

**Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
Mecklenburg-Vorpommern**

Rahmenplan

Physik

für die Jahrgangsstufe 12 der Fachoberschule

2009

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Grundlagen	2
2	Didaktische Grundsätze/Fachprofil	3
2.2	Sprachliche Handlungskompetenz	5
2.3	Mathematische Kompetenzen	7
2.4	Digitale Werkzeuge und Medien	7
3	Zur Arbeit mit dem Rahmenplan.....	8
3.1	Übersicht über die verbindlichen Themenfelder	8
3.2	Übersicht über die fakultativen Themenfelder	8
4	Inhalte und Kompetenzen	9
4.1	Mechanische Schwingungen und Wellen.....	9
4.2	Kinematik und Dynamik der Translation und der Kreisbewegung	10
4.3	Energieerhaltungssatz und Energiebilanzen in der Mechanik, Hauptsätze der Wärmelehre (Wahlthema).....	12
4.4	Elektrisches und magnetisches Feld (Wahlthema)	13
4.5	Beispiele für Internet-Adressen zum Physikunterricht.....	14

1 Rechtliche Grundlagen

Dem Rahmenplan *Physik* an der Fachoberschule liegen folgende rechtliche Bestimmungen zugrunde:

- Vereinbarung über den Erwerb der Fachhochschulreife in den beruflichen Bildungsgängen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.06.1998 i. d. F. vom 09.03.2001)
- Rahmenvereinbarung über die Fachoberschule (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 06.05.2008)
- Verordnung zur Aufnahme, Ausbildung und Prüfung an Fachoberschulen und über den Erwerb der Fachhochschulreife (FOSVO M-V vom 26.09.2001)

2 Didaktische Grundsätze/Fachprofil

Der Unterricht der Fachoberschule soll die allgemeine Grundbildung der Schüler erweitern und ihre Fachbildung im Bereich der gewählten Fachrichtung ergänzen und festigen. Im Sinne der letztgenannten Verordnung ist mindestens einer der berufsübergreifenden Lernbereiche *Biologie*, *Chemie* oder *Physik* verbindlich zu wählen. Darüber hinaus soll der Unterricht aller Fachrichtungen durch den Erwerb von wissenschaftlichen und fachrichtungsübergreifenden Arbeitsmethoden und Fähigkeiten für das Fachhochschulstudium propädeutischen Charakter haben.

Für das Fach *Physik* werden die weiter ausprägenden Kompetenzen zunächst als allgemeine Ziele formuliert. Sie sind unter Berücksichtigung der Anforderungen des berufsbezogenen Lernbereichs in der schulinternen Planung zu präzisieren. Dabei sind die im Kapitel 4 ausgewiesenen Themenfelder zugrundezulegen.

**Kompetenzbereich
Fachwissen**

Die Schüler

- kennen physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Relativität) und verfügen über Wissen zu physikalischen Größen, zu Messvorschriften und Naturkonstanten sowie zu physikalischen Gesetzen und Modellen,
- erklären Phänomene mit Hilfe physikalischen Wissens,
- wenden ihr Wissen in verschiedenen Kontexten aus Natur und Technik an,
- wenden an Beispielen Analogien zum Lösen von Aufgaben und Problemen an,
- beschreiben wesentliche Funktionen eines Experiments,
- ordnen Ergebnisse der Texterschließung und Informationsrecherche in bekannte Wissensstrukturen ein.

Diese Tätigkeiten können in den **Anforderungsbereichen**

(I) durch Wiedergabe von Wissen und Anwendung in vertrauten Situationen,

(II) durch Anwendung des Gelernten auf neue Situationen sowie

(III) durch Anwendung auf unbekannte Kontexte

weiter beschrieben werden.

Die nachfolgenden drei Kompetenzbereiche charakterisieren den Prozess des Kompetenzerwerbs, also den eigentlichen Lernprozess. Die genannten Schülertätigkeiten sind in unterschiedlicher Ausprägung sowie auch fachübergreifend und fächerverbindend in wechselseitiger Verbindung Grundlage für den Erwerb des physikalischen Fachwissens und stehen in engem Zusammenhang mit den in anderen Lernbereichen ausgewiesenen Kompetenzen.

