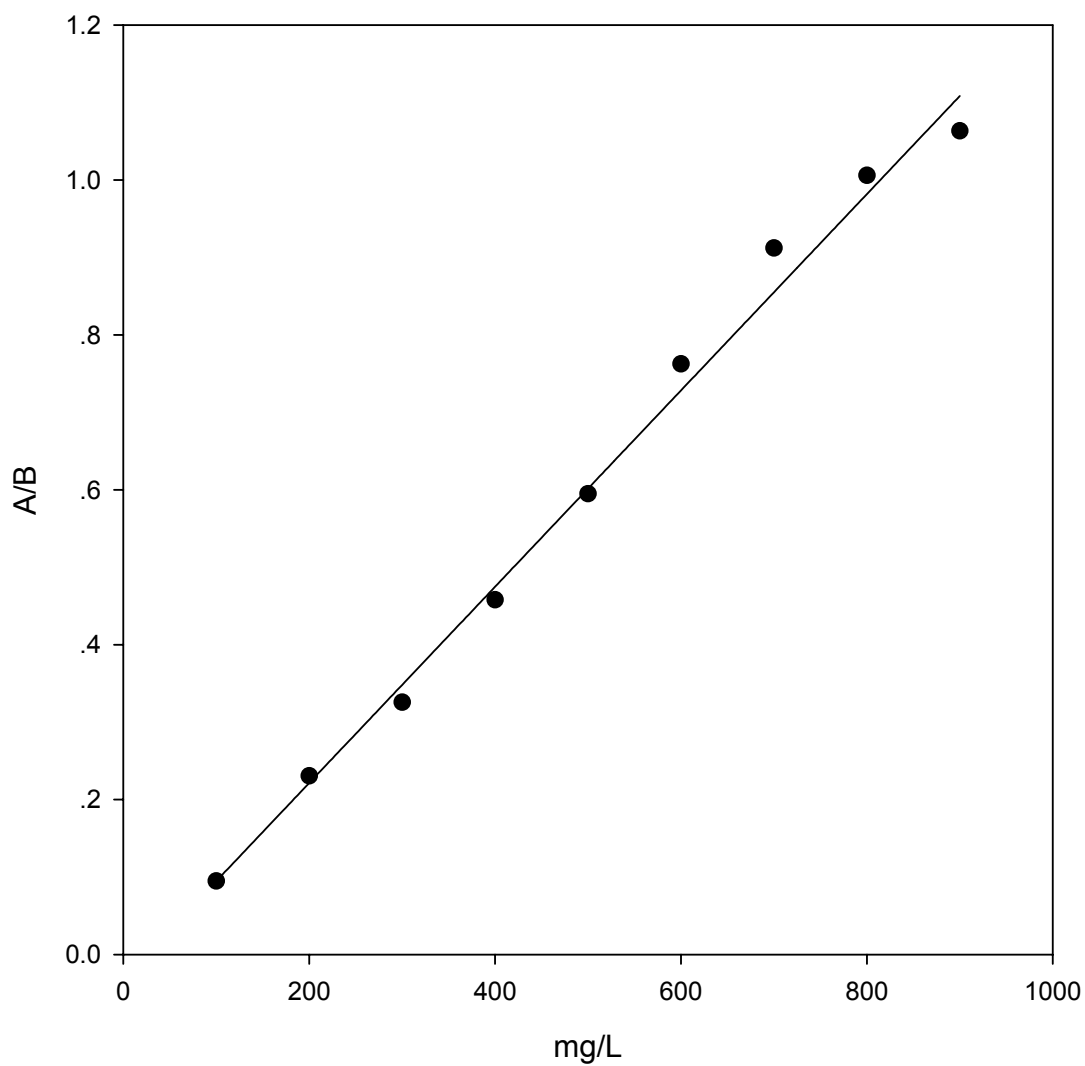


ภาคผนวก ก
Calibration Curve

Standard curve for methanol using
propanol 500 mg/L as internal standard

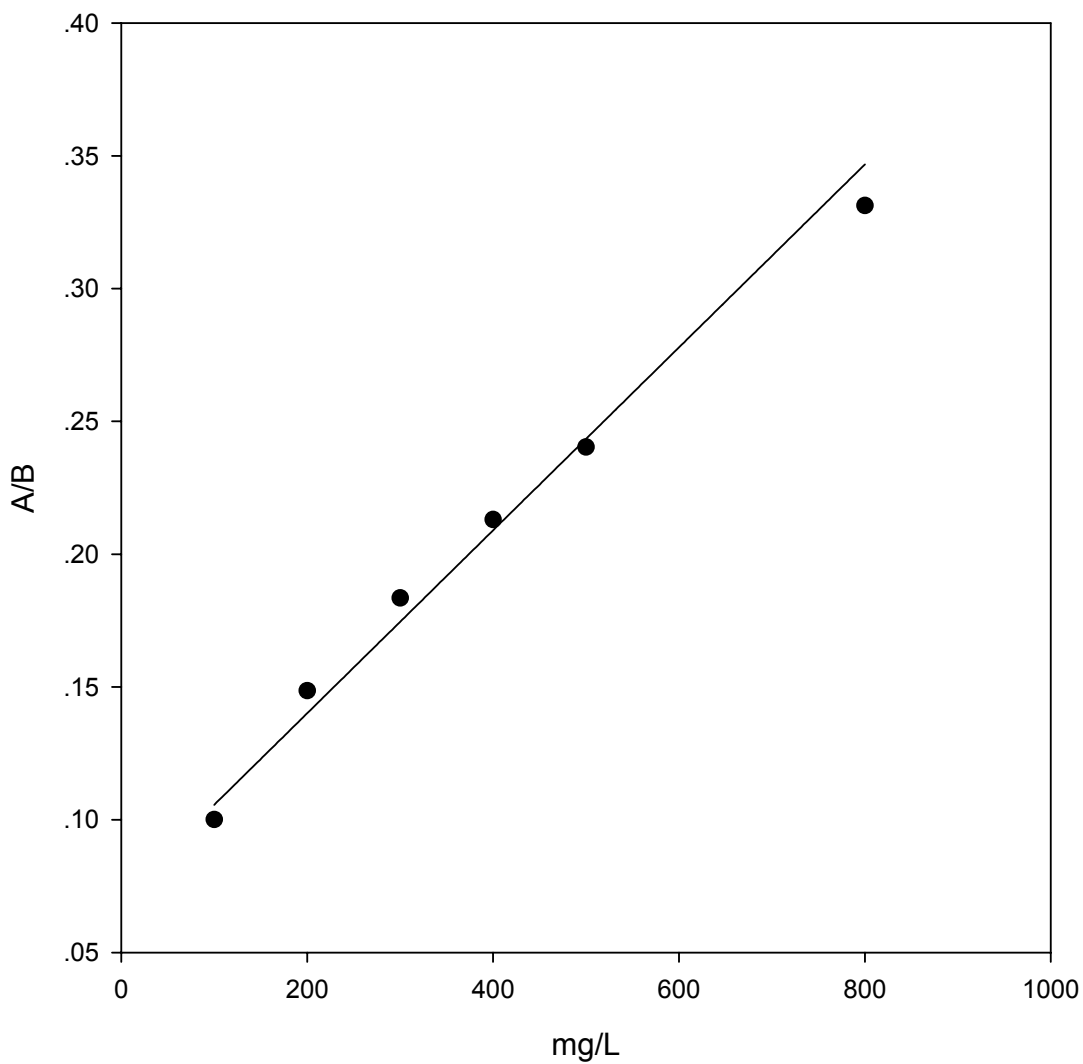


● experimental methanol
— regression methanol

หมายเหตุ เมื่อ A/B คือ อัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง methanol และ propanol
โดยค่า $R^2 = 0.9870$

ภาพประกอบ 26 calibration curve ของเมทานอล

Standard curve for toluene using
propanol 500 mg/L as internal standard

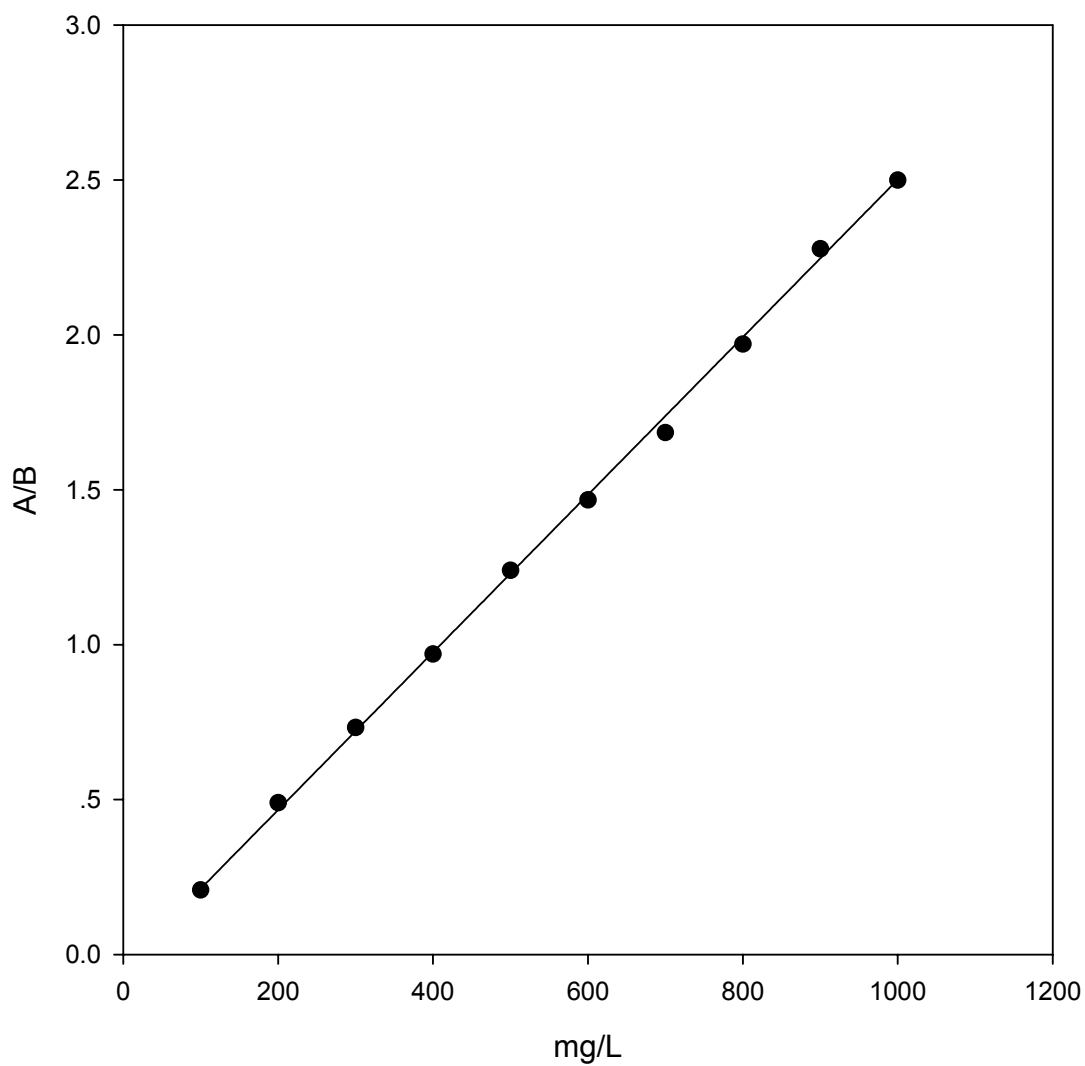


● experimental toluene
— regression toluene

หมายเหตุ เมื่อ A/B คือ อัตราส่วนพื้นที่ที่ได้กราฟระหว่าง toluene และ propanol
โดยค่า $R^2 = 0.9800$

