

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur 2001

Physik
(Leistungskurs)

Arbeitszeit: 300 Minuten

Thema 1

Wechselstromerzeugung, Gesetze im
Wechselstromkreis, Kreisprozesse

Thema 2

Photonen, Elektronen und Atome

Thema 3

Kräfte und Bewegungen

Thema 1: Wechselstromerzeugung, Gesetze im Wechselstromkreis, Kreisprozesse

1 Das Induktionsgesetz

Die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion ermöglichte es, die Elektrizität für die Menschen nutzbar zu machen, indem im Laufe der Entwicklung großtechnisch in Generatoren, die auf der Grundlage dieser Gesetzmäßigkeit arbeiten, Elektroenergie erzeugt werden konnte.

1.1 Leiten Sie aus dem Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ die Gleichung zur Berechnung der Induktivität $L = \frac{\mu_r \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot A}{\ell}$ einer Spule her.

1.2 Beschreiben Sie drei Experimente zu Induktionsvorgängen, bei denen auf die Größe der Induktionsspannung Einfluss genommen werden kann.

1.3 Beschreiben Sie den Aufbau, und erläutern Sie die Wirkungsweise eines Wechselstromgenerators.

2 Wechselstromwiderstände, Schülerexperiment zur Bestimmung von Induktivitäten und der relativen Permeabilität

Im Wechselstromkreis zeigen Spulen und Kondensatoren ein anderes Verhalten als im Gleichstromkreis.

2.1 Erläutern Sie die Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung am Kondensator anhand einer geeigneten Skizze und begründen Sie die Phasenverschiebung.

2.2 Schülerexperiment

Bestimmen Sie experimentell sowohl die Induktivität einer luftgefüllten als auch die Induktivität einer eisengefüllten Spule und berechnen Sie hieraus die relative Permeabilität des verwendeten Eisenkernes.

Fertigen Sie ein vollständiges Versuchsprotokoll an.

Hinweise: Verwenden Sie einen geschlossenen Eisenkern, und berücksichtigen Sie den ohmschen Widerstand der Spule.

3 Kreisprozesse

Für die Beschreibung der in Wärmekraftmaschinen ablaufenden thermodynamischen Prozesse verwendet man idealisierte Kreisprozesse. Bild 1 zeigt das p-V-Diagramm eines Carnot-Prozesses.

Für diesen gilt: $|W_{23}| = |W_{41}|$ und $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$

- 3.1 Beschreiben Sie die im p-V-Diagramm (Bild 1) dargestellten Zustandsänderungen und wenden Sie den 1. Hauptsatz der Thermodynamik darauf an.

Erläutern Sie anhand des CARNOT-Prozesses den Begriff Wirkungsgrad, und leiten Sie unter den oben genannten Voraussetzungen für den thermischen Wirkungsgrad

$$\text{her: } \eta_{\text{th}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

- 3.2 Erläutern Sie, wie man aus einem p-V-Diagramm die abgegebene Arbeit pro Zyklus näherungsweise ermitteln kann.

Berechnen Sie die pro Zyklus abgegebene Arbeit für den Fall, dass bei Verwendung von 1 mol eines idealen Gases die Zustände durch folgende Werte gekennzeichnet sind:

$$V_1 = 1,0 \text{ dm}^3, V_2 = 8,0 \text{ dm}^3, T_1 = 600 \text{ K}, T_2 = 300 \text{ K}.$$

Thema 2: Photonen, Elektronen und Atome**1 Photonen**

- 1.1 Hallwachs bestrahlte 1888 eine negativ geladene Metallplatte (Bild 1) mit UV-Licht. Daraufhin konnte er eine Entladung der Platte beobachten. Eine Wiederholung des Versuchs mit sichtbarem Licht erbrachte nicht dieses Ergebnis. Erläutern und begründen Sie beide Beobachtungen.
- 1.2 Zur quantitativen Untersuchung des äußeren lichtelektrischen Effekts wird eine Vakuumfotозelle eingesetzt. Zur Bestimmung des planckschen Wirkungsquantums wird diese Fotозelle zusammen mit einem Kondensator verwendet (Bild 2). Erläutern Sie die Durchführung und Auswertung dieses Versuches. Gehen Sie dabei auch auf die einsteinsche Gleichung und auf die einsteinsche Gerade ein. Welche Erkenntnisse über das Licht lassen sich aus dem äußeren lichtelektrischen Effekt ableiten?
- 1.3 Mit Hilfe der Vakuumfotозelle wurde das plancksche Wirkungsquantum h nach dieser Kondensatormethode bestimmt. Dabei ergaben sich folgende Messdaten:

Frequenz f in 10^{14} Hz	5,19	5,49	6,88
Gegenspannung U in V	0,20	0,32	0,89

Stellen Sie die Messergebnisse grafisch dar, bestimmen Sie das plancksche Wirkungsquantum h , und begründen Sie Ihr Vorgehen. Bestimmen Sie das Katodenmaterial.

