

Schulinternes Fachcurriculum

PHYSIK

Sekundarstufe II

Beschluss der Fachkonferenz vom 8. Dezember 2016

Bildungsbeitrag des Faches Physik

Im Physikunterricht erfahren die SchülerInnen beispielhaft, in welcher Weise und in welchem Maße ihr persönliches und das gesellschaftliche Leben durch Erkenntnisse der Physik mitbestimmt werden. Der Aufbau eines physikalischen Grundverständnisses in ausgewählten Bereichen ermöglicht ihnen, Entscheidungen und Entwicklungen in der Gesellschaft im Bereich von Naturwissenschaft und Technik begründet zu beurteilen, Verantwortung beim Nutzen des naturwissenschaftlichen Fortschritts zu übernehmen, seine Folgen abzuschätzen sowie als mündige Bürger auch mit Experten zu kommunizieren.

Kompetenzbereiche

In der Oberstufe erfolgt der Kompetenzerwerb aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Für das Fach Physik werden die vier Kompetenzbereiche *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden*, *Kommunikation* sowie *Bewertung und Reflexion* formuliert.

| Kompetenzbereiche im Fach Physik | |
|--------------------------------------|--|
| Fachwissen | Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten und Gesetzmäßigkeiten erwerben, wiedergeben und nutzen |
| Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden | Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen |
| Kommunikation | Informationen sach- und fachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren |
| Bewertung und Reflexion | Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten |

Für den Kompetenzbereich Fachwissen werden die zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten festgelegt.

Die Kompetenzen aus dem Bereich *Fachwissen* werden inhaltsbezogene Kompetenzen genannt.

Die Kompetenzen aus den Bereichen *Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden*, *Kommunikation* sowie *Bewertung und Reflexion* werden als prozessbezogene Kompetenzen bezeichnet.

Struktur des Fachcurriculums

In einer tabellarischen Übersicht sind für jeden Jahrgang die inhaltlichen Kompetenzen ergänzt durch mögliche Experimente dargestellt. Es findet eine Verknüpfung mit den prozessbezogenen Kompetenzen statt. Weiterhin werden Vereinbarungen zu den folgenden Aspekten getroffen:

- Reihenfolge und Dauer von Unterrichtseinheiten
- verbindlich einzuführende Formeln
- Möglichkeiten zur Ausgestaltung der fächerübergreifenden Arbeit
- Hinweise auf außerunterrichtliche Lernorte
- Verwendung der Fachsprache

Stundentafel

Am Detlefsengymnasium wird das Fach Physik in der Sekundarstufe II auf grundlegendem Anforderungsniveau durchgehend dreistündig unterrichtet. Auf erhöhtem Anforderungsniveau findet der Physikunterricht in der Einführungsphase dreistündig und in der Qualifikationsphase vierstündig statt.

Schulbuch

In der Sekundarstufe II steht das Lehrwerk „Fokus Physik“ vom Cornelsen Verlag zur Verfügung.

Hilfsmittel

In schriftlichen Leistungsüberprüfungen ist der wissenschaftliche Taschenrechner, der von der Fachschaft Mathematik in Klassenstufe 7 für alle Schüler und Schülerinnen einheitlich angeschafft wird, zugelassen. Weiterhin darf die in Klassenstufe 9 von der Fachschaft Mathematik eingeführte Formelsammlung genutzt werden.

Leistungsbewertung

Als Grundlage für die Leistungsbewertung werden die folgenden mündlichen und schriftlichen Unterrichtsbeiträge herangezogen:

- Beiträge im Unterrichtsgespräch
- Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Durchführung und Planung von Experimenten
- mündliche und schriftliche Präsentation von Arbeitsergebnissen
- Hausaufgaben und Referate
- Schriftliche Überprüfungen

Klausuren

Der Bewertungsschlüssel für Klausuren entspricht dem für das Abitur festgelegten Benotungsraster (Tabelle 1). Die unterrichtende Lehrkraft orientiert sich grundsätzlich an diesem Benotungsraster, kann aber in begründeten Fällen von diesem abweichen.

| Notenpunkte | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Anteil erreichter Punkte | >95% | >90% | >85% | >80% | >75% | >70% | >65% | >60% | >55% | >50% | >45% | >40% | >33 % | >26% | >19% |

Tabelle 1: Benotungsraster

Im Physikunterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau ist darauf zu achten, dass die Aufgaben zunehmend auf die Anforderungen in der schriftlichen Abiturprüfung vorbereiten. Anzahl und Dauer der Klausuren in der Oberstufe werden per Erlass geregelt.

