

Aktivität 1.4. Die Kinematik

Cultural Background

Die Kinematik ist ein Gebiet der Mechanik, das die Bewegung von Körpern rein geometrisch beschreibt mit den Größen Zeit, Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung, ohne die Ursachen der Bewegung (Kräfte) zu betrachten. Die Kinematik beschreibt *wie* sich ein Körper bewegt und wird daher auch als Bewegungslehre bezeichnet.

In Waldsee

In Waldsee's STEM high school credit program, students are introduced to kinematics and use their German to use equations and conduct experiments to describe and represent the motion of objects. Such equations are known as kinematic equations.

In the Classroom

In this unit students are introduced to kinematics and the math associated with predicting projectile motion.

Objectives

- **Communication**
 - Students will be able to understand kinematic word problems written in German and use information given to manipulate equations.
 - Students will be able to discuss issues of time and frequency in German.
 - Students will use German language constructions and vocabulary to describe and explain different experiments involving kinematics.
 - Students will understand general vocabulary and technical language.
 - Students will be able to follow commands given exclusively in German.
- **Connections**
 - Students will be able to make connections to the real world and get the knowledge to think about using alternative fuel cells in their daily lives.
 - Students will be able to discuss possible applications for fuel cell technology in the near or distant future.
- **Comparisons**
 - Students will be able to use their German to compare and contrast different experiments and discuss various hypotheses about the results.
- **Communities**
 - Students will work with one another to solve word problems.

Language Functions in Focus

- Describing procedures and processes
- Evaluating
- Suggesting
- Presenting information
- Giving reasons and explaining causality
- Comparing and contrasting
- Indicating agreement and disagreement
- Expressing and justifying opinions
- Analyzing and interpreting experiments

Materials

Students will need:

- Pencil and paper
- Calculator

Preparation

- Equation and Constant Sheet
 - Optional, depending on the rigor of the course
 - More advanced students can use single-variable calculus to solve nonlinear problems and recognize the differential relationship between distance, speed, and acceleration
- Example problems
- Student should have basic understanding of algebra and trigonometry

Generating Interest

Die kinematischen Gleichungen beschreiben Objekt- und Wurfbewegungen. Ein Objekt im freien Fall ist vielleicht das Verständlichste. Wenn wir wissen, wie lange ein Ball von einem Dach fällt, können wir die Höhe eines Gebäudes rechnen, da die Erdbeschleunigung auch eine bestimmte Größe ist. Die Kinematik wird auch als Navigationsmethode benutzt. Frühe Entdecker maßen ihre Geschwindigkeit, Zeit und Richtung, und damit konnten sie jeden Tag auf einer Karte ihre Position zeigen und ihrer Route folgen. Heutzutage lernen Piloten diese Methoden sowohl in der Theorie als auch in der Praxis.

Die Kinematik wird auch verwendet, um die Kraftstoffeffizienz und den Benzinverbrauch zu schätzen. Wie denkt ihr, dass Flugzeuge und Autos rechnen können, was ihre Kraft/Treibstoffeffizienz ist?

The teacher may want to use an example or a practice problem here to get students accustomed to using the first equation. Can be something as simple as "A plane flies at

a speed of 200 kph for 600 km and burns fuel at a rate of 60 liter per hour. How much fuel does the plane burn?" A: 180 liters

Flugzeuge und Autos messen das Gewicht der Kraft-/Treibstoff über eine gewisse Zeit oder Distanz. Damit berechnet das Auto die Kraftstoffeffizienz. Diese Berechnungen werden häufig während der Flugvorbereitung verwendet, da die Piloten ungefähr wissen können, wie viel Treibstoff sie tanken müssen.

Die Kinematik wird auch verwendet, um komplizierte Systeme zu beschreiben. Wir können Fragen wie "werden die Objekte sich aneinander stoßen?" oder "was ist die relative Geschwindigkeit zwischen den zwei Objekten?" benutzen.