2 Elektronen

Die Physiker James Franck und Gustav Hertz untersuchten das Stoßverhalten von Elektronen mit Gasatomen.

- 2.1 Erläutern Sie den Aufbau und die Durchführung des Franck-Hertz-Versuches. Bei einem Franck-Hertz-Versuch mit Helium ergab sich das skizzierte Diagramm (Bild 3). Skizzieren Sie das Diagramm, das sich ergibt, wenn sich die Atome und Elektronen beim Stoß wie vollkommen elastische Kugeln verhalten.
- 2.2 Beschreiben Sie die Vorgänge, die sich beim Stoß zwischen Elektron und Gasatom für $0 < U < 19,8$ V, für $U = 19,8$ V und für $19,8$ V $< U < 39,6$ V ergeben und berechnen Sie die Wellenlänge des Lichts, das vom Heliumgas ausgesandt wird. Ordnen Sie diese Wellenlänge in das Spektrum elektromagnetischer Strahlung ein.

3 Atome

- 3.1 Erläutern Sie das bohrsche Atommodell einschließlich der bohrschen Postulate. Gehen Sie darauf ein, wie durch das bohrsche Atommodell das rutherfordsche Modell weiterentwickelt wurde. Erläutern Sie auch Grenzen des bohrschen Modells.
- 3.2 Bild 4 zeigt die vereinfachten Energieniveauschemata von Helium und Neon sowie die Mechanismen der Entstehung eines Helium-Neon-Laserlichts. Erläutern Sie die Entstehung des Laserlichts. Gehen Sie dabei auf die Absorption von Energie durch das Atom sowie die spontane und induzierte Emission von Licht ein. Berechnen Sie die Wellenlänge des Lichts des He-Ne-Lasers. Nennen Sie Eigenschaften des Laserlichts, und beschreiben Sie einige wichtige Anwendungen.

Thema 3: Kräfte und Bewegungen

1 Verladung von Schüttgut

Im Bild 1 ist schematisch eine Verladestation für Kies dargestellt. Dabei gelangt der Kies vom Vorratsbehälter B auf das Förderband F und von dort auf den Waggon W. In 5 Minuten wird ein Waggon mit 30 t Kies beladen. Das Antriebsrad des Förderbandes hat einen Radius von $r = 10 \text{ cm}$ und wird mit einer Drehzahl von $n = 143,25 \text{ min}^{-1}$ angetrieben. Weiterhin sind nachfolgende Daten bekannt:

- Gesamtfallhöhe zu Beginn der Verladung $h = 5,6 \text{ m}$
- Leermasse des Waggons $m_w = 10,0 \text{ t}$.

- 1.1 Beschreiben Sie die Bewegungsarten und Bewegungsformen des Kieses während des Verladevorganges und berechnen Sie die Geschwindigkeit eines Teilchens beim Auftreffen auf den Boden des Waggons zu Beginn der Verladung.

Hinweise:

- Die Bewegung des Teilchens beginnt im Punkt X und wird als horizontaler Wurf betrachtet.
- Adhäsions- und Kohäsionskräfte werden vernachlässigt.

- 1.2 Die Haftreibungskraft beträgt 1 % der Gewichtskraft. Entscheiden Sie durch Rechnung, ob dieser Waggon ohne zusätzliche Bremseinrichtung beladen werden kann.

2 Kreisbewegung und waagerechter Wurf

Im Bild 2 liege im Punkt B zunächst ein Gleitkörper GK direkt vor einer entspannten Feder. Durch die horizontale Verschiebung des Körpers bis in den Punkt A wird die Feder zusammengedrückt. Wird der Körper losgelassen, gleitet er von A über B und C in der halbkreisförmigen Führungsschiene nach E, wo er die Schiene verlässt. Der gesamte Bewegungsablauf soll unter Vernachlässigung der Reibung betrachtet werden.

