

## Kernkompetenzen in PHYSIK – Erstes Semester

THEMEN	KOMPETENZEN
<b>Einführung</b>	
Grundbegriffe der Physik (z.B. 'Wechselwirkung')	sachgemäß anwenden können
Größensystem der Physik	physikalische Größen sachgemäß darstellen können (Maßzahl, Einheit, ggf. Richtungsvektor)
Zehnerpotenzrechnen und Zehnerpotenzpräfixe	sachgemäß auf Rechnungen anwenden können
Umrechnen von Einheiten	über die Erweiterung der aktuellen Einheit mit '1' (z.B.=100cm/1m) sachgemäß durchführen können
Zuordnung einiger charakteristischer phys. Größen zu den einzelnen Teilgebieten	die genannten Größen den Teilgebieten zuordnen können und die Energie als gemeinsames Element aller Teilmengen erkennen können
Sprachliche Definitionen und Erläuterungen einiger physikalischer Basisgrößen (Energie, Masse, Ladung, Strecke)	gegebene Begriffe definieren und einige Beispiele nennen können
Elementare Differentialrechnung, Ableitungsregeln	Die Begriffe Differenzenquotient und Differential-quotient unterscheiden und grafisch über den Sekanten- / Tangentenbegriff beschreiben können Ableitungsregeln ('rezeptartig') auf einfache Funktionen anwenden können
Einige wichtige Modellvorstellungen der Physik <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'punktförmiger Körper'</li> <li>• Begriff des Feldes</li> <li>• Energieträgermodell nach FALK und HERRMANN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sprachlich erläutern können</li> <li>• als 'Vermittler' makroskopisch nichtlokaler Wechselwirkungen nennen können</li> <li>• Die 'Grundtypen' physikalischer Größen nennen und durch Rechnen mit den Einheiten auf zugeordnete Größen schließen können.</li> </ul>
<b>Energieströmungen (allgemein)</b>	
Beschreibung von Energietransportprozessen Beispiel : Solarenergiebetriebener Modellaufzug	Wichtige Energieformen und den Begriff des Energieumwandlers beschreiben können
Energiestromstärke (Leistung)	die zeitabhängige Energiestromstärke $P(t)$ und die mittlere Energiestromstärke sprachlich und mathematisch definieren und die Definitionen auf einfache Aufgaben anwenden können
Energiekostenrechnungen	am Beispiel der elektrischen Energie die Kosten für verschiedene Gerätetypen (Dauerbetrieb, einfacher Aussetzbetrieb) berechnen können

Elementare Vektorrechnung (VR) in der Physik	
Größen mit Betrag und Richtung, Pfeilsymbol, Vektorkoordinaten; Zeilen- & Spaltendarstellung, Projektionen -> Vektorzerlegung <-> V.- Addition; Einheitsvektor, dessen Koordinatendarstellung	Skalare und vektorielle physikalische Größen nennen und unterscheiden können; die genannten Vektoroperationen auf einfache (Modell)situationen anwenden können
Skalares Produkt und Kreuzprodukt zweier V. in basisfreier und Koordinatendarstellung ; dazu zwei Beispiele aus der Physik : ARBEIT und MOMENT	Die mathematische Formulierung beider Produkte angeben und deren Unterschiede beschreiben und die Produktformen zur Lösung elementarer Aufgaben anwenden können.