FACHCURRICULUM ÜBERSICHT SEKUNDARSTUFE II
Themen – Reihenfolge – Dauer

| Grundlegendes Anforderungsniveau | Erhöhtes Anforderungsniveau | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|--|-------------|---------------------------------------|-------------|--|-------------------------------------|---|--|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|---|------------|-------------------|------------|
| <p>JAHRGANG 10 (Einführungsphase)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Kinematik</td> <td style="text-align: right;">(13 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Dynamik</td> <td style="text-align: right;">(8 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Homogenes elektrisches Feld</td> <td style="text-align: right;">(11 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern</td> <td style="text-align: right;">(4 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Kinematik | (13 Wochen) | II. Dynamik | (8 Wochen) | III. Homogenes elektrisches Feld | (11 Wochen) | IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern | (4 Wochen) | <p>JAHRGANG 10 (Einführungsphase)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Kinematik</td> <td style="text-align: right;">(13 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Dynamik</td> <td style="text-align: right;">(8 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Homogenes elektrisches Feld</td> <td style="text-align: right;">(11 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern</td> <td style="text-align: right;">(4 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Kinematik | (13 Wochen) | II. Dynamik | (8 Wochen) | III. Homogenes elektrisches Feld | (11 Wochen) | IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern | (4 Wochen) | | |
| I. Kinematik | (13 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Dynamik | (8 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Homogenes elektrisches Feld | (11 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern | (4 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Kinematik | (13 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Dynamik | (8 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Homogenes elektrisches Feld | (11 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern | (4 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>JAHRGANG 11 (Qualifikationsphase 1)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Bewegungen in Magnetfeldern</td> <td style="text-align: right;">(10 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Schwingungen und Wellen</td> <td style="text-align: right;">(14 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Welleneigenschaften des Lichts</td> <td style="text-align: right;">(8 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>IV. Spektren</td> <td style="text-align: right;">(4 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Bewegungen in Magnetfeldern | (10 Wochen) | II. Schwingungen und Wellen | (14 Wochen) | III. Welleneigenschaften des Lichts | (8 Wochen) | IV. Spektren | (4 Wochen) | <p>JAHRGANG 11 (Qualifikationsphase 1)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Bewegungen in Magnetfeldern</td> <td style="text-align: right;">(9 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Schwingungen und Wellen</td> <td style="text-align: right;">(11 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Welleneigenschaften des Lichts</td> <td style="text-align: right;">(8 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>IV. Spektren</td> <td style="text-align: right;">(3 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>V. Elektrodynamik</td> <td style="text-align: right;">(5 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Bewegungen in Magnetfeldern | (9 Wochen) | II. Schwingungen und Wellen | (11 Wochen) | III. Welleneigenschaften des Lichts | (8 Wochen) | IV. Spektren | (3 Wochen) | V. Elektrodynamik | (5 Wochen) |
| I. Bewegungen in Magnetfeldern | (10 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Schwingungen und Wellen | (14 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Welleneigenschaften des Lichts | (8 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV. Spektren | (4 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Bewegungen in Magnetfeldern | (9 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Schwingungen und Wellen | (11 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Welleneigenschaften des Lichts | (8 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV. Spektren | (3 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V. Elektrodynamik | (5 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>JAHRGANG 12 (Qualifikationsphase 2)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Teilcheneigenschaften des Lichts</td> <td style="text-align: right;">(7 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie</td> <td style="text-align: right;">(8 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Quantenphysikalisches Atommodell</td> <td style="text-align: right;">(11 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Teilcheneigenschaften des Lichts | (7 Wochen) | II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie | (8 Wochen) | III. Quantenphysikalisches Atommodell | (11 Wochen) | <p>JAHRGANG 12 (Qualifikationsphase 2)</p> <p><u>Übersicht</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">I. Teilcheneigenschaften des Lichts</td> <td style="text-align: right;">(5 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie</td> <td style="text-align: right;">(6 Wochen)</td> </tr> <tr> <td>III. Quantenphysikalisches Atommodell</td> <td style="text-align: right;">(15 Wochen)</td> </tr> </table> | I. Teilcheneigenschaften des Lichts | (5 Wochen) | II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie | (6 Wochen) | III. Quantenphysikalisches Atommodell | (15 Wochen) | | | | | | |
| I. Teilcheneigenschaften des Lichts | (7 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie | (8 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Quantenphysikalisches Atommodell | (11 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Teilcheneigenschaften des Lichts | (5 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie | (6 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III. Quantenphysikalisches Atommodell | (15 Wochen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

