

BÀI TẬP

TRUYỀN KHỐI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

20050925

BÀI TẬP	1
TRUYỀN KHỐI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG	1
20050925	1
PHỤ LỤC	3
TÀI LIỆU THAM KHẢO MÔN HỌC DÀNH CHO SINH VIÊN	4
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP	5
1 NHẬP MÔN TRUYỀN KHỐI	5
1.1 Câu hỏi lý thuyết	5
1.2 Bài toán	5
1.2.1 VD 1. Nồng độ dung dịch lỏng	5
1.2.2 Bài tập 1. Nồng độ dung dịch	5
1.2.3 VD2. nồng độ pha khí	5
1.2.4 Bài tập 2.	5
1.2.5 VD 3 = VD 2.3. [QTTBT3]/21. Hệ số khuếch tán pha khí	5
1.2.6 Bài tập 1. Hệ số khuếch tán pha khí	5
1.2.7 VD4. Hệ số khuếch tán pha lỏng	6
1.2.8 Bài tập 4.	6
1.2.9 VD5. = Bài tập 2.5. [QTTBT3]/ 25. Tốc độ khuếch tán. Truyền khối 1 pha	6
1.2.10 Xem VD 2.1 [QTTBT3]/18;	6
1.2.11 Xem VD 2.4 [QTTBT3]	6
1.2.12 VD4. Truyền khối giữa 2 pha.	7
1.2.13 Xem VD 4.1. [QTTBT3]/ 44;	7
1.2.14 Xem VD 4.2. [QTTBT3]/45.	7
1.2.15 Bài tập 5. Phương trình đường làm việc	7
1.2.16 VD5.	7
1.2.17 VD 2. Cân bằng lỏng – khí. Henry	8
1.2.18 Bài tập 3. Hằng số Henry	8
1.2.19 VD 3. Đường cân bằng	8
1.2.20 Bài tập 1. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 1. Henry	8
1.2.21 Bài 2. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 1. Henry	8
1.2.22 Bài 3. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 2. Áp suất riêng phần	8
1.2.23 Bài 4. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 2. Áp suất riêng phần	8
2 HẤP THU	10
2.1 Câu hỏi	10
2.2 Bài toán	10
2.2.1 VD 1. VD 4.4. [QTTB T3]/57.	10
2.2.2 Bài tập 1. VD 4.4. [QTTB T3]/57.	10
2.2.3 VD 2. VD 5.12. [QTTBT10]/248. Hệ số truyền khối. Phương pháp chuẩn số. Tháp đệm.	10
2.2.4 VD 3.	10
2.2.5 Bài tập 2.	11
2.2.6 Bài tập 3.	11
2.2.7 Bài tập 4.	11
3 Bài tập CHƯƠNG 4. HẤP PHỤ	12
3.1 câu hỏi	12
3.2 bài tập	12
3.2.1 VD1. đường cân bằng hấp phụ Langmuir.	12
3.2.2 Bài tập. Hấp phụ Langmuir	12
3.2.3 Bài tập. Langmuir.	13

3.2.4	VD2. FREUNDLICH.....	13
3.2.5	Bài tập. Freundlich.....	13
3.2.6	Bài tập. Langmuir – Freundlich.....	14
3.2.7	VD3. BET.....	14
3.2.8	Bài tập. BET.....	14
3.2.9	Bài tập. BET.....	14
3.2.10	VD 4. * Tĩnh học. Cân bằng vật chất. Xác định lượng chất hấp phụ.....	15
3.2.11	VD5. Tĩnh học. *	15
3.2.12	VD6. Tĩnh học. *	15
3.2.13	Bài tập. Cân bằng vật chất.....	15
3.2.14	Bài tập . [MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION]/ Example 4	17
3.2.15	Bài tập 4. Tĩnh học. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 5.....	18
3.2.16	VD. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 6.....	18
3.2.17	Bài tập. Homework 6 / question 3	18
3.2.18	VD6. Động học . CE525. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 7	19
3.2.19	Bài tập. Thiết kế hấp phụ CE525. assignment 4 / Question 4	19
3.2.20	Exam. CE 525/ exam 1/ 2003/ Question 2 (12 marks) FAT.....	19
	ĐÁP SỐ BÀI TẬP CHƯƠNG 1 – 2	21
	GIẢI VÍ DỤ CHƯƠNG 3	22
3.2.21	VD 1. VD 4.3. [QTTB T3]/ trang 56.....	22
3.2.22	VD 2.....	24
3.2.23	VD 3. VD. 5.8. [QTTB T10]/ 241. Tính đường kính, chiều cao tháp. Biết Ky.....	26

PHỤ LỤC

- Chuẩn số
- Ký hiệu trong công thức chuẩn số
- Ký hiệu
- Bảng chuyển đổi đơn vị
 - Công thức chuyển đổi nồng độ
 - Đơn vị đo nhận được từ hệ thống đo lường quốc tế
 - Công thức chuyển đổi các giá trị nhiệt độ đối với các đơn vị đo
 - Đơn vị đo chiều dài
 - Đơn vị để đo độ nhớt động lực học
 - Đơn vị để đo độ nhớt động học
 - Đơn vị để đo áp suất
- Bảng tra các thông số cơ bản của vật chất
 - Hằng số Henry
 - Bảng tra tính toán hệ số khuếch tán
 - Hệ số truyền khối trong các trường hợp đơn giản
 - Quan hệ giữa các dạng hệ số truyền khối
 - Khối lượng riêng các chất lỏng theo nhiệt độ
 - Tính chất vật lý của một số chất khí
 - Độ nhớt động lực của nước
 - Độ nhớt động lực của các chất lỏng và dung dịch phụ thuộc nhiệt độ
 - Phụ lục tra cứu tính toán thiết kế
 - Ôn tập chương 1 chương 2

THIẾT BỊ TRUYỀN KHỐI

- Mô hình dòng chảy
- Các dạng thiết bị hấp thu
- Tháp mâm chóp
- Tháp mâm xuyên lỗ
- Tháp mâm van
- Tháp phun rộng
- Tháp phun dạng đĩa quay
- Tháp phun
- Tháp đệm
- Đệm
- Trong tháp đệm
- Hệ số thấm ướt
- Tính toán tháp hấp thu dạng đệm 1
- Tính toán tháp hấp thu dạng đệm 2
- Tính toán tháp hấp thu dạng đệm 3
- Thông số đặc trưng của tháp đệm
- Thông số đặc trưng của tháp đĩa

TÀI LIỆU THAM KHẢO MÔN HỌC DÀNH CHO SINH VIÊN

- **SÁCH TRUYỀN KHỐI**
 - Mục lục
 - Chương 1. Các quá trình truyền khối
 - Chương 2. Khuếch tán phân tử
 - Chương 3. Hệ số truyền khối
 - Chương 4. Truyền khối giữa hai pha
 - Chương 5. Tháp chưng cất, hấp thu
 - Chương 6. Hấp thu
 - Chương 10. Hấp phụ và trao đổi ion

LÝ THUYẾT TRUYỀN KHỐI - VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP

1 NHẬP MÔN TRUYỀN KHỐI

1.1 CÂU HỎI

Mọi câu hỏi cho ví dụ cụ thể

1.1.1 Câu hỏi 1

So sánh hiện tượng chuyển động của phân tử và cụm xoáy.

1.1.2 Câu hỏi 2

So sánh chuyển động phân tử và khuếch tán phân tử.

1. So sánh hệ số khuếch tán và hệ số truyền khối
2. So sánh quá trình truyền khối 1 trong 1 pha và giữa 2 pha
3. Khuếch tán là gì? Các yếu tố gây ra khuếch tán (nguyên nhân).
4. Trạng thái cân bằng

Cho ví dụ cụ thể

1.2 BÀI TOÁN

1.2.1 VD 1. Nồng độ dung dịch lỏng

Cho dung dịch axit axêtic nồng độ 10% khối lượng trong nước ở điều kiện chuẩn. Hãy xác định nồng độ phần mol của axit (x_A), tỉ lệ mol (X_A).

1.2.2 Bài tập 1. Nồng độ dung dịch

Hỗn hợp lỏng chứa 58,8% mol toluen và 41,2% mol tetraclorua cacbon (TCC). Xác định tỉ số khối lượng của toluen và nồng độ khối lượng của nó.

1.2.3 VD2. nồng độ pha khí

Axeton trong xưởng sơn có nồng độ 400mg/m^3 ở 35°C . Xác định nồng độ phần mol của axeton trong không khí (y_A).

