

## Geneigte Ebene

### BESTIMMUNG DER HANGABTRIEBSKRAFT.

- Messung der Hangabtriebskraft  $F_1$  eines Körpers auf der geneigten Ebene in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$ .
- Darstellung der Hangabtriebskraft  $F_1$  in Abhängigkeit von  $\sin \alpha$ .

UE1020400

06/15 MEC/UD

### ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Soll ein Körper auf der geneigten Ebene nach oben gezogen werden, ist die Hangabtriebskraft  $F_1$  zu überwinden. Sie wirkt parallel zur Ebene und ist dem Betrag nach kleiner als das Gewicht  $G$  des Körpers. Als Vektordifferenz zwischen Gewicht und Hangabtriebskraft verbleibt die senkrecht zur Ebene wirkende Normalkraft  $F_2$ .

Für die Beträge der Kräfte gilt

$$(1) F_1 = G \cdot \sin \alpha$$

und

$$(2) F_2 = G \cdot \cos \alpha.$$

Die Hangabtriebskraft ist also umso kleiner, je kleiner der Neigungswinkel  $\alpha$  der Ebene ist.

Im Experiment hängt der Körper an einem Faden, der über eine Umlenkrolle geführt wird. Kompensiert wird die Hangabtriebskraft durch das Gewicht von Massestücken auf einem Teller, der am anderen Ende des Fadens hängt. Da die Reibung des Körpers auf der schiefen Ebene eine Rolle spielt, wird als Messwert für die Hangabtriebskraft der Mittelwert der beiden Grenzkraften genommen, die den Körper nicht nach unten lassen bzw. nicht nach oben ziehen. Das Gewicht  $G$  des Körpers wird mit einem Kraftmesser bestimmt. Auch das Gewicht des Tellers geht in die Bilanz ein. Der Neigungswinkel  $\alpha$  lässt sich auf einer Winkelskala ablesen.

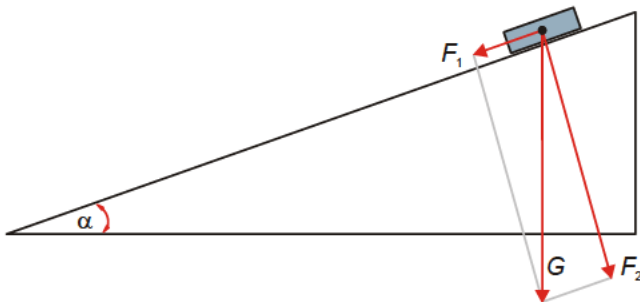


Fig. 1: Vektorielle Zerlegung der Gewichtskraft  $G$  in die Hangabtriebskraft  $F_1$  und die Normalkraft  $F_2$ .

### GERÄTELISTE

1	Geneigte Ebene	1003213 (U30015)
1	Präzisions-Kraftmesser 5 N	1003106 (U20034)
1	Wägesatz 1 g bis 500 g	1010189 (U29576)

### DURCHFÜHRUNG



Fig. 2: Messanordnung.

- Kraftmesser senkrecht halten und den Nullpunkt abgleichen.
- Nacheinander Gewichtskraft der Walze  $G$  und Gewichtskraft des Tellers  $G_T$  bestimmen und den Wert notieren.
- An der geneigten Ebene einen Neigungswinkel  $\alpha = 10^\circ$  einstellen.
- Walze auf die geneigte Ebene legen, Schnur über die Umlenkrolle führen und Teller am anderen Ende des Fadens mit Massestücken so belasten, dass die Walze nicht hoch- und nicht herunterrollen kann.
- Durch Wegnehmen bzw. Hinzufügen einer Anzahl passender Massestücke eine minimale bzw. maximale Masse bestimmen, so dass die Walze gerade nicht nach unten bzw. oben rollt. Werte für die minimale und maximale Masse in die Tabelle 1 eintragen.

- Ebene in 5°-Schritten zu größeren Winkeln hin neigen (maximal einstellbarer Wert 44°), jeweils minimale und maximale Masse bestimmen und die Werte in die Tabelle 1 eintragen.
- Aus den gemessenen Werten für die minimale und maximale Masse jeweils den Mittelwert  $\bar{m}$  berechnen und die Werte in die Tabelle 1 eintragen.

