

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างข้อมูลดิบ และตัวอย่างวิธีการคำนวณ

ข-1. การคำนวณค่าความต้านทานจำเพาะของเค้กกรอง

เมื่อทำการกรองวัดปริมาตร filtrate (v) ที่เปลี่ยนแปลงไป (ตัวอย่างข้อมูลที่มีความดัน 0.2 MPa) ที่เวลาต่างๆ ได้ข้อมูลดังนี้ (m = น.น. เค้กเปียก/น.น. เค้กแห้ง = $1.28 \text{ g}/0.43 \text{ g} = 2.95$, $s = 0.17$, $\mu = 0.00080 \text{ Pa.s}$, $\rho = 0.997 \text{ g/cm}^3$, พ.ท.การกรอง = 26.4074 cm^2)

ตารางที่ ข.1

ปริมาตร filtrate ที่ได้ที่เวลาต่าง ๆ จากการกรองด้วยความดันคงที่ 0.2 MPa

wt beaker (g)	time (s)	dt (s)	wt B+sato (g)	wt sato (g)	vol sato (cc)	dv/dt (cm/s)	dt/dv (s/cm)	v (cm)	vmid (cm)	ABS (420nm)	% T (660nm)
45.3644	280	280	58.2977	12.933	12.972	0.0018	569.9929	0.4912	0.2456	0.74	47.9
52.589	1260	980	63.8857	11.297	11.331	0.0004	2283.9957	0.9203	0.7058	0.393	54.2
50.5022	3240	1980	59.8631	9.3609	9.3891	0.0002	5568.8868	1.2759	1.0981	0.191	81.5
49.8205	6480	3240	58.7209	8.9004	8.9272	0.0001	9584.2093	1.6139	1.4449	0.099	95.3
50.1236	11340	4860	60.9974	10.874	10.907	0.0001	11767.2703	2.0269	1.8204	0.087	96.6

1. หาปริมาตร filtrate (v)

ปิกเกอร์ที่ 1

$$\begin{aligned}
 \text{filtrate (v)} &= (\text{นน.ปิกเกอร์} + \text{นน.น้ำเหล้าสาโทที่กรองได้}) - (\text{นน.ปิกเกอร์}) \\
 &= 58.2977 - 45.3644 \\
 &= 12.933 \text{ g} \\
 &= 12.972 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

2. คำนวณหาค่าอัตราเร็วการกรอง (q) (cm/s)

$$\begin{aligned}
 q &= \text{filtrate (v)} / (\text{พท.ในการกดอัดไล่น้ำ} \times \Delta t) \\
 &= 12.972 \text{ cm}^3 / (26.4074 \text{ cm}^2 \times 280 \text{ s}) \\
 &= 0.0018 \text{ cm/s}
 \end{aligned}$$

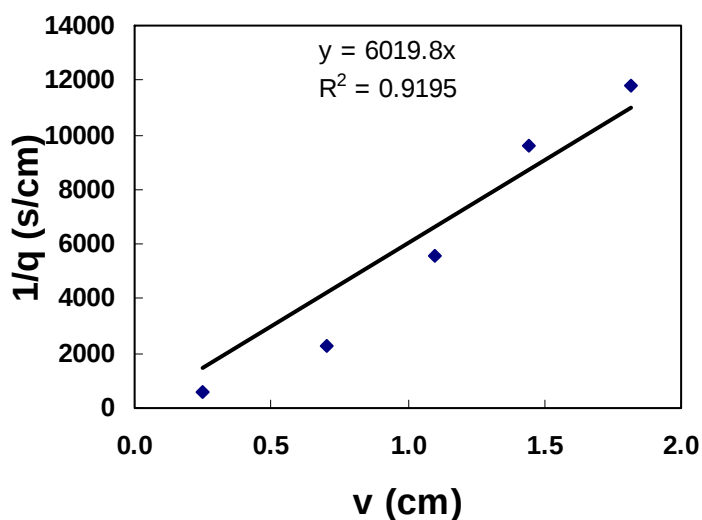
เมื่อหา q ในทุกๆ ปริมาตรต่อเวลาในทุกๆ ปีกเกอร์แล้วพลอตกราฟตามสมการที่ 7 (Ruth's plot) จะได้สมการเส้นตรงดังภาพที่ ข.1

ภาพที่ ข.1

การเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วส่วนกลับการกรองเฉลี่ย (1/q)

