

# Mechanik

ANLEITUNG ZUM SCHÜLER-  
EXPERIMENTIERGERÄT



# ANLEITUNG ZUM SCHÜLER- EXPERIMENTIERGERÄT **MECHANIK**

Verfaßt von Gerhard Heise

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

am Pädagogischen Institut Dresden



Herausgegeben vom VEB Metallbau  
und Labormöbelwerk Apolda

532 Apolda, Sulzaer Straße 7, Telefon: 566

Telex: 061 7465

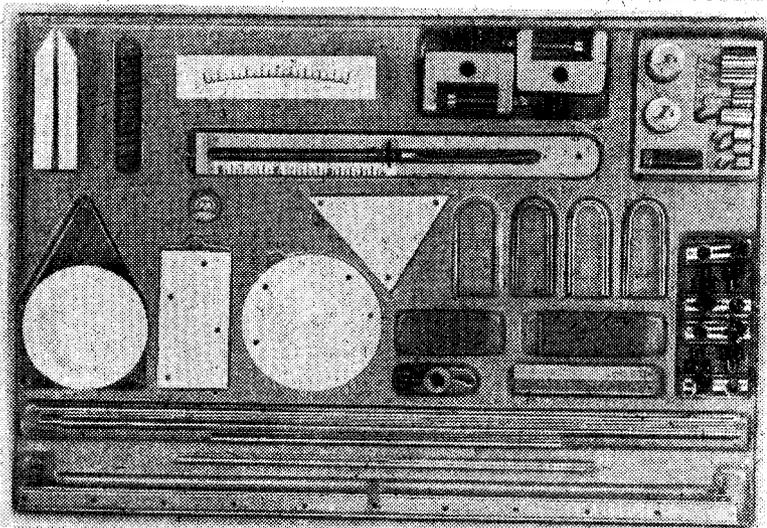
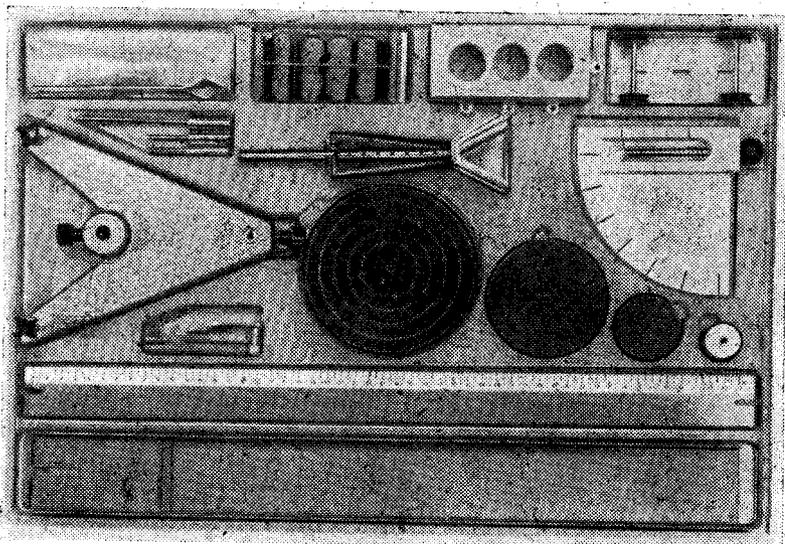
# 1. Beschreibung des SEG „Mechanik“ und des Glasgerätesatzes

## Teilgerät „Mechanik“

Das SEG „Mechanik“ ist das Grundgerät des Systems neu entwickelter Schülerexperimentiergeräte und nach diesem Gesichtspunkt zusammengestellt. Es enthält außer dem Stativmaterial zahlreiche Bauelemente, die zweckmäßig zusammengestellt wurden. Alle Teile sind so konstruiert, daß das Aufbauen von Versuchsanordnungen einfach und schnell erfolgen kann.

Mit dem Gerätesatz können nahezu alle aus dem Gebiet der Mechanik bekannten Versuche, die als Schülerexperimente geeignet sind, ausgeführt werden.

Zu den Versuchen aus den Gebieten der Mechanik der Flüssigkeiten und Gase ist der **Glasgerätesatz** erforderlich.

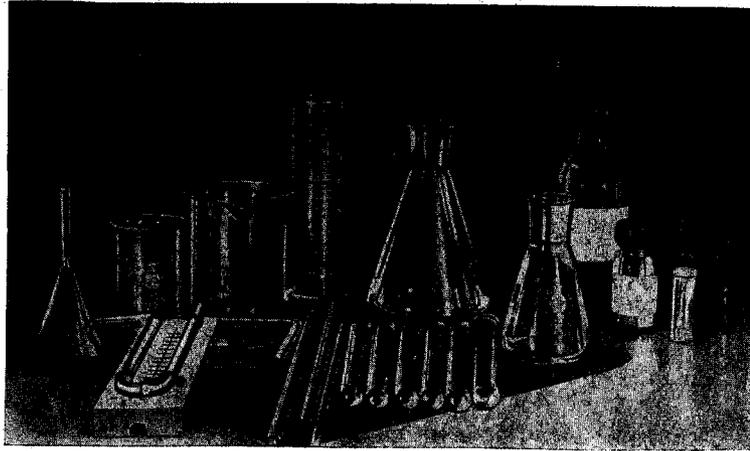


Registr.-Nr. des DPZI: 3776  
Katalog-Nr. des Staatl. Kontors: 08 03 215  
Hersteller-Nr.: 3/240

## Stückliste zum SEG „Mechanik“

1. 1 V-Fuß, klein
2. 2 Stativstäbe, 500 mm, mit Zapfen bzw. Bohrung
3. 1 Stativstab, 250 mm
4. 4 Kreuzmuffen
5. 1 Stabstück, gerändelt, mit Gewinde
6. 2 Achszapfen, Zapfenlänge 30 mm
7. 1 Achszapfen, Zapfenlänge 80 mm
8. 1 Ring mit Haken
9. 1 Glasröhrenhalter
10. 1 Reagenzglashalter
11. 2 Schiebezeiger
12. 1 Skale
13. 1 Zeigerwalze
14. 1 Zeiger,  $l = 300$  mm
15. 1 Zeiger,  $l = 150$  mm
16. 1 Experimentierbrett
17. 1 Waagebalken (Hebel) mit 2 Schiebern und 2 S-Haken
18. 2 Waagschalen mit Bügel
19. 1 Satz Hakenkörper 1–100 p und Tarierschrot

20. 2 Rollen  $\varnothing$  20 mm
21. 2 Rollen  $\varnothing$  40 mm
22. 2 Rollen  $\varnothing$  80 mm
- } mit 2 Verbindungsstiften
23. 1 Schere für Flaschenzug
24. 1 Momentenscheibe mit 4 Stiften
25. 1 Wagen, 50 p
26. 1 Schraubenfeder
27. 1 Federkraftmesser
28. 1 Holzklotz mit Bohrungen und Ösen
29. 1 Lineal, 500 mm
30. 1 Linealhalter
31. 3 Reibungsflächen
32. 1 Plastikugel  $\varnothing$  16 mm
33. 1 Stahlkugel  $\varnothing$  16 mm
34. 1 Holzquader  $10 \times 10 \times 100$  mm
35. 1 Stahlquader  $10 \times 10 \times 100$  mm
36. 2 Plastikquader
37. 1 Wickelplatte mit 3 Fäden (120, 60 und 20 cm)  
und 2 Gummiringen
38. 4 Krampen (Stahl, Alu, Glas, Kupfer)
39. 2 Tischklemmen
40. 1 Federstoßvorrichtung
41. 3 Schwerpunktplatten



## **Glasgerätesatz**

(zur Hydromechanik und Kalorik)

1. 1 Meßzylinder
2. 1 Reagenzglas mit Maßeinteilung
3. 5 Reagenzgläser
4. 1 Becherglas 250 ml
5. 1 Becherglas 100 ml
6. 1 Erlenmeyerkolben, 100 ml, weithalsig
7. 1 Erlenmeyerkolben, 300 ml, enghalsig
8. 1 Trichter  $\varnothing$  50 mm
9. 1 Pipette 5 ml,  $\varnothing$  8,5 mm
10. 3 Glasrohrstücke, je 300 mm,  $\varnothing$  8,5 mm
11. 1 Manometerrohr auf Brett
12. 1 Gummistopfen mit 1 Bohrung  $\varnothing$  8,5 mm
13. 1 Gummistopfen mit 2 Bohrungen  $\varnothing$  8,5 mm
14. 1 Schlauchstück 150 mm; 5/1,5
15. 2 Schlauchstücke 250 mm; 500 mm; 8/2

Registrier-Nr. des DPZI: 3779

Katalog-Nr. des Staatl. Kontors: 08 03 216

Hersteller-Nr.: 3/241

## 2. Vorbemerkung zu den Versuchsdarstellungen

Die nachstehenden Versuche stellen nur eine Auswahl dar. Es wurden nur die herausgegriffen, die als Schülerexperimente besonders geeignet erscheinen. Grundsätzlich können jedoch mit dem Gerät fast alle in der einschlägigen Literatur beschriebenen Versuche – soweit nicht spezielle Geräte dazu erforderlich sind – zum Teil in abgewandelter Form ausgeführt werden.

Der Aufgabe dieses Anleitungsheftes entsprechend, wurden für jeden Versuch nur die erforderlichen Teile aufgeführt und der Aufbau durch eine Skizze oder Foto aufgezeigt. Nur in einzelnen Fällen wurden einige Bemerkungen zur Versuchsdurchführung gegeben.

Eine umfangreiche Versuchsbeschreibung mit den dann auch erforderlichen methodischen Hinweisen würde den Rahmen dieses Heftes überschreiten. Sie finden die angegebenen und weitere Versuche u. a. in nachstehender Literatur beschrieben:

1. Girke-Sprockhoff: Physikalische Schulversuche Teil I–V
2. DZL: Lehrmittel für den Physikunterricht Mappe III
3. MfV: Verbindliche Schülerübungen für den Physikunterricht
4. VWV: Anleitung zu Schülerexperimenten im Physikunterricht

Bei der Aufzählung der zum Versuch erforderlichen Geräte wurden folgende Kennzeichen verwendet:

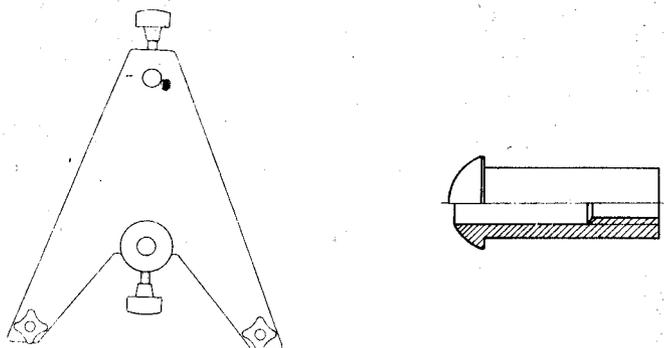
(x)  $\hat{=}$  aus Schulbeständen zu entnehmen,  
z. B. Fahrradspeiche (x)

(K)  $\hat{=}$  aus dem entsprechenden Teilgerät des SEG-Systems zu entnehmen,  
z. B. Heizwendel (K) (Kalorik)  
Lampenbrett (E) (Elektrik)

### 3. Beschreibung der Einzelteile

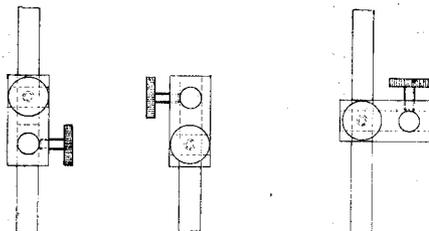
#### 1. Der V-Fuß

ist als bewährtes Aufbauteil übernommen. In die zweite Bohrung kann ein weiterer Stativstab (Abb. 7) oder der Linealhalter (Abb. 5) eingesetzt werden. Aus Abb. 4 ist ersichtlich, wie man mit der Dreipunktaufstellung mit einem V-Fuß auskommt, wo sonst zwei V-Füße oder Tischklammen erforderlich wären. Das Einsatzstück ist mit einem Gewinde zum Einschrauben des Rohres (Kalorik) versehen.



