

Experiment 1:

Gesetze der Mechanik

1. Vorbetrachtungen

- 1) Hängt man einen Körper der Masse 400 g an eine Schraubenfeder, so wird sie um 10 cm verlängert. Aus dieser Gleichgewichtslage wird der Körper 5 cm angehoben und losgelassen.
 - a) Mit welcher Frequenz schwingt dieses Federpendel?
 - b) Wie viel Schwingungsenergie enthält es?

- 2) Ein Körper schwingt harmonisch mit der Frequenz $f = 0,8$ Hz und der Amplitude $s = 10$ cm. Welche Geschwindigkeit hat er in der Gleichgewichtslage?

Bei welcher Elongation s ist die Geschwindigkeit $v = 0,25$ m/s?

- 3) Ein Wagen der Masse $m = 0,6$ kg ist zunächst horizontal zwischen zwei Federn gespannt. Die Richtgröße der einen Feder ist $D = 9,50$ N/m.

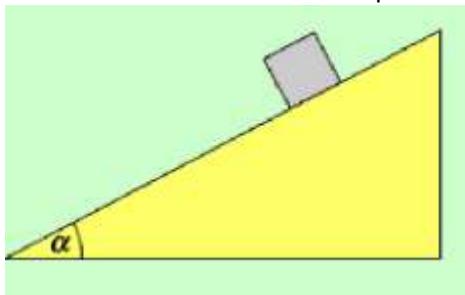
- a) Wie groß muss man die Richtgröße der anderen Feder wählen, damit das System mit $T = 1,00$ s schwingt?
- b) Wie ändert sich T , wenn man m verdoppelt?
- c) Die Anordnung wird schräg gestellt. Ändert sich die Schwingungsdauer? Begründen Sie.
(Durch das Schrägstellen wirkt auf den Wagen zusätzlich eine konstante Hangabtriebskraft. Dadurch verschiebt sich die Gleichgewichtslage. Die konstante Kraft ändert jedoch nicht die Richtgröße D des Systems, also auch nicht die Periodendauer.)



- 4) Auf einer geneigten Ebene befindet sich eine frei bewegliche Kugel. Wenn man die geneigte Ebene mitsamt der Kugel in geeigneter Weise bewegt, bleibt die Kugel relativ zur geneigten Ebene in Ruhe. Geben Sie mindestens eine Möglichkeit an, wie diese Bewegung erfolgen müsste, und begründen Sie Ihren Vorschlag!

- 5) Geneigte Ebene

Skizzieren Sie die auf einen Körper auf der geneigten Ebene wirkenden Kräfte.



Zeigen Sie, dass man mit der Gleichung $\tan(\alpha) = \mu$ den Winkel bestimmen kann, von dem an ein Körper auf der geneigten Ebene anfängt zu rutschen.

Wofür steht μ ?

2. Experimentelle Untersuchungen

2.1. Untersuchen Sie den Zusammenhang zwischen Hangabtriebskraft und Beschleunigung!

- Bauen Sie dazu eine geneigte Ebene der Länge 2m auf und messen Sie für verschiedenen Höhen die Zeit, die ein Wagen für die Abfahrt benötigt.
- Stellen Sie die Beschleunigung in Abhängigkeit von der Hangabtriebskraft graphisch dar.

Geneigte Ebene		Gewichtskraft in N	Hangabtriebskraft in N	Weg s in m	Zeit t in s				Beschleunigung a in m/s ²	F/a in kg
Höhe in m	Länge in m				Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert		
0,2	2									
0,3	2									
0,4	2									
0,5	2									

- Ergebnis + Fehleranalyse

2.2. Untersuchungen zur Schwingungsenergie einer Feder

2.2.1. Bestimmen Sie die Federkonstante der Feder!

- Messen Sie die Rückstellkraft der Feder für verschieden Auslenkungen!
- Stellen Sie die Abhängigkeit der Rückstellkraft von der Auslenkung grafisch dar!
- Bestimmen Sie für jedes Wertepaar die Federkonstante und berechnen dann den Mittelwert!

$$D = \frac{F}{s}$$

- Berechnen Sie die mittlere lineare Abweichung und die Standardabweichung!

2.2.2. Stellen Sie die Schwingungsenergie der Feder in Abhängigkeit von der Auslenkung grafisch dar!

Berechnen Sie dazu für jede in 1. gemessene Auslenkung die Schwingungsenergie!

$$E = \frac{1}{2} D s^2$$

2.2.3. Welchen Einfluss hat die Schwingungsenergie auf die Schwingungsdauer?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Je größer die Schwingungsenergie, desto kürzer die Schwingungsdauer.

