

TÍNH CHẤT NHIỆT CỦA VẬT LIỆU THỰC PHẨM

Thermal Properties



Quan trọng trong chế biến và bảo quản thực phẩm

Gia nhiệt

Chiên

Sấy (nhiệt độ cao)

Thanh trùng

Tiệt trùng

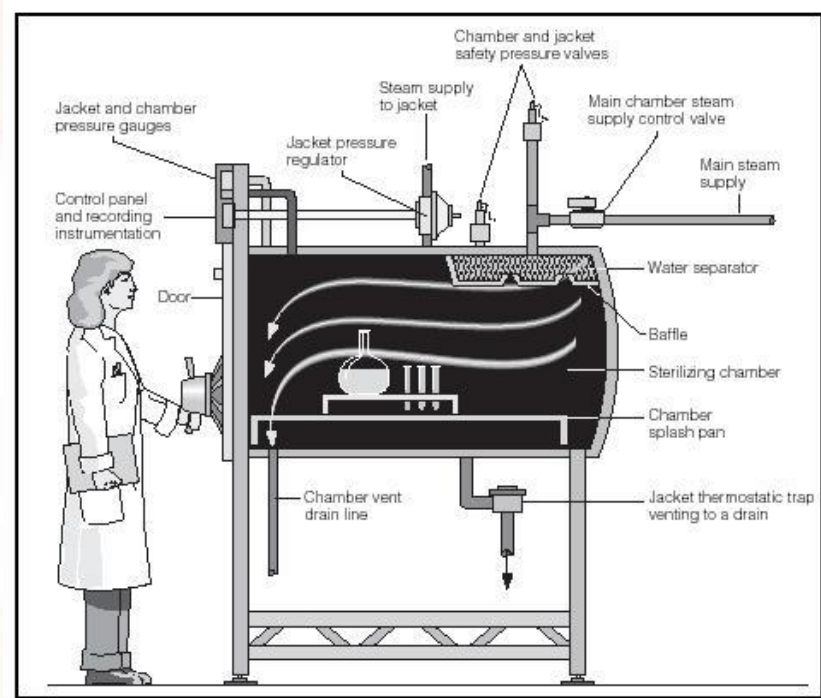
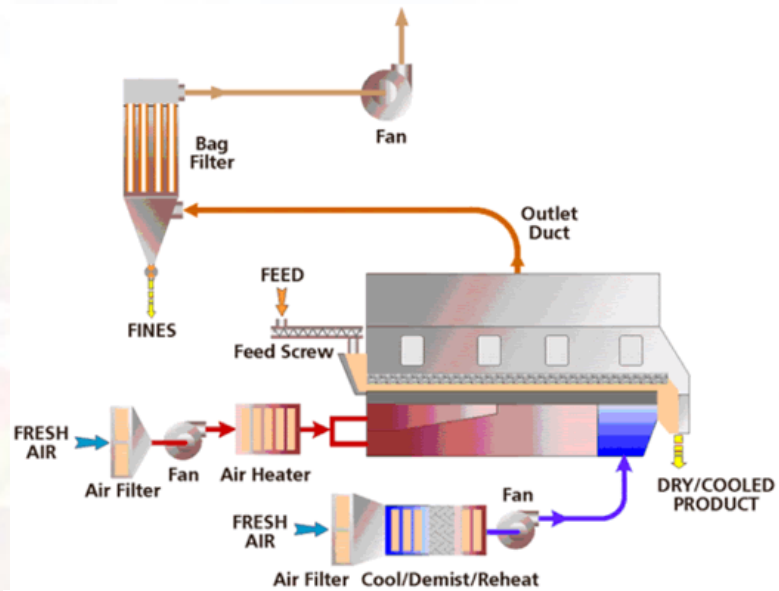
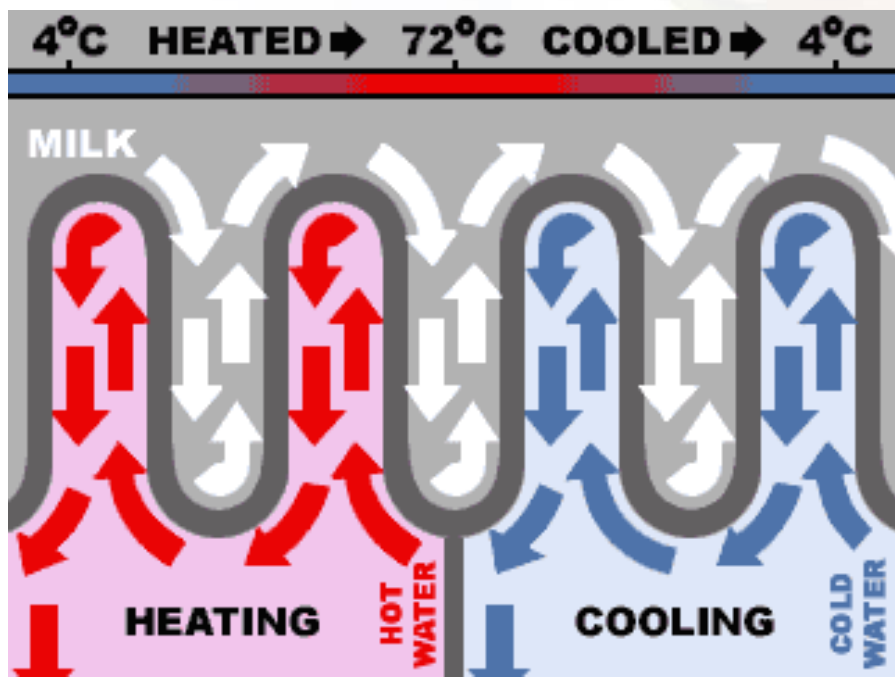
Chiết rút nhiệt