ภาพประกอบ 27 calibration curve ของโทลูอิน

Standard curve for MEK
propanol 500 mg/L as internal standard

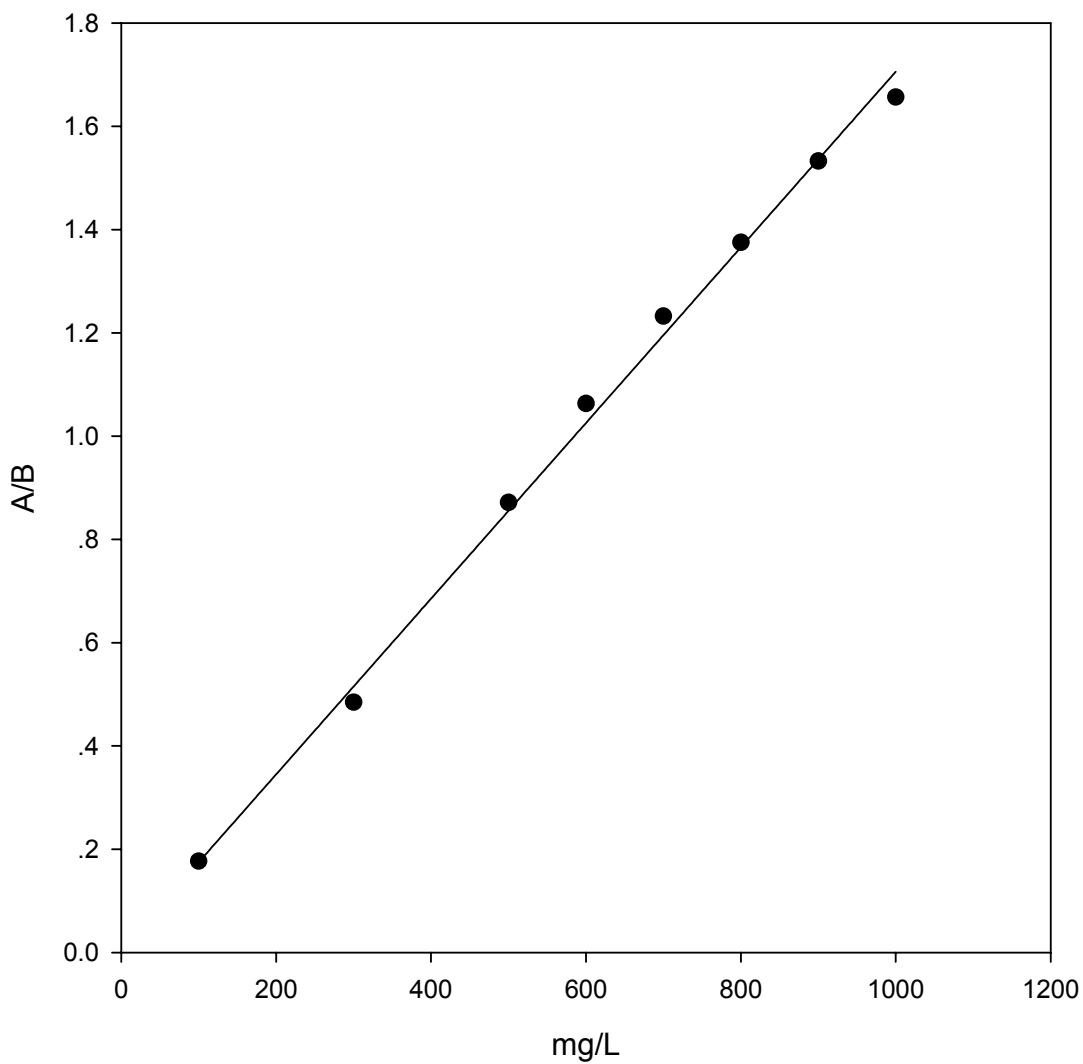


● experimental MEK
— regression MEK

หมายเหตุ เมื่อ A/B คือ อัตราส่วนพื้นที่ที่ได้กราฟระหว่าง MEK และ propanol
โดยค่า $R^2 = 0.9995$

ภาพประกอบ 28 calibration curve ของ MEK

Standard curve for acetone
MEK 500 mg/L as internal standard

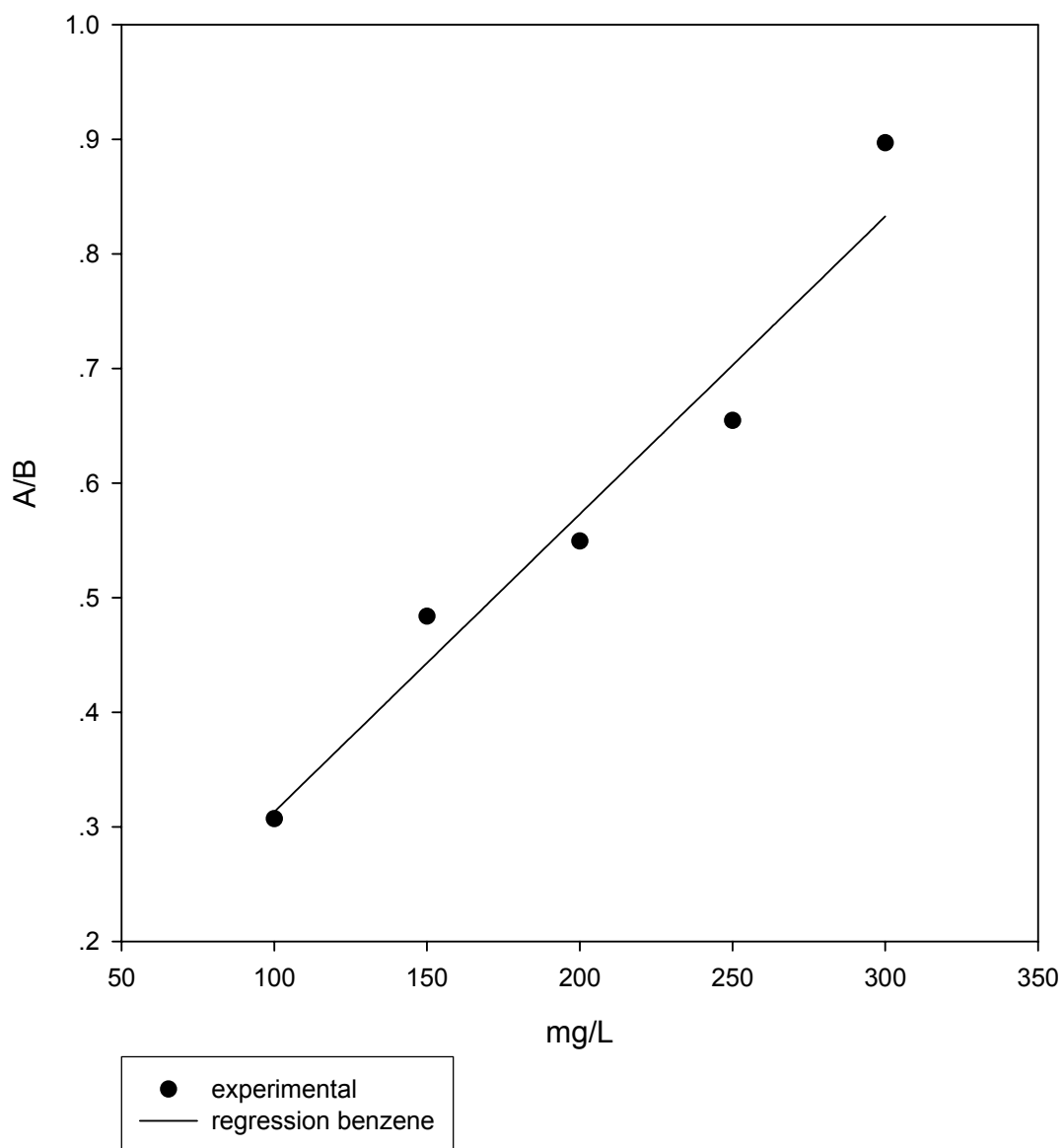


● experimental acetone
— regression acetone

หมายเหตุ เมื่อ A/B คือ อัตราส่วนพื้นที่ได้กราฟระหว่าง acetone และ MEK
โดยค่า $R^2 = 0.9894$

ภาพประกอบ 29 calibration curve ของอะซีโตน

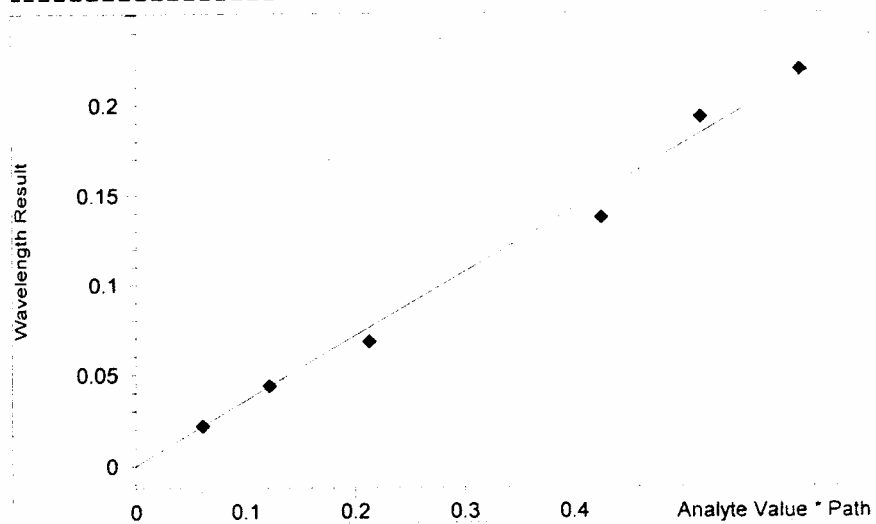
Standard curve for benzene using
propanol 500 mg/L as internal standard



หมายเหตุ เมื่อ A/B คือ อัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟระหว่าง benzene และ propanol
โดยค่า $R^2 = 0.9631$

ภาพประกอบ 30 calibration curve ของเบนซีน

Calibration Curve



Calibration Table

| # | Standard Name | NH3 (ppm) | Abs<630nm> | %Error |
|---|---------------|-----------|------------|--------|
| 1 | N1.1 | 6.0700E-2 | 2.1698E-2 | -0.47 |
| 2 | N2 | 0.12140 | 4.3489E-2 | -0.69 |
| 3 | N4 | 0.21250 | 6.7786E-2 | 11.53 |
| 4 | N6 | 0.42490 | 0.13684 | 10.47 |
| 5 | N7.1 | 0.51600 | 0.19275 | -4.76 |
| 6 | N8 | 0.60700 | 0.21918 | -1.47 |

ภาพประกอบ 31 calibration curve ของแอมโมเนีย

ภาคผนวก ข

สภาวะการทดลองการระเหยของ VOCs ต่างๆ ในรางเปิดจำลอง

ตาราง 3 แสดงสภาวะการทดลองของเมทานอลในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 569 | 27±2 | 950 |
| 2 | 837 | 27±2 | 968 |
| 3 | 1220 | 27±2 | 814 |
| 4 | 1490 | 27±2 | 953 |
| 5 | 1911 | 27±2 | 1011 |
| 6 | 2730 | 27±2 | 1003 |
| 7 | 3072 | 27±2 | 950 |
| 8 | 3531 | 27±2 | 888 |
| 9 | 4270 | 27±2 | 977 |
| 10 | 4600 | 27±2 | 931 |
| 11 | 5084 | 27±2 | 971 |

ตาราง 4 แสดงสภาวะการทดลองของแอมโมเนียในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 12 | 569 | 27±2 | 1040 |
| 13 | 837 | 27±2 | 1010 |
| 14 | 1220 | 27±2 | 1208 |
| 15 | 1490 | 27±2 | 1100 |
| 16 | 1911 | 27±2 | 957 |
| 17 | 2730 | 27±2 | 1166 |
| 18 | 3072 | 27±2 | 987 |
| 19 | 3531 | 27±2 | 993 |
| 20 | 4270 | 27±2 | 1075 |
| 21 | 4600 | 27±2 | 997 |
| 22 | 5084 | 27±2 | 985 |

ตาราง 5 แสดงสภาวะการทดลองของโพลูอินในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 23 | 569 | 27±2 | 330 |
| 24 | 837 | 27±2 | 280 |
| 25 | 1220 | 27±2 | 391 |
| 26 | 1490 | 27±2 | 390 |
| 27 | 1911 | 27±2 | 293 |
| 28 | 2730 | 27±2 | 530 |
| 29 | 3072 | 27±2 | 614 |
| 30 | 3531 | 27±2 | 400 |
| 31 | 4270 | 27±2 | 432 |
| 32 | 4600 | 27±2 | 712 |
| 33 | 5084 | 27±2 | 646 |