Die grundlegende Bedeutung der Muttersprache für den Kompetenzerwerb sowie der Anspruch an mathematische Kompetenzen der Lernenden werden gesondert dargestellt.

Die Schüler

- beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück,
- analysieren Ähnlichkeiten durch Vergleichen anhand von Merkmalen,
- dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen,
- recherchieren in unterschiedlichen Quellen und werten die Daten, Untersuchungsanlagen, -schritte, -ergebnisse und Informationen kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweite aus,
- interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen,

**Kompetenzbereich
Erkenntnis-
gewinnung**

- erkennen und entwickeln Fragestellungen, stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie aus,
- beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalisch-technische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und unter Nutzung ihrer Kenntnisse mit Hilfe von Modellen und Darstellungen,
- wenden Modelle zur Veranschaulichung und Analyse von Sachverhalten an und beurteilen Anwendbarkeit und Aussagekraft von Modellen,
- wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen aus, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.

Diese Tätigkeiten können in den **Anforderungsbereichen**

(I) durch Nachvollziehen und Beschreiben,

(II) durch Nutzung von bekannten Strategien beim Experimentieren, Aufgabenlösen oder Arbeiten mit Texten sowie

(III) durch die Kombination verschiedener, auch fachübergreifender Strategien mit hoher Selbstständigkeit

weiter beschrieben werden.

**Kompetenzbereich
Kommunikation**

Die Schüler

- tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus,
- argumentieren fachlich und begründen ihre Aussagen,
- beschreiben den Aufbau und erklären die Wirkungsweise physikalisch-technischer Geräte auch unter Verwendung von Skizzen und anderen Hilfsmitteln,
- dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen,
- veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder bildlichen Gestaltungsmitteln,
- geben den Inhalt von fachsprachlichen bzw. umgangssprachlichen Texten und von anderen Medien in strukturierter sprachlicher Darstellung wieder.

Diese Tätigkeiten können in den **Anforderungsbereichen**

(I) bezogen auf die Darstellung einfacher Sachverhalte bzw. auf die Formulierung einfacher Fragen,

(II) bezogen auf strukturierte Darstellung oder begründete Argumentation sowie

(III) bezogen auf die selbstständige Auswahl von Darstellungsformen oder Argumentationsstrategien

weiter beschrieben werden.

**Kompetenzbereich
Bewertung**

Die Schüler

- stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von der Fachsprache ab,
- ordnen physikalische Sachverhalte Anwendungsbereichen und Berufsfeldern zu,
- nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien,
- benennen und beurteilen Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte,

- binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an,
- nutzen geeignete Modelle und Modellvorstellungen zur Erklärung, Bearbeitung und Beurteilung physikalischer Fragestellungen und Zusammenhänge,
- beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells,
- beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt,
- bewerten die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung,
- erörtern Handlungsoptionen im Sinne der Nachhaltigkeit.

Diese Tätigkeiten können in den **Anforderungsbereichen**

(I) durch Nachvollziehen und Beschreiben,

(II) durch den Bezug zu verschiedenen Betrachtungsweisen und Bewertungen sowie

(III) durch die zusätzliche Formulierung und Begründung eigener Bewertungen weiter beschrieben werden.

2.2 Sprachliche Handlungskompetenz

Die Bedeutung der sogenannten MINT¹-Fächer begründet sich u. a. damit, dass die Schüler lernen, Elemente der jeweiligen Fachsprachen zu nutzen, um sich über naturwissenschaftliche Erkenntnisse und deren Anwendungen auszutauschen und dabei Zusammenhänge, Wirkungen oder Bedingungen in Texten, ggf. unter Einbeziehung von Skizzen, Diagrammen und Formeln, darzustellen.

