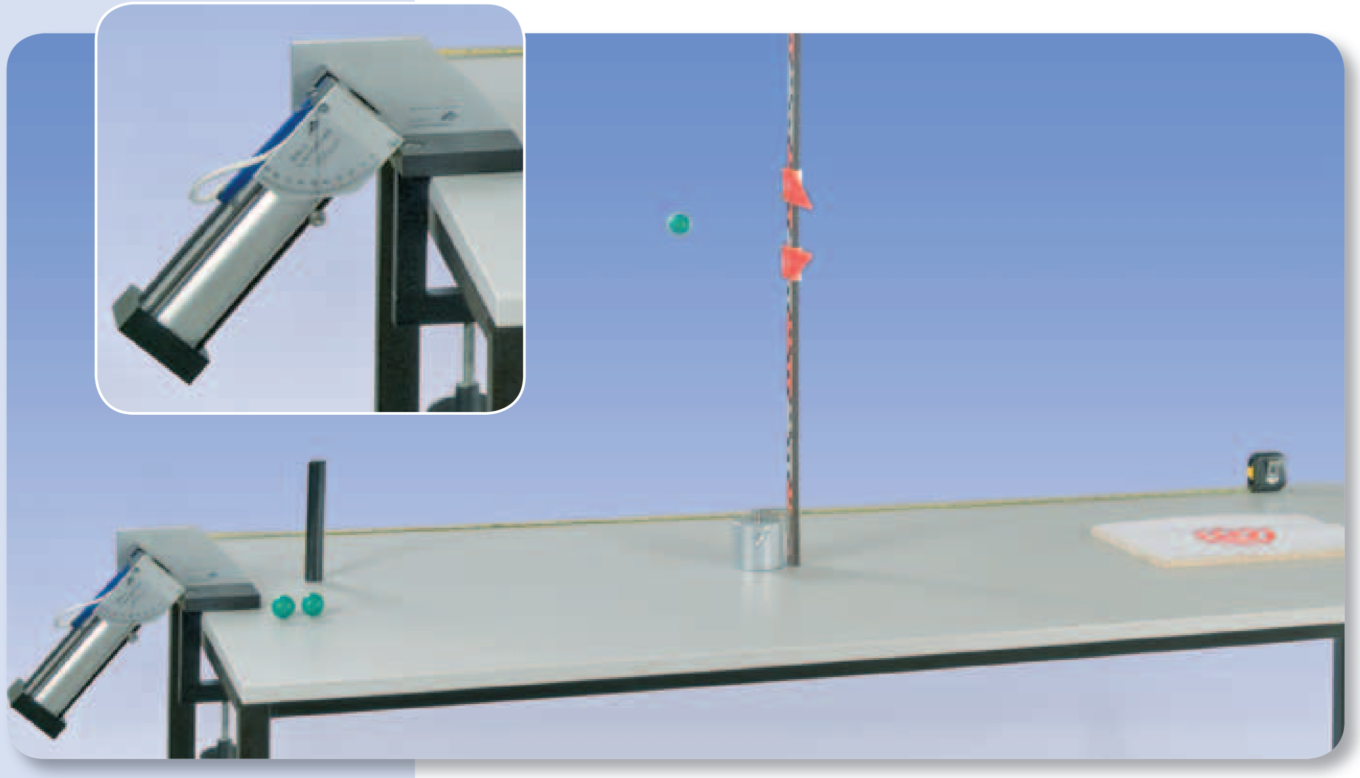
UE1030400 SCHIEFER WURF



AUFGABEN:

- **Bestimmung der Wurfweite in Abhängigkeit von Abwurfwinkel und Abwurfgeschwindigkeit.**
- **Berechnung der Abwurfgeschwindigkeit aus der maximalen Wurfweite.**
- **Punktweise Aufzeichnung der „Wurfparabeln“ in Abhängigkeit von Abwurfwinkel und Abwurfgeschwindigkeit.**
- **Bestätigung des Superpositionsprinzips.**

ZIEL

Punktweise Aufzeichnung der „Wurfparabeln“.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bewegung einer Kugel, die im Gravitationsfeld unter einem Winkel zur Horizontalen abgeschossen wird, folgt einer parabelförmigen Flugkurve, deren Höhe und Weite vom Abwurfwinkel und der Abwurfgeschwindigkeit abhängt. Sie wird unter Verwendung eines Höhenmaßstabes mit zwei Zeigern punktweise vermessen.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Wurfgerät	1002654
1	Halter für Wurfgerät	1002655
1	Höhenmaßstab, 1 m	1000743
1	Satz Zeiger für Maßstäbe	1006494
1	Tonnenfuß, 900 g	1002834
1	Taschenbandmaß, 2 m	1002603