Mathematische Beschreibung der Strömungen extensiver Größen 'X' über die <ul style="list-style-type: none"> <li>'X' – Stromstärke (<math>\vec{I}_X</math> 'bzw.' <math>I_X</math>)</li> <li>(zeitliche) Ableitung der 'X' – Stromstärke</li> <li>und die 'X' – Stromdichte (<math>\vec{j}_X</math> 'bzw.' <math>\vec{j}_X</math>)</li> </ul> Größen 'X': $E, \vec{p}, Q$ ; evtl.: $\vec{s}, \vec{L}$ (punktförmiger Körper)	<ul style="list-style-type: none"> <li>als zeitliche Ableitungen der jeweiligen Größe 'X' definieren und die konventionelle Bezeichnung nennen können</li> <li>als zweite Ableitung der Größe 'X' definieren können</li> <li>über das Produkt aus Stromdichte- (vektor) und der durchströmten Fläche '<math>\vec{A}_N</math>' definieren und (falls existent) die konventionelle Bezeichnung nennen können.</li> </ul>
Beispiel: laminare Wasserströmung	Die o.g. Begriffe zur Lösung einfacher Aufgaben anwenden können
<b>Arbeit</b>	
Arbeit (in der Physik)	als <u>Skalarprodukt</u> einer <i>Verschiebung</i> bei <u>gleichzeitiger</u> Einwirkung einer <i>Kraft</i> auf ein System (Körper) definieren können
Arbeitsdiagramme	für drei elementare Kraft-Weg-Gesetze: $F_S(s) = F_0$ ; $F_S(s) \sim s$ ; $F_S(s)$ (allgemeine Funktion) grafisch in Koordinaten darstellen und die Fläche zwischen Graph und Streckenachse als Darstellung der Arbeit (der auf die Verschiebungsrichtung projizierten Komponente) der Kraft ( $F_S$ ) interpretieren können
Kraft-Weg-Gesetze als bewegungsbestimmende Größen bei (punktförmigen) Körpern konstanter Masse ( $m_0$ )	
Bewegung unter dem Einfluss <u>einer</u> konstanten Kraft ( $F_0$ )	(Diese Kraft) nennen können als einzige am System wirksame 'IMPULSSTROMSTÄRKE' (Fall $\alpha$ )
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematische Bewegungsgleichungen aus dem <math>a_{S0}(t)</math>- Diagramm: -&gt; <math>v_S(t)</math> -&gt; <math>s(t)</math></li> <li>Erweiterung auf die (3D)- Vektordarstellung</li> <li>'Beschleunigung' und 'Verzögerung'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das lineare Gleichungssystem nennen und die Bedeutung der Symbole - insbesondere der Konstanten als 'Anfangswerte' - erläutern können</li> <li>Die Gleichungen auf einfache Aufgaben anwenden können</li> <li>Begriffe über Vorzeichenrelationen von <math>a_S(t)</math> und <math>v_S(t)</math> sachgemäß beschreiben können</li> </ul>
Beispiele: Wurfvorgänge	s.o., Punkt 2(•)

'Reaktion' des Körpers auf die von $\vec{F}_0$ zugeführte Arbeit (über $v(t)$ – Diagramm)	Die Gleichung $\frac{1}{2}m_0\{v^2(t_2) - v^2(t_1)\}$ nennen und als die von $\vec{F}_0$ an $m_0$ zwischen den Systemzuständen $(1)$ und $(2)$ verrichtete - 'zugeführte' – Beschleunigungsarbeit ( $W_a$ ) interpretieren können.
Arbeitsfähigkeit eines bewegten Körpers als Bewegungsenergie	Die 'abgegebene Verzögerungsarbeit' des Körpers bei Abbremsung bis zum Stillstand als die vor Beginn der Verzögerung vorhandenen Bewegungsenergie beschreiben können
Bewegung eines Körpers unter dem Einfluss einer konstanten 'äußeren' Kraft ' $F_0$ ' bei (annähernd) konstanter Geschwindigkeit $ v_0 $	Die Unterschiede zu Fall ( $\alpha$ ) {s.o.} nennen und das Fehlen der Beschleunigung qualitativ durch die Existenz (mindestens) einer weiteren Kraft begründen können (Fall $\beta$ )
<b>Translationsbewegungen eines Körpers unter dem Einfluss mehrerer <u>konstanter</u> Kräfte</b>	
Zweites Axiom von Newton (NEWTON II) (Grundgleichung der Mechanik)	Die zeitbezogene Impulsänderung eines Systems (Körpers) sprachlich und mathematisch als identisch mit der <u>Vektorsumme</u> aller auf das System wirkenden Kräfte darstellen können
Erstes Axiom von Newton (NEWTON I)	als Idealisierung von 'NEWTON II' sprachlich und mathematisch darstellen und erläutern können: $\vec{p}_{Sys} = \vec{p}_0$ (konst.) OHNE jede äußere Wechselwirkungen
Hubarbeit ( $W_H$ ) und 'Absenkarbeit' (reibungs- und beschleunigungsfrei) Erweiterung: gleichzeitige 'Horizontalverschiebung'	Die Arbeit der (beeinflussbaren 'äußeren') Kraft $\vec{F}_0$ als Skalarprodukt formal darstellen, und die betreffende Gleichung vorzeichenrichtig anwenden können
Interpretation der Arbeitsfähigkeit eines gehobenen Körpers als Lageenergie ( $E_L$ , ( $E_{pot}$ ))	Die 'abgegebene Hubarbeit' ( $-W_H$ ) des Körpers bei Absenkung bis zum niedrigsten Niveau als die vor Beginn der Bewegung vorhandene Lageenergie angeben können
Reibungsfreier Fallvorgang – Unterschied zu Absenkvorgang	Die Bewegung des Körpers und die 'fehlende Verbindung' zur Umgebung (über $F_0$ ) im Vergleich zum Absenken und das gleichzeitige Auftreten von Beschleunigungsarbeit beschreiben;
Aufstellung einer 'ARBEITSBILANZ' ( $-W_H = W_a$ ) und daraus der (mechanischen) Energiebilanz	den Vorgang als Energie- (Arbeits-) Umwandlungsprozess innerhalb des Systems beschreiben können.