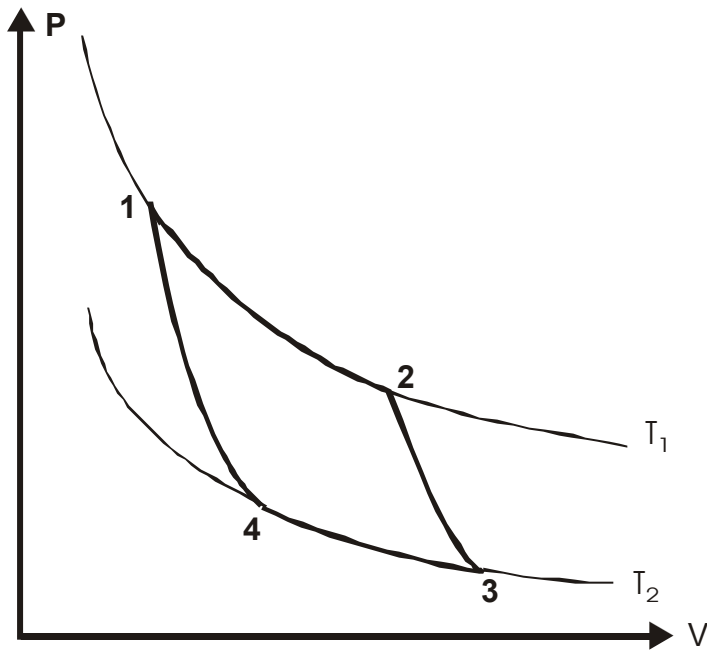
Daten:	Masse des Gleitkörpers	: $m = 50 \text{ g}$
	Federkonstante	: $D = 1,20 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
	Bewegungsradius	: $r = 0,40 \text{ m}$

- 2.1 Berechnen Sie die Strecke, um die die Feder mindestens zusammengedrückt werden muss, damit der Gleitkörper den Punkt E erreichen kann. Wie groß ist in diesem Fall die Radialkraft im Punkt C?
- 2.2 Berechnen Sie die Strecke, um die die Feder zusammengedrückt werden muss, damit der Körper wieder im Startpunkt auftrifft.

3 Elektronen im elektrischen Feld

In einer Vakuumröhre werden Elektronen zwischen der Glühkatode K und der Anode A mit einer Gleichspannung U_b beschleunigt (Bild 3). Anschließend tritt der Elektronenstrahl in einen Plattenkondensator senkrecht zum homogenen elektrischen Feld ein. Der abgelenkte Strahl wird als Leuchtfleck auf einem Schirm S sichtbar.

- 3.1 Geben Sie die Polarität der Spannung U und die Richtung des elektrischen Feldes an, wenn der Strahl im Punkt P auf den Schirm treffen soll.
Berechnen Sie die Zeit für das Durchlaufen der Strecke $\ell = 30 \text{ cm}$ bei einer Beschleunigungsspannung von $U_b = 400 \text{ V}$.
- 3.2 Zeigen Sie vom Bild 4 ausgehend, dass bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit die Ablenkung $y = \overline{P_0P}$ proportional zur angelegten Ablenkspannung U_y ist.
- 3.3 Die in 3.2 gezeigte Proportionalität wird bei der Spannungsmessung durch Oszilloskope genutzt.
Beschreiben Sie den Aufbau, und erläutern Sie die Funktionsweise einer Elektronenstrahlröhre im Oszilloskop.

Thema 1: Wechselstromerzeugung, Gesetze im Wechselstromkreis, Kreisprozesse**Bild 1 zu Aufgabe 3: Kreisprozesse** (Skizze nicht maßstäblich)

Thema 2: Photonen, Elektronen und Atome

Bild 1 zu Aufgabe 1.1: Photonen

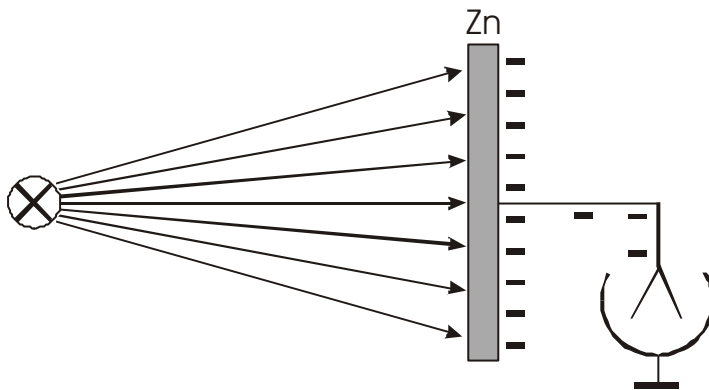


Bild 2 zu Aufgabe 1.2