ตาราง 6 แสดงสภาวะการทดลองของเบนซีนในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 34 | 569 | 27±2 | 242 |
| 35 | 837 | 27±2 | 257 |
| 36 | 1220 | 27±2 | 212 |
| 37 | 1490 | 27±2 | 231 |
| 38 | 1911 | 27±2 | 240 |
| 39 | 2730 | 27±2 | 214 |
| 40 | 3072 | 27±2 | 266 |
| 41 | 3531 | 27±2 | 257 |
| 42 | 4270 | 27±2 | 260 |
| 43 | 4600 | 27±2 | 252 |
| 44 | 5084 | 27±2 | 261 |

ตาราง 7 แสดงสภาวะการทดลองของอะซีโตนในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 45 | 837 | 27±2 | 1037 |
| 46 | 1220 | 27±2 | 1089 |
| 47 | 1490 | 27±2 | 1126 |
| 48 | 3072 | 27±2 | 1067 |
| 49 | 4270 | 27±2 | 966 |
| 50 | 5084 | 27±2 | 910 |

ตาราง 8 แสดงสภาวะการทดลองของ MEK ในรางเปิดจำลอง

| การทดลองที่ | Re | T _{water} (°C) | ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg/L) |
|-------------|------|-------------------------|----------------------------|
| 51 | 837 | 27±2 | 953 |
| 52 | 1220 | 27±2 | 876 |
| 53 | 1490 | 27±2 | 969 |
| 54 | 3072 | 27±2 | 961 |
| 55 | 4270 | 27±2 | 987 |
| 56 | 5084 | 27±2 | 978 |

ภาคผนวก ค

ความเข้มข้นของ VOCs ในน้ำที่ไหลผ่านช่องทางเปิดที่ความเร็วต่างๆ
และอุณหภูมิของแหล่งน้ำคงที่ เท่ากับ 27 ± 2 องศาเซลเซียส

ตาราง 9 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 1 และ $Re=569$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1013 | 939 | 923 | 925 | 950 | 42 | 4 |
| 3600 | 937 | 932 | 932 | 928 | 932 | 3 | 0.3 |
| 7200 | 912 | 903 | 899 | 924 | 910 | 10 | 1 |
| 10800 | 900 | 886 | 883 | 890 | 890 | 7 | 0.7 |
| 14400 | 842 | 817 | 878 | 890 | 857 | 23 | 2 |
| 18000 | 834 | 819 | 790 | 867 | 828 | 21 | 2 |
| 21600 | 796 | 786 | 773 | 808 | 791 | 14 | 1 |
| 25200 | 756 | 779 | 764 | 762 | 765 | 9 | 1 |
| 28800 | 733 | 721 | 713 | 757 | 731 | 19 | 2 |

ตาราง 10 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 2 และ $Re=837$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1018 | 953 | 948 | 955 | 968 | 33 | 3 |
| 3600 | 928 | 919 | 914 | 918 | 920 | 5 | 0.6 |
| 7200 | 900 | 905 | 894 | 888 | 897 | 7 | 0.8 |
| 10800 | 846 | 867 | 790 | 870 | 843 | 36 | 4 |
| 14400 | 766 | 805 | 759 | 786 | 779 | 20 | 2 |
| 18000 | 737 | 679 | 767 | 679 | 715 | 23 | 3 |
| 21600 | 687 | 679 | 622 | 679 | 667 | 30 | 4 |
| 25200 | 592 | 711 | 613 | 498 | 603 | 57 | 9 |
| 28800 | 505 | 515 | 456 | 538 | 504 | 34 | 6 |

ตาราง 11 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 3 และ $Re=1220$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 882 | 791 | 782 | 800 | 814 | 45 | 5 |
| 3600 | 870 | 769 | 724 | 786 | 787 | 31 | 3 |
| 7200 | 729 | 710 | 683 | 736 | 714 | 23 | 3 |
| 10800 | 726 | 641 | 606 | 713 | 671 | 37 | 5 |
| 14400 | 690 | 590 | 571 | 617 | 617 | 42 | 6 |
| 18000 | 565 | 517 | 513 | 550 | 536 | 25 | 4 |
| 21600 | 511 | 466 | 440 | 497 | 479 | 31 | 6 |
| 25200 | 459 | 428 | 395 | 448 | 432 | 27 | 6 |

ตาราง 12 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 4 และ $Re=1490$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 989 | 884 | 990 | 948 | 953 | 50 | 5 |
| 3600 | 890 | 884 | 856 | 901 | 882 | 19 | 2 |
| 7200 | 863 | 742 | 768 | 870 | 810 | 55 | 6 |
| 10800 | 734 | 717 | 601 | 867 | 730 | 78 | 10 |
| 14400 | 706 | 652 | 638 | 725 | 680 | 41 | 6 |
| 18000 | 696 | 671 | 513 | 642 | 630 | 31 | 4 |
| 21600 | 588 | 566 | 479 | 527 | 540 | 48 | 8 |
| 25200 | 536 | 428 | 395 | 505 | 466 | 55 | 11 |

ตาราง 13 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 5 และ $Re=1911$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 998 | 1014 | 890 | 1011 | 978 | 59 | 6 |
| 3600 | 897 | 934 | 866 | 906 | 901 | 27 | 3 |
| 7200 | 914 | 937 | 843 | 856 | 887 | 45 | 5 |
| 10800 | 775 | 768 | 732 | 740 | 754 | 20 | 2 |
| 14400 | 681 | 723 | 652 | 655 | 678 | 32 | 4 |
| 18000 | 613 | 614 | 543 | 598 | 592 | 33 | 5 |
| 21600 | 577 | 588 | 498 | 586 | 562 | 43 | 7 |
| 25200 | 476 | 534 | 447 | 502 | 490 | 37 | 7 |

ตาราง 14 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 6 และ $Re=2730$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1006 | 955 | 1023 | 1029 | 1003 | 33 | 3 |
| 3600 | 818 | 785 | 794 | 803 | 800 | 14 | 1 |
| 7200 | 725 | 679 | 639 | 676 | 680 | 35 | 5 |
| 10800 | 611 | 514 | 517 | 608 | 562 | 54 | 9 |
| 14400 | 560 | 437 | 486 | 500 | 496 | 50 | 10 |
| 18000 | 433 | 409 | 455 | 476 | 443 | 28 | 6 |
| 21600 | 373 | 353 | 403 | 392 | 380 | 21 | 5 |
| 25200 | 342 | 332 | 354 | 361 | 347 | 12 | 3 |

ตาราง 15 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 7 และ Re=3072

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 965 | 964 | 920 | 952 | 950 | 20 | 2 |
| 3600 | 867 | 754 | 643 | 758 | 755 | 31 | 4 |
| 7200 | 572 | 561 | 582 | 570 | 571 | 8 | 1 |
| 10800 | 511 | 575 | 530 | 540 | 539 | 26 | 4 |
| 14400 | 468 | 447 | 480 | 464 | 465 | 13 | 2 |
| 18000 | 351 | 380 | 339 | 355 | 356 | 17 | 4 |
| 21600 | 279 | 322 | 241 | 272 | 278 | 13 | 4 |

ตาราง 16 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 8 และ Re=3531

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 923 | 876 | 872 | 880 | 888 | 23 | 2 |
| 3600 | 751 | 710 | 696 | 718 | 719 | 23 | 3 |
| 7200 | 566 | 558 | 541 | 557 | 555 | 10 | 1 |
| 10800 | 479 | 498 | 488 | 488 | 488 | 7 | 1 |
| 14400 | 438 | 421 | 409 | 425 | 423 | 11 | 2 |
| 18000 | 349 | 342 | 333 | 341 | 341 | 6 | 1 |
| 21600 | 276 | 260 | 237 | 247 | 255 | 16 | 6 |

ตาราง 17 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 9 และ Re= 4270

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1042 | 964 | 874 | 1029 | 977 | 56 | 5 |
| 3600 | 864 | 781 | 644 | 751 | 760 | 30 | 4 |
| 7200 | 648 | 638 | 658 | 647 | 648 | 8 | 1 |
| 10800 | 496 | 581 | 539 | 502 | 529 | 38 | 7 |
| 14400 | 498 | 451 | 411 | 464 | 456 | 36 | 7 |
| 18000 | 388 | 365 | 331 | 394 | 369 | 28 | 7 |
| 21600 | 266 | 276 | 241 | 287 | 267 | 19 | 7 |

ตาราง 18 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 10 และRe= 4600

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 1000 | 885 | 807 | 1034 | 931 | 64 | 6 | |
| 3600 | 736 | 706 | 693 | 726 | 715 | 19 | 2 | |
| 7200 | 558 | 558 | 536 | 564 | 554 | 12 | 2 | |
| 10800 | 479 | 490 | 488 | 497 | 489 | 7 | 1 | |
| 14400 | 422 | 421 | 402 | 420 | 416 | 9 | 2 | |
| 18000 | 330 | 287 | 280 | 315 | 303 | 23 | 7 | |
| 21600 | 210 | 218 | 193 | 178 | 200 | 17 | 8 | |

ตาราง 19 ความเข้มข้นของเมทานอลในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 11 และRe= 5084

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|-----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 970 | 1001 | 950 | 962 | 971 | 21 | 2 | |
| 3600 | 761 | 752 | 751 | 755 | 755 | 4 | 0.6 | |
| 7200 | 639 | 633 | 624 | 624 | 630 | 7 | 1 | |
| 10800 | 485 | 493 | 476 | 487 | 485 | 7 | 1 | |
| 14400 | 353 | 339 | 322 | 338 | 338 | 12 | 3 | |
| 18000 | 276 | 292 | 247 | 275 | 272 | 18 | 6 | |

ตาราง 20 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 12 และRe= 569

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|-----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 1020 | 1017 | 1091 | 1034 | 1040 | 33 | 3 | |
| 3600 | 983 | 986 | 980 | 990 | 985 | 4 | 0.4 | |
| 7200 | 965 | 958 | 950 | 962 | 959 | 6 | 0.6 | |
| 10800 | 909 | 913 | 900 | 906 | 907 | 5 | 0.6 | |
| 14400 | 880 | 879 | 872 | 885 | 879 | 5 | 0.6 | |
| 18000 | 869 | 841 | 832 | 870 | 853 | 19 | 2 | |
| 21600 | 821 | 816 | 800 | 817 | 814 | 9 | 1 | |
| 25200 | 791 | 770 | 751 | 775 | 772 | 16 | 2 | |
| 28800 | 721 | 720 | 711 | 715 | 717 | 4 | 0.6 | |
| 32400 | 680 | 670 | 651 | 677 | 670 | 13 | 1 | |
| 36000 | 621 | 620 | 611 | 605 | 614 | 7 | 1 | |
| 39600 | 570 | 579 | 541 | 536 | 556 | 21 | 3 | |

ตาราง 21 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 13 และ Re=837

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1002 | 1017 | 1000 | 1004 | 1010 | 7 | 0.7 |
| 3600 | 948 | 940 | 951 | 960 | 950 | 8 | 0.8 |
| 7200 | 903 | 880 | 878 | 900 | 890 | 13 | 1 |
| 10800 | 819 | 795 | 780 | 805 | 800 | 16 | 2 |
| 14400 | 770 | 763 | 746 | 761 | 760 | 10 | 1 |
| 18000 | 709 | 691 | 686 | 715 | 700 | 13 | 1 |
| 21600 | 658 | 626 | 645 | 630 | 640 | 14 | 2 |
| 25200 | 612 | 598 | 585 | 606 | 600 | 11 | 1 |
| 28800 | 563 | 532 | 521 | 545 | 540 | 17 | 3 |
| 32400 | 503 | 483 | 479 | 496 | 490 | 11 | 2 |