Die Einheiten sind sehr, sehr wichtig in der Kinematik, da es einen großen Unterschied zwischen 1mm und 1Mm gibt. 1998 war der Mars Climate Orbiter ein Opfer falscher Einheiten. Lockheed Martin benutzte imperische Einheiten in seinem Software, während NASAs Software metrische Einheiten erwartete. Als der Orbiter über Mars flog, haben die Wissenschaftler erkannt, dass es viel zu nah geflogen war. Deshalb konnte der Orbiter keinen Rundflug schaffen und stürzte ab.

The teacher might consider an example problem for showing the importance of keeping track of units and how following them through problems is often the easiest way to a solution.

Presentation and Practice

The ultimate goal of this lesson is for students to understand the importance of kinematics, be able to use the equations to calculate approximate fuel burn, and to discuss these topics in German.

- Define the variables in the equations
- Describe projectile motion and bodies in free fall
- Calculate distances and displacement
- Review trigonometric identities
- Learn and use the vocabulary associated with the kinematic equations

$$1. \quad v = v_0 + at$$

$$2. \quad \Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t$$

$$3. \quad \Delta x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$4. \quad v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

The 4 Kinematic Equations

First define distance and displacement, then introduce the 3rd equation and go through variable definitions.

Die Distanz ist die gesamte Länge, die das Objekt gereist ist.

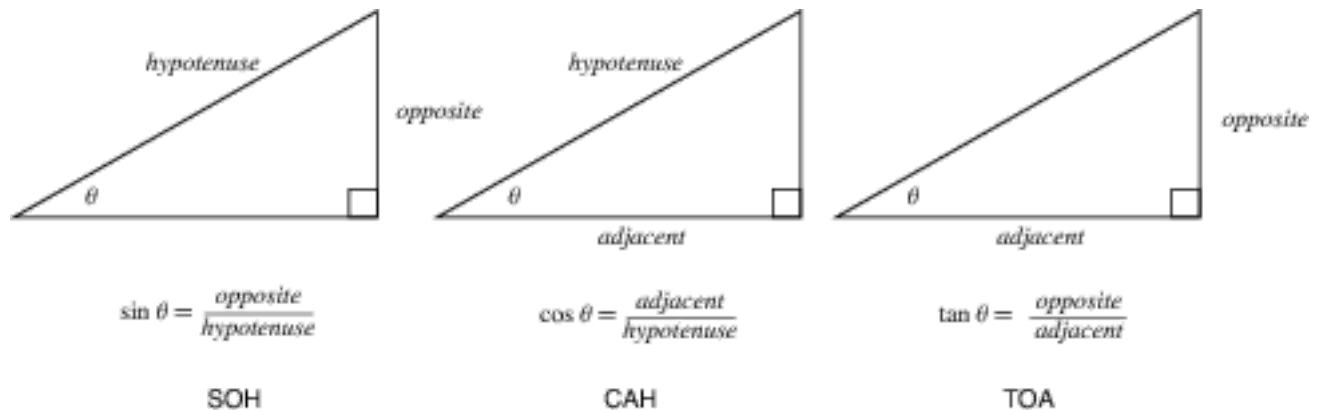
Der Abstand ist, wie weit das Objekt vom Startort (gerade Linie) gereist ist.

Die Variabel in der 3. Gleichung werden so definiert:

- Δx : Endpunkt minus Startpunkt, das heißt der Abstand zwischen End und Start
- v_0 : Anfangsgeschwindigkeit
- t : Zeit
- a : Beschleunigung, im Bereich dieses Kurses ist die Beschleunigung immer konstant oder null

Questions 1a, 1b, and 1c below are good intros to these concepts. Answers are 28 miles, 2 miles south of the start point, and 10 miles, respectively. After working through this problem start introducing the concept of gas economy discussed above. Problem 2 below is a more advanced kinematic problem. After that it is time to review the trigonometric identities.

