

空気の流れと気化冷却の関係性

大阪府立天王寺高等学校

1,研究目的

空気の流れ(風)の強さと気化冷却の効率がどのように関係しているのかを明らかにし、空気と水の熱の交換を定量化することが本研究の目的である。

2,実験Ⅰの方法



写真1. 実験装置

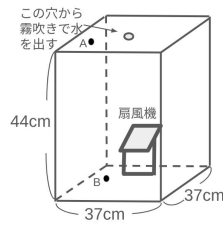


図1. 実験装置の配置

①保温シートで覆った箱の中の空気の温度を白熱電球で60℃まで上昇させる。その間、上向きに設置した扇風機で空気の温度を均一に保つ。

②点Aが60℃に達してから、霧吹きを120回/分で150回噴射。60℃からの温度変化を扇風機の風の強さを変えて比較。

実験Ⅰ:風なし 実験Ⅱ:風弱 実験Ⅲ:風強

③蒸発量を調べる

蒸発量=(霧吹きで出した水の質量)-(箱の中に残った水の質量)

水の蒸発熱: 2260 J/g、水の蒸発量: 40 gより、 $Q_w = 2260 \times 40 \div 9.0 \times 10^4 [J]$

箱の中の内部エネルギーの変化: $\Delta U [J]$

熱力学第一法則より、 $\Delta U = Q_a$
 $\Delta U = Q_a = -9.0 \times 10^4 [J]$ ①

二原子分子理想気体の内部エネルギーの変化の式
 $\Delta U = 5/2 n R \Delta T$ ② を用いる

{用いた物理量}

$p: 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V: 6.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

$R: 8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$, $T: 307 \text{ K}$

理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ より

$1.0 \times 10^5 \times 6.0 \times 10^{-2} = n \times 8.3 \times 307$ $n \div 2.4 \text{ mol}$

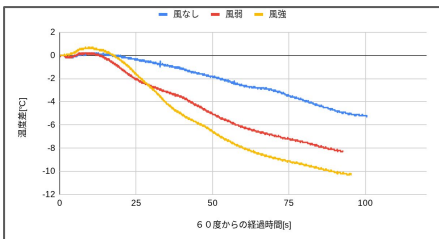
箱の空気を2.4 molとして、①、②を合わせると、
 $-9.0 \times 10^4 = 5/2 \times 2.4 \times 8.3 \times \Delta T$ $\Delta T \div -1.8 \times 10^3 \text{ K}$

実験によって得られた温度差は $\Delta T = -8.2 \text{ K}$

なぜ実測値と理論値に大きな差が生まれる？

霧吹きで噴射する水が多すぎて空気が入れ替わったのではないか

3,実験Ⅰの結果



グラフ1 霧吹きの噴射の有無の温度差

風強、風弱、風なしの順に温度の下がり方が急激に

霧吹きを噴射しないときとの温度差は、風強が風なしの約2倍

	I, 風なし	II, 風弱	III, 風強
霧吹きで出した水の質量[g]	123.7[±1.0]	108.4[±1.0]	107.6[±1.0]
箱の中に残った水の質量[g]	87.8[±2.0]	68.3[±2.0]	62.0[±2.0]
蒸発量[g]	35.9[±3.0]	40.1[±3.0]	45.6[±3.0]

表1 各実験の蒸発量

風強、風弱、風なしの順に蒸発量が多い。

4,実験Ⅰの分析・考察

[結果の考察]

風が強いほど、水滴に当たる空気の量が多くなり、蒸発量が増える。温度の下がり方も急激になる。

[蒸発量と温度変化 ΔT の関係]

蒸発に用いられた熱量: $Q_w [J]$

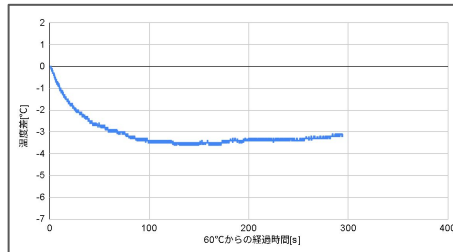
蒸発によって空気に与えた熱量: $Q_a [J]$

$Q_w = -Q_a$ として考える。

5,実験Ⅱの方法・結果

方法: 60℃に達してから、濡れた新聞紙を入れ、その後の温度変化と蒸発量(実験前後の新聞紙の質量差)を計測。扇風機は常に風強にしておく。

結果: $\Delta T = -3.1 \text{ K}$ 、蒸発量 4.3 g



グラフ2 濡れた新聞の有無の温度差

霧吹きを噴射したときよりも蒸発量は少なくなり、 ΔT の値も小さくなった。100秒以降は温度差が大きくならなかった。

6,実験Ⅱの分析・考察

蒸発量を4.3gとして実験Ⅰと同様に計算すると、 $\Delta T = -2.0 \times 10^2 \text{ K}$ となり、依然として大きい。蒸発量が少ないとき、実測値の ΔT が小さくなるという関係性は成り立つ。

100秒以降の温度差が小さかったのは、それまでに新聞紙の表面の水がほとんど蒸発したためか。

7,まとめ

空気の流れが強いほど、蒸発量が多くなる、蒸発量が多ければ温度の下がり方が急激になるという相関関係がある。箱の密封性、断熱材の熱伝導率などが複雑に絡みあっているため、この関係性を計算によって求めることは難しい。理論値と実測値を引き離す原因を解明していきたい。