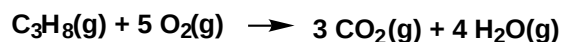


例題 5.1 反応での重量関係

プロパンは家庭、車、バーベキューのグリルで燃料として使われます、なぜなら簡単に液化、運搬できるからです。1.00 ポンドすなわち 454g のプロパンを燃焼すると、完全燃焼に必要な酸素の質量(g)は？生成する二酸化炭素と水の質量(g)は？

1.



2. $454/44.10=10.3 \text{ (mol C}_3\text{H}_8)$

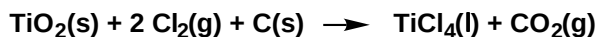
3. 4. $10.3 \times 5 = 51.5 \text{ (mol O}_2\text{必要)}$ $51.5 \times 32.00 = 1650 \text{ (g O}_2\text{ 必要)}$

$10.3 \times 3 = 30.9 \text{ (mol CO}_2\text{生成)}$ $30.9 \times 44.0 = 1360 \text{ (g CO}_2\text{)}$

$454 + 1650 - 1360 = 744 \text{ (g H}_2\text{O)}$

例題 5.2 限界反応物が含まれる反応

4 塩化チタンは重要な工業化学薬品です。例えば、TiO₂、紙や塗料の白色顔料として用いられる材料は、それを原料とします。4 塩化物はチタンを含む鉱石(不純物を含む TiO₂)に炭素と塩素とを組み合わせることにより作られます。



もしそれぞれ 125g の Cl₂ と C、そして大量の TiO₂ を含む鉱石から始めて、この反応の限界反応物はどれですか？TiCl₄ は何グラム生成されますか

解： $125/70.91 = 1.76 \text{ (mol Cl}_2\text{)}$

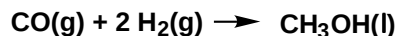
$125/12 = 10.4 \text{ (mol C)}$

Cl₂が限界反応物

$1.76 \times (1/2) \times 189.7 = 167 \text{ (g TiCl}_4\text{)}$

例題 5.3 限界反応物が含まれる反応

メタノール、CH₃OH は優れた燃料で一酸化炭素と水素の反応で作られます。



356g の CO を 65.0g の H₂ と混ぜるとします。どちらが限界反応物ですか？限界反応物が消費された後、どれだけ過剰の反応物が残りますか

解： $356/28 = 12.7 \text{ (mol CO)}$

$65.0/2.02 = 32.2 \text{ (mol H}_2\text{)}$

$\text{H}_2 / \text{CO} = 32.2 / 12.7 = 2.53$

COが限界反応物

$12.7(\text{mol CO}) \times 32.04 = 407 \text{ (g CH}_3\text{OH生成)}$

$$12.7 \times 2 = 25.4 \text{ (mol H}_2\text{必要)}$$

$$(32.2 - 25.4) \times 2.02 = 14 \text{ (g H}_2\text{残る)}$$

例題 5.4 混合物の分析

ブチルリチウム、 LiC_4H_9 は非常の反応性の高い化合物で、化学者は新物質の合成に用います。混合物中の LiC_4H_9 の量を決める一つの方法は塩酸水溶液を加えることです。次の反応が起こります：



LiC_4H_9 のベンゼン溶液が 5.606g あるとします。過剰の HCl(aq) を加えると、0.633g の C_4H_{10} が発生しました。試料中の LiC_4H_9 の重量百分率はいくらになりますか？

$$\text{解： } 0.633 / 58.12 = 0.0109 \text{ (mol C}_4\text{H}_{10}\text{)}$$

$$0.0109 \times 64.06 = 0.698 \text{ (g LiC}_4\text{H}_9\text{)}$$

$$0.698 / 5.606 = 0.124 \text{ (12.4 \%)}$$

例題 5.5 炭化水素の実験式と分子式を決める

炭化水素 C_xH_y と分かっている液体が 1.125g あります。Fig. 5.5 のような装置を用いて、その化合物を燃焼しますと、3.447g の CO_2 と 1.647g の H_2O が生成しました。化合物のモル質量は別の実験で 86.2g/mol であることが分かりました。

