

Jahresarbeit im Fach Physik

Erstellung eines Videos zu Experimenten in der Kinematik

Fachlehrer: Herr Meuer

Kurs: Leistungskurs Physik 12/2

Namen: Martin Böhme und Maik Münch

Datum: 21.12.2001

| | |
|---|-----------|
| 1. VORWORT | 4 |
| 2. DIE EXPERIMENTE UND IHRE TECHNISCHE UMSETZUNG | 4 |
| 2.1 Die gleichförmige Bewegung | 4 |
| 2.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung | 5 |
| 2.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit | 5 |
| 2.2.2 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit | 6 |
| 3. GRAPHISCHE AUSWERTUNG | 8 |
| 3.1 Die gleichförmige Bewegung | 8 |
| 3.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung | 9 |
| 3.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit | 9 |
| 3.2.2 Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Zeit | 9 |
| 4. HERLEITUNGEN | 10 |
| 4.1 Die gleichförmige Bewegung | 10 |
| 4.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung | 11 |
| 4.2.1 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit | 11 |
| 4.2.2 Zusammenhang von Weg und Zeit | 11 |
| 5. FEHLERBETRACHTUNG | 12 |
| 5.1 Die gleichförmige Bewegung | 12 |
| 5.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung | 13 |
| 5.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit | 13 |
| 5.2.2 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit | 13 |
| 6. ZWECK UND METHODISCHE BEGRÜNDUNG | 14 |
| 6.1 Zweck des Videos | 14 |
| 6.2 Methodische Begründung | 14 |
| 7. GLIEDERUNG DES VIDEOS | 15 |
| 8. QUELLENACHWEIS | 16 |
| 9. SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG | 16 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 10. ANHANG | 17 |
| 10.1 Sprechertext | 17 |
| 10.2 Video | 20 |

1. Vorwort

Das Thema dieser Jahresarbeit besteht darin, ein Video über die gleichförmige Bewegung und die gleichmäßig beschleunigte Bewegung zu drehen. Im Mittelpunkt unserer Arbeit steht also ein Film, welcher als Lehrmittel eingesetzt werden soll. Ausgangspunkt dafür war der Gedanke, eine erhebliche Zeitersparnis durch den Wegfall des Aufbaus komplizierter Experimentieranordnungen zu erreichen. Dazu nutzen wir zwei Experimente der Kinematik, erklären diese, leiten entsprechende Formeln her und schreiben eine Auswertung. Dieser Film ist für die sechste, neunte und elfte Klasse konzipiert, wobei er in unterschiedlichen didaktischen Phasen eingesetzt werden kann. Die Filmidee, die Aufnahmen und die Bearbeitung dauerten insgesamt fünf Tage. Ebenfalls Bestandteil der Jahresarbeit ist eine ausführliche Dokumentation zum Video. Dabei werden methodische und technische Mittel näher erläutert.

Unterstützt wurden wir in fachlicher Hinsicht von Herrn Meuer, in technischen Angelegenheiten von Herrn Ahrens. An dieser Stelle möchten wir uns bei ihnen bedanken.

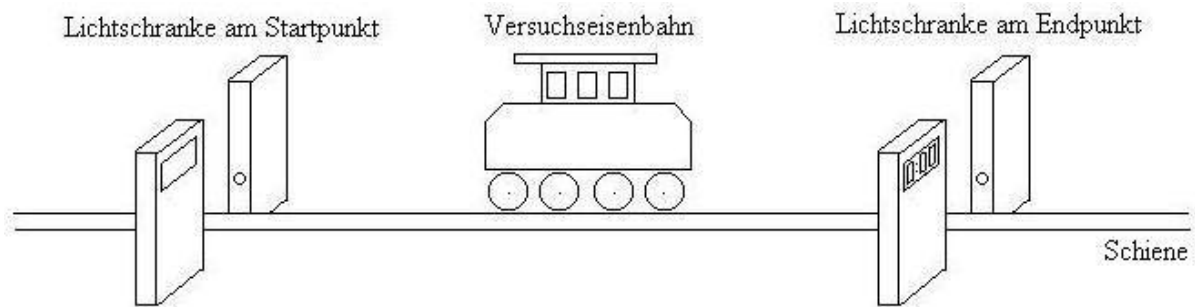
2. Die Experimente und ihre technische Umsetzung

2.1 Die gleichförmige Bewegung

Aufbau:

Eine Spielzeugeisenbahn legt fünf unterschiedliche Strecken zurück. Dabei wird bei jeder Fahrt der Eisenbahn mit Hilfe von zwei Lichtschranken die Zeit gemessen. Durchfährt die Eisenbahn die erste Lichtschranke, beginnt die Messung. Durchfährt sie dann die zweite Lichtschranke, welche sich am genau abgemessenen Endpunkt befindet, wird die Zeit gestoppt.