JAHRGANG 10

Themen – Reihenfolge – Dauer

| Themen | Dauer Grundlegendes Anforderungsniveau | Dauer Erhöhtes Anforderungsniveau |
|---|---|--------------------------------------|
| I. Kinematik | 13 Wochen | 13 Wochen |
| II. Dynamik | 8 Wochen | 8 Wochen |
| III. Homogenes und elektrisches Feld | 11 Wochen | 11 Wochen |
| IV. Bewegung in radialsymmetrischen Feldern | 4 Wochen | 4 Wochen |

JAHRGANG 10

I. Kinematik

| Inhalte | Experimente |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Einführung der Geschwindigkeit als vektorielle Größe (Vorwärts- und Rückwärtsfahren) • Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit • geradlinig gleichförmige Bewegung • Einführung der Beschleunigung als vektorielle Größe (Anfahren und Bremsen) • geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegung • Bewegungsgesetze, Bewegungsdiagramme und deren Zusammenhänge (Steigung von Graphen, Flächeninhalte unter Graphen) | <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme von s-t-Diagrammen im Schülerexperiment (SE) und Lehrerexperiment (LE) • Fahrrad fahren und laufen (SE) • Schwefelbahn (SE) • Funkenschreiber (SE) • Funkenschreiber auf der Luftkissenfahrbahn (LE) • Videoanalyse • Explorer • Messdatenaufnahme mit CASSY (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung des freien Falls • Bewegungen in zwei Dimensionen, Überlagerung von Bewegungen, Unabhängigkeitsprinzip • Analyse des waagerechten Wurfes: Wurfweite, Wurfzeit, Bahnkurve | <ul style="list-style-type: none"> • Der freie Fall auf der Schwefelplatte (SE) • Wurfgerät für den waagerechten Wurf (LE) • Videoanalyse • Explorer |

| Fachsprache |
|---|
| <p>Durchschnittsgeschwindigkeit, Momentangeschwindigkeit, Durchschnittsbeschleunigung, Momentanbeschleunigung, Weg-Zeit-Gesetz, Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz, Bewegungsgleichungen, Wertetabelle, Steigung, Steigungsdreieck, Flächeninhalt, s-t-Diagramm, v-t-Diagramm, gleichförmige Bewegung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Koordinatensystem, y-Achsenabschnitt, Schnittpunkt, Mittelwert, Formelzeichen, Einheiten (m/s^2, m/s, km/h), beschleunigen, bremsen, anfahren, Erdbeschleunigung, freier Fall, Luftwiderstand, Wurfparabel, Überlagerung von Bewegungen, Unabhängigkeitsprinzip, vektorielle Addition von Geschwindigkeiten, Satz des Pythagoras, Winkelfunktionen, Wurfweite, Wurfzeit, Wurfparabel</p> |