**MESSBEISPIEL UND AUSWERTUNG**

Gewichtskraft  $G$  der Walze 2,25 N  
 Gewichtskraft  $G_T$  des Tellers 0,38 N

Tabelle 1: Minimale, maximale und gemittelte Massen für verschiedene Neigungswinkel.

$\alpha$	$m_{\min} / g$	$m_{\max} / g$	$\bar{m} / g$
10°	2	5	3,5
15°	15	20	17,5
20°	30	45	37,5
25°	50	60	55,0
30°	70	80	75,0
35°	90	100	95,0
40°	120	100	110,0
44°	105	130	117,5

- Hangabtriebskraft  $F_1$  mit Hilfe der Formel (1) berechnen und die Werte in die Tabelle 2 eintragen.
- Betrag der Hangabtriebskraft  $F_1^m$  aus den Messwerten gemäß  
 (3)  $F_1^m = G_T + \bar{m} \cdot g$   
 bestimmen und die Werte in die Tabelle 2 eintragen.
- Berechnete und aus der Messung bestimmte Werte der Hangabtriebskraft  $F_1$  und  $F_1^m$  miteinander vergleichen.
- Jeweils Quotient aus gemessener Hangabtriebskraft  $F_1^m$  und Gewichtskraft  $G$  der Walze berechnen und die Werte in die Tabelle 2 eintragen.
- Quotient  $F_1^m / G$  in Abhängigkeit von  $\sin \alpha$  in einem Diagramm darstellen, eine Ursprungsgerade anpassen und so die Gültigkeit der Formel (1) gemäß  
 (4)  $F_1^m / G = 1 \cdot \sin \alpha$   
 bestätigen.

Tabelle 2: Berechnete und gemessene Hangabtriebskraft sowie Verhältnis von gemessener Hangabtriebskraft zur Gewichtskraft der Walze für verschiedene Neigungswinkel.

$\alpha$	$\sin \alpha$	$F_1 / N$	$F_1^m / N$	$F_1^m / G$
10°	0,174	0,39	0,41	0,182
15°	0,259	0,58	0,55	0,244
20°	0,342	0,77	0,75	0,333
25°	0,423	0,95	0,92	0,409
30°	0,500	1,12	1,12	0,498
35°	0,574	1,29	1,31	0,582
40°	0,643	1,44	1,46	0,649
44°	0,695	1,56	1,53	0,680

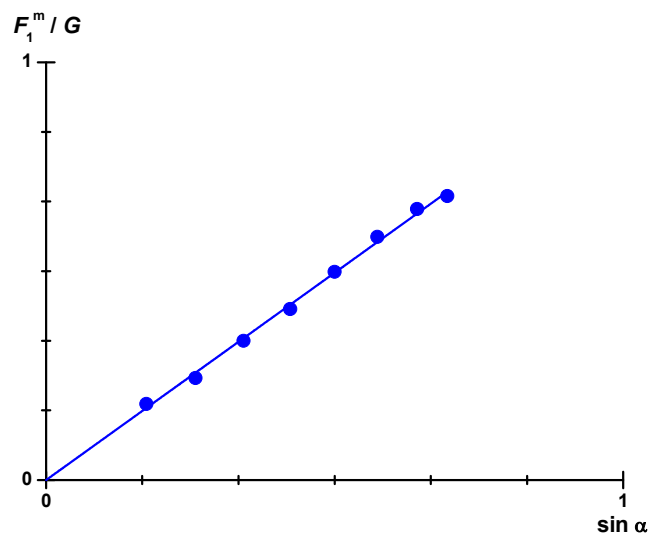


Fig. 3: Quotient aus Hangabtriebskraft  $F_1^m$  und Gewichtskraft  $G$  der Walze als Funktion von  $\sin \alpha$ .

Die berechneten und aus der Messung bestimmten Werte der Hangabtriebskraft  $F_1$  und  $F_1^m$  stimmen gut überein (Tabelle 2).

Die Quotienten  $F_1^m / G$  in Abhängigkeit von  $\sin \alpha$  liegen im Rahmen der Messgenauigkeit wie erwartet auf einer Geraden durch den Ursprung mit der Steigung 1 (Fig. 3).