

Reihenfolge der inhaltsbezogene Kompetenzen mit Zuordnung prozessbezogener Kompetenzen

Thema: **Elektrizität**

Reihenfolge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
1	▪ beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.	▪ skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung. ▪ beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung.	▪ skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung. ▪ beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung.
2	▪ 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.	▪ werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.
3	▪ beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke. ▪ nennen die Definition der elektrische Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.		
4	▪ 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.	▪ ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
5	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.	- 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.
6	beschreiben den Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.	- führen angeleitet Experimente zum Entladevorgang durch. - ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen t-I-Zusammenhang. - begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. - ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen.	- führen selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch. - ermitteln aus den Messdaten die Parameter R bzw. C des zugehörigen t-I-Zusammenhangs und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis e dar. - begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten. - ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von t-I-Diagrammen.
7	- beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln. - ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld. - berechnen die magnetische Flussdichte B (Feldstärke B) im Inneren einer mit Luft gefüllten, schlanken Spule. - nennen die Definition der magnetischen Flussdichte B (Feldstärke B) in Analogie zur elektrischen Feldstärke.	- ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln. - erläutern ein Experiment zur Bestimmung von B mithilfe einer Stromwaage. - begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.	- ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln. - planen mit vorgegebenen Komponenten ein Experiment zur Bestimmung von B auf der Grundlage einer Kraftmessung. - führen ein Experiment zur Bestimmung von B durch und werten es aus. - begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
8	erläutern die Entstehung der Hallspannung.	- führen Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. - skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.	- leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her. - führen selbstständig Experimente zur Messung von B mit einer Hallsonde durch. - skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.
9	- beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: - unter Einfluss der Lorentzkraft, - unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Quersfeld, nur eA: im Wien-Filter.	begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.	- begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven. - leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Quersfeld her.
10	nur eA: 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.
11	beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ.	führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.	führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.
12	nur gA: nennen den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und einer linearen zeitlichen Änderung von B.	werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von B aus.	
12	nur eA: wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von Φ an.		- begründen den Verlauf von t-U-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von B oder A. - werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus. - stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.

Thema: Schwingungen und Wellen

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
13	- stellen harmonische Schwingungen grafisch dar. - beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz.	- verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. - haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop und Interface).	- verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung. - haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop und Interface).
14	geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels und das lineare Kraftgesetz an.	bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.	- untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell. - ermitteln geeignete Ausgleichskurven. - wenden diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren an.
15	nur eA: beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen. nur eA: beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt.		- deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s- und t-v-Diagramme. - erläutern den Begriff Resonanz anhand eines Experiments.
16	nur eA: 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. - beschreiben die Funktion eines RFID-Chips als technische Anwendung von Schwingkreisen.

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
17	▪ beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen. ▪ beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase. ▪ geben den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz an.	▪ verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. ▪ wenden die zugehörige Gleichung an.	▪ verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung. ▪ begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion. ▪ wenden die zugehörige Gleichung an.
18	▪ vergleichen longitudinale und transversale Wellen. ▪ nur eA: beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen.		▪ untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern. ▪ interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität. ▪ stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display dar.

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
19	- beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: nur eA: stehende Welle, - Michelson-Interferometer, - Doppelspalt. nur eA: deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor. nur eA: beschreiben und deuten Interferenz bei der Bragg-Reflexion. (nur mit Mikrowellen!)	- verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung der aus dem Unterricht bekannten Situationen. - erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.	- verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung. - erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen. - erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.
20	- beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von nur eA: Ultraschall bei stehenden Wellen - Schall mit zwei Sendern, - Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer, - weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / nur eA: subjektiv)	- werten entsprechende Experimente angeleitet aus. - leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her. - beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile auf der Grundlage einer vorgegebenen Skizze.	- werten entsprechende Experimente aus. - leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her. - wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an. - beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile. - wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes bei einer CD/DVD an.
21	nur eA: erläutern ein Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft.		wenden ihre Kenntnisse über Interferenz auf die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium an.

Thema: **Quantenobjekte**

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
22	- beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre. - ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung. nur eA: nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses.	- deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern. - bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.	- deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern oder mithilfe der Bragg-Reflexion. - bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.
23	nur eA: beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle.		- wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an. - deuten das zugehörige f-E-Diagramm.
24	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.	- deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells. - überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.

25	▪ deuten die jeweiligen Interferenzmuster bei Doppelspaltexperimenten für einzelne Photonen bzw. Elektronen stochastisch.	▪ beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität.	▪ beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität. ▪ 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. ▪ wenden ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen) an.
26	▪ nur eA: beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers. ▪ nur eA: interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.		▪ erläutern die Begriffe Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.
27	▪ nur eA: beschreiben die wesentliche Aussage der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.		▪ erläutern an einem Mehrfachspaltexperiment die Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.

Thema: **Atomhülle**

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
28	- erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle. - nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell.	- wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. - beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.	- wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an. - leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her. - beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.
29	- erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... nur eA: ... und Röntgenstrahlung. - erläutern einen Franck-Hertz-Versuch. - erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.	- erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. - beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht. - ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.	- erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle. - beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht. - ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.
30	- erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata. - beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema.	- benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. - erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.	- benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. - erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse. - wenden die Balmerformel an. - erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.

31	▪ nur eA: beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion. ▪ nur eA: erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.		▪ erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion. ▪ ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante h.
32	▪ nur eA: erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers.		▪ stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar. ▪ beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht.

Thema: **Atomkern**

Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
		Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
33	- 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. - erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung.	- 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. - erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung. - modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems. - wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.
34	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.	- ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart. - beschreiben grundlegende Eigenschaften von α-, β- und γ-Strahlung.

		Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
Reihen- folge	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
35	- 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.	- 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.
36	nur eA: beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf.		schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.