

# 化学工学の基礎上

(I-T, 各章目次付)

目次

1	化学工学の基礎	1
2	化学工学の基礎	2
3	化学工学の基礎	3
4	化学工学の基礎	4
5	化学工学の基礎	5
6	化学工学の基礎	6
7	化学工学の基礎	7
8	化学工学の基礎	8
9	化学工学の基礎	9
10	化学工学の基礎	10
11	化学工学の基礎	11
12	化学工学の基礎	12
13	化学工学の基礎	13
14	化学工学の基礎	14
15	化学工学の基礎	15
16	化学工学の基礎	16
17	化学工学の基礎	17
18	化学工学の基礎	18
19	化学工学の基礎	19
20	化学工学の基礎	20
21	化学工学の基礎	21
22	化学工学の基礎	22
23	化学工学の基礎	23
24	化学工学の基礎	24
25	化学工学の基礎	25
26	化学工学の基礎	26
27	化学工学の基礎	27
28	化学工学の基礎	28
29	化学工学の基礎	29
30	化学工学の基礎	30
31	化学工学の基礎	31
32	化学工学の基礎	32
33	化学工学の基礎	33
34	化学工学の基礎	34
35	化学工学の基礎	35
36	化学工学の基礎	36
37	化学工学の基礎	37
38	化学工学の基礎	38
39	化学工学の基礎	39
40	化学工学の基礎	40
41	化学工学の基礎	41
42	化学工学の基礎	42
43	化学工学の基礎	43
44	化学工学の基礎	44
45	化学工学の基礎	45
46	化学工学の基礎	46
47	化学工学の基礎	47
48	化学工学の基礎	48
49	化学工学の基礎	49
50	化学工学の基礎	50
51	化学工学の基礎	51
52	化学工学の基礎	52
53	化学工学の基礎	53
54	化学工学の基礎	54
55	化学工学の基礎	55
56	化学工学の基礎	56
57	化学工学の基礎	57
58	化学工学の基礎	58
59	化学工学の基礎	59
60	化学工学の基礎	60
61	化学工学の基礎	61
62	化学工学の基礎	62
63	化学工学の基礎	63
64	化学工学の基礎	64
65	化学工学の基礎	65
66	化学工学の基礎	66
67	化学工学の基礎	67
68	化学工学の基礎	68
69	化学工学の基礎	69
70	化学工学の基礎	70
71	化学工学の基礎	71
72	化学工学の基礎	72
73	化学工学の基礎	73
74	化学工学の基礎	74
75	化学工学の基礎	75
76	化学工学の基礎	76
77	化学工学の基礎	77
78	化学工学の基礎	78
79	化学工学の基礎	79
80	化学工学の基礎	80
81	化学工学の基礎	81
82	化学工学の基礎	82
83	化学工学の基礎	83
84	化学工学の基礎	84
85	化学工学の基礎	85
86	化学工学の基礎	86
87	化学工学の基礎	87
88	化学工学の基礎	88
89	化学工学の基礎	89
90	化学工学の基礎	90
91	化学工学の基礎	91
92	化学工学の基礎	92
93	化学工学の基礎	93
94	化学工学の基礎	94
95	化学工学の基礎	95
96	化学工学の基礎	96
97	化学工学の基礎	97
98	化学工学の基礎	98
99	化学工学の基礎	99
100	化学工学の基礎	100

1章 化学工業と化学工学	3
1. 化学工業のプロセスとプラント	4
2. 化学工業と化学工学	6
(1) 化学工業と単位操作	6
(2) 単位操作と化学機器	7
(3) 計測と制御	8
(4) 化学工学	9
2章 化学工学の基礎計算	13
1. 化学工学に関する単位と次元	14
(1) 単位と単位系	14
a. 基本単位と組立単位	14
b. 国際単位系 (SI)	15
(2) 次元	17
(3) 単位の換算	17
a. エネルギー	17
b. 圧力	18
c. 重力換算係数 ( $g_c$ )	20
d. 粘度	21
2. 混合物の組成と濃度	23
(1) 純物質と混合物	23
(2) 組成	24
a. 重量分率 ( $w$ )	24
b. 容積分率 ( $v$ )	24
c. モル分率 ( $x$ )	25
(3) 濃度	26
3. 物質の状態	27
(1) 気体の体積・圧力・温度との関係	27
a. ボイルの法則	27
b. シャルルの法則	28
c. ボイル・シャルルの法則	30
(2) 気体の状態式	31
(3) 混合気体の圧力	33