Folgende Sprachhandlungen stehen an der Fachoberschule – auch in Abstimmung mit dem Deutschunterricht – im Mittelpunkt:

Sprache und Fachsprache im Physikunterricht

Bericht	adressatenbezogenen Zweck und Ziel formulieren; Regeln des freien Sprechens
Verlaufsprotokoll	Sachverhaltsdarstellung (Thema, Standpunkte, Resultat); formale Gestaltung
Beschreibung	wesentliche Merkmale komplexer Gegenstände und Vorgänge; Gliederungsmöglichkeiten; Verwenden der Fachsprache; Nutzung von Skizzen, Graphen, Tabellen
Stellungnahme, Streitgespräch	Argument/Gegenargument; Meinungen/Begründungen/Schlussfolgerungen; logische Verknüpfung und folgerichtige Anordnung
Kurzvortrag	Aufbau: Einstieg, Informationsanordnung, Logik der Zusammenhänge; Grundregeln der Rhetorik und Präsentation
Ergebnisprotokoll	zusammenfassende Darstellung der Sachverhalte Aspekte: Thema, wesentliche Standpunkte, Zwischenergebnisse, Resultate; formale und sprachliche Gestaltung
Argumentation	These/Gegenthese; Beweis und logisches Entwickeln: Ursache – Wirkung, Argumentationskette

¹ MINT – Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik

Diskussion	Diskussionsregeln; Rolle der Diskussionsleitung; Gestaltung von Diskussionsbeiträgen; sprachliche Mittel des Überzeugens
Facharbeit	Aufgabenanalyse; Reflexion des Themas; Stoffsammlung; Entwurf einer Gliederung; Manuskriptgestaltung (Schriftbild, Absätze, Fußnoten, Literaturverzeichnis)
Erörterung	Problem, Sachverhalt, Behauptung; Unterscheidung: steigende lineare oder dialektische Erörterung; Themenanalyse, Stoffsammlung, Argumentation, strukturelle Elemente

Anforderungsbereiche

Aufgaben im Fach *Physik* sollten unter Verwendung entsprechender Signalwörter (Operatoren) formuliert werden, die üblicher Weise in den korrespondierenden Fächer in gleicher Weise verwendet werden.

Die Zuordnung der Operatoren zu den drei Anforderungsbereichen und die Schrittfolge zur Bearbeitung der Aufgabe werden nachfolgend beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass bei entsprechender Aufgabenstellung (Kontext, Komplexität, Vertrautheit) einzelne Operatoren auch höhere bzw. geringere Anforderungen an die Schüler stellen können.

Anforderungsbereich I	
nennen, angeben, mitteilen, aussagen	Fakten oder Begriffe ohne Erläuterung aufzählen
beschreiben, darstellen, veranschaulichen	Merkmale, Eigenschaften, Vorgänge in Einzelheiten wiedergeben
Anforderungsbereich II	
erläutern, erklären	unter Einbeziehung zusätzlicher Informationen (Beispiele, Fakten) einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt beschreiben und anschaulich darstellen bzw. Bedingungen, Ursachen, Gesetzmäßigkeiten naturwissenschaftlicher Tatbestände angeben
begründen, argumentieren	technische oder andere Entscheidungen durch Anführen von Argumenten rechtfertigen
vergleichen	prüfend gegeneinander abwägen, um Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede festzustellen
analysieren	ein Ganzes zergliedern, die Teile einzeln und in ihrer Wechselwirkung betrachten
untersuchen	bestimmte Merkmale feststellen bzw. bestimmte Zusammenhänge herausfinden
interpretieren	naturwissenschaftliche und technische Erscheinungen (Zusammenhänge) beschreiben und (insbesondere bei mehreren Deutungsmöglichkeiten) in bestimmter Art und Weise erklären

Anforderungsbereich III	
erörtern, diskutieren	für komplexe Maßnahmen/Entscheidungen das Für und Wider aufzeigen, aus der Sicht der unterschiedlichen Interessenvertreter betrachten
beurteilen	die Richtigkeit bzw. Anwendbarkeit naturwissenschaftlicher Aussagen über einen Sachverhalt oder die Wirksamkeit einer Maßnahme einschätzen
werten	unter Berücksichtigung individueller Wertvorstellungen beurteilen

2.3 Mathematische Kompetenzen

Die Fächer *Mathematik* und *Physik* müssen beim Kompetenzerwerb eng kooperieren. Dabei kann das Fach *Physik* an vielen Stellen Ausgangspunkt für die Beschäftigung mit neuen mathematischen Inhalten und Verfahren sein sowie Anwendungsmöglichkeiten für das im Fach *Mathematik* zum Teil stärker theorieorientiert erworbene Wissen und Können bieten. Es ist dabei immer zu beachten, dass aus der Sicht des Faches *Physik* mathematische Kompetenzen Werkzeugcharakter tragen. Es ist genau zu überlegen, welcher Grad der Mathematisierung erforderlich ist und in welcher Relation dies zur sprachlichen Handlungskompetenz der Lernenden stehen muss.