Anwendung: Reibungsfreie Bewegungen eines Körpers auf einer schiefen Ebene	Zerlegung der Gewichtskraft in Normal– und Tangentialkomponente durchführen und die Anteile <u>vorzeichenrichtig</u> zur Aufstellung der kinematischen Gln. (NEWTON II) sowie der 'Arbeitsbilanz' anwenden können.
<b>Bewegung eines Körpers unter Reibungseinfluss</b>	
Reibungskraftgesetze auf horizontaler Ebene (vereinfacht: 'externe' Kraft parallel zur Ebene) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockene <u>G</u>leitreibung, <math>\vec{v} = \vec{v}_0</math> Koeffizient <math>f_G</math></li> <li>• (Trockene) <u>H</u>aftkraft, <math>\vec{v} = \vec{0}</math>, Koeffizient <math>f_H</math></li> <li>• Trockene <u>R</u>ollreibung <math>\vec{v} \neq \vec{0}</math>, Koeffizient <math>f_R</math></li> </ul>	Sprachlich und mathematisch formulieren, die Bedeutung der Symbole nennen, den Unterschied zwischen Hafteffekt und Reibung angeben und die Kraftgesetze auf einfache Aufgaben anwenden können

Die 'Arbeitsbilanz' (Erweiterung auf $\underline{E}_{Ext}$ und $\underline{E}_R$ )	für alle Teilkräfte, die bei einer Verschiebung eines Körpers in einer Ebene auftreten können, aufstellen und Teilarbeiten berechnen können
Erweiterungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungen auf einer schiefen Ebene</li> <li>• Bewegungen gekoppelter Körper mit 'reibungswirksamen' und 'reibungs-unwirksamen' Massen</li> </ul>	Die Bewegungsgleichungen (NEWTON II, s.o.) sowie die 'Arbeitsbilanz' auf der schiefen Ebene im Fall komplizierterer mechanischer Systeme anwenden können
Einfluss <u>einer ortsabhängigen Kraft</u> auf einen Körper konstanter Masse	
Hookesches Kraftgesetz ( Objekt: Spiralfeder)	sprachlich und mathematisch (vektoriell) über den Dehnungsbegriff (Koordinatentransformation auf die <u>unbelastete</u> Federlänge) formulieren können
Arbeit von 'externer' und elastischer (System)kraft ( $W_{Zu}$ ) und ( $W_D$ )	formulieren (s.o.), die Arbeiten beider Kräfte unterscheiden, im Arbeitsdiagramm darstellen, die abgegebene Spannarbeit $W_{Zu(s \rightarrow s_0)}$ bei Entspannung bis zur Ruhelage ( $s_0=0$ ) als die im <u>gespannten</u> Zustand vorhandene elastische Energie erklären können
Elastische Energie ( $E_D$ )	
(optional) Der lineare, ungedämpfte Schwinger	Erläutern können, wie man mit Hilfe von Newton II in diesem Fall eine Differentialgleichung erhält
Die Energiestromstärken (Leistungen) von Kräften ( $\bar{F}_i$ ) bei Verschiebung eines Körpers	durch Zuordnung der Leistungsart zu der jeweiligen Einzelkraft angeben, mathematisch definieren und für einfache Kräftesysteme berechnen können
Energie und Arbeit (bei Translationsbewegungen)	Die verschiedenen (besprochenen) Arbeitsformen den entsprechenden Energiearten zuordnen - das Modell des isolierten Systems als Idealisierung erläutern
Prinzip der Energieerhaltung	Die Konstanz der Gesamtenergie in einem solchen System durch die Aufstellung einer ENERGIEBILANZ mathematisch formulieren und die Mengen einzelner Energieformen in bestimmten (vorgegebenen) Zuständen einfacher mechanischer Systeme berechnen können
<b>Rotationsbewegungen</b> (Kinematik)	- werden im zweiten Semester behandelt -
