

**Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe  
KAV – Gymnasium Celle**

## Themenbereich: Elektrizität (1)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.	skizzieren Feldlinienbilder für typische Fälle.  beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung (z. B. die Kopiertechnik)	skizzieren Feldlinienbilder für typische Fälle.  beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung (z. B. die Kopiertechnik)	Probeladung zwischen zwei Kondensatorplatten  a) Kraftwaage oder b) digitales Kraftmessgerät
nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke.  beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessung.	werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus.  erläutern mithilfe einer Analogiebetrachtung, dass $g$ als Gravitationsfeldstärke aufgefasst werden kann.	werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.  erläutern mithilfe einer Analogiebetrachtung, dass $g$ als Gravitationsfeldstärke aufgefasst werden kann.	
beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke.  nennen die Definition der elektrische Spannung mithilfe 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.	ziehen Analogiebetrachtungen zur Erläuterung dieses Zusammenhangs heran.  bestimmen angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe von Energiebilanzen.	ziehen Analogiebetrachtungen zur Erläuterung dieses Zusammenhangs heran.  bestimmen die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe von Energiebilanzen.	Messungen am Plattenkondensator mithilfe des statischen Voltmeters  Ablenkröhre mit Kondensatorplatten

## Themenbereich: Elektrizität (2)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
beschreiben den Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.	<p>führen Experimente zum Entladevorgang durch.</p> <p>ermitteln aus den Messdaten die Parameter des zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhangs.</p> <p>begründen den exponentiellen Verlauf.</p> <p>ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen</p>	<p>führen selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch.</p> <p>ermitteln aus den Messdaten die Parameter des zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhangs und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis <math>e</math> dar.</p> <p>begründen den exponentiellen Verlauf.</p> <p>ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen</p>	<p>Entladung eines Kondensators</p> <p>Schülerübungen</p>
nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.	<p>führen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators durch.</p> <p>erläutern Einsatzmöglichkeiten von Kondensatoren als Energiespeicher in technischen Systemen.</p>	<p>planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch.</p> <p>erläutern Einsatzmöglichkeiten von Kondensatoren als Energiespeicher in technischen Systemen.</p>	<p>Schülerübungen</p> <p>z.B. GoldCap</p>
<p>bestimmen die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</p> <p>ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.</p> <p>nennen die Definition der magnetischen Flussdichte <math>B</math> (Feldstärke <math>B</math>) in Analogie zur elektrischen Feldstärke.</p>	<p>skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</p> <p>erläutern ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> mithilfe einer Stromwaage.</p> <p>begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.</p>	<p>skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und einer Spule.</p> <p>planen mit vorgegebenen Komponenten ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> auf der Grundlage einer Kraftmessung.</p> <p>führen ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> durch und werten es aus.</p> <p>begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.</p>	<p>Stromwaage</p> <p>Analogie zur Definition der elektrischen Feldstärke</p>

## Themenbereich: Elektrizität (3)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
beschreiben die Bewegung von freien Elektronen  - unter Einfluss der Lorentzkraft,  - unter Einfluss der Kraft im homogenen $E$ -Feld,  - 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 Feld her.	
<b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau:</b>  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.	Fadenstrahlrohr
erläutern die Entstehung der Hallspannung.	leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her.  führen Experimente zur Messung von $B$ mit einer Hallsonde durch.	leiten die Gleichung für die Hallspannung unter Verwendung der Ladungsträgerdichte anhand einer geeigneten Skizze her.  führen selbstständig Experimente zur Messung von $B$ mit einer Hallsonde durch.	Experiment mit (mindestens) einer Hallsonde (p- oder n- Halbleiter)  <b>Schülerübungen: Messen der Stärke des Erdmagnetfeldes</b>
beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung durch die zeitliche Änderung von $B$ bzw. $A$ qualitativ.	führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.  erläutern das Prinzip eines dynamischen Mikrofons.	führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.  erläutern das Prinzip eines dynamischen Mikrofons.	Drehspule im homogenen Magnetfeld  Kleine Spule in großer Spule mit sich änderndem Magnetfeld
wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form auf lineare und sinusförmige Verläufe von $\Phi$ an.	werten geeignete Versuche zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.  stellen technische und historische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.	werten geeignete Versuche zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.  stellen technische und historische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.	Thomson - Versuch  Hemmungspendel

## Themenbereich: Schwingungen und Wellen (1)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
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 angeleiteten Umgang mit einem registrierenden Messinstrument (z. B. Oszilloskop/ Interface).	verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.  haben Erfahrungen im selbstständigen Umgang mit einem registrierenden Messinstrument (z.B. Oszilloskop/ Interface).	
geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.	untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.  ermitteln geeignete Ausgleichskurven.	untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.  ermitteln geeignete Ausgleichskurven.  übertragen diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren.	Federpendel, mathematisches Pendel, Schwingung eines Wagens zwischen zwei Federn
beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen.  beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase.  begründen den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz und wenden die zugehörige Gleichung an.	verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.    nutzen in diesen Zusammenhängen die Zeigerdarstellung oder Sinusfunktionen sachgerecht.	verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.    nutzen in diesen Zusammenhängen die Zeigerdarstellung oder Sinusfunktionen sachgerecht.	
vergleichen longitudinale und transversale Wellen.  beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen.	stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display her.	stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display her.	Polfilter, Sonnenbrille

