Fachcurriculum Physik – Jahrgang 11

Thema 1: Dynamik

Die Lernenden …

- … beschreiben den freien Fall und den waagerechten Wurf mithilfe von Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeit-Zusammenhängen.
  - ☼ … wenden die Kenntnisse über diese Zusammenhänge zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme an.
  - ☼ … werten Daten aus selbst durchgeführten Experimenten aus.
  - ☼ … übertragen die Ergebnisse auf ausgewählte gleichmäßig beschleunigte Bewegungen.
  - 🗪 … beschreiben die Idealisierungen, die zum Begriff freier Fall führen.
  - 🗪 … erläutern die Ortsabhängigkeit der Fallbeschleunigung.
  - 🗪 … übersetzen zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung dieser Zusammenhänge und verwenden insbesondere die Begriffe Beschleunigung und Geschwindigkeit sachgerecht.
- … nennen die Grundgleichung der Mechanik.
  - ☼ … wenden diese Gleichung zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme an.
- … erläutern die sich daraus ergebende Definition der Krafteinheit.
  - ☼ … deuten den Ortsfaktor als Fallbeschleunigung.
- … erläutern die drei newtonschen Axiome.
  - ✓ … wenden ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr an.
- … beschreiben die gleichförmige Kreisbewegung mithilfe der Begriffe Umlaufdauer, Bahngeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung.
- … nennen die Gleichung für die Zentripetalkraft.
  - ☼ … begründen die Entstehung der Kreisbewegung mittels der richtungsändernden Wirkung der Zentripetalkraft.
  - 🗪 … unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 1: Dynamik (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … nennen die Gleichung für die kinetische Energie.
- … formulieren den Energieerhaltungssatz der Mechanik.
  - ☼ … wenden diese Zusammenhänge als Alternative zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme an.
  - ☼ … planen einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.
  - 🗪 … argumentieren mithilfe des Energieerhaltungssatzes bei einfachen Experimenten.
- … erarbeiten ein Werturteil zu einer Fragestellung bezüglich der Energienutzung.
  - ✓ … wenden ein Bewertungsverfahren auf eine Fragestellung im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit an.
  - ○ … bekommen einen Einblick in die Arbeitswelt eines Ingenieurs bei einem Besuch im Schülerlabor „DLR_School_Lab“ an der TU Hamburg-Harburg zum Thema „Luftfahrt und Schifffahrt“ (Berufsorientierung).

Thema 2.1: Akustik (Wahlmodul)

Die Lernenden …

- … beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft und einem anderen Medium.
  - ☼ … werten in diesem Zusammenhang Messwerte angeleitet aus.
- … vergleichen Ton, Klang und Geräusch anhand der zugehörigen Schwingungsbilder.
  - ☼ … führen ein Experiment mit Mikrofon und registrierendem Messinstrument durch, um Schwingungsbilder verschiedener Klangerzeuger aufzunehmen.
- … beschreiben die Frequenz als Maß für die Tonhöhe und die Amplitude als Maß für die Lautstärke eines akustischen Signals.
  - ☼ … bestimmen die Frequenzen der zugehörigen periodischen Signale.
- … beschreiben die Lautstärke von Signalen mithilfe des Schalldruckpegels.
  - ✓ … wenden Schallpegelmessinstrumente an, um Aussagen über die Gefährdung durch Lärm zu treffen.
- … erläutern den Zusammenhang zwischen Frequenzverhältnissen und musikalischen Intervallen.
  - 🗪 … beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Schwingungsbildern von gleichen Noten, die auf verschiedenen Instrumenten gespielt werden.
- … beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Frequenzanalyse des Signals gleicher Noten, die auf verschiedenen Instrumenten gespielt werden.
  - ☼ … wenden dazu Ergebnisse der Frequenzanalyse von Tönen und Klängen an.
  - 🗪 … bestätigen die Beziehung $f_n=(n+1)\cdot f_0$ zwischen Frequenz des n-ten Obertons und Frequenz f_0 des Grundtons.
- … erläutern den Begriff Klangfarbe.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 2.2: Optische Abbildungen (Wahlmodul)