1.2.4 Bài tập 2.

Không khí bão hòa hơi nước ở áp suất thường và nhiệt độ 34°C . Xác định áp suất riêng phần của không khí, phần thể tích (phần mol) và phần khối lượng của hơi nước trong hỗn hợp không khí – hơi nước, tỉ số khối lượng. Biết cả hai cấu tử được xem là lý tưởng. Áp suất khí quyển là 745 mmHg . Xác định khối lượng riêng hỗn hợp không khí – hơi nước.

1.2.5 VD 3 = VD 2.3. (QTTBT3)/21. Hệ số khuếch tán pha khí

Tính định hệ số khuếch tán của hơi etanol qua không khí ở 1at, 0°C

1.2.6 Bài tập 1. Hệ số khuếch tán pha khí

Tính hệ số khuếch tán của

1. Hơi benzen trong không khí tại 1 at, 30°C , 20°C , 0°C .
2. Hơi nước trong không khí ở 1 at, 40°C .
3. Hơi axeton trong không khí ở nhiệt độ 20°C , 30°C .

4. Khí sunfua dioxit trong không khí ở 30°C, 40°C.
5. Hơi clorua hydro trong không khí ở 30°C
6. Hơi amoniac trong không khí ở 30°C.

1.2.7 VD4. Hệ số khuếch tán pha lỏng

Tính hệ số khuếch tán của khí sunfua hydro trong nước ở 40 °C.

1.2.8 Bài tập 4.

Xác định hệ số khuếch tán của

1. Hơi axeton trong nước ở 20°C, 30°C.
2. Khí sunfua dioxit trong nước ở 30°C.
3. Khí clorua hydro trong nước ở 30°C.
4. Khí amoniac trong nước ở 30°C.

1.2.9 VD5. = Bài tập 2.5. (QTTBT3)/ 25. Tốc độ khuếch tán. Truyền khối 1 pha

Một thùng hình trụ hở có đường kính 2m chứa benzen ở 20oC tiếp xúc với không khí. Lớp không khí trên bề mặt benzen xem như đứng yên có bề dày 5mm. nồng độ của benzen bên kia lớp màng không khí là không đáng kể. Áp suất hơi của benzen ở 20°C là 100mmHg. Xác định khối lượng benzen thất thoát mỗi ngày. Cho biết khối lượng riêng của benzen là 880 kg/m³, hệ số khuếch tán của benzen trong không khí ở điều kiện chuẩn là $7,7 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$.

1.2.10 Xem VD 2.1 (QTTBT3)/18;

Oxy khuếch tán qua monoxit cacbon không khuếch tán ở trạng thái ổn định. Áp suất tổng cộng là 1 at, nhiệt độ 0°C. Áp suất riêng phần của oxy tại 2 mặt phẳng cách nhau 0,2 cm lần lượt là 100 và 50 mmHg. Hệ số khuếch tán của hỗn hợp là 0,185 cm²/s. tính thông lượng khuếch tán của oxy theo mol/s.cm².

1.2.11 Xem VD 2.4 (QTTBT3)

1.2.12 VD4. Truyền khối giữa 2 pha.

Quá trình hấp thu NH_3 trong thiết bị truyền khối có hệ số truyền khối theo pha khí $K_y = 1 \text{ kmol/h.m}^2.\text{at}$. Vào cùng một thời điểm, người ta đo được tại một vị trí trong pha khí có nồng độ 8% mol NH_3 , và nồng độ NH_3 trong pha lỏng $C_A = 0,065 \text{ kmol/m}^3$. 85% trở lực truyền khối nằm trong pha khí. Hằng số Henry $H = 9,28.10^{-3} \text{ at}/(\text{kmol/m}^3)$. Tính hệ số truyền khối trong mỗi pha và nồng độ NH_3 trong mỗi pha tại diện tích tiếp xúc pha.

1.2.13 Xem VD 4.1. (QTTBT3)/ 44;

1.2.14 Xem VD 4.2. (QTTBT3)/45.

1.2.15 Bài tập 5. Phương trình đường làm việc

Thiết lập phương trình và vẽ dạng đường làm việc cho các trường hợp sau

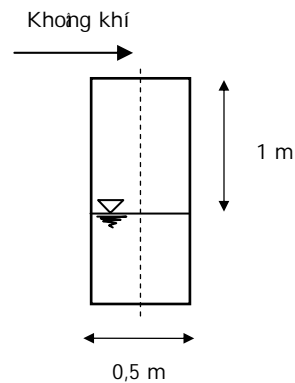
Hệ gồm n đoạn liên tục cùng chiều

Hệ gồm n đoạn giao dòng

Hệ gồm n đoạn nghịch dòng

1.2.16 VD5.

Cho bình trụ hở đựng H_2SO_4 . Người ta thổi trên miệng bình hở một lượng không khí chảy tầng ở nhiệt độ 20°C , độ ẩm tương đối là 50%. Kích thước bình như hình vẽ. Hãy tính lượng hơi nước có chứa trong không khí và bị H_2SO_4 hấp thu. Coi trở lực trong pha lỏng là không đáng kể. Áp suất của hệ 101,3 kPa



1.2.17 VD 2. Cân bằng lỏng – khí. Henry

5lit nước cân bằng với hỗn hợp không khí chứa CO₂ ở áp suất riêng phần 0,3 atm, hằng số Henry là 2 g/L.atm. Tính xem có bao nhiêu g CO₂ hoà tan trong nước?

1.2.18 Bài tập 3. Hằng số Henry

Không khí chứa 21% thể tích là oxy. Tính độ tan của oxy trong nước ở 0°C, 1 atm. Biết hằng số Henry = 19,3×10⁶ mmHg. Tính nồng độ bão hoà trong pha khí.

1.2.19 VD 3. Đường cân bằng

Axeton trong xưởng sơn có nồng độ 400mg/m³ ở 35 °C.

1. Xác định nồng độ phần mol của axeton trong không khí (y_A).
2. Vẽ đường cân bằng và điểm trạng thái không khí trong xưởng tại điều kiện trên.

Biết dữ liệu cân bằng lỏng hơi của axeton và nước như sau:

T, °C	25	30	35	40
M = y*/x	2,02	2,64	3,41	4,33

3. Tiêu chuẩn cho phép axeton trong môi trường không khí khu vực làm việc là 200mg/m³ nên phải xử lý axeton. Vậy có thể xử lý bằng phương pháp hấp thu bằng nước hay không?

1.2.20 Bài tập 1. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 1. Henry

Vẽ đường cân bằng lỏng hơi của axeton và nước ở nhiệt độ 30 °C. Biết dữ liệu cân bằng cho như sau

T (°C)	25	30	35	40
M = y*/x	2,02	2,64	3,41	4,33

1.2.21 Bài 2. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 1. Henry

Vẽ đường cân bằng của hơi NH₃ và nước ở 30°C Trong khoảng nồng độ pha khí ≤ 100 mg/m³ (25°C).

Biết hằng số Henry như sau

T (°C)	0	10	20	25	30	50	70	90
H (mmHg)	1560	1800	2080	2230	2410	2240	12800	112000

1.2.22 Bài 3. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 2. Áp suất riêng phần

Vẽ đường cân bằng của CO₂ và monoetanolamin (MEA) ở 27°C Trong khoảng nồng độ CO₂ ≤ 20% trong không khí

Biết dữ liệu cân bằng như sau

P _{CO2} (mmHg)	11,1	45,2	97,9	110,0	254,1
X (mol/mol)	0,534	0,595	0,632	0,638	0,702

P_{CO2} – áp suất riêng phần; X – tỉ số mol trong pha lỏng.

1.2.23 Bài 4. Đường cân bằng hệ khí - lỏng. Dạng 2. Áp suất riêng phần

Vẽ đường cân bằng của CO₂ và dung dịch K₂CO₃ ở 25°C trong khoảng từ nồng độ CO₂ ≤ 20% trong không khí.

Biết dữ liệu cân bằng CO₂ trên hệ K₂CO₃ – KHCO₃ - H₂O

P _{CO2} (kg/cm ²)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
--	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

[CO ₂] (g/lit)	0	26,4	32,0	34,6	35,6	37,0	37,5	38,0	38,6	38,6
P _{CO2} – áp suất riêng phần;										
C – nồng độ trong pha lỏng.										