Skizze:



Messwerte:

Die bei den Versuchen gemessenen Werte werden in eine bereits vorbereitete Tabelle eingetragen.

| s in m | t in s |
|---------------|---------------|
| 0,2 | 0,873 |
| 0,4 | 1,779 |
| 0,8 | 3,503 |
| 1,2 | 5,251 |
| 1,4 | 6,056 |

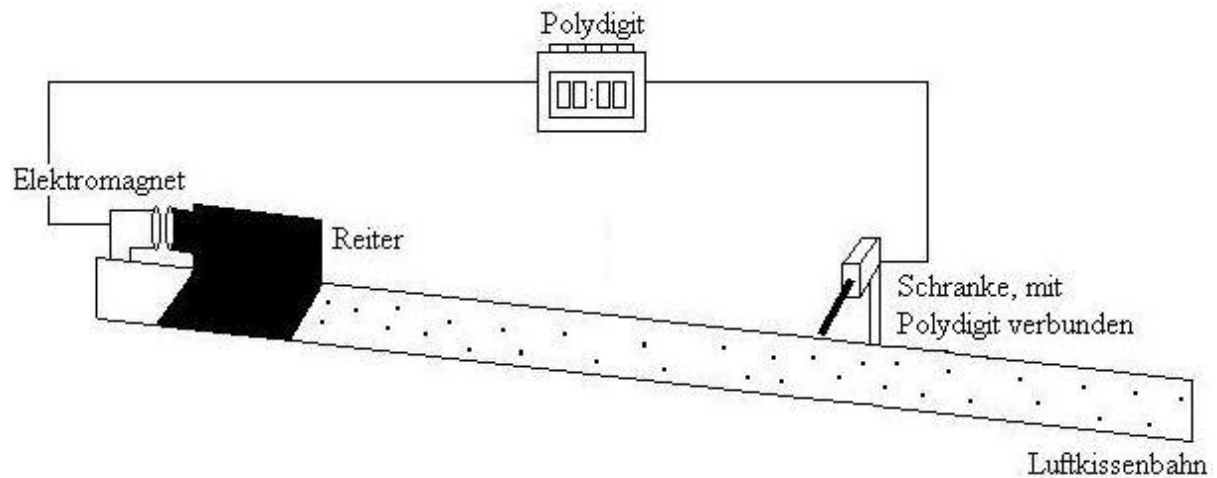
2.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

2.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit

Aufbau:

Bei diesem Experiment nutzen wir die Luftkissenbahn. Diese wird als geneigte Ebene verwendet, um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung zu erzielen. Auf die Luftkissenbahn wird ein Reiter gesetzt, der mit einem Elektromagneten gehalten wird. Der Magnet ist mit dem Polydigit verbunden und wird deaktiviert, sobald die Messuhr am Polydigit ausgelöst wird. Am Endpunkt der Messstrecke ist eine elektromechanische Schranke aufgebaut. Durchfährt der Reiter die Schranke, wird die Messuhr gestoppt. Nun werden fünf Versuche mit unterschiedlichen Strecken durchgeführt.

Skizze:



Messwerte:

Die Messergebnisse der fünf Versuche werden in eine vorbereitete Tabelle eingetragen.

| s in m | t in s |
|---------------|---------------|
| 0,2 | 1,31 |
| 0,4 | 1,91 |
| 0,8 | 2,67 |
| 1,2 | 3,28 |
| 1,4 | 3,54 |

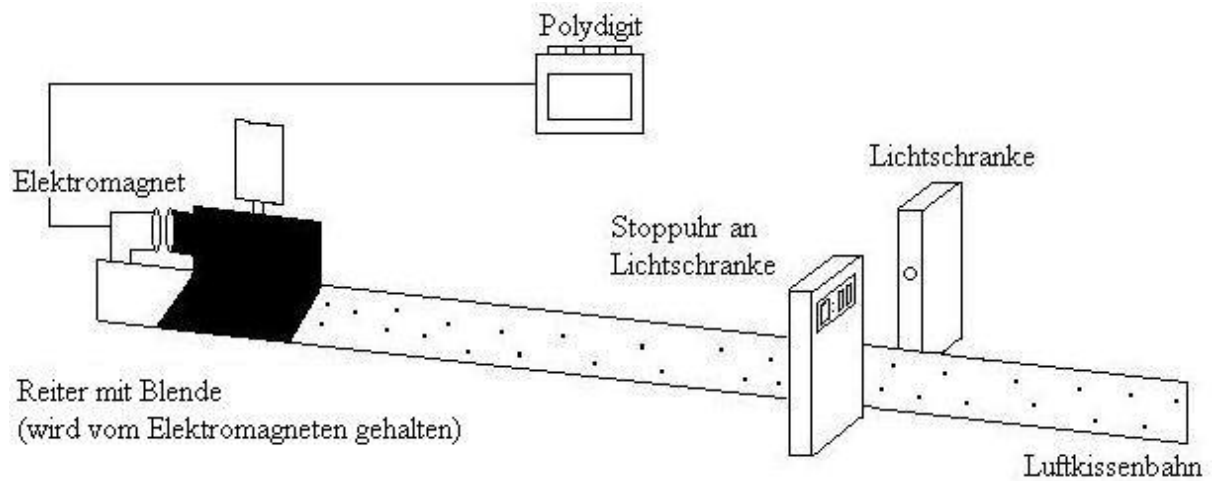
2.2.2 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit

Aufbau:

Wir nutzen bei diesem Versuch die gleiche geneigte Luftkissenbahn wie beim vorherigen Experiment. Ein Reiter mit einer 2 cm breiten Blende wird von einem Elektromagneten gehalten, der beim Auslösen des Polydigits deaktiviert wird. Am Endpunkt der Messstrecke ist eine Lichtschranke aufgebaut, die ausgelöst wird, sobald die Blende des Reiters eintritt. Hat die Blende die Lichtschranke vollständig passiert, wird die Zeit gestoppt. Somit wird die Zeit gemessen, die der Reiter am Ende der Messstrecke benötigt, um 2 cm zurückzulegen. Mit der erhaltenen Zeit und der Blendenbreite können wir nun die Geschwindigkeit des Reiters

am Ende jeder Messstrecke bestimmen. Wir nutzen die Formel $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Skizze:



Messwerte:

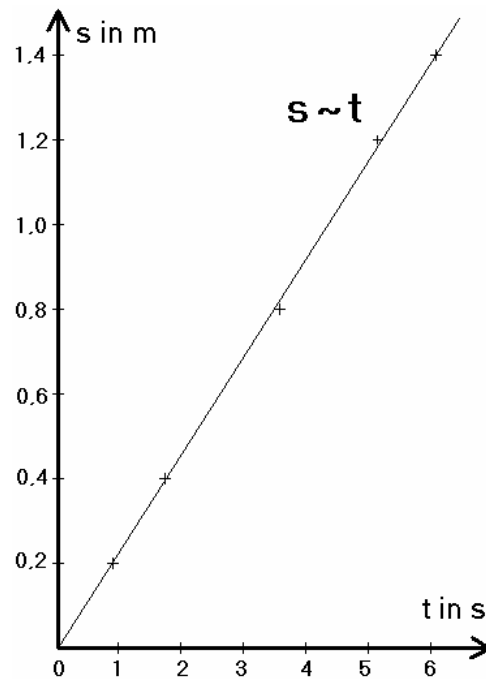
Die bei dem Versuch gemessenen Zeiten, die bekannte Blendenbreite Δs und die errechnete Geschwindigkeit werden in eine vorbereitete Tabelle eingetragen. Da wir im vorhergehenden Experiment die gleiche geneigte Luftkissenbahn benutzt haben, können wir die Zeiten und die Wege auch übernehmen.

| s in m | t in s | Δs in m | Δt in s | Geschwindigkeit mit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ in $\frac{m}{s}$ |
|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 0,2 | 1,31 | 0,02 | 0,068 | 0,29 |
| 0,4 | 1,91 | 0,02 | 0,049 | 0,41 |
| 0,8 | 2,67 | 0,02 | 0,035 | 0,57 |
| 1,2 | 3,28 | 0,02 | 0,029 | 0,69 |
| 1,4 | 3,54 | 0,02 | 0,027 | 0,74 |

3. Graphische Auswertung

3.1 Die gleichförmige Bewegung

Wir zeichnen nun die erhaltenen Messwerte in ein s-t-Diagramm ein und verbinden die entstandenen Punkte miteinander.

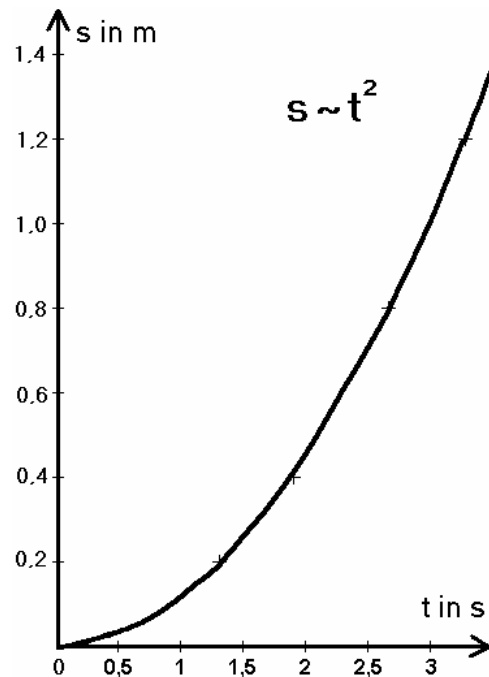


Es ist zu erkennen, dass sich ein Strahl ergibt. Dies lässt darauf schließen, dass es einen direkt proportionalen Zusammenhang von s und t gibt.

