

Ziel:

Es sollen die Zusammenhänge zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse und Kraft bei einer geradlinigen Bewegung experimentell erfasst und untersucht werden.

Methoden:

Es wird die Bewegung eines Gleiters auf einer Luftkissenbahn studiert. Der Gleiter wird einmal durch eine fallende Masse beschleunigt, Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung werden mit dem Bewegungsmesswandler registriert und auf einem y-t-Schreiber dargestellt. Im anderen Fall wird die Beschleunigung des Gleiters auf einer schiefen Ebene gemessen, woraus sich die Erdbeschleunigung berechnen lässt.

Erläuterungen:

Bei Experimenten auf der Luftkissenbahn wird zwar die Reibung sehr stark vermindert, eine Restreibung bleibt aber dennoch. Ferner ist der Luftwiderstand auch nicht ganz zu vernachlässigen, sodass mit gewissen Abweichungen von den theoretisch erwarteten Werten zu rechnen ist. Bei Beschleunigungsversuchen ist zu beachten, dass neben dem Luftkissengleiter die beschleunigende Masse ebenso beschleunigt werden muss. Ebenfalls wird die Rolle, über die das Seil läuft, auch beschleunigt. Auch dieser Effekt ist mit zu berücksichtigen.

Theorie:

Kinematik der geradlinigen Bewegungen, Newtonsche Axiome

Literatur:

Physikalisches Praktikum: Becker S. 8 ff., Leybold: Bewegungsmesswandler

Geräte:

- 1 Luftkissenbahn mit Gleiter und Zusatzmassen
- 1 Haltemagnet
- 1 Bewegungsmesswandler
- 1 y-t-Schreiber
- 1 Drehspulgalvanometer

Name: Klasse: Datum:

Beurteilung:

Aufbau, Durchführung, Genauigkeit

Auswertung und Protokoll

Gesamtnote

Grundlagen:**Bewegungsgleichungen**

Wirkt eine Kraft F auf einen Massenpunkt m , so erfährt er die Beschleunigung a nach der Gleichung

$$(1) \quad F = m \cdot a$$

Für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung gelten folgende Zusammenhänge:

$$(2) \quad v = \frac{ds}{dt} = \dot{s} \quad s = \int v \, dt$$

$$(3) \quad a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s} \quad v = \int a \, dt$$

Aus der Kraft F und der Masse m wird die Beschleunigung a berechnet. Durch Integrieren erhält man dann die Geschwindigkeits-Zeit-Gleichung und weiters durch nochmaliges Integrieren die Weg-Zeit-Gleichung.

Ist die Beschleunigung konstant, also bei der gleichmässig beschleunigten Bewegung, und sind die Anfangsbedingungen mit $s(0) = s_0$ und $v(0) = v_0$ gegeben, erhält man folgende Gleichungen:

$$(4) \quad s = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t + s_0$$

$$(5) \quad v = at + v_0$$

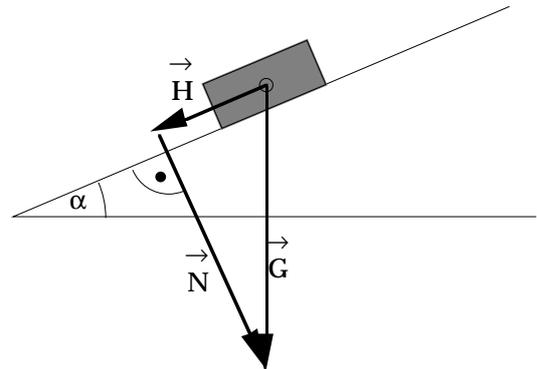
Für den Fall, dass $a = 0$ ist, erhält man eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit, eine gleichförmige Bewegung.

Schiefe Ebene

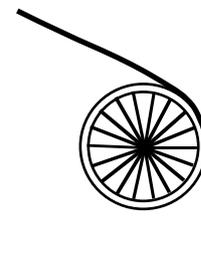
An der schiefen Ebene ist der Hangabtrieb \vec{H} für die Beschleunigung verantwortlich. Er ist vom Winkel α abhängig. Es gilt:

$$(6) \quad H = mg \sin \alpha$$

$$(7) \quad N = mg \cos \alpha$$

**Messmethoden und Messgeräte:****Bewegungsmesswandler**

Der Bewegungsmesswandler besteht aus einem Grundgerät mit Stromversorgung und Auswertungs-elektronik und einer daran anschliessbaren Rolle mit Speichenrad. Läuft ein Faden über die Rolle, wird sie gedreht, das Speichenrad wird dabei optisch abgetastet. Die Abtastimpulse werden in der Auswertungs-elektronik in zum Weg, zur Geschwindigkeit und zur Beschleunigung proportionale Spannungen umgewandelt. Somit können Weg, Momentangeschwindigkeit und Momentanbeschleunigung auf einem Messgerät abgelesen oder direkt auf einem y-t-Schreiber aufgezeichnet werden.