2 HẤP THU

2.1 CÂU HỎI

1. Lượng dung môi tối thiểu: khai niệm, ý nghĩa kinh tế kỹ thuật.
2. So sánh cấu tạo, ưu nhược điểm các loại tháp; mâm chop, mâm xuyên lỗ tháp nằm.
3. Các chế độ dòng chảy trong tháp hấp thu dạng nằm, đứng...

2.2 BÀI TOÁN

2.2.1 VD 1. VD 4.4. (QTTB T3)/57.

Amoniac nước hấp thu từ không khí ở 20°C , 1 at trong tháp chem hoạt động cùng chiều, dung nước tinh khiết ở 20°C làm dung môi. Suất lỏng pha khí đi vào tháp là $41,6\text{m}^3/\text{h}$. Nếu nồng độ amoniac nước giảm từ 3,52 con 1,29 % theo thể tích, lượng nước sôi dùng bằng 1,37 lần lượng nước tối thiểu. Xác định

- a) Tỉ số L_{tr}/G_{tr} tối thiểu.
- b) Suất lỏng nước sôi dùng
- c) Nồng độ của pha lỏng.

Cho biết dữ kiện cân bằng của hệ ở 20°C , 1 at như sau:

X, tỉ số mol	0,0164	0,0252	0,0349	0,0455	0,0722
Y, tỉ số mol	0,021	0,032	0,042	0,053	0,080

2.2.2 Bài tập 1. VD 4.4. (QTTB T3)/57.

2.2.3 VD 2. VD 5.12. (QTTBT10)/248. Hệ số truyền khối. Phương pháp chuẩn số. Tháp đệm.

Sunphua dioxit (SO_2) là một khí ô nhiễm thuộc nhóm chất độc loại A. Nguồn thải khí này nước thu gom vào xử lý trước khi thải vào môi trường. Trong trình toán thiết kế thiết bị hấp thu xử lý khí sunphua đioxit trong khí thải, hệ số truyền khối là một thông số quan trọng cần tính và tốc hấp thu. Tháp dạng nằm dùng để hấp thu sunphua dioxit trong khí trơ (nitrogen) làm việc ở chế độ màng, dòng nước ngược chiều ở 20°C , ở áp suất khí quyển. Vận tốc biểu kiến của pha khí trong tháp là $0,35\text{m/s}$. Vật chem là các khối than có $\sigma = 42\text{m}^2/\text{m}^3$ và $V_{td} = 0,58\text{m}^3/\text{m}^3$. Yêu cầu xác định hệ số truyền khối cho pha khí trong tháp.

2.2.4 VD 3.

Axeton ($(\text{CH}_3)_2\text{CO}$) là một khí độc hại cho con người và có nguy hiểm cháy. Hôi axeton phát thải vào môi trường trong công nghiệp do môi nước sôi dùng làm dung môi trong sản xuất mìn, nhũ, sơn, keo... Một tháp dùng để hấp thu hôi axeton từ không khí với dung môi là nước có suất lỏng 3000 kg nước/h. Nhiệt độ trung bình trong tháp là 20°C . Hỗn hợp không khí – axeton có nồng độ axeton là 6% thể tích nước qua tháp ở áp suất thông thường. Pha khí có lưu lượng là $1400\text{m}^3/\text{h}$ không khí tinh khiết ở nhiều kiến chuẩn. Tháp hấp thu 98% axeton. Phương trình cân bằng là $Y^* = 1,68 X$. Với X, Y nước biểu diễn theo kmol axeton/kmol cấu tạo (nước hoặc không khí).

Tính nồng độ kính và chiều cao của tháp chem. Vật liệu chem là vòng rasi có kích thước $25 \times 25 \times 3\text{mm}$. Tháp hoạt động ở chế độ vận tốc khí bằng 75% vận tốc ngập lụt. Biết hệ số truyền khối tổng quát $K_y = 0,4\text{ kmol axeton}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (kmol axeton/kmol không khí). Giả sử vật chem tham số hoàn toàn.

2.2.5 Bài tập 2.

Không khí ôi áp suất 765 mmHg chứa 14% (theo thể tích axetylen (C_2H_2) và nước chứa axetylen hoà tan với nồng độ (a). $0,290 \cdot 10^{-3} \text{kg/kg}$ nước; (b). $0,153 \cdot 10^{-3} \text{kg/kg}$ nước. Nước lạnh lọc cho tiếp xúc ở 25°C . Xác định

1. Pha nào và pha cuối của axetylen
2. Nồng độ của quá trình chuyển pha tại thời điểm ban đầu theo % mol.

Các nồng độ cân bằng pha lỏng và pha khí nước xác định theo định luật Henry.

2.2.6 Bài tập 3.

Một tháp hấp thụ dung nạp thu NH_3 bằng dung môi lạnh nước ôi áp suất thông. Hàm lượng NH_3 ban đầu trong pha khí là $0,03 \text{ kmol/kmol}$ khí trơ. Hiệu suất hấp thụ là 90%. Dung dịch rời tháp hấp thụ có nồng độ là $0,02 \text{ kmol } NH_3/\text{kmol}$ nước. Tháp nước duy trì ở nhiệt độ không đổi.

Số liệu nồng độ cân bằng của NH_3 trong pha khí và pha lỏng cho ở bảng sau. Xác định số đơn vị truyền khối. Dữ liệu cân bằng nhỏ sau:

X, kmol NH_3 /kmol nước	0	0,005	0,10	0,0125	0,015	0,020	0,023
Y, kmol NH_3 /kmol khí trơ	0	0,0045	0,0102	0,0138	0,0183	0,0273	0,0327

2.2.7 Bài tập 4.

Tính tháp hấp thụ loại nằm nạp thu khí sunfurô (SO_2) trong hỗn hợp với không khí bằng nước. Biết các số liệu sau: nhiệt độ của quá trình 30°C , áp suất của hỗn hợp 760 mmHg. Hỗn hợp đi vào tháp hấp thụ $120.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$, nồng độ SO_2 7% (theo thể tích). Khí SO_2 ôi tháp đi ra không còn 0,3% (theo thể tích). Áp suất riêng phần của SO_2 trên dung dịch ở 30°C trên dung dịch ở 30°C tra trong số tay như sau:

% trong lượng SO_2 trong nước, %	Áp suất riêng phần của SO_2 , mmHg
0,02	0,6
0,05	1,7
0,10	4,7
0,15	8,1
0,20	11,8
0,30	19,7
0,50	36,0
0,70	52,0
1,00	79,0
1,50	125,0
2,50	216,0

Nhiệm vụ của cột có kích thước trung bình $d_d = 25 \text{ mm}$. Các tính của nhiệm vụ sau: bề mặt riêng $\sigma_d = 120 \text{ m}^2/\text{m}^3$, thể tích tối đa $v_d = 0,53 \text{ m}^3/\text{m}^3$, khối lượng riêng $\rho_d = 600 \text{ kg}/\text{m}^3$.

3 Bài tập CHƯƠNG 4. HẤP PHỤ

3.1 CÂU HỎI

Các loại hấp phụ

Các phương trình đường cân bằng hấp phụ đẳng nhiệt

Ý nghĩa vật lý và kinh tế kỹ thuật của lượng than tối thiểu m_{min} .

3.2 BÀI TẬP

3.2.1 VD1. đường cân bằng hấp phụ Langmuir.

Một nghiên cứu hấp phụ được thực hiện trong phòng thí nghiệm bằng cách cho thêm một lượng than hoạt tính xác định vào 06 bình tam giác chứa 200mL nước thải công nghiệp. Một bình tam giác nữa chứa 200mL nước thải không cho thêm than được dùng làm mẫu trắng. Vẽ đường cân bằng hấp phụ và xác định các hệ số trong phương trình Langmuir.