3.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

3.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit

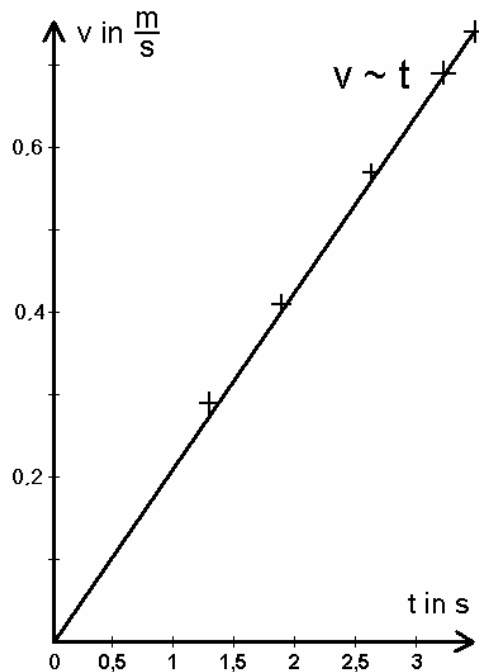
Wir zeichnen die erhaltenen Messwerte in ein s-t-Diagramm ein und verbinden die entstandenen Punkte miteinander.



Es ist zu erkennen, dass sich eine Parabel ergibt. Dies lässt darauf schließen, dass es sich um einen direkt proportionalen Zusammenhang von s und t^2 handelt.

3.2.2 Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Zeit

Wir zeichnen die erhaltenen Messwerte in ein v-t-Diagramm ein und verbinden die entstandenen Punkte miteinander. Dabei sind nicht die Zeitwerte entscheidend, die von der Blende benötigt werden, um die Lichtschranke komplett zu durchfahren, sondern die, die der Reiter benötigt, um die Messstrecke zurückzulegen.



Es ist zu erkennen, dass sich ein Strahl ergibt. Dies lässt darauf schließen, dass es sich um einen direkt proportionalen Zusammenhang von v und t handelt.

4. Herleitungen

4.1 Die gleichförmige Bewegung

Wir haben bei der graphischen Auswertung einen Strahl erhalten. Es ist also eine direkte Proportionalität zu erkennen, das heißt, bei einer Vergrößerung des Weges vergrößert sich auch die Zeit im gleichen Maße. Das könnten wir auch nachweisen, indem wir den Quotienten aus Weg und Zeit bilden. Dieser müsste dann stets gleich sein.

| Quotient $\frac{s}{t}$ in $\frac{m}{s}$ |
|---|
| 0,23 |
| 0,22 |
| 0,23 |
| 0,23 |
| 0,23 |

Wie in der Messwerttabelle zu sehen ist, ist das auch der Fall. Der erhaltene Quotient entspricht der Geschwindigkeit. Diese wird mit v gekennzeichnet. Ihre Einheit ist der Quotient aus der Einheit des Weges und der Einheit der Zeit, also Meter pro Sekunde ($\frac{m}{s}$).

4.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

4.2.1 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit

In der graphischen Auswertung des v-t-Zusammenhanges ergab sich ein Strahl. Wir haben auf einen direkt proportionalen Zusammenhang von v und t geschlossen. Jetzt überprüfen wir, ob das stimmt, indem wir den Quotienten aus v und t bilden. Es müsste sich ein konstanter Wert einstellen.

| Quotient $\frac{v}{t}$ in $\frac{m}{s^2}$ |
|---|
| 0,22 |
| 0,21 |
| 0,21 |
| 0,21 |
| 0,21 |

Es stellt sich ein konstanter Wert ein. Dieser Wert ist die Beschleunigung a. Die Einheit der Beschleunigung ist der Quotient aus der Einheit der Geschwindigkeit und der Einheit der Zeit, das heißt $\frac{m}{s^2}$. Die Formel zur Berechnung der Beschleunigung ist $a = \frac{v}{t}$.