Die Lernenden …

- … erläutern die Entstehung eines Bildes an Linsen.
  - ☼ … führen Experimente zur Erzeugung optischer Abbildungen durch.
- … beschreiben den Einfluss verschiedener Brennweiten auf die Größe und Lage des Bildes.
  - ☼ … konstruieren Bilder mithilfe ausgezeichneter Strahlen.
  - ☼ … bestimmen den Abbildungsmaßstab.
- … beschreiben die Eigenschaften des Bildes in Abhängigkeit von der Gegenstandsweite.
  - ☼ … modellieren optische Abbildungen mithilfe von dynamischer Geometriesoftware.
  - ✓ … überprüfen die theoretischen Vorhersagen anhand entsprechender Experimente.
- … nennen die Gleichung für den Zusammenhang zwischen Brenn-, Gegenstands- und Bildweite.
  - ☼ … leiten diese Gleichung her.
  - 🗪 … wenden die Gleichung in ausgewählten Situationen an.
- … erläutern die grundlegende Funktionsweise ausgewählter Geräte (z. B. Beamer, Fotoapparat, Mikroskop, Fernrohr).
  - 🗪 … beschreiben den Unterschied zwischen abbildenden und den Sehwinkel vergrößernden Geräten.

Thema 2.3: Strahlungsphysik (Wahlmodul)

Die Lernenden …

- … nennen das Boltzmannsche Strahlungsgesetz.
  - 🗪 … wenden dieses Gesetz auf ausgewählte Fragestellungen an.
- … nennen das Wiensche Verschiebungsgesetz.
  - 🗪 … wenden dieses Gesetz auf Beobachtungen an verschiedenen Lichtquellen an.
- … beschreiben die Einstellung eines Strahlungsgleichgewichts.
  - ✓ … deuten die zugehörigen Vorgänge als Folge von Reflexions-, Absorptions- bzw. Reemissionsvorgängen.
- … beschreiben ein Experiment zur selektiven Absorption.
  - ✓ … übertragen das Ergebnis auf das unterschiedliche Absorptionsverhalten der klimarelevanten Gase gegenüber sichtbarem bzw. infrarotem Licht.
- … stellen den Treibhauseffekt an einem geeignet vereinfachten Modell dar.
  - 🗪 … wenden dazu vorgelegte grafische Darstellungen an.
  - ✓ … erörtern an diesem Modell Aussagen und Grenzen der Modellierung.
  - 🗪 … beschreiben an diesem Modell die Auswirkungen von Veränderungen an einzelnen Parametern.

Fachcurriculum Physik – Jahrgang 12 (eA)

Thema 1: Elektrische Felder

Die Lernenden …

- … beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.
  - ☼ … skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld, das Feld einer Punktladung und das eines Dipols.
  - 🗪 … beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips.
- … nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke.
  - 🗪 … beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.
  - ☼ … werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.
- … beschreiben das coulombsche Gesetz.
- … beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke.
- … nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.
  - 🗪 … beschreiben die elektrische Spannung auch als Potenzialdifferenz.
- … beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung.
- … geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an.
  - ☼ … ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.
- … beschreiben den Zeit-Stromstärke-Zusammenhang und die Zeit-Spannungs-Zusammenhänge beim Aufladevorgang und beim Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.
  - ☼ … führen selbstständig Experimente zum Auf- und Entladevorgang hinsichtlich Stromstärke und Spannung durch.
  - ☼ … ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen Zeit-Stromstärke- beziehungsweise Zeit-Spannungs-Zusammenhang.
  - ✓ … überprüfen den Zusammenhang zwischen der Halbwertzeit und dem Produkt aus R und C.
  - ✓ … begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.
  - ☼ … ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von Zeit-Stromstärke-Diagrammen.

Thema 1: Elektrische Felder (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.
  - ☼ … planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch.
  - 🗪 … beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.
  - ☼ … berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.
  - 🗪 … beschreiben qualitativ den Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität.
- … nennen die Gleichung für die Energie des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators.

Thema 2: Magnetische Felder

Die Lernenden …

- … beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln.
  - ☼ … ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.
- … ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.
- … nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke E.
  - 🗪 … erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage.
  - 🗪 … begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.
- … beschreiben die Bewegung von freien Elektronen:
  - unter Einfluss der Lorentzkraft,
  - unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld,
    - ☼ … leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Querfeld her.
  - im Wien-Filter.
    - ☼ … leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit her.
  - 🗪 … begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.
  - 🗪 … übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen.
- … beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres.
  - ☼ … leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.
- … beschreiben ein Experiment zur Messung von B mit einer Hallsonde.
  - ☼ … führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch.
  - 🗪 … berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer schlanken Spule.
  - ☼ … skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.