Kinematische Grundgrößen der Kreisbewegung ---- aus den Grundgrößen abgeleitete Größen ----- Kinematische Gleichungen der Kreisbewegung ----	Kreisbogen, Bogenwinkel, Umlaufzeit, Frequenz, Winkelgeschwindigkeit und Tangentialgeschwindigkeit nennen, definieren und elementare Beziehungen zwischen ihnen angeben können {durch Analogiebildung zu den translationsbeschreibenden Größen ( $ \bar{s} ,  \bar{v} , \text{ und }  \bar{a} $ )} definieren, die kinematischen Gleichungen (konstante Winkelbeschleunigung ( $\alpha_0$ )) angeben und auf einfache Situationen anwenden können
Vektordarstellung von: Drehwinkel ( $\bar{\varphi}$ ), W.-geschwindigkeit ( $\bar{\omega}$ ), W.-beschleunigung ( $\bar{\alpha}$ ) und Zusammenhänge mit : Tangentialgeschwindigkeit ( $\bar{v}_{Tan}$ ) und Kreisbeschleunigung ( $\bar{a}_K$ )	die Grundgleichung $d\bar{r} = d\bar{\varphi} \times \bar{r}$ nennen, die Bedeutung der Größen angeben; die Tangentialgeschwindigkeit $\bar{v}_T$ angeben, die Kreisbeschleunigung $\bar{a}_K$ angeben und die Bedeutung ihrer Komponenten erläutern können

## Kernkompetenzen in PHYSIK – Zweites Semester

THEMEN	KOMPETENZEN
Erweiterung der Begriffsbasis	Den 'klassischen' <u>Wechselwirkungen</u> (elektrische, magnetische, Gravitations- W.w.) die entsprechenden Feldnamen und die Symbole der beschreibenden Feldgrößen zuordnen können
<b>Vorstellungen zur Wirkung von Feldern</b> (Feldlinienmodell)	
Räumliche Verteilung von Feldkräften auf geeignete Probeobjekte (Beispiel : Magnetfelder)	Die Begriffe : Teilchendichte, Liniendichte, Linienstruktur usw. mit den entsprechenden Attributen sachgemäß zur Beschreibung der sichtbaren Teilchenstrukturen einsetzen können
Der Feldbegriff als Modellvorstellung (Faraday)	Eine Verbindung zwischen den Linienstrukturen der Probeobjekte und "Wirkungslinien" der Feldkräfte (=) FELDLINIEN qualitativ angeben können
Einführung der Fachbegriffe für räumliche und zeitliche (Un-)Abhängigkeiten von Feldern	Die Richtung der Feldlinien durch die Orientierung bestimmter Probeobjekte ( magn. Dipole als Richtungsindikatoren der Feldkräfte) definieren können
feldbestimmende / feldbeschreibende Größen Analoge, qualitative Beschreibung der <i>radialen</i> Gravitations- und der elektrischen Feldform unter Berücksichtigung elementarer Unterschiede	Die eingeführten Begriffe (in-)homogen, (in-)stationär, Vektorfeld) sachgemäß anwenden können  Gravitations- und elektrische W.w. mit den Begriffen: felderzeugende Masse/ Ladung, Probemasse / Ladung und der 'Richtung' der W.w. qualitativ beschreiben und vergleichen können
Vorstellung inhomogener Felder in sehr kleinen (Teil)Volumina; "Quasihomogenität"	Den Begriff der Quasihomogenität eines Feldes am Beispiel des Erdgravitationsfeldes erläutern können
<b>Erzeugung und Eigenschaften von Feldern</b> (am Beispiel des elektrischen Feldes)	
'Herstellung' felderzeugender Ladungen durch Verfahren zur Ladungstrennung	Ungleichheit der elektrischen Elementarladungszahlen eines Körpers als Ursache für den 'Ladungszustand' des Körpers nennen können Wichtige Verfahren zur Ladungstrennung nennen und ihre technische Bedeutung erläutern können
Messgeräte für elektrische Ladungen Elektroskop und <u>Messverstärker</u> (Mv.) (mit <u>Faradaybecher</u> (Fb.) und mV-Meter) Schaltsymbole elektrischer Geräte bipolare Spannungsquelle, Plattenkondensator	Die Geräte qualitativ beschreiben, ihre wichtigsten Eigenschaften vergleichen, die Schaltsymbole und den Schaltplan Messverstärkersystems zeichnen, und die Übertragungsfunktion des Messverstärkers nennen können