4. 平衡関係	34
(1) 相平衡	34
(2) 化学平衡	36
(3) 平衡定数	36
5. 物質収支	38
(1) 物質の流れ	38
(2) 物質収支	38
(3) 物理プロセスの物質収支	40
a. 分離プロセス	41
b. 混合プロセス	43
c. 向流(並流)接触プロセス	44
(4) 反応プロセスの物質収支	46
6. エネルギー収支	51
(1) エネルギーの形態	51
a. 運動エネルギー	52
b. 位置エネルギー	52
c. 熱エネルギー	52
(2) 熱エネルギーの収支	53
a. 熱力学の法則	53
b. 比熱と熱容量	53
c. 顕熱と潜熱	54
d. 水蒸気	55
e. 水蒸気のエンタルピー	56
(3) 熱収支	59
a. 物理変化の熱収支	59
b. 化学変化を含む熱収支	60

(2か月目学習 T-2)

3章 流体輸送	71
1. 流体の流れ	72
(1) 流体の密度と質量流量	72
(2) 流れの物質収支	73
(3) 層流と乱流	75
(4) 円管内の流れの速度分布	78
2. 流れのエネルギー収支	80
(1) 流体のエネルギー	80
a. 位置エネルギー	80
b. 運動エネルギー	80

c. 圧力エネルギー	80	
d. ベルヌーイの定理	81	
e. トリチェリーの定理	84	
(2) 流れの摩擦損失	84	
(3) 管路の形状変化による頭損失	87	
a. 管が急に広がる場合の頭損失	87	
b. 管が急に狭くなる場合の頭損失	88	
c. 弁・コック・継手による頭損失	89	
3. 流体輸送の動力		91
(1) 理論所要動力	91	
(2) 軸馬力と効率	92	
4. 流体輸送の機器		94
(1) 流体輸送機	94	
a. 遠心ポンプ	94	
b. 軸流ポンプ	96	
c. 往復ポンプ	96	
d. 回転ポンプ	97	
e. 特殊ポンプ	98	
(2) ポンプの揚程	100	
(3) 気体輸送機	101	
(4) 管および管継手, 弁類	103	
a. 配管	103	
b. 管継手	103	
c. 弁 (バルブ) 類	105	
(5) 最適管径	103	
<b>4章 熱の移動</b>		111
1. 伝熱の機構		112
(1) 熱伝導	112	
(2) 熱対流	112	
(3) 熱放射	113	
2. 伝導による熱移動		114
(1) 熱伝導	114	
a. 平面壁の伝熱速度	114	
b. 多層壁の熱伝導	116	
c. 円管壁の熱伝導	117	
3. 対流による熱移動		119
(1) 固体壁を隔てた対流伝熱	119	
(2) 汚れ係数	123	
(3) 境膜伝熱係数 $h$ を求める実験式	124	

4. 熱放射による熱移動	126
(1) 熱放射	126
(2) 固体の熱放射	126
(3) 2つの物体間の熱放射	129
a. 2つの平行面が対立している場合	129
b. 他面に完全に囲まれた面の場合	129
5. 熱交換器	131
(1) 熱交換器の構造	131
a. 二重管式熱交換器	131
b. 多管式熱交換器	131
c. その他の形式の熱交換器	134
(2) 熱交換器の熱収支	135
(3) 熱交換器の伝熱速度	137
6. 蒸発	140
(1) 蒸発装置	140
(2) 蒸発装置の計算	142
a. 溶液の沸点上昇	142
b. 液の深さによる沸点上昇	143
c. 蒸発の物質収支と熱収支	144
d. 蒸発装置の能力	145
e. 蒸発装置の運転時の障害	147
(3) 真空蒸発	148
(4) 多重効用蒸発と自己蒸気圧縮法	150
a. 多重効用蒸発	151
b. 自己蒸気圧縮法	152

---

# 化学工学の基礎下

(E-T 履修科目表)