Thema 2: Magnetische Felder (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … erläutern die Entstehung der Hallspannung.
  - ☼ … leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her.
- … beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ mithilfe des magnetischen Flusses.
  - ☼ … führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.
- … wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von Φ an.
  - 🗪 … begründen den Verlauf von Zeit-Spannungs-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von Φ.
  - ☼ … werten geeignete Versuche beziehungsweise Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.
  - 🗪 … stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.
- … beschreiben Spulen als Energiespeicher in Analogie zu Kondensatoren.
  - 🗪 … erläutern in diesem Zusammenhang die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten von Spulen durch Selbstinduktion.
- … nennen die Gleichung für die Energie des magnetischen Feldes einer Spule.
  - ☼ … definieren die Induktivität als Bauteileigenschaft aus einer Energiebetrachtung.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 3: Schwingungen

Die Lernenden …

- … stellen harmonische Schwingungen grafisch dar.
  - ☼ … verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.
  - ☼ … ermitteln Werte durch Ablesen an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug).
- … beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Auslenkung, Amplitude, Periodendauer und Frequenz.
- … geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.
  - ☼ … untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.
  - ☼ … ermitteln geeignete Ausgleichskurven.
  - ☼ … wenden diese Verfahren auf das Fadenpendel an.
- … nennen ein lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung.
- … beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen.
  - 🗪 … deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeit-Diagramme auch bei gedämpften Schwingungen im Spezialfall exponentiell abnehmender Amplitude.
- … beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt.
  - 🗪 … erläutern das Phänomen Resonanz anhand eines Experiments.
- … beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises.
  - 🗪 … beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ.
  - 🗪 … beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve.
  - ☼ … ermitteln die Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs.
  - ☼ … nennen die thomsonsche Schwingungsgleichung.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 4: Wellen

Die Lernenden …

- … beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen.
  - ☼ … verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.
- … beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase.
- … geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an.
  - 🗪 … wenden die zugehörige Gleichung an.
  - 🗪 … begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion.
- … beschreiben Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten
- … vergleichen longitudinale und transversale Wellen.
- … beschreiben Polarisierbarkeit als Unterscheidungsmerkmal zwischen transversalen und longitudinalen Wellen.
  - ☼ … untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisatoren.
  - 🗪 … interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität.
- … beschreiben und deuten stehenden Wellen als Interferenzphänomen einer „Zwei-Wege-Situationen“.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 5: Wellenoptik

Die Lernenden …

- … beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“:
  - Michelson-Interferometer,
    - ☍ … erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.
  - Doppelspalt und Gitter,
    - ☍ … erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.
    - ☍ … erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.
  - Einzelspalt,
  - bei der Bragg-Reflexion.
  - ☼ … verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung.
- … beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge
  - von Ultraschall bei durch Reflexion entstandenen stehenden Wellen,
  - Schall mit zwei Sendern,
    - ☼ … leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her.
  - von weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv/subjektiv),
    - ☼ … beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile.
    - ☼ … leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt selbstständig und begründet her.
    - ☼ … ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein.
    - ☍ … wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes bei einer CD/DVD an.
  - mit dem Michelson-Interferometer,
  - Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion.
    - ☍ … erläutern ein Verfahren zur Aufnahme eines Röntgenspektrums.
    - ☼ … leiten die Bragg-Gleichung selbstständig und begründet her.
  - ☼ … werten entsprechende Experimente aus.

Fachcurriculum Physik – Jahrgang 12 (gA)

Thema 1: Elektrische Felder

Die Lernenden …

- … beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.
  - ☼ … skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung und das eines Dipols.
  - 🗪 … beschreiben die Funktionsweise eines faradayschen Käfigs als Resultat des Superpositionsprinzips.
- … nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke.
  - 🗪 … beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.
  - ☼ … werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus.
- … beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke.
- … nennen die Definition der elektrischen Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.
- … beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung.
- … geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an.
  - ☼ … ermitteln angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.
- … beschreiben den Zeit-Stromstärke-Zusammenhang beim Aufladevorgang und beim Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.
  - ☼ … führen angeleitet Experimente zum Aufladevorgang durch.
  - ☼ … ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen Zeit-Stromstärke-Zusammenhang.
  - 🗪 … beschreiben qualitativ den Einfluss von R und C auf diesen Zusammenhang.
  - ✓ … begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.
  - ☼ … ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von Zeit-Stromstärke-Diagrammen.

Thema 1: Elektrische Felder (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.
  - ☼ … führen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators durch.
  - 🗪 … beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.
  - ☼ … berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.
- … nennen die Gleichung für die Energie des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators.