STT	Lượng than hoạt tính, m (mg)	COD cuối cùng, C (mg/l)
1	804	4.70
2	668	7.0
3	512	9.31
4	393	16.6
5	313	32.5
6	238	62.8
7	0	250

3.2.2 Bài tập. Hấp phụ Langmuir

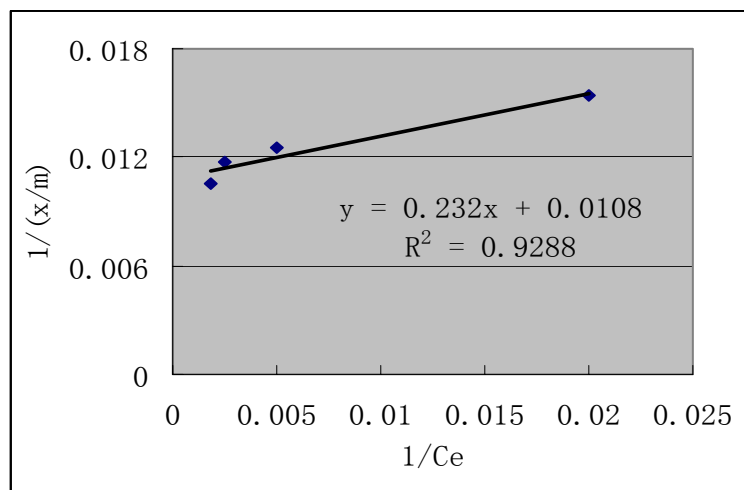
Thí nghiệm hấp phụ thực hiện bằng cách cho thêm các lượng than hoạt tính khác nhau vào một dãy 7 bình tam giác chứa một thể tích nước 500mL bằng nhau có hàm lượng ban đầu của TOC là 2,0mg/L. Bình chứa được khuấy trộn trong 14 giờ, hàm lượng chẵn và TOC trạng thái ổn định được xác định và kê trong bảng sau.

Vẽ đồ thị đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich cho các dữ liệu thực nghiệm ở dưới và xác định các hệ số trong phương trình tương ứng.

STT.	Liều lượng than hoạt tính (mg)	TOC cuối cùng (mg/L)
1	0	2.0
2	4.4	1.7
3	9.7	1.4
4	14	1.2
5	28	1.0
6	56	0.9
7	140	0.8

3.2.3 Bài tập. Langmuir.

Tính các hệ số trong phương trình đẳng nhiệt Langmuir hay Freundlich cho than hoạt tính hạt bột trong quá trình khử chất methylene blue làm sạch nước. Số liệu cho trên hình sau



3.2.4 VD2. FREUNDLICH.

Sau đây là bảng dữ liệu thực nghiệm trong nghiên cứu quá trình hấp phụ gián đoạn. Vẽ đường hấp phụ đẳng nhiệt Freundlich và xác định các hệ số của phương trình. Biết thể tích nước đem thí nghiệm ở mỗi bình là 500mL và nước thải có nồng độ đầu COD là 100 mg/L.

STT	Löông than hoạt tính (m) (mg)	COD sau xử lý (mg/L) (c)
1	965	3.5
2	740	5.2
3	548	8.0
4	398	12.5
5	265	20.5
6	168	33
7	0	100

3.2.5 Bài tập. Freundlich.

Nước thải nhiễm phenol có nồng độ 0,400g/L tính theo tổng chất hữu cơ (TOC) được xử lý bằng than hoạt tính dạng hạt. Thí nghiệm trên mô hình hấp phụ dạng pilot hoạt động gián đoạn để xác định đường cân bằng hấp phụ cho kết quả như sau:

Löông than, m, g/L	0,52	2,32	3,46	3,84	4,50	5,40	6,67	7,60	8,82
TOC sau xử lý C _c , g/L	0,322	0,117	0,051	0,039	0,023	0,012	0,0061	0,0042	0,0011

1. Yêu cầu xác định các hệ số trong phương trình hấp phụ đẳng nhiệt.
2. Vẽ đường cân bằng hấp phụ đẳng nhiệt của phenol trên than hoạt tính dạng hạt trong trường hợp này.

3.2.6 Bài tập. Langmuir – Freundlich.

1. Thí nghiệm hấp phụ với 6 cốc chứa 500mL nước thải công nghiệp có nồng độ TOC ban đầu là 150mg/L. Khuấy trộn cốc thí nghiệm trong 4 giờ, để lắng, đo TOC. Vẽ đường cân bằng Langmuir và Freundlich cho các dữ liệu thí nghiệm ở sau đây và xác định các hệ số tương ứng.

STT.	Liều lượng than (mg)	TOC cuối (mg/l)
1	0	150
2	75	105
3	175	70
4	250	54.5
5	500	28.3
6	1000	12.5

3.2.7 VD3. BET.

Sử dụng dữ liệu thực nghiệm ở VD1, vẽ đường cân bằng hấp phụ BET và tính các hệ số trong phương trình.

3.2.8 Bài tập. BET.

1. Số liệu thí nghiệm sau đây trong nghiên cứu hấp phụ gián đoạn để thu hồi vàng trong nước thải dung dịch mạ có nồng độ đầu là 15mg Au /L. Sáu bình thí nghiệm chứa 250 mL mẫu nước và được thí nghiệm với các lượng than hoạt tính khác nhau. Bình thí nghiệm thứ bảy được dùng làm mẫu trắng sẽ không cho than vào. Hãy xác định giá trị các hệ số trong phương trình BET.

STT.	Liều lượng than (mg)	Au cuối (mg/l)
1	200	0.35
2	102	0.6
3	39	1.1
4	24	1.5
5	8.6	2.5
6	4.3	3.5
7	0	15

3.2.9 Bài tập. BET.

2. Sau đây là dữ liệu thí nghiệm hấp phụ gián đoạn đối với nước thải công nghiệp có nồng độ COD ban đầu là 150mg/L. 6 bình chứa 250 mL nước thải và đo lượng than hoạt tính cho và mỗi bình. Bình thứ bảy là mẫu trắng không cho than hoạt tính. Xác định giá trị hằng số trong phương trình BET.

STT.	Liều lượng than (mg)	COD cuối (mg/l)
1	2837	3.6
2	1285	6.0
3	465	10.5
4	287	13.5
5	103	24.0
6	52	33
7	0	150

3.2.10 VD 4. * Tinh học. Cân bằng vật chất. Xác định lượng chất hấp phụ.

Thiết bị lọc bằng than hoạt tính dạng hạt có lưu lượng bề mặt 0,152 m/phút, thời gian tiếp xúc là 5,5 phút. Xác định chiều cao lớp hấp phụ lý thuyết.

3.2.11 VD5. Tinh học. *

Thiết bị hấp phụ dùng than hoạt tính dạng hạt để khử clobenzen từ nồng độ 12 μ g/L đến 2 μ g/L. Hãy tính lượng than sử dụng.

3.2.12 VD6. Tinh học. *

Mức ô nhiễm cực đại cho phép đối với tricloetylen là 0,005 mg/L. Tính lượng than hoạt tính dạng bột PAC tối thiểu để xử lý tricloetylen từ 33 μ g/L đến giới hạn cho phép.

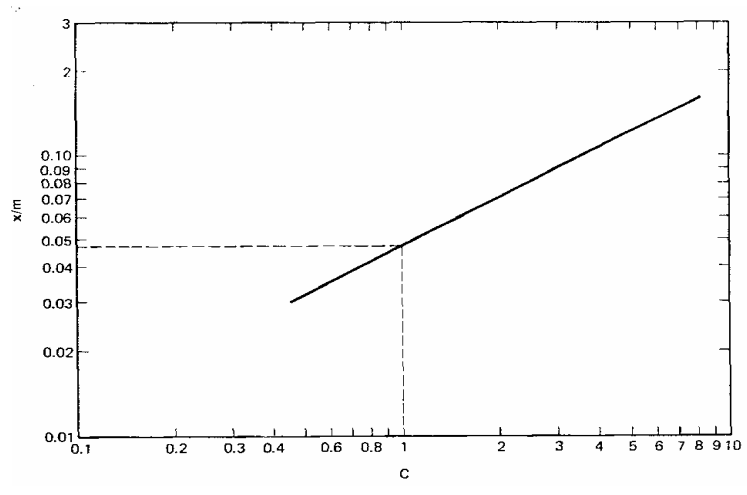
3.2.13 Bài tập. Cân bằng vật chất.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich dưới đây được trình bày với nồng độ phenol cân bằng ở đơn vị μ g/L và x/m biểu diễn nồng độ μ g phenol/mg than hoạt tính.

a) Nếu giới hạn cho phép thải của phenol là 0,2 μ g/L và nguồn thải có chứa 30 μ g/L, tính liều lượng than hoạt tính dạng bột cần dùng để xử lý.

b) nếu thay vì dùng toàn bộ lượng than này một lần, than được cho hai lần. Lần đầu cho than vào để xử lý đến nồng độ 3 μ g/L và sau đó cho than vào xử lý trong bể hấp phụ thứ hai đến nồng độ yêu cầu. Tính lượng than cần để xử lý.

c) Có thể giảm thiểu lượng than cần sử dụng khi xử lý hai bậc không?



