目錄

**數學、物理基礎**

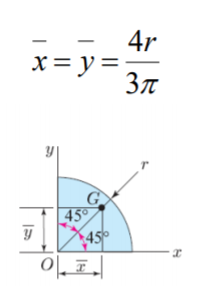
1. 常見的單位&公英制換算
2. 速度維度、方向度
3. 純量、向量、張量
4. 控制方程式
5. 尺度分析概念

**流體介紹**

1. 流體與固體
2. 流體基本物理性質
3. 流線、徑線、煙線、時間線

**數學、物理基礎**

1. 常見單位&公英制換算
2. 圓、球體
3. 球體積:
4. 球表面積:
5. 四分之一圓重心:



1. 公英制單位
2. 基本單位

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 重力加速度 |  |  |
| 公制 | Kg | 牛頓(N) | 公尺 | 秒 |
| 英制 | 磅、Slug(特殊) | 磅力(lbf) | 英尺 | 秒 |

1. 壓力單位
2. 其他
3. 流體密度、黏滯度
4. 、
5. 、
6. 速度維度、方向度
7. 維度

流動的速度場與幾個空間變數有關。

範例:

為一維流動，因為流動速度與一個空間變數有關

1. 方向度

直觀的想法，即有幾個方向的速度。

同樣範例:

為兩個方向的流動，跟方向都有速度

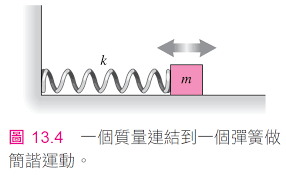
1. 純量、向量、張量
2. 純量力的大小
3. 向量力的大小、方向
4. 張量力的大小、方向、作用面

純量、向量大家都十分熟悉了，不多解釋，至於張量其實可以把他想成能解釋更多事情的一種方法，反過來說其實純量、向量是比較簡單的張量，使用下標表示張量。這種東西，甚至是更複雜這種。此外張量也跟向量一樣，有一套運算模式(加減乘除等等)。計算可藉由矩陣來完成，詳細內容不多說明。

1. 控制(統御)方程式

超級無敵重要、連結數學跟物理概念。

做實驗SOP: 假設某種情況下，將想知道物理現象數學化、變成工程數學問題，再透過初始&邊界條件把解求出來，最後從解來說明物理現象為何。而這個數學化的式子就是控制方程式。**舉例: 彈簧運動的控制方程式**



Question. 想知道手放開、不受外力下滑塊的運動現象

Ans. 假設忽略摩擦力、彈性係數與滑塊質量不變。根據

控制方程式:

1. 尺度分析的概念

承接控制方程式，在代入初始條件求解之前，往往會先考慮尺度問題，以上面的例子來說，已知滑塊的運動與彈簧和滑塊質量有關，要想的是會不會在某種情況，彈簧對此運動沒有影響力(像是很小，很不彈)，控制方程式就能再多做一步簡化，注意很小是相對的概念。

尺度的概念使用範圍甚廣，像是氣象學上會考量空間尺度，分成小中大尺度的天氣現象；又像是會想知道北極冰山融化足不足以影響海洋溫度；又或在考慮彈簧運動時為什麼不用把月球對物體的引力拿進來考量，其中都隱含尺度相對大小的概念。

**尺度分析的方法(無因次過程)**

舉一個奇怪的例子，假設有個式子想估算我的手指分布狀況

可以很直觀的覺得，得到

* 這邊導入一個無因次化尺度分析的方法

重要的是這樣一來 跟就變得一樣，你的長度跟全球平均不會差到太多故皆為、且無因次化後能比較純大小不受單位限制。代回原式可得 ，因，故

得到相同結果。

你可能會覺得為什麼要搞得這麼迂迴

那如果控制方程式是 (流力的質量守恆方程式)，就很難用直觀的方法來尺度分析。

想辦法讓在同一尺度去比較大小。

**流體介紹**

開始進入流體，這章稍微簡單介紹流體是怎麼樣的感覺、流體流動怎麼表達。

1. 流體與固體
2. 流體

一物質受剪應力作用下，產生連續不斷變形，無法達到靜力平衡狀態，

即使將剪應力除去後，也無法回復至初始狀態。

1. 固體

一物質受剪應力作用下，彈性限度內、應力應變呈線性變化，

剪應力除去後，可以回復至初始狀態。

1. 比較(有所相關)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 固體 | 流體 | |
| 液體 | 氣體 |
| 分子間距 | 小大 | | |
| 聲音傳遞速度 | 快慢 | | |
| 剪力關係式 |  |  | |