ต่อปริมาตร filtrate (v) ที่กรองได้ที่ความดัน 0.2 MPa

Ruth's plot



3. คำนวณหาค่า specific cake resistance (α_{av})

$$\begin{aligned}
 \alpha_{av} &= \frac{\text{slope} \cdot P(1 - ms)}{\mu \rho s} \\
 &= \frac{(6019.8 \text{ cm}^2 / \text{s}) (200000 \text{ Pa}) [1 - (2.95 \times 0.17)]}{(0.00080 \text{ Pa} \cdot \text{s}) (0.997 \text{ g} / \text{cm}^3) (0.17)}
 \end{aligned}$$

$$= 4.41 \times 10^{12} \text{ cm/g}$$

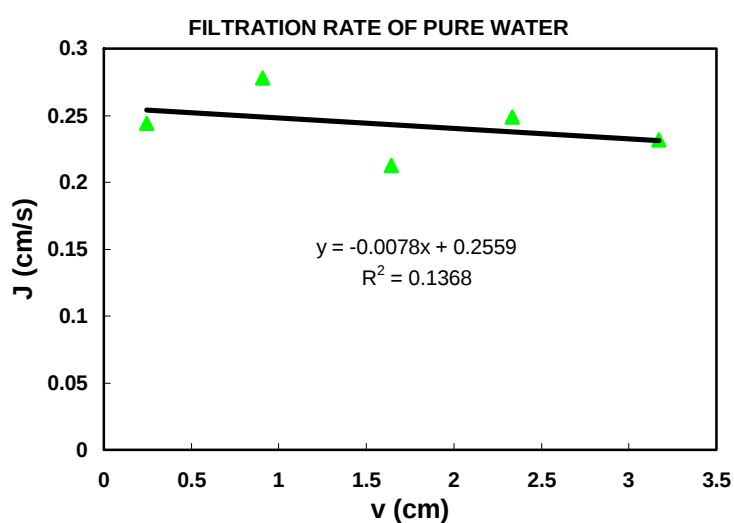
ในกรณีนี้อิทธิพลของผ้ากรองและสารช่วยกรองก็ใช้วิธีคำนวณหาค่าความต้านทานจำเพาะของเค้กกรองเช่นเดียวกัน

ข-2 การคำนวณหาค่าความต้านทานของผ้ากรอง

(ตัวอย่างข้อมูลที่ผ้ากรองชนิด T2731C, ความดัน 0.2 MPa, μ 0.00080 Pa.s)

ภาพที่ ข.2

อัตราการกรองน้ำบริสุทธิ์ (J) ต่อปริมาตร filtrate (v) ที่กรองได้ที่ความดัน 0.2 MPa (เพื่อหาความต้านทานของผ้ากรอง)



จาก Darcy'law
$$J = \frac{\Delta P}{\mu \cdot R_m}$$

$$R_m = \frac{\Delta P}{\mu \cdot J}$$

จากภาพที่ ก.2 อัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.26 cm/s

$$\therefore R_m = \frac{0.2 \times 10^6 \text{ Pa}}{(0.00080 \text{ Pa} \cdot \text{s})(0.26 \text{ cm/s})}$$

$$= 9.53 \times 10^8 \text{ (cm}^{-1}\text{)}$$

$$= 9.53 \times 10^{10} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

ข-3 การคำนวณค่า C_e , η และ β ของกระบวนการกักอัดไอน้ำด้วยความดันคงที่

จากการทดลองจะได้ผลความสูงของเค้ก(สำหรับลำสาโท) ที่เปลี่ยนแปลงต่อเวลาดังตาราง ภาคผนวกที่ ข.2 สามารถค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้(ซึ่งแสดงเฉพาะในช่วงของการกักอัดไอน้ำที่ความดัน 1.0 MPa)

1.คำนวณหาค่า U_c (แสดงเฉพาะที่ความดัน 1.0 MPa)

$$U_c = \frac{L_1 - L}{L_1 - L_\infty}$$

$$L_1 = 17.85, L_\infty = 23.33$$

$$\text{วินาทีที่ } 0 \quad ; \quad L = 17.86$$

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{17.85 - 17.86}{17.85 - 23.33} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{วินาทีที่ } 2625 \quad ; \quad L = 22.09$$

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{17.85 - 22.09}{17.85 - 23.33} \\ &= 0.7737 \end{aligned}$$

$$\text{วินาทีที่ } 172605 \quad ; \quad L = 23.33$$

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{17.85 - 23.33}{17.85 - 23.33} \\ &= 1 \end{aligned}$$