Für ein rechtwinkliges Dreieck gilt:



Wobei auf Deutsch:

- *Hypotenuse* → Die Hypotenuse (c)
- *Opposite* → Die Gegenkathete (a)
- *Adjacent* → Die Nebenkathete (b)

Der Satz der Pythagoras gilt auch:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Damit können wir mit Vektoren arbeiten. Ein Vektor hat eine Magnitude **und** eine Richtung. Auf Deutsch sind *Velocity and Speed* das gleiche Wort. Weiß jemand, was es ist?

Die Geschwindigkeit

Aber es gibt einen sehr wichtigen Unterschied zwischen den zwei Konzepten. *Speed* ist nur eine Magnitude, zum Beispiel: 70 kph, 10 m/s, 60 mph usw.

Velocity ist ein Vektor, zum Beispiel: 70 kph Nördlich, 10 m/s in die positive x-Richtung, 60 mph in einer 45 grad Winkel zu der x-Richtung, usw.

Im Allgemeinen, ist die Durchschnittsgeschwindigkeit einer Reise die gesamte Laenge ueber die gesamte Zeit.

Alle Richtungen, die senkrecht zu einander stehen, zum Beispiel x, y, und z, sind unabhängig. Das heißt, dass die Geschwindigkeit in die x-Richtung hat keine Wirkung auf die Geschwindigkeit in die y-Richtung und andersherum.

Jetzt, dass wir Sinus, Cosinus, Tangens, den Satz des Pythagoras, und die Vektoren verstehen, können wir Probleme in drei Dimensionen lösen. Im Bereich dieses Kurses betrachten wir nur bis zwei Dimensionen, aber wir können die Gleichungen nur in einer Richtung auf einmal verwenden.

Fragen:

- Wie können wir unseren Verständnis des Satzes des Pythagoras als auch Vektoren zusammen verwenden, um die kinematischen Gleichungen zu benutzen?
 - A: Wir können die Geschwindigkeit Vektoren in Komponenten aufteilen, sodass wir die kinematischen Gleichungen verwenden können.
- *How can we combine our knowledge of the Pythagorean Theorem and vectors to use the kinematic equations?*
 - A: *We can find the vector components in each direction and use the equations to solve the individual directions*

Problem 3 is a good introduction to the concept of two dimensions, in this case up-down and forward-backward. Solutions are attached.

Fragen zur Diskussion:

1. *Friedl fährt seinen Lamborghini gerne in die Hollywood-Berge. Leider hat er sich verfahren. Er wollte zum Strand fahren, aber er ist in die falsche Richtung gefahren! Er ist erst 5 Meilen östlich gefahren. Dann biegt er nach links und fährt 20 Minuten mit einer Geschwindigkeit von 30 mph. Danach wendet er und fährt 8 Meilen. Er biegt links ab und fährt westlich 5 Minuten bei 60 mph. Als letztes biegt er rechts ab und fährt 2 Meilen nördlich.*
 - a. *Wie weit ist der Friedl gefahren? (Hinweis: Die Distanz)*
 - b. *Wie weit ist der Friedl am Ende von seinem Startpunkt? (Hinweis: Der Abstand)*
 - c. *Was ist die längste Strecke, die der Friedl gefahren ist?*
 - d. *Wenn seinen Lamborghini 14 mpg faehrt, wie viel Sprit hat der Friedl verbrannt? (A: 28 Gallonnen)*
2. *Ein Ball wird direkt in die Luft geworfen. Es wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit (v_0) von 10 m/s geworfen.*
 - a. *Wie lange ist der Ball in der Luft? (Hinweis: $t=2$ Sekunden)*
 - b. *Was ist der höchste Punkt des Balles? (Hinweis: $y=5$ m)*
3. *Ein Flugzeug startet mit einem Winkel von 30° . Es fliegt 180mph beim Aufstieg. Nach 5 Minuten 20 Sekunden fliegt der Pilot parallel zu der Erde und beschleunigt 1 Minute lang, bis er 600mph fliegt. Das Flugzeug fliegt 90 Minuten lang geradeaus. Bevor der Pilot den Sinkflug anfängt, bremst er 42 Meilen lang, bis er 240mph fliegt. Danach landet das Flugzeug mit einem Winkel von 30° .*

