

Physik 10. Jahrgangsstufe

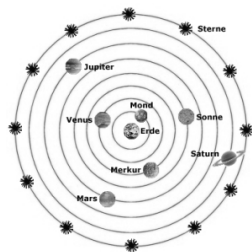
In der Jahrgangsstufe 10 erwerben die Schüler folgendes **Grundwissen**:

- Sie kennen wichtige Entwicklungsstufen des astronomischen Weltbilds.
- Sie können für verschiedene Bewegungsvorgänge die wirkenden Kräfte angeben, um damit die zugehörige Bewegungsgleichung aufzustellen und numerisch zu lösen.
- Sie kennen mathematische Beschreibungen für idealisierte Bewegungen und können sie auf Beispiele aus ihrer Erfahrungswelt übertragen.
- Sie kennen grundlegende Begriffe und Phänomene im Zusammenhang mit Wellen.
- Sie kennen grundlegende Aussagen der Quantenphysik und deren Auswirkungen auf das physikalische Weltbild.
- Sie kennen Denk- und Arbeitsweisen der klassischen und modernen Physik und sind sich des Modellcharakters physikalischer Aussagen und derer Grenzen bewusst.
- Sie können ein physikalisches Thema unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Arbeitsmethoden (Experimentieren, Umgang mit Informationen, Präsentieren) selbständig behandeln.

10.1 Astronomische Weltbilder (8 Stunden)

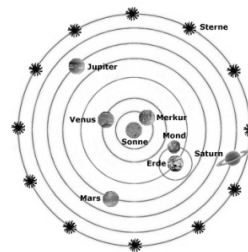
Entwicklung des astronomischen Weltbilds

Geozentrisches Weltbild



C. Ptolemäus (85 – 160)

Heliozentrisches Weltbild



N. Kopernikus (1473 – 1543)

G. Galilei (1564 – 1642)

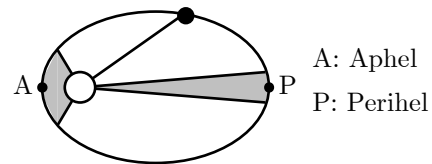
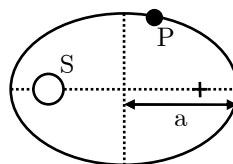
J. Kepler (1571 – 1630)

I. Newton (1643 – 1727)

Die Kepler'schen Gesetze

1. Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen. In einem gemeinsamen Brennpunkt steht die Sonne.
2. Die Verbindungslinie Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.
3. Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \text{bzw.} \quad \frac{T^2}{a^3} = \text{konstant}$$



A: Aphel

P: Perihel

Aspekte der modernen Kosmologie

Sterne sind in Sternsystemen, den Galaxien, angeordnet. Das Sternsystem, in dem sich unsere Sonne und alle Planeten des Sonnensystems befinden, ist die Milchstraße oder Galaxis.

Es gilt das kosmologische Prinzip: Kein Punkt im Universum ist in besonderer Weise ausgezeichnet.

Fast alle Galaxien bewegen sich von unserer Milchstraße (Galaxis) weg. Die Geschwindigkeit dieser „Fluchtbewegung“ ist proportional zur Entfernung (Rotverschiebung der Spektrallinien). Das Weltall dehnt sich als Ganzes seit dem Urknall vor etwa 13,7 Milliarden Jahren aus (Drei-Kelvin-Hintergrundstrahlung).