3.2.14 Bài tập . (MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION)/ Example 4

A waste water contains 75 mg/L of COD following biological treatment. Effluent guidelines require that the waste must contain no more than 15mg/L COD prior to discharge. An adsorption test was conducted with the results shown below. Plot the data according to the Freundlich isotherm and:

1. determine if the desired effluent quality can be achieved by adsorption,
2. xác định khả năng hấp phụ của than ở nồng độ đầu ra (at this level of effluent quality),
3. determine the ultimate capacity of the carbon for this wastewater,
4. calculate values of the constants K and n .

(1) Flask No.	(2) m Mass of carbon (mg)	(3) Volume Solution in Flask (mL)	(4) C Final COD (mg/l)	(5) x Mass con- centration of adsorbate adsorbed (mg)	(6) x/m Adsorbate adsorbed per unit mass of carbon (mg/mg)
1	0	200	75	-	-
2	50	200	44	6.2	0.124
3	100	200	30	9.0	0.089
4	200	200	17.5	11.5	0.0575
5	500	200	6.75	13.65	0.0272
6	800	200	3.9	14.22	0.0177
7	1000	200	3.0	14.4	0.0144

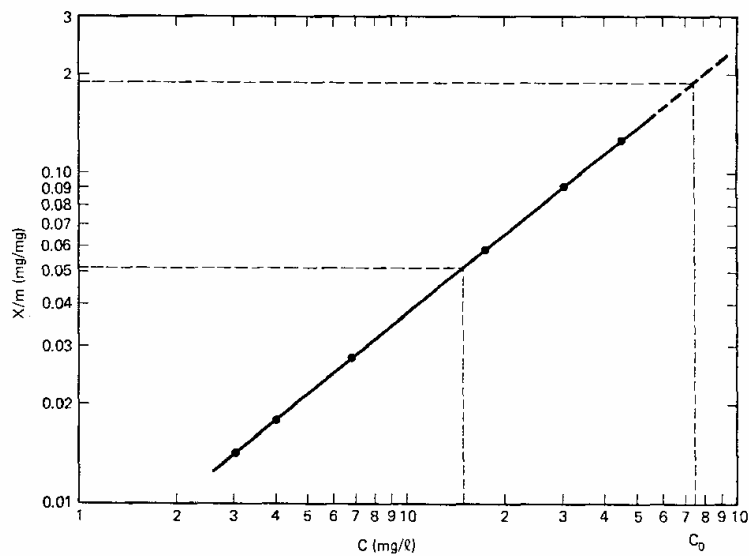


Figure 6 Freundlich isotherm for Example 4

3.2.15 Bài tập 4. Tính học. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 5.

A small industrial plant generates 200 000L of waste water during an 8 h operating day. The waste water contains 100mg/L of phenol, which must be reduced to 1.0mg/L prior to discharge. An adsorption isotherm for this waste water is shown in Figure 9. Design a batch adsorption system for treating this waste water.

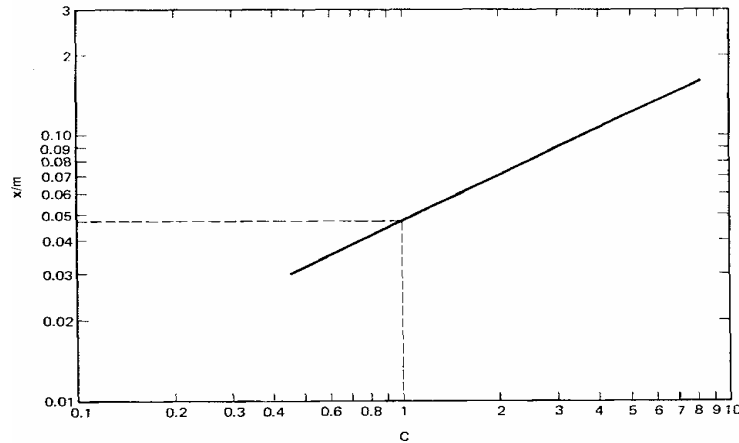


Figure 9 Freundlich isotherm for Example 5

3.2.16 VD. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 6

A laboratory column 10cm in diameter and 4m deep, is found to produce good results in COD removal when operated at a flow of 40L/h. Calculate the following:

1. The application rate in m/h.
2. The residence time, t , in the column.
3. The volumetric flow rate, V_b , in bed volumes per hour, associated with this residence time.
4. The application rate that would yield the same residence time in a production column that was 3m in diameter and 10m tall.

Solution

3.2.17 Bài tập. Homework 6 / question 3

A laboratory column 10cm in diameter and 3m deep, is found to produce good results in COD removal when operated at a flow of 50L/h. Calculate the following:

- a. The application rate in m/h.
- b. The residence time, t , in the column.
- c. The volumetric flow rate, V_b , in bed volumes per hour, for this residence time.
- d. You need to design a GAC system consisting of two columns in series for treating the same water at a rate of 0.5 ML/d. Practical considerations limit the diameter of the columns to 3m. Calculate the required height of the columns allowing for sufficient backwash space.

3.2.18 VD6. Động học . CE525. MODULE 5. ACTIVATED CARBON ADSORPTION/ Example 7

A batch adsorption study was conducted to investigate the removal of COD from a refinery wastewater by using activated carbon. Results of the study indicate that the Freundlich isotherm can be described by $\frac{x}{m} = 0.004C^{0.77}$.

Determine the design of a 6m deep by 1m diameter fixed-bed, continuous-flow adsorption column to treat a flow at an approach velocity of 13m/h. The wastewater has an initial COD of 600mg/L, which must be reduced to 100mg/L prior to discharge. The carbon selected for use has an apparent density of 600kg/m³ and a packed density (bed density) of 550kg/m³. The value of Ka has been found to be 292 kgm⁻³s⁻¹ at a temperature of 20°C.

3.2.19 Bài tập. Thiết kế hấp phụ CE525. assignment 4 / Question 4

A batch adsorption study was conducted to investigate the removal of COD from a refinery wastewater by using activated carbon. Results of the study indicate that the Freundlich isotherm at 20C can be described by $\frac{x}{m} = 0.004C^{0.77}$.

The wastewater has an initial COD of 60mg/L, which must be reduced to 20mg/L prior to discharge. The carbon selected for use has an apparent density of 600kg/m³ and a packed density (bed density) of 550kg/m³. The value of Ka has been found to be 272 kgm⁻³s⁻¹ at a temperature of 20°C.

Design a 6m deep by 1m diameter fixed-bed, continuous-flow adsorption column to treat wastewater at a rate of 10 m³/h.

3.2.20 Exam. CE 525/ exam 1/ 2003/ Question 2 (12 marks) FAT.

A batch adsorption study was conducted to investigate the recovery of phenyl mercuric acetate (PMA) from electronics manufacturing wastewater by using granular activated carbon. Results of the study indicate that a Freundlich isotherm best describes the equilibrium at 20C as $x/m = 0.005C^{0.7}$.

The wastewater has an initial [PMA] of 160mg/L, which must be recovered prior to discharge. No effluents with [PMA] higher than 10 mg/L may be discharged.

The carbon selected for use has a bulk density (bed density) of 550kg/m³ and an apparent density of 600kg/m³ packed density. The value of Ka has been found to be 270 kgm⁻³s⁻¹ at a temperature of 20C.

The GAC must be used in a fixed-bed, continuous-flow adsorption column to treat wastewater at a rate of 10 m³/h. The PMA will be extracted in a subsequent process and the GAC reused. It would be convenient and economical to extract the PMA from the GAC on a weekly basis when all production stops for a general clean-up.

a) Determine quantity of GAC required; expected solid phase [PMA] at exhaustion and fraction of GAC fully utilized.

b) Specify dimensions for the GAC column, taking into account that suitable standard diameters for such columns are 2, 3, 4 or 6 feet, due to limitations in the production of dished ends.

ĐÁP SỐ BÀI TẬP CHƯƠNG 1 – 2

Chương 1.

Bài tập 1: $\bar{X}_A = 0,853$; $\bar{C}_A = 535 \text{ kg/m}^3$.

Bài tập 2: $P_{kk} = 705 \text{ mmHg}$; $Y = 0,0537$; $\bar{y} = 0,0340$; $\bar{Y} = 0,0352$; $\rho_{hh} = 1,105 \text{ kg/m}^3$.