ตาราง 22 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 14 และ Re=1220

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1255 | 1168 | 1108 | 1300 | 1208 | 86 | 7 |
| 3600 | 965 | 956 | 950 | 971 | 960 | 15 | 1 |
| 7200 | 879 | 868 | 859 | 874 | 870 | 14 | 1 |
| 10800 | 787 | 787 | 783 | 780 | 784 | 3 | 0.4 |
| 14400 | 730 | 716 | 695 | 725 | 717 | 24 | 3 |
| 18000 | 689 | 686 | 632 | 657 | 666 | 12 | 1 |
| 21600 | 595 | 569 | 575 | 597 | 584 | 11 | 1 |
| 25200 | 511 | 520 | 500 | 515 | 511 | 11 | 2 |
| 28800 | 450 | 397 | 396 | 437 | 420 | 27 | 6 |
| 32400 | 400 | 399 | 367 | 372 | 384 | 19 | 5 |
| 36000 | 331 | 319 | 317 | 349 | 329 | 25 | 7 |

ตาราง 23 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 15 และ Re=1490

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1121 | 1089 | 1044 | 1148 | 1100 | 44 | 4 |
| 3600 | 979 | 900 | 901 | 911 | 923 | 38 | 4 |
| 7200 | 818 | 812 | 797 | 812 | 810 | 8 | 0.9 |
| 10800 | 765 | 723 | 739 | 748 | 744 | 17 | 2 |
| 14400 | 652 | 675 | 631 | 688 | 661 | 24 | 3 |
| 18000 | 578 | 617 | 597 | 609 | 600 | 17 | 2 |
| 21600 | 545 | 531 | 569 | 542 | 547 | 16 | 2 |
| 25200 | 479 | 441 | 474 | 483 | 469 | 18 | 4 |
| 28800 | 401 | 389 | 367 | 368 | 381 | 16 | 4 |
| 32400 | 318 | 288 | 297 | 325 | 307 | 17 | 5 |
| 36000 | 278 | 258 | 257 | 255 | 262 | 10 | 4 |

ตาราง 24 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 16 และ Re=1911

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 952 | 951 | 931 | 993 | 957 | 25 | 2 |
| 3600 | 699 | 700 | 710 | 691 | 700 | 7 | 1 |
| 7200 | 698 | 672 | 670 | 691 | 683 | 14 | 2 |
| 10800 | 575 | 563 | 559 | 542 | 560 | 13 | 2 |
| 14400 | 452 | 451 | 431 | 493 | 457 | 25 | 5 |
| 18000 | 278 | 372 | 370 | 271 | 323 | 55 | 17 |
| 21600 | 235 | 193 | 179 | 242 | 212 | 30 | 14 |
| 25200 | 169 | 131 | 124 | 173 | 149 | 24 | 16 |
| 28800 | 92 | 103 | 101 | 128 | 106 | 15 | 14 |
| 32400 | 92 | 82 | 79 | 97 | 88 | 8 | 9 |

ตาราง 25 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 17 และ $Re=2730$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1130 | 1179 | 1110 | 1113 | 1166 | 32 | 2 |
| 3600 | 930 | 820 | 801 | 909 | 865 | 44 | 5 |
| 7200 | 700 | 665 | 703 | 726 | 699 | 25 | 3 |
| 10800 | 620 | 520 | 504 | 615 | 565 | 41 | 7 |
| 14400 | 436 | 415 | 398 | 432 | 420 | 17 | 4 |
| 18000 | 250 | 241 | 222 | 246 | 240 | 12 | 5 |
| 21600 | 173 | 135 | 128 | 181 | 154 | 26 | 17 |
| 25200 | 105 | 101 | 98 | 97 | 100 | 3 | 3 |
| 28800 | 65 | 63 | 50 | 77 | 64 | 11 | 17 |

ตาราง 26 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 18 และ $Re=3072$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 995 | 984 | 980 | 991 | 987 | 6 | 0.6 |
| 1800 | 867 | 859 | 848 | 866 | 860 | 8 | 0.9 |
| 3600 | 712 | 688 | 694 | 707 | 700 | 11 | 1 |
| 5400 | 470 | 463 | 439 | 465 | 459 | 13 | 2 |
| 7200 | 332 | 319 | 308 | 320 | 320 | 9 | 3 |
| 9000 | 219 | 218 | 221 | 215 | 218 | 2 | 1 |
| 10800 | 154 | 119 | 126 | 130 | 130 | 15 | 11 |
| 12600 | 102 | 94 | 88 | 97 | 95 | 5 | 6 |

ตาราง 27 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 19 และ $Re= 3531$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1020 | 983 | 971 | 998 | 993 | 21 | 2 |
| 1800 | 884 | 892 | 880 | 885 | 885 | 4 | 0.5 |
| 3600 | 810 | 789 | 793 | 807 | 800 | 10 | 1 |
| 5400 | 691 | 672 | 663 | 687 | 678 | 12 | 1 |
| 7200 | 575 | 564 | 550 | 555 | 561 | 10 | 1 |
| 9000 | 456 | 464 | 476 | 454 | 463 | 9 | 2 |
| 10800 | 365 | 343 | 344 | 359 | 353 | 10 | 3 |
| 12600 | 284 | 283 | 272 | 285 | 281 | 5 | 2 |

ตาราง 28 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 20 และ Re=4270

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1088 | 1065 | 1050 | 1097 | 1075 | 21 | 1 |
| 1800 | 960 | 945 | 942 | 956 | 951 | 8 | 0.8 |
| 3600 | 838 | 817 | 824 | 818 | 824 | 9 | 1 |
| 5400 | 588 | 573 | 548 | 572 | 570 | 16 | 2 |
| 7200 | 518 | 481 | 499 | 515 | 503 | 17 | 3 |
| 9000 | 400 | 391 | 393 | 416 | 400 | 11 | 2 |
| 10800 | 352 | 346 | 323 | 349 | 343 | 13 | 3 |
| 12600 | 262 | 254 | 229 | 266 | 253 | 16 | 6 |

ตาราง 29 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 21 และ Re=4600

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 994 | 1005 | 980 | 1010 | 997 | 13 | 1 |
| 1800 | 860 | 819 | 803 | 856 | 834 | 27 | 3 |
| 3600 | 782 | 775 | 714 | 781 | 763 | 22 | 2 |
| 5400 | 640 | 573 | 563 | 622 | 600 | 37 | 6 |
| 7200 | 504 | 481 | 479 | 495 | 490 | 11 | 2 |
| 9000 | 344 | 341 | 333 | 347 | 341 | 6 | 1 |
| 10800 | 295 | 274 | 253 | 289 | 278 | 18 | 6 |
| 12600 | 196 | 214 | 187 | 216 | 203 | 13 | 6 |

ตาราง 30 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 22 และ Re=5084

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (mg/L) | | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 998 | 980 | 975 | 989 | 985 | 10 | 1 |
| 1800 | 798 | 780 | 787 | 795 | 790 | 8 | 1 |
| 3600 | 653 | 642 | 640 | 659 | 648 | 8 | 1 |
| 5400 | 530 | 520 | 510 | 519 | 520 | 8 | 1 |
| 7200 | 322 | 292 | 296 | 290 | 300 | 14 | 5 |
| 9000 | 260 | 252 | 247 | 254 | 253 | 5 | 2 |
| 10800 | 173 | 169 | 147 | 153 | 160 | 12 | 7 |

ตาราง 31 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 23 และ Re= 569

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 367 | 330 | 310 | 315 | 330 | 25 | 2 |
| 1800 | 348 | 327 | 291 | 322 | 322 | 23 | 2 |
| 3600 | 313 | 300 | 246 | 296 | 293 | 29 | 3 |
| 5400 | 287 | 294 | 291 | 263 | 284 | 14 | 1 |
| 7200 | 265 | 233 | 196 | 325 | 255 | 34 | 3 |
| 9000 | 249 | 241 | 230 | 252 | 243 | 9 | 1 |
| 10800 | 229 | 226 | 181 | 232 | 217 | 24 | 2 |
| 12600 | 204 | 186 | 202 | 206 | 199 | 9 | 0.9 |
| 14400 | 186 | 174 | 147 | 194 | 175 | 20 | 2 |

ตาราง 32 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 24 และ Re= 837

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 293 | 230 | 270 | 326 | 280 | 40 | 4 |
| 1800 | 265 | 294 | 197 | 315 | 268 | 41 | 4 |
| 3600 | 262 | 217 | 192 | 266 | 234 | 32 | 3 |
| 5400 | 195 | 185 | 164 | 266 | 202 | 24 | 2 |
| 7200 | 204 | 186 | 202 | 196 | 197 | 8 | 0.9 |
| 9000 | 181 | 167 | 130 | 178 | 164 | 23 | 2 |
| 10800 | 165 | 126 | 114 | 165 | 143 | 26 | 2 |
| 12600 | 129 | 111 | 97 | 146 | 120 | 21 | 2 |

ตาราง 33 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 25 และ Re= 1220

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 384 | 402 | 383 | 395 | 391 | 9 | 0.9 |
| 1800 | 362 | 340 | 357 | 381 | 360 | 16 | 1 |
| 3600 | 280 | 244 | 227 | 249 | 250 | 22 | 2 |
| 5400 | 206 | 196 | 197 | 199 | 200 | 4 | 4 |
| 7200 | 154 | 139 | 96 | 147 | 134 | 26 | 3 |
| 9000 | 126 | 95 | 85 | 96 | 100 | 17 | 2 |
| 10800 | 92 | 66 | 48 | 58 | 66 | 19 | 2 |

ตาราง 34 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 26 และ Re= 1490

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 420 | 391 | 357 | 393 | 390 | 25 | 2 |
| 1800 | 363 | 334 | 355 | 363 | 353 | 13 | 1 |
| 3600 | 278 | 238 | 239 | 251 | 251 | 18 | 2 |
| 5400 | 201 | 191 | 185 | 183 | 190 | 8 | 0.9 |
| 7200 | 159 | 170 | 105 | 95 | 132 | 7 | 6 |
| 9000 | 135 | 95 | 86 | 84 | 100 | 4 | 4 |
| 10800 | 70 | 61 | 56 | 66 | 63 | 5 | 9 |

ตาราง 35 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 27 และ Re= 1911

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 311 | 291 | 257 | 314 | 293 | 26 | 8 |
| 1800 | 237 | 200 | 221 | 236 | 223 | 17 | 7 |
| 3600 | 211 | 176 | 164 | 195 | 187 | 20 | 10 |
| 5400 | 101 | 91 | 118 | 125 | 109 | 15 | 14 |
| 7200 | 97 | 76 | 84 | 96 | 88 | 10 | 11 |
| 9000 | 58 | 54 | 26 | 84 | 55 | 13 | 12 |
| 10800 | 31 | 29 | 21 | 38 | 30 | 7 | 15 |

ตาราง 36 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 28 และ Re= 2730

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 594 | 569 | 428 | 529 | 530 | 72 | 13 |
| 1800 | 415 | 399 | 365 | 395 | 394 | 20 | 5 |
| 3600 | 217 | 240 | 167 | 210 | 208 | 30 | 14 |
| 5400 | 157 | 110 | 95 | 90 | 113 | 30 | 26 |
| 7200 | 71 | 37 | 47 | 52 | 52 | 14 | 27 |

ตาราง 37 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 29 และ Re= 3072

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 631 | 589 | 619 | 616 | 614 | 17 | 2 | |
| 900 | 349 | 344 | 268 | 314 | 318 | 37 | 11 | |
| 1800 | 243 | 285 | 137 | 218 | 221 | 62 | 18 | |
| 2700 | 162 | 188 | 145 | 178 | 168 | 18 | 11 | |
| 3600 | 136 | 92 | 68 | 129 | 106 | 31 | 29 | |
| 4500 | 75 | 44 | 31 | 66 | 54 | 19 | 26 | |

ตาราง 38 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 30 และ Re= 3531

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 397 | 398 | 365 | 439 | 400 | 30 | 7 | |
| 900 | 282 | 240 | 195 | 311 | 257 | 50 | 19 | |
| 1800 | 196 | 187 | 145 | 184 | 178 | 22 | 12 | |
| 2700 | 136 | 92 | 68 | 155 | 113 | 39 | 14 | |
| 3600 | 78 | 70 | 41 | 104 | 73 | 25 | 15 | |
| 4500 | 41 | 44 | 31 | 59 | 44 | 11 | 25 | |
| 5400 | 19 | 22 | 2 | 21 | 16 | 9 | 26 | |