JAHRGANG 10

| Prozessbezogene Kompetenzen | | |
|--|---|--|
| Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden | Kommunikation | Bewertung und Reflexion |
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • führen quantitative Experimente durch, in denen sie Messwerte für Zeit und Weg aufnehmen. • formulieren auf der Grundlage von Messwerten die Gesetze der geradlinig gleichmäßig beschleunigten Bewegung, des freien Falls und des waagerechten Wurfs. • werten Experimente mit computergestützten Messverfahren (z.B. mittels Videoanalyse) aus. • bewerten Ergebnisse von Experimenten, indem sie in s-t-Diagrammen und v-t-Diagrammen Ausgleichsgeraden zeichnen und Mittelwerte von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bilden. | <ul style="list-style-type: none"> • führen mathematische Umformungen zur Berechnung von Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung durch. • stellen Bewegungen mit Hilfe von Wertetabellen, Graphen und Funktionsgleichungen dar. • beschreiben Bewegungen unter Verwendung der Fachsprache. | <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen verschiedene Methoden zur Aufnahme von Messwerten |

Ein fächerübergreifendes Arbeiten bietet sich mit den Fächern Sport und Mathematik an. Bewegungen aus dem Sportunterricht (Kugelstoß, Sperrwurf, Sprinten, Hochsprung, Weitsprung, Ballwurf, ...) können analysiert werden. Aus dem Mathematikunterricht kann der Ableitungsbegriff in Verbindung zu den Bewegungsgleichungen gesetzt werden. Mathematische Kenntnisse zu linearen und quadratischen Funktionen kommen zur Anwendung.

JAHRGANG 10

II. Dynamik

| Inhalte | Experimente |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Einführung des Impulses als vektorielle Größe • Einführung der Kraft als zeitliche Impulsänderung • Grundgesetz der Mechanik • Addition von Kräften, Kräftezerlegung, Kraftmessung • Unterscheidung zwischen Trägheitskräften und Wechselwirkungskräften • Newtonsche Axiome | <ul style="list-style-type: none"> • Freihandversuche (Skateboard, Rollwagen, Medizinball, schiefe Ebene) • Luftkissenfahrbahn (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Definition der Energie: Wirkt auf einen Gegenstand parallel längs eines Weges s eine konstante Kraft F, so erhält dieser Gegenstand eine Energieänderung von $\Delta E = F \cdot s$. • Mechanische Energieformen (potentielle und kinetische Energie) • Energieerhaltungssatz | <ul style="list-style-type: none"> • Luftkissenfahrbahn mit Lichtschranke (LE) • Fadenpendel mit Lichtschranke (LE) |

| |
|--------------------|
| Fachsprache |
| |

JAHRGANG 10

| Prozessbezogene Kompetenzen | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden | Kommunikation | Bewertung und Reflexion |
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| • | • | • |

Ein fächerübergreifendes Arbeiten bietet sich mit den Fächern ...

JAHRGANG 10

III. Homogenes elektrisches Feld

| Inhalte | Experimente |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • positiv und negativ geladene Körper • elektrische Ladung Q und elektrische Stromstärke I • Influenz • die elektrische Polarisierung | <ul style="list-style-type: none"> • Experimente mit dem Elektroskop (LE) • Reibungselektrizität (LE) • Tischtennisball in einem Plattenkondensator (LE) • Ablenkung eines Wasserstrahls (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • elektrisches Feld, Feldkonzept, Feldlinien, elektrische Feldstärke | <ul style="list-style-type: none"> • Veranschaulichung von elektrischen Feldern (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • elektrisches Potenzial, Äquipotentiallinien • elektrische Spannung • potentielle elektrische Energie | <ul style="list-style-type: none"> • Messung von Spannungen (SE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • freie Ladungsträger im elektrischen Feld, Beschleunigung und Ablenkung von Ladungen | <ul style="list-style-type: none"> • Elektronenstrahlableitkröhre (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der Elementarladung | <ul style="list-style-type: none"> • Millikanversuch (LE) • Simulation am Rechner |

| |
|--------------------|
| Fachsprache |
| |

JAHRGANG 10

| Prozessbezogene Kompetenzen | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden | Kommunikation | Bewertung und Reflexion |
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| • | • | • |

