

Planungsblatt Physik für die 6B

Woche 21 (von 21.01 bis 25.01)

Hausaufgaben ¹

Bis Donnerstag 24.01:

Lerne die Mitschrift von Montag und voriger Woche!

Bis Freitag 25.01:

Lerne die Mitschrift von Dienstag und Donnerstag!

Bis Dienstag 29.01:

Lerne die Mitschrift von voriger Woche!

Kernbegriffe dieser Woche:

Kraft, Stoß, Impuls, Energie, Erhaltungsgesetze, Drehimpuls, Drehungen, Schwingungen

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

- (a) **Dienstag** (5. Std): (i) HÜ-Bespr. – sSWH (ii) Federpendel reloaded: Wenn $x(t) = A \sin(\omega t)$, dann $v(t) = \omega A \cos(\omega t)$ und $a(t) = -\omega^2 A \sin(\omega t)$, also $a(t) = -\omega^2 x(t)$. Damit Seiten 29-31, vor allem die Herleitung $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ für ein Federpendel.
- (b) **Donnerstag** (3. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) das Fadenpendel (S.32) – eine geometrische Analyse für $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. (iii) Phase und Überlagerungen (S.33 & 34) – evt. mit Gitarre zeigen (iv) Fourier-Analyse: das Zerlegen eines periodischen Signals
- (c) **Freitag** (6. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) reelle Schwingungen sind gedämpfte Schwingungen, Modell davon $x(t) = Ae^{-\lambda t} \sin(\omega t)$; Rückkopplung und Erzwungene Schwingungen: Eigenfrequenz und Resonanz: Hängebrücke von Tacoma, 1940; im Einfachen: wie muss man bei einer Schaukel anschupsen?

Unterlagen auf www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html

¹Für manche Aufgaben wird auf Rückseite/Anhang/Buch/Arbeitsblatt verwiesen.

Potentielle Fragen zu Drehungen

- (1P) Definiere den Drehimpuls!
- (1P) Definiere das Trägheitsmoment!
- (2P) Der Mond hat eine Masse von etwa $7 \cdot 10^{22}$ kg. Auf etwa 387.000 km dreht sie einmal in 28 Tagen um die Erde. Berechne den Drehimpuls des Mondes!
- (2P) Erkläre, warum die Erde sich im Winter etwas schneller um die eigene Achse als im Sommer dreht. (Sei hier vollständig!)
- (2P) Eine Kugel mit Radius r und Masse m rollt auf einem Hang nach unten. Das Ende des Hangs ist h Meter niedriger als der Anfangspunkt der Kugel. Drücke die Endgeschwindigkeit v der Kugel in m , r , g und h aus. Hinweis: das Trägheitsmoment der Kugel ist $I = \frac{2}{5}mr^2$.
- (2P) Erkläre, warum ein hohler Zylinder langsamer als ein massiver Zylinder mit gleichem Radius einen Hang herunterrollt.
- (1P) Nenne drei Anwendungen von „Hebelwirkung“ und verdeutliche sie mit Skizzen!
- (2P) Drei Personen sitzen auf einer (langen) Wippe. Person A (40kg) sitzt 4m links von der Mitte, Person B (30kg) sitzt 2m links von der Mitte. Wo sollte Person C (50kg) sich hinsetzen, damit die Wippe balanciert? (Ja, nehmen wir an, die Wippe ist groß genug!)

Einige Notizen

Atome bestehen aus einem **Atomkern** und einer **Elektronenhülle**. Im Atomkern befinden sich die **Protonen** und **Neutronen**.

Isotope: Die chemischen Eigenschaften eines Stoffes werden durch die Elektronen bestimmt. Die Anzahl der Elektronen und Protonen sind in neutralen Atomen gleich. Darum ordnet man die Atome zuerst nach der Protonenzahl – jedes chemische Element hat eine bestimmte Anzahl von Protonen: die **Ordnungszahl** (auch wohl Atomnummer). Damit hat man die Anzahl der Neutronen noch nicht bestimmt. Verschiedene Variationen eines Elements, wobei also nur die Anzahl der Neutronen unterschiedlich ist, nennt man **Isotope** eines Elements. Schreibweise: ${}^N_A X$, wobei X das chemische Element andeutet, N die Anzahl der Nukleonen (Protonen und Neutronen zusammen also) und A ist die Ordnungszahl.

Isotope Wasserstoffs: 1_1H das übliche, 2_1H Deuterium, und 3_1H Tritium.

Ein Mol ist eine Stoffmenge: ein Mol ist eine Menge von etwa $6 \cdot 10^{23}$ Atome/Moleküle/Dingsbums.

Case-Study: Geschwindigkeit der Elektronen in einem stromdurchflossenen Leiter.