Mathematische Kompetenzen werden durch die Schüler insbesondere dann angewendet und vertieft, wenn sie

- beim Lösen von physikalischen Aufgaben algebraische Umformungen und numerische Berechnungen vornehmen,
- Abhängigkeiten physikalischer Größen mit Funktionen modellieren und dabei den Einfluss physikalischer Konstanten beachten und Parameter zielgerichtet variieren,
- Experimente planen, durchführen, protokollieren und unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen auswerten,
- Fehlerbetrachtungen durchführen,
- auf Anwendungen bezogene Sachverhalte mit Hilfe von Skizzen, Zeichnungen, Größengleichungen, Tabellen, Diagrammen, graphischen Darstellungen und mathematischen Modellen darstellen und zwischen den Darstellungsformen wechseln,
- bei Lösen von Problemen ggf. geeignete mathematische Verfahren selbstständig auswählen und auf Eignung prüfen. Dies gilt abschlussbezogen besonders für elementare Verfahren der Infinitesimalrechnung.

2.4 Digitale Werkzeuge und Medien

Digitale Werkzeuge und Medien dienen zur Berechnung und Veranschaulichung, zur Gewinnung von mathematischen Erkenntnissen und zum Lösen von Problemen sowie zur Modellbildung und Simulation. Über die eigentliche Mathematikverarbeitung hinaus bieten sie Möglichkeiten zur Informationsrecherche und zur Ergebnispräsentation. In virtuellen Arbeitsräumen (z. B. eLearning, netzbasiertes Lernen) unterstützen sie individuelles und kooperatives Lernen insbesondere in den Kompetenzbereichen *Erkenntnisgewinnung* und *Kommunikation*.

Die Schüler sollten im Fach *Physik* die aus dem Mathematikunterricht vertraute Technik selbstverständlich nutzen. Dies wird in der Regel ein wissenschaftlicher Taschenrechner sein. Aus Sicht des Faches *Physik* besteht keine Notwendigkeit für Graphikfähigkeit bzw. ein Computer-Algebra-System, da diese Funktionalitäten unter den Bedingungen der beruflichen Schulen eher über PC-Labore realisiert werden. Innerhalb einer Lerngruppe sollten die verwendeten Taschenrechner vergleichbar sein. Tabellenkalkulation und Funktionsplot sollten exemplarisch auch für die Bearbeitung physikalischer Fragestellungen genutzt werden.

3 Zur Arbeit mit dem Rahmenplan

Die Schüler besitzen im Regelfall einen der Mittleren Reife gleichgestellten allgemeinbildenden Schulabschluss sowie einen beruflichen Abschluss. Diese Eingangsvoraussetzungen sind durch den persönlichen Werdegang des Lernenden und seine eigenen Leistungsdispositionen stark differenziert und lassen sich kaum durch Mindestwartungen, die zudem für das berufsbezogene Ausbildungsprofil sehr spezifisch sein können, beschreiben. Die für den Mittleren Schulabschluss erwarteten Ziele werden durch den Rahmenplan *Physik* (Jahrgangsstufen 7-10 der Regionalen Schule) beschrieben².

Im Fach *Physik* sind – gemäß der Rahmenstundentafel – 80 Stunden im Planungsansatz. Davon sind etwa 80 % den nachfolgenden Themenbereichen zugeordnet.

