(\text{中性子}) + 29(\text{陽子}) = 63$

2. ニッケル - 59 は陽子 28 個、電子 28 個、中性子 $31(=63 - 28)$ 個を持つ。

練習問題 2.4 同位体

ケイ素には 14, 15, 16 個の中性子を含む 3 種の同位体があります。これらの同位体の質量数と(元素)記号を示しなさい。

答： $^{28}_{14}\text{Ni}$, $^{29}_{14}\text{Ni}$, $^{30}_{14}\text{Ni}$

練習問題 2.5 原子質量の計算

塩素の原子質量が 35.45 amu であることを、次の事項を使って確かめなさい。

^{35}Cl 質量 = 34.96885 amu、パーセント存在量 = 75.77

^{34}Cl 質量 = 36.96590 amu、パーセント存在量 = 24.23

答： $(0.7577)(34.96885\text{amu}) + (0.2423)(36.96590\text{amu}) = 35.45\text{amu}$

練習問題 2.6 周期表

周期表の第 3 周期に何個の元素がありますか？名前と元素記号を示しなさい。金属、半金属(メタロイド)、非金属の区別をしなさい。

答：ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)：金属

ケイ素(Si)：半金属(メタロイド)

リン(P)、硫黄(S)、塩素(Cl)、アルゴン(Ar)：非金属

練習問題 2.7 周期的性質

アルミニウム元素は塩化アルミニウムを生成します、その式は AlCl_3 です。インジウムとフッ素が出来る化合物の式を予想しなさい。酸化ナトリウムと塩化ナトリウムの式を比較しなさい。関係が分かりますか？アルカリ土類金属の一般式は 2A 族の議論の中で示されています。これに加えて、塩化物と酸化物の式の関係を使って、マグネシウムと塩素から生成する化合物の式を予想しなさい。

答：(a) InF_3 (b) Na_2O と NaCl 、O は 2 個の Na、Cl は 1 個の Na を要する。 (c) MgCl_2

練習問題 2.8 質量/モル数変換

1. アルミニウム 2.5 モルの質量(g)？

2. 硫黄 454g は何モル？

答：1. $26.98 \times 2.5 = 67\text{ (g)}$ 2. $454 / 32.07 = 14.2\text{ (モル)}$

練習問題 2.9 原子

白金 Pt の密度は 21.45 g/cm^3 です。 1.0×10^{24} 個の原子を含む白金の体積(cm^3)は？この白金を厚さ 0.10cm の正方形にすると、一片の長さ(cm)は？

答： $(1.0 \times 10^{24}) / (6.023 \times 10^{23}) \times 195 = 320\text{ (g)}$

$320 / 21.45 = 15\text{ (cm}^3\text{)}$ 、面積 $15 / 0.1 = 150\text{ (cm}^2\text{)}$ 、一片 $(150)^{1/2} = 12\text{ (cm)}$