#### 2., 3. Die Stativstäbe,

500 mm, sind mit einem Zapfen oder einer Bohrung versehen, so daß sie zusammengesteckt werden können. In dieser Form werden sie für das SEG „Optik“ verwendet. Werden die zusammengesteckten Stäbe in der Mechanik stärker beansprucht, so sollte über der Verbindungsstelle noch eine Kreuzmuffe angebracht werden.

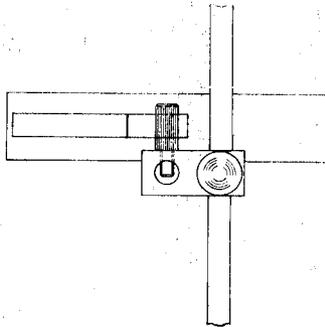


#### 4. Die Kreuzmuffen

sind dreifach durchbohrt und ermöglichen jede Art der Verbindung von Stäben und anderen Einzelteilen.

#### 5. Das gerändelte Stabstück mit Gewinde

wird bei querstehender Muffe in diese an Stelle der Rändelschraube eingeschraubt, so daß die Skale hier angeklemt werden kann. Damit liegt auch in diesem Fall der Mittelpunkt senkrecht über dem Drehpunkt des Zeigers.



#### 6., 7. Die Achszapfen

haben unterschiedliche Längen, die dem speziellen Verwendungszweck angepaßt wurden:

l = 80 mm Halter des Experimentierbrettes,

l = 30 mm Achse für Rollen und Zeigerwalze.

Benötigt man z. B. zum Aufbau des Getriebes mehrere Achszapfen, so ordnet man sie so an, daß die überstehenden Achsen nicht stören.

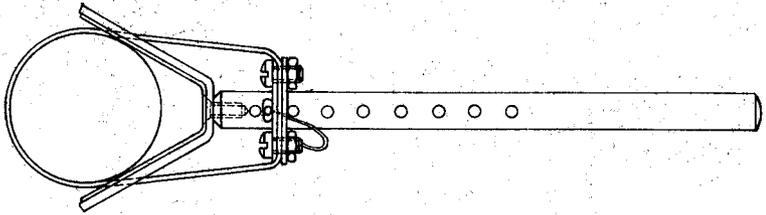
## 8. Der Ring mit Haken

ist mit einer Rändelschraube zum Festklemmen an einem Stativstab versehen. Er dient zum Befestigen von Schnurenden (lose Rolle, Lot, Fadenpendel) oder zum Aufhängen einer Schraubenfeder.



## 9. Der Glasröhrenhalter

dient als Halter für Bechergläser. Er sollte unbedingt dort verwendet werden, wo eine sichere Befestigung, z. B. bei siedendem Wasser, erforderlich ist.



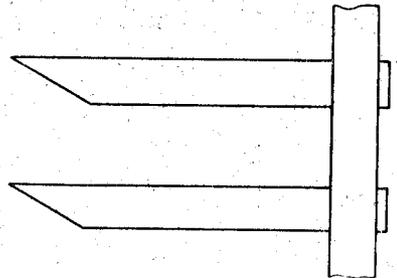
## 10. Der Reagenzglashalter

kann auch zum Halten von Flaschen mit engem Hals, Thermometern – Schlauchstück überschieben – u. ä. verwendet werden.



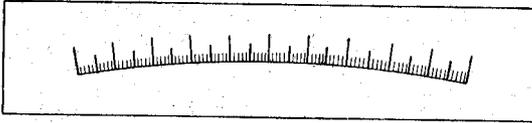
## 11. Die Schiebezeiger

dienen zur Markierung von Höhen und werden am Stativstab angeklemt.



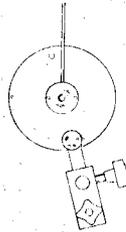
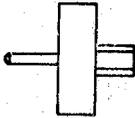
## 12. Die Skale

ist auf die Zeigerwalze und die dazugehörigen Zeiger abgestimmt. Der Kreisbogen hat eine Länge von 100 mm. Beim Übersetzungsverhältnis 1 : 100 entspricht dies einer Längenänderung von 1 mm. Es können noch mit Sicherheit Längenänderungen von 1/10 mm (Skale 10 mm) und auch annähernd 1/100 mm (Skale 1 mm) abgelesen werden.



## 13. Die Zeigerwalze

wird mit ihren Zapfen auf eine Rolle aufgesteckt. Die vordere Schnittkante dient zum Aufsetzen des Rohres zum Nachweis der Längenänderung (Kalorik). Drähte oder Fäden können über die Schnurlaufritze der angesetzten Rolle geführt werden, wodurch beliebige Übersetzungsverhältnisse erreicht werden.



Übersetzung mit Zeiger	300 mm	150 mm
Schnittkante der Zeigerwalze	1:100	1:50
Rolle $\varnothing$ 20 mm	1:30	1:15
Rolle $\varnothing$ 40 mm	1:15	1:7,5
Rolle $\varnothing$ 80 mm	1:7,5	1:3,75

Die Zeigerwalze ist nicht stabilisiert. Der Zeiger bleibt jedoch in jeder Lage stehen, sobald die vordere Schnittkante oder die Rille der angesteckten Rolle ausreichend belastet wird.

Für die Zeiger sind zwei um 180° versetzte Bohrungen vorhanden, so daß man die Zeigerwalze vor oder hinter der Rolle ansetzen kann.

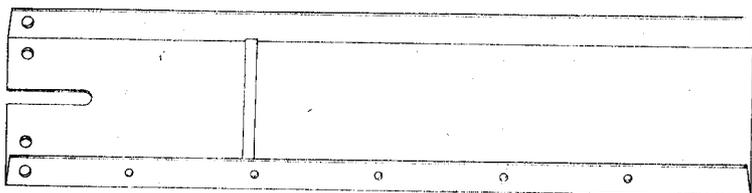
Ist eine Stabilisierung erwünscht, so verbindet man die Zeigerwalze mit der Rolle  $\varnothing 80$  mm und schraubt in deren untere Bohrung den mit einer Kreuzmuffe versehenen Linealhalter ein.

### 14., 15. Die Zeiger

können sowohl in die Zeigerwalze als auch in den Waagebalken eingesteckt werden.

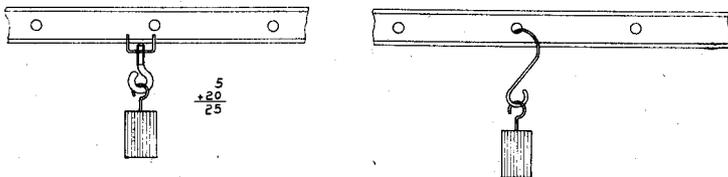
### 16. Das Experimentierbrett

dient vor allem als Brett zur geneigten Ebene. Für Versuche zur Reibung ist es auf einer Seite glatt und auf der anderen rauh gestaltet. Der Quersteg dient als Anschlag für Kippversuche. Im Brett befinden sich zwei Bohrungen für den Achszapfen und ein Schlitz für eine Umlenkrolle.



### 17. Der Waagebalken (Hebel)

ist mit zwei verstellbaren Schiebern versehen, die das Anhängen von Körpern an jeder beliebigen Stelle ermöglichen. Dabei ist zu beachten, daß das Gewicht der Schieber (5 p) zum Gewicht der angehängten Körper addiert werden muß.

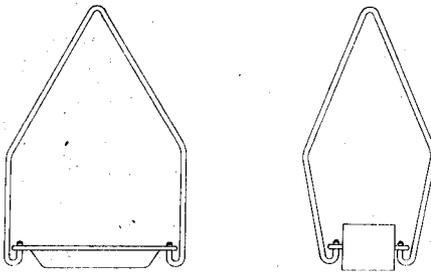


Die Bohrungen dienen als Meßmarke (50 mm), können jedoch auch als feste Anhängpunkte mit Hilfe der S-Haken benutzt werden. In diesem Falle sind die beiden Schieber bis zum Anschlag nach der Mitte zu verschieben.

Beim Aufbau der Waage werden die Schieber zum Austarieren verstellt, bis die Waage im Gleichgewicht ist.

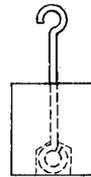
## 18. Die Waagschalen mit Anhängbügel

werden mit Hilfe der S-Haken am Waagebalken angehängt. Aus einem Anhängbügel und einem Hakenkörper 100 p kann eine Walze zusammengesellt werden.



## 19. Der Satz Hakenkörper

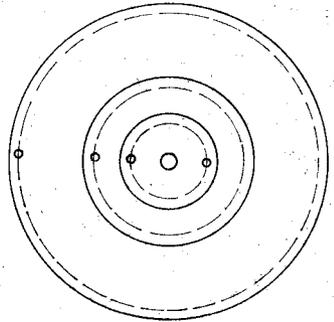
ist wie ein Wägesatz 1–100 g zusammengesellt und kann auch als solcher verwendet werden. Die unteren Ösen werden beim Aufsetzen von den Bohrungen im Körper aufgenommen. Die Zusammenstellung reicht auch für die Verwendung am Hebel, an den Rollen und ähnlichem aus. Dem Satz ist ein Röhrchen mit Metallkügelchen zum Trieren beigegeben.



## 20.-22. Die Rollen

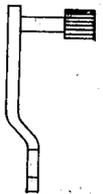
sind so bemessen, daß sich ihre Durchmesser wie 1:2:4 verhalten. Die Bohrungen dienen

- zum Anstecken von Kurbelgriffen (Getriebe),
- zum Verbinden der Rollen (Stufenrolle),
- zum Verbinden mit der Zeigerwalze.



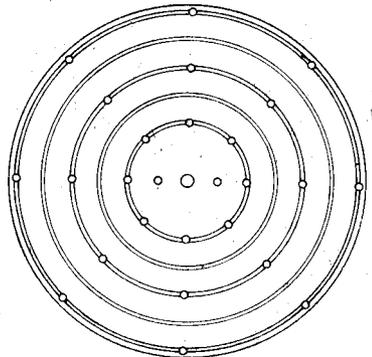
## 23. Die Schere

kann für Versuche mit der losen Rolle oder dem Flaschenzug mit 1 bzw. 2 Rollen von 20 oder 40 mm Durchmesser besetzt werden. Die dazugehörigen festen Rollen werden auf einen Achszapfen aufgesteckt.