ตาราง 39 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 31 และ Re= 4270

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 448 | 424 | 393 | 462 | 432 | 30 | 6 | |
| 900 | 296 | 318 | 272 | 313 | 300 | 20 | 6 | |
| 1800 | 174 | 143 | 106 | 177 | 150 | 32 | 21 | |
| 2700 | 95 | 69 | 26 | 80 | 67 | 15 | 22 | |
| 3600 | 79 | 0.67 | 14 | 21 | 29 | 4 | 13 | |
| 4500 | 21 | 22 | 19 | 20 | 20 | 2 | 10 | |

ตาราง 40 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 32 และ Re= 4600

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 715 | 704 | 700 | 729 | 712 | 12 | 1 |
| 900 | 319 | 344 | 323 | 331 | 329 | 10 | 3 |
| 1800 | 216 | 177 | 168 | 189 | 187 | 20 | 11 |
| 2700 | 71 | 73 | 38 | 61 | 61 | 16 | 26 |
| 3600 | 21 | 18 | 17 | 22 | 20 | 2 | 10 |

ตาราง 41 ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 33 และ Re= 5084

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของโทลูอีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 670 | 585 | 612 | 716 | 646 | 58 | 8 |
| 600 | 534 | 447 | 436 | 585 | 500 | 17 | 3 |
| 1200 | 370 | 382 | 339 | 367 | 365 | 17 | 4 |
| 1800 | 258 | 243 | 211 | 235 | 237 | 19 | 8 |
| 2400 | 127 | 126 | 136 | 148 | 134 | 10 | 7 |
| 3000 | 91 | 86 | 61 | 77 | 79 | 12 | 10 |
| 3600 | 14 | 10 | 13 | 15 | 12 | 3 | 25 |

ตาราง 42 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 34 และ Re= 569

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 250 | 246 | 210 | 262 | 242 | 22 | 9 |
| 1800 | 237 | 233 | 224 | 250 | 236 | 10 | 4 |
| 3600 | 216 | 207 | 212 | 232 | 217 | 10 | 4 |
| 5400 | 207 | 190 | 215 | 187 | 200 | 13 | 6 |
| 7200 | 193 | 171 | 192 | 194 | 187 | 10 | 5 |
| 9000 | 170 | 172 | 153 | 173 | 167 | 9 | 5 |
| 10800 | 170 | 161 | 163 | 144 | 160 | 8 | 5 |
| 12600 | 155 | 144 | 136 | 140 | 144 | 7 | 4 |
| 14400 | 133 | 147 | 143 | 132 | 139 | 7 | 5 |

ตาราง 43 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 35 และ Re= 837

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 273 | 247 | 233 | 276 | 257 | 20 | 7 |
| 1800 | 213 | 233 | 246 | 200 | 223 | 20 | 9 |
| 3600 | 214 | 192 | 208 | 208 | 205 | 9 | 4 |
| 5400 | 188 | 181 | 177 | 181 | 181 | 4 | 2 |
| 7200 | 173 | 171 | 178 | 166 | 172 | 4 | 2 |
| 9000 | 169 | 161 | 153 | 183 | 166 | 12 | 7 |
| 10800 | 145 | 142 | 145 | 149 | 145 | 2 | 2 |
| 12600 | 130 | 126 | 124 | 112 | 123 | 7 | 6 |
| 14400 | 121 | 106 | 104 | 109 | 110 | 7 | 7 |

ตาราง 44 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 36 และ Re= 1220

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 211 | 208 | 214 | 216 | 212 | 3 | 1 |
| 1800 | 201 | 195 | 170 | 204 | 193 | 15 | 7 |
| 3600 | 178 | 173 | 169 | 173 | 173 | 3 | 1 |
| 5400 | 149 | 148 | 138 | 145 | 145 | 4 | 3 |
| 7200 | 135 | 132 | 128 | 132 | 132 | 2 | 2 |
| 9000 | 120 | 122 | 115 | 119 | 119 | 3 | 2 |
| 10800 | 105 | 106 | 97 | 105 | 103 | 3 | 3 |
| 12600 | 93 | 87 | 83 | 87 | 88 | 4 | 4 |
| 14400 | 79 | 76 | 78 | 82 | 79 | 2 | 31 |

ตาราง 45 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 37 และ Re= 1490

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 233 | 230 | 227 | 233 | 231 | 2 | 1 |
| 1800 | 211 | 215 | 212 | 215 | 213 | 2 | 0.9 |
| 3600 | 185 | 184 | 186 | 197 | 189 | 6 | 3 |
| 5400 | 175 | 164 | 160 | 167 | 166 | 6 | 3 |
| 7200 | 135 | 137 | 133 | 139 | 136 | 2 | 1 |
| 9000 | 117 | 111 | 109 | 126 | 116 | 7 | 6 |
| 10800 | 100 | 94 | 93 | 97 | 96 | 3 | 3 |
| 12600 | 87 | 77 | 75 | 85 | 81 | 5 | 7 |

ตาราง 46 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 38 และ Re= 1911

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 247 | 235 | 207 | 270 | 240 | 26 | 10 |
| 1800 | 222 | 212 | 209 | 218 | 215 | 5 | 2 |
| 3600 | 210 | 182 | 183 | 201 | 194 | 13 | 6 |
| 5400 | 175 | 164 | 160 | 167 | 167 | 6 | 3 |
| 7200 | 143 | 133 | 133 | 133 | 136 | 4 | 3 |
| 9000 | 113 | 107 | 95 | 118 | 108 | 10 | 9 |
| 10800 | 96 | 86 | 73 | 105 | 90 | 13 | 14 |
| 12600 | 72 | 74 | 63 | 84 | 73 | 8 | 11 |

ตาราง 47 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 39 และ Re= 2730

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 215 | 216 | 210 | 216 | 214 | 3 | 1 |
| 1800 | 188 | 183 | 170 | 181 | 180 | 7 | 4 |
| 3600 | 157 | 133 | 121 | 149 | 140 | 15 | 10 |
| 5400 | 117 | 127 | 105 | 97 | 112 | 13 | 11 |
| 7200 | 96 | 91 | 73 | 104 | 90 | 12 | 13 |
| 9000 | 63 | 60 | 54 | 71 | 62 | 6 | 9 |
| 10800 | 49 | 38 | 29 | 43 | 40 | 8 | 12 |

ตาราง 48 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 40 และ Re= 3072

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 273 | 260 | 257 | 275 | 266 | 9 | 3 |
| 900 | 229 | 227 | 185 | 210 | 213 | 20 | 9 |
| 1800 | 199 | 195 | 187 | 199 | 195 | 5 | 2 |
| 2700 | 161 | 142 | 135 | 152 | 148 | 11 | 7 |
| 3600 | 131 | 115 | 120 | 113 | 120 | 7 | 5 |
| 4500 | 99 | 96 | 95 | 99 | 97 | 1 | 1 |
| 5400 | 65 | 70 | 65 | 69 | 67 | 2 | 2 |

ตาราง 49 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 41 และ Re= 3531

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 265 | 252 | 248 | 263 | 257 | 7 | 2 | |
| 900 | 211 | 201 | 180 | 210 | 201 | 14 | 6 | |
| 1800 | 176 | 176 | 167 | 183 | 176 | 6 | 3 | |
| 2700 | 143 | 133 | 114 | 137 | 132 | 12 | 9 | |
| 3600 | 113 | 104 | 101 | 111 | 107 | 5 | 5 | |
| 4500 | 76 | 66 | 60 | 74 | 69 | 7 | 10 | |
| 5400 | 63 | 60 | 53 | 69 | 58 | 16 | 27 | |

ตาราง 50 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 42 และ Re= 4270

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|-----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 269 | 260 | 248 | 264 | 260 | 8 | 3 | |
| 900 | 196 | 201 | 193 | 206 | 199 | 5 | 2 | |
| 1800 | 154 | 155 | 152 | 153 | 154 | 1 | 0.8 | |
| 2700 | 108 | 110 | 92 | 90 | 100 | 10 | 10 | |
| 3600 | 83 | 80 | 79 | 82 | 81 | 1 | 2 | |
| 4500 | 50 | 45 | 42 | 51 | 47 | 4 | 8 | |

ตาราง 51 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 43 และ Re= 4600

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเบนซีน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 251 | 256 | 248 | 254 | 252 | 3 | 1 | |
| 900 | 227 | 160 | 142 | 201 | 183 | 38 | 20 | |
| 1800 | 139 | 109 | 115 | 97 | 115 | 17 | 14 | |
| 2700 | 93 | 82 | 80 | 86 | 85 | 5 | 5 | |
| 3600 | 59 | 62 | 50 | 59 | 57 | 5 | 8 | |
| 4500 | 31 | 45 | 23 | 37 | 34 | 9 | 26 | |
| 5400 | 10 | 16 | 12 | 11 | 13 | 3 | 23 | |

ตาราง 52 ความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 44 และ Re= 5084

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของเมทานอล (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 261 | 263 | 222 | 299 | 261 | 31 | 11 | |
| 600 | 179 | 166 | 161 | 172 | 169 | 7 | 4 | |
| 1200 | 147 | 124 | 130 | 134 | 134 | 9 | 7 | |
| 1800 | 114 | 94 | 94 | 100 | 101 | 9 | 9 | |
| 2400 | 69 | 74 | 58 | 66 | 67 | 6 | 9 | |
| 3000 | 40 | 36 | 29 | 34 | 35 | 4 | 13 | |

ตาราง 53 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 45 และ Re= 837

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 1067 | 1038 | 999 | 1045 | 1037 | 28 | 2 | |
| 3600 | 772 | 700 | 664 | 707 | 711 | 44 | 6 | |
| 7200 | 626 | 586 | 544 | 608 | 591 | 35 | 5 | |
| 10800 | 526 | 449 | 418 | 470 | 466 | 45 | 9 | |
| 14400 | 413 | 367 | 384 | 393 | 389 | 19 | 4 | |
| 18000 | 330 | 296 | 291 | 303 | 305 | 17 | 5 | |
| 21600 | 237 | 249 | 242 | 252 | 243 | 23 | 11 | |

ตาราง 54 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 46 และ Re=1220

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | SD | %RSD |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | | | |
| 0 | 1145 | 1111 | 976 | 1124 | 1089 | 76 | 6 | |
| 3600 | 692 | 621 | 611 | 669 | 648 | 38 | 5 | |
| 7200 | 467 | 444 | 401 | 461 | 443 | 29 | 6 | |
| 10800 | 359 | 316 | 296 | 347 | 329 | 28 | 8 | |
| 14400 | 291 | 189 | 165 | 255 | 225 | 58 | 25 | |
| 18000 | 184 | 147 | 137 | 174 | 160 | 22 | 13 | |
| 21600 | 128 | 105 | 91 | 124 | 112 | 17 | 15 | |

ตาราง 55 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 47 และ Re= 1490

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1208 | 1097 | 1039 | 1162 | 1126 | 73 | 6 |
| 3600 | 616 | 584 | 579 | 621 | 600 | 21 | 3 |
| 7200 | 441 | 352 | 300 | 379 | 368 | 58 | 15 |
| 10800 | 240 | 221 | 206 | 235 | 226 | 15 | 6 |
| 14400 | 181 | 172 | 129 | 179 | 165 | 24 | 14 |

ตาราง 56 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 48 และ Re= 3072

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1127 | 1063 | 1016 | 1062 | 1067 | 45 | 4 |
| 1800 | 738 | 700 | 612 | 664 | 678 | 53 | 7 |
| 3600 | 476 | 433 | 407 | 453 | 442 | 29 | 6 |
| 5400 | 304 | 302 | 292 | 332 | 307 | 17 | 5 |
| 7200 | 287 | 245 | 182 | 224 | 235 | 43 | 18 |
| 9000 | 135 | 112 | 100 | 96 | 111 | 17 | 15 |
| 10800 | 71 | 63 | 54 | 65 | 63 | 6 | 9 |

ตาราง 57 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 49 และ Re=4270

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 987 | 952 | 946 | 979 | 966 | 19 | 1 |
| 3600 | 734 | 677 | 653 | 705 | 692 | 35 | 5 |
| 7200 | 394 | 355 | 298 | 349 | 349 | 39 | 11 |
| 10800 | 242 | 221 | 207 | 226 | 224 | 14 | 6 |
| 14400 | 146 | 122 | 67 | 109 | 111 | 33 | 19 |
| 18000 | 50 | 49 | 44 | 50 | 48 | 2 | 5 |
| 21600 | 32 | 27 | 26 | 29 | 28 | 2 | 8 |