(Hinweis: Welche Variabel erkennt ihr?)
(Hinweis: EINHEITEN NICHT VERGESSEN)

 - a. *Wie hoch (in Meilen) fliegt das Flugzeug? (Hinweis: Einheit Meilen/Minute beibehalten , $y=8$ Meilen)*
 - b. *Was ist die Beschleunigung des Flugzeuges, wenn es diese Höhe erreicht? (Einheiten: Meilen/Min²)*

- c. Was ist die Beschleunigung des Flugzeuges, wenn es bremst?
- d. Wie weit ist das Flugzeug geflogen? (Hinweis: Y Richtung beachten)
- e. Wie weit sind die Flughäfen voneinander entfernt? (Hinweis: Abstand, es soll in Form $a + b\sqrt{3}$ sein)
- f. Wie lange hat der gesamte Flug gedauert? (Hinweis: Zeit)
- g. Nehme an, dass das Flugzeug im Reiseflug brennt 500 Pfund/stunde Treibstoff bei einer Schnittgeschwindigkeit von 450mph und 600 Pfund/stunde bei 600mph. Bei welcher Geschwindigkeit soll das Flugzeug fliegen, so wenig Treibstoff wie möglich zu verbrennen? (A: 600 mph)

Aufgaben:

1. Ein LKW fährt von Ort X zu Ort Y mit einer Geschwindigkeit $v_1 = 50 \text{ km/h}$ und anschließend auf dem gleichen Weg wieder zurück zu Ort X mit einer Geschwindigkeit $v_2 = 70 \text{ km/h}$.

Berechne die durchschnittliche Geschwindigkeit des LKW!

2. Ein Körper erfährt eine gleichmäßige Beschleunigung und legt dabei in 30 s eine Strecke von 330 m zurück. Außerdem verdreifacht sich in den 30 s seine Geschwindigkeit.

Berechne die Anfangsgeschwindigkeit und die Endgeschwindigkeit des Körpers!

This is a fairly advanced problem, might be good extra credit or for more advanced <https://www.grund-wissen.de/physik/mechanik/kinematik/aufgaben.html>. Some more problems:

3. Ein Federschwinger führt eine Schwingung nach dem Weg-Zeit-Gesetz $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(2\pi/T \cdot t)$ aus. Die Periodendauer ist $T = 0,54 \text{ s}$ und die Amplitude ist $y_{\max} = 9 \text{ cm}$.

Berechne die Geschwindigkeit und die Beschleunigung: a) in der Ruhelage, b) in den Umkehrpunkten!

Lösungstipps:

Harmonisches Mittel

$$a = (v - v_0) / t \quad \text{und} \quad v = \sqrt{\dots}$$

$v(t)$ und $a(t)$ bei einer harmonischen Schwingung

Wortschatz

Nouns:

<i>die Beschleunigung</i>	<i>die Geschwindigkeit</i>	<i>die Distanz</i>
<i>der Abstand</i>	<i>der Vektor</i>	<i>die Magnitude</i>
<i>die Kathete</i>	<i>Sinus/Cosinus</i>	<i>die Richtung</i>
<i>die Kinematik</i>	<i>der Winkel</i>	<i>die Strecke</i>
<i>die Entfernung</i>	<i>die Verschiebung</i>	<i>die Verdrängung</i>

Verbs:

<i>anstoßen</i>	<i>beschleunigen</i>	<i>fliegen</i>	<i>dauern</i>	<i>erreichen</i>
<i>fahren</i>	<i>verfahren</i>	<i>verdrängen</i>	<i>verschieben</i>	<i>berechnen</i>

Adjektive/Adverbs:

<i>höchste</i>	<i>längste</i>	<i>tiefste</i>	<i>rechtwinkliges</i>	<i>negativ\positiv</i>
----------------	----------------	----------------	-----------------------	------------------------