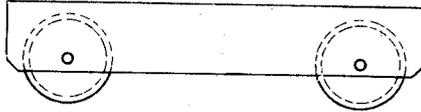
## 24. Die Momentenscheibe

ist mit einer Anzahl kreisförmig angeordneter Bohrungen versehen, in die die Stifte eingesetzt werden können. Sie ist ebenfalls mit einer Schnurlaufrille versehen und kann als Rolle verwendet werden.



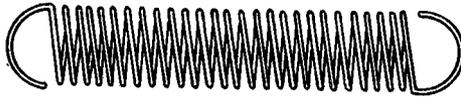
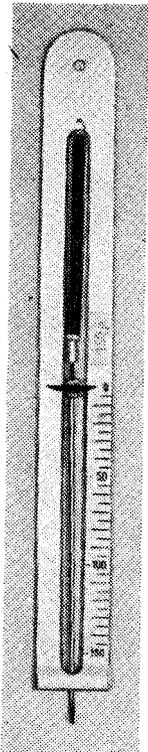
## 25. Der Wagen

(50 p) ist mit drei Schlitzten zum Einsetzen des Holzklotzes oder der Hakenkörper versehen.



## 26. Die Schraubenfeder (Maximalbelastung 100 p)

wird als Federschwinger u. ä. verwendet. Sie hat eine andere Federkonstante als die des Federkraftmessers.

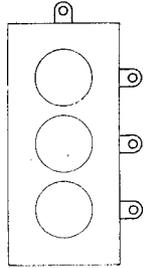


## 27. Der Federkraftmesser

(bis 150 p) ist durch zwei kleine Rändelmuttern justierbar. Er hat einen festen Anschlag und kann nicht überlastet werden. Auf der Rückseite kann eine zweite Skale aufgezeichnet werden – Hookesches Gesetz.

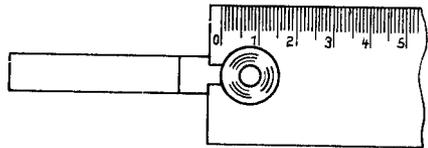
## 28. Der Holzklotz

mit 3 Bohrungen und 4 Ösen kann für Versuche zur Standfestigkeit, zur Reibung, zum Messen des Kippmomentes u. v. a. verwendet werden.



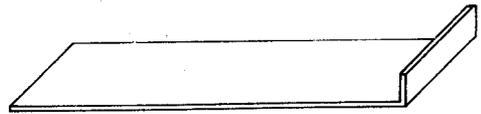
## 29., 30. Das Lineal

dient zum Messen und kann mit dem **Linealhalter** in der zweiten Bohrung des  $\nabla$ -Fußes oder in anderer Weise befestigt werden.



## 31. Die Reibungsflächen

(Plast rau und glatt, Aluminium) werden unter den Holzklotz gelegt. In Verbindung mit dem Experimentierbrett – rau, glatt – ergeben sich vielfache Kombinationsmöglichkeiten.



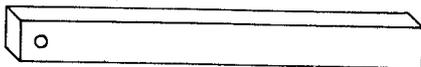
## 32., 33. Die Plast- und die Stahlkugel

haben die gleiche Größe, woraus sich viele Verwendungsmöglichkeiten ergeben: Aufzeichnen der Wurfparabel, Trägheit, Dichte u. v. a.



### 34., 35. Der Holz- und der Stahlquader

haben ein Volumen von  $10 \text{ cm}^3$ . Sie sind zur Dichtebestimmung vorgesehen, können aber zum Messen, Wägen u. ä. verwendet werden.

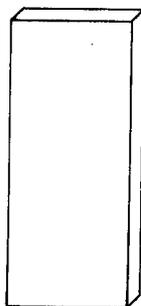


### 36. Die Plastquader

dienen vorwiegend als Meßkörper. Jeder Satz enthält:

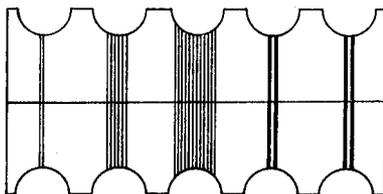
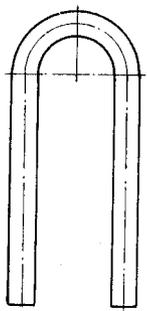
1 Plastquader  $75 \times 31 \times 8 \text{ mm} = 18,6 \text{ cm}^3$

1 Plastquader in 6 verschiedenen Größen, mit den Schlagzahlen 1...6 gekennzeichnet. Damit ist gewährleistet, daß neben und hintereinandersitzende Schüler unterschiedliche Meßaufgaben erhalten können.



### 37. Die Wickelplatte

enthält drei Fäden von 20, 60 und 120 cm Länge, die beiderseits mit einer Schlaufe versehen sind. Die Gummiringe werden als Riemen für Getriebe verwendet.

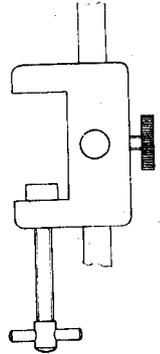


### 38. Die Krampen

sind dem Satz als Körper zur vielseitigen Verwendung beigegeben.

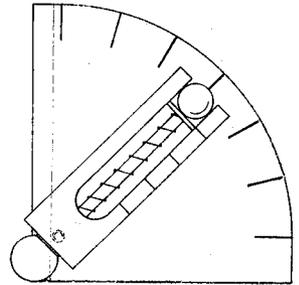
### 39. Die Tischklemmen

können an Stelle des V-Fußes oder zusätzlich zu diesem verwendet werden.



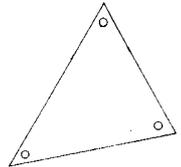
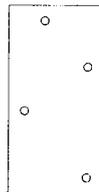
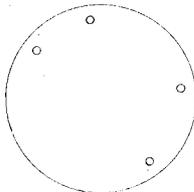
### 40. Die Federstoßvorrichtung

wird an ein mit schwarzem Papier bespanntes Reißbrett angesetzt. Eine gekreidete Kugel zeichnet die Wurfparabel. Es können verschiedene Winkel eingestellt und unterschiedliche Anfangsgeschwindigkeiten erteilt werden.



### 41. Die Schwerpunktplatten

— symmetrisch und unsymmetrisch — sind mit Bohrungen zum Anhängen an den Achszapfen versehen. Durch Ansetzen von zwei Haftsteinen — unterschiedliche Dicke — wird der Schwerpunkt verlagert.



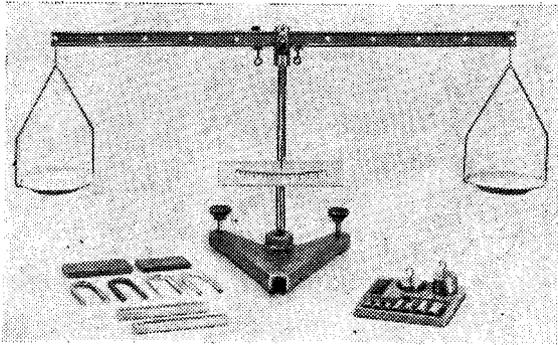
## 4. Versuche zu den Themen

### 4.1. Wägen - Messen

#### 1. Balkenwaage

V-Fuß  
Stativstab. 250 mm  
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Waagschalen  
Skale

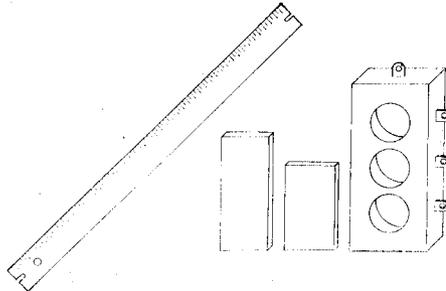
Zeiger 150 mm  
Satz Hakenkörper  
(Wägesatz)  
Zu wägende Körper  
Quader  
Krampen



#### 2. Längenmessungen

Lineal

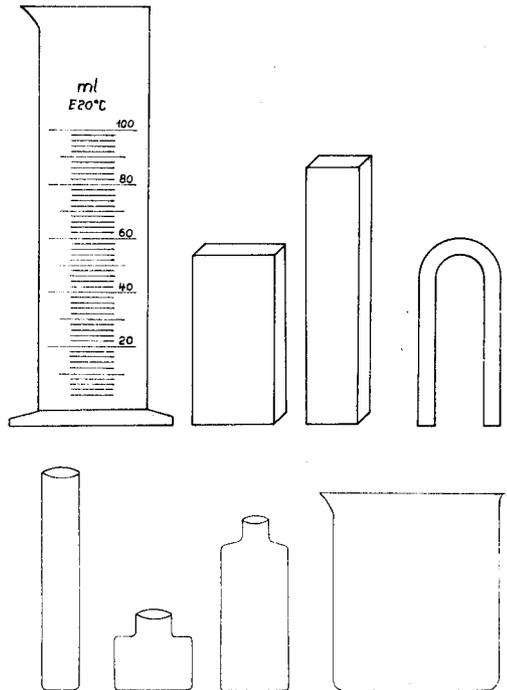
Holzklötz  
Quader



### 3. Volumenmessungen

Lineal	Holzklötz
Meßpipette	Quader
Becherglas, 100 ml	Krampen
Meßzylinder	Arzneifläschchen (x)
	Tablettenröhrchen (x)

- Regelmäßige Körper  
durch Messen der Kantenlängen
- Unregelmäßige Körper  
durch Wasserverdrängung
- Hohlkörper  
durch Wasserfüllung



### Meßprotokoll

zu messender Körper: .....

Meßgerät: .....

geschätzter Wert: .....

Nr. d. Mess.	$\frac{1}{\text{mm}}$	Abw. v. Mittelw.
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Mittelwert :5 ±

### Meßprotokoll

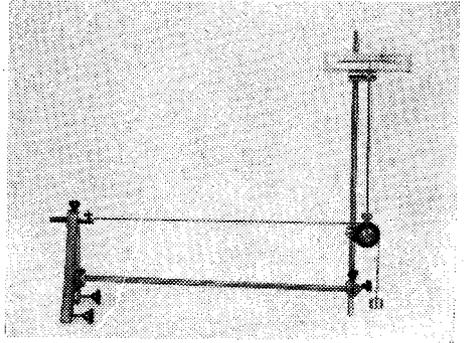
Gegenstand	gesch. Wert	erm. Wert	Fehler

## 4.2. Elastizität und Festigkeit

### 4. Elastizität und Festigkeit von Fäden

V-Fuß  
2 Stativstäbe, 500 mm  
3 Kreuzmuffen  
Stabstück, gerändelt  
Rolle  $\varnothing$  40 mm  
Zeigerwalze mit  
Zeiger 300 mm

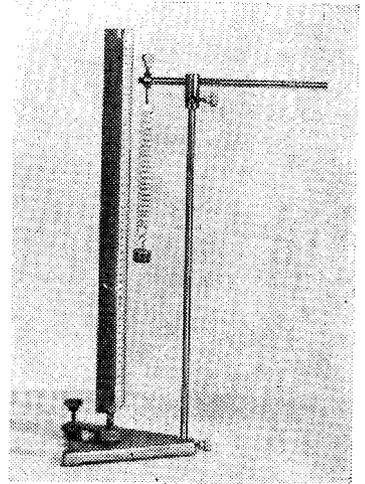
Skale  
Hakenkörper  
dünne Fäden (x)  
Gummifaden (x)



### 5. Dehnung einer Schraubenfeder

(Hookesches Gesetz)

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Stativstab, 250 mm  
Kreuzmuffe  
Ring mit Haken  
Schraubenfeder  
Lineal mit Linealhalter  
oder Federkraftmesser



Bem.: Der Versuch kann auch mit dem Federkraftmesser durchgeführt werden. Die Längenänderung wird auf der Rückseite der Skale markiert.