1. 流體基本物理性質
2. 黏滯性

來自分子與分子**吸引力(液體主要)、碰撞(氣體主要)**

溫度上升，分子動能上升

1. 無黏性流體無黏性流動
2. 無黏性流體

流體的

1. 無黏性流動

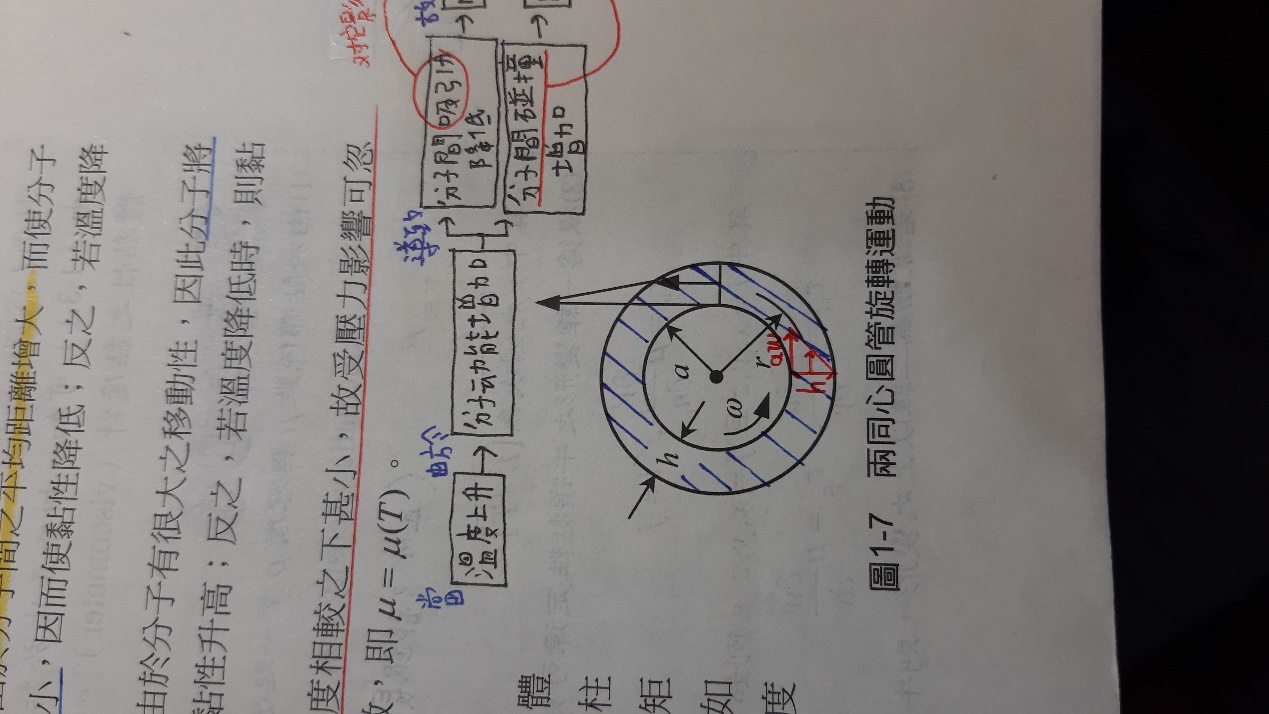
流動時，兩種可能:可能本身是無黏性流體，或無相對移動，

1. 量測黏滯性

待測流體放兩同心圓管間，外圓管固定不動，內圓管等速轉動

因(流速分布視為線性)

扭矩



故

1. 壓縮性

定義體積彈性模數

即產生微小應變需要的壓力，若需要壓力很大代表壓縮性很小。

1. 表面張力

來自分子與分子吸引力(巨觀之下常忽略)

1. 流線、徑線、煙線、時間線

講完了流體基本物理特性，大概知道流體就是一種受應力無法平衡，且變形狀況跟黏滯性有關的東西，現在我們想探討觀察流體運動，究竟看到了什麼，是單一**質點**的移動，還是一團**質點**等等。質點的定義會在下一章詳細介紹，現在可先想成水其實是由水質點一顆一顆組成。

1. 流線

某一瞬間，流體質點在任意各點的速度向量切線連線軌跡。

1. 徑線

某一流體質點行走的運動路徑(不同時間的位置)

1. 煙線

某一瞬間，曾經通過特定點的流體質點之連續軌跡

1. 時間線

某一瞬間，過流場特定截面的流體質點。任一時間，將這些質點連線。賽馬的概念

* 用灑水器說明

灑水器的噴嘴左右移動，射出來的水直線前進(如圖)。