ตาราง 58 ความเข้มข้นของอะซีโตนในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 50 และ $Re=5084$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของอะซีโตน (mg/L) | | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 969 | 898 | 858 | 917 | 910 | 46 | 5 |
| 3600 | 641 | 581 | 496 | 572 | 573 | 59 | 10 |
| 7200 | 244 | 226 | 239 | 234 | 236 | 7 | 3 |
| 10800 | 133 | 166 | 85 | 121 | 126 | 33 | 26 |
| 14400 | 49 | 44 | 34 | 40 | 42 | 6 | 14 |
| 18000 | 27 | 26 | 14 | 20 | 22 | 6 | 27 |

ตาราง 59 ความเข้มข้นของ MEK ในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 51 และ $Re= 837$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 960 | 921 | 950 | 982 | 953 | 25 | 2 |
| 3600 | 625 | 587 | 445 | 579 | 559 | 78 | 13 |
| 7200 | 268 | 228 | 213 | 236 | 236 | 23 | 9 |
| 10800 | 171 | 163 | 148 | 166 | 162 | 10 | 6 |
| 14400 | 103 | 95 | 80 | 99 | 94 | 10 | 10 |
| 18000 | 69 | 62 | 62 | 63 | 64 | 3 | 4 |
| 21600 | 44 | 42 | 41 | 43 | 42 | 1 | 3 |

ตาราง 60 ความเข้มข้นของ MEK ในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 52 และ $Re= 1220$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 888 | 879 | 816 | 921 | 876 | 44 | 5 |
| 3600 | 385 | 378 | 376 | 407 | 386 | 13 | 3 |
| 7200 | 277 | 236 | 214 | 217 | 236 | 29 | 12 |
| 10800 | 169 | 160 | 132 | 157 | 155 | 15 | 9 |
| 14400 | 89 | 85 | 54 | 85 | 78 | 16 | 20 |

ตาราง 61 ความเข้มข้นของ MEK ในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 53 และ $Re= 1490$

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1035 | 970 | 873 | 998 | 969 | 69 | 7 |
| 3600 | 511 | 457 | 509 | 532 | 502 | 32 | 6 |
| 7200 | 283 | 274 | 271 | 290 | 280 | 8 | 2 |
| 10800 | 190 | 182 | 171 | 196 | 185 | 10 | 5 |
| 14400 | 97 | 92 | 88 | 93 | 93 | 3 | 3 |

ตาราง 62 ความเข้มข้นของMEKในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 54 และ Re= 3072

| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 998 | 950 | 863 | 1033 | 961 | 73 | 7 |
| 1800 | 678 | 648 | 578 | 744 | 662 | 68 | 10 |
| 3600 | 454 | 441 | 413 | 523 | 458 | 46 | 10 |
| 5400 | 282 | 285 | 241 | 331 | 285 | 36 | 12 |
| 7200 | 149 | 140 | 129 | 156 | 143 | 11 | 7 |
| 9000 | 92 | 78 | 63 | 93 | 81 | 14 | 17 |
| 10800 | 40 | 25 | 24 | 51 | 35 | 12 | 24 |

ตาราง 63 ความเข้มข้นของMEKในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 55 และ Re= 4270

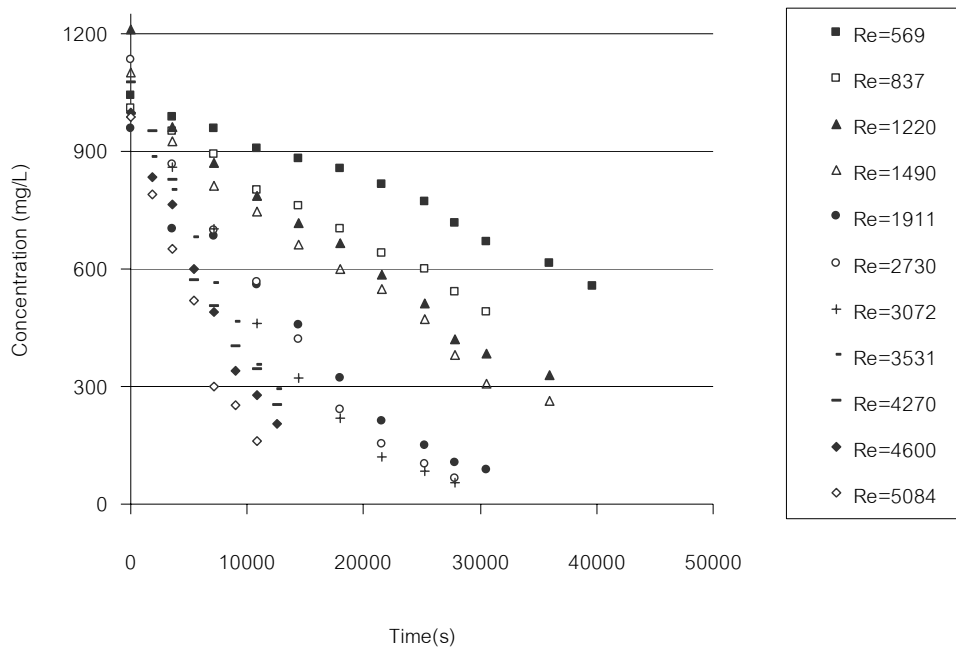
| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|-----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 1034 | 979 | 972 | 1011 | 987 | 28 | 2 |
| 1800 | 465 | 531 | 504 | 491 | 509 | 27 | 5 |
| 3600 | 258 | 261 | 225 | 257 | 248 | 16 | 6 |
| 5400 | 135 | 151 | 96 | 168 | 138 | 30 | 21 |
| 7200 | 76 | 66 | 56 | 78 | 67 | 10 | 14 |
| 9000 | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 0.6 | 3 |
| 10800 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 0.2 | 1 |

ตาราง 64 ความเข้มข้นของMEKในน้ำที่เวลาต่างๆ สำหรับการทดลองที่ 56 และ Re= 5084

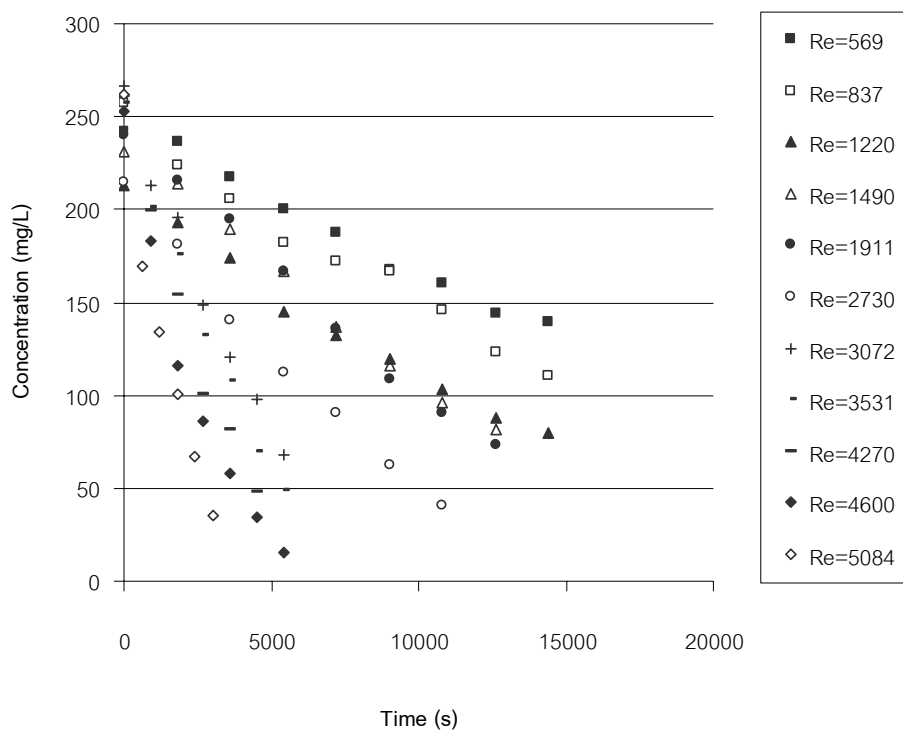
| เวลา(s) | ความเข้มข้นของ MEK (mg/L) | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|-----|------|
| | จุด A | จุด B | จุด C | จุด D | เฉลี่ย | SD | %RSD |
| 0 | 985 | 1017 | 960 | 952 | 978 | 29 | 2 |
| 1800 | 772 | 638 | 604 | 628 | 660 | 75 | 11 |
| 3600 | 327 | 296 | 297 | 362 | 320 | 31 | 9 |
| 5400 | 129 | 144 | 119 | 108 | 125 | 15 | 12 |
| 7200 | 52 | 47 | 42 | 49 | 47 | 4 | 8 |
| 9000 | 17 | 16 | 16 | 16 | 16 | 0.2 | 1 |

ภาคผนวก ง

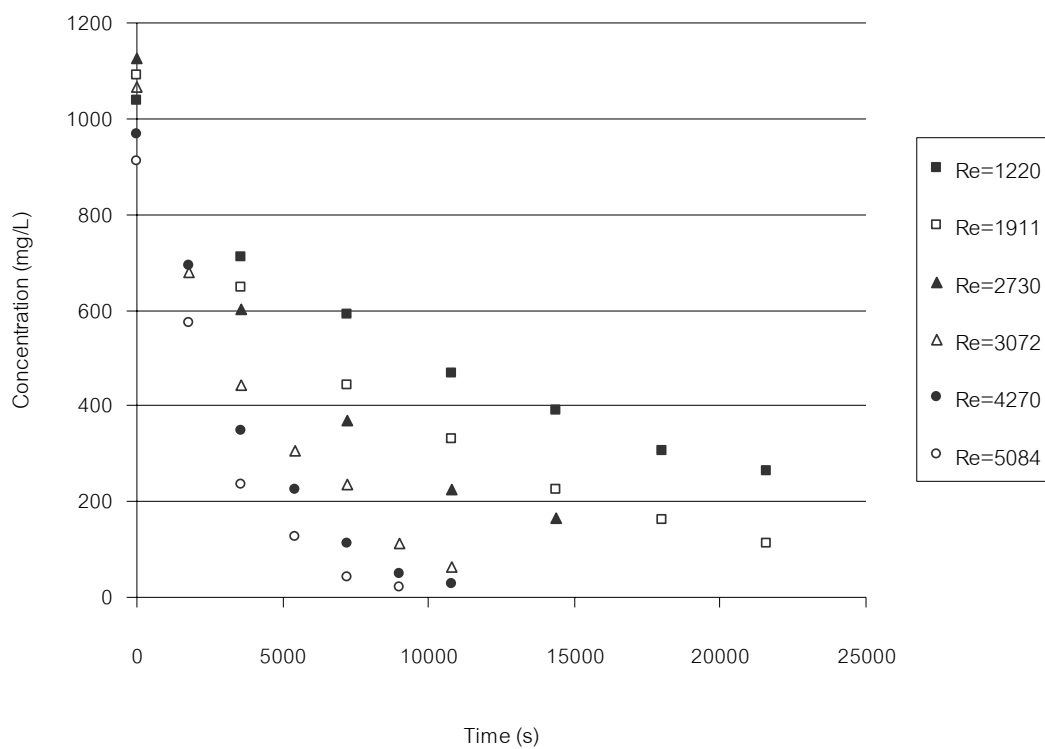
การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลาสำหรับการระเหยของ VOCs
จากน้ำที่ไหลผ่านช่องทางเปิด ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C และ Re เท่ากับ 0-5084