## 6. Biegung einer Blattfeder

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

2 Kreuzmuffen

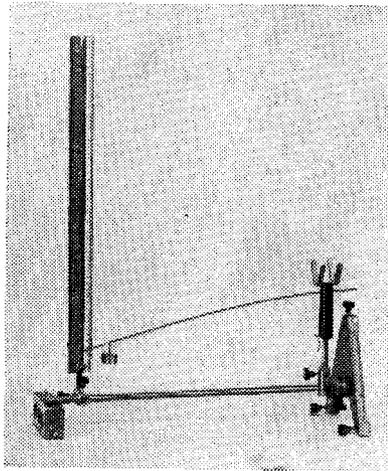
Holzklötz

Glasröhrenhalter

Lineal mit Linealhalter

Fahrradspeiche (x)

Satz Hakenkörper



Bem.: Um das Abgleiten der Hakenkörper zu vermeiden, schiebt man ein Stück Gummi o. ä. auf die Speiche. Es dürfen nur geringe Massen angehängt werden.

## 7. Zeigerfederkraftmesser

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

3 Kreuzmuffen

2 Achszapfen

Zeigerwalze mit

Zeiger 150 mm

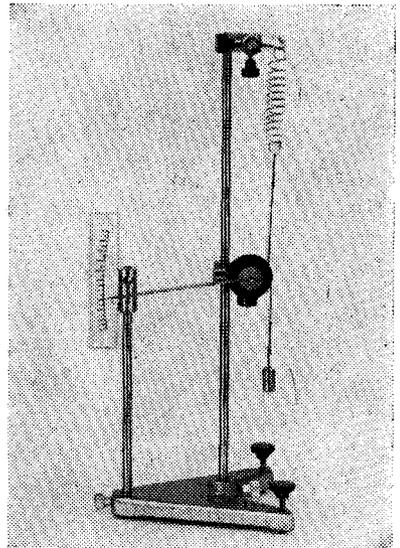
Schraubenfeder

Skale

Faden, 20 cm

Satz Hakenkörper

Rolle



## 4.3. Hebel und Waagen

### 8. Zweiseitiger, gleicharmiger Hebel

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

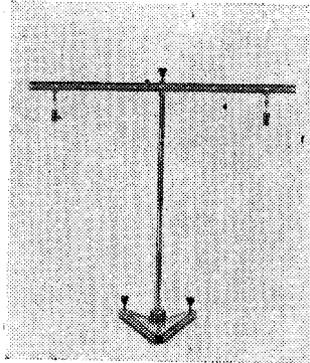
Kreuzmuffe

Achszapfen

Hebel

Satz Hakenkörper

(Federkraftmesser,  
2 S-Haken)



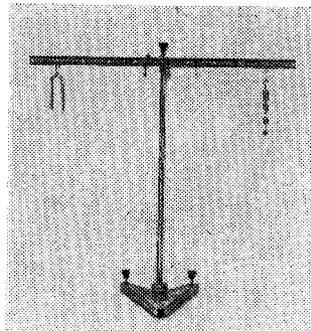
### 9. Zweiseitiger, ungleicharmiger Hebel

Geräte wie unter 8

Krampe

- Arbeiten mit Hakenkörpern
- Bestimmen des Gewichts eines Körpers

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$$



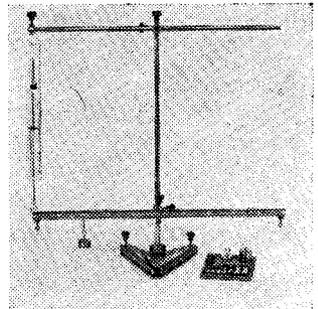
## 10. Einseitiger, ungleicharmiger Hebel

Geräte wie unter 8, dazu:  
Stativstab, 250 mm  
Kreuzmuffe  
Linealhalter

oder: Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Rolle  
Schnur 20 cm

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

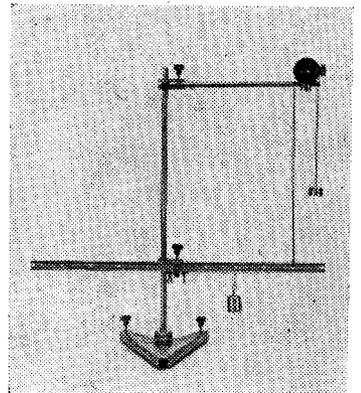
- a) Verwenden eines  
Federkraftmessers



## 11. Unterschalige Hebelwaage

(siehe unter 1)

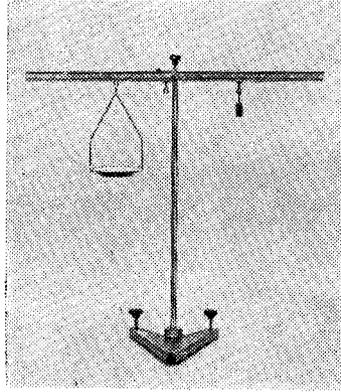
- b) Verwenden von  
Hakenkörpern  
und Umlenkwellen



## 12. Laufgewichtswaage (römische Schnellwaage)

Geräte wie unter 8, dazu:

Waagschale



## 13. Zeigerschnellwaage

V-Fuß

Satz Hakenkörper

2 Stativstäbe, 500 mm

Schnur 20 cm

Stativstab, 250 mm

Tischchen mit Stiel (0)

4 Kreuzmuffen

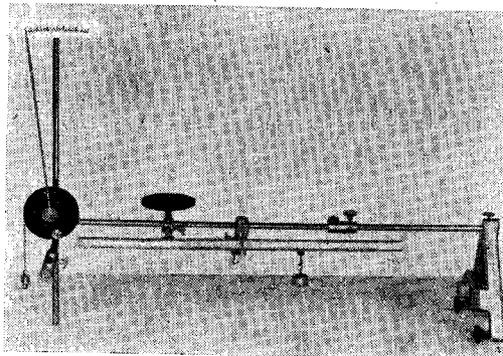
Zeigerwalze mit  
Zeiger 300 mm

Rolle  $\varnothing$  80 mm

Linealhalter

Skale

Hebel



## 4.4. Rollen und Flaschenzüge

### 14. Feste Rolle

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Kreuzmuffe

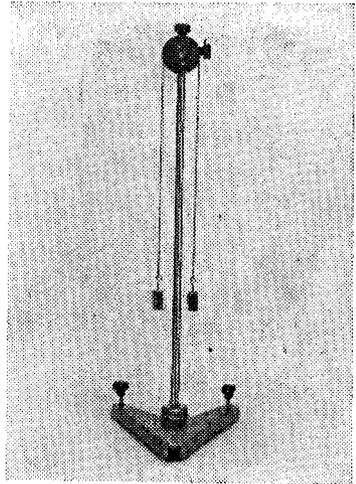
Achszapfen

Rolle  $\varnothing$  40 mm

Satz Hakenkörper

Faden

(Federkraftmesser)



### 15. Lose Rolle

Geräte wie unter 14, dazu:

a)

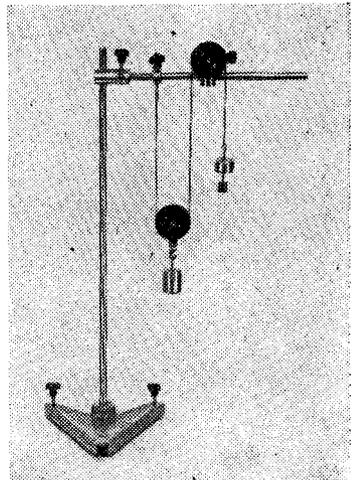
Ring mit Haken

Schere

Rolle  $\varnothing$  20 mm

Stativstab 250 mm

Kreuzmuffe

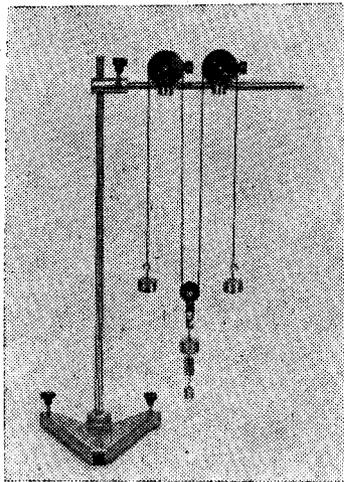


b)

Kreuzmuffe

Achszapfen

Rolle  $\varnothing$  40 mm



## 16. Stufenscheibe

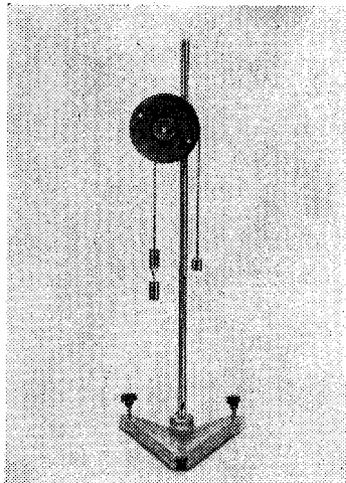
Geräte wie unter 14, dazu:

Rolle  $\varnothing$  80 mm

Rolle  $\varnothing$  20 mm

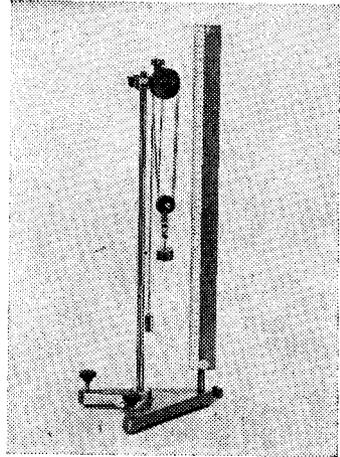
Verbindungsstifte

Schnur



## 17. Flaschenzug mit vier Seilstücken

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
2 Rollen  $\varnothing$  20 mm  
2 Rollen  $\varnothing$  40 mm  
Schere  
Satz Hakenkörper  
Schnur, 120 cm

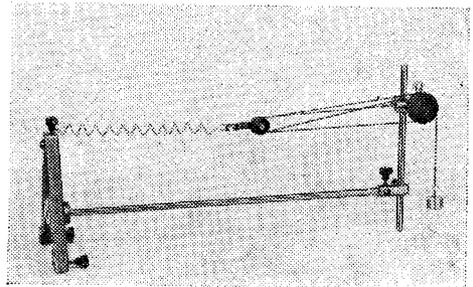


Bem.: Ist paralleler Seilverlauf erforderlich, so werden die Rollen unter den Gruppen ausgetauscht.

