

Statistische Physik des Nichtgleichgewichts

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung
2. Vektor- und Tensorrechnung
 - 2.1 Grundlagen des Euklidischen Raumes
(physikalischer Anschauungsraum, Koordinatensysteme)
 - 2.2 Tensoren 2. Stufe
(Einordnung, Definitionen und dyadisches Produkt, spezielle Tensoren, Algebra, Drehungen, Diagonalisierung eines symmetrischen \mathbf{T})
 - 2.3 Vektor-/Tensoranalysis
(vollständiges Differential, Nabla-Operator, Divergenzbildung)
3. Hydrodynamik Newtonscher Flüssigkeiten
 - 3.1 Kinematik
(materielle und räumliche Koordinaten, Konvektionsformel, Deformationsrate)
 - 3.2 Einordnung: hydrodynamische Variable
 - 3.3 Massenbilanz
 - 3.4 Impulsbilanz
(Impulsstromdichte (konvektiver Anteil), Volumenkräfte, Oberflächenkräfte und Spannungstensor, Impulsbilanz)
 - 3.5 Einschub: Symmetrie des Spannungstensors
 - 3.6 Energiebilanz = 1. Hauptsatz der Thermodynamik
 - 3.7 2. Hauptsatz der Thermodynamik
 - 3.8 Die Newtonsche Flüssigkeit
(erste Aussagen für isotope Flüssigkeiten, Theorie der irreversiblen Thermodynamik, Anwendung auf Newtonsche Flüssigkeit)
 - 3.9 Newtonsche Flüssigkeit: Zusammenstellung der Gleichungen
 - 3.10 Die Navier-Stokes-Gleichungen
 - 3.11 Die Reynoldszahl
 - 3.12 Ausbreitung von Störungen für konstante Temperatur
(Wirbel, Quellen)
 - 3.13 Hydrodynamische Moden
(Transversalmoden, Langitudinalmoden)

4. Stokes-Gleichungen

4.1 Extremalprinzip

4.2 Biharmonische Gleichung

4.3 Oseen-Tensor

4.4 Stokes Reibung
(Translation, Rotation)

4.5 Faxén-Theorem

4.6 Hydrodynamische Reibung von Teilchen
(Teilchen beliebiger Gestalt, langer, dünner Stab, Helix=Schraubenlinie)

4.7 Kinematische Reversibilität

5. Anwendung I: Fortbewegung von Mikroorganismen

5.1 Grundprinzipien

5.2 Realisierungen in der Natur

5.3 Theoretische Studien

6. Hydrodynamische Wechselwirkungen (HW)

6.1 Einführung

6.2 „Punktteilchen“

6.3 Rotne-Prager-Näherung

6.4 Teilchen nahe Kontakt

6.5 Beispiele

7. Anwendung II: Biomimetisches Flagellum

7.1 Experimentelles System

7.2 Elastohydrodynamik dünner Stäbe
(Kinematik, Elastizitätstheorie, Elastohydrodynamik, Linearisierung um Grundzustand)

7.3 Modellierung des einarmigen Schwimmers

8. Die Brownsche Bewegung: DER stochastische Prozess

8.1 Historie

8.2 Die Langevin-Gleichung: eine stochastische Differentialgleichung

8.3 Einstein's Zugang

- 9. Einige Elemente der Wahrscheinlichkeitstheorie
 - 9.1 Wahrscheinlichkeitsverteilung $P(x)$
 - 9.2 Zentraler Grenzwertsatz
 - 9.3 Zeitabhängige Zufallsvariablen
(Klassifizierung stochastischer Prozesse)
- 10. Stochastische Beschreibung der Kolloiddynamik
 - 10.1 Fluktuations-Dissipations-Theorem(FD)
 - 10.2 Langevin-Gleichung
 - 10.3 Kramers-Moyal-Entwicklungskoeffizienten
 - 10.4 Brownsche-Dynamik-Simulation
 - 10.5 Smoluchowski-Gleichung
- 11. Allgemeine Beschreibung stochastischer Prozesse
 - 11.1 Stochastische Differentialgleichung I
 - 11.2 Integrale nach Ito und Stratonovich
 - 11.3 Stochastische Differentialgleichung II
 - 11.4 Die Fokker-Planck-Gleichung
(Kramers-Moyal-Entwicklung, Fokker-Planck-Gleichung, Beispiele, Rotationsdiffusion)