Làm mát (Cooling)

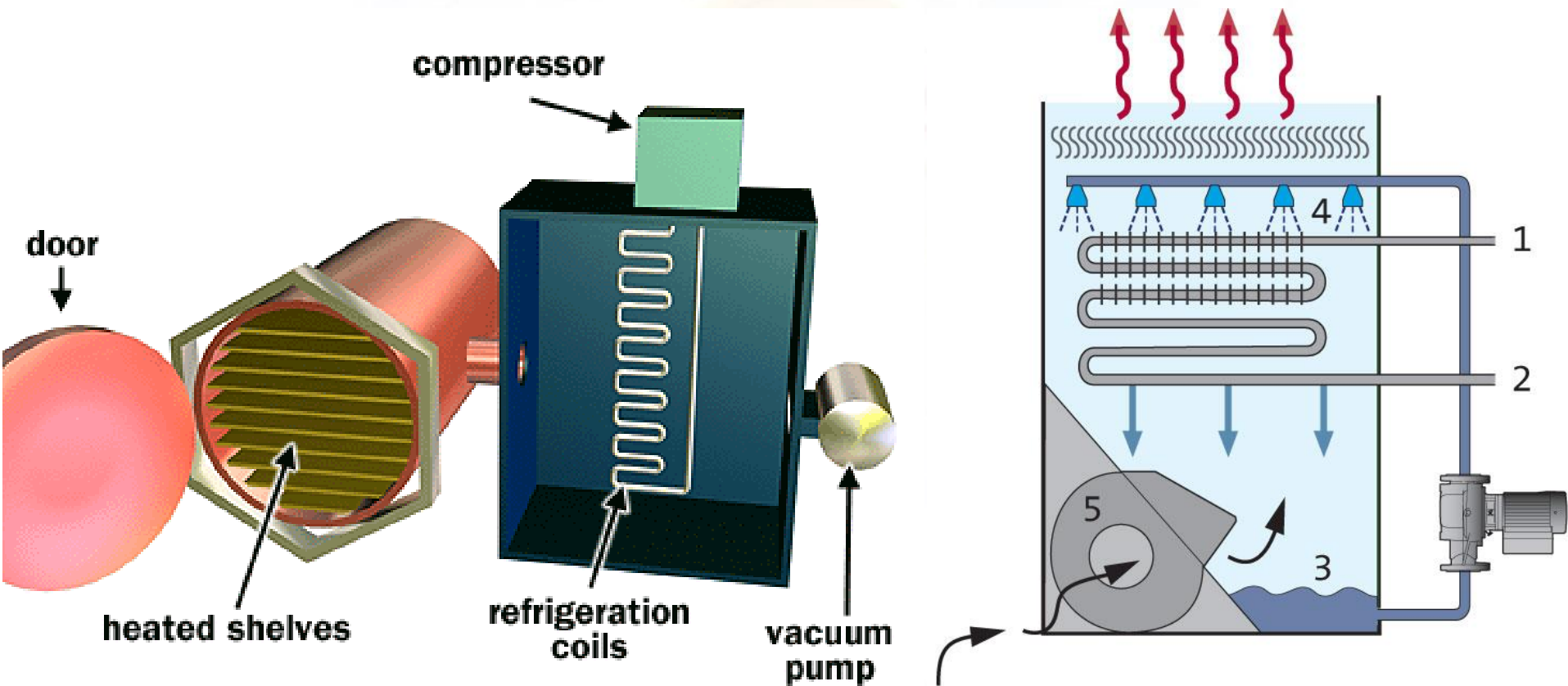
Làm lạnh (Freezing)