Sollen die Wege gemessen werden, so wird das Lineal mit dem Linealhalter in der zweiten Bohrung des V-Fußes eingesetzt.

## 18. Seilspanner

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Stativstab, 250 mm  
2 Kreuzmuffen  
Schraubenfeder  
Achszapfen  
Schere  
4 Rollen  
Satz Hakenkörper  
Faden



## 4.5. Getriebe

### 19. Riementrieb, einstufig

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

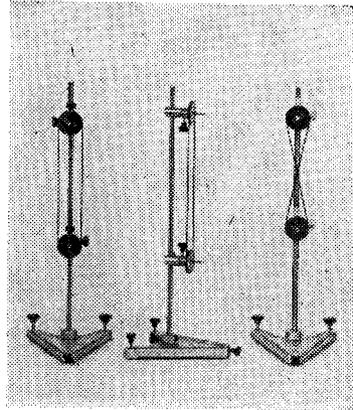
2 Kreuzmuffen

2 Achszapfen

2 Rollen  $\varnothing$  40 mm

Gummiring

Kurbelstift



### 20. Riementrieb, mehrstufig

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

3 Kreuzmuffen

3 Achszapfen

Rolle,  $\varnothing$  80 mm

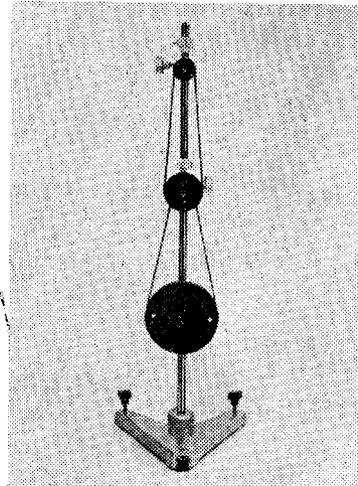
2 Verbindungsstifte

2 Rollen  $\varnothing$  20 mm

1 Rolle  $\varnothing$  40 mm

2 Kurbelstifte

2 Gummiringe



## 21. Übersetzungsverhältnis

- a) Verhältnis der Umdrehungszahlen
- b) Verhältnis der Kräfte

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

3 Kreuzmuffen

2 Achszapfen

2 Verbindungsstifte

3 Rollen (beliebig)

2 Kurbelstifte

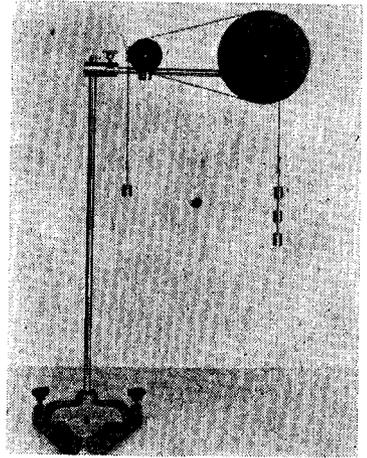
Satz Hakenkörper

(Federkraftmesser)

Bem.: Beim Messen der Kräfte ist statt des Gummiringes eine Fadenschlinge zu verwenden, da sonst die Reibung zu stark ist.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

$$F_2 = F_1 \cdot i$$



## 22. Reibradtrieb

V-Fuß

Stativstab, 250 mm

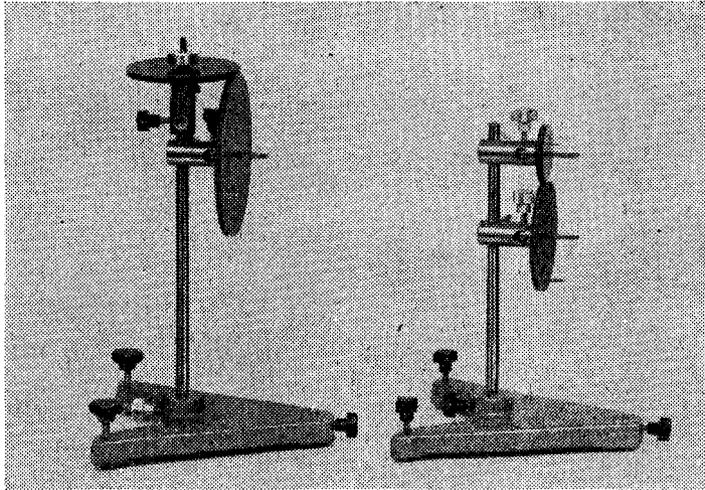
2 Kreuzmuffen

2 Achszapfen

Momentenscheibe

Rolle  $\varnothing$  40 oder 80 mm

Kurbelgriff



### 23. Wellrad

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Kreuzmuffe

Achszapfen

Zeigerwalze

Rolle  $\varnothing$  80 mm oder

Momentenscheibe

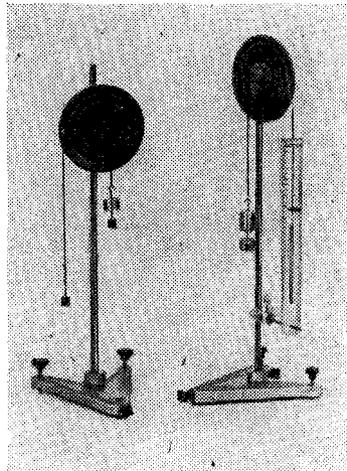
Satz Hakenkörper

2 Fäden

2 Verbindungsstifte

2 Kurbelstifte

Federkraftmesser



## 4.6. Reibung

### 24. a) Haft-, Gleit- und Rollreibung

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Kreuzmuffe

Achszapfen

Experimentierbrett

Wagen, 50 p

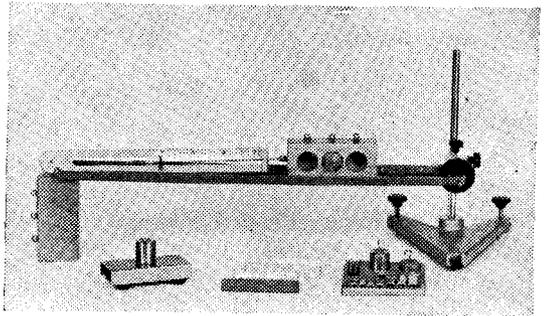
Holzklötz

Rolle  $\varnothing$  40 mm oder

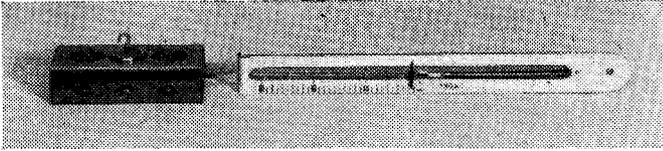
Satz Hakenkörper

Federkraftmesser

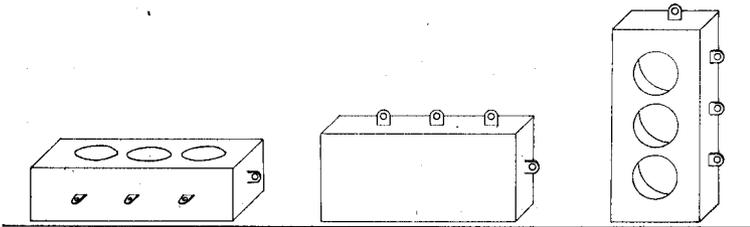
$$F_R = \mu \cdot G$$



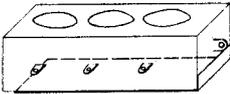
b) Abhängigkeit vom Gewicht des Körpers



c) Unabhängigkeit von der Größe der Reibungsfläche



d) Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Reibungsfläche

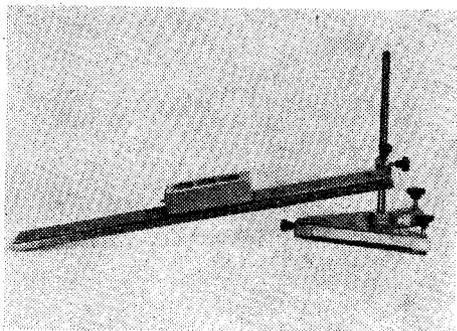


Klotz mit	Fläche des Experimentierbrettes	
	glatt	rau
Holzfläche		
Plastfläche, glatt		
Plastfläche, rau		
Alufläche		

## 25. Bestimmen der Haftreibungszahl eines Holzklotzes auf der geneigten Ebene

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe

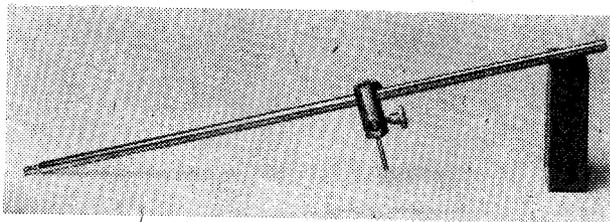
Achszapfen  
Experimentierbrett  
Holzklotz



## 26. Haftreibungszahl einer gleitenden Muffe

Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe

Holzklotz  
Achszapfen



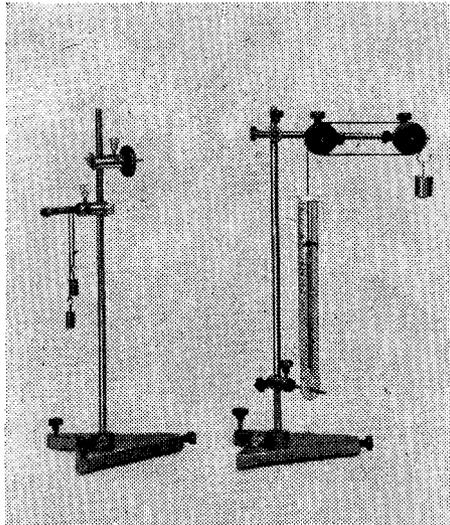
$$\mu = \frac{h}{b}$$

## 27. Reibungsverluste beim Übertragen von Kräften

V-Fuß	2 Rollen, $\varnothing$ 40 mm
Stativstab, 500 mm	Linealhalter
2 Achszapfen	Federkraftmesser
Stativstab, 250 mm	Gummiring, Faden

Richtungsänderung  
über

- Kante des Linealhalters
- Rundung des Achszapfens
- feste Rolle
- Seiltrieb



Bem.: Die aufzuwendende Kraft muß während der Bewegung gemessen werden.