Chương 2.

Bài tập 1: $D = 0,084 \text{ cm}^2/\text{s}$;

Bài tập 2: $D = 0,215 \text{ cm}^2/\text{s}$;

Bài tập 3: $D = 0,097 \text{ cm}^2/\text{s}$; $D = 0,092 \text{ cm}^2/\text{s}$;

VD4: $k_y = 1,176 \text{ kmol/h.m}^2 \text{ at}$; $k_x = 0,062 \text{ kmol/h.m}^2 \text{ (kmol/m}^3)$;

$C_{AS} = 1,35 \text{ kmol/m}^3$; $P_{AS} = 0,012 \text{ at}$

GIẢI VÍ DỤ CHƯƠNG 3

3.2.21 VD 1. VD 4.3. (QTB T3)/ trang 56

Amoniac nước hấp thụ từ không khí ở 20°C , 1 at trong tháp chêm hoạt động cùng chiều, dung nước tinh khiết ở 20°C làm dung môi. Suất lỏng pha khí đi vào tháp là $41,6\text{m}^3/\text{h}$. Nếu nồng độ amoniac nước giảm từ 3,52 con 1,29% theo thể tích, lượng nước sôi dùng bằng 1,37 lần lượng nước tối thiểu. Xác định

1. Tỷ số L_{tr}/G_{tr} tối thiểu.
2. Suất lỏng nước sôi dùng
3. Nồng độ của pha lỏng.

Cho biết dữ kiện cân bằng của hệ ở 20°C , 1 at như sau:

X, tỷ số mol 0,0164 0,0252 0,0349 0,0455 0,0722

Y, tỷ số mol 0,021 0,032 0,042 0,053 0,080

Bài làm

3.2.21.1 Tóm tắt

- Thiết bị hấp thụ dạng đệm, cùng chiều.
Điều kiện làm việc: $T = 20^{\circ}\text{C}$, $P_t = 1\text{at}$.
- Pha khí: NH_3 – không khí
Suất lỏng pha khí vào: $V_{y_n} = 41,6\text{m}^3/\text{h}$
Nồng độ: $y_n = 3,52\%$ thể tích = 0,0352.
 $y_c = 1,29\%$ thể tích = 0,0129.
- Pha lỏng; NH_3 – H_2O
Nước tinh khiết: $x_n = 0$;
 $L_{tr} = 1,37L_{\min}$.
- Đường cân bằng: $X - Y$.

Yêu cầu

L_{tr}/G_{tr} tối thiểu = ?

Suất lỏng nước sôi dùng: $L = ?$

Nồng độ của pha lỏng: $x_{Ac} = ?$

3.2.21.2 Công thức áp dụng

$$\frac{L_{tr}}{G_{tr}} = \frac{Y_d - Y_c}{X_c - X_d}$$

$$\left(\frac{L_{tr}}{G_{tr}}\right)_{\min} = \frac{Y_d - Y_c}{X^*(Y_c) - X_d}$$

3.2.21.3 Thông số cần tính

Y_n , Y_c , X_d , $X^*(Y_c)$, G_{tr} ,

3.2.21.4 Nồng độ pha khí và pha lỏng

$Y_n = 0,0365$; $Y_c = 0,0131$; $X_n = 0$;

Nhiệm vụ vào P ($X_n = 0$; $Y_n = 0,0365$)

Nồng độ cân bằng $X^*(Y_c = 0,0131) = 0,01$;

Nhiệm vụ ra thiết bị theo lý thuyết: Q ($X^* = 0,01$; $Y_c = 0,0131$)

3.2.21.5 $(L_{tr}/G_{tr})_{\min} = 2,34$.

3.2.21.6 Lưu lượng pha lỏng

$L_{tr} = 5,35\text{ kmol/h}$.

3.2.21.7 Nồng độ pha lỏng

$$X_c = 0,00730$$

3.2.21.8 Đánh giá nồng độ pha lỏng có đạt tiêu chuẩn thải không

$$\bar{C} = \frac{X_A M_A \rho_{dd}}{X_A M_A + M_B}$$

Giả thiết $\rho_{dd} = \rho_{H_2O} = 1000\text{g/lit}$; $M_B = M_{H_2O} = 18\text{ g/mol}$;

$$\bar{C} = \frac{0,00730 \times 17 \times 1000}{0,00730 \times 17 + 18} = 6,85\text{g/lit}$$

Tiêu chuẩn thải vào nguồn loại B: hàm lượng amoniac quy về N = 1 mg/lit/.

TCVN 5945-1995.

$C = 6,85 \times 10^3 \times 14/17 = 5,64 \times 10^3 \text{mg/lit}$. > tiêu chuẩn cho phép thải.

3.2.22 VD 2.

Sunphua dioxit (SO_2) là một khí ô nhiễm thuộc nhóm chất độc loại A. Nguồn thải khí này được thu gom vào xử lý trước khi thải vào môi trường. Trong trình toán thiết kế thiết bị hấp thu xử lý khí sunphua dioxit trong khí thải, hệ số truyền khối là một thông số quan trọng để tính vận tốc hấp thu. Tháp dạng nêm dung nhê hấp thu sunphua dioxit trong khí trô (nitrogen) làm việc ở chế độ màng, dòng nhê liên nhiệt nhê 20°C , ô áp suất khí quyển. Vận tốc biểu kiến của pha khí trong tháp là $0,35\text{m/s}$. Vật chêm là các thoi than có $\sigma_n = 42\text{m}^2/\text{m}^3$ và $V_d = 0,58\text{m}^3/\text{m}^3$. Yêu cầu xác định hệ số truyền khối cho pha khí trong tháp.

3.2.22.1 Tóm tắt

Chất bô hấp thu: SO_2 ;
Khí trô: N_2 ;
Áp suất tổng: $P_t = 1\text{at}$;
Nhiệt nhê làm việc $T = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$;
Tháp hấp thu dạng nêm, chế độ chảy màng
Vận tốc biểu kiến $w_y = 0,35\text{m/s}$
= vận tốc của khí qua tiết diện tháp rông.
Vật chêm: thoi than:
 $\sigma_n = 42\text{m}^2/\text{m}^3$
 $V_d = 0,58\text{m}^3/\text{m}^3$.

Yêu cầu

Xác định hệ số truyền khối cho pha khí:
 k_y : hệ số truyền khối cực bô hệ số cấp khối.

3.2.22.2 Công thức áp dụng

Phương trình chuẩn số nhê với tháp hấp thu dạng nêm, chế độ màng
 $Sh_y = 0,407 Re_y^{0,655} Sc_y^{0,33}$.

$$\text{Sherwoods: } Sh = \frac{k'_c \cdot l}{D}; \quad \text{Reynolds: } Re = \frac{u \cdot l \rho}{\mu}; \quad \text{Schmidt: } Sc = \frac{\mu}{D \rho};$$

3.2.22.3 Các thông số cần tính

l – kích thước hình học nhê trô, m;
 $D_{\text{SO}_2\text{-N}_2}$ - hệ số khuếch tán trong pha khí, m^2/s ;
 u - vận tốc thoi pha khí, m/s ;
 ρ - khối lượng riêng pha khí, kg/m^3 ;
 μ - nhê nhê pha khí, Ns/m^2 ;

3.2.22.4 Tra cứu, tính toán các thông số

- Hệ số khuếch tán $D_{\text{SO}_2\text{-N}_2}$

Pha khí gồm $\text{SO}_2 - \text{N}_2$. Tính hệ số khuếch tán của khí SO_2 trong N_2 không khuếch tán.

$$D_{AB} = \frac{4,3 \cdot 10^{-3} T^{3/2}}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)^{1/2}, \text{ cm}^2/\text{s}.$$

- Kiểm tra đơn vị của công thức.
- Các dữ liệu:

Thiết tích mol (bảng tra): $V_{\text{SO}_2} = 44,8\text{ cm}^3/\text{mol}$; $V_{\text{N}_2} = 31,2\text{ cm}^3/\text{mol}$;

Áp suất tổng : $P = 1\text{at}$;

Nhiệt nhê $T = 293\text{K}$;

Phân tử lượng: $M_{\text{SO}_2} = 64\text{g}/\text{mol}$; $M_{\text{N}_2} = 28\text{g}/\text{mol}$

- Thay số

$$D_{AB} = \frac{4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 293^{3/2}}{1(44,8^{1/3} + 31,2^{1/3})^2} \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{28} \right)^{1/2} = 0,109 \text{ cm}^2 / \text{s}$$

➤ Kiểm tra kết quả tính toán

Tra bảng: $D_{\text{SO}_2\text{-kk}} = 10,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0°C) = $0,103 \text{ cm}^2/\text{s}$.

