



เทอร์โมไดนามิกส์ วิศวกรรมเคมี



ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ
ประพันธ์ คุณลธารา

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(5)
สารบัญ	(7)
สัญลักษณ์	(11)
บทที่ 1 วัตถุประสงค์และนิยามของเทอร์โมไดนามิกส์	1
1.1 พื้นฐานของเทอร์โมไดนามิกส์	1
1.2 ประโยชน์ของเทอร์โมไดนามิกส์	1
1.3 ปริมาณพื้นฐานและหน่วยของเทอร์โมไดนามิกส์	2
1.4 นิยามพื้นฐานที่มีความสำคัญทางเทอร์โมไดนามิกส์	5
บทที่ 2 สมบัติ PVT ของไหล : สมการสถานะ	11
2.1 ก๊าซอุดมคติ (Ideal gas).....	12
2.2 ก๊าซจริง (Nonideal หรือ Real gas)	13
2.3 สมบัติวิกฤต (Critical properties).....	14
2.4 สมการสถานะเชิงวิเคราะห์ (Analytical equation of state).....	19
2.5 สมการสถานะทั่วไป (Generalized equation of state)	27
2.6 สหสัมพันธ์ทั่วไปสำหรับของเหลว	30
2.7 แฟกเตอร์ Z ของก๊าซธรรมชาติ	32
แบบฝึกหัด	35
เอกสารอ้างอิง	38
บทที่ 3 การอนุรักษ์พลังงาน-กฎข้อแรกของเทอร์โมไดนามิกส์	39
3.1 ชนิดของพลังงาน	39
3.2 กฎอนุรักษ์พลังงาน-ดุลพลังงาน	43
3.3 ความจุความร้อนของไอ ของเหลว และของแข็ง	49
3.4 ความร้อนการหลอมและการกลายเป็นไอ	56
3.5 ความร้อนการเกิด ความร้อนของปฏิกิริยา และความร้อนของการเผาไหม้	60
แบบฝึกหัด	65

บทที่ 4	การประยุกต์ดุลพลังงานกับกระบวนการ.....	67
4.1	ก๊าซอุดมคติ-กระบวนการไม่มีการไหล (Ideal gas-nonflow process)	67
4.2	ก๊าซจริง-กระบวนการไม่มีการไหล (Nonideal gas-nonflow process)	77
4.3	กระบวนการไหล (Flow process)	78
4.4	การประยุกต์ของเคมีเทอร์โม	85
	แบบฝึกหัด	95
บทที่ 5	กฎข้อสองของเทอร์โมไดนามิกส์	101
5.1	กฎข้อสองและนิยามของศัพท์	102
5.2	เอนโทรปี	103
5.3	การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี	107
5.4	งานสูญเสียและการวิเคราะห์กระบวนการ	116
5.5	การประยุกต์กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์กับกระบวนการวัฏจักร และไม่เป็นวัฏจักร	122
	แบบฝึกหัด	132
บทที่ 6	ฟังก์ชันเทอร์โมไดนามิกส์.....	137
6.1	พลังงานเสรี (Free energy)	137
6.2	สมบัติที่สมดุล : G, A, S	141
6.3	การคำนวณพลังงานภายใน เอนทัลปี และเอนโทรปี	142
	แบบฝึกหัด	159
บทที่ 7	วัฏจักรเทอร์โมไดนามิกส์.....	163
7.1	วัฏจักรออตโต (Otto) : เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	163
7.2	วัฏจักรการจุด-การอัด-เครื่องยนต์ดีเซล	167
7.3	วัฏจักรจูล (Joule) และเบรย์ตัน (Brayton) : เทอร์โบแก๊ส	169
7.4	วัฏจักรแรงคิน (Rankine) เครื่องจักรไอน้ำ	172
7.5	วัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration cycle).....	177
7.6	การทำให้เป็นของเหลว (Liquefaction)	188
	แบบฝึกหัด	193

