

# "GRUNDLAGEN DER PHYSIK III"

Teil II: Wärme

Vorlesung gehalten von

**A. Stampa**

im WS 1996/97

Universität GH Essen

# Inhalt

	Seite
<b>KAPITEL A: Einleitung</b>	6
<b>KAPITEL B: Temperatur</b>	
1. Makroskopische Betrachtung	7
a) Gleichgewicht	7
b) Zustandsvariable	7
c) Temperaturskala	7
d) Die ideale Gastemperatur	9
e) Thermometer	9
f) Zustandsgleichungen	11
2. Mikroskopische Betrachtung	11
a) Naives Modell des idealen Gases	12
b) Wahrscheinlichkeit	13
c) Die Binominalverteilung	15
d) Die Gaußverteilung	17
e) Die kontinuierliche Gaußverteilung	19
f) Geschwindigkeitsverteilung	22
<b>KAPITEL C: Wärme</b>	
1. Makroskopische Betrachtung	25
a) Definition von Wärme	25
b) Arbeit	25
c) Innere Energie	26
d) 1. Hauptsatz der Wärmelehre	27
e) Wärmekapazität	28
2. Mikroskopische Betrachtung	28
a) Freiheitsgrade	28
b) Gleichverteilungssatz	29
c) Beispiel: ideales Gas	29
d) Festkörper	30
<b>KAPITEL D: Transportvorgänge</b>	
1. Einleitung	31
2. Wärmetransport	31
a) Wärmeleitungsgleichung	31
b) Wärmediffusion	32

c) Experimentelle Bestimmung von $k$	33
d) Wärmeübergang mit Konvektion	34
e) Strahlung	34
3. Transportkoeffizienten für Gase	34
a) Koeffizient für Wärmeleitung	34
b) Freie Weglänge	35
c) Transportkoeffizienten	36
<b>KAPITEL E: Zustandsänderungen</b>	
1. Zustandsänderung in idealen Gasen	38
a) Versuch von Gay - Lussac (freie Expansion)	38
b) Innere Energie eines idealen Gases	38
c) Adiabatische Expansion	39
d) Joule - Thomson Prozeß	41
2. Zustandsänderung realer Gase	42
a) Allgemeinste Zustandsgleichung	42
b) Van - der - Waalssche Zustandsgleichung	42
c) Gay - Lussac - Prozeß bei van - der - Waals Gasen	44
d) Joule Thomson - Prozeß bei einem Van - der - Waals Gas	44
3. Erzeugung tiefer Temperaturen	46
a) Einleitung	46
b) Kühlmethoden	46
<b>KAPITEL F: Der 2. Hauptsatz</b>	
1. Verschiedene Kreisprozesse	48
a) Einleitung	48
b) Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen	48
c) Ottomotor	49
d) Stirlingmotor	50
e) Dampfmaschine	51
g) Andere Kreisprozesse	52
2. Formulierungen des 2. Hauptsatzes	52
a) Kelvin - Planck Formulierung	52
b) Clausius Formulierung	53
c) Äquivalenz der Kelvin - Planck und der Clausius Formulierung	53
3. Reversibilität	54
a) Was ist ein reversibler Prozeß?	54

b) Beispiele für irreversible Prozesse	55
c) Carnot - Zyklus	57
d) Satz von Carnot	58
e) Wirkungsgrad der Carnot Maschine	59
f) Kelvin Temperaturskala	61
4. Entropie	61
a) Satz von Clausius	61
b) Definition der Entropie	62
c) Entropie eines idealen Gases	63
d) TS - Diagramme	63
e) Beispiele für Entropieänderungen	64
f) Entropieprinzip	66
g) Nicht ausnutzbare Energie	66
h) Entropie und Wahrscheinlichkeit	67
<b>KAPITEL G: Thermodynamische Potentiale</b>	
1. Maxwell Gleichungen	69
a) Innere Energie U	69
b) Enthalpie H	69
c) Helmholtzfunktion F	70
d) Gibbsfunktion G	70
2. Anwendungen	71
a) Innere Energie eines Van - der - Waals Gases	71
b) Clausius - Clapeyronsche Gleichung	72
<b>KAPITEL H: Phasenübergänge</b>	
1. Phänomenologische Beschreibung	74
a) Woran erkennt man einen Phasenübergang?	74
b) Phasen	74
c) Überhitzung, Unterkühlung	76
2. Gleichgewicht Dampf - Flüssigkeit	76
a) Dampfdruck	76
b) Verdunsten, Sieden	78
c) Dampfdruckerniedrigung	78
d) Verschieben der Übergangstemperaturen durch Druckänderung	79
3. Luftfeuchtigkeit	80
<b>KAPITEL I: Grenzgebiete</b>	

1. Thermoelektrische Effekte	81
a) Phänomene	81
b) Erklärung des Seebeckeffektes	82
c) Magnetothermische Effekte	83
2. Osmotischer Druck	83
3. Wärmestrahlung, Kirchhoffsche Strahlungsgesetze	84
<b>KAPITEL J: Das Vakuum</b>	
1. Geschichtliches	85
2. Anwendungen	86
3. Erzeugung von Vakuum	86
a) Verdrängerpumpen	86
b) Treibmittelpumpen	87
c) Kryopumpen	88
4. Druckmessung	88
a) Membranmanometer	88
b) Hydrostatische Manometer	88
c) Messung von $p$ über Wärmeleitung von Gasen	89
d) Ionisationsmanometer	89
5. Klassifikation von Vakua	90
6. Saugleistung, Leckrate	90