

Inhalt

1. Gesetzliche Einheiten und Allgemeines	1
Ergänzende Angaben über Drücke und Druckverluste	2
Thermische Größen	4
Temperaturunterschied in K oder °C	5
Ehemalige englische und amerikanische Einheiten	5
Molare und massebezogene Eigenschaften	8
Zustandsgleichung	12
Ausdehnungskoeffizient bei konstantem Druck	12
Kompressibilitätskoeffizient bei konstanter Temperatur	13
Beziehung zwischen den Koeffizienten	14
Ideale (vollkommene) Gase	14
Reale (unvollkommene) Gase	17
Gemisch idealer Gase	17
Gemisch realer Gase	19
Atmosphärische Luft	19
Anmerkung zur Energieäquivalenz	20
2. Technische Thermodynamik	21
Geschlossenes und offenes System	21
Innere Energie	22
Enthalpie	22
Beziehungen kalorischer Koeffizienten	22
Umkehrbarkeit und Nichtumkehrbarkeit	27
Die nicht-umkehrbaren Zustandsänderungen und der erste Hauptsatz der Thermodynamik	28
Isobare Reaktionsenthalpie (offenes System)	29
Theoretische Temperatur T_{ad} einer adiabatischen Flamme	31
Heizwert H_u und Brennwert H_0	32
Isochore Reaktionsenthalpie (geschlossenes System)	33
Theoretischer Verbrennungsenddruck	34
Expansion nach <i>Joule-Thomson</i>	36
Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	37
Entropie S	38

Freie Energie F	39
Freie Enthalpie G	39
Nützliche Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen	39
Die begrenzt irreversiblen Zustandsänderungen	40
Beispiele nicht-umkehrbarer Zustandsänderungen	41
Irreversible Kompression eines idealen Gases	44
Exergie	47
Exergieanalyse	48
3. Thermophysikalische Eigenschaften der Fluide	52
Gemische und Phasenregel	52
Kritischer Punkt	52
Thermodynamische Diagramme eines reinen Stoffes	53
Latente Verdampfungswärme	56
Die korrespondierenden Zustände	57
Reduzierter Sättigungsdruck	61
Dynamische Viskosität der Gase	64
Wärmeleitfähigkeit der Gase	68
Gasgemisch	69
Dynamische Viskosität der Flüssigkeiten	70
Wärmeleitfähigkeit der Flüssigkeiten	71
Massendiffusion	72
Berechnung des Massendiffusions-Koeffizienten der Gase	73
Einige Daten über den Diffusionskoeffizienten	74
Prandtl-Zahl, Schmidt-Zahl	74
Wärmeträger	76
Thermophysikalische Eigenschaften des Wassers	77
Kältemittel	92
Strömungsfähige Wärmeübertragungsmedien	92
Oberflächen- oder Grenzflächenspannung	93
Feuchte Luft	100
4. Wärmeleitung.	104
Allgemeines	104
Analogie zwischen Strom- und Wärmeleitung	104
Gleichung der Wärmeleitung (für einheitliches λ)	107
Anfangs- und Grenzbedingungen	108
Wärmeleitende Verbindung zwischen zwei einander berührende Oberflächen	109

Nußelt-Zahl Nu	111
Wärmeleitung im stationären Zustand bei $\Phi=0$	111
Stationäre Wärmeleitung in einer mehrschichtigen ebenen Wand	113
Stationäre Wärmeleitung in einer mehrschichtigen Zylinderwand	120
Oberflächenvergrößerung mittels Rippen und nadelförmigen Vorsprüngen	121
Wärmeleitung im stationären Zustand bei $\Phi = \text{konst.}$	125
Dickwandige Platte mit den Temperaturen τ_1 und τ_2 an den Außenseiten	126
Beheizte Platte und mehrschichtige Wand	126
Zylinder mit kreisförmigem Querschnitt bei $\Phi_0 = \text{konst.}$	127
Rohr mit kreisförmigem Querschnitt bei $\Phi_0 = \text{konst.}$	128
Stab mit rechteckigem Querschnitt bei $\Phi_0 = \text{konst.}$	129
Wärmeleitung im instationären Zustand	129
Fall eines Festkörpers beliebiger Form mit sehr kleiner Nußelt-Zahl	130
Temperaturleitfähigkeit, Fourier-Zahl, reduzierte Zeit	132
Quasi-unendlicher Festkörper	133
Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit und Wärmeisolierung	135
Wärmeeindringkoeffizient	136
Wand (oder Platte) unendlicher Ausdehnung	137
Zylinder sehr großer Länge	139
Kugel	141
Dreidimensionale Festkörper	143
Verschiedene Formen der Wärmeleitung	145
Elektrothermische Oberflächenerwärmung	149
5. Konvektiver Wärme- und Stoffübergang	161
Die Massen-, Impuls- und Energiebilanzen	162
Integrale Bilanz einer volumenbezogenen Größe G	163
Integrale Stoffbilanz für ein einphasiges Fluid	164
Integrale Impulsbilanz	165
Integrale Gesamtenergiebilanz	166
Druckverluste der in Rohrleitungen strömenden zähflüssigen Fluide	169
Anwendung der Gesamtbilanzen	173
Differentialbilanz einer volumenbezogenen Größe G	174
Konvektion und dimensionslose Zahlen	179

Nußelt-Zahl und Wärmeübergangskoeffizient	179
Konvektion ohne Phasenänderung	182
Freie Konvektion	183
Äußere erzwungene Konvektion	188
Innere erzwungene Konvektion	195
Konvektion bei großer Strömungsgeschwindigkeit	204
Konvektion mit Phasenänderung (Kondensation, Sieden)	205
Kondensation eines reinen Gases	206
Sieden eines reinen Körpers im Behälter	210
Sieden mit erzwungener Konvektion im Rohr	213
Sieden einer Zweistoffmischung im Behälter	218
Stoffübergang.	219
Analogie zwischen Wärmeübergang und Stoffaustausch	220
Oberflächenwiderstand bei Stoffaustausch	222
6. Wärmestrahlung	224
Die Strahlung des schwarzen Körpers	228
Die von einem beliebigen Körper emittierte Strahlung; Definitionen	234
Strahlungsindikator der strahlungsundurchlässigen blanken Körper	236
Den Emissionsgrad der Oberflächen beeinflussende Faktoren	237
Definitionen Strahlungsabsorption	240
Kirchhoffsches Gesetz	242
Reflexion einer Strahlung	242
Energiebilanzen einer grauen Oberfläche	243
Formfaktor oder Winkelfaktor (oder Geometriefaktor)	244
Vereinfachte Bestimmung der Formfaktoren	246
Berechnung der thermischen Gleichgewichtsbedingungen mehrerer einander gegenüberliegenden Oberflächen	254
Gerichtete Strahlung in einem semitransparenten Medium/Körper	256
Transmission und Absorption einer gerichteten Strahlung in einer homogenen isothermen Substanz	258
Sogenannte Strahlungsübergangsgleichung	259
Strahlungseigenschaften eines semitransparenten Volumens	260
Mittlerer Radius oder äquivalente Länge	261
Energiebilanzen einer an ein semitransparentes Medium angrenzenden isothermen Oberfläche	262

Inhalt

Strahlungseigenschaften der Gase H_2O und CO_2	266
Strahlungseigenschaften der hellen Rauchgase (oder Flammen)	270
Strahlungseigenschaften der leuchtenden Rauchgase (oder Flammen)	271
7. Schrifttum	275
8. Sachwortverzeichnis	280