บทที่ 8	ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติเทอร์โมไดนามิกส์และกราฟของสมบัติต่าง ๆ	197
8.1	สมบัติเทอร์โมไดนามิกส์	197
8.2	ความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างสมบัติพื้นฐาน ความสัมพันธ์แมกซ์เวลล์ (Maxwell)	199
8.3	ความสัมพันธ์เพิ่มเติมระหว่างสมบัติต่าง ๆ-จาโคเบียน (Jacobians)	205
8.4	การเปลี่ยนแปลงสมบัติ-ผลของอุณหภูมิและความดัน	208
8.5	การประยุกต์การเปลี่ยนแปลงสมบัติกับก๊าซอุดมคติและ กับสมการสถานะ-ผลของอุณหภูมิและความดัน	211
8.6	แผนภาพเทอร์โมไดนามิกส์	213
8.7	แผนภาพและข้อมูลเทอร์โมไดนามิกส์	217
	แบบฝึกหัด	224
บทที่ 9	สมบัติสารละลายและสมดุลทางกายภาพ.....	227
9.1	สมบัติโมลาร์ย่อยและศักย์เคมี (Chemical potential)	227
9.2	แนวคิดของฟิวกซิตี	231
9.3	การคำนวณฟิวกซิตีของก๊าซและของเหลว	234
9.4	ฟิวกซิตีของของเหลวและของแข็ง	240
9.5	สารละลายอุดมคติและไม่เป็นอุดมคติ	242
9.6	แนวคิดของแอกทिवิตีและสถานะมาตรฐาน	247
9.7	สมการกิบส์-ดูเฮม (Gibbs-Duhem)	251
	แบบฝึกหัด	253
บทที่ 10	สมดุลกายภาพระหว่างเฟส.....	255
10.1	สมดุล-กฎเฟส	255
10.2	พื้นฐานของสมดุลไอ-ของเหลว	258
10.3	การหาข้อมูลสมดุลไอ-ของเหลว	260
10.4	ระบบอุดมคติความดันต่ำ (Low-pressure ideal system)	261
10.5	ระบบความดันต่ำทั่วไป	273
10.6	การคำนวณสัมประสิทธิ์แอกทिवิตี	275

	หน้า
10.7 สัมประสิทธิ์แอกทวิตีจากข้อมูลสมดุลไอ-ของเหลว	277
10.8 แผนภาพเฟสสมดุล	281
10.9 สภาพละลายได้และพารามิเตอร์เฟสของเหลว	293
แบบฝึกหัด	297
บทที่ 11 สมดุลเคมี	305
11.1 สถานะสมดุล (Equilibrium state).....	306
11.2 สมดุลปฏิกิริยาเฟสก๊าซ	315
11.3 กฎเฟสสำหรับสมดุลเคมี	324
11.4 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับของเหลวและของแข็ง	326
11.5 สมดุลของปฏิกิริยาหลายปฏิกิริยา (Multireaction equilibria)	333
แบบฝึกหัด	340
ภาคผนวก ก	345
ภาคผนวก ข	347
ภาคผนวก ค	358
ภาคผนวก ง	363
ประมวลศัพท์.....	369
บรรณานุกรม.....	375
ดรรรชนี	377
ประวัติผู้เขียน.....	383

เทอร์โมไดนามิกส์ วิศวกรรมเคมี

ตำราเล่มนี้มีเนื้อหาเพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์วิศวกรรมเคมี สำหรับนิสิตหรือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี และสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น เคมีอุตสาหกรรมและปิโตรเคมี เนื้อหาประกอบด้วยความรู้พื้นฐานเทอร์โมไดนามิกส์และสมการสถานะ กฎข้อแรกเทอร์โมไดนามิกส์และการประยุกต์ กฎข้อสองเทอร์โมไดนามิกส์ การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีและเอนโทรปีของระบบ วัฏจักรเทอร์โมไดนามิกส์ ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติเทอร์โมไดนามิกส์ เทอร์โมไดนามิกส์ของระบบหลายองค์ประกอบ สมบัติสารละลาย สมดุลกายภาพระหว่างเฟส และสมดุลเคมี มีตัวอย่างการแก้ปัญหาและแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อให้ นิสิตนักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาในรายวิชาได้ดียิ่งขึ้น



จัดพิมพ์โดย

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 0-2218-3269 โทรสาร 0-2218-3266
e-mail: cupress@chula.ac.th

www.ChulaPress.com *Knowledge to All*

สรรคุณคำวิชาการ ผู้สังกม



กระบวนการผลิตหนังสือเล่มนี้ช่วยลดโลกร้อน
ด้วยการชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 100%

1.42 kg.CO₂eq/เล่ม



www.ChulaPress.com

เทอร์โมไดนามิกส์ฯ.4
ISBN 978-974-03-3649-5



C112
5151300 **450.00 บาท**