

Innhold

0	Introduksjon	1
1	Definisjoner og begreper	4
1.1	Systemer	6
1.2	Egenskaper	9
1.3	Tilstander, prosesser, likevekter	11
1.4	Trykk, volum, temperatur	16
2	Energi og energioverføring generelt	22
2.1	Energibalanse	22
2.2	Systemets energiinnhold	23
2.3	Energioverføring	25
2.3.1	Masse	25
2.3.2	Varme	28
2.3.3	Arbeid	36
2.4	Virkningsgrader	40
3	Egenskaper til rene stoffer og gassblandinger	44
3.1	Hovedfaser	44
3.2	Fasediagrammer	45
3.3	Avlesing av stoffegenskaper fra tabellene	51
3.4	Ideell gass	57
3.5	Reell gass	59
3.6	Andre termiske tilstandsligninger	62
3.7	Blandinger av ideelle gasser	66
4	Energianalyse av lukkede systemer	71
4.1	Generell energibalanse for lukkede systemer	72
4.2	Trykk-volum-arbeid i en polytropisk prosess	74
4.2.1	Polytropiske prosesser i ideelle gasser	77
4.2.2	Polytropiske relasjoner	78

4.3	Spesifikke varmekapasiteter	78
4.3.1	Spesifikke varmekapasiteter og ideelle gasser .	80
4.3.2	Spesifikke varmekapasiteter for inkompressible stoffer	84
5	Energi- og masseanalyse av åpne systemer	86
5.1	Generelt for enheter med stasjonær gjennomstrømning	87
5.2	Enheter med ett innløp og ett utløp	88
5.3	Enheter med andre kombinasjoner av inn- og utløp .	98
5.3.1	Videreførende betraktninger av varmevekslere	103
6	Termodynamikkens 2. lov	113
6.1	Grunnleggende begreper og definisjoner	113
6.1.1	Varmekraftmaskiner	114
6.1.2	Kuldemaskiner og varmepumper	117
6.2	Reversible prosesser og irreversibiliteter	119
6.3	Carnot-syklus og 2.-lovs-virkningsgrad	122
6.3.1	Carnot-syklus	122
6.3.2	2.-lovs-virkningsgrad	126
7	Entropi	128
7.1	Hva er entropi?	128
7.2	Entropibalanse	130
7.2.1	Lukket system	131
7.2.2	Åpent system	134
7.3	Beregning av entropiendringer	136
7.3.1	Entropiendringer i inkompressible stoffer . . .	138
7.3.2	Entropiendringer i ideelle gasser	139
7.4	Diagrammer med entropi	143
7.4.1	Temperatur-entropi-diagram	143
7.4.2	Entalpi-entropi-diagram	144
7.5	Isentropiske prosesser	144
7.5.1	Inkompressible stoffer	145

7.5.2	Ideelle gasser	146
7.6	Reversibelt arbeid i åpne systemer	150
7.6.1	Isentropisk arbeid i et åpent system	151
7.6.2	Kompressorarbeid	154
7.6.3	Ekspansjonsarbeid i gassturbiner	158
7.6.4	Ekspansjonsarbeid i dampturbiner	159
7.7	Isentropiske virkningsgrader	159
8	Eksergi	162
8.1	Grunnleggende begreper og definisjoner	162
8.2	Omgivelsesarbeid	164
8.3	Eksergi av ulike energityper	165
8.3.1	Eksergi av kinetisk og potensiell energi	166
8.3.2	Eksergi av varme	166
8.3.3	Eksergi av arbeid	167
8.3.4	Termisk eksergi i et lukket system	168
8.3.5	Termisk eksergi av et strømmende fluid	172
8.3.6	Eksergiendring og reversibelt arbeid	174
8.4	Irreversibilitet og eksergiødeleggelse	175
8.5	Eksergibalanse	177
8.5.1	Eksergibalanse for et lukket system	179
8.5.2	Eksergibalanse for et åpent system	182
8.6	Forskjellen mellom isentropisk og reversibelt arbeid	184
8.7	2.-lovs-virkningsgrad	185
9	Generelt om kraftsykluser	190
9.1	Sykluskategorier og idealiseringer	190
9.2	Generelle ligninger	192
9.2.1	Stempelmotorer	193
9.2.2	Anlegg med sirkulerende arbeidsfluid	193
9.3	Ligningene anvendt på hele syklusen	195
9.4	Ideell vs. reell syklus	196
9.5	Andre typer analyser	196

10 Gasskraftsykluser	198
10.1 Grunnleggende begreper	198
10.2 Luft-standard-antagelser	201
10.3 Den ideelle Otto-syklusen	202
10.4 Den ideelle Diesel-syklusen	207
10.5 Den ideelle Stirling-syklusen	212
10.6 Den enkle, ideelle Brayton-syklusen	219
10.7 Modifikasjoner av den ideelle Brayton-syklusen . . .	226
10.7.1 Brayton-syklus med varmegjenvinning	226
10.7.2 Brayton-syklus med mellomkjøling, mellom- oppvarming og varmegjenvinning	229
11 Dampkraftsykluser	231
11.1 Enkel, ideell Rankine-syklus	231
11.2 Ideell Rankine-syklus med gjenoppvarming	238
11.3 Kombinert syklus	242
11.4 Kogenerering	243
12 Kuldesykluser	251
12.1 Generelt om kuldesykluser	251
12.2 Dampkompresjonskuldesyklus	252
12.3 Enkretskjøling ved forskjellige temperaturer	258
12.4 Kaskadekjøler	258
12.5 Flertrinns-dampkompresjonskuldesyklus	260
12.6 Absorpsjonskuldesyklus	261
Litteratur	266
Register	267