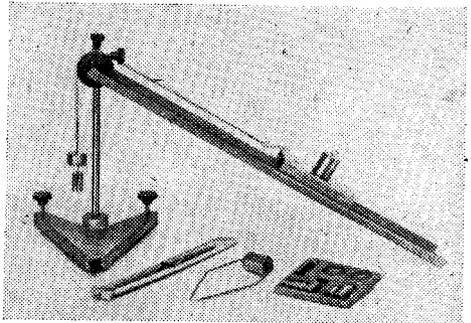
## 4.7. Die geneigte Ebene

### 28. Geneigte Ebene mit Wagen

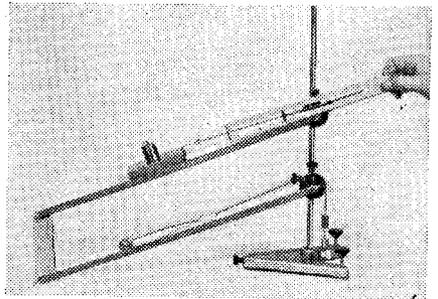
a) Messen der Hangabtriebskraft mit Hakenkörper

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe  
Achszapfen, 80 mm  
Experimentierbrett

Wagen, 50 p  
Rolle,  $\varnothing$  40 mm  
Satz Hakenkörper  
Schnur, 60 cm



b) Messen der Hangabtriebskraft mit dem Federkraftmesser  
Geräte wie 28a, an Stelle der Rolle Federkraftmesser



c) Geneigte Ebene mit Walze

Geräte wie 28a, dazu:

Klemmbügel zur Waagschale

## 29. Rollkörper auf geneigter Ebene

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Kreuzmuffe

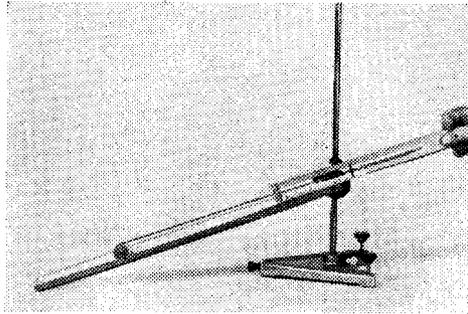
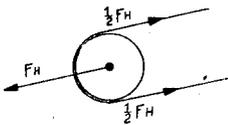
Achszapfen

Experimentierbrett

Hakenkörper, 100 p

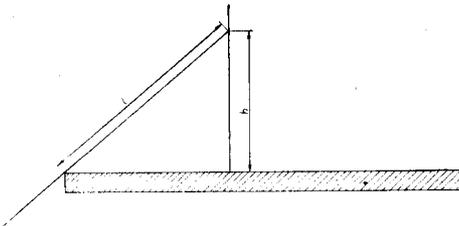
Faden

Federkraftmesser



Bemerkung:

Eine Längenänderung der geneigten Ebene wird erreicht, indem man das Experimentierbrett 10...20 cm über die Tischkante stehen läßt.



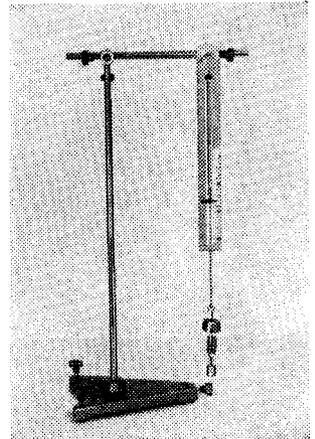
$$\frac{F_H}{G} = \frac{h}{l}$$

## 4.8. Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften

### 30. Gleichgerichtete Kräfte

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Federkraftmesser  
Satz Hakenkörper

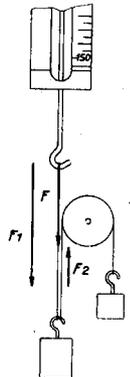
$$F = F_1 + F_2 + F_3$$



### 31. Entgegengesetzt gerichtete Kräfte

Geräte wie 30, dazu:  
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Rolle,  $\varnothing$  40 mm  
Faden

$$F = F_1 - F_2$$



## 32. Kräfte in beliebiger Richtung

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

4 Kreuzmuffen

3 Achszapfen

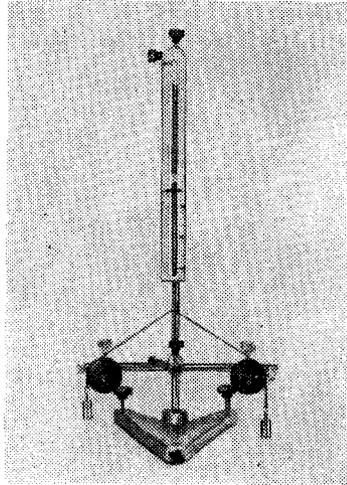
2 Rollen,  $\varnothing$  40 mm

Federkraftmesser

Satz Hakenkörper

Faden

Bem.: Wirkungslinien  
durch Verschieben der Rollen  
ändern



## 33. Kräfteparallelogramm

V-Fuß

2 Stativstäbe, 500 mm

3 Kreuzmuffen

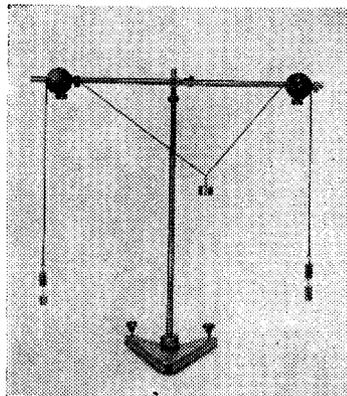
2 Achszapfen

2 Rollen  $\varnothing$  40 mm

Satz Hakenkörper

Faden

Bem.: Hier Sonderfall  
rechter Winkel  
dargestellt.  
Kräfte-  
verhältnis 3:4:5

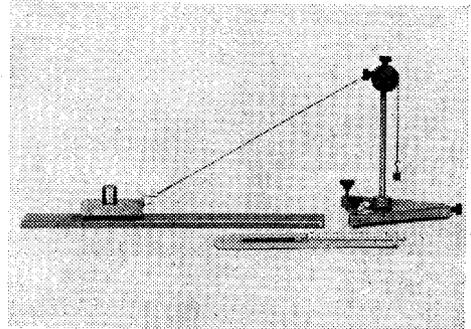


### 34. Zerlegen einer Kraft beim Ziehen eines Wagens

V-Fuß  
Stativstab, 250 mm  
Wagen, 50 p  
Satz Hakenkörper

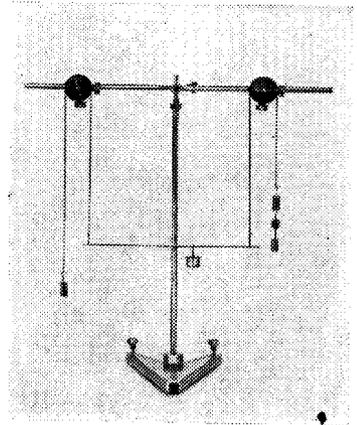
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Rolle  
Federkraftmesser

oder



### 35. Zusammensetzen paralleler Kräfte

V-Fuß  
2 Stativstäbe, 500 mm  
3 Kreuzmuffen  
2 Achszapfen  
2 Rollen,  $\varnothing$  20 mm  
Zeiger, 300 mm  
Satz Hakenkörper  
Faden



## 4.9. Das Drehmoment

### 36. Vergleich: Momentenscheibe - Hebel

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

Lineal mit Halter

2 Kreuzmuffen

Satz Hakenkörper

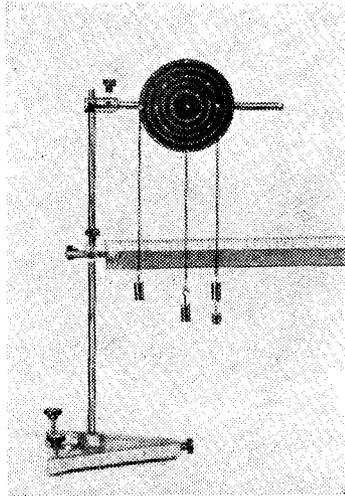
Momentenscheibe

Achszapfen

Faden

Bemerkung:

Beim Aufbau beachten, daß das Lot vom Mittelpunkt auf einen großen Teilstrich (10 oder 20 cm) liegt.



### 37. Momentenscheibe mit je einer rechts- und linksdrehenden Kraft

V-Fuß

2 Stativstäbe, 500 mm

4 Kreuzmuffen

3 Achszapfen

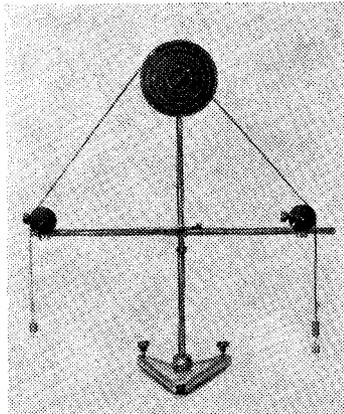
2 Rollen

Momentenscheibe

Satz Hakenkörper

Schnur

(Federkraftmesser)



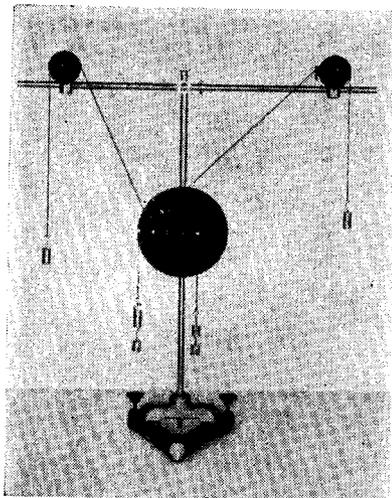
### 38. Momentenscheibe mit mehreren rechts- und linksdrehenden Kräften

Geräte wie zu 37

	Rechtsdrehend (+)			Linksdrehend (-)		
	$\frac{F}{p}$	$\frac{s}{cm}$	$\frac{F \cdot s}{pcm}$	$\frac{F}{p}$	$\frac{s}{cm}$	$\frac{F \cdot s}{pcm}$
1						
⋮						
5						

$$\sum F_r \cdot s_r = \sum F_l \cdot s_l$$

$$\sum F \cdot s = 0$$



## 4.10. Schwerpunkt und Standfestigkeit

### 39. Lotrechtes Aufstellen eines Stabes

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

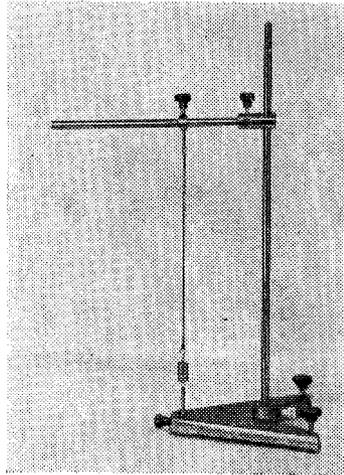
Kreuzmuffe

Ring mit Haken

Achszapfen

Hakenkörper

Schnur



### 40. Ermitteln des Schwerpunktes einer Platte

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

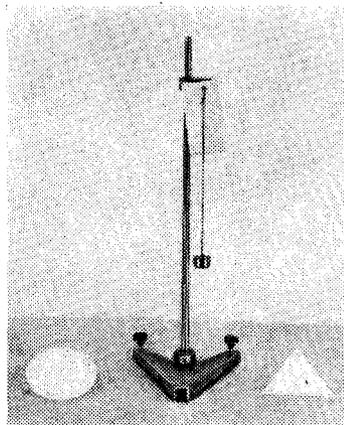
Kreuzmuffe

Achszapfen

3 Schwerpunktplatten

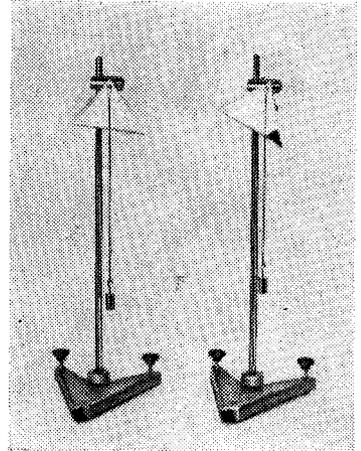
Hakenkörper

Schnur



## 41. Schwerpunktverlagerung bei ungleicher Dicke

Geräte wie 40, dazu  
2 Maniperm-Haftsteine

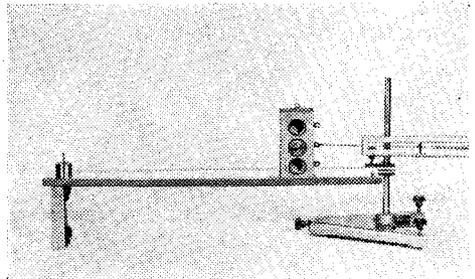


Bemerkung:

Schwerlinien mit Bleistift markieren. Kontrolle: Schnittpunkt auf Achszapfen aufsetzen.