Übertragung definierter, messbarer Ladungsmengen mittels Konduktor zwischen einer Quelle und dem Faradaybecher Unmöglichkeit der <u>Ladungsentnahme</u> aus einem geladenen Hohlkörper (Fb.)	Transport- und Messmöglichkeit von Ladungen mit dem System beschreiben; aus den Ergebnissen der Versuche die Feldfreiheit im Inneren eines Leiters (oder Hohlraumes mit leitenden Wänden) erklären können

THEMEN	KOMPETENZEN
Definition der elektrischen Feldstärke	Die Definitionsgleichung der elektrischen Feldstärke angeben und den Grund für die <u>Un</u> abhängigkeit dieser Definition vom Vorzeichen der verwendeten Probeladung erläutern können.
Definition der elektrischen Spannung	Die Definitionsgleichung der Spannung als Skalar-produkt angeben und als Quotienten der Überföhrungsarbeit der elektrischen Feldkraft und der Ladung erläutern können
Ableitung der elektrischen (Gleichstrom-)leistung aus der Arbeit eines stationären E- Feldes an einer Ladungsmenge in diesem Feld	Die Gleichung $P_{ab} = U_{xy} \cdot I (\geq 0)$ auf <u>energieentziehende</u> Elemente ('drains') anwenden und die Gleichung $P_{zu} = U_{vw} \cdot (-I) (\leq 0)$ auf die <u>energieeinspeisenden</u> Elemente (Quellen) in Elementarnetzwerken zur Berechnungen von Leistungen anwenden können

<b>Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und felderzeugender Ladung</b>	
Versuchsserie im Plattenkondensator Definition der Flächenladungsdichte ( $\sigma$ )	Den Schaltplan des Versuchsaufbaus zeichnen, den Ablauf der Versuchsserie erläutern, und ' $\sigma$ ' definieren können
Berechnung der elektrischen Feldkonstanten $\epsilon_0$ aus Messdaten	Die Gleichung zur Berechnung von $\epsilon_0$ angeben und ihr Zustandekommen aus den vorangegangenen Messergebnissen und Überlegungen erläutern können
Vergleich mit dem Literaturwert, Fehlerbetrachtung	Die in der Diskussion gefundenen Fehler und deren Quellen vergleichen und ihren Einfluss auf die gefundene Konstante qualitativ erläutern können
Formulierung des ersten Feldgesetzes des stationären elektrischen Feldes $\sigma = \epsilon_0 \cdot  \vec{E} $ (☀ s.S.3)	Die Gleichung angeben, die Bedeutung der physikalischen Größen z.B. anhand des Feldlinienmodells (Liniendichte) erläutern und diese Gleichung als ein Naturgesetz von den bisher behandelten Definitionsgleichungen unterscheiden können
(Vektorielle Formulierung des Feldgesetzes für ein kleines Oberflächenelement der Kondensatorplatte: $\Delta Q = \epsilon_0 \cdot \vec{E} \bullet \Delta \vec{A}$ )	Die Formulierung des Gesetzes formal korrekt darstellen und mittels der Eigenschaften des Skalarproduktes (die ' $\Delta Q$ '-Vorzeichen) erläutern können
Die Kapazität eines Kondensators Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität, Beschreibung über die Dielektrizitätszahl $\epsilon_R$ Bei Interesse: (Technischer Aufbau von Kondensatoren)	Den Kapazitätsbegriff definieren, die Formelgleichung für die Kapazität eines Plattenkondensators mit Dielektrikum angeben und aus gegebenen Daten Kapazitäten berechnen können Das Absinken der elektrischen Feldstärke in einem Stoff bei gegebener 'Erregung' ( $\sigma$ ) durch das Auftreten entgegengesetzter Polarisationsfelder qualitativ erklären können  (Grundsätzliche Bauformen von Kondensatoren nennen und beschreiben können)