2.2.4. Stellen Sie die maximale Geschwindigkeit des Massestücks in Abhängigkeit von der maximalen Schwingungsenergie der Feder grafisch dar!

$$\frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{2} D s^2$$

$$v = \sqrt{\frac{D s^2}{m}}$$

Berechnen Sie dazu für jede in 1. gemessene Auslenkung die daraus resultierende maximale Geschwindigkeit!

3. Weiterführende Aufgaben

1. Bewegungsgesetze, Arbeit und Energie

Auf einer Achterbahn bewegt sich ein Wagen der Gesamtmasse 700 kg mit der

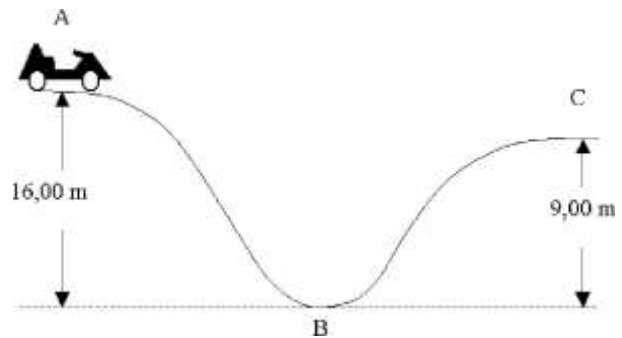
Geschwindigkeit $3,0 \frac{m}{s}$ durch den Punkt

A und rollt dann antriebslos über B nach

C. Die Bahnlänge von A nach B beträgt

30,0 m und von B nach C 20,0 m.

(Abbildung nicht maßstäblich)



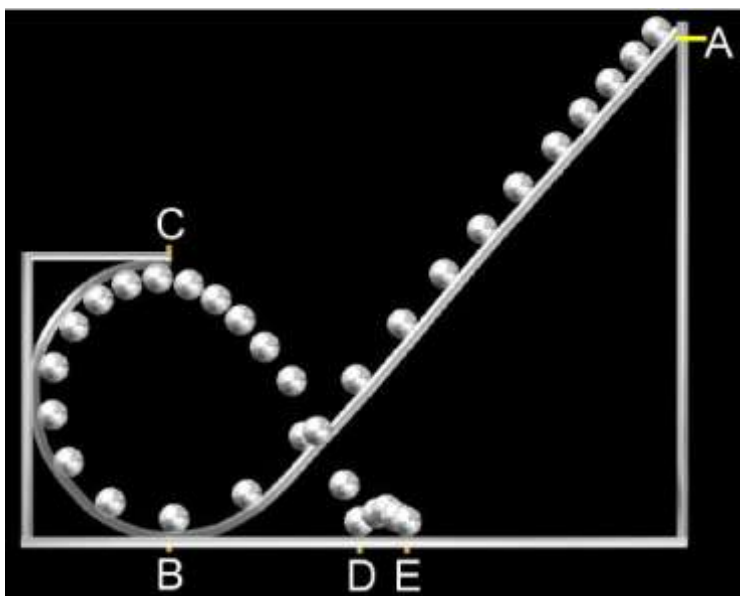
a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Wagens im Punkt C, wenn man von Reibungskräften absieht.

b) Von A nach B bewege sich der Wagen reibungsfrei. Ab dem Punkt B werde der Wagen automatisch gebremst. Berechnen Sie die als konstant anzunehmende Bremskraft, damit der Wagen im Punkt C zum Stehen kommt.

2. Die Abbildung zeigt die stroboskopische Aufnahme¹ einer Kugel, die sich zunächst in einer gläsernen Ablaufrinne bewegt. Die Kugel wird im Punkt A losgelassen, verlässt die zu einem Halbkreis gebogene Rinne im Punkt C, trifft auf eine Prallplatte im Punkt D und beendet die Bewegung im Punkt E. Betrachten Sie die Kugel als Massepunkt. Beschreiben Sie die Bewegung der Kugel in den Bahnabschnitten A bis E.

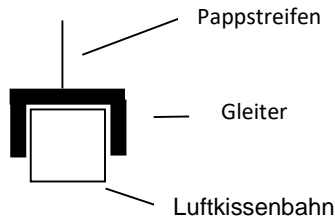
Der Startpunkt A (erste Kugelposition) hat eine Höhe von 2,00 m. Bestimmen Sie näherungsweise die Taktfrequenz des Lichtblitzgerätes mit Hilfe der maßstäblichen fotografischen Abbildung.