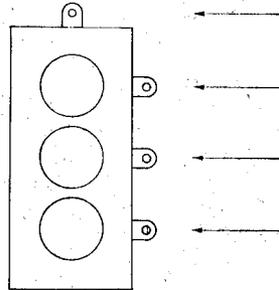
## 42. Standfestigkeit eines Quaders

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
2 Kreuzmuffen  
2 Achzapfen  
Experimentierbrett  
Wagen  
Holzklotz  
Rolle  
Satz Hakenkörper  
(Federkraftmesser)



### 43. Messen der Kippkraft bei verschiedenen Angriffspunkten

Geräte wie 42



Bemerkung:

Abhängigkeit vom Gewicht des Körpers  
von der Lage des Schwerpunktes,  
von der Größe der Standfläche.

### 44. Überschreiten der Kippkante

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

Ring mit Haken

2 Kreuzmuffen

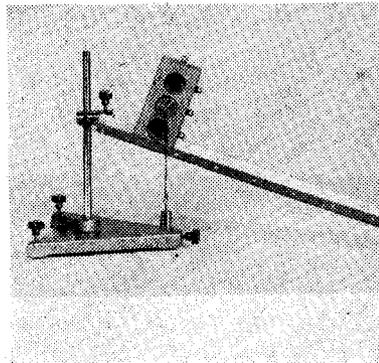
Achszapfen

Experimentierbrett

Holzklötz

Schnur

Hakenkörper



## 4.11. Der Wurf

### 45. Waagerechter Wurf

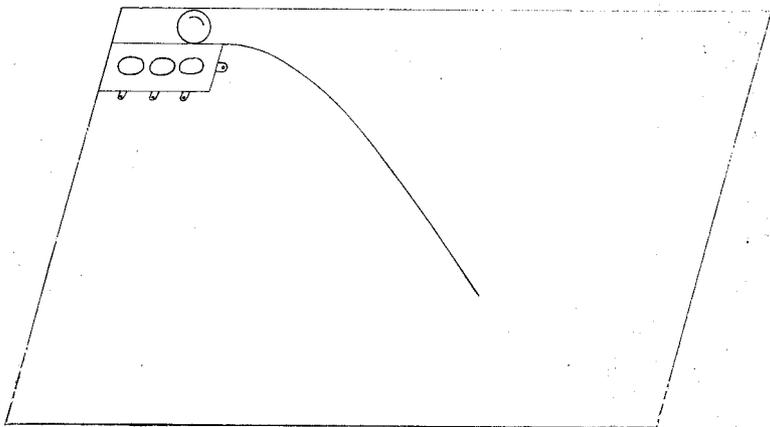
Aufnahme der Wurfparabel bei verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten

Schülerreißbrett (×)  
Schwarzes Papier (×)  
Holzkeil (×)  
Kartonstreifen (×)

Holzklötz  
Stahlkugel  
Kreidepulver (×)

Bemerkung:

Man läßt die Kugel von verschiedenen Höhen des Keiles ablaufen.

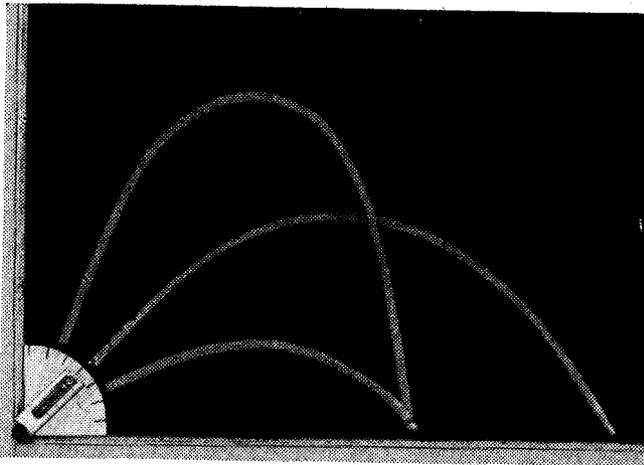


## 46. Schräger Wurf

Aufnahme der Wurfparabel bei verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten und unterschiedlichen Erhebungswinkeln.

Schülerreißbrett (x)  
Schwarzes Papier (x)  
Kartonstreifen (x)

Federstoßvorrichtung  
Stahlkugel  
Kreidepulver (x)



Bem.: Das Reißbrett wird durch Unterlegen von Büchern o. ä. am oberen Rand schräg gestellt. Am unteren Rand zweckt man den Kartonstreifen an, damit die Kugel nicht herunterfällt.

## 4.12. Die Trägheit

### 47. Trägheit einer Holz- und einer Stahlkugel

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

2 Kreuzmuffen

Achszapfen, 80 mm

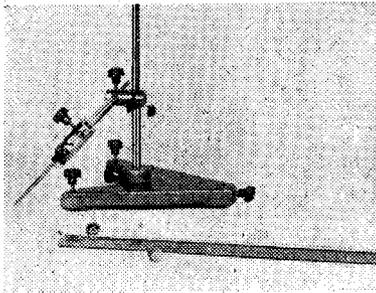
oder

Federstoßvorrichtung

Experimentierbrett

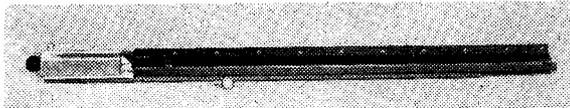
Stahlkugel

Holz­kugel



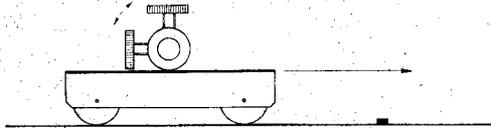
Bem.: Der Anstoß der Kugeln erfolgt durch den Achszapfen. Dieser ist beide Male bis zur gleichen Höhe anzuheben.

Bei Verwendung des Experimentierbrettes ist dieses etwas schräg zu stellen, damit die Kugel an einer Kante entlangrollt.



## 48. Beharrungsvermögen einer Walze beim Anfahren und Anhalten

Experimentierbrett  
Wagen, 50 p  
Kreuzmuffe  
Schnur

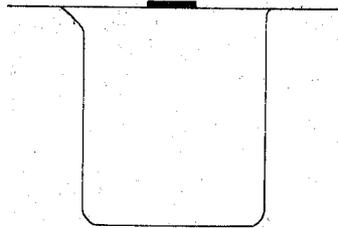


Bemerkung:

- unterschiedliche Lage vor und nach ruckartigem Anziehen
- unterschiedliche Lage vor und nach ruckartigem Anhalten

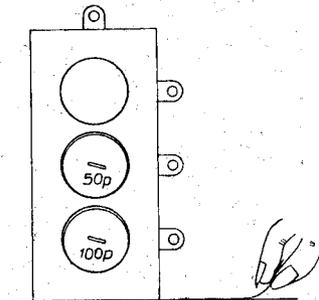
## 49. Trägheit einer Münze

Becherglas  
Kartonstreifen (x)  
Münze (x)



## 50. Trägheit eines stehenden Quaders

Holzklötz  
Papierstreifen (x)  
Hakenkörper



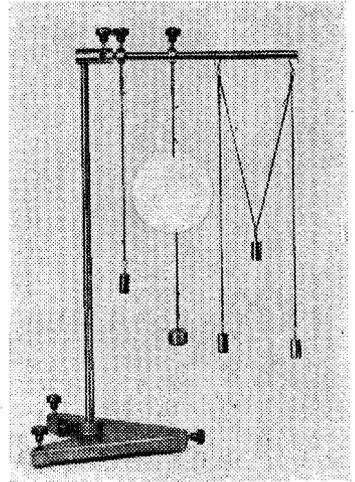
Bem.: Zieht man den Papierstreifen langsam weg, so bleibt er ganz. Ruckartig weggezogen, zerreißt er.

## 4.13. Schwingungen

### 51. Fadenpendel

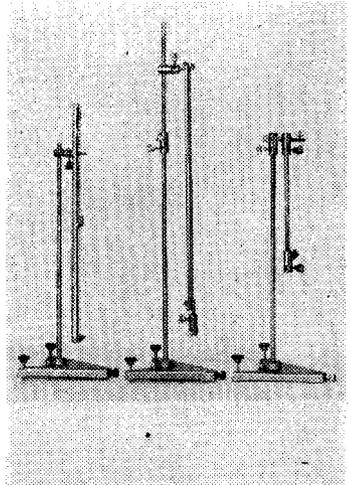
V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Stativstab, 250 mm  
Ring mit Haken  
Satz Hakenkörper  
Schwerpunktplatte  
Schnur  
Kreuzmuffe

- a) Sekundenpendel
- b) gedämpftes Pendel
- c) gekoppelte Pendel



### 52. Stabpendel

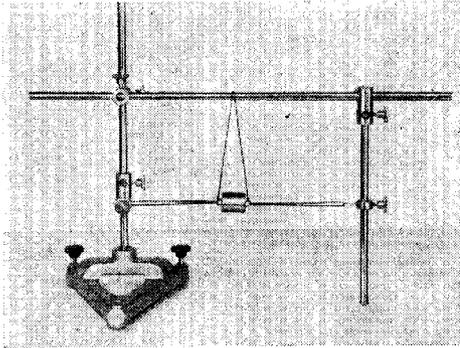
V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Kreuzmuffe  
Achszapfen  
Hebel oder  
Lineal mit  
Linealhalter } oder  
Kreuzmuffe }  
Stativstab, 250 mm  
Kreuzmuffe



### 53. Horizontalschwinger mit zwei Gummiseilen

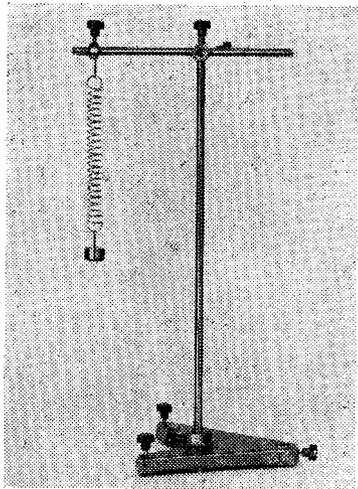
V-Fuß  
2 Stativstäbe, 500 mm  
Stativstab, 250 mm  
3 Kreuzmuffen