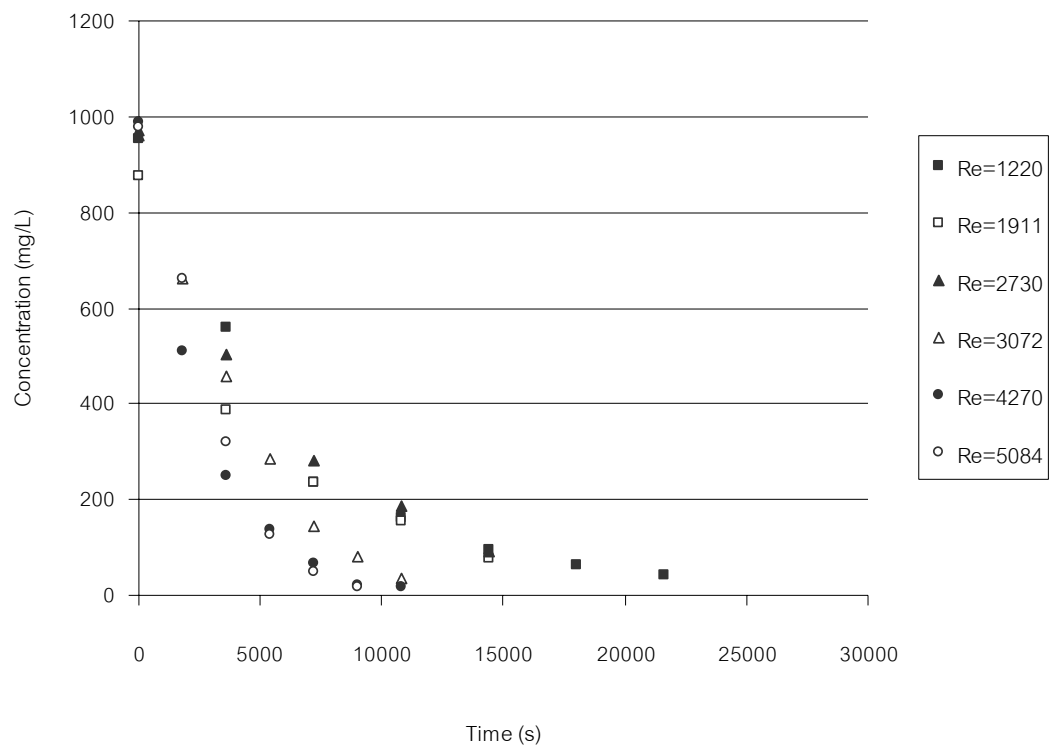
ภาพประกอบ 32 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลาที่ Re ต่างๆ (0-5,084) สำหรับการระเหยของแอมโมเนียจากน้ำที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$



ภาพประกอบ 33 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลาที่ Re ต่างๆ (0-5,084) สำหรับการระเหยของเบนซีนจากน้ำที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$



ภาพประกอบ 34 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลาที่ Re ต่างๆ (0-5,084) สำหรับการระเหยของอะซีโตนจากน้ำที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$



ภาพประกอบ 35 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับเวลาที่ Re ต่างๆ (0-5,084) สำหรับการระเหยของ MEK จากน้ำที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำเท่ากับ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ภาคผนวก จ
การถอดรื้อของอนุกรมตามความยาวของรางเปิด
ตลอดการทดลองการระเหยของVOCs

ตาราง 65 อุณหภูมิน้ำตลอดรางเปิดของการระเหยของเมทานอล สำหรับการทดลองที่ 1

| เวลา(s) | อุณหภูมิ(°c) | | | |
|---------|--------------|---------|---------|--------|
| | ต้นราง | กลางราง | ปลายราง | เฉลี่ย |
| 0 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 3600 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 |
| 7200 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 |
| 10800 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 14400 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 18000 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 21600 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 25200 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 |
| 28800 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 |

ตาราง 66 อุณหภูมิน้ำตลอดรางเปิดของการระเหยของเมทานอล สำหรับการทดลองที่ 2

| เวลา(s) | อุณหภูมิ(°c) | | | |
|---------|--------------|---------|---------|--------|
| | ต้นราง | กลางราง | ปลายราง | เฉลี่ย |
| 0 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 3600 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 7200 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 10800 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 26.5 |
| 14400 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 18000 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 21600 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| 25200 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 |
| 28800 | 27 | 27 | 27 | 27 |

ตาราง 67 อุณหภูมิน้ำตลอดรางเปิดของการระเหยของเมทานอล สำหรับการทดลองที่ 3

| เวลา(s) | อุณหภูมิ(°c) | | | |
|---------|--------------|---------|---------|--------|
| | ต้นราง | กลางราง | ปลายราง | เฉลี่ย |
| 0 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 3600 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 7200 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 10800 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 |
| 14400 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 18000 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 26.5 |
| 21600 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 25200 | 26 | 26 | 26 | 26 |

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าอุณหภูมิของน้ำตลอดตามความยาวของรางเปิด มีแนวโน้มเท่ากันตลอด
ณ เวลาเดียวกัน ดังนั้นในการแสดงผลค่าเกรดเดียนต์ของอุณหภูมิตลอดช่วงการทดลอง สามารถ
แสดงโดยใช้ค่าช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย ได้ดังนี้

ตาราง 68 ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยน้ำตลอดรางเปิดของการระเหยของVOCsสำหรับการทดลองต่างๆ

| การทดลองที่ | ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย(°c) |
|-------------|------------------------|
| 4 | 26-27 |
| 5 | 25-26 |
| 6 | 26-29 |
| 7 | 25-27 |
| 8 | 26-28 |
| 9 | 26-27 |
| 10 | 25.5-28 |
| 11 | 25-26 |
| 12 | 26-29 |
| 13 | 25-27 |
| 14 | 26-28 |
| 15 | 26.5-27.5 |
| 16 | 25-26 |
| 17 | 25.5-26.5 |
| 18 | 26-27.5 |
| 19 | 25-27 |
| 20 | 26-27 |
| 21 | 27-27.5 |
| 22 | 26.5-27 |
| 23 | 26-27 |
| 24 | 25-26 |
| 25 | 25.5-26 |
| 26 | 26-26.5 |
| 27 | 25-25.5 |
| 28 | 27-27 |
| 29 | 25.5-26 |
| 30 | 25-27 |
| 31 | 25-25.5 |
| 32 | 26-26 |
| 33 | 26-28 |
| 34 | 26-28 |

ตาราง 68 ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยน้ำตลอดรางเปิดของการระเหยของVOCsสำหรับการทดลองต่างๆ (ต่อ)

| การทดลองที่ | ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย(°c) |
|-------------|------------------------|
| 35 | 25.5-29 |
| 36 | 26-27.5 |
| 37 | 26-27 |
| 38 | 26-28.5 |
| 39 | 25-26 |
| 40 | 25-26 |
| 41 | 25.5-26.5 |
| 42 | 25.5-26 |
| 43 | 26-27 |
| 44 | 27-27.5 |
| 45 | 26-29 |
| 46 | 27-28 |
| 47 | 26-27.5 |
| 48 | 26-26.5 |
| 49 | 27-28.5 |
| 50 | 26-26.5 |
| 51 | 27-27.5 |
| 52 | 27-28 |
| 53 | 28-29 |
| 54 | 25-26.5 |
| 55 | 26-27 |
| 56 | 26-26.5 |

ภาคผนวก ฉ

สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเชิงปริมาตร ($K_{OL}a$) จากการทดลองการระเหยของ VOCs
จากน้ำที่ไหลผ่านช่องทางเปิด ที่ Re เท่ากับ 0-5084 และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ เท่ากับ 27 ± 2 °C

ตาราง 69 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเชิงปริมาตรจากการทดลองของ VOCs ที่สนใจที่
อุณหภูมิ 27 ± 2 °C

| Re | สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเชิงปริมาตร, $K_{OL,a}$ ของ VOCs $\times 10^{-5}$ (m ³ /s) | | | | | |
|------|---|---------|----------|---------|------|---------|
| | Toluene | Benzene | Methanol | Ammonia | MEK | Acetone |
| 569 | 0.60 | 0.63 | 0.13 | 0.38 | - | - |
| 837 | 0.99 | 0.81 | 0.27 | 0.53 | 0.89 | 0.56 |
| 1220 | 2.57 | 2.15 | 0.39 | 0.63 | 1.10 | 1.09 |
| 1490 | 3.07 | 3.00 | 0.49 | 1.27 | 2.04 | 1.46 |
| 1911 | 5.21 | 4.10 | 0.56 | 1.80 | - | - |
| 2730 | 7.18 | 6.09 | 0.74 | 2.43 | - | - |
| 3072 | 11.65 | 10.90 | 1.03 | 3.41 | 5.49 | 4.15 |
| 3531 | 18.49 | 13.26 | 1.28 | 4.02 | - | - |
| 4270 | 20.90 | 19.66 | 1.61 | 4.79 | 8.02 | 5.99 |
| 4600 | 25.38 | 22.40 | 2.32 | 5.22 | - | - |
| 5084 | 38.64 | 35.81 | 3.47 | 6.04 | 9.24 | 7.44 |

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีข้อมูลการทดลอง

ภาคผนวก ข
สมบัติทางกายภาพของ VOCs

ตาราง 70 ค่าคงที่ของเฮนรีของ VOCs ที่สนใจที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C
(อมราภรณ์ แก้วชะฎา, 2545 : 141-143)

| ชนิดของ VOCs | ค่าคงที่ของเฮนรี (atm m ³ mol ⁻¹) |
|--------------|--|
| โทลูอิน | 7.193×10^{-3} |
| เบนซีน | 6.850×10^{-3} |
| อะซีโตน | 3.694×10^{-5} |
| MEK | 5.591×10^{-5} |
| เมทานอล | 5.106×10^{-6} |
| แอมโมเนีย | 3.602×10^{-4} |

ตาราง 71 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในฟิล์มของเหลวของ VOCs ที่สนใจที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C
(อมราภรณ์ แก้วชะฎา, 2545 : 141-143)

| ชนิดของ VOCs | ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของ VOCs ในฟิล์มของเหลว, $D_{\text{VOC-Liquid}}$ (m ² s ⁻¹) |
|--------------|--|
| โทลูอิน | 9.351×10^{-10} |
| เบนซีน | 1.351×10^{-9} |
| อะซีโตน | 1.213×10^{-9} |
| MEK | 1.039×10^{-9} |
| เมทานอล | 1.737×10^{-9} |
| แอมโมเนีย | 2.957×10^{-9} |

ตาราง 72 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในฟิล์มแก๊สของ VOCs ที่สนใจที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C
(อมราภรณ์ แก้วชะฎา, 2545 : 141-143)

| ชนิดของ VOCs | ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของ VOCs ในฟิล์มแก๊ส, $D_{\text{VOC-Gas}}$ (m ² s ⁻¹) |
|--------------|--|
| โทลูอิน | 8.724×10^{-6} |
| เบนซีน | 9.705×10^{-6} |
| อะซีโตน | 1.107×10^{-5} |
| MEK | 9.708×10^{-7} |
| เมทานอล | 1.505×10^{-5} |
| แอมโมเนีย | 4.376×10^{-5} |

ตาราง 73 น้ำหนักโมเลกุลของ VOCs ที่สนใจ

| ชนิดของ VOCs | น้ำหนักโมเลกุล (g.mol ⁻¹) |
|--------------|---------------------------------------|
| โทลูอิน | 92.141 |
| เบนซีน | 78.113 |
| อะซีโตน | 58.080 |
| MEK | 72.107 |
| เมทานอล | 32.042 |
| แอมโมเนีย | 17.030 |

ตาราง 74 จุดเดือดของ VOCs ที่สนใจ

| ชนิดของ VOCs | จุดเดือด, T _b (K) |
|--------------|------------------------------|
| โทลูอิน | 383.95 |
| เบนซีน | 353.25 |
| อะซีโตน | 329.65 |
| MEK | 352.75 |
| เมทานอล | 337.85 |
| แอมโมเนีย | 239.75 |

ภาคผนวก ซ
ตัวอย่างการคำนวณ

1. ตัวอย่างการคำนวณค่า $K_{OL}a$ หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเชิงปริมาตรจากการระเหยของ โทลูอินจากน้ำ สำหรับการทดลองที่มีค่า Reynold's number = 4270 และที่อุณหภูมิของแหล่งน้ำ เท่ากับ 300.15 K จากการดูมวลรอบระบบ ให้การระเหยเกิดขึ้นเฉพาะในรางเปิดเท่านั้น จะได้ว่า

$$\ln \frac{C_{L,t}}{C_{L,0}} = -\frac{K_{OL}a}{V}t$$

เมื่อ $K_{OL}a$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลรวมเชิงปริมาตร (m^3/s)

