

月1化学工学講義②

2012.6.22

佐々木

今日の学習は？

- 次元解析（単位、次元、次元解析）
- 流動
- 固液分離（吸着、濾過など）
- 伝熱
- 粉粒体操作
- プロセス制御

単位の換算

Q1 つぎの量をSIによって表せ.

(1) $1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

(2) $4.3 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{F}^{-1}$

(3) $25 \text{ kgf} \cdot \text{cm}^{-2}$

(4) 気体定数 $R = 0.08205 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

(5) 2000 mmHg

(6) 5 atm

(7) 1 cP

次元

自然科学では物理量を長さ・時間・質量・力(場合によっては温度差や熱量も入る)といった基本量とそれ以外の組立量(誘導量)とに区別し、組立量を基本量の冪積の定数倍として表すとき、その基本量の指数の集まりとして次元が定義される。ここで言う定数は物理定数ではなく数学的な意味での定数であり無次元量と称される。

長さ	[L]	温度・温度差	[θ]
時間	[T]	熱量	[H]
質量	[M]		
力	[F]		

Q2 つぎの誘導量を次元で表せ.

- | | |
|---------|---------|
| (1) 密度 | (2) 線速度 |
| (3) 流量 | (4) 温度 |
| (5) 圧力 | (6) 粘度 |
| (7) 仕事量 | |

化学工学でよく用いられる無次元数

朱書した無次元数・・・絶対に覚えて、かつ使えるようになってください！

ビオー数	Bi	ヌッセルト数	Nu
オイラー数	Eu	ペクレ数	Pe
摩擦係数	f	プラントル数	Pr
フーリエ数	Fo	レイノルズ数	Re
フルード数	Fr	シュミット数	Sc
ガリレイ数	Ga	シャーウッド数	Sh
グラフホフ数	Gr	スタントン数	St
グレーツ数	Gz	ウェーバー数	We

次元解析

工学の分野では現象が複雑で理論的解析が困難であるケースが少なくない。このような場合、現象に関与する因子が明らかであれば、影響因子となる物理量の相互関係のある程度予測することが可能となる。この方法を次元解析という。

「ある現象を無次元項の形でまとめ、実験データを基に適用性の広い実験式を作成する」

◎キーワード: π 定理 【無次元項の数 $p =$ 物理量の数 $n -$ 基本量の数 m 】

Q3 内径 D の平滑円管内を密度 ρ 、粘度 μ の流体が平均流速 U で流れている。管内壁面の摩擦応力 (管内壁単位面積にかかる摩擦力) τ_w を次元解析によって求めよ。なお、単位系はSIを用いるものとする。

宿題

(やる気のある学生はチャレンジして！)

3題のうち少なくとも1題をレポート用紙に解答し、**6月25日(月)午前10時30分までに405室ポストへ提出**してください。

- 課題1** 円管内の強制対流伝熱における境膜伝熱係数 h [$W/(m^2 \cdot K)$]が、平均流速 u [m/s], 流体の密度 ρ [kg/m^3], 粘度 μ [$kg/(m \cdot s)$], 定圧被熱 c_p [$kJ/(kg \cdot K)$], 熱伝導度 λ [$W/(m \cdot K)$], 管の内径 D [m]で表されるものとして次元解析を行え。
- 課題2** 分子が吸着剤粒子に吸着するときの物質移動係数 k_f [m/s]が粒子充填層の空隙率 ε [m^3/m^3], 流体の空塔速度 u [m/s], 流体粘度 μ [$Pa \cdot s$], 流体密度 ρ [kg/m^3], 吸着剤粒子粒径 d_p [m], 拡散係数 D [m^2/s]で表されるものとして次元解析を行え。
- 課題3** 自分の研究での反応速度定数(または抽出速度定数・物質移動係数)について、その反応(または抽出)に関与すると予想される因子をすべて列挙し、次元解析を試みよ。**なお、必ずしも次元解析できるとは限りませんので注意が必要です。**

次回の講義は？

7月13日(金)の全体ミーティング後に
開講します。

筆記用具と計算機を持参してください。