

| | |
|---|-----------|
| 1. Einleitung | 5 |
| 1.1 Diese Veranstaltung | 5 |
| 1.1.1 Inhaltsübersicht | 5 |
| 1.1.2 Übungsgruppen | 5 |
| 1.1.3 Klausur | 6 |
| 1.1.4 Literaturangaben | 7 |
| 1.2 Was ist Physik ? | 8 |
| 1.2.1 Physikalische Fragestellungen | 8 |
| 1.2.2 Erkenntnisprozess | 8 |
| 1.2.3 Experimente | 9 |
| 1.2.4 Messgeräte | 10 |
| 1.2.5 Abschätzungen | 10 |
| 1.2.6 Bedeutung für den Alltag | 11 |
| 1.2.7 Bedeutung für Ingenieure | 12 |
| 1.3 Physik in Dortmund | 13 |
| 1.3.1 Struktur des Fachbereichs | 13 |
| 1.3.2 Festkörperphysik | 13 |
| 1.3.3 Teilchenphysik | 15 |
| 1.3.4 Didaktik der Physik | 16 |
| 1.3.5 Beschleunigerphysik / DELTA | 16 |
| 1.4 Physikalische Größen, Maßeinheiten | 17 |
| 1.4.1 Grundlagen und Definitionen | 17 |
| 1.4.2 Grundgrößen im SI-System | 17 |
| 1.4.3 Zehnerpotenzen: Vorsilben und Abkürzungen | 19 |
| 1.4.4 Abgeleitete Größen | 19 |
| 1.4.5 Naturkonstanten | 20 |
| 1.5 Messfehler | 23 |
| 1.5.1 Systematische Fehler: | 23 |
| 1.5.2 Statistische Fehler | 23 |
| 1.5.3 Verteilungsfunktion | 25 |
| 1.5.4 Fehlerfortpflanzung | 26 |
| 1.5.5 Differenzmessungen | 27 |
| 1.5.6 Fitten | 28 |
| 2. Mechanik | 30 |
| 2.1 Kinematik | 30 |
| 2.1.1 Grundbegriffe | 30 |
| 2.1.2 Eindimensionale Kinematik | 31 |
| 2.1.3 Konstante Beschleunigung | 32 |
| 2.1.4 Kinematik in zwei und drei Dimensionen | 33 |
| 2.1.5 Wurfparabel | 35 |
| 2.1.6 Unabhängigkeitsprinzip | 36 |
| 2.2 Dynamik von Massenpunkten | 38 |
| 2.2.1 Definitionen | 38 |
| 2.2.2 Newton'sche Axiome | 38 |
| 2.2.3 Kräfte | 40 |
| 2.2.4 Reibungskräfte | 41 |
| 2.2.5 Raketengleichung | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3 Arbeit und Energie | 45 |
| 2.3.1 Motivation und Definition | 45 |
| 2.3.2 Beispiele | 46 |
| 2.3.3 Energie | 48 |
| 2.3.4 Potenzielle Energie | 49 |
| 2.3.5 Kraft und Gleichgewicht | 50 |
| 2.3.6 Umwandlung und Erhaltung von Energie | 51 |
| 2.3.7 Anwendungen | 52 |
| 2.4 Stoßprozesse | 54 |
| 2.4.1 Definition und Motivation | 54 |
| 2.4.2 Klassifikation von Stoßprozessen | 55 |
| 2.4.3 Elastischer 2-Körperstoß | 56 |
| 2.4.4 Unelastischer 2-Körperstoß | 57 |
| 2.4.5 Elastischer Stoß in zwei Dimensionen | 58 |
| 2.5 Dynamik der Drehbewegung | 60 |
| 2.5.1 Drehimpuls | 60 |
| 2.5.2 Drehmoment | 62 |
| 2.5.3 Pirouette | 63 |
| 2.5.4 Planetenbahnen: Die Kepler'schen Gesetze | 65 |
| 2.5.5 Theorie der Gravitation | 67 |
| 2.6 Mechanik in bewegten Bezugssystemen | 68 |
| 2.6.1 Galilei'sche Relativität | 68 |
| 2.6.2 Gleichförmig beschleunigte Bezugssysteme | 69 |
| 2.6.3 Kreisbewegung | 71 |
| 2.6.4 Bewegungsgleichung im rotierenden Bezugssystem | 72 |
| 2.6.5 Scheinkräfte im rotierenden Koordinatensystem | 73 |
| 2.6.6 Zentrifugalkraft | 74 |
| 2.6.7 Corioliskraft | 76 |
| 2.7 Hydrostatik | 79 |
| 2.7.1 Aggregatzustände | 79 |
| 2.7.2 Spannung | 79 |
| 2.7.3 Hydrostatischer Druck und Kompressibilität | 80 |
| 2.7.4 Hydraulische Kraftübertragung | 81 |
| 2.7.5 Schweredruck | 82 |
| 2.7.6 Hydrostatischer Druck in Gasen | 83 |
| 2.7.7 Auftrieb | 84 |
| 2.8 Grenzflächeneffekte | 87 |
| 2.8.1 Oberflächenspannung | 87 |
| 2.8.2 Minimalflächen | 88 |
| 2.8.3 Benetzung | 89 |
| 2.8.4 Kapillarkräfte | 90 |
| 2.9 Hydrodynamik und Ärodynamik | 92 |
| 2.9.1 Stromlinien und Geschwindigkeitsfelder | 92 |
| 2.9.2 Kontinuitätsgleichung | 93 |
| 2.9.3 Bernoullische Gleichung | 95 |
| 2.9.4 Demonstrationen zur Bernoulli-Gleichung | 97 |
| 2.9.5 Viskosität | 98 |
| 2.9.6 Strömungswiderstand | 100 |