1	基礎化学 I	1
2	基礎化学 II	2
3	基礎化学 III	3
4	基礎化学 IV	4
5	基礎化学 V	5
6	基礎化学 VI	6
7	基礎化学 VII	7
8	基礎化学 VIII	8
9	基礎化学 IX	9
10	基礎化学 X	10
11	基礎化学 XI	11
12	基礎化学 XII	12
13	基礎化学 XIII	13
14	基礎化学 XIV	14
15	基礎化学 XV	15
16	基礎化学 XVI	16
17	基礎化学 XVII	17
18	基礎化学 XVIII	18
19	基礎化学 XIX	19
20	基礎化学 XX	20
21	基礎化学 XXI	21
22	基礎化学 XXII	22
23	基礎化学 XXIII	23
24	基礎化学 XXIV	24
25	基礎化学 XXV	25
26	基礎化学 XXVI	26
27	基礎化学 XXVII	27
28	基礎化学 XXVIII	28
29	基礎化学 XXIX	29
30	基礎化学 XXX	30
31	基礎化学 XXXI	31
32	基礎化学 XXXII	32
33	基礎化学 XXXIII	33
34	基礎化学 XXXIV	34
35	基礎化学 XXXV	35
36	基礎化学 XXXVI	36
37	基礎化学 XXXVII	37
38	基礎化学 XXXVIII	38
39	基礎化学 XXXIX	39
40	基礎化学 XL	40
41	基礎化学 XLI	41
42	基礎化学 XLII	42
43	基礎化学 XLIII	43
44	基礎化学 XLIV	44
45	基礎化学 XLV	45
46	基礎化学 XLVI	46
47	基礎化学 XLVII	47
48	基礎化学 XLVIII	48
49	基礎化学 XLIX	49
50	基礎化学 L	50

5章 物質移動	3
1. 物質移動操作	4
2. 調 湿	5
(1) 湿 度	5
a. 絶対湿度	5
b. 比較湿度	6
c. 相対湿度	7
(2) 湿り空気の性質	9
a. 湿り比熱	9
b. 湿り比容	9
c. 湿りエンタルピー	10
d. 露 点	10
e. 湿球温度	10
(3) 湿度図表	12
(4) 調湿操作	17
a. 増湿操作	17
b. 減湿操作	18
(5) 冷水操作	20
a. 噴水池	20
b. 自然通風冷水塔	20
c. 強制通風冷水塔	21
3. 乾 燥	22
(1) 含水率	22
(2) 平衡含水率と自由含水率	23
(3) 乾燥速度	25
a. 恒率乾燥速度	26
b. 減率乾燥速度	27
(4) 乾燥装置	28
4. 蒸 留	30
(1) 気液平衡関係	30
a. 気・液の組成と温度との関係	30
b. $x-y$ 線図	32

c. 気液平衡関係の測定	32	
d. 気液平衡関係の計算	33	
(2) 単蒸留・平衡蒸留	36	
a. 単蒸留	36	
b. 平衡蒸留 (フラッシュ蒸留)	37	
(3) 精留	41	
a. 精留の原理	41	
b. 回分精留	41	
c. 連続精留	43	
d. 精留塔の物質収支	44	
e. 精留塔の段数	47	
f. 最小理論段数と最小還流比	49	
g. 精留装置	50	
h. 充てん塔	52	
(4) 共沸混合物の蒸留	53	
a. 共沸混合物	53	
b. 共沸蒸留	56	
c. 抽出蒸留	57	
(5) 水蒸気蒸留	58	
5. ガス吸収		60
(1) 気体の溶解度	60	
a. 気体の溶解度曲線	60	
b. ヘンリーの法則	61	
(2) 吸収の計算	65	
a. 吸収塔の物質収支	65	
b. 最小溶媒量	67	
(3) 吸収装置	70	
a. 充てん塔	70	
b. 気泡式吸収装置	71	
6. 抽出		72
(1) 抽出の操作	72	
a. 回分式液体抽出	73	
b. 連続式液体抽出	74	
(2) 液体抽出の計算	76	
a. 液液平衡	76	
b. 溶解度曲線と対応線	77	
(3) 抽出装置	81	
6章 機械的な分離操作		85
1. 粉粒体の性質		86

(1) 粒子の大きさ	86	
a. 相当径	86	
b. 定方向径	86	
c. 有効径	86	
(2) 粒径の分布	87	
a. 粒径分布曲線	87	
b. 粒子群の平均径	89	
(3) 粒子の形状	89	
2. 液体中の粉粒体		92
(1) 粒子の沈降	92	
a. 球形粒子の受ける力	92	
b. 終末速度	93	
(2) 沈降法による粒径分布の測定	95	
a. ピペット法	95	
b. ひょう量法	96	
(3) 固定層	96	
(4) 流動層	97	
3. 機械的な分離装置		101
(1) 分離効率	101	
(2) 分級装置	103	
(3) ふるい分け装置	103	
(4) 沈降分離装置	106	
(5) 遠心分離機	106	
(6) 濾過装置	109	
a. 濾過の機構	109	
b. 濾過操作	110	
c. 濾過装置	111	
(7) 集じん装置	114	
a. サイクロン	114	
b. 洗浄集じん	115	
c. 濾過集じん	115	
d. 電気集じん装置	116	
4. 粉碎装置		118
(1) 粉碎の目的	118	
(2) 粉碎機	118	