Thema 2: Magnetische Felder

Die Lernenden …

- … beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln.
  - ☼ … ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.
- … ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.
- … nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke E.
  - 🗪 … erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage.
  - 🗪 … begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.
- … beschreiben die Bewegung von freien Elektronen:
  - unter Einfluss der Lorentzkraft,
  - unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld,
    - 🗪 … begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.
    - ✓ … übertragen ihre Kenntnisse auf andere geladene Teilchen.
  - im Wien-Filter.
    - ☼ … leiten die zugehörige Gleichung für die Geschwindigkeit angeleitet her.
- … beschreiben ein Experiment zur Messung von B mit einer Hallsonde.
  - ☼ … führen Experimente zur Messung von B bei Spulen mit einer Hallsonde durch.
  - 🗪 … beschreiben qualitativ die Abhängigkeit von B von I, n, l und μ_r.
  - ☼ … skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.
- … beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ mithilfe des magnetischen Flusses.
  - ☼ … führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.
- … nennen den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und einer linearen zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses.
  - ☼ … werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von A bzw. B aus.
  - 🗪 … beschreiben ein Beispiel für eine technische Anwendung der Induktion.

Thema 3: Schwingungen

Die Lernenden …

- … stellen harmonische Schwingungen grafisch dar.
  - ☼ … verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.
  - ☼ … ermitteln Werte durch Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop oder geeignetes digitales Werkzeug).
- … beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz.
- … geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.
  - ☼ … bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.
- … beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises.
  - 🗪 … ermitteln Amplitude, Periodendauer bzw. Frequenz aus vorgelegten Messdaten.

Thema 4: Wellen

Die Lernenden …

- … beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen.
  - ☼ … verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.
- … beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase.
- … geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an.
  - 🗪 … wenden die zugehörige Gleichung an.
- … beschreiben Reflexion, Brechung und Beugung als Phänomene, die bei der Wellenausbreitung auftreten.
- … vergleichen longitudinale und transversale Wellen.
- … beschreiben Polarisierbarkeit als Unterscheidungsmerkmal zwischen transversalen und longitudinalen Wellen.
  - ✓ … überprüfen die Polarisierbarkeit bei einem Experiment mit Licht.

Thema 5: Wellenoptik

Die Lernenden …

- … beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Situationen“:
  - stehende Welle,
  - Michelson-Interferometer,
    - 🗪 … erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.
  - Doppelspalt und Gitter.
  - ☼ … verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung der aus dem Unterricht bekannten Situationen.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 5: Wellenoptik (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von
  - Ultraschall bei durch Reflexion entstandenen stehenden Wellen,
    - ☼ … leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her.
  - weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv).
    - ☼ … beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile auf der Grundlage einer vorgegebenen Skizze.
    - ☼ … leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her.
    - 🗪 … ordnen den Frequenzbereich des sichtbaren Lichts in das Spektrum elektromagnetischer Wellen ein.
  - ☼ … werten entsprechende Experimente angeleitet aus.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Fachcurriculum Physik – Jahrgang 13 (eA)

Thema 1: Quantenobjekte

Die Lernenden …

- … beschreiben ein Doppelspaltexperiment zur Interferenz von Quantenobjekten mit Ruhemasse (z. B. kalte Neutronen, Fullerene).
  - 🗪 … deuten das Interferenzmuster stochastisch.
  - ☼ … verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.
  - 🗪 … beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve.
- … ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.
  - ☼ … bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.
- … nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses.
  - ○ … bekommen einen Einblick in die Arbeitswelt eines Experimentalphysikers bei einem Besuch im Schülerlabor „Light & Schools“ an der Universität Hamburg zum Thema „Interferenzen, Laser und/oder Quantenphysik“ (Berufsorientierung).
- … beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre.
  - 🗪 … deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.
- … beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.
- … interpretieren ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.
  - 🗪 … erläutern die Begriffe Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen am Mach-Zehnder Interferometer mit einzelnen Quantenobjekten.
- … beschreiben ein Experiment mit dem Mach-Zehnder-Interferometer analog zu einem delayed-choice-Experiment.
  - 🗪 … erläutern an diesem Beispiel die Begriffe Nichtlokalität und Kausalität.
- … erläutern die Begriffe Zustand, Präparation und Superposition am Beispiel eines Experimentes mit polarisiertem Licht.
  - 🗪 … erläutern eine Anwendung der Quantenphysik.

Thema 1: Quantenobjekte (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … erläutern Unbestimmtheit in der Form: die Streuungen der Werte zweier komplementärer Größen können nicht beide beliebig klein sein.
  - ☼ … veranschaulichen das Konzept der Unbestimmtheit an einem Beispiel.
  - 🗪 … vergleichen das Erlernte mit der Lehrbuch-Notierung der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.
- … erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler.
  - 🗪 … deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.
  - ☼ … überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.
- … beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotozelle.
  - 🗪 … wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an.
  - 🗪 … deuten das zugehörige Frequenz-Energie-Diagramm.
- … erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.
  - ☼ … ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante h .