JAHRGANG 10

IV. Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kreisbewegung als Beispiel einer periodischen ebenen Bewegung • Unterscheidung von Bahn- und Winkelgeschwindigkeit • Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung (Zentripetalbeschleunigung) • Zentripetalkraft | <ul style="list-style-type: none"> • Drehscheibe und Lichtschranke (LE) • Zentralkraftgerät (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • radialsymmetrische Felder, Feldstärke im Radialfeld • Gravitationsgesetz, Coulomb'sches Gesetz • Kreisbewegungen im Gravitationsfeld und im elektrischen Feld | <ul style="list-style-type: none"> • Simulation am Rechner |
| <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Bewegungen mit Hilfe iterativer Verfahren • Berechnung einer Satellitenbahn mit dem Halbschrittverfahren oder Eulerverfahren | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fluchtgeschwindigkeiten (1. und 2. kosmische Geschwindigkeit) • Ionisationsenergie | |

| |
|--------------------|
| Fachsprache |
| |

JAHRGANG 10

| Prozessbezogene Kompetenzen | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden | Kommunikation | Bewertung und Reflexion |
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| • | • | • |

Nach dem IV. Kapitel (Bewegung in radialsymmetrischen Feldern) kann sich eine Unterrichtseinheit zur Impulserhaltung anschließen. Dabei können sowohl der unelastische Stoß als auch der elastische Stoß behandelt werden.

Auch eine Vertiefung zum Themenbereich Wurfbewegungen ist möglich. Anbieten würden sich der senkrechte Wurf nach oben und der schräge Wurf.

JAHRGANG 10

| Formeln – Kinematik | Formeln – Dynamik |
|--|--|
| <p>Durchschnittsgeschwindigkeit:</p> $v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ <p>Durchschnittsbeschleunigung:</p> $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>Bewegungsgleichungen der geradlinig gleichförmigen Bewegung:</p> $s(t) = v_0 \cdot t + s_0$ $v(t) = v_0$ $a(t) = 0$ <p>Bewegungsgleichungen der geradlinig gleichmäßig beschleunigten Bewegung:</p> $s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ $v(t) = a \cdot t + v_0$ $a(t) = a$ <p>Zusammenhänge zwischen s, v und a:</p> $s'(t) = v(t), \quad s''(t) = a(t), \quad v'(t) = a(t)$ | <p>Definition des Impulses:</p> $p = m \cdot v$ <p>Definition der Kraft:</p> $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ <p>Grundgleichung der Mechanik:</p> $F = m \cdot a$ <p>Gewichtskraft:</p> $F = m \cdot g$ <p>Erdbeschleunigung:</p> $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ <p>Definition der Energie:</p> $\Delta E = F \cdot s$ <p>Potentielle Energie:</p> $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ <p>Kinetische Energie:</p> $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ |

JAHRGANG 10

| Formeln – Homogenes elektrisches Feld | Formeln – Bewegung im radialsymmetrischen Feld |
|--|---|
| <p>Elementarladung:</p> $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ <p>Definition der elektrischen Stromstärke:</p> $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ <p>Definition der elektrischen Feldstärke:</p> $E = \frac{F}{q}$ <p>Elektrische Spannung:</p> $U_{AB} = \frac{\Delta E_{AB}}{q}$ <p>Spannung beim Plattenkondensator:</p> $U = E \cdot d$ <p>Potentielle elektrische Energie im Plattenkondensator:</p> $E_{pot} = E \cdot q \cdot d = U \cdot q$ | <p>Frequenz:</p> $f = \frac{1}{T}$ <p>Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{\varphi}{t}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$</p> <p>Bahngeschwindigkeit: $v = \omega \cdot r$, $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$</p> <p>Zentripetalbeschleunigung: $a = \omega^2 \cdot r$, $a = \frac{v^2}{r}$</p> <p>Zentripetalkraft: $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$, $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$</p> <p>Gravitationsgesetz und Coulombgesetz:</p> $F = \gamma \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \quad , \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$ <p>Elektrische Feldstärke im Feld einer Punktladung:</p> $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ <p>Gravitationskonstante und elektrische Feldkonstante:</p> $\gamma = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \quad , \quad \epsilon_0 = 8,854188 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$ |

