

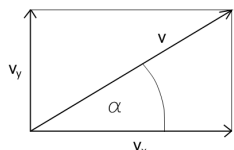
# Lösung: Energiespektrometer

(1. Runde 1989)

## Berechnung der Spannung $U$

Da die Elektronen im homogenen Feld  $E = \frac{U}{d}$  gleichmäßig beschleunigt werden, beschreiben sie im Kondensator eine Parabelbahn.

Die Eintrittsgeschwindigkeit  $\vec{v}$  lässt sich in zwei Komponenten zerlegen:



$$v_x = v \cdot \cos \alpha \quad \text{in Plattenrichtung} \quad (1)$$

$$v_y = v \cdot \sin \alpha \quad \text{senkrecht zu den Platten.} \quad (2)$$

Die Gleichung der beiden Teilbewegungen sind:

$$x(t) = v_x t = vt \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

$$y(t) = v_y t - \frac{a}{2} t^2 = vt \cdot \sin \alpha - \frac{a}{2} t^2. \quad (4)$$

Die Beschleunigung  $a$  durch das elektrische Feld  $E$  errechnet sich aus:

$$F = ma = eE = e \frac{U}{d} \quad (5)$$

$$a = \frac{eU}{md} \quad (6)$$

Wenn die Elektronen den zweiten Schlitz treffen sollen, so muß  $y(t_s) = 0$  für  $x(t_s) = s$  werden:

$$s = vt_s \cdot \cos \alpha \quad (7)$$

$$0 = vt_s \cdot \sin \alpha - \frac{eU}{2md} t_s^2. \quad (8)$$

Löst man nun (7) nach  $t_s$  auf und setzt dies in (8) ein, erhält man:

$$s \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{eU}{2md} \cdot \frac{s^2}{v^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (9)$$

$$v^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{eUs}{2md}, \quad (10)$$

und mit der kinetischen Energie  $W = \frac{m}{2} v^2$  der Elektronen folgt:

$$W = \frac{m}{2} v^2 = \frac{eUs}{4d \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \quad (11)$$

$$= \frac{es}{2s \cdot \sin 2\alpha} U. \quad (12)$$

Die kinetische Energie ist also proportional zur angelegten Spannung.

## Berechnung des Fehlers $\Delta W$ der Energiemessung

Der Fehler in der kinetischen Energie  $\Delta W$  durch die Spaltbreite  $b$  ergibt sich durch die Proportionalität von  $W$  zu  $s$  zu:

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta s}{s} = \frac{b}{s}. \quad (13)$$

Daraus erhält man für den absoluten Fehler der Energiemessung:

$$\Delta W = W \frac{b}{s} = \frac{eUb}{2d \cdot \sin 2\alpha}. \quad (14)$$