

食品工学 (平成 19 年度後期) 試験問題

※ 問題は 6 問あります (裏面にもあります)。解答はすべて解答用紙に記入しなさい。

w^* , w^*

1 単振り子の周期 τ [s] は、糸の長さ L [m] と重力加速度 g [m/s²] が関係すると思われる。次元解析により、この関係を推測する。空欄に適切な語句、式または数値を記入して、文章を完成させなさい。

単振り子の周期 τ は糸の長さ L と重力加速度 g のそれぞれのべき乗に比例するとおく。

$$\tau = KL^a g^b \quad (1-1)$$

ここで、 K は無次元の比例定数である。厳密には次元に基づくべきであるが、簡単のため、単位に着目する。式(1-1)で単位の関係は次のようになっている。

$$[s] = [A] \quad [s] = [m]^a [m/s^2]^b = [m]^{a+2b} [s]^{-2b}$$

式(1-1)が次元的に健全であるためには、両辺の単位が同じでなければならないので、

時間 (s) について $1 = \text{イ}$ $1 = 2b$ $b = \frac{1}{2}$ $a = \frac{1}{2}$

長さ (m) について $0 = \text{ウ}$ $0 = a + 2b$ $a = -\frac{1}{2}$

が成立する。したがって、 $a = \text{エ}$ 、 $b = \text{オ}$ であり、これらを式(1-1)に代入すると、

$$\tau = \text{カ} \quad \tau = K L^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}} \quad (1-2)$$

が得られる。式(1-1)に関与する変数の数は 3 であり、 キ の数は 2 である。したがって、 ク 定理より式(1-1)は ケ 個の無次元数でまとめることができることと符合する。

2 空欄に適切な語句、式または数値を記入して文章を完成させなさい。

所定の温度で微生物を 90% 死滅させるのに要する時間を ア 値という。ある微生物のある温度での死滅過程を測定して表 2-1 の結果を得た。この結果を解答用紙のグラフに点綴する (グラフも採点の対象となる) と、 ア 値は イ s と見積もられる。微生物の死滅過程は 1 次反応速度式で表現できることが多い。その速度定数 (死滅速度定数) を k_d と表すと、 k_d と ア 値との間には $k_d = \text{ウ}$ という関係がある。また、表 2-1 の場合、 k_d の値は エ オ (オには単位を記入) である。

食品では高温短時間殺菌法が採用されることが多い。これは微生物の死滅過程に対する カ は、食品成分の劣化 (分解) 反応に対する カ より キ ため、低温で長時間の殺菌を行ったときより、所定の殺菌率を達成するときの食品成分の残存率が高いためである。

表 2-1

| 時間 [s] | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|--------|------|------|------|------|-------|-------|
| 残存率 | 0.61 | 0.37 | 0.22 | 0.14 | 0.082 | 0.050 |

3 外径 24 mm、内径 20 mm の真ちゅう管を伝熱管とするアルコール冷却器の管内水側の伝熱係数が $h_1 = 3400 \text{ J/(m}^2\text{s}\cdot\text{K)}$ 、管外アルコール側の伝熱係数は $h_2 = 2000 \text{ J/(m}^2\text{s}\cdot\text{K)}$ である。空欄に適切な記号、数値または単位を記入して、このときの管内面基準の総括伝熱係数 U_1 を求めよ。なお、真ちゅうの熱伝導率は $k = 100 \text{ J/(m}\cdot\text{s}\cdot\text{K)}$ である。

真ちゅう管の内径と外径をそれぞれ D_1 と D_2 、また真ちゅう管の厚さを L と表すと、

$$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{h_1} + \frac{\text{アル}}{\text{イ}k} \frac{D_1}{D_{av}} + \frac{1}{h_2} \frac{D_1}{D_2} \quad (3-1)$$

式(3-1)より総括伝熱係数 U_1 を求めると、 エ オ である (オには単位を記入)。

$$\frac{m^2 \cdot s \cdot K}{J} = \frac{m}{m} \quad \frac{1}{K} \cdot \frac{m^2 \cdot s \cdot K}{J} \cdot m \quad \frac{m^2 \cdot s \cdot K}{J}$$