$C_{L,t}$ = ความเข้มข้นของ VOCs ในวัฏภาคของเหลวที่เวลา t (mol/m^3)

$C_{L,0}$ = ความเข้มข้นของ VOCs ในวัฏภาคของเหลวที่เวลาเริ่มต้น (mol/m^3)

V = ปริมาตรของสารละลาย (m^3)

T = เวลาที่ใช้ (s)

ทำการพล็อตกราฟระหว่าง $\ln \frac{C_{L,t}}{C_{L,0}}$ กับ t และทำ linear regression จะได้

$$-\frac{K_{OL}a}{V} = 1.1408 \times 10^{-3}$$

เมื่อ $V = 0.2 \text{ m}^3$

ดังนั้นค่า $K_{OL}a = 2.2816 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

2. การคำนวณค่าคงที่ของเฮนรี k_H ($\text{atm m}^{-3} \text{ mol}^{-1}$)

$$k_H = k_H^\ominus \exp \left[\frac{-\Delta H_{\text{solution}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^\ominus} \right) \right]$$

เมื่อ $k_H^\ominus = 160 \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ (Staudinger and Roberts, 1996)

สำหรับเบนซีน

$$\frac{d \ln k_H^\ominus}{d(1/T)} = -\frac{\Delta H_{\text{solution}}}{R} = 4100$$

ดังนั้น $k_H = 160 \exp \left[4100 \left(\frac{1}{300.15} - \frac{1}{298.15} \right) \right]$

จะได้ว่า $H = \frac{1}{k_H} = 6.850 \times 10^{-3} \text{ atm m}^{-3} \text{ mol}^{-1}$

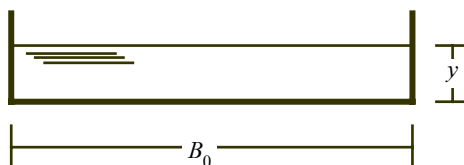
3. การคำนวณค่า Re สำหรับรางเปิดรูปสี่เหลี่ยม

$$Re = \frac{\rho V R_h}{\mu}$$

- เมื่อ ρ = density of fluid (kg/m^3)
 V = average velocity of fluid (m/s)
 R_h = hydraulic radius (m)
 μ = viscosity of fluid ($Pa.s$)

ซึ่ง R_h หาได้จาก

$$R_h = \frac{B_0 y}{B_0 + 2y}$$



น้ำในรางเปิด

กรณีความลึกของน้ำในรางเปิดเท่ากับ 1 เซนติเมตร หรือเท่ากับ 0.01 เมตร

- เมื่อ ρ = $0.99707 \text{ g.cm}^{-3}$
 V = $13.6399 \text{ cm.s}^{-1}$
 R_h = 0.92 cm
 μ = $0.01025 \text{ g.cm}^{-1}.\text{s}^{-1}$
- แทนค่า $Re = \frac{0.99707 \times 13.6399 \times 0.92}{0.01025} = 1220$

4. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในเฟสของเหลว (D_{Liquid}) ของ VOC ที่ความดันบรรยากาศ

4.1 การคำนวณค่า $D_{\text{NH}_3\text{-liquid}}$

$$v_{\text{NH}_3} = (15.6) + 3(3.7) = 26.7$$

$$\text{for water as solvent } \phi = 1$$

$$\text{จากตาราง 2.4 หน้า 26 ของ R.E.Treybal (1995) จะได้ } F = 1.4 \times 10^7$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } D_{\text{NH}_3\text{-liquid}} &= \frac{T}{\mu F} = \frac{300.15}{0.725 \times 1.4 \times 10^7} \\ &= 2.9571 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

4.2 การคำนวณค่า $D_{\text{O}_2\text{-liquid}}$ ที่ความดันบรรยากาศ

$$v_{\text{O}_2} = 2(7.4) = 14.8$$

$$\text{for water as solvent } \phi = 1$$

$$\text{จากตาราง 2.4 หน้า 26 ของ R.E.Treybal (1995) จะได้ } F = 0.81 \times 10^7$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } D_{\text{O}_2\text{-liquid}} &= \frac{T}{\mu F} = \frac{300.15}{0.725 \times 0.81 \times 10^7} \\ &= 5.1110 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

5. การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ในเฟสแก๊ส (D_{air}) ของ VOC ที่ความดันบรรยากาศ

5.1 การคำนวณค่า $D_{\text{NH}_3\text{-air}}$

$$D_{AB} = \frac{10^{-3} \times (3.03 - (0.98 / \sqrt{M_{AB}})) T^{3/2}}{P_1 \sqrt{M_{AB}} (r_{AB})^2 \int (kT / \epsilon_{AB})}$$

$$\text{เมื่อ } T = 300.15 \text{ K}$$

$$M_A = 17.03$$

$$M_B = 28.97$$

$$T_b = 239.75$$

$$r_A = 1.18 v_A^{1/3} = 3.5268 \text{ \AA}$$

$$r_B = 3.617 \text{ \AA}$$

$$r_{AB} = (r_A + r_B) / 2 = 3.5734$$

$$\begin{aligned}
 k &= 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg/K} \\
 \mathcal{E}_{\text{air}}/k &= 97.0 \text{ (from R.E. treybal ,1995)} \\
 \mathcal{E}_{\text{NH}_3}/k &= 1.15 T_b = 275.7125 \\
 \text{ดังนั้น } \mathcal{E}_{\text{AB}}/k &= 163.5362 \\
 f\left(\frac{kT}{\mathcal{E}_{\text{AB}}}\right) &= 0.55
 \end{aligned}$$

$$M_{\text{AB}} = 22.2116$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 D_{\text{NH}_3-\text{air}} &= \frac{10^{-3} x (3.03 - (0.98 / \sqrt{22.211688})) 300.15^{3/2}}{(1.01325) \sqrt{22.211688} (3.57342)^2 (0.55)} \\
 &= 4.3755 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

5.2 การคำนวณค่า $D_{\text{O}_2-\text{air}}$ ที่ความดันบรรยากาศ

$$D_{\text{AB}} = \frac{10^{-3} x (3.03 - (0.98 / \sqrt{M_{\text{AB}}})) T^{3/2}}{p_1 \sqrt{M_{\text{AB}}} (r_{\text{AB}})^2 f(kT / \mathcal{E}_{\text{AB}})}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } T &= 300.15 \text{ K} \\
 M_{\text{A}} &= 32 \\
 M_{\text{B}} &= 28.97 \\
 r_{\text{A}} &= 3.433 \text{ \AA} \\
 r_{\text{B}} &= 3.617 \text{ \AA} \\
 r_{\text{AB}} &= (r_{\text{A}} + r_{\text{B}}) / 2 = 3.525 \text{ \AA} \\
 \mathcal{E}_{\text{air}}/k &= 97.0 \text{ (from R.E. treybal ,1995)} \\
 \mathcal{E}_{\text{O}_2}/k &= 113.2 \\
 \text{ดังนั้น } \mathcal{E}_{\text{AB}}/k &= 104.7874 \\
 f\left(\frac{kT}{\mathcal{E}_{\text{AB}}}\right) &= 0.44 \\
 M_{\text{AB}} &= 30.4473
 \end{aligned}$$

แทนค่า

$$D_{O_2-air} = \frac{10^{-3} x (3.03 - (0.98 / \sqrt{30.44733})) 300.15^{3/2}}{(1.01325) \sqrt{30.44733} (3.525)^2 (0.44)}$$

$$= 4.8523 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

6. การคำนวณค่า $k_L a$ และค่า $k_G a$ จากสมการ(3-5) ถึง (3-8) ที่ความดันบรรยากาศ

6.1 จากสมการ (3-5) ความเร็วในการไหลเฉพาะช่วง laminar (0-1900) คือ

$$k_L a_{VOC} = 2 \times 10^{-6} e^{(0.0017 \text{ Re})} \left(\frac{D_{VOC-liquid}}{D_{ref-liquid}} \right)^n$$

กรณี เบนซีน ที่ค่า $\text{Re} = 1220$ จะได้ว่า

$$k_L a_{benzene} = 2 \times 10^{-6} e^{(0.0017 \times 1220)} \left(\frac{1.351 \times 10^{-5}}{9.351 \times 10^{-6}} \right)^{0.5}$$

$$= 1.9149 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

6.2 จากสมการ (3-6) ความเร็วในการไหลเฉพาะช่วง turbulent (> 2800) คือ

$$k_L a_{VOC} = 2 \times 10^{-5} e^{(0.0005 \text{ Re})} \left(\frac{D_{VOC-liquid}}{D_{ref-liquid}} \right)^n$$

กรณี เบนซีน ที่ค่า $\text{Re} = 4270$ จะได้ว่า

$$k_L a_{benzene} = 2 \times 10^{-5} e^{(0.0005 \times 4270)} \left(\frac{1.351 \times 10^{-5}}{9.351 \times 10^{-6}} \right)^{0.4}$$

$$= 1.9595 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

6.3 จากสมการ (3-7) ความเร็วในการไหลเฉพาะช่วง laminar (0-1900) คือ

$$k_G a_{VOC} = 0.004 e^{(0.0012 \text{ Re})} \left(\frac{D_{VOC-Gas}}{D_{ref-Gas}} \right)^n$$

กรณี เบนซีน ที่ค่า Re= 1220 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} k_G a_{benzene} &= 0.004 e^{(0.0012 \times 1220)} \left(\frac{9.705 \times 10^{-6}}{1.505 \times 10^{-5}} \right)^{0.5} \\ &= 1.3897 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

6.4 จากสมการ (3-8) ความเร็วในการไหลเฉพาะช่วง turbulent (> 2800) คือ

$$k_G a_{VOC} = 0.028 e^{(0.0002 \text{ Re})} \left(\frac{D_{VOC-Gas}}{D_{ref-Gas}} \right)^n$$

กรณี เบนซีน ที่ค่า Re = 4270 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} k_G a_{benzene} &= 0.028 e^{(0.0002 \times 4270)} \left(\frac{9.705 \times 10^{-6}}{1.505 \times 10^{-5}} \right)^{0.4} \\ &= 5.5180 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

7. การคำนวณค่า $k_{OL}a$ จากทฤษฎีสองฟิล์มโดยใช้สมการ (3.5) ถึง สมการ (3.8) ร่วมกับ สมการ (1.16) ในที่นี้แสดงตัวอย่างที่ค่า Re = 1220 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{1}{K_{OL}a} &= \frac{1}{1.9149 \times 10^{-5}} + \frac{(8.2056 \times 10^{-5})(300.15)}{(0.006850)(1.3897 \times 10^{-2})} \\ &= 1.9055 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

8. การคำนวณค่า k_l จากสมการของ Owen (1964)

$$\text{จาก} \quad k_l(\text{VOCs}) = 0.0000946 \left(\frac{D_{l-\text{voc}}}{D_{l-\text{ox}}} \right)^n \gamma U_{\text{liq}}^{0.67} d^{0.85}$$

เมื่อ k_l = liquid - phase mass transfer coefficient for VOCs (m/s)

γ = empirical temperature correction factor = $1.024^{\text{Tliq}-20}$

U_{liq} = water mean velocity(m/s)

d = mean hydraulic depth of flow

N = 1 for two film

$D_{l-\text{voc}}$ = diffusivity coefficient of VOC (m/s)

$D_{l-\text{ox}}$ = diffusivity coefficient of oxygen(m/s)

γ = $1.024^{27-20} = 1.1805$

U_{liq} = 13.0 cm/s

ดังนั้น $U_{\text{liq}}^{0.67} = 0.255 \text{ m/s}$

$d^{0.85} = 0.007^{0.85} = 0.0147$

- กรณีเบนซีน

$$\left(\frac{D_{l-\text{voc}}}{D_{l-\text{ox}}} \right) = 0.2643$$

$$\text{จะได้ } k_l = 1.1111 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

- กรณีแอมโมเนีย

$$\left(\frac{D_{l-\text{voc}}}{D_{l-\text{ox}}} \right) = 0.5785$$

$$\text{จะได้ } k_l = 2.4320 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$