Sấy (nhiệt độ thấp)

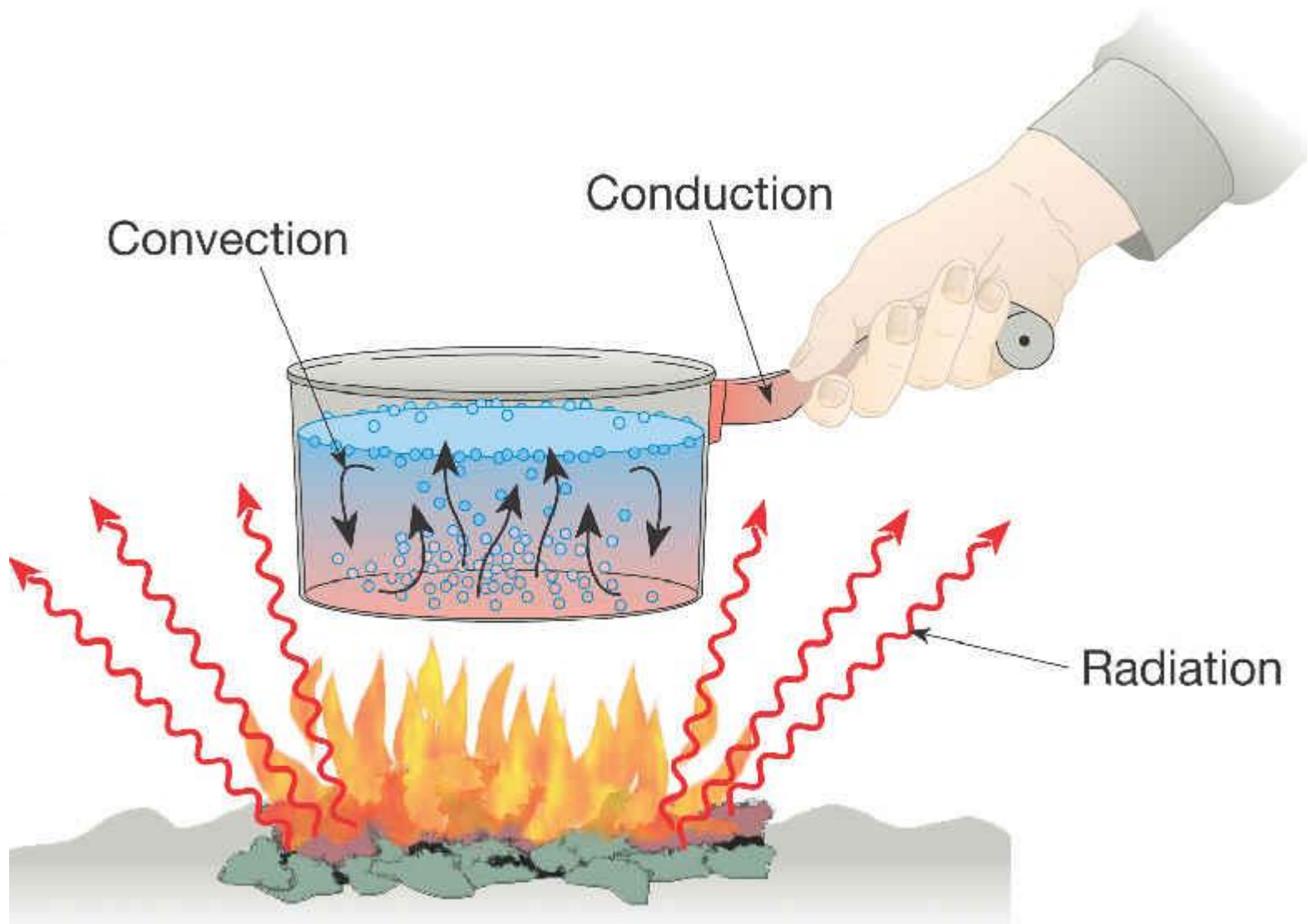
Gia nhiệt



Chiết rút nhiệt



Các phương thức truyền nhiệt



Sự truyền nhiệt vào thực phẩm trước hết phụ thuộc vào sự chênh lệch về nhiệt độ, các tính chất vật lý (hình dạng, kích thước, tính chất nhiệt) của vật liệu thực phẩm.