THEMEN	KOMPETENZEN
<p>Elektrostatistisches Gleichgewicht</p> <p>Abschirmung eines elektrischen Feldes im Innenraum durch Influenzladungen auf den Wänden eines Leiters</p>	<p>Das Verschwinden der Tangentialkomponente von <math>\vec{E}</math> an der Oberfläche eines elektrischen Leiters als Bedingung für eine stationäre Ladungsverteilung im Leiterinneren erläutern können</p> <p><math>\vec{E}_{\text{Res}} = \vec{0}</math> im Innenraum des Leiters durch die vektorielle Addition der Feldstärken von äußerem Feld und dem Feld der Influenzladungen (<math>\sigma_A = \sigma_{\text{Inf}}</math>) qualitativ begründen können</p>
<p>Coulomb- Gesetz ( über Gedankenexperiment)</p> <p>Feldstärke des Radialfeldes</p> <p>Vektorschreibweise der Radialfeldstärke einer Einzelladung <math>\vec{E}_C(\vec{r}) = \vec{r} \cdot k_C \cdot Q /  \vec{r} ^3; k_C = (4\pi \cdot \epsilon_0 \epsilon_R)^{-1}</math></p>	<p><sup>1</sup> Die konstante Auslenkung des Probeladungsträgers über eine konstante Feldkraft erklären können</p> <p><sup>2</sup> Sehr kleine Abstände zwischen Probeladung und ausgedehnter felderzeugender Ladung mit der Wirkung eines <i>quasihomogenen</i> Feldes auf die Probeladung beschreiben können</p> <p><sup>3</sup> Die Kraft dieses (Oberflächen-)Feldes auf die Probeladung mit dem Feldgesetz (☼) allgemein angeben und daraus die Feldstärke ermitteln können</p> <p><sup>4</sup> Die Vektorschreibweise eines Radialfeldes mit Q im Ursprung angeben und die Feldstärke (in kartesischen Koordinaten) an beliebigen Punkten berechnen können Das Vorzeichen von <math>\vec{F}_C</math> im Sinn der Bezugsrichtung (<math>\vec{r}</math>) als Richtung der Wechselwirkung erläutern können : '+' : abstoßend ; '-' : anziehend</p>
<p>(optional)</p> <p>Formale Übertragung der (vektor-) algebraischen Strukturen des Coulomb- Gesetzes auf die Formulierung des Gravitationsgesetzes (Newton)</p>	<p>siehe oben [bis auf (<sup>1...3</sup>)], dafür die analogen Größen <math>M \leftrightarrow Q; m \leftrightarrow q; k_C \leftrightarrow \gamma</math> nennen und in der Vektordarstellung von <math>\vec{F}_G</math> die ausschließliche Zulässigkeit eines negativen Vorzeichens (bei gleicher Definition von <math>\vec{r}</math> bzw. <math>(\vec{r} - \vec{r}_i)</math>) erläutern können</p>

THEMEN	KOMPETENZEN
<b>Arbeit und Spannung — Energie und Potenzial (am Beispiel des stationären E- Feldes)</b>	
<p>Arbeit eines Feldes an einer Probeladung bei deren Verschiebung im <i>stationären</i> Feld</p> <p>Zusammenhang zwischen Energie und Potenzial; formale Definition des Potentials</p> <p>Einführung des Bezugspunktes mit <math>\varphi_E(r_0) = 0</math> Drei mögliche Potenzialfunktionen in einem Plattenkondensator Übertragung des Integralformalismus auf Radialfelder; Festlegung des Bezugspunktes</p> <p>(optional): Formale Übertragung der mathematischen Ausdrücke auf das Gravitationsfeld : <math>\varphi_G(r)</math></p> <p>Die Energie eines Kondensators mit homogenem Feld; Energiedichte des elektrischen Feldes : <math>\rho_E</math></p>	<p>Als Ursache der Arbeitsfähigkeit die Existenz einer ortsabhängigen potenziellen Energie des Systems und deren Proportionalität zu 