| 2.9.7 Rohrdurchfluss | 100 |
| 2.9.8 Das Gesetz von Hagen-Poiseuille | 101 |
| 2.9.9 Strömende Gase (Aerodynamik) | 103 |

| | |
|---|------------|
| 3. Elektrizität und Magnetismus | 105 |
| 3.1 Ladung und Feld | 105 |
| 3.1.1 Übersicht | 105 |
| 3.1.2 Elektrostatische Wechselwirkung | 106 |
| 3.1.3 Elektrisches Feld | 108 |
| 3.1.4 Feldlinien | 109 |
| 3.1.5 Elektrostatisches Potenzial | 110 |
| 3.1.6 Äquipotenzialflächen | 112 |
| 3.1.7 Feldgleichung | 114 |
| 3.1.8 Ladungsverteilungen und Felder | 115 |
| 3.1.9 Elektrische Dipole | 117 |
| 3.1.10 Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld | 118 |
| 3.2 Materie im elektrischen Feld | 120 |
| 3.2.1 Felder und elektrische Leiter | 120 |
| 3.2.2 Feldfreie Räume | 121 |
| 3.2.3 Influenzladung | 122 |
| 3.2.4 Dipole in einem äußeren Feld | 124 |
| 3.2.5 Dipol im inhomogenen Feld | 124 |
| 3.2.6 Kondensatoren | 125 |
| 3.2.7 Elektrisches Feld und Verschiebungsdichte im Plattenkondensator | 129 |
| 3.2.8 Mikroskopisches Modell | 130 |
| 3.2.9 Depolarisationsfeld | 131 |
| 3.2.10 Energie des elektrischen Feldes | 132 |
| 3.2.11 Kräfte auf Dielektrika in Feldrichtung | 134 |
| 3.2.12 Kräfte auf Dielektrika senkrecht zur Feldrichtung | 135 |
| 3.3 Stationäre Ströme | 137 |
| 3.3.1 Ladungstransport | 137 |
| 3.3.2 Phänomenologie | 138 |
| 3.3.3 Definitionen | 138 |
| 3.3.4 Spezifischer Widerstand in Ohm'schen Leitern | 140 |
| 3.3.5 Driftgeschwindigkeit | 141 |
| 3.3.6 Modelle für Leitfähigkeit | 142 |
| 3.3.7 Supraleiter | 143 |
| 3.3.8 Halbleiter | 144 |
| 3.3.9 Ladungstransport in Gasen und Flüssigkeiten | 145 |
| 3.3.10 Elektrische Leistung | 147 |
| 3.3.11 Elektrische Schaltelemente | 147 |
| 3.3.12 Kirchhoff'sche Gesetze | 148 |
| 3.3.13 Einfache Schaltungen | 148 |
| 3.3.14 Wheatstone'sche Brückenschaltung | 150 |
| 3.4 Magnetfelder | 151 |
| 3.4.1 Grundlagen | 151 |
| 3.4.2 Feldrichtung, Pole | 152 |
| 3.4.3 Durchflutungsgesetz | 153 |
| 3.4.4 Magnetfelder stromdurchflossener Leiter | 154 |
| 3.4.5 Biot-Savart Gesetz | 155 |
| 3.4.6 Magnetfeld ringförmiger Spulen | 156 |
| 3.4.7 Flussdichte und magnetische Feldenergie | 157 |
| 3.5 Bewegte Ladungen im Magnetfeld | 159 |
| 3.5.1 Lorentzkraft | 159 |
| 3.5.2 Spezifische Ladung | 160 |
| 3.5.3 Bahnen im Magnetfeld | 161 |
| 3.5.4 Geladene Teilchen im Erdmagnetfeld | 163 |
| 3.5.5 Gekreuzte E- und B-Felder | 165 |
| 3.5.6 Hall Effekt | 165 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 3.5.7 | Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld | 168 |
| 3.5.8 | Parallele stromdurchflossene Leiter | 169 |
| 3.5.9 | Drehmoment auf Leiterschleife | 170 |
| 3.5.10 | Elektromagnetische Bezugssysteme | 172 |
| 3.6 | Materie im Magnetfeld | 175 |
| 3.6.1 | Magnetisches Moment | 175 |
| 3.6.2 | Magnetische Eigenschaften | 176 |
| 3.6.3 | Klassifikation magnetischen Verhaltens | 177 |
| 3.6.4 | Ferromagnetismus | 180 |
| 3.6.5 | Magnetische Hysterese | 184 |
| 3.6.6 | Magnetische Eigenschaften von Supraleitern | 186 |
| 3.7 | Zeitabhängige Felder und Ströme | 188 |
| 3.7.1 | Magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte | 188 |
| 3.7.2 | Lenz'sche Regel | 189 |
| 3.7.3 | Induktionsgesetz | 190 |
| 3.7.4 | Wechselstromgenerator | 192 |
| 3.7.5 | Wirbelströme | 193 |
| 3.7.6 | Selbstinduktion | 194 |
| 3.7.7 | Periodische Ströme und Felder | 196 |
| 3.7.8 | Komplexe Schreibweise | 197 |
| 3.7.9 | Impedanz | 197 |
| 3.7.10 | Transformatoren | 200 |
| 3.7.11 | Aperiodische Ströme | 201 |