ตารางที่ ๗.2

ความสูงของเค้กที่เปลี่ยนแปลงที่เวลาต่าง ๆ จากการกดอัดไล่น้ำ

ที่ความดันคงที่ 1.0 MPa

t (s)	L (mm)	Uc	1-Uc	Uc correc	1-Uccorrec
0	17.85	0	1	0	1
15	17.99	0.0255	0.9745	0.0289	0.9711
30	18.13	0.0511	0.9489	0.0577	0.9423
45	18.25	0.0730	0.9270	0.0825	0.9175
60	18.38	0.0967	0.9033	0.1093	0.8907
75	18.49	0.1168	0.8832	0.1320	0.8680
90	18.6	0.1369	0.8631	0.1546	0.8454
105	18.7	0.1551	0.8449	0.1753	0.8247
135	18.9	0.1916	0.8084	0.2165	0.7835
165	19.09	0.2263	0.7737	0.2556	0.7444
195	19.25	0.2555	0.7445	0.2886	0.7114
225	19.41	0.2847	0.7153	0.3215	0.6785
255	19.55	0.3102	0.6898	0.3504	0.6496
285	19.69	0.3358	0.6642	0.3792	0.6208
345	19.93	0.3796	0.6204	0.4286	0.5714
405	20.13	0.4161	0.5839	0.4697	0.5303
465	20.31	0.4489	0.5511	0.5067	0.4933
525	20.47	0.4781	0.5219	0.5396	0.4604
585	20.61	0.5036	0.4964	0.5684	0.4316
705	20.84	0.5456	0.4544	0.6155	0.3845
825	21.03	0.5803	0.4197	0.6544	0.3456
1005	21.26	0.6223	0.3777	0.7014	0.2986
1305	21.53	0.6715	0.3285	0.7563	0.2437
1665	21.75	0.7117	0.2883	0.8007	0.1993
1905	21.86	0.7318	0.2682	0.8228	0.1772
2205	21.97	0.7518	0.2482	0.8446	0.1554
2625	22.09	0.7737	0.2263	0.8683	0.1317
3105	22.2	0.7938	0.2062	0.8897	0.1103
4605	22.41	0.8321	0.1679	0.9290	0.0710
6165	22.54	0.8558	0.1442	0.9518	0.0482
7725	22.63	0.8723	0.1277	0.9665	0.0335
10905	22.76	0.8960	0.1040	0.9858	0.0142
14505	22.85	0.9124	0.0876	0.9964	0.0036
17445	22.9	0.9215	0.0785	1.0007	-0.0007
27525	23.01	0.9416	0.0584	1.0055	-0.0055
35505	23.06	0.9507	0.0493	1.0042	-0.0042
38385	23.08	0.9544	0.0456	1.0046	-0.0046
77145	23.21	0.9781	0.0219	0.9990	0.0010
86925	23.23	0.9818	0.0182	0.9985	0.0015
105465	23.27	0.9891	0.0109	1.0003	-0.0003
172605	23.33	1.0000	0.0000	1.0029	-0.0029

2. คำนวณหาค่า η

หาค่า η ได้จาก slope ของกราฟระหว่าง $\ln(1-U_c)$ vs. θ_c

$$U_c = 1 - B[\exp(-\eta\theta_c)]$$

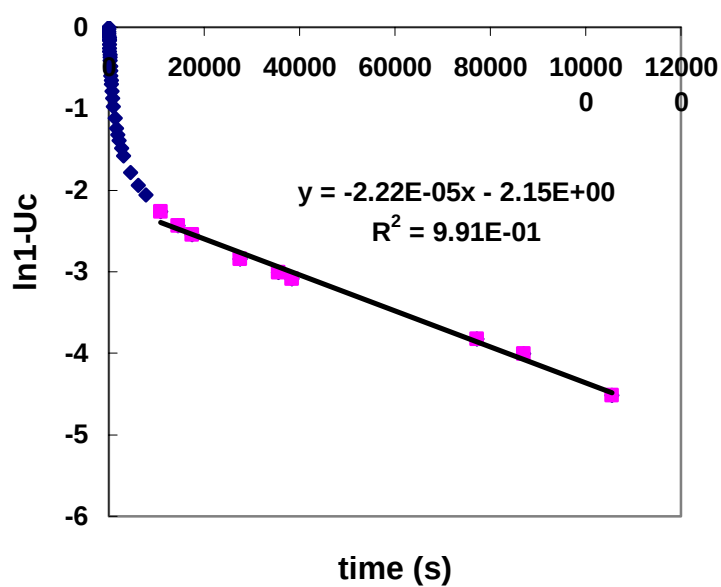
$$1 - U_c = B[\exp(-\eta\theta_c)]$$

$$\ln(1 - U_c) = -\eta\theta_c + \ln B$$

อิทธิพลของความดัน ได้ดังรูปที่ ข.3

ภาพที่ ข.3

แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(1-U_c)$ และ เวลา ที่ความดันคงที่ 1.0 MPa