JAHRGANG 11

Themen – Reihenfolge – Dauer

| Themen | Dauer Grundlegendes Anforderungsniveau | Dauer Erhöhtes Anforderungsniveau |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| I. Bewegung in Magnetfeldern | 10 Wochen | 9 Wochen |
| II. Schwingungen und Wellen | 14 Wochen | 11 Wochen |
| III. Welleneigenschaften des Lichts | 8 Wochen | 8 Wochen |
| IV. Spektren | 4 Wochen | 3 Wochen |
| V. Elektrodynamik | ----- | 5 Wochen |

JAHRGANG 11

I. Bewegungen in Magnetfeldern

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Einführung der magnetischen Flussdichte • Kräfte auf elektrische Leiter und bewegte elektrische Ladungen im Magnetfeld • Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule und eines stromdurchflossenen Leiters | <ul style="list-style-type: none"> • Stromwaage (LE) • Leiterschaukelexperiment (LE) • Darstellung magnetischer Felder (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Halleffekt | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bewegung von Ladungsträgern im Magnetfeld: (Fadenstrahlrohr, Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer und Geschwindigkeitsfilter) | <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der spezifischen Ladung q/m eines Elektrons mit dem Fadenstrahlrohr (LE) |

JAHRGANG 11

II. Schwingungen und Wellen

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristischen Größen einer mechanischen Schwingung (Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz, Elongation) | <ul style="list-style-type: none"> • Freihandversuche (Fadenpendel, Federpendel, Wassersäule im U-Rohr, Blattfeder, Stimmgabel) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang zwischen Kreisbewegung und mechanischer Schwingung • Bewegungsgesetze, Bewegungsdiagramme und deren Zusammenhänge (Steigung von Graphen, Nulldurchgänge, Extrempunkte) • Periodendauer einer harmonischen Schwingung | <ul style="list-style-type: none"> • Tapetenrolle mit Schreibpendel (LE) • Schattenprojektion mit Fadenpendel und Drehscheibe (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Eigenfrequenz von Feder- und Fadenpendel | <ul style="list-style-type: none"> • Messungen zur Schwingungsdauer (SE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Welle als Ausbreitung einer Störung im Raum • Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit • Energietransport auf einem Wellenträger • Wellenarten: Longitudinal- und Transversalwellen | <ul style="list-style-type: none"> • gekoppelte Fadenpendel (LE) • Wellenmaschine (LE) • Simulation am Rechner |
| <ul style="list-style-type: none"> • die Wellenfunktion einer harmonischen Welle • graphische Darstellung des räumlichen und zeitlichen Verlaufs: Momentanbilder aller Oszillatoren, Betrachtung des zeitlichen Verhaltens eines Oszillators an einem festen Ort | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Überlagerung von Wellen: Superpositionsprinzip • Interferenz von Wellen gleicher Frequenz und konstanter Phasendifferenz • Orte konstruktiver und destruktiver Interferenz • Interferenz zweier Kreiswellen (Interferenzhyperbeln) | <ul style="list-style-type: none"> • Wellenwanne (LE) • Simulation am Rechner |
| <ul style="list-style-type: none"> • Huygens'sches Prinzip • Beugung von Wellen als Eindringen in den geometrischen Schattenraum | <ul style="list-style-type: none"> • Wellenwanne (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Polarisation des Lichts | <ul style="list-style-type: none"> • Experimente mit Polarisationsfiltern (SE) |

JAHRGANG 11

III. Welleneigenschaften des Lichts

| Inhalte | Experimente |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Interferenzphänome am Doppelspalt und optischen Gitter • Transmissions- und Reflexionsgitter • Intensitätsverläufe | <ul style="list-style-type: none"> • Doppelspaltexperiment mit dem Laser (SE) • Dreifachspalt und Laser (LE) • Vierfachspalt und Laser (LE) • Gitterexperiment mit dem Laser (SE) • Interferenzversuch mit CD/DVD und Laser (SE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Beugung und Interferenz am Einfachspalt • Interferenzen an dünnen Schichten | <ul style="list-style-type: none"> • Beleuchtung eines Einfachspaltes mit einem Laser (SE) • Laserexperiment mit einem Glimmerblatt (LE) • Erzeugung von Newton'schen Ringen (LE) |