'q' nennen können</p> <p>Die allgemeine Definition des elektrischen Pot. (<math>\varphi_E</math>) angeben und eine Potentialdifferenz als Spannung beschreiben können</p> <p>Die aufgestellten Funktionen nennen, evtl. auftretende negative Werte von <math>\varphi_E</math> mit der Wahl des Bezugspunktes erklären können</p> <p>Argumente zur Festlegung eines Bezugspunktes nennen, die allgemeinen Ausdrücke für beide Ladungsvorzeichen nennen und Energien von (Probe-)Ladungen in Radialfeldern berechnen können</p> <p>(Die entsprechenden Ausdrücke angeben und die Unterschiede zum elektrischen Fall angeben können)</p> <p>Mögliche Ausdrücke für die gespeicherte Energie angeben und vergleichen können, das Zustandekommen der Gleichung für <math>\rho_E</math> erläutern und das Auftreten eines Maximalwertes von <math>\rho_E</math> in Stoffen qualitativ begründen können</p>
<b>Vektorfelder als Ursachen von Strömungen</b>	
<p>Überprüfung qualitativer Vorhersagen durch Versuche an verschiedenen <u>elektrischen</u> Leitern gleicher Länge und gleichen Durchmessers</p>	<p>Den Schaltplan für die spannungsrichtige Messung <math>I(U)</math> mit den Symbolen für Volt- und Amperemeter und das Messobjekt 'Widerstand' angeben, die Begriffe Serien- und Parallelschaltung und die (vorläufigen) Idealisierungen der Messgeräte erläutern können</p> <p>Die verschiedenen Steigungen der Graphen mit Eigenschaften der Leiterstoffe deuten können</p>
<p>Formulierung des Gesetzes von Ohm: <math>(U/I) = \text{konst.}</math></p> <p>Diskussion des Gültigkeitsbereiches (Erwärmung eines Messingdrahtes)</p> <p>Einfluss der Drahtgeometrie auf die Konstante (bei gleichem Material)</p> <p>Definition des spezifischen Widerstandes: <math>\rho_{el}</math></p>	<p>Die Konstanz des Quotienten <math>(U/I)</math> jeweils <u>eines</u> Leiters als allgemeine Gesetzmäßigkeit nennen und die Bedingung konstanter Leitertemperatur für das Auftreten der Proportionalität formulieren können</p> <p>Die Proportionalität zur Länge und inverse Proportionalität zur Querschnittsfläche von <math>(U/I)</math> nennen und durch Einheitenrechnungen eine geometrieunabhängige Materialkonstante <math>\rho_{el}</math> definieren und aus den Messwerten berechnen können</p>



THEMEN	KOMPETENZEN
<b>Drude- Modell der elektrischen Strömung</b> ('halb'quantitativ)	
<p>Die Stromdichte <math>\vec{j}</math> : Beschreibung einer homogenen elektrischen Strömung durch eine Fläche mit Flächennormalenvektor <math>\vec{A}</math> :</p> $I = \vec{j} \cdot \vec{A} = q_0 \cdot \rho_N \cdot \vec{v}_D \cdot \vec{A}$ <p>(Bei Interesse und Zeitreserven): Die Feldstärke als 'Antrieb' für die Stromdichte : Ein "vektorielles ohmsches Gesetz" mit mikroskopischen Parametern : <math>\vec{j} = \sigma_Q \cdot \vec{E}</math></p>	<p>Die Gleichung für <math>\vec{j}</math> angeben, die Bedeutung der enthaltenen Größen und die (thermische) Notwendigkeit von Grenzwerten von <math> \vec{j} </math> für unterschiedliche Materialien erläutern können</p> <p>Den Ausdruck für die elektrische Leitfähigkeit nennen, die Bedeutung der mikroskopischen Begriffe (Volumen-)ladungsdichte, (Fermi)geschwindigkeit und mittlere freie Weglänge qualitativ erläutern können</p> <p>für ein homogenes, stationäres E-Feld die Umformung zum ohmschen Gesetz durchführen können</p>