3.1 Übersicht über die verbindlichen Themenfelder

In diesen beiden verbindlichen Themenfeldern sollen Wissen und Können systematisiert und insbesondere bezüglich der fachtypischen Arbeitsweisen Vorleistungen für den weiteren Unterricht geschaffen werden:

- Mechanische Schwingungen und Wellen (15 Stunden)
- Kinematik und Dynamik der Translation und der Kreisbewegung (20 Stunden)

3.2 Übersicht über die fakultativen Themenfelder

Gemäß der Verordnung ist ein fakultatives, stärker berufsbezogenes Themenfeld zu unterrichten. Es sind speziell für technische Richtungen zwei Alternativen angegeben:

- Energieerhaltungssatz, Energiebilanzen in der Mechanik, Hauptsätze der Wärmelehre (30 Stunden)

oder

- Elektrische und magnetische Felder (30 Stunden)

² <http://www.bildung-mv.de/de/publikationen/rahmenplaene/>

4 Inhalte und Kompetenzen

4.1 Mechanische Schwingungen und Wellen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schüler vertiefen im Rahmen einer umfangreichen experimentellen Arbeit die Einsicht, dass die Naturwissenschaft *Physik* die experimentelle Methode als eine wesentliche Methode zur Erkenntnisgewinnung hervorgebracht hat.

Sie erkennen, welche Bedeutung die gewonnenen physikalischen Kenntnisse in der Praxis und insbesondere auch in anderen Fachdisziplinen besitzen. Dabei wird ihnen bewusst, dass die Physik immer nur einen Teil der Wirklichkeit untersucht.

Die Schüler festigen ihre Kenntnisse im Umgang mit Modellen. Mit der Behandlung der mechanischen Schwingungen und Wellen erlangen die Lernenden wesentliche Voraussetzungen für das Verständnis der Interferenz von Wellen.

Hinweise

Es ist wahlweise das Fadenpendel o d e r das Feder-Schwere-Pendel näher zu untersuchen.

Auf das $v(t)$ - und das $a(t)$ -Diagramm und die entsprechenden Gleichungen harmonischer Schwingungen sollte eingegangen werden. Die mathematische Beschreibung einer gedämpften Schwingung muss in Abstimmung mit dem Fach *Mathematik* erfolgen.

Inhalte

- Schwingungsbegriff, harmonische Schwingung, Oszillator
- Elongation, Amplitude, Periode, Frequenz, Kreisfrequenz
- Gleichung einer harmonischen Schwingung: $y(t) = \hat{y} \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t$
- Fadenpendel; Periodendauer: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
- Feder-Schwere-Pendel: Periodendauer: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$
- $y(t)$ -Diagramm einer gedämpften harmonischen Schwingung
- Eigenschwingung, freie und erzwungene Schwingung, Resonanz, Resonanzkurve: $\hat{y} = f(f_E)$
- Störung, Welle
- Kenngrößen einer Welle, graphische Darstellung einer Welle
- Ausbreitungsgeschwindigkeit: $c = \lambda \cdot f$
- lineare, ebene und räumliche Wellen
- Longitudinal- und Transversalwellen
- ausgewählte Welleneigenschaften: Reflexion, Beugung
- Gangunterschied von Wellen
- konstruktive und destruktive Interferenz, fortschreitende und stehende Wellen

4.1 Mechanische Schwingungen und Wellen

Mögliche Kontextbezüge

- Berufsfeld
- Resonanz in der Technik
- Resonanz in der in der Natur

Experimente

- SE: Schwingungsdauer eines Fadenpendels, Bestimmung der Fallbeschleunigung o d e r Schwingungsdauer eines Feder-Schwere-Pendels, Bestimmung der Federkonstante
- DE: Aufzeichnung einer gedämpften Schwingung mit Computerunterstützung
- DE: Computersimulation einer gedämpften Schwingung
- DE: Resonanzerscheinungen (Stimmgabeln, Zungenfrequenzmesser)
- DE: Anregung eines Feder-Schwere-Pendels mit unterschiedlicher Frequenz
- DE: Ausbreitungseigenschaften mechanischer Wellen
- DE: Lautsprecher als Mikrofon
- DE: Bewegungsmelder

4.2 Kinematik und Dynamik der Translation und der Kreisbewegung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schüler erweitern ihre Fähigkeit, Bewegungen aus Natur und Technik kinematischer und dynamischer Sicht qualitativ und quantitativ beschreiben. Sie gewinnen einen Einblick in die Bedeutung der Idealisierung realer Bewegungsvorgänge bei der mathematischen Modellbildung.

Hinweise

Das Thema ist zur Vorbereitung oder zur Anwendung des Grenzwert-Begriffs im Fach *Mathematik* zu nutzen. Beispiele aus dem Straßenverkehr werden in Berechnungen verwendet und entsprechende eigene Erfahrungen reflektiert.