7章 反応操作	123
1. 反応装置の特性	124
(1) 反応装置の機能	124
a. 反応時間 (滞留時間) の保持	124
b. 熱の伝達	124
c. 反応相の混合	125
(2) 反応装置の操作方式	126
a. 回分式	127
b. 半回分式	127
c. 連続式	127
(3) 各種の反応装置	128
a. 攪拌槽形反応装置	128
b. 管形連続反応装置	128
c. 塔形反応装置	130
d. 固定層反応装置	130
e. 流動層反応装置	131
2. 回分式反応装置	132
(1) 反応速度	132
(2) 反応時間	133
3. 連続式反応装置	137
(1) 連続式管形反応装置	137
(2) 連続式槽形反応装置	139
8章 計測と制御	143
1. プロセス変量の計測	144
(1) 測定と計測	144
a. 測定	144
b. 計測	144
(2) 流量の測定	145
a. ピトー管	145
b. オリフィス計	146
c. ベンチュリー計	149
d. ローターメーター	149
e. 容積式流量計	150
f. せき (weir)	151
g. 電磁流量計	152
(3) 圧力の測定	152

a.	液柱式圧力計	152
b.	ブルドン管圧力計	153
c.	ダイヤフラム圧力計	154
d.	ベローズ圧力計	154
(4)	温度の測定	155
a.	液体温度計	155
b.	圧力式温度計	156
c.	バイメタル式温度計	156
d.	熱電温度計	157
e.	抵抗温度計	158
(5)	液位の測定	159
a.	フロート（浮子）式液面計	159
b.	差圧式液面計	160
c.	パージ式液面計	160
d.	ディスプレイサー式液面計	161
(6)	成分濃度の測定	161
a.	比重による方法	161
b.	差圧による方法	162
c.	電気電導度による方法	162
d.	ガスクロマトグラフによる方法	162
2.	計測・制御用機器	164
(1)	工業計器の構成	164
(2)	変換の機構	165
a.	機械的変換	165
b.	電気的変換	166
(3)	信号の伝送	166
a.	空気圧式伝送	167
b.	電気式伝送	169
(4)	指示計	170
a.	自動平衡電位差計	170
b.	自動平衡式ブリッジ	171
(5)	調節計・操作部	172
a.	調節計	172
b.	操作部	174
3.	自動制御	177
(1)	手動制御と自動制御	177
a.	手動制御	177
b.	自動制御	179
(2)	制御動作	180
a.	二位置動作（ON-OFF動作）	181

b. 比例動作 (P動作)	181	
c. 積分動作 (I動作)	184	
d. 微分動作 (D動作)	185	
(3) 制御動作の最適調整	187	
a. 制御動作の特性	187	
b. 調節計のPID設定	187	
4. プラントの計装		189
(1) 計装計画	189	
(2) 計装図	191	
(3) プロセスの計装例	193	
a. 温度の制御	193	
b. 流量の制御	195	
c. 圧力の制御	196	
d. 液面の制御	197	
(4) 計器パネルと集中管理方式	198	
(5) プロセス制御システムの発展	199	
<b>9章 化学プラント</b>		201
1. 基礎研究から工業化		202
(1) 研究の工業化	202	
(2) フローシート	202	
a. ブロックフローシート	202	
b. プロセスフローシート	203	
c. エンジニアリングフローシート	207	
2. 研究・開発		208
(1) 基礎研究	208	
(2) 工業化研究	208	
(3) パイロットプラント試験	209	
3. プロセス・プラント設計		210
(1) プロセス設計	210	
(2) プラント設計	211	
a. 化学工場の設備	211	
b. プラントの基本設計	211	
4. プラント建設		214
(1) プロジェクトエンジニアリング	214	
(2) 建設費	215	
(3) 試運転	215	
5. 化学プラントの保守と運転		216
(1) 点検パトロール	216	
(2) プラントの保全	216	
(3) プラントの防災	217	