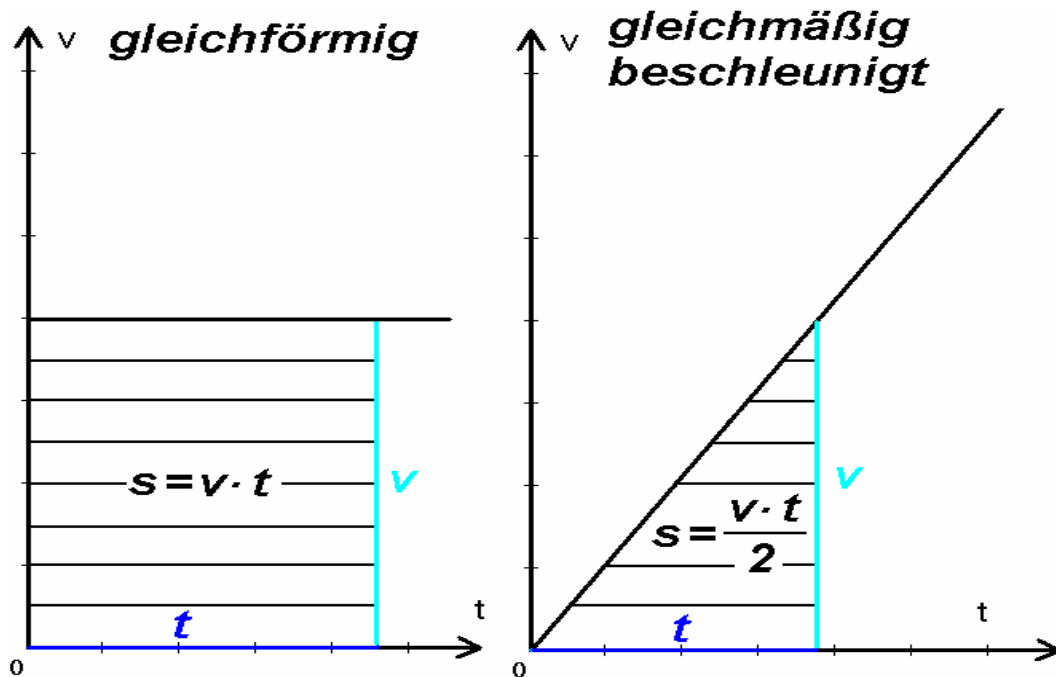
4.2.2 Zusammenhang von Weg und Zeit

In der graphischen Auswertung des Experimentes haben wir auf einen quadratischen Zusammenhang von s und t geschlossen. Deshalb bilden wir den Quotienten aus s und t^2 . Dieser müsste dann stets gleich groß sein.

| Quotient $\frac{s}{t^2}$ in $\frac{m}{s^2}$ |
|---|
| 0,12 |
| 0,11 |
| 0,11 |
| 0,11 |
| 0,11 |

Es stellt sich ein konstanter Wert ein. Die Größe des Proportionalitätsfaktors können wir erst bestimmen, nachdem wir die Formel zur Berechnung des Weges hergeleitet haben. Für die Herleitung der Formel nutzen wir das bekannte v-t-Diagramm der gleichförmigen Bewegung

und führen eine Analogiebetrachtung zwischen den v-t-Diagrammen der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung durch.



Bei der gleichförmigen Bewegung ist der Weg die Fläche unter dem Graphen und wird demzufolge mit $s = vt$ berechnet. Auch beim v-t-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten

Bewegung ist der Weg die Fläche unter dem Graphen und wird mit $s = \frac{vt}{2}$ berechnet.

Ersetzen wir v durch at , erhalten wir $s = \frac{a}{2} t^2$.

Damit wäre der direkt proportionale Zusammenhang von s und t^2 bewiesen, wobei $\frac{a}{2}$ der Proportionalitätsfaktor ist.

5. Fehlerbetrachtung

5.1 Die gleichförmige Bewegung

Zahlreiche im Folgenden genannte Fehlerquellen sind möglich, die aber aufgrund der Einfachheit des Experimentes und des fachlichen Niveaus in der sechsten Klasse zu vernachlässigen sind.

- Ungleichmäßiges Laufen des Motors
- Schienenstöße
- Rollreibung (hebt sich annähernd auf)
- Ungenaue Streckenmessung
- Ungenaue Zeitmessung

5.2 Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

5.2.1 Zusammenhang von Weg und Zeit

Es entfallen die ersten drei Fehler von 5.1, und die Reibung wird durch Verwendung der Luftkissenbahn auf ein Minimum reduziert.

5.2.2 Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit

Zu den unter 5.2 angegebenen Fehlern kommt in diesem Teilversuch eine weitere Fehlerquelle hinzu. Beim Durchlaufen des Reiters durch die Lichtschranke mit der 2 cm breiten Blende ändert sich die Geschwindigkeit vom Eintreten in den Lichtstrahl bis zum Austreten geringfügig. Da dieses Problem bei jeder der fünf Messungen auftritt (je größer der zurückgelegte Weg, desto kleiner die Geschwindigkeitsänderung Δv - siehe Rechnung), wirkt es sich nicht entscheidend auf die Ergebnisse aus. Es gilt, einen günstigen Kompromiss zwischen sehr schmaler Blende (sehr kleine Geschwindigkeitsänderung) und exakter Zeitmessung (breitere Blende) zu finden. Die 2 cm bilden einen optimierten Wert.