Ứng với mỗi phương thức truyền nhiệt, sẽ có các thông số nhiệt liên quan.

Tính chất nhiệt của vật liệu có thể được xác định trực tiếp thông qua thực nghiệm hoặc bằng cách thông qua các cấu phần của vật liệu thực phẩm đó.

Nhiệt dung

- Là tính chất nhiệt đặc trưng cho khả năng giữ và trữ nhiệt của vật liệu
- Được xác định bằng lượng nhiệt cần thiết để tăng nhiệt độ vật liệu lên một lượng nhất định.

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

Nhiệt dung của một khối lượng nhất định vật liệu được gọi là Nhiệt dung riêng

$$c_p = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \cdot \frac{dQ}{dT}$$

Nhiệt dung riêng của hầu hết thực phẩm thực phẩm trong khoảng 1.5 - 4.4 (kJ/kg.độ)

Theo đề xuất của Siebel (1892)

$$c_p = 0.837 + 3.349 X_w$$

Theo đề xuất của Charm (1978)

$$c_p = 2.093 X_f + 1.256 X_s + 4.187 X_w$$

Theo đề xuất của Heldman và Singh (1981)

$$c_p = 1.424 X_h + 1.549 X_p + 1.675 X_f + 0.837 X_a + 4.187 X_w$$

Xác định nhiệt dung riêng bằng cấu phần vật liệu

$$c_p = \sum_{i=1}^n c_{pi} X_i \quad (\text{Choi \& Okos, 1986})$$

| | | |
|-----------------|--------------------|--|
| c_p (kJ/kg°C) | Protein | $c_p = 2.0082 + 1.2089 \times 10^{-3}T - 1.3129 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fat | $c_p = 1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3}T - 4.8008 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Carbohydrate | $c_p = 1.5488 + 1.9625 \times 10^{-3}T - 5.9399 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fiber | $c_p = 1.8459 + 1.8306 \times 10^{-3}T - 4.6509 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ash | $c_p = 1.0926 + 1.8896 \times 10^{-3}T - 3.6817 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Water ^a | $c_p = 4.0817 - 5.3062 \times 10^{-3}T + 9.9516 \times 10^{-4}T^2$ |
| | Water ^b | $c_p = 4.1762 - 9.0864 \times 10^{-5}T + 5.4731 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ice | $c_p = 2.0623 + 6.0769 \times 10^{-3}T$ |

^a For the temperature range of -40 to 0°C.

^b For the temperature range of 0 to 150°C.

Hệ số dẫn nhiệt (k)

Lượng nhiệt dẫn qua một đơn vị chiều dài vật liệu khi có sự chênh nhau một độ ($\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$)

Hệ số dẫn nhiệt (k) thể hiện mức độ dễ dàng của nhiệt truyền qua vật liệu.

Vật liệu có hệ số dẫn nhiệt thấp sẽ trở thành vật liệu cách nhiệt

Hệ số dẫn nhiệt của thực phẩm thấp: $0.2 - 0.5 \text{ (W/K.m)}$

Xác định hệ số dẫn nhiệt thực phẩm

Rau quả (MC > 60%)

$$k = 0.148 + 0.493 X_w \quad (\text{Sweat, 1974})$$

Thịt cá (MC = 60 - 80%; T = 0 – 80°C)

$$k = 0.08 + 0.52 X_w \quad (\text{Sweat, 1975})$$

Thực phẩm chung

$$k = 0.25X_h + 0.155X_p + 0.16X_f + 0.135X_a + 0.58X_w$$

(Sweat, 1986)