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 2: Atomhülle

Die Lernenden …

- … erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.
  - ☼ … wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.
- … nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell.
  - ☼ … leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her.
  - ✓ … beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells auch unter Berücksichtigung der Unbestimmtheitsrelation.
- … erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht und Röntgenstrahlung.
  - 🗪 … erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.
  - 🗪 … beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.
- … erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.
- … beschreiben einen Franck-Hertz-Versuch.
  - ✓ … stellen einen Zusammenhang zwischen den Leuchterscheinungen in einer mit Neon gefüllten Franck-Hertz-Röhre und der Franck-Hertz-Kennlinie dar.
  - ☼ … ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.
  - ✓ … nennen Unterschiede zwischen einer Anregung mit Photonen und einer Anregung mit Elektronen.
- … erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.
  - 🗪 … benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.
  - 🗪 … erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse.
  - ☼ … berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff und von wasserstoffähnlichen Atomen mit der Balmerformel.
- … beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema.
  - ✓ … erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.
- … beschreiben die Orbitale des Wasserstoffatoms bis $n = 2$.
  - ☼ … stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her.
- … beschreiben die „Orbitale“ bis $n = 2$ in einem dreidimensionalen Potenzialtopf.
  - ✓ … erläutern Gemeinsamkeiten zwischen den Orbitalen des Wasserstoffatoms und denen des dreidimensionalen Potenzialtopfs.
  - ☼ … bestimmen die maximale Anzahl der Elektronen im dreidimensionalen Potenzialtopf bis $n = 2$.
- … nennen das Pauliprinzip.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Thema 3: Atomkern

Die Lernenden …

- … erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten.
- … erläutern das Zerfallsgesetz.
  - ☼ … stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.
  - 🗪 … übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge.
  - ✓ … beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung.
  - ✓ … modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.
  - 🗪 … wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.
- … stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.
  - ☼ … ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.
  - 🗪 … beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung.
- … erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung.
- … interpretieren ein α-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe.
  - 🗪 … beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).
  - ☼ … wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.
  - 🗪 … erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.
- … beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf.
  - 🗪 … schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung

Fachcurriculum Physik – Jahrgang 13 (gA)

Thema 1: Quantenobjekte

Die Lernenden …

- … beschreiben ein Doppelspaltexperiment zur Interferenz von Quantenobjekten mit Ruhemasse (z. B. kalte Neutronen, Fullerene).
  - 💬 … deuten das Interferenzmuster stochastisch.
- … ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.
  - ☼ … bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.
- … beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre.
  - 💬 … deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.
  - ○ … bekommen einen Einblick in die Arbeitswelt eines Experimentalphysikers bei einem Besuch im Schülerlabor „Light & Schools“ an der Universität Hamburg zum Thema „Interferenzen, Laser und/oder Quantenphysik“ (Berufsorientierung).
- … erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante h mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler.
  - 💬 … deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.
  - ☼ … überprüfen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.

Thema 2: Atomhülle

Die Lernenden …

- … erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.
  - ☼ … wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.
- … nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell.
  - ✓ … beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.
- … erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht.
  - 💬 … erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.
  - 💬 … beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.

Thema 2: Atomhülle (Fortsetzung)

Die Lernenden …

- … erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.
- … beschreiben einen Franck-Hertz-Versuch.
  - ☼ … deuten die Abnahme der Stromstärke und die Leuchterscheinungen in einer mit Neon gefüllten Franck-Hertz-Röhre als Folge von Anregungen von Atomen durch Elektronenstöße.
- … erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.
  - 🗪 … benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.
  - ☼ … berechnen die Energieniveaus von Wasserstoff mit der Balmerformel.
- … beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema.
  - ✓ … erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.
- … beschreiben die Orbitale des Wasserstoffatoms bis $n = 2$.
  - ☼ … stellen einen Zusammenhang zwischen Orbitalen und Nachweiswahrscheinlichkeiten für Elektronen anschaulich her.

Thema 3: Atomkern

Die Lernenden …

- … erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten.
- … erläutern das Zerfallsgesetz.
  - ☼ … stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus.
- … stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.
  - ☼ … ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.
  - 🗪 … beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung.
- … erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung.
- … interpretieren ein α-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe.
  - 🗪 … beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).
  - ☼ … wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.

● Fachwissen ☼ Erkenntnisgewinnung 🗪 Kommunikation ✓ Bewertung ○ Ergänzung