未知の炭化水素 C_xH_y の実験式と分子式を決めなさい。

$$\text{解： } 3.447 / 44.010 = 0.07832 \text{ (mol CO}_2\text{)}$$

$$1.647 / 18.015 = 0.09142 \text{ (mol H}_2\text{O)}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{の試料にCが}0.07832 \text{ mol}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{の試料にHが}0.09142 \times 2 = 0.1828 \text{ (mol)}$$

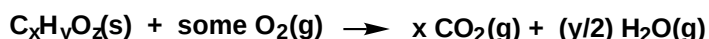
$$(0.1828 \text{ H}) / (0.07832 \text{ C}) = (2.335 \text{ H}) / (1 \text{ C}) = (7 \text{ H}) / (3 \text{ C})$$

$$\text{実験式C}_3\text{H}_7$$

$$\text{分子式 } 86.2 / 43.1 = 2 \qquad \text{C}_6\text{H}_{14}$$

例題 5.6 実験式を決める

クローバの葉からある酸を単離し、それには C, H, O 元素が含まれるとします。酸素中でその酸を 0.513g 燃焼すると、0.501g の CO_2 と 0.103g の H_2O が生成します。



酸 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ の実験式は？ 別の実験で酸のモル質量が 90.04g / mol と分かっています、分子式は？

解 : $0.501 / 44.01 = 0.0114$ (mol CO₂)

$0.103 / 18.02 = 0.00572$ (mol H₂O)

$0.0114 \times 12.01 = 0.137$ (g 酸試料中のC)

$0.00572 \times 1.008 \times 2 = 0.115$ (g 酸試料中のH)

$0.513 - 0.137 - 0.115 = 0.365$ (g 酸試料中のO)

$0.137 / 12.01 = 0.0114$ (mol C)

$0.115 / 1.008 = 0.114$ (mol H)

$0.365 / 16.00 = 0.0228$ (mol O)

0.0114 (H) / 0.114 (C) = 1(H) / 1(C)

0.0228 (O) / 0.0114 (C) = 2(O) / 1(C)

実験式 CHO₂

分子式 C₂H₂O₄(蓚酸)

例題 5.7 希釈によって溶液を調製する

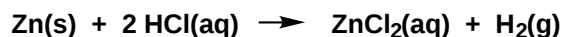
ビタミン剤に含まれる鉄の量を知る実験を行っているとする。メスフラスコに 0.236 M の硝酸鉄(III)溶液を 1 mL を入れ、正確に 100mL に薄めて、鉄(III)イオンの標準溶液を調製する。希釈された鉄(III)溶液の濃度は？

解 : $0.236 \times 10^{-3} / 0.1 = 2.36 \times 10^{-3}$ M

例題 5.8 溶液中の反応の化学量論

金属亜鉛は、他の金属同様に、HCl のような酸の水溶液と反応する。

そのような反応は実験での利用を目的とした水素の製造に用いられる。10.0g の亜鉛があると、どれだけの量の 2.50 M 塩酸(ml)が、亜鉛を完全に塩化亜鉛に変えるのに必要か？



解 : $10 / 65.39 = 0.153$ (mol Zn)

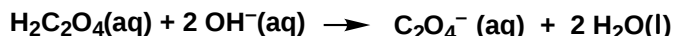
$0.153 \times 2 = 0.306$ (mol HClが必要)

$0.306 / 2.50 = 0.122$ (L HCl水溶液が必要) 122 mL

例題 5.9 酸_塩基滴定

純粋でない蓚酸 1.034g をいくつかの水に溶かして、酸-塩基指示薬を加え、0.485 M の NaOH で滴定するとします。当量点に達するのに、NaOH 溶液 34.47 mL 必要でした。