Das Thema steht außerdem in enger Verbindung zur Vektorrechnung, die zwar kein Gegenstand des Unterrichts im Fach *Mathematik* ist, aber Werkzeug berufsbezogener Fächer sein kann. Als Beispiel dient die Freistellung von Kräften. Der Einfluss des Luftwiderstands bei Fallbewegungen von Körpern einschließlich der mathematischen Beschreibung liefert ein Beispiel eines komplexen Herangehens in einer anspruchsvollen Modellbildung. Die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene unter dem Einfluss von Reibungskräften sollte untersucht werden.

4.2 Kinematik und Dynamik der Translation und der Kreisbewegung

Inhalte

- Massenpunkt, Bezugssystem, Relativität der Bewegung
- Bewegungen mit beliebigen Anfangsbedingungen
- Momentangeschwindigkeit: $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$
- Bewegungsgesetze: $s(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$, $v(t) = a \cdot t + v_0$, $a(t) = \text{konst.}$
- Geschwindigkeit als Vektor
- Superpositionsprinzip
- Wurfbewegungen: senkrechter Wurf, waagerechter Wurf
- Kraft als Vektor
- Kraftzerlegung, vektorielle Addition von Kräften
- NEWTONSche Gesetze
- Trägheitsgesetz, träge Masse, Definition der Kraft: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$
- Wechselwirkungsgesetz
- Haftreibung, Haftreibungskraft als Größe mit Grenzwert
 - Gleit- bzw. Rollreibung, Gleit- bzw. Rollreibungskraft als bewegungshemmende Größen, geschwindigkeitsunabhängige Reibungskraft
 - gleichförmige Kreisbewegungen
 - Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit
 - Radialkraft, Radialbeschleunigung

Mögliche Kontextbezüge

- Berufsfeld
- Straßenverkehr und Verkehrssicherheit
- Computersimulation physikalisch-technischer Vorgänge
- Betrachtung der kinematischen Aspekte der technischen Systeme

Experimente

DE/SE: Grundgesetz der Mechanik (quantitativ)

DE/SE: Computersimulationen (z. B. Wurfbewegungen)

SE: Bestimmung von Haftreibungs- und Gleitreibungszahlen

DE: Experimentelle Bestätigung der Gleichung für die Radialkraft

4.3 Energieerhaltungssatz und Energiebilanzen in der Mechanik, Hauptsätze der Wärmelehre (Wahlthema)

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schüler erweitern ihre Kenntnisse im Hinblick auf die exakte Definition energetischer Größen. Sie sind in der Lage, reale Vorgänge zu idealisieren und Energiebilanzen aufzustellen. Mit dem 1. Hauptsatz der Wärmelehre vertiefen und erweitern die Schüler ihre Kenntnisse über das Prinzip von der Erhaltung der Energie und erkennen mit der Behandlung des 2. Hauptsatzes die physikalischen Grenzen bei der Umwandlung von Energie im Zusammenhang mit der technischen Bedeutung einer prinzipiell nicht vollständigen Energieumwandlung.

Bei der Auswertung von Arbeitsdiagrammen erkennen die Lernenden die Zweckmäßigkeit des mathematischen Verfahrens *Integration*. Die bewusste Verwendung der Merkmale einer *skalaren* bzw. *vektoriellen Größe* hilft ihnen, physikalische Sachverhalte exakt zu analysieren.

Die Schüler nutzen den Systembegriff und systemische Betrachtungsweisen zur Erläuterung von Energiebilanzen und -strömen in physikalisch-technischen Prozessen in enger Verbindung zum Berufsfeld und gewinnen so vertiefte Einsichten auch in ökonomische und ökologische Zusammenhänge sowie in die Bedeutung des nachhaltigen Wirtschaftens. Sie erörtern dabei auch Konsequenzen für das eigene Handeln.

