

Vorlesung: Theoretische Physik für Lehramtskandidaten I ¹

Dr. Stefanie Russ
Institut für Theoretische Physik
Freie Universität Berlin

18.2.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Mechanik und Thermodynamik	3
1.1	Literatur und verwendete Symbole	3
1.2	Mechanik	7
1.3	Thermodynamik und Statistik	10
2	Die Newton'sche Mechanik	12
2.1	Die Newton'schen Axiome (bei konstanter Masse)	12
2.2	Math. Einschub I: Rechnen mit Vektoren und Skalaren	13
2.3	Mathematischer Einschub II: Differentiation und Integration von Vektoren	16
2.4	Geschwindigkeit und Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit	16
2.5	Kräfte und Kraftfelder	18
2.5.1	Schwerkraft (Gewichtskraft) und Auftriebskraft	19
2.5.2	Zentralkräfte	19
2.5.3	Federkräfte	20
2.5.4	Reibungskräfte	20
2.6	Mathematischer Einschub III: Lineare Differenzialgleichungen (DGLn) 2. Ordnung	21
2.7	Einfache eindimensionale Probleme der Dynamik (mit math. Einschub: Komplexe Zahlen)	23
2.7.1	Konstant beschleunigte Bewegung	24
2.7.2	Freier Fall, Würfe und Schwingungsbewegungen	24
2.8	Mathematischer Einschub IV: Vektorielle Differenzialoperationen	30
2.9	Mathematischer Einschub V: Krummlinige Koordinaten: Zylinder- und Kugelkoordinaten	32
2.10	Grundlegende Begriffe der Mechanik	34
2.10.1	Arbeit, Energie und Leistung	34
2.10.2	Mathematischer Einschub VI: Linien- oder Kurvenintegrale	35
2.10.3	Konservative Kräfte und Potenziale	37
2.10.4	Kinetische und potenzielle Energie	39
2.10.5	Linearer Impuls	40
2.10.6	Drehimpuls und Drehmoment	41
2.10.7	Erhaltungssätze	42
2.11	Einführung in die Statik (*)	42
3	Analytische Mechanik	44
3.1	Mathematischer Einschub VII: Partielle und totale Ableitung	44
3.2	Zwangsbedingungen und generalisierte Koordinaten	45
3.3	Das d'Alembert-Prinzip	47
3.4	Die Lagrange-Funktion	51
3.5	Die Lagrange-Gleichungen 2. Art	52

3.6	Herleitung der Lagrange-Funktion aus dem d'Alembert-Prinzip	53
3.7	Symmetrien und Erhaltungssätze	54
3.8	Der Hamilton-Formalismus (*)	56
4	Spezielle Kapitel	60
4.1	Math. Einschub VIII: Matrizen und Determinanten	60
4.2	Gekoppelte Schwingungen	62
4.2.1	Schwingende Massen-Feder-Systeme – Eigenschwingungen	62
4.2.2	Die schwingende Saite (*)	64
4.2.3	Mathematischer Einschub IX: Fourierreihen (*)	66
4.3	Planetenbewegungen	68
4.3.1	Die Bewegung im Zentralfeld	69
4.3.2	Die Kepler'schen Gesetze	72
4.4	Der starre Körper	75
4.4.1	Der Schwerpunkt	75
4.4.2	Mathematischer Einschub X: Volumenintegrale	76
4.4.3	Der Trägheitstensor – Rotation um eine Achse	77
4.4.4	Die Hauptachsentransformation (*)	81
4.4.5	Einführung in die Kreiseltheorie – Rotation um einen Punkt (*)	82
4.5	Inertialsysteme, beschleunigte Bezugssysteme und Scheinkräfte	83
4.5.1	Inertialsysteme: Die Galilei-Transformation	83
4.5.2	Beschleunigte Koordinatensysteme	84
4.5.3	Linear beschleunigtes Bezugssystem und Scheinkräfte	85
4.5.4	Rotierende Bezugssysteme	85
5	Thermodynamik und Statistik	88
5.1	Das ideale Gas	89
5.1.1	Zustandsgrößen: Volumen, Druck und Temperatur	89
5.1.2	Die Gasgesetze und die Zustandsgleichung des idealen Gases	90
5.1.3	Energie, Wärme und Arbeit	92
5.1.4	Die Zustandsgröße Entropie	94
5.1.5	Die Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung (*)	95
5.2	Definitionen und statistische Konzepte	96
5.2.1	Gleichgewicht und abgeschlossene Systeme	96
5.2.2	Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Mittelwert und Schwankung (*)	96
5.2.3	Mikrozustand und Makrozustand: grundlegendes Postulat	97
5.2.4	Die Annäherung an das Gleichgewicht	98
5.2.5	Mikrokanonische Verteilung und Entropie	99
5.3	Energieerhaltung und der 1. Hauptsatz	101
5.4	Zustandsänderungen	102
5.4.1	Isotherme, isobare und isochore Zustandsänderungen	102
5.4.2	Reversible und irreversible Prozesse	103
5.4.3	Die Expansion	103
5.4.4	Erwärmen	104
5.4.5	Adiabatische Zustandsänderungen	105
5.5	Entropie und der 2. Hauptsatz (*)	105
5.6	Kreisprozesse (*)	106