蓚酸の質量と試料中の重量パーセントは？



解：0.03447 x 0.485 = 0.0167 (mol NaOH)

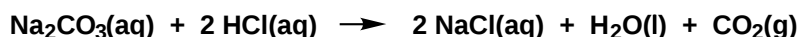
0.0167 / 2 = 0.00836 (mol H₂C₂O₄): 当量

0.00836 x 90.04 = 0.753 (g H₂C₂O₄)

0.753 / 1.034 = 0.728 (72.8 % H₂C₂O₄)

例題 5.10 滴定による酸の標定(標準化)

HClのような酸溶液はNa₂CO₃のような塩基を滴定することにより標定されます、それはNa₂CO₃が純粋な形で得られる固体で、正確に秤量出来、酸と完全に反応するからです。0.263 g の Na₂CO₃ を当量点まで滴定するのに 28.35 mL の HCl 水溶液が必要とします。HCl のモル濃度は？



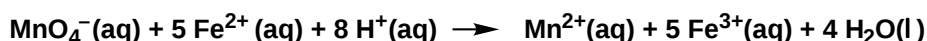
解：0.263 / 106.0 = 0.00248 (mol Na₂CO₃)

0.00248 x 2 = 0.00496 (mol HCl)

0.00496 / 0.02835 = 0.175 (M HClのモル濃度)

例題 5.11 滴定に酸化_還元反応を用いる

鉄含量を知るために鉄鉱石を分析するとします。この場合、鉱石中の鉄は鉄(II)イオン、Fe²⁺の水溶液に定量的に変換され、この溶液は過マンガン酸カリウム KMnO₄ 水溶液によって滴定されます。この滴定の過程で起こる反応の均衡を取った正味のイオン反応式は



全ての鉄(II)が反応したときを簡単に検知できるので、これは役に立つ分析反応です。MnO₄⁻イオンは深紫色で、Fe²⁺と反応すると色は消えます、なぜなら反応生成物、Mn²⁺イオンは無色だからです。このように KMnO₄ をビュレットから加えると、溶液が混ざり、色は消えます。全ての Fe²⁺イオンが Fe³⁺イオンに変わると、更に KMnO₄ を加えても、溶液は紫色のままです。従って、KMnO₄ 溶液をビュレットから加えて、最初は無色の Fe²⁺を含む溶液が丁度、薄い紫色を呈すると、それは当量点に達したという表示です。

そこで、鉄を含む鉄石の試料 1.026-g は当量点に達するのに 0.0195 M の KMnO₄ 溶液を 24.35 mL 必要とします。鉄の重量パーセントは？

解：0.02435 x 0.0195 = 0.000475 (mol KMnO₄)

0.000475 x 5 = 0.00238 (mol Fe²⁺)

$$0.00238 \times 55.85 = 0.133 \text{ (g Fe)}$$

$$0.133 / 1.026 = 0.129 \text{ (12.9 \% Fe)}$$

The final step in the manufacture of platinum metal (for use in **automotive catalytic converters** and other purposes) is the reaction



If **12.35 g** of $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ is heated, what mass of platinum metal, in grams, is expected? What mass of HCl is obtained as well?

Ans. $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$:塩化白金(IV)酸アンモニウム

$$(12.35 / 443.87) \times 195.08 = 5.428 \text{ (g)}$$

$$(12.35 / 443.87) \times (16/3) \times 36.461 = 5.411 \text{ (g)}$$

Aspirin is produced by the reaction of **salicylic acid** and **acetic anhydride** (p220).

If you mix 100. g of each of the reactants, what is the maximum mass of aspirin that can be obtained?



Ans. サリチル酸 : $(100 / 138.1) \times 180.2 = 130. \text{ g}$ (アスピリン)

無水酢酸 : $(100 / 102.1) \times 180.2 = 176. \text{ g}$ (アスピリン)

アスピリンの最大収量は 130. G