Inhalte

- Arbeit, Energie und Leistung; Erhaltungsgröße, Prozessgröße
- Mechanische Arbeit
- potentielle Energie: Lageenergie, Spannenergie
- kinetische Energie: bei der Translation und bei der Rotation
- Formen der mechanischen Arbeit: Reibungsarbeit, Hubarbeit, Federspannarbeit, Beschleunigungsarbeit bei der Translation und Rotation
- Innere Energie
- Physikalisches System, Systemgrenze, abgeschlossenes System
- Prinzip der Erhaltung der Energie; Energieerhaltungssatz der Mechanik
- 1. Hauptsatz der Wärmelehre: Unmöglichkeit des perpetuum mobile 1. Art; $U = Q + W$
- 2. Hauptsatz der Wärmelehre: Unmöglichkeit des perpetuum mobile 2. Art
- reversible und irreversible Prozesse, Energieentwertung
- Wirkungsweise von Wärmeenergie-Maschinen
- Wirkungsgrad von Wärmeenergie-Maschinen

Mögliche Kontextbezüge

- Berufsfeld
- Energiespeicher-Technologie
- Antriebe als Energiewandler

Experimente

SE: Wirkungsgrad von Energieumwandlungen

SE: Energieumwandlungen bei periodischen Vorgängen (z. B. gedämpfte Schwingung, Ball-Rücksprung)

4.4 Elektrisches und magnetisches Feld (Wahlthema)

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schüler reflektieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf das Weltbild des Menschen, indem sie einheitlich mit Hilfe des Feldkonzepts unterschiedliche Wechselwirkungen in Gebieten der klassischen Physik beschreiben.

Sie wenden die Methoden der Physik (Beobachtung, Beschreibung, Begriffsbildung, Experiment, Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung) an und nutzen ihre Strategien zur Erkenntnisgewinnung bei der experimentellen Arbeit.

Zur Beschreibung und Erklärung physikalischer Phänomene wenden sie Verfahren der Differenzial- und Integralrechnung an.

Inhalte

- Elektrisches Feld
 - Feldlinienmodell, elektrische Feldstärke, elektrischer Feldstärkevektor
 - Inhomogene Felder
 - COULOMBSches Gesetz, vektoriell
 - Arbeit im elektrischen Feld, Potenzial, Spannung
 - Materie im elektrischen Feld
 - Kondensator als Ladungsspeicher
 - Parallel- und Reihenschaltungen mehrerer Kondensatoren
 - Geladener Kondensator als Energiespeicher
 - Ladungsträger in elektrischen Feldern
 - Bewegungen von Ladungsträgern in elektrischen Feldern, Energiebetrachtungen
 - MILLIKAN-Versuch (Schwebefall/steigende und sinkende Öltröpfchen), Elementarladung
- Magnetisches Feld
 - Feldlinienmodell, magnetische Flussdichte
 - Magnetfeld einer langen, geraden Spule
 - Magnetfeld eines langen, geraden Leiters
 - Materie im Magnetfeld
 - Elektrische Felder und magnetische Felder im Vergleich, Ladungsträger in Magnetfeldern
 - LORENTZ-Kraft
 - Bestimmung der spezifischen Ladung eines Elektrons
 - HALL-Effekt
 - Elektromagnetische Induktion
 - Induktionsgesetz, Induktionsspannung als zeitliche Ableitung des magnetischen Flusses
 - Selbstinduktion, Induktivität
 - Stromdurchflossene Spule als Energiespeicher
 - Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung – experimentelle und theoretische Betrachtungen
 - 3-Phasen-Wechselstrom, Wechselstrommotoren, Wechselstromgeneratoren
 - Verfahren der Eigen- und Fremd-Erregung
 - Effektivwerte für Spannung und Stromstärke
 - Elektromagnetische Schwingungen

4.4 Elektrisches und magnetisches Feld (Wahlthema)

- Elektrischer Schwingkreis: Stromstärke, Spannung, Frequenz
- Gedämpfte und ungedämpfte Schwingung, Rückkopplung
- Vergleich des elektrischen Schwingkreises mit mechanischem Oszillator
- THOMSONSche Schwingungsgleichung

Mögliche Kontextbezüge

- Berufsfeld
- Physik als historischer Prozess an ausgewählten Beispielen der Elektrodynamik
- Physik als Grundlage der Technik
- Phänomene der Natur

4.5 Beispiele für Internet-Adressen zum Physikunterricht

<http://physik.zum.de/>

<http://www.weltderphysik.de/>

<http://leifi.physik.uni-muenchen.de/>