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Bewegung einer Kugel, die im Gravitationsfeld unter einem Winkel zur Horizontalen abgeschossen wird, setzt sich nach dem Superpositionsprinzip aus einer Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit in Abwurfrichtung und einer Fallbewegung zusammen. Es resultiert eine parabelförmige Flugkurve, deren Höhe und Weite vom Abwurfwinkel α und der Abwurfgeschwindigkeit v_0 abhängt.

Zur Berechnung der Flugkurve legt man der Einfachheit halber den Ursprung des Koordinatensystems in den Kugelmittelpunkt zum Zeitpunkt des Starts und vernachlässigt außerdem die Luftreibung der Kugel. Dann behält die Kugel in horizontaler Richtung ihre Anfangsgeschwindigkeit

(1) $$v_x(0) = v_0 \cdot \cos\alpha$$

und erreicht daher zum Zeitpunkt t die horizontale Entfernung.

(2) $$x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$$

In vertikaler Richtung erfährt die Kugel unter dem Einfluss des Gravitationsfeldes die Fallbeschleunigung g. Zum Zeitpunkt t beträgt daher ihre Geschwindigkeit

(3) $$v_y(t) = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t$$

und die vertikale Entfernung.

(4) $$y(t) = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Die Flugkurve der Kugel hat die Form einer Parabel, da sie der Gleichung genügt.

(5) $$y(x) = \tan\alpha \cdot x - \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{(v_0 \cdot \cos\alpha)^2} \cdot x^2$$

Zum Zeitpunkt

(6) $$t_1 = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

erreicht die Kugel den höchsten Punkt der Parabel und zum Zeitpunkt

(7) $$t_2 = 2 \cdot \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

wieder die Ausgangshöhe 0. Die Höhe der Parabel ist also

(8) $$h = y(t_1) = \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \cdot \sin^2\alpha$$

und die Weite

(9) $$s = x(t_2) = 2 \cdot \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$$

Im Experiment werden die Flugkurven einer Kugel unter Verwendung eines Höhenmaßstabes mit zwei Zeigern punktweise in Abhängigkeit von Abwurfwinkel und Abwurfgeschwindigkeit vermessen.

AUSWERTUNG

Beim Abschusswinkel $\alpha = 45°$ wird die größte Weite s_{max} aller Flugkurven erreicht. Aus ihr lässt sich die Abwurfgeschwindigkeit berechnen. Wegen Gl. 9 gilt

$$v_0 = \sqrt{g \cdot s_{max}}$$

Eine genaue Analyse der Messdaten zeigt, dass sogar die Luftreibung der Kugel berücksichtigt werden muss und die Flugkurven geringfügig von der Parabelform abweichen.

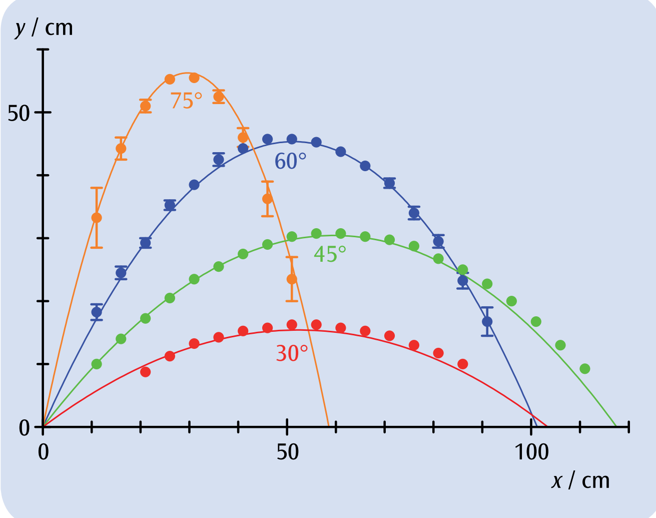


Abb. 1: Gemessene und unter Berücksichtigung der Luftreibung berechnete Wurfparabeln bei minimaler Abwurfgeschwindigkeit und verschiedenen Abwurfwinkeln.