## Themenbereich: Schwingungen und Wellen (2)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		
Fachwissen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	verbindliche Versuche
Die Schülerinnen und Schüler ...			
beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende Fälle:  stehende Welle,  Doppelspalt und Gitter,  Michelson-Interferometer,  Bragg-Reflexion.	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	Ultraschall, Schall, cm-Wellen  <b>Schülerübungen:</b> optischer Doppelspalt und optisches Gitter   cm-Wellen
beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von  Schall mit zwei Sendern,  Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer,  Licht mit einem Gitter (subjektiv / objektiv) und  Röntgenstrahlung mit Bragg Reflexion.	werten entsprechende Experimente angeleitet aus.  leiten die zugehörigen Gleichungen vorstrukturiert und begründet her.   wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes bei einer CD an.  erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion.	werten entsprechende Experimente aus.  leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her.  übertragen das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten.  wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes bei einer CD an.  erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion.	<b>Schülerübungen: CD</b>

## Themenbereich: Quanten (1)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		
Fachwissen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	verbindliche Versuche
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<p>beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre und deuten die Beobachtungen als Interferenzerscheinung.</p> <p>beschreiben ein Experiment zum äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle.</p> <p>erläutern die experimentelle Bestimmung des planckschen Wirkungsquantums mit LEDs.</p> <p>erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.</p>	<p>übertragen Kenntnisse über Interferenz auf diese neue Situation.</p> <p>deuten diesen Effekt mithilfe des Photonenmodells.</p> <p>übertragen ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation.</p> <p>bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</p>	<p>übertragen Kenntnisse über Interferenz auf verwandte Situationen.</p> <p>deuten diesen Effekt mithilfe des Photonenmodells.</p> <p>übertragen ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation.</p> <p>bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</p> <p>nutzen das Röntgenbremsspektrum zur <math>h</math> - Bestimmung.</p>	<p>Elektronenbeugungsröhre</p> <p>Fotозelle mit LED-Brett ODER Schülerübungskästen auch Schwellenspannung</p>
<p>bestimmen die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.</p>	<p>bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</p>	<p>bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit</p>	

## Themenbereich: Quanten (2)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<p>erläutern Interferenz bei einzelnen Photonen.</p> <p>interpretieren die jeweiligen Interferenzmuster stochastisch.</p>	<p>verwenden dazu die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.</p> <p>deuten die Erscheinungen bei Doppelspaltexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen.</p> <p>erläutern, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt durch das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder eine andere geeignete Berechnung bestimmt wird.</p>	<p>verwenden dazu die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.</p> <p>deuten die Erscheinungen in den bekannten Interferenzexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen.</p> <p>erläutern, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt durch das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder eine andere geeignete Berechnung bestimmt wird.</p> <p>übertragen ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen).</p>	<p>Animation: Doppelspaltversuch</p> <p>S.O.</p>
<p><b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau:</b></p> <p>beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.</p> <p>interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.</p>		<p>erläutern den Begriff Komplementarität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.</p>	



## Themenbereich: Atomhülle (1)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		verbindliche Versuche
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	
Die Schülerinnen und Schüler ...			
erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.	verwenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf.  diskutieren die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.	verwenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf.  diskutieren die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.	
erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ...  <b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau</b>  ... und Röntgenstrahlung.  erläutern einen Franck-Hertz-Versuch.  erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.	erklären diese Experimente durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.    bestimmen eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.		Franck-Hertz-Versuch <b>Neon und Quecksilber</b>  Bunsenbrennerflamme mit Kochsalz
beschreiben die „Orbitale“ bis $n = 2$ in einem dreidimensionalen Kastenpotenzial.		stellen einen Zusammenhang zwischen dreidimensionalen Orbitalen und eindimensionalen Wahrscheinlichkeitsverteilungen anschaulich her.	

## Themenbereich: Atomhülle (2)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		
Fachwissen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	verbindliche Versuche
Die Schülerinnen und Schüler ...			
erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata	<p>benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</p> <p>erläutern und bewerten die Bedeutung von Leuchtstoffen an den Beispielen Energiesparlampe und „weiße“ LED.</p>	<p>benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</p> <p>ziehen diese Kenntnisse zur Erklärung eines charakteristischen Röntgenspektrums heran.</p> <p>führen Berechnungen dazu aus.</p> <p>wenden die Balmerformel an.</p> <p>erläutern und bewerten die Bedeutung von Leuchtstoffen an den Beispielen Energiesparlampe und „weiße“ LED.</p>	Spektrallinien mit Hilfe der subjektiven Betrachtung beim Gitter
erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers.	<p>stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar.</p> <p>beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht.</p>	<p>stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar.</p> <p>beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht.</p>	

## Themenbereich: Atomkern (1)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		
Fachwissen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	verbindliche Versuche
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<p>erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten.</p> <p>erläutern das Zerfallsgesetz und wenden es auf Abklingprozesse an.</p>	<p>stellen Abklingkurven grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus.</p> <p>beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung.</p> <p>erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung.</p> <p>modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.</p>	<p>stellen Abklingkurven grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.</p> <p>beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung.</p> <p>erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung.</p> <p>modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.</p> <p>übertragen dieses Verfahren auf die Entladung eines Kondensators.</p>	
stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.	entnehmen einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids.	entnehmen einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids.	

## Themenbereich: Atomkern (2)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für...		
Fachwissen	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau	verbindliche Versuche
Die Schülerinnen und Schüler ...			
<p>erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung.</p> <p>interpretieren ein <math>\alpha</math>-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe</p>	<p>beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</p> <p>ziehen die Nuklidkarte zur Interpretation eines <math>\alpha</math>-Spektrums heran.</p> <p>erläutern den Einsatz von Radionukliden in der Medizin.</p>	<p>beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</p> <p>ziehen die Nuklidkarte zur Interpretation eines <math>\alpha</math>-Spektrums heran.</p> <p>erläutern den Einsatz von Radionukliden in der Medizin.</p>	
<p>beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf</p>	<p>begründen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells.</p>	<p>begründen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells.</p>	