10.2 Die Mechanik Newtons (32 Stunden)

Newtons Gesetze als Grundlage für die Erklärung von Bewegungsabläufen	
1. Trägheitsgesetz: Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmig geradliniger Bewegung, solange die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte null ist. 2. Newton'sches Grundgesetz: $F = m \cdot a$ Wirkt auf einen Körper der Masse m die Kraft F , so erfährt er die Beschleunigung a . 3. Wechselwirkungsgesetz: Wirken zwei Körper aufeinander ein, so wirkt auf jeden der Körper eine Kraft. Die Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet. $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	
Bewegungsgleichungen für gleichmäßig beschleunigte Bewegungen	
$a = \text{konstant}$, $v = a \cdot t + v_0$, $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$, $v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$	
Arten von Bewegungen	
$F = 0$, d.h. $a = 0$: Gleichförmig geradlinige Bewegung oder Ruhe $F = \text{konstant} \neq 0$, d.h. $a = \text{konstant} \neq 0$: Gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung (z.B. freier Fall) $F \neq \text{konstant}$, d.h. $a \neq \text{konstant}$: Ungleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung (z.B. Fall mit Luftwiderstand, Federschwingung)	
Methode der kleinen Schritte	
Ist die beschleunigende Kraft bekannt, kann man die Bewegung mathematisch beschreiben. Ausgehend vom jeweiligen Kraftgesetz wird für hinreichend kleine Zeitintervalle die Kraft jeweils als konstant angenommen und Beschleunigung, Geschwindigkeit und Ort berechnet. Iterationsformeln: $v(t + \Delta t) = v(t) + a(t) \cdot \Delta t$ und $x(t + \Delta t) = x(t) + v(t + \Delta t) \cdot \Delta t$ Die so berechneten Werte von $v(t + \Delta t)$ und $x(t + \Delta t)$ werden zur Berechnung des nächsten Zeitabschnitts wieder als $v(t)$ und $x(t)$ in die Formeln eingesetzt usw.	
Eine mechanische Schwingung ist eine zeitlich periodische Bewegung um eine Gleichgewichtslage. Die Schwingungsdauer (Periodendauer) T ist die Zeit, nach der sich der Schwingungsverlauf wiederholt. Die Elongation (Auslenkung) y ist der Abstand des schwingenden Körpers von der Gleichgewichtslage. Die Amplitude A einer Schwingung ist der maximale Absolutbetrag der Elongation (Auslenkung).	
Harmonische Schwingung	
Eine harmonische Schwingung liegt vor, wenn die rücktreibende Kraft F proportional zur Auslenkung y ist. $y = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$	
Federpendel: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$ mit m : Masse des Pendelkörpers und D : Federkonstante (Federhärte)	
Fadenpendel: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ mit l : Länge des Fadenpendels und g : Fallbeschleunigung (Ortsfaktor)	
Frequenz $f = \frac{1}{T}$, Einheit $[f] = 1 \text{ Hertz} = 1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ Kreisfrequenz $\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$, $[\omega] = 1 \text{ s}^{-1}$	
Impuls $p = m \cdot v$, Einheit: $[p] = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1 \text{ Ns}$	
Energieerhaltung	Impulserhaltung
In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie E erhalten: $E = E_1 + E_2 + \dots = \text{konstant}$	In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtimpuls p erhalten: $p = p_1 + p_2 + \dots = \text{konstant}$

Waagrecht Wurf (Nicht verbindliches Additum)

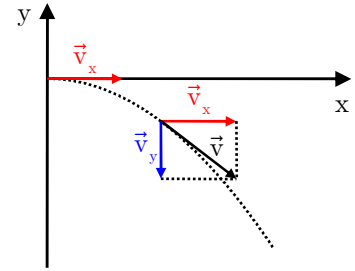
Ein waagrecht Wurf setzt sich aus einer gleichförmigen Bewegung in horizontaler Richtung und dem freien Fall in vertikaler Richtung zusammen. Die Bahnkurve ist Teil einer Parabel.

$$x(t) = v_0 \cdot t \quad v_x = v_0 \quad y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad v_y = -g \cdot t$$

Als beschleunigende Kraft wirkt die Gewichtskraft nach unten: $F_G = m \cdot g$

$$\text{Gleichung der Bahnkurve } y(x) = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2} x^2$$

Geschwindigkeitsbetrag $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ Winkel zwischen Flugrichtung und Waagrecht $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$



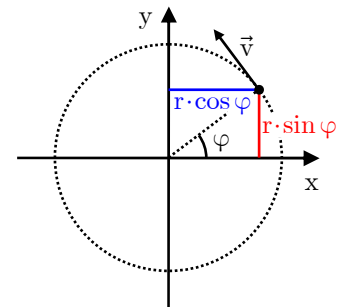
Kreisbewegung

Eine gleichförmige Kreisbewegung ist die Bewegung eines Körpers auf einer Kreisbahn mit konstanter Bahngeschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit. Die Bahnkurve ist ein Kreis.

$$\text{Bahngeschwindigkeit } v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r$$

$$\text{Winkelgeschwindigkeit } \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}, \text{ Einheit: } [\omega] = 1 \text{ s}^{-1}$$

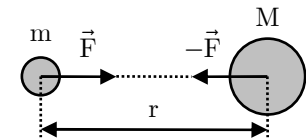
Als beschleunigende Kraft wirkt die Zentripetalkraft in Richtung Kreismittelpunkt: $F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$



Gravitationsgesetz

Die Ursache für die Bewegung der Planeten um die Sonne oder von Satelliten um die Erde ist die Gravitation. Die Gravitationskraft wirkt als die Kraft, die Planeten oder Satelliten auf ihrer Bahn hält.

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \text{ mit } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} : \text{Gravitationskonstante}$$



Grenzen der newtonschen Mechanik

Schwache Kausalität: Gleiche Ursachen haben gleiche Wirkungen
Starke Kausalität: Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen

Verletzung der starken Kausalität

Ähnliche Ursachen führen zu verschiedenen Wirkungen (chaotisches Verhalten).