Thực phẩm chung (tính tới ảnh hưởng của nhiệt độ)

$$k = \sum_{i=1}^n k_i Y_i \quad (\text{Choi \& Okos, 1986})$$

$$Y_i = \frac{X_i / \rho_i}{\sum_{i=1}^n (X_i / \rho_i)}$$

| Property | Component | Temperature function |
|-----------------------------|--------------|---|
| k (W/m°C) | Protein | $k = 1.7881 \times 10^{-1} + 1.1958 \times 10^{-3}T - 2.7178 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fat | $k = 1.8071 \times 10^{-1} - 2.7604 \times 10^{-3}T - 1.7749 \times 10^{-7}T^2$ |
| | Carbohydrate | $k = 2.0141 \times 10^{-1} + 1.3874 \times 10^{-3}T - 4.3312 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fiber | $k = 1.8331 \times 10^{-1} + 1.2497 \times 10^{-3}T - 3.1683 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ash | $k = 3.2962 \times 10^{-1} + 1.4011 \times 10^{-3}T - 2.9069 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Water | $k = 5.7109 \times 10^{-1} + 1.7625 \times 10^{-3}T - 6.7036 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ice | $k = 2.2196 - 6.2489 \times 10^{-3}T + 1.0154 \times 10^{-4}T^2$ |
| ρ (kg/m ³) | Protein | $\rho = 1.3299 \times 10^3 - 5.1840 \times 10^{-1}T$ |
| | Fat | $\rho = 9.2559 \times 10^2 - 4.1757 \times 10^{-1}T$ |
| | Carbohydrate | $\rho = 1.5991 \times 10^3 - 3.1046 \times 10^{-1}T$ |
| | Fiber | $\rho = 1.3115 \times 10^3 - 3.6589 \times 10^{-1}T$ |
| | Ash | $\rho = 2.4238 \times 10^3 - 2.8063 \times 10^{-1}T$ |
| | Water | $\rho = 9.9718 \times 10^2 + 3.1439 \times 10^{-3}T - 3.7574 \times 10^{-3}T^2$ |
| | Ice | $\rho = 9.1689 \times 10^2 - 1.3071 \times 10^{-1}T$ |

Hệ số khuếch tán nhiệt (α)

Hệ số khuếch tán nhiệt cho biết trường nhiệt độ trong vật liệu biến thiên nhanh hay chậm.

Là thước đo quán tính nhiệt của vật liệu

Vật liệu có hệ số khuếch tán nhiệt lớn thì truyền nhiệt càng nhanh

Đơn vị SI: m^2/s

Tính hệ số khuếch tán nhiệt theo hàm ẩm

$$\alpha = 0.088 \cdot 10^{-6} + (\alpha_W - 0.0088 \cdot 10^{-6}) \cdot X_W$$

(Riedel, 1969)

$$\alpha = [0.057363 \cdot X_W + 0.000288 \cdot (T + 273)] \cdot 10^{-6}$$

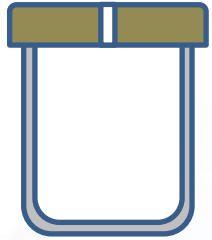
(Martens, 1980)

Tính hệ số khuếch tán nhiệt theo cấu phần vật liệu

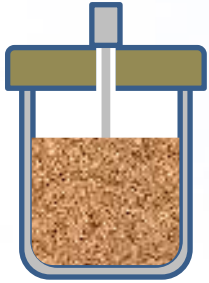
$$\alpha = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i \quad (\text{Choi \& Okos, 1986})$$

| | | |
|-------------------------------|--------------|--|
| α (mm ² /s) | Protein | $\alpha = 6.8714 \times 10^{-2} + 4.7578 \times 10^{-4}T - 1.4646 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fat | $\alpha = 9.8777 \times 10^{-2} - 1.2569 \times 10^{-4}T - 3.8286 \times 10^{-8}T^2$ |
| | Carbohydrate | $\alpha = 8.0842 \times 10^{-2} + 5.3052 \times 10^{-4}T - 2.3218 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Fiber | $\alpha = 7.3976 \times 10^{-2} + 5.1902 \times 10^{-4}T - 2.2202 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ash | $\alpha = 1.2461 \times 10^{-1} + 3.7321 \times 10^{-4}T - 1.2244 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Water | $\alpha = 1.3168 \times 10^{-1} + 6.2477 \times 10^{-4}T - 2.4022 \times 10^{-6}T^2$ |
| | Ice | $\alpha = 1.1756 - 6.0833 \times 10^{-3}T + 9.5037 \times 10^{-5}T^2$ |

Đo nhiệt dung riêng bằng thực nghiệm



Nhiệt lượng kế đo nhiệt



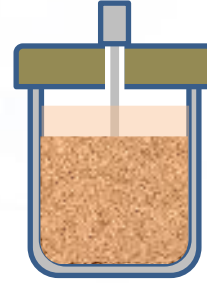
T_s

+



T_{hw}

=



T_{cb}