

國 立 宜 蘭 大 學

1 0 6 學 年 度 研 究 所 碩 士 班 考 試 入 學

輸送現象與單元操作試題

(化學工程與材料工程學系碩士班)

准考證號碼：

《作答注意事項》

- 1.請先檢查准考證號碼、座位號碼及答案卷號碼是否相符。
- 2.考試時間：100 分鐘。
- 3.本試卷共有四大題，共計 100 分。
- 4.請將答案寫在答案卷上。
- 5.考試中禁止使用手機或其他通信設備。
- 6.考試後，請將試題卷及答案卷一併繳交。
- 7.本試卷採雙面影印，請勿漏答。
- 8.本考科可使用非程式型（不具備儲存程式功能）之電子計算機。

(一) 單選題：每一小題 5 分，共 40 分

1. 差壓式流量計，計算體積流率為 $Q = \frac{CA_2}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{\frac{2(P_1-P_2)}{\rho}}$ ，其中 C 值若在雷諾數很高時，文氏計應為多少？
- (A) 0.98
(B) 0.89
(C) 0.75
(D) 0.61
2. 若攪拌槽直徑為 298 mm，葉片直徑為 95 mm，轉速為 150 rpm，扭矩為 0.3Kgf cm，(1 Kgf = 9.8 N)，計算福勞得數 N_{Fr} ？
- (A) 218
(B) 0.1381
(C) 0.0606
(D) 0.0455
3. 質量擴散係數由大至小排列應為？
- (A) 固體 > 液體 > 氣體
(B) 液體 > 固體 > 氣體
(C) 氣體 > 液體 > 固體
(D) 液體 > 氣體 > 固體
4. 逆流操作的套管熱交換器，冷水進口溫度 24 °C、冷水出口溫度 38 °C、熱水進口溫度 53 °C、熱水出口溫度 40 °C，內套管之外徑 $D_{i0} = 10.3$ mm、內徑 $D_{ii} = 7.5$ mm，外套管之外徑 $D_{o0} = 20.3$ mm、內徑 $D_{oi} = 17.5$ mm，對數平均溫度 LMTD 為多少 °C？
- (A) 40.16
(B) 15.49
(C) 13.49
(D) 10.10
5. 同上題數據，套管相當直徑為多少 mm？
- (A) 15.6
(B) 12.8
(C) 10.0
(D) 7.2
6. 一般填料塔的適當操作速度以泛溢速度的多少%？
- (A) 10~30
(B) 30~50
(C) 50~70
(D) 70~90

7. 旋風分離器適用於何種分離？

- (A) 固-固分離
- (B) 固-氣分離
- (C) 液-液分離
- (D) 液-氣分離

8. 泰勒標準篩的網號 100 的意義為？

- (A) 每一吋邊長有 10 個網孔
- (B) 每一平方吋有 10 個網孔
- (C) 每一吋邊長有 100 個網孔
- (D) 每一平方吋有 100 個網孔

(二) 簡答題：每一小題 5 分，共 20 分

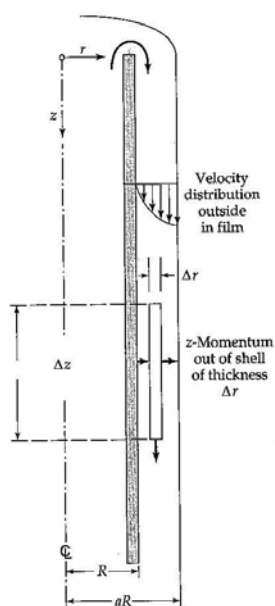
1. 何謂假塑性流體(pseudoplastic fluids).

2. 流體流動中何謂停滯點(stagnant point).

3. 請寫出攪拌動力所定義由那些變數所組成的雷諾數 N_{Re} (Reynold number).

4. 何謂驟沸蒸餾(flash distillation).

(三) A wetted-wall column, as illustrated in Figure, involves both momentum and mass transfer. In this operation, a thin liquid film flows along the wall of the column while in contact with a gas mixture. The time of contact between the two phases is relatively short during normal operation. As only a small quantity of mass is absorbed, the properties of liquid are assumed to be unaltered. The velocity of the falling film will thus be virtually unaffected by the diffusion process. (a) Applying the shell balance method at the steady-state, list the simplifying assumptions, and propose reasonable boundary conditions. (b) Derive that the velocity distribution in the falling film. (20%)

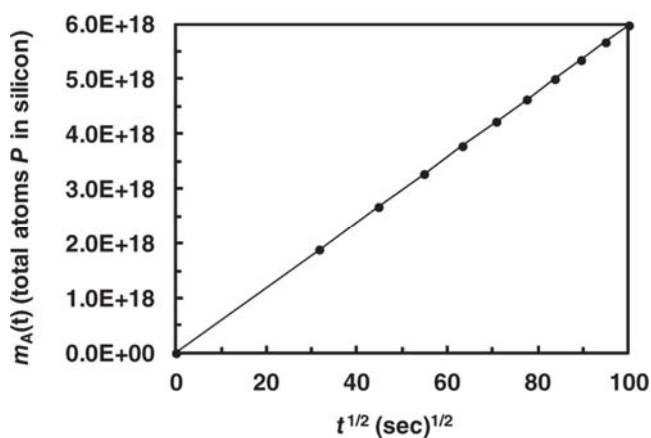


Flow of film on the outside of a circular

(四) One step of the manufacturing of silicon solar cells is the molecular diffusion (doping) of elemental phosphorous (P) into crystalline silicon to make an n-type semiconductor. This P-doped layer needs to be at least 0.467 μm into the 200- μm thick wafer. The present diffusion process is carried out at 1000°C. Data for the total amount of phosphorous atoms loaded into the silicon wafer vs. time at 1000°C are presented in the figure below. The maximum solubility of phosphorous within crystalline silicon is $1.0 \times 10^{21} \text{ P atoms / cm}^3$ at 1000°C. The square silicon wafer has a surface area of 100 cm^2 (10cm/side). Initially, there is no phosphorous impurity in the crystalline silicon. Consider that the present diffusion process is a semi-infinite medium, and that the concentration profile is the form as

$$\frac{C_A - C_{As}}{C_{Ao} - C_{As}} = \text{erf}\left(\frac{z}{\sqrt{4D_{AB}t}}\right), \text{ where } \text{erf}(\phi) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\phi e^{-\eta^2} d\eta. \text{ What is the concentration of P atoms}$$

(atoms P/cm³) doped into the silicon at a depth of 0.467 μm after 40 min, based on the data provided? (20%)



ϕ	erf ϕ	ϕ	erf ϕ
0	0.0	0.85	0.7707
0.025	0.0282	0.90	0.7970
0.05	0.0564	0.95	0.8209
0.10	0.1125	1.0	0.8427
0.15	0.1680	1.1	0.8802
0.20	0.2227	1.2	0.9103
0.25	0.2763	1.3	0.9340
0.30	0.3286	1.4	0.9523
0.35	0.3794	1.5	0.9661
0.40	0.4284	1.6	0.9763
0.45	0.4755	1.7	0.9838
0.50	0.5205	1.8	0.9891
0.55	0.5633	1.9	0.9928
0.60	0.6039	2.0	0.9953
0.65	0.6420	2.2	0.9981
0.70	0.6778	2.4	0.9993
0.75	0.7112	2.6	0.9998
0.80	0.7421	2.8	0.9999