

Exercise 6.1 エネルギー

生卵をフライパンで簡単に卵焼きに出来ます。飛び込み台から跳ぶように、何種類かのエネルギーが関係しています。それを示し、引き起こす変化を述べなさい。

答え：

卵がフライパンに落とされると、落下によりポテンシャルエネルギーが運動エネルギーに変換される。熱エネルギーが燃焼ガスあるいは電熱コイルから卵へ移動する。ガスが用いられると化学ポテンシャルエネルギーが熱エネルギーに変換される。

Exercise 6.2 エネルギー単位

1. ホットドッグは 160Cal のエネルギーを供給する。ジュール単位では？
2. W ワットの電球を s 秒間付けると、使うエネルギーは Ws ジュールである。75 ワットの電球を 3.0 時間点けると、何ジュールのエネルギーを使うことになるか？
3. Fig. 6.6 の無糖甘味料は 16kJ の栄養価を与える。キロカロリーでは？

答え：

1. $160\text{Cal} \times 1000 \times 4.18 \text{ J/cal} = 6.7 \times 10^5 \text{ J}$
2. $75 \times 3 \times 3600 = 8.1 \times 10^5 \text{ Ws} = 8.1 \times 10^5 \text{ J}$
3. $16 / 4.184 = 3.8 \text{ kcal}$

Exercise 6.3 比熱を使って

質量 250g のアルミニウムの小片を暖めるのに、24.1kJ 用いる。最初の温度が 5.0°C とすると最終の温度は何度？アルミニウムの比熱を 0.902J/g•K とする。

答え：

$$q = 24.1 \times 10^3 \text{ J} = (250 \text{ g})(0.902) (T - 5.0)$$
$$T = 111.9^\circ\text{C}$$

Exercise 6.4 比熱の決定

15.5g のクロムを 100.0°C まで加熱、それを 16.5°C、55.5 g の水に入れた。金属と水の最終温度は 18.9°C であった。クロムの比熱は？

答え：

$$15.5 \times C_{\text{metal}} \times (18.9 - 100.0) = -(55.5)(4.184 \text{ J/g}\cdot\text{K}) \times (18.9 - 16.5)$$
$$C_{\text{metal}} = 0.44 \text{ J / g}\cdot\text{K}$$

Exercise 6.5 物質間の熱移動

鉄の小片(400g)を炎で加熱、1000g の水を含むビーカーに入れた。水の初めの温度は 20.0°C であった、鉄片を入れると両方が同じ温度、32.8°C になった。熱せられた鉄片の最初の温度は？

答え：

$$400\text{g} \times (0.451 \text{ J/g}\cdot\text{K}) \times (32.8 - T) = -(1000) \times (4.184 \text{ J/g}\cdot\text{K}) \times (18.9 - 16.5)$$
$$T = 330.^\circ\text{C}$$

Exercise 6.6 状態の変化

25g の液体のメタノール CH_3OH を 25.0°C から沸点(64.6°C)に加熱し、その温度でメタノールを完全に蒸発させると、どれだけの熱が吸収されねばならないか？液体メタノールの比熱は 2.53J/g•K、蒸発熱は $2.00 \times 10^3 \text{ J/g}$ とする。

答え：

$$25.0 \times 2.53 \times (64.6 - 25.0) = 2.50 \times 10^3 \text{ J}$$
$$25.0 \times (2.00 \times 10^3 \text{ J/g}) = 5.00 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\text{全熱エネルギー} = 5.25 \times 10^4 \text{ J}$$

Exercise 6.7 比熱の決定に状態の変化を用いる

氷熱量計は金属の比熱の決定に用いられます。一片の熱した金属片を重さの分かっている氷の中に入れます。金属が与えた熱量は溶けた氷の量から決められます。質量 9.85g の金属小片を 100.0°C に加熱して、氷に落とします。金属の温度が 0°C になり、1.32g の氷が解けて、0.0°C の水になったことが分かりました。金属の比熱は？

答え：

$$1.32 \times (333 \text{ J/g ice}) = 440 \text{ J}$$

$$440 = -(9.85) \times (C_{\text{metal}}) \times (0.0 - 100.0)$$

$$C_{\text{metal}} = 0.446 \text{ J/g}\cdot\text{K}$$

Exercise 6.8 状態の変化とΔH

固体のヨウ素の昇華によるエンタルピー変化は 62.4 kJ/mol である。



1. 10.0g の固体のヨウ素を昇華させるに必要な熱エネルギーは？
2. 3.45g のヨウ素の蒸気が固体のヨウ素に凝縮すると、どれだけのエネルギーが関係するか？過程は発熱か吸熱か？

答え：

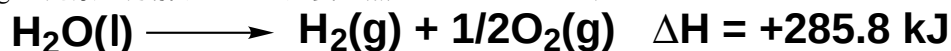
$$1. (10.0 / 253.8) \times (62.4) = 2.46 \text{ kJ}$$

2. 過程は発熱過程

$$(3.45 / 253.8) \times (62.4) = 0.848 \text{ kJ}$$

Exercise 6.9 熱エネルギー計算

液体の水 12.6g を元素に分解するのに必要な熱エネルギーはいくらか？

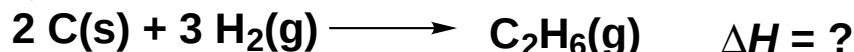


答え：

$$(12.6 \text{ g} / 18.02) \times 285.8 = 2.00 \times 10^2 \text{ kJ}$$

Exercise 6.10 ヘスの法則を使って

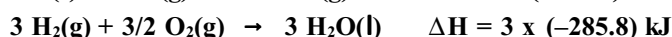
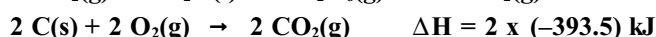
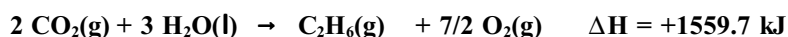
C(s)と H₂(g)から C₂H₆ エタンを生成する場合のエンタルピー変化いくらか？



エタンの燃焼に関して実験的に決定されたΔH と例題 6.6 の内容を利用する。



答え：

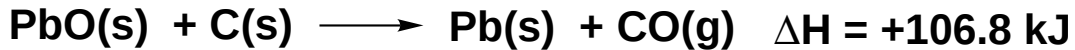


Exercise 6.11 ヘスの法則を使って

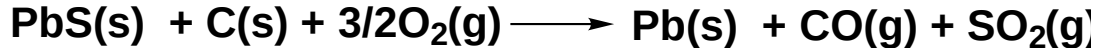
鉛は何世紀にもわたって知られ、用いられてきました。金属を得るために、硫化鉛(II)(PbS; 方鉛鉱と呼ばれるありふれた鉱物の形)をまず、空气中で焼いて、酸化鉛(II)PbO にします。



さらに、酸化鉛(II)を炭素で還元して金属します。



次の反応のエンタルピー変化はいくらですか？



反応は発熱、吸熱のどちらですか？454g(1 ポンド)の PbS を鉛に変えるのに、どれだけのエネルギー(kJ)を必要としますか？

答え：

$$\Delta H = -413.7 \text{ kJ} + 106.8 \text{ kJ} = -306.9 \text{ kJ}$$

$$[(454 \text{ g}) / (239.3 \text{ g})] \times (-306.9 \text{ kJ}) = 582 \text{ kJ}$$

Exercise 6.12 生成のエンタルピーを定義する式を書く

それぞれの元素からエタノールおよび硫酸銅の生成を規定する均衡式を書きなさい。各々について標準モル生成エンタルピー値を与えなさい。1.5 モルのエタノールが標準状態で元素から形成されるとして、 $\Delta H^\circ_{\text{rxn}}$ の値は？

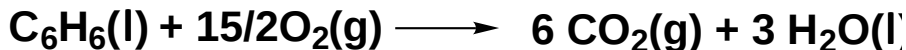
答え：



$$\Delta H^\circ_{\text{rxn}} = (-277.7) \times 1.5 = -4.2 \times 10^2 \text{ J}$$

Exercise 6.13 生成のエンタルピーを使って

ベンゼン C_6H_6 は重要な炭化水素です。燃焼のエンタルピーを計算しなさい；すなわち式 6.6 を使って次の反応の ΔH° を求めなさい。



ベンゼンの生成のエンタルピー $\Delta H^\circ_f [\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})]$ は+49.0kJ/mol です。必要な他の値に関しては表 6.2 を用いなさい。

答え：

$$\Delta H^\circ_{\text{rxn}} = 6 \Delta H^\circ_f [\text{CO}_2(\text{g})] + 3 \Delta H^\circ_f [\text{H}_2\text{O(l)}] - \{ \Delta H^\circ_f [\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})] + 15/2 \Delta H^\circ_f [\text{O}_2(\text{g})] \} = 6 \times (-393.5) + 3 \times (-285.8) - 1 \times (49.0) - 0 = -3267.4 \text{ kJ}$$

Exercise 6.14 反応による放出される熱を決める

普通のグラニュー糖(スクロース、 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)の資料 1g を燃焼熱量計の中で燃やす。熱量計の $1.50 \times 10^3 \text{ g}$ の水の温度が 25.00 より 27.32°C まで上がった。ポンプの熱容量を 837J/K、そして水の比熱を 4.184J/g・K とする、(a) スクロースのグラム当たりの発生する熱量、および(b) スクロースのモル当たりの発生する熱量を計算せよ。

答え：

$$\text{熱量計の水に移動する熱量} : 1.50 \times 10^3 \times 4.184 \times 2.32(\text{K}) = 14.6 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\text{熱量計(ポンプ)に移動する熱量} : 837 \times 2.32(\text{K}) = 1.94 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\text{スクロースの 1.00 グラムにより移動した全熱量} = -16.5 \text{ kJ}$$

$$\text{モル当たり移動する全熱量} = -16.5 \text{ kJ} \times 342.2 = -5650 \text{ kJ}$$

Exercise 6.15 塩基の標定

200mL の 0.400M HCl と 200mL の 0.400M NaOH をコーヒークップ熱量計で混ぜるとする。混合前の溶液の温度は 25.10°C であり、混合して反応を起こさせた後、温度は 26.60°C になった。どれだけの熱量が 1 モルの酸を中和すると発生するか？すなわち酸の中和のモルエンタルピーはいくらか？全ての溶液の密度を

1.00g/mL とし、その比熱を 4.20 J/g とする。

答え：

最終溶液の質量は：400.g

$q = 4.2 \times 400. \times (26.60 - 25.10) = 2.5 \times 10^3 \text{ J}$ (0.0800 モルの HCl について)

$2.5 \text{ kJ} / 0.0800 = 32 \text{ kJ/mol (HCl)}$

中和の $\Delta H = -32 \text{ kJ/mol}$

Exercise6.16 生成のエンタルピーを見つける

表 6.2 の情報と次の実験によるエンタルピー変化を使って、



Ba(OH)₂(s)の生成のエンタルピーを計算しなさい。

答え：