Um eine Idee zu bekommen, nehmen wir einige Abschätzungen: Durch ein Kupferkabel mit einer Länge von $1m$ und eine Querschnittsfläche von $1mm^2$ läuft ein Strom $I = 1A$. Des Weiteren, die Dichte von Kupfer beträgt etwa $9000 kg/m^3$. Somit hat das Kabel eine Masse von $m = \rho V = 9000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,009kg$, also 9 Gramm. Die mittlere Atommasse von Kupfer beträgt etwa 63,6 (Nukleonen). Darum hat 1 Mol Kupfer eine Masse von 63,6 Gramm. Darum enthält das Kabel $9/63,6 \approx 0,14$ Mol, das sind somit $0,14 \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 8,4 \cdot 10^{22}$ Atome und somit auch genau so viele freie Elektronen. Somit enthält ein Meter Kabel $8,4 \cdot 10^{22}$ freie Elektronen. Jede Sekunde geht 1 Coulomb, also etwa $6 \cdot 10^{18}$ Elektronen, an einem Ende des Kabels vorbei. Das ist nur ein Bruchteil von den $8,4 \cdot 10^{22}$ Elektronen im Kabel, und zwar nur ein Anteil von eins auf

$$\frac{8,4 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{18}} = 1,4 \cdot 10^4 = 14000.$$

Somit gehen die Elektronen nur $1/14000$ von einem Meter pro Sekunde weiter, also mit etwa $7 \cdot 10^{-5}m = 70\mu m$ pro Sekunde. In einer Minute sind das $4200 \mu m$, also $4,2mm$. In einer Stunde kommt so ein Elektron somit etwa 25cm weiter.

Es gibt noch andere Strategien diese Geschwindigkeit abzuschätzen, sei kreativ, und finde einige; das ist eine gute Übung.

Stromstärke in einem Punkt: die Menge an Elektronen (Ladungsträger), die pro Sekunde an einem Punkt vorbeifließen. Symbol: I . Einheit: Coulomb pro Sekunde, Ampere. Achtung: Ein Coulomb ist die Ladung von etwa $6,24 \cdot 10^{18}$ Protonen.

Spannung zwischen zwei Punkten: ist die Energiemenge, die pro Ladung erforderlich ist, diese Ladung vom einen zum anderen Punkt zu bewegen. Symbol: V , Einheit: Volt, Joule pro Coulomb.

Widerstand: Das Verhältnis zwischen V und I . Symbol: R . Einheit: Ohm Ω .

Ohm'scher Widerstand: ist ein Gerät (elektrisches Element), bei dem R nicht von V und/oder I abhängt, somit gleich bleibt.

Leistung eines Geräts: Beträgt die Spannung zwischen Ein- und Ausgang V und die Stromstärke durch das Gerät I , so ist die Leistung $P = VI$ gleich. Die Leistung gibt an, wie viel Energie pro Sekunde umgewandelt wird.

Spezifischer Widerstand eines Stoffes ist der Widerstand, den ein Kabel mit einer Länge von einem Meter und einer Querschnittsfläche von $1 mm^2$ hat. Es gilt die Formel $R = \rho \frac{l}{A}$ mit l Länge des Kabels und A Querschnittsfläche, ρ ist der spezifische Widerstand. Einheit: $\Omega m^{-1} mm^2$.

Leitungsband: hat ein Elektron genügend Energie, das Atom zu verlassen, und sich frei durch den Stoff zu bewegen, so ist es ein freies Elektron geworden, und man sagt, das Elektron befindet sich im Leitungsband. Man könnte sagen, das Leitungsband besteht aus diejenigen Energieniveaus, die es dem Elektron ermöglichen, sich frei durch den Stoff zu bewegen. Dass dieses Band von unten beschränkt ist, ist klar; dass dieses Band von oben beschränkt ist, eigentlich auch, denn bei zu viel Energie, fliegt es aus dem Stoff raus.

Thermische Elektronen sind Elektronen, die dadurch in das Leitungsband befördert wurden, dass die Atome ihre thermische Energie (wegen der Temperatur $T > 0$ schaukeln die sich ja hin und her, also haben sie eine Art Bewegungsenergie – thermische Energie) auf das Elektron übertragen – man kann sich das so vorstellen als eine Kollision, bei dem das Elektron weggekickt wird.

Feldlinien und Richtung des Magnetfeldes: Magnetische Feldlinien sind gedachte Linien, die die Richtung eines Kompass andeuten würden. Die Richtung wird dadurch bestimmt, in welche die Nordseite eines Magneten zeigen würde. Somit laufen die Feldlinien außerhalb des Magneten von Nord zu Süd; im Magneten von Süd zu Nord. Sie sind geschlossene Linien – also Schleifen.