IV. Spektren

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Gitterspektrums und eines Prismenspektrums • kontinuierliche und diskrete Spektren • Emissionsspektrum • objektives und subjektives Verfahren • optischer Dopplereffekt | <ul style="list-style-type: none"> • Gitterexperiment mit weißem Glühlicht (SE) • Spektrale Zerlegung des weißen Lichts in seine Spektralfarben mit einem Geradsichtprisma (LE) • Aufnahme des Emissionsspektrums einer Quecksilberdampfampe oder einer Natriumdampfampe (LE) • Subjektives Verfahren mit Spektralröhren, z.B. Neon oder Argon (SE) • Untersuchung von Spektren mit dem Spektrometer (LE) |

JAHRGANG 11

V. Elektrodynamik

| Inhalte | Experimente |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung des Magnetfeldes eines langen Leiters und einer langen Spule • magnetische Feldkonstante | <ul style="list-style-type: none"> • Ausmessung von Magnetfeldern mit der Hall-Sonde (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Induktionsgesetz | <ul style="list-style-type: none"> • Relativbewegung zwischen Spule und Dauermagnet (SE) • Experiment mit dem Dreieckstromgenerator (LE) • Induktionsgerät (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Lenz'sche Regel • Selbstinduktion • Induktivität einer Spule | <ul style="list-style-type: none"> • Thomson'scher Ringversuch • Ein- und Ausschaltvorgänge |

| Formeln – Elektrodynamik | Formeln – Welleneigenschaften des Lichts |
|---|---|
| <p>Magnetfeld eines geraden Leiters:</p> $B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi r}$ <p>Magnetfeld einer langen Spule: $B = \mu_0 \cdot \frac{n \cdot I}{l}$</p> <p>Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$</p> <p>Magnetischer Fluss: $\Phi = A \cdot B$</p> <p>Induktionsgesetz: $U_{ind} = -n \cdot \dot{\Phi}$</p> <p>Induktivität einer Spule: $L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot \frac{A}{l}$</p> | <p>Gangunterschied beim Doppelspalt:</p> $\Delta s = \frac{a_n \cdot d}{e} \quad , \quad d \ll e \quad , \quad a_n \ll e$ <p>Gangunterschied beim optischen Gitter:</p> $\Delta s = \frac{a_n \cdot d}{\sqrt{a_n^2 + e^2}} \quad , \quad d \ll e$ |

JAHRGANG 11

| Formeln – Bewegung in Magnetfeldern | Formeln – Schwingungen und Wellen |
|---|--|
| <p>Magnetische Flussdichte:</p> $B = \frac{F}{I \cdot l}$ <p>Lorentzkraft:</p> $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ | <p>Bewegungsgleichungen:</p> $s(t) = s_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ $v(t) = s_{\max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ $a(t) = -s_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ <p>Hooke'sches Gesetz: $\vec{F} = -D \cdot \vec{s}$</p> <p>Spannenergie: $E_s = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$</p> <p>Schwingungsdauer eines Fadenpendels:</p> $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ <p>Schwingungsdauer eines Federpendels:</p> $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>Phasengeschwindigkeit: $v = \lambda \cdot f$</p> <p>Wellengleichung:</p> $y(x, t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x + \varphi)$ <p>Bedingung für konstruktive Interferenz:</p> $\Delta s = n \cdot \lambda, \quad n = 0, 1, 2, \dots$ <p>Bedingung für destruktive Interferenz:</p> $\Delta s = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$ |

JAHRGANG 12

Themen – Reihenfolge – Dauer

| Themen | Dauer Grundlegendes Anforderungsniveau | Dauer Erhöhtes Anforderungsniveau |
|--|---|--|
| I. Teilcheneigenschaften des Lichts | 7 Wochen | 5 Wochen |
| II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie | 8 Wochen | 6 Wochen |
| III. Quantenphysikalisches Atommodell | 11 Wochen | 15 Wochen |