→ kết quả tính phù hợp.

- Chiều dài tính toán, kích thước đặc trưng → ứng với khoảng trống giữa các vật đệm.

Công thức ở phần phụ lục

$$l = \frac{4V_d}{\sigma_d} = \frac{4 \times 0,58}{42} = 0,55 \text{ m}$$

- Vận tốc thực, vận tốc qua các khe rỗng giữa các vật đệm

Công thức ở phần phụ lục

$$u = \frac{w_y}{V_d} = \frac{0,35}{0,58} = 0,60 \text{ m/s}$$

- Độ nhớt: xét hệ là N_2

Tra bảng → $\mu_y = 17 \cdot 10^{-6} \text{ Ns/m}^2$ (Pas) (0°C)

Ở 20°C → $\mu_y = 17 \cdot 10^{-6} \frac{273 + 114}{293 + 114} \left(\frac{293}{273} \right)^{3/2} = 17,9 \cdot 10^{-6} \text{ Ns/m}^2$

- Khối lượng riêng: xét hệ là N_2

Tra bảng → $\rho_y = 1,25 \text{ kg/m}^3$ (0°C)

Ở 20°C → $\rho_y = 1,25 \times 273/293 = 1,16 \text{ kg/m}^3$.

3.2.22.5 Tính các chuẩn số

Công thức → nhón vò → thay số

$$Sh = \frac{k_y \cdot l}{D} = \frac{k_y \cdot 0,055}{0,109 \cdot 10^{-4}} = 5046 k_y ;$$

$$Re_y = \frac{u \cdot l \rho}{\mu} = \frac{0,60 \times 0,055 \times 1,16}{17,9 \cdot 10^{-6}} = 2140 ;$$

$$Sc_y = \frac{\mu}{D \rho} = \frac{17,9 \cdot 10^{-6}}{0,109 \cdot 10^{-4} \times 1,16} = 1,42 ;$$

3.2.22.6 Hệ số truyền khối cục bộ

$$Sh_y = 0,407 Re_y^{0,655} Sc_y^{0,33}.$$

$$5046 k_y = 0,407 \cdot 2140^{0,655} \cdot 1,42^{0,33} = 69,39$$

$$\rightarrow k_y = 0,0138 \text{ m/s} = \text{kmol/s} \cdot \text{m}^3 \cdot (\text{kmol/m}^3).$$

3.2.23 VD 3. VD. 5.8. (QTTB T10)/ 241. Tính đường kính, chiều cao tháp. Biết Ky.

Axeton ((CH₃)₂CO) là một khí độc hại cho con người và có nguy hiểm cháy. Hơi axeton phát thải vào môi trường trong công nghiệp do nồi nước sôi dùng làm dung môi trong sản xuất mốt in, nhuộm, sơn, keo... Một tháp dung nạp hấp thụ hơi axeton từ không khí với dung môi là nước có suất lọc 3000 kg nước/h. Nhiệt độ trung bình trong tháp là 20°C. Hoàn hồi không khí – axeton có nồng độ axeton là 6% thể tích nước qua tháp để áp suất thông. Pha khí có lưu lượng là 1400m³/h không khí tinh khiết ở nhiều kiện chuẩn. Tháp hấp thụ 98% axeton. Phương trình cân bằng là Y* = 1,68 X. Với X, Y nước biểu diễn theo kmol axeton/kmol cấu tử trơ (nước hoặc không khí).

Tính nồng độ kính và chiều cao của tháp chêm. Vật liệu chêm là vòng rasig có kích thước 25×25×3mm. Tháp hoạt động ở chế độ vận tốc khí bằng 75% vận tốc ngập lụt. Biết hệ số truyền khối tổng quát K_y = 0,4 kmol axeton/m².h (kmol axeton/kmol không khí). Giả sử vật chêm tham oốt hoàn toàn.

Bài làm

3.2.23.1 Tóm tắt

- Tháp hấp thụ dạng đệm, ngược chiều.
Nhiều kiện làm việc: T = 20°C, áp suất thông: P_t = 1at.
Hệ số truyền khối tổng quát K_y = 0,4 kmol axeton/m².h (kmol axeton/kmol kk).
- Pha khí: axeton CH₃COCH₃ (C₃H₆O) - không khí
Suất lọc pha khí vào: V_{trn} = 1400m³/h (nhiều kiện chuẩn)
Nồng độ: y_n = 6% thể tích = 0,06.
Hiệu suất hấp thụ: 98% axeton
Vận tốc khí bằng 75% vận tốc ngập lụt.
- Pha lỏng; NH₃ – H₂O
Nước tinh khiết: x_n = 0;
Lưu lượng nước: L_{tr} = 3000kg/h.
- Đường cân bằng: Y* = 1,68 X
- Vật liệu chêm: vòng rasig kích thước 25×25×3mm.
Vật chêm tham oốt hoàn toàn → ψ = 1;

Yêu cầu

D, H = ?

3.2.23.2 Công thức áp dụng

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot W_y}}$$

$$\lg \left[\frac{W_{th}^2 \sigma_d}{g \cdot V_d^3} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right) (\mu_x)^{0,16} \right] = A - B \left(\frac{\bar{L}}{\bar{G}} \right)^{0,25} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right)^{0,125}$$

$$H = \frac{C_A}{K_y S \sigma_d \psi \Delta C_{y \ln}}$$

3.2.23.3 Thông số cần tính

W_y, W_{th}, σ_d, V_d, g, ρ_y, ρ_x, μ_x, \bar{L} , \bar{G} , V_y, C_A, S, ψ, ΔY_y.

3.2.23.4 Tra cứu, tính toán các thông số

- Đệm vòng rasig kích thước 25×25×3mm.
Diện tích bề mặt: σ_d = 195 m²/m³.

The tích tối đa, nồng độ $V_d = 0,75 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

$$\text{Nồng kính tổng nồng: } d_{td} = \frac{4V_d}{\sigma_d} = \frac{4 \times 0,75}{195} = 0,0154 \text{ m}$$

He sốatham oot: $\psi = 1$;

- Pha khí: axeton – không khí, ở 20 °C.

Khoá löông riêng: $\rho_y = 1,293 \times 273 / 293 = 1,205 \text{ kg}/\text{m}^3$. (axeton không ñang ke)

Ñoanhöt: $\mu_y = 17,3 \cdot 10^{-6} \text{ Ns}/\text{m}^2 = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ cP}$. (ñaitính)

Nöng ñoãñau: $y_{\bar{n}} = 0,06 \rightarrow Y_{\bar{n}} = y/(1-y) = 0,0638$

Nöng ñoãcuoi: $y_c = (1 - 0,98) \times 0,06 = 0,012 \rightarrow Y_c = y/(1-y) = 0,0012$

Löu löông khí:

$$V_{tr} = 1400 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$G_{tr} = 1400/22,4 = 62,5 \text{ kmol}/\text{h}.$$

$$\overline{G}_{tr} = 1400 \times 1,205 = 1687 \text{ kg}/\text{h}.$$

Löu löông hap thu

$$M_A = 58 \text{ g}/\text{mol};$$

$$C_a = G_{tr} (Y_d - Y_c) = 62,5 (0,0638 - 0,0012) = 3,91 \text{ kmol}/\text{h}.$$

$$m_A = C_a M_A = 3,91 \times 58 = 227 \text{ kg}/\text{h}.$$

$$\rho_A = M_A / v_A = 58 / (22,4 \times 293/273) = 2,41 \text{ kg}/\text{m}^3.$$

$$V_A = m_A / \rho_A = 227/2,41 = 94,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Löu löông khí trung bình

$$G_{tb} = G_{tr} + C_a/2 = 62,5 + 3,91/2 = 64,4 \text{ kmol}/\text{h}.$$

$$\overline{G}_{tb} = \overline{G}_{tr} + m_A/2 = 1687 + 227/2 = 1800 \text{ kg}/\text{h}.$$

$$V_{tb} = V_{tr} + V_A/2 = 1400 + 94,2/2 = 1447 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- Pha lỏng: axeton – nước, ở 20 °C.