Geschwindigkeitsänderungen bei den fünf Messungen:

$$\Delta v_1 = 0,22 \frac{m}{s^2} \times 0,068 \text{ s} = 0,01496 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_2 = 0,21 \frac{m}{s^2} \times 0,049 \text{ s} = 0,01029 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_3 = 0,21 \frac{m}{s^2} \times 0,035 \text{ s} = 0,00735 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_4 = 0,21 \frac{m}{s^2} \times 0,029 \text{ s} = 0,00609 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v_5 = 0,21 \frac{m}{s^2} \times 0,027 \text{ s} = 0,00567 \frac{m}{s}$$

6. Zweck und methodische Begründung

6.1 Zweck des Videos

Das Video ist für den Einsatz im Stoffgebiet „Mechanik“ in den Klassenstufen 6, 9 und 11 geeignet. Dabei kann der Film in unterschiedlichen Phasen der Stoffbearbeitung genutzt werden.

In der Klassenstufe 6 bietet sich der erste Teil unseres Filmes in zwei verschiedenen Varianten an: Einerseits kann er zur Neuerarbeitung des Stoffes verwendet werden, da bereits eine fertige Auswertung des Telexperimentes „Die gleichförmige Bewegung“ im Video enthalten ist. Sollte andererseits vorgesehen sein, die Schüler in die Erarbeitung einzubeziehen, so kann der Film nach der Erfassung der Messergebnisse unterbrochen und zum Vergleich der erhaltenen Zusammenhänge herangezogen werden. Durch die komplexe Einheit von Versuch und Auswertung ist es aber auch möglich, das Video zur Festigung oder zur Wiederholung (zum Beispiel in einer Vertretungsstunde) einzusetzen.

In der neunten Klasse wird der erste Teil „Die gleichförmige Bewegung“ sicher nur als Wiederholung zu verwenden sein. Für den zweiten Teil „Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung“ haben wir für die Erarbeitung ähnliche Ziele verfolgt wie beim ersten. Das heißt, der Einsatz des Filmes ist für Neuerarbeitung, Erstfestigung und Wiederholung geeignet. Wir haben jedoch beide Telexperimente des zweiten Teiles zunächst ohne Auswertung aufgenommen, so dass der unterrichtende Lehrer frei entscheiden kann, ob er die Erarbeitung komplett über den Film nutzt oder durch Unterbrechung die Schüler einbeziehen möchte. Am Ende erfolgt deshalb die Auswertung komplett für beide Telexperimente.

In der Jahrgangsstufe 11 bietet sich das Video selbstverständlich nur als Wiederholung zur Vermittlung von Grundlagen an.

6.2 Methodische Begründung

Für das Experiment „Die gleichförmige Bewegung“ haben wir eine Spielzeugeisenbahn gewählt, um altersspezifische Gesichtspunkte zu gewährleisten. Darunter ist zu verstehen, dass für Kinder einer sechsten Klasse eine Eisenbahn sicher besser geeignet ist als beispielsweise die sehr kompliziert wirkende Luftkissenbahn. Außerdem gewährleistet die Eisenbahn eine annähernd gleichförmige Bewegung (siehe 5.1). Die Verwendung von Lichtschranken sichert eine genauere Zeitmessung als die Zeiterfassung mit Stoppuhr. Zeitliche Verzögerungen durch menschliche Reaktionen werden ausgeschlossen.

Bei der Auswertung des Experimentes verzichten wir bewusst auf eine überhöhte Fachsprache, um die Kinder vom eigentlichen Schwerpunkt nicht abzulenken. So ersetzen wir zum Beispiel den Begriff „Proportionalität“ durch die Formulierung „Mit größer werdendem Weg steigt die Zeit im gleichen Maße.“ Die Proportionalität wird im Fach Mathematik im Laufe des sechsten Schuljahres behandelt und kann so bei der Erarbeitung der gleichförmigen Bewegung nicht zwingend vorausgesetzt werden.

Im Experiment „Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung“ verwenden wir die Luftkissenbahn. Sie eignet sich durch die Reduzierung der Reibung auf ein Minimum hervorragend für viele Bewegungsvorgänge, im Besonderen für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Die Bevorzugung als geneigte Ebene gegenüber der horizontalen Ebene mit Beschleunigung durch geeignete Antriebskräfte (Gewichtskraft eines Massestücks mittels fester Rolle) vereinfacht das Experiment für die Schüler.

Die Kopplung des Elektromagneten als Starter mit der Zeiterfassung realisiert geringste Zeitverzögerungen. Gleiches gilt für die elektromechanische Schranke als Endpunkt.

7. Gliederung des Videos

| | |
|-------|--|
| 00:00 | Vorspann |
| 00:40 | Die gleichförmige Bewegung – Zusammenhang von Weg und Zeit |
| 02:30 | Auswertung |
| 04:15 | Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung – Zusammenhang von Weg und Zeit |
| 06:15 | Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung – Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeit |
| 08:25 | Auswertung beider Telexperimente |
| 08:25 | Erstes Telexperiment |
| 09:20 | Zweites Telexperiment |
| 11:00 | Herleitung |
| 12:05 | Zusammenfassung |
| 12:30 | Abspann |
| 13:00 | Ende des Videos |

8. Quellennachweis

- Lehrplan Gymnasium Physik (Sächsisches Staatsministerium für Kultus; Dresden; 2001)
- Lehrplan Gymnasium Mathematik (Sächsisches Staatsministerium für Kultus; Dresden; 2001)
- Physik 11/12 Schülerexperimente (Volk und Wissen Volkseigener Verlag; Berlin; 1984)
- Sammelmappe des Betreuungslehrers

9. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erklären wir an Eides statt, dass wir diese Jahresarbeit im Fach Physik mit dem Thema „Erstellung eines Videos zu Experimenten in der Kinematik“ ohne fremde Hilfe angefertigt haben und nur die im Quellennachweis angegebenen Hilfen genutzt haben.

Dresden, 21.12.2001

Martin Böhme

Maik Münch

10. Anhang

10.1 Sprechertext

- Welchen Gesetzmäßigkeiten unterliegen diese Bewegungen?
- Bei unseren Überlegungen wollen wir mit der gleichförmigen Bewegung beginnen. Wir untersuchen den Zusammenhang von Weg und Zeit.
- Dazu wählen wir folgenden Experimentieraufbau:
Eine Eisenbahn bewegt sich mit gleichbleibendem Tempo auf einer vorgegebenen Strecke.
Die dafür benötigte Zeit ermitteln wir, indem wir am Start- und am Endpunkt eine Lichtschranke aufstellen.
- Durchfährt der Zug die erste Lichtschranke, beginnt die Zeit zu laufen.
Mit dem Erreichen der zweiten Lichtschranke wird sie gestoppt.
- Diesen Versuch führen wir mit insgesamt 5 verschiedenen Strecken durch.
- | | | |
|------|---|--------|
| 0,2m | - | 0,873s |
| 0,4m | - | 1,779s |
| 0,8m | - | 3,503s |
| 1,2m | - | 5,251s |
| 1,4m | - | 6,056s |
- Unsere Messergebnisse tragen wir nun in die vorbereitete Tabelle ein:
- Um den Zusammenhang zu verdeutlichen, zeichnen wir ein Diagramm. Den Weg tragen wir auf der senkrechten, die Zeit auf der waagerechten Achse ein.
- Wir tragen die Messwerte der Tabelle in das Diagramm ein. Die so entstandenen Punkte verbinden wir. Es ergibt sich ein Strahl. Wir erkennen also: Verdoppeln wir den Weg, so verdoppelt sich auch die Zeit. Vervierfachen wir den Weg, so vervierfacht sich auch die Zeit usw. Das heißt:
- Mit größer werdendem Weg steigt die Zeit im gleichen Maße.
- Das können wir auch nachweisen, indem wir den Quotienten aus Weg und Zeit, also s durch t bilden. Dieser müsste dann stets gleich sein.
- Bis auf eine kleine Abweichung, die durch Messungenauigkeiten entstanden sein kann, trifft das auch zu.
- Den Quotienten s durch t bezeichnen wir mit der Geschwindigkeit klein v .
- Fassen wir also noch einmal zusammen:

- Die Geschwindigkeit klein v gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt, das heißt, welchen Weg der Körper in einer bestimmten Zeit zurücklegt. Als Formel notieren wir: v ist gleich s durch t . Die Einheit der Geschwindigkeit ist Meter pro Sekunde.
- Jetzt widmen wir uns der gleichmäßig beschleunigten Bewegung. Wir wollen zunächst einen Zusammenhang zwischen dem zurückgelegten Weg und der dafür benötigten Zeit herausfinden. Wir wählen folgenden Versuchsaufbau:
- Um die Beschleunigung zu gewährleisten, nutzen wir eine geneigte Ebene. Um Reibungsverluste nahezu auszuschließen, verwenden wir eine Luftkissenbahn.
- Auf ihr gleitet dieser Reiter.
- Am oberen Startpunkt wird der Reiter bis zum Beginn der Bewegung von diesem Elektromagneten gehalten.
- Während der Bewegung des Reiters erfasst die Stoppuhr die Zeit.
- Sie endet beim Auftreffen des Körpers auf die elektromechanische Schranke.
- Diesen Versuch führen wir mit insgesamt 5 verschiedenen Strecken durch.
- 0,2m - 1,31s
- 0,4m - 1,91s
- 0,8m - 2,67s
- 1,2m - 3,28s
- 1,4m - 3,54s
- Diese Messergebnisse tragen wir nun in die vorbereitete Tabelle ein. Die Auswertung nehmen wir an späterer Stelle vor.
- Nun wollen wir einen Zusammenhang zwischen der Zeit und der dabei erreichten Geschwindigkeit ermitteln. Die einzelnen Zeiten entnehmen wir dem ersten Teilversuch, da wir den gleichen Körper auf der gleichen geneigten Ebene verwenden. Außerdem nutzen wir die gleichen Strecken.
- Um die Momentangeschwindigkeit zu bestimmen, verwenden wir die Gleichung v ist gleich Δs durch Δt , wobei Δt möglichst klein sein muss. Das realisieren wir durch diesen Reiter, auf dem sich eine 2 cm breite Blende befindet. Das heißt Δs ist gleich 2 cm.
- Die Lichtschranke zählt so lange die Zeit, wie die Blende beim Durchlaufen den Lichtstrahl unterbricht. So erhalten wir Δt .

- 0,2m - 0,068s
- 0,4m - 0,049s
- 0,8m - 0,035s
- 1,2m - 0,029s
- 1,4m - 0,027s
- Auch jetzt tragen wir die Messergebnisse in die Tabelle ein.
- Wir beginnen jetzt mit der Auswertung beider Teilexperimente mit der Luftkissenbahn. Zur Erinnerung: Wir hatten zu verschiedenen Strecken verschiedene Zeiten gemessen.
- Unsere Messergebnisse tragen wir jetzt in dieses Diagramm ein.
- Es ergibt sich ein Graph in der Form einer Parabel.
- Wir schließen auf die Beziehung s proportional zu t Quadrat.
- Um diese Proportionalität nachzuweisen, bilden wir den Quotienten aus s und t Quadrat.
- Es ergibt sich tatsächlich ein annähernd konstanter Wert. Die Größe des Proportionalitätsfaktors erhalten wir mit der Auswertung des zweiten Teilexperiments.
- Diese Messergebnisse ermittelten wir im zweiten Experiment.
- Um den Zusammenhang von Zeit und Geschwindigkeit zu zeigen, müssen wir noch letztere mittels Δs durch Δt ermitteln.
- Daraus ergeben sich folgende Geschwindigkeiten. Für unsere Untersuchungen ist die Spalte mit Δt nicht mehr erforderlich.
- Jetzt sind die Werte von t und v direkt zusammengestellt.
- Für den Zusammenhang zeichnen wir ein v - t -Diagramm und tragen die Werte aus der Tabelle ein.
- Als Graph ergibt sich ein Strahl.
- Dies lässt auf die direkte Proportionalität zwischen v und t schließen.
- Zum Nachweis bilden wir jeweils den Quotienten aus v und t .
- Es stellt sich wieder ein konstanter Wert ein.
- Diesen Wert bezeichnen wir als Beschleunigung klein a .
- Fassen wir also zusammen: Die Beschleunigung klein a gibt an, wie schnell sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändert. Als Formel erhalten wir a ist gleich Δv durch Δt . Dabei ist Δv die Differenz aus End- und Anfangsgeschwindigkeit und Δt das entsprechende Zeitintervall. Die Einheit der Beschleunigung ist Meter pro Sekunde ins Quadrat.

- Im folgenden wollen wir nun eine Gleichung zur Berechnung des Weges herleiten.
- Dazu nutzen wir das bekannte v-t-Diagramm der gleichförmigen Bewegung.
- Wir führen eine Analogiebetrachtung durch.
- Bei der gleichförmigen Bewegung wird der Weg nach der Formel s ist gleich v mal t berechnet, dargestellt durch die linke schraffierte Fläche. Entsprechend ergibt sich für die rechte Fläche s ist gleich v mal t halbe.
- Von dieser Beziehung gehen wir bei unserer Herleitung aus.
- Wir ersetzen in der Gleichung die Geschwindigkeit v durch a mal t und erhalten s ist gleich a mal t mal t halbe.
- Zusammengefasst ergibt sich also s ist gleich a halbe mal t Quadrat. Dadurch ist im Nachhinein auch die Proportionalität zwischen s und t Quadrat erwiesen, wobei der Proportionalitätsfaktor a halbe ist.
- Und jetzt noch einmal alle Beziehungen auf einen Blick.

10.2 Video