Vorgänge starker Kausalität lassen sich in der Regel gut mit der newtonschen Mechanik beschreiben. Vorgänge, bei denen die starke Kausalität verletzt wird, sind nicht vorhersagbar. Die Gesetze der newtonschen Mechanik gelten für Geschwindigkeiten, die wesentlich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit sind. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine Grenzgeschwindigkeit. Bei sehr großen Geschwindigkeiten sind die Gesetze der speziellen Relativitätstheorie anzuwenden. Die spezielle Relativitätstheorie geht davon aus, dass die Lichtgeschwindigkeit nicht von der Bewegung des Beobachters abhängt.

Grundaussagen der speziellen Relativitätstheorie

Längenkontraktion: Eine relativ zum Beobachter bewegte Uhr geht langsamer.

Zeitdilatation: Ein relativ zu Beobachter bewegter Körper ist in Bewegungsrichtung verkürzt.

Äquivalenz von Masse und Energie: $E = m \cdot c^2$

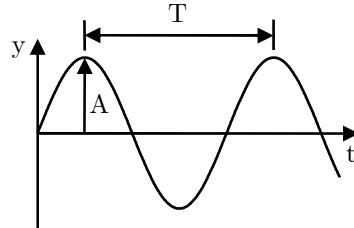
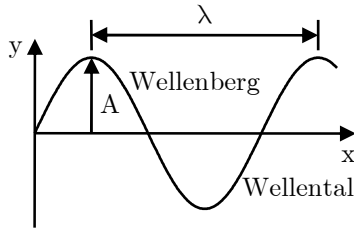
Relativität der Masse: Die Masse eines Körpers vergrößert sich mit seiner Geschwindigkeit: $m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

10.3 Wellenlehre und Einblick in die Quantenphysik (16 Stunden)

Eine **Welle** ist die Ausbreitung einer Auslenkung in einem Medium. Dabei erfolgt eine räumliche und zeitliche Änderung von physikalischen Größen (z.B. Auslenkung, Druck, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Stärke des elektrischen oder magnetischen Feldes).

Für $t = \text{konstant}$ gilt:

Für $x = \text{konstant}$ gilt:

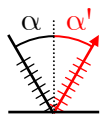


Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit v von Wellen gilt: $v = \lambda \cdot f$

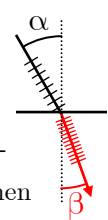
Longitudinalwellen: Ausbreitungsrichtung und Schwingungsrichtung stimmen überein (z.B. Schallwelle)

Transversalwellen: Ausbreitungsrichtung senkrecht zur Schwingungsrichtung (z.B. Seilwelle)

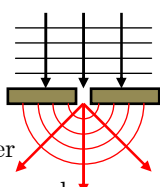
Reflexion
Wellen werden durch ein Hindernis zurückgeworfen. Es gilt: Einfallswinkel gleich Reflexionswinkel



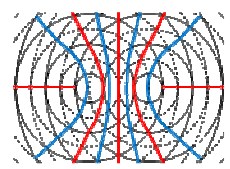
Brechung
Wellen ändern beim Übergang in einen Bereich mit anderer Ausbreitungsgeschwindigkeit die Richtung.



Beugung
Wellen können sich hinter Öffnungen und Hindernissen in den Schattenraum hinein ausbreiten.



Interferenz
Wellen überlagern sich ungestört. Dabei können Verstärkung (konstruktive Interferenz) und Auslöschung (destruktive Interferenz) auftreten.



Modelle für Licht

Strahlenmodell: Beschreibung von Lichtausbreitung, Schattenbildung, Reflexion und Brechung

Wellenmodell: Beschreibung, Erklärung und Voraussage von Beugung und Interferenz

Teilchenmodell: Beschreibung und Erklärung des äußeren Photoeffekts (Photonenmodell)

Photoeffekt: Licht kann aus einer Oberfläche Elektronen herauslösen.

Quantenobjekte sind Objekte, mit denen sich die Quantenphysik beschäftigt. Zu ihnen gehören Elektronen, Photonen und weitere Elementarteilchen (Neutronen, Protonen), aber auch Atome und Moleküle.

Im Unterschied zu den uns umgebenden makroskopischen Körpern gilt für die Quantenobjekte:

- Quantenobjekte bewegen sich nicht auf Bahnen.
- Quantenobjekte sind keine kleinen Kügelchen.
- Bei Quantenobjekten treten Teilchen- und Welleneigenschaften auf.

Quantenobjekte haben etwas

- Welliges, was ihre Ausbreitung bestimmt und z.B. auch Interferenz bewirkt.
- Körniges oder Teilchenhaftes, was sich z.B. bei einer Ortsmessung zeigt.
- Stochastisches, was keine Aussage über das Verhalten eines einzelnen Quantenobjekts erlaubt, wohl aber Wahrscheinlichkeitsaussagen für eine große Anzahl von Quantenobjekten.

Das **Elektron** ist als klassisches Teilchen beschreibbar mit

Masse $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg und Elementarladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Es besitzt eine bestimmte Geschwindigkeit und damit kinetische Energie.

Das Elektron zeigt auch Welleneigenschaften. Es treten Beugung und Interferenz auf.