JAHRGANG 12

I. Teilcheneigenschaften des Lichts

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Untersuchung des lichtelektrischen Effekts (Photoeffekt)• Deutung des Photoeffekts nach Einstein• Lichtquantenhypothese• Einführung des Planck'schen Wirkungsquantums• Energie, Masse und Impuls von Photonen | <ul style="list-style-type: none">• Versuche von Hallwachs: Beleuchtung einer Zinkplatte mit einer Quecksilberdampf Lampe (LE)• Zusammenhang zwischen Lichtfrequenz und maximaler kinetischer Energie der ausgelösten Elektronen (LE)• Simulation am Rechner |
| <ul style="list-style-type: none">• Untersuchung des kontinuierlichen Röntgenspektrums• Entstehung des Röntgenbremsspektrums• Bragg-Reflexion, Bragg-Bedingung• Drehkristallverfahren und Debye-Scherrer-Verfahren | <ul style="list-style-type: none">• Messungen am Röntgengerät (LE) |

JAHRGANG 12

II. Quantenobjekte und Welleneigenschaften der Materie

| Inhalte | Experimente |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Doppelspaltexperiment mit sehr intensitätsschwachem Licht (Taylor 1908) • Doppelspaltexperiment mit Elektronen (Jönsson 1957) • Welle-Teilchen-Dualismus • Bornsche Deutung, Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Wellenfunktion ψ | <ul style="list-style-type: none"> • Simulation am Rechner |
| <ul style="list-style-type: none"> • Hypothese von De-Broglie • Elektronenbeugung (Davisson und Germer 1927) | <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der De-Broglie-Wellenlänge mit der Elektronenbeugungsröhre (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Heisenberg'sche Unschärferelation | |

JAHRGANG 12

III. Quantenphysikalisches Atommodell

| Inhalte | Experimente |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> historische Entwicklung der Atommodelle (Antike, Dalton, Thomson, Rutherford) die quantenhafte Emission von Energie, Linienspektren Bohr'sches Energiestufenmodell Grenzen des Bohr'schen Atommodells | <ul style="list-style-type: none"> Aufnahme des Emissionsspektrum einer Wasserstoffdampf- lampe (LE) |
| <ul style="list-style-type: none"> Schrödinger-Gleichung linearer Potentialtopf Quantelung der Energie | |
| <ul style="list-style-type: none"> Quantenzahlen Pauli-Prinzip Aufbau des Periodensystems | |
| <ul style="list-style-type: none"> die quantenhafte Absorption von Energie Absorptionsspektren Resonanzabsorption | <ul style="list-style-type: none"> Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve (LE) Simulation des Franck-Hertz-Versuches am Rechner Aufnahme des Emissionsspektrum einer Natriumdampf- lampe (LE) Untersuchung des Sonnenspektrums und Bestimmung der Fraunhofer-Linien mit einem Spektrometer (LE) |

JAHRGANG 12

| Formeln Teilcheneigenschaften des Lichts | Formeln Quantenobjekte Welleneigenschaften der Materie | Formeln Quantenphysikalisches Atommodell |
|--|---|--|
| <p>Energie eines Photons: $E = h \cdot f$</p> <p>Impuls eines Photons: $p = \frac{h}{\lambda}$</p> <p>Masse eines Photons: $m = \frac{hf}{c^2}$</p> <p>Planck'sches Wirkungsquantum: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$</p> <p>Bragg-Bedingung: $n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin(\varphi) \quad , \quad n = 1, 2, 3, \dots$</p> | <p>Bornsche Deutung: $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b \Psi(x) ^2 dx$</p> <p>De-Broglie-Wellenlänge: $\lambda = \frac{h}{p}$</p> <p>Unschärferelation: $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$</p> | <p>Bahndrehimpuls: $L = r \cdot m \cdot v$</p> <p>Bohr'schen Postulate: $L = n \cdot \hbar = n \cdot \frac{h}{2\pi}$ $h \cdot f = E_m - E_n$</p> <p>Schrödinger-Gleichung: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \Psi''(x) + E_{pot}(x) \cdot \psi(x) = E_{ges} \cdot \psi(x)$</p> <p>Energiequantelung im linearen Potentialtopf: $E_n = \frac{h^2}{8ma^2} \cdot n^2 \quad , \quad n = 1, 2, 3, \dots$</p> |