¹ Ein Stroboskop (griechisch: strobos = drehen, [herum]wirbeln, skopein = betrachten) ist eine Lichtquelle, die Lichtblitze in regelmäßigen zeitlichen Abständen abgibt, wodurch bei dunkler Umgebung Bewegungen von Körpern abgehakt als eine Abfolge von stehenden Bildern erscheinen. Durch eine fotografische Langzeitaufnahme können so Bewegungsabläufe zeitlich aufgelöst dargestellt werden.

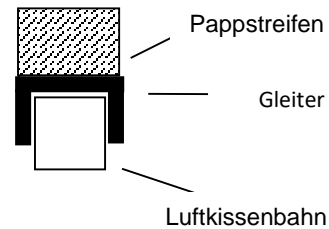


3. Auf einer Luftkissenbahn wird in zwei Experimenten die Bewegung eines Gleiters untersucht. Die Anfangsgeschwindigkeit des Gleiters beträgt jeweils $v_0 = 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Experiment I: Pappstreifen in Bewegungsrichtung



Experiment II: Pappstreifen quer zur Bewegungsrichtung



- 3.1. Es wurden folgende Messwerte aufgenommen. Berechnen Sie die mittleren Geschwindigkeiten für jedes Intervall beider Bewegungen und stellen Sie diese in einem gemeinsamen $v(t)$ - Diagramm dar.

Experiment I			Experiment II		
s in m	t in s	v in m/s	s in m	t in s	v in m/s
0	0		0	0	
0,2	0,8		0,2	0,8	
0,4	1,61		0,4	1,77	
0,6	2,43		0,6	2,98	
0,8	3,26		0,8	4,44	
1	4,09		1	5,94	

Interpretieren Sie die grafische Darstellung.

- 3.2. In einem weiteren Experiment wird die Luftkissenbahn gegen die Horizontale um 2° geneigt. Dem Gleiter ohne Blende wird durch eine Startvorrichtung eine Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ die geneigte Ebene hinauf verliehen. Berechnen Sie Ort und Zeit der Bewegungsumkehr des Gleiters. Voraussetzung: Reibung wird vernachlässigt. Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit erreicht er seine Ausgangslage?

4. Eine Armbrust ist ein horizontal auf einer Mittelsäule montierter Bogen mit Sehne. Dieser kann über Hilfsmittel - im Vergleich zu einem einfachen Sportbogen - mit deutlich größerer Kraft gespannt werden. Dem Schützen ist es durch eine Rückhaltevorrichtung möglich, Sehne und Bogen ohne Anstrengung gespannt zu halten und somit lange und genau zu zielen. Die Geschosse sind in der Regel Pfeile.



- 4.1. Bei einer Armbrust wird der Zusammenhang zwischen Spannweg und Spannkraft gemessen und durch die folgende Wertetabelle dargestellt.

s in m	0	0,05	0,15	0,25	0,30
F in N	0	20	180	500	720

Zeichnen Sie das $F(s)$ -Diagramm.

Geben Sie für diesen Zusammenhang das Kraftgesetz an. Begründen Sie.

- 4.2. Diese Armbrust kann mit maximal 1000 N gespannt werden. Bestimmen Sie den zugehörigen Spannweg.
- 4.3. Ermitteln Sie die beim Spannen der Armbrust von 0 auf 30 cm verrichtete mechanische Arbeit.
- 4.4. Beim Spannen einer Armbrust wird eine mechanische Arbeit von 90 Nm verrichtet. Der verwendete Pfeil aus Aluminium mit einem kleinen Zylinder aus Stahl an der Spitze hat eine Masse von 60 g. Berechnen Sie die maximal mögliche Anfangsgeschwindigkeit des Pfeils.
- 4.5. Die Armbrust ist zum Einschießen in einem Spannbock waagrecht auf den Mittelpunkt einer in 15,0 m Entfernung feststehenden Zielscheibe gerichtet. Schätzen Sie rechnerisch die Abweichung des einschlagenden Pfeils vom Mittelpunkt ab.
- 4.6. Beschreiben Sie die Vorgänge vom Spannen des Bogens bis zum Auftreffen des Pfeils auf die Zielscheibe aus energetischer Sicht.