จากรูปที่ ข.3 slope = $2.22 \times 10^{-5} \Rightarrow \eta = 2.22 \times 10^{-5}$

3. คำนวณหาค่า creep constant (B)

หาค่า creep constant (B) ได้จากจุดตัดของกราฟระหว่าง $\ln(1-U_c)$ vs. θ_c

จากรูปที่ ก.3 จุดตัดของกราฟคือ $\ln B = -2.15 \Rightarrow B = 2.15$

4. คำนวณหาค่า U_c ในช่วง secondary consolidation ($U_{c,corr}$)

จากสมการที่ 2.42

$$U_{c,corr} = \frac{(L_1 - L) - B(L_1 - L_\infty)\{1 - \exp(-\eta\theta_c)\}}{(L_1 - L_\infty)(1 - B)}$$

วินาทีที่ 0 ; $L = 17.86$

$$U_{c,corr} = \frac{(17.85 - 17.86) - 2.15(17.85 - 23.33)\{1 - \exp(-2.22 \times 10^{-5} \times 0)\}}{(17.85 - 23.33)(1 - 2.15)}$$

$$= 0$$

วินาทีที่ 2625 ; $L = 22.09$

$$U_{c,corr} = \frac{(17.85 - 22.09) - 2.15(17.85 - 23.33)\{1 - \exp(-2.22 \times 10^{-5} \times 2625)\}}{(17.85 - 23.33)(1 - 2.15)}$$

$$= 0.8683$$

วินาทีที่ 172605 ; $L = 23.33$

$$U_{c,corr} = \frac{(17.85 - 23.33) - 2.15(17.85 - 23.33)\{1 - \exp(-2.22 \times 10^{-5} \times 172605)\}}{(17.85 - 23.33)(1 - 2.15)}$$

$$= 1.0029$$

5. คำนวณหาค่า C_e

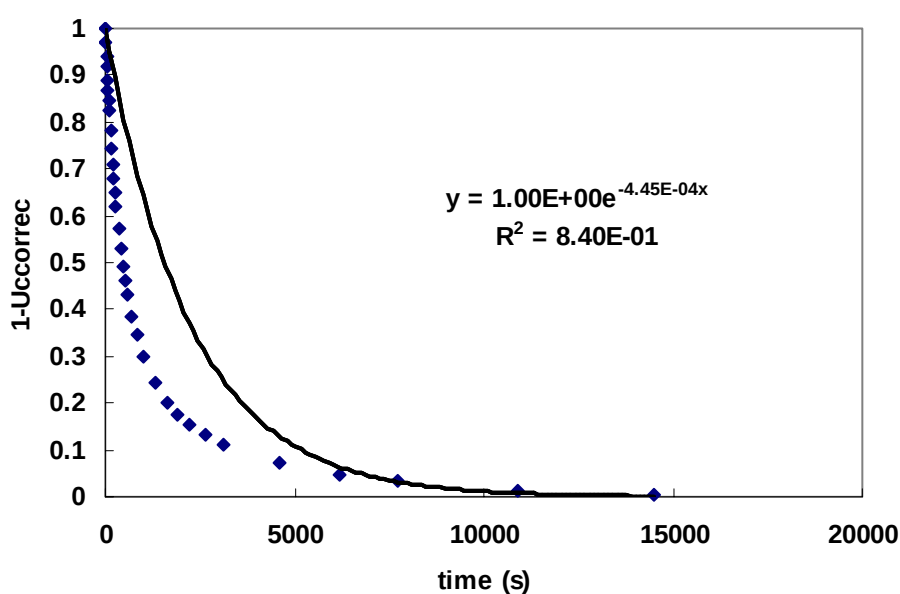
หาค่า C_e ได้จาก slope ของกราฟระหว่าง $(1-U_{ccorr})$ vs. θ_c

ดังนั้น

$$C_e = -4 \left(\frac{\omega_o}{i\pi} \right)^2 \cdot slope$$

รูปที่ ข.4

แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 1-Uccorrec และ เวลา ที่ความดันคงที่ 1.0 MPa



จากรูปที่ ก.4 (ความดัน 1.0 MPa) slope = -4.45×10^{-4} , $\omega_0 = 2.61$, $i = 2$