Khoá löông riêng: $\rho_x = 998$. (axeton không ñang ke)

Ñoanhöt: $\mu_x = 1,005 \text{ cP} = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Ns}/\text{m}^2$. (20 °C)

Löu löông lỏng:

$$\overline{L}_{tr} = 3000 \text{ kg}/\text{h}.$$

$$V_{tr} = 3000 / 998 = 3,006 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$L_{tr} = 3000/18 = 166,7 \text{ kmol}/\text{h}.$$

Löu löông trung bình

$$L_{tb} = L_{tr} + C_a/2 = 166,7 + 3,91/2 = 168,6 \text{ kmol}/\text{h}.$$

$$\overline{L}_{tb} = \overline{L}_{tr} + m_A/2 = 3000 + 227/2 = 3114 \text{ kg}/\text{h}.$$

Nöng ñoãñau: $x_{\bar{n}} = 0 \rightarrow X_{\bar{n}} = x/(1-x) = 0$

$$\text{Nöng ñoãcuoi: } x_c = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{M_A} + \frac{L_{tr}}{M_{H_2O}}} = \frac{\frac{227}{58}}{\frac{227}{58} + \frac{3000}{18}} = 0,0229 \rightarrow X_c = x/(1-x) = 0,0235$$

- Đường cân bằng $Y = 1,68X$ (tỉ số mol)

Ñaiy thap $Y_{\bar{n}ay}^* = Y^*(X_c) = 1,68 X_c = 1,68 \times 0,0235 = 0,0395$

Ñanh thap $Y_{\bar{n}anh}^* = Y^*(X_{\bar{n}}) = 1,68 X_{\bar{n}} = 1,68 \times 0 = 0$

- Động lực pha khí

$$\Delta Y_{\bar{n}ay} = Y_{\bar{n}} - Y_{\bar{n}ay}^* = 0,0638 - 0,0395 = 0,0243.$$

$$\Delta Y_{\bar{n}anh} = Y_c - Y_{\bar{n}anh}^* = 0,0012 - 0 = 0,0012.$$

$$\Delta Y_{\ln} = \frac{\Delta Y_{\text{day}} - \Delta Y_{\text{đinh}}}{\ln\left(\frac{\Delta Y_{\text{day}}}{\Delta Y_{\text{đinh}}}\right)} = \frac{0,0243 - 0,0012}{\ln\left(\frac{0,0243}{0,0012}\right)} = 0,00768$$

3.2.23.5 Tính đường kính thiết bị

- Vận tốc ngập lụt, vận tốc đảo pha

$$\lg\left[\frac{w_{\text{th}}^2 \sigma_d}{g \cdot V_d^3} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x}\right) (\mu_x)^{0,16}\right] = A - B \left(\frac{\bar{L}}{G}\right)^{0,25} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x}\right)^{0,125}$$

$$\lg\left[\frac{w_{\text{th}}^2 195}{9,81 \times 0,75^3} \left(\frac{1,205}{998}\right) (1,005)^{0,16}\right] = 0,022 - 1,75 \left(\frac{3114}{1800}\right)^{0,25} \left(\frac{1,205}{998}\right)^{0,125}$$

$$\lg(0,0569 w_{\text{th}}^2) = 0,022 - 0,866 = -0,844$$

$$0,0569 w_{\text{th}}^2 = 10^{-0,844} = 0,143$$

$$w_{\text{th}}^2 = 2,52$$

$$w_{\text{th}} = 1,59 \text{ m/s.}$$

- Vận tốc khí

$$w_y = 0,75 w_{\text{th}} = 0,75 \times 1,59 = 1,19 \text{ m/s.}$$

- Đường kính tháp

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 1447 / 3600}{\pi \cdot 1,19}} = \sqrt{0,430} = 0,66 \text{ m} = 0,66 \text{ m}$$

- Diện tích tiết diện

$$S = \pi D^2 / 4 = 0,338 \text{ m}^2.$$

3.2.23.6 Tính chiều cao thiết bị theo phương trình truyền khối

$$H = \frac{C_A}{K_y S \sigma_d \psi \Delta C_{y \ln}} = \frac{3,91}{0,4 \times 0,338 \times 195 \times 1 \times 0,00768} = 19,3 \text{ m} = 19,3 \text{ m}$$

3.2.23.7 Tính chiều cao tháp theo số đơn vị truyền khối

$$H = N_{oy} \times H_{oy}.$$

- Số đơn vị truyền khối N_{oy} tính theo công thức định nghĩa.

$$N_{oy} = \frac{Y_{\text{đinh}} - Y_{\text{day}}}{\Delta Y_{\ln}} = \frac{0,0012 - 0,0638}{0,00768} = 8,15$$

- Chiều cao một đơn vị truyền khối H_{oy} tính theo công thức định nghĩa.

$$H_{oy} = \frac{G_{\text{tr}}}{K_y S \sigma \psi} = \frac{62,5}{0,4 \times 0,338 \times 195 \times 1} = 2,37 \text{ m}$$

- Chiều cao tháp

$$H = N_{oy} \times H_{oy} = 8,15 \times 2,37 = 19,3 \text{ m}$$

Bàn chải hai phòng pháp tính chiều cao tháp này lại giống nhau.

3.2.23.8 Tính chiều cao tháp theo phương pháp số đơn vị truyền khối dùng đồ thị

- Số đơn vị truyền khối N_{oy} xác định theo đồ thị đường làm việc và đường cân bằng.

$$N_{oy} = 7,71$$

$$H = 7,71 \times 2,37 = 18,3 \text{ m (sai soi 5,3%)}$$

3.2.23.9 Tính vận tốc pha khí khi thiết bị hoạt động ở các chế độ khác nhau

- Chế độ tối ưu (bắt đầu trạng thái nhũ tương)

$$Re_y = 0,045 Ar^{0,57} \left(\frac{\bar{G}}{\bar{L}} \right)^{0,43}$$

$$Ar = \frac{l^3 (\rho_x - \rho_y) \rho_y \cdot g}{\mu_y^2} = \frac{0,0154^3 (998 - 1,205) \times 1,205 \times 9,81}{(17,3 \cdot 10^{-6})^2} = 144 \cdot 10^6$$

$$Re = \frac{w_y l \rho_y}{\mu_y} = \frac{w_y 0,0154 \times 1,205}{17,3 \cdot 10^{-6}} = 1073 w_y$$

$$1073 w_y = 0,045 \times (144 \cdot 10^6)^{0,57} \left(\frac{1800}{3114} \right)^{0,43}$$

$$1073 w_y = 1589$$

$$w_y = 1,48 \text{ m/s.}$$

- Tháp làm việc ở chế độ nhũ tương

$$\lg \left[\frac{w_y^2 \sigma_d}{g \cdot V_d^3} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right) (\mu_x)^{0,16} \right] = 0,079 - 1,75 \left(\frac{\bar{L}}{\bar{G}} \right)^{0,25} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right)^{0,125}$$

$$\lg \left[\frac{w_y^2 195}{9,81 \times 0,75^3} \left(\frac{1,205}{998} \right) (1,005)^{0,16} \right] = 0,079 - 1,75 \left(\frac{3114}{1800} \right)^{0,25} \left(\frac{1,205}{998} \right)^{0,125}$$

$$\lg(0,0569 w_y^2) = 0,079 - 0,866 = -0,787$$

$$0,0569 w_y^2 = 10^{-0,844} = 0,163$$

$$w_y^2 = 2,87$$

$$w_y = 1,69 \text{ m/s.}$$

- Vận tốc dòng khí xác định theo tốc độ sặc

$$Y = 1,2 e^{-4X}$$

$$Y = \frac{w_s^2 \sigma_d}{g \cdot V_d^3} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right) (\mu_x)^{0,16} = 0,0569 w_s^2$$

$$X = \left(\frac{\bar{L}}{\bar{G}} \right)^{1/4} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right)^{1/8} = 0,495$$

$$0,0569 w_s^2 = 1,2 e^{-4 \times 0,495} = 0,166$$

$$w_s = 2,91$$

$$w_s = 1,70 \text{ m/s.}$$

Vận tốc làm việc thích hợp:

$$w_s = (0,8 - 0,9) w_s = 1,44 \text{ m/s.}$$

KẾT LUẬN VE VẬN TỐC: $w_s > w_{nhũ\ t\ddot{a}ng} > w_{\text{ñab pha}} > w_{\text{r\ddot{o}i}} >$