Ring mit Haken  
2 Gummiringe  
Hakenkörper  
Schnur



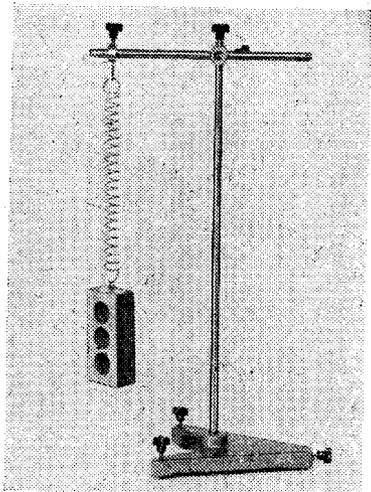
## 54. Federschwinger, vertikal

V-Fuß  
Stativstab, 500 mm  
Stativstab, 250 mm  
Ring mit Haken  
Kreuzmuffe  
Schraubenfeder  
Hakenkörper



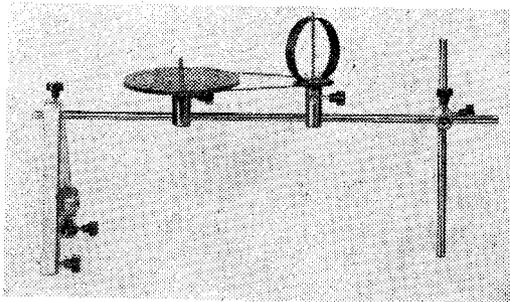
## 55. Torsionsschwingungen

Geräte wie 54, statt  
Hakenkörper Holzklötz



## 4.14. Drehbewegung

### 56. Schwungmaschine mit Erdabplattungsring



V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Stativstab, 250 mm

3 Kreuzmuffen

2 Achszapfen

Momentenscheibe

Rolle  $\varnothing$  40 mm

3 Kurbelstifte

Kartonstreifen (x)

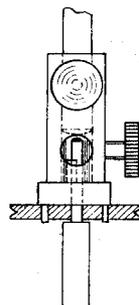
Gummiring

### 57. Schwungmaschine zum Aufsetzen beliebiger Vorrichtungen

Geräte wie 56, dazu:

Zeigerwalze

Kreuzmuffe



Bem.: Die Zeigerwalze wird auf die Rolle aufgesetzt und mit einem Kartonstreifen umwickelt, so daß die Kreuzmuffe straff aufgedrückt werden kann.

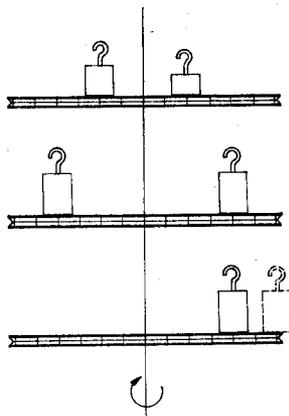
## 58. Abhängigkeit der Zentralkraft

Geräte wie zu 56, jedoch Antrieb durch die kleine Rolle.  
Satz Hakenkörper

$F \propto m$  Die Hakenkörper 5 g und 10 g werden im gleichen Abstand auf die Momentenscheibe gelegt. Man steigert die Drehzahl, bis der Hakenkörper 10 g herabrutscht.

$F \propto r$  Zwei Hakenkörper 20 g werden in ungleichen Abständen aufgesetzt.

$F \propto n^2$  Man legt den Körper auf einen kleineren Abstand. Bereits eine geringfügige Erhöhung der Umdrehungszahl läßt ihn herabrutschen.



Bem.: Die angegebenen Beziehungen können erst mit mehreren Versuchen bestätigt werden. Versuch 1 und 2 ergeben, daß die Zentralkraft um so größer ist, je größer die Masse bzw. der Radius ist. Wiederholt man den Versuch 1 mit 5 g auf  $r_2$  und 10 g auf  $r_1$ , so wird damit die Proportionalität bewiesen.

## 4.15. Dichte – Wichte

### 59. Dichtebestimmung verschiedener Körper

Balkenwaage nach (1)

Wägesatz

Lineal

Meßzylinder

Becherglas

Holz-, Stahl-, Plastquader

Krampe

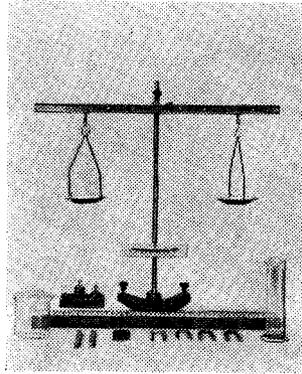
versch. Flüssigkeiten

(Salzlösung, Spiritus) (x)

a) regelmäßige Körper  
durch Messen der Kanten-  
längen und Wägen

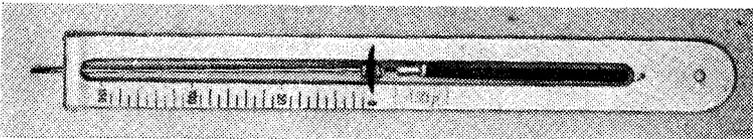
b) unregelmäßig  
geformte Körper  
durch Messen der ver-  
drängten Flüssigkeit und  
Wägen

c) Flüssigkeiten  
durch Volumenmessung  
und Wägen



### 60. Wichtebestimmung

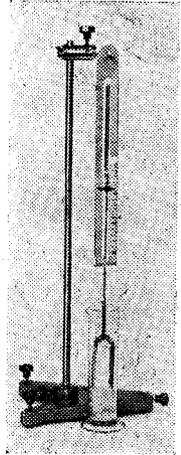
wie 59 unter Verwendung des Federkraftmessers :



Stoff	$\frac{G}{p}$	$\frac{V}{\text{cm}^3}$	$\frac{G}{V}$	$\frac{\gamma}{\frac{p}{\text{cm}^3}}$

## 61. Auftrieb eines Körpers in verschiedenen Flüssigkeiten

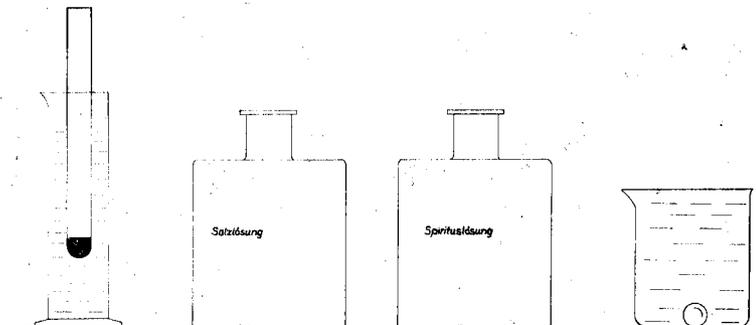
Federkraftmesser  
Meßzylinder  
Holz-, Stahl-, Plastquader  
Krampe  
Wasser, Salzlösung  
Spiritus od. Petroleum (x)



## 62. Wichtebestimmung nach dem Archimedischen Prinzip

Meßzylinder  
Reagenzglas  
Hakenkörper, 2 p

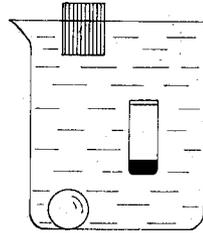
Papierstreifen (x)  
Wasser, Salzlösung  
Spiritus (x)



### 63. Schweben, Schwimmen, Sinken

Becherglas  
Stahlkugel

Tablettenröhrchen (x)  
Kork (x)



## 4.16. Druck in Flüssigkeiten – Luftdruck

### 64. Schweredruck in verschiedenen Tiefen

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Becherglas, 250 ml

Manometer

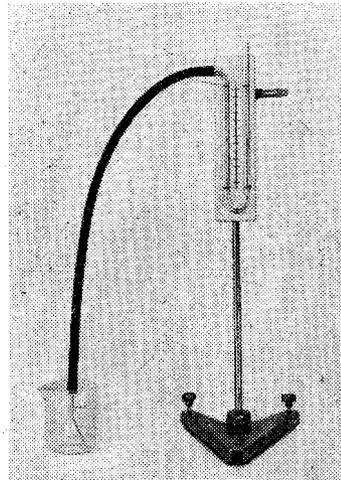
Trichter

Gummihaut (x)

Schlauch, 500 mm

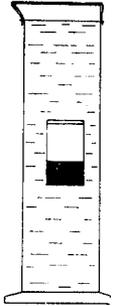
Bemerkung:

Der Trichter braucht nicht mit einer Gummihaut versehen zu werden, wenn man ihn senkrecht in die Flüssigkeit taucht



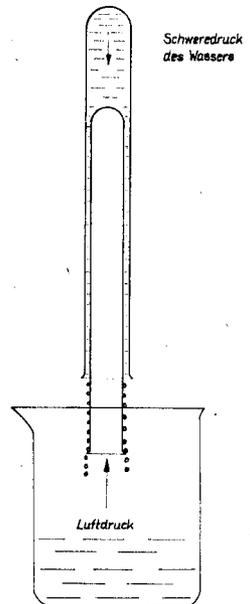
## 65. Druckfortpflanzung in Flüssigkeiten (Kartesischer Taucher)

Meßzylinder  
Gummihaut (x)  
Tablettenröhrchen (x)  
mit durchbohrtem  
Deckel



## 66. Wirkung des Luftdruckes

Becherglas  
Reagenzglas  
Reagenzglas  
mit Maßeinteilung



## 67. Messen des Druckes in einem Kolben

V-Fuß

Stativstab, 500 mm

Manometer

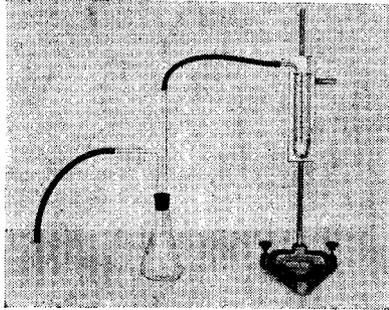
Erlenmeyerkolben, 300 ml

Stopfen mit 2 Bohrungen

2 Glasrohrstücke

Schlauchstück, 500 mm

Schlauchstück, 100 mm



Bem.: Erzeugen des Überdruckes durch Hineinblasen. Erzeugen des Unterdruckes durch Aussaugen. Danach Gummischlauch durch Umknicken verschließen.

## 68. Saugheber

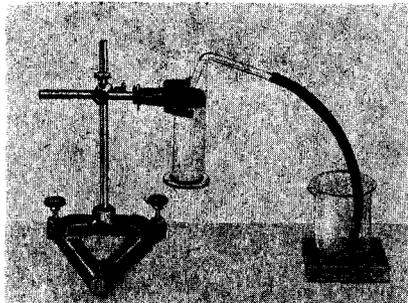
Stativ

mit Glasröhrenhalter

Meßzylinder

Becherglas

Glaswinkelrohr





VEB METALLBAU UND LABORMÖBELWERK APOLDA