ดังนั้น

$$C_e = -4 \left(\frac{2.61}{2 \times 3.14} \right)^2 \cdot (-4.45 \times 10^{-4})$$

$$= 0.000307 \text{ mm}^2/\text{s}$$

6. คำนวณหา % yield

แสดงเฉพาะกรณีปัจจัยความดันที่ความดันคงที่ 1.0 MPa

ตารางที่ ข.3

น้ำหนักของกากส่าเหล้าสาโทก่อนและหลังการกดอัดไอน้ำ และหลังอบแห้งที่ความดันคงที่ต่างๆ

สมบัติ	ความดัน (MPa)		
	1.0	1.4	2.1
น้ำหนักก่อนกดอัดไอน้ำ (g)	78.5570	78.8201	78.6833
น้ำหนักหลังกดอัดไอน้ำ (g)	12.0735	11.0294	11.4733
น้ำหนักหลังอบ (g)	8.1386	8.9162	8.2827

$$\begin{aligned}
 \% \text{ yield} &= \frac{78.5570 - 12.0735}{78.5570 - 8.1386} \times 100 \\
 &= 94.41 \%
 \end{aligned}$$

ข-4 ปริมาณกรดทั้งหมด

ตารางที่ ข.4

ปริมาณของ NaOH 0.1N (ml) ที่ใช้ในการไตเตรดเหล้าสาโท 1 ml ที่สภาวะการกรองต่างๆ

ครั้งที่	ก่อนกรอง	กรองผ่านผ้ากรอง	กรองโดยเติม celite	กรองโดยเติม activated carbon
1	1.1	1.2	1.5	0.9
2	1.3	1.3	1.4	1.0
3	1.2	1.1	1.6	1.0
เฉลี่ย	1.2	1.2	1.5	0.97

แสดงการคำนวณเฉพาะเหล้าสาโทก่อนกรอง

จากสมการที่ ก.1

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (tritrable acidity)} = \frac{(V_1 - V_b) \times (N) \times 64 \times 100}{1000 \times V_2}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณกรดทั้งหมด} &= \frac{(1.2 - 0.1) \times 0.1 \times 64 \times 100}{1000 \times (1)} \\ &= 0.704 \% \end{aligned}$$

หมายเหตุ V_b เป็นปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรด blank (ในที่นี้คือ 0.1 ml)

ข-5 ปริมาณเอทานอล

ตารางที่ ข.5

ปริมาณของ $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ml) ที่ใช้ในการไตเตรดเหล้าสาโท ที่สภาวะการกรองต่างๆ

ครั้งที่	ก่อนกรอง	กรองผ่าน ผ้ากรอง	เติม celite	เติม activated carbon	Blank
1	18.5	11.7	6.7	16.6	21.2
2	17.5	14.2	7.3	15.9	22.4
3	19.8	10.7	4.6	16	22.2
เฉลี่ย	18.6	12.2	6.2	16.17	21.93
ปริมาณสารที่กลั่นได้ (ml)	72	76	73	76	-
ปริมาณเจือจาง (sample : น้ำ)	1:9	1:2	1:1	1:4	-

แสดงการคำนวณเฉพาะเหล้าสาโทก่อนกรอง

จากสมการที่ ก.2

$$\% \text{ EtOH} = 2 \times \left(1 - \frac{n}{N} \right) \times [\text{สารที่กลั่นได้ (ml)} / \text{สารที่ใช้กลั่น (ml)}]$$

เมื่อ n ปริมาณของ standard solution ที่ใช้ในการไตเตรดสารตัวอย่าง (ml)

N ปริมาณของ standard solution ที่ใช้ในการไตเตรด blank (ml)

$$\begin{aligned}\% \text{ EtOH} &= 2 \times \left(1 - \frac{18.6}{21.93} \right) \times [72 \text{ (ml)} / 100 \text{ (ml)}] \\ &= 0.23\end{aligned}$$

เนื่องจากเจือจางมาเป็น 10 เท่า

$$\therefore \% \text{ EtOH} = 0.23 \times 10 = 2.19$$

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นางสาว ลีติรัตน์ ชาวไชย
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2527
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ.2548
ตำแหน่ง	นักศึกษาปริญญาโท
ทุนการศึกษา	-
ผลงานทางวิชาการ	นำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมี และเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 ในหัวข้อ “การกรอง และการกักตักได้น้ำเหล้าสาโท”
ประสบการณ์ทำงาน	นักศึกษาฝึกงานบริษัทไทยออยล์