Lorentzkraft: ist eine Kraft, die auf sich in einem Magnetfeld bewegende Ladungen wirkt. Diese Kraft steht normal auf Geschwindigkeit und Magnetfeld. Die Größe wird durch $F = qvB \sin(\theta)$ bestimmt, wobei q die Ladung, v die Geschwindigkeit, B ein Maß für die Stärke des Magnetfeldes und θ der Winkel zwischen Geschwindigkeit und Magnetfeld ist. Genaue Richtung der Lorentzkraft ist durch zB Korkezieherregel aka Schraubenzieherregel bestimmt.

Coulombkraft: die elektrische Kraft zwischen zwei Ladungen q_1 und q_2 auf Distanz r . Es gilt $F = f \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$ wobei $f \sim 8,99 \cdot 10^9 Nm^2 C^{-2}$ die Coulomb'sche Konstante ist – ein Proportionalitätsfaktor.

Elektrische Influenz: Unter Einfluss eines elektrischen Feldes bewegen sich die freien Ladungen und erzeugen dabei dann auch wieder ein elektrisches Feld. Dieses Phänomen heißt Influenz.

Polarisation: Viele Moleküle sind Dipole, haben also zwei Polen; ein Seite die (ein bisschen) positiv geladen ist, eine andere Seite ist etwas negativ geladen. Standardbeispiel ist Wasser. Wird nun ein elektrisches Feld angelegt (also, Ladungen werden irgendwo so organisiert, dass ihre elektrische Felder auch im Wasser präsent sind), so drehen / verschieben sich diese Dipole etwas. Diese Dipole erzeugen dann auch wieder ein elektrisches Feld. Das nennt man Polarisation.

Magnetisches Feld: hat eine Größe und eine Richtung. Die Richtung wird durch die Auslenkung einer Kompassnadel bestimmt. Die Größe wie folgt: Man bestimme die Kraft F auf einen stromdurchflossenen Leiter, und dann $B = \frac{F}{Is}$, wobei I die Stromstärke und s die Länge des Leiters ist. Gedanklich sollte man sich s als sehr klein denken, sodass B nur an einer (kleinen) Stelle bestimmt wird.

Weiteres zum B-Feld und Stromstärke – siehe Hand-Out Woche 12!

Impuls: Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, $\vec{p} = m\vec{v}$, ist somit eine vektorielle Größe. In einem abgeschlossenen System (keine Kräfte von außen) ist der Gesamtimpuls erhalten – dies folgt aus der Translationsinvarianz der Natur, so wie Energieerhaltung aus der Zeitverschiebungsinvarianz der Natur folgt.

Stoss: ist das Produkt aus Kraft mal Zeitintervall $\vec{F}\Delta t$. Ergibt dann die Änderung im Impuls $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ – vergleichbar mit Arbeit, nur ist hier ein Vektor im Spiel!

Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$, die Änderungsrate des Winkels, gibt an, wie sich der Winkel

bei einer Drehung pro Zeiteinheit ändert. Man ordnet der Winkelgeschwindigkeit auch einen Vektor zu: $\vec{\omega}$ zeigt in Richtung der Achse und zwar wie mit der rechten Hand bestimmt – Finger mit Drehrichtung mit, dann Daumen zeigt in Richtung von $\vec{\omega}$.

Drehimpuls: für ein Objekt mit Masse m , dass sich auf Distanz r um eine Achse dreht, ist $L = mvr$ der Drehimpuls. Genauer genommen sollte man definieren $\vec{L} = mr^2\vec{\omega}$, weil L eigentlich ein Vektor ist. Die Richtung ist durch die rechte Hand bestimmt – siehe Winkelgeschwindigkeit. Für zusammengesetzte Objekte teilt man das Objekt in viele kleine Massen auf, für all diese kann man \vec{L} ausrechnen, und nimmt man von all diesen Teildrehimpulsen die Summe, so erhält man den Drehimpuls des Objektes.

Erhaltung des Drehimpuls: in einem abgeschlossenes System, auf das keine äußeren Kräfte wirken, ist der Drehimpuls erhalten.

Trägheitsmoment: dreht sich ein Körper, so hat es eine rotationelle kinetische Energie E_{rot} . Aufgrund der Beziehung $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ für Punktteilchen erwartet man, dass $E_{rot} \sim \omega^2$, man definiert dann das Trägheitsmoment I mit der Gleichung $E_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$, und sie ist wie folgt theoretisch zu berechnen: teile den sich drehenden Körper in viele kleine Masse m_1, m_2, m_3, \dots auf. All diese Massen m_i haben eine Distanz r_i zur Drehachse, dann $I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 + \dots = \sum_i m_i r_i^2$. Geht man zurück zur Definition von L , so findet man $L = \sum_i m_i r_i v_i = \sum_i m_i r_i^2 \omega = I\omega$. Also $L = I\omega$ und $E_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$. Rollt ein Objekt, so besteht die totale kinetische Energie aus zwei Teilen: hier addiert man die lineare kinetische Energie $\frac{1}{2}mv^2$, wobei v die Geschwindigkeit der Achse / des Mittelpunktes ist, und die rotationelle Energie E_{rot} .