Durchführung des Experiments:

1. Justierung der Luftkissenfahrbahn

Zuerst wird die Fahrbahn horizontal ausgerichtet. Dies erreicht man durch Drehen an den Höhenverstellerschrauben, sodass der Wagen an verschiedenen Stellen der Fahrbahn nicht mehr von selbst in Bewegung gerät.

2. Bewegungsmesswandler

Nun können Sie sich mit dem Bewegungsmesswandler vertraut machen. Über das Speichenrad wird ein Seidenfaden gelegt. In Experimenten, in denen der Faden nicht durch eine bestimmte Beschleunigungsmasse gespannt wird, wird zum Spannen des Fadens eine Büroklammer (ca. 0,5 g) verwendet. Zum Ausgleich wird durch Drehen an den Einstellschrauben das Gewicht der Büroklammer kompensiert. Wird die Masse des Wagens gross gewählt (Auflegen von Zusatzmassen), ist der Fehler durch die Büroklammer gering.

3. Gleichmässig beschleunigte Bewegung

Die Fahrbahn wird genau horizontal eingestellt. Der Wagen wird durch das Gewicht einer am Ende des Seidenfadens angehängten Masse beschleunigt. Für die Auswertung ist zu bedenken, dass durch die beschleunigende Kraft nicht nur der Wagen sondern das ganze System bestehend aus Wagen, Beschleunigungsmasse und Speichenrad beschleunigt wird. Es ist also die Summe der Einzelmassen als beschleunigte Masse einzusetzen. Für das Speichenrad kann in der Rechnung eine Rollenersatzmasse von $\mu = 1g$ eingesetzt werden. Der Wagen wird durch einen Magnet in der Ausgangsposition gehalten. Um Remanenzeinflüsse nach dem Ausschalten des Stromes zu verringern, ist es zweckmässig, ein Stück Papier zwischen Elektromagnet und Gleiter zu klemmen.

In den Versuchen (auch mit verschiedener Wagenmasse und verschiedenen Beschleunigungsmassen) wird jeweils die Beschleunigung des Wagens gemessen (Voltmeter am a-Ausgang des Bewegungsmesswandlers anschliessen). Aus den Messdaten kann jeweils die Erdbeschleunigung g berechnet werden.

4. Bewegungsdiagramme

Der Wagen wird wie in Nr. 3 beschleunigt. Mit einem y-t-Schreiber werden eine s-t-Kurve, eine v-t-Kurve und eine a-t-Kurve aufgezeichnet. Die Form der Kurven soll diskutiert werden.

5. Schiefe Ebene

Das Experiment wird mit einem Gleiter mit Zusatzmasse ausgeführt. Zunächst wird der Seidenfaden mit einer Büroklammer gespannt und der Gleiter ins Gleichgewicht gebracht (Die drei Stellschrauben werden ganz hineingedreht. Dann wird die grosse Stellschraube so weit herausgedreht, dass der Gleiter im Gleichgewicht ist.). Der Rändelknopf der grossen Stellschraube wird an einer Stelle des Umfangs markiert. Nun wird die Neigung der Ebene durch Drehen der grossen Stellschraube um jeweils $2\frac{1}{2}$ Umdrehungen geändert, bis das Maximum bei ca. 15 Umdrehungen erreicht ist. Jedesmal wird die Beschleunigung des Wagens ermittelt. Bei der grössten Neigung soll auch die Gleitermasse variiert werden.

Der Abstand der Auflagepunkte beim Fahrbahngestell beträgt $l = 0,85$ m, die Ganghöhe der Stellschraube ist $\Delta h = 1,25$ mm. Aus diesen Werten und der Erdbeschleunigung kann die Beschleunigung des Wagens ermittelt werden. Die berechneten Werte sind mit den gemessenen zu vergleichen.

Klasse: Datum:

Namen:

1) Justierung

2) Bewegungsmesswandler

3) Gleichmässig beschleunigte Bewegung

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ Fehler $< 2\%$

3) Bewegungsdiagramme:

4) Schiefe Ebene:

$a =$ 0,036/ 0,072/ 0,108/ 0,144/ 0,180/ 0,216 (berechnet)

a (gemessen)

Beurteilung:

Aufbau, Durchführung, Genauigkeit

Auswertung und Protokoll

Gesamtnote