

第146回 CIS パートナー会議(一般使用)

開催日時 2024年8月25日(日) 13時~15時30分

講師 久米 健次 様

テーマ 「水に塩をかけるとなぜ冷える」



会議風景

プロローグ:

連日35度を超える猛暑の中、畑やプランターの家庭菜園の水遣りの話題から始まりました。

- A) 畑つりは、水遣りが1日不足しただけで枯れてしまう。水不足らしいと日中に気付き、水遣りしても時すでに遅く、次の日はおぼれてしまった。このため、キュウリは多シーズンで3回目~4回目と苗を植え付けている。一般ナスは比較的暑さに強らしく、元気に育っている。東京の野口福苗店でF1でない固定種を販売している。F1の方が作りやすいメイトはある、100円で種を売っている(一袋50円~100円)。

- B) 自動散水機の利用は有効。

水に塩をかけるとなぜ冷える

小学生の夏休みの自由研究の発想のテーマという、小学校の理科「算数も解れない」

・水は高いところから低いところに流れる。

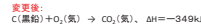
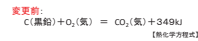
・放置すると(自発変化)、水はエネルギーの低い状態に移り、その差額がエネルギーが外部に与えられる
→ 水力発電
火力発電や原子力発電も基本は同じ

普通、化学反応ではエネルギーの低い方に変化して、その差額がエネルギーとなりだせる。

例・水素の燃焼

水素や炭素はそのままでは燃焼しない。原子核反応でも同じ

高校化学の表記方法が変わった。熱化学方程式と標準エンタルピー → エンタルピー変化(反応熱) ΔH →



化学反応で、自発的に冷える場合がある。

周囲から熱エネルギーを奪い、自らは熱エネルギー(エンタルピーΔH)が増加する。何故そんなことが起こり得るのか。

ヒヤロン(LOTTE)は冷える

・自分自身は周囲から熱を奪って、エネルギーが変化する。
・・・燃焼とは逆



炭素、硫酸アンモニウム、水

熱力学の法則

第1法則: エネルギー保存則
 $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$

第2法則: エントロピー増大
断熱系では ΔS ≥ 0 (等号は可逆過程)

反応の自発的な方向性は第1法則では決まらない
第2法則で決まる

反応の自発変化の方向

等圧等温過程ではGが減少する方向
 $G = H - TS$: ギブズエネルギー
H : 系の熱エネルギー(エンタルピー)
S : 系のエントロピー

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

ΔG < 0 自発的变化がおこる

発熱反応: ΔH < 0 ΔS > 0 or ΔS ~ 0
吸熱反応: ΔH > 0 ΔS > 0

水に溶けやすさとエントロピーの増減
・種類別のNaCl(食塩)とCaF2(炭素)を水に溶かしてみ
るとともに水溶液中で塩類イオンになる
(真野人「エントロピーがもたらす水への溶けやすさと溶け難さより」
(2020))

	NaCl	CaF2
ΔG kJmol ⁻¹	-9.00	56.1
ΔH kJmol ⁻¹	-3.88	11.5
ΔS kJmol ⁻¹	43.2	-130

いずれもΔH < 0 (発熱)
・わずかな熱を奪わないといけない
・過剰は溶けるとΔS > 0
NaClは溶けやすいが、CaF2はほとんど溶けない

定温定圧条件下でのエントロピー増大条件

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$

$$-\Delta H / T + \Delta S > 0$$

よそ、環境のエントロピー増加量

語を訳して

水に塩をかける温度が下がる...寒剤

寒剤の例

・水+塩
水100gに食塩33gを混ぜると-21.3℃まで下がる

・水+塩化カルシウム(CaCl2 = 融剤)
水100gに14gの塩化カルシウムを入れると-55℃まで下がる

・水+硫酸
水100gに硫酸(66.2%)を91g混ぜると-37℃まで下がる

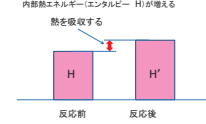
水に硫酸を入れると激しく発熱するの!!
(特くて水に硫酸をかけるのは躊躇われる)

・水+砂糖 少し温度が下がる

水に塩をかける時、水ΔH(発熱)
水が溶ける時に周囲の熱を奪う ΔH > 0
ΔS > 0(水)で ΔS < 0となり反応が自発的に
進む

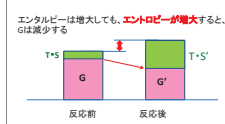
燃焼の場合はΔH < 0
ΔS > 0あるいはΔS ~ 0
ΔS < 0

何故、エネルギーの増える方向に反応が進むのか
内部熱エネルギー(エンタルピー H)が増える



Gが増える方向に反応が進む
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

エンタルピーは増大しても、エントロピーが増大すると、Gは減少する



NaCl 超水合物 露点下 2.5万気圧

熱力学的な関係では、分子レベルで何が起きているかはわからない。

熱力学のすごさと限界、の両面

D) エピソード

会議後のお話タイム

D-1) だから、塩をかける水は冷える。

・融剤として使える。溶けると周囲から熱を奪う = 周囲の温度を下げる。

・塩化カルシウムの例では、-55℃まで下がる。(高速道路では凍結防止のために塩化カルシウムを

撒いている。-55℃の塩化カルシウム水溶液として道路上で凍結を防止している)

・熱力学で濃度が低いところから高いところへ熱エネルギーは移動。高いところから、低所への移動は難しい。

・融剤に「塩(イオン)」を加えると周囲の温度が下がる。

D-2) 久米さんの実験内容

・夏休みの小学生向け実験。

・光のヤングの実験

・剃刀で0.3mm程度のスリットを作り、その中心に髪の毛を通して二重スリットを作る。

・ポイント、普通の自然光で干渉する。フットンが自分自身と干渉する。

・細かい作業に顕微鏡を使ってスリットを作成する。

・顕微鏡は山本がヤフオクで購入したものである。ご利用ください。

D-3) 今後の日程

第147回 9月29日(日) 13時 ~ 竹内 学 様

第148回 10月27日(日) 13時 ~ 中嶋 元一 様

第149回 11月24日(日) 13時 ~ 久米 健次 様

HP <http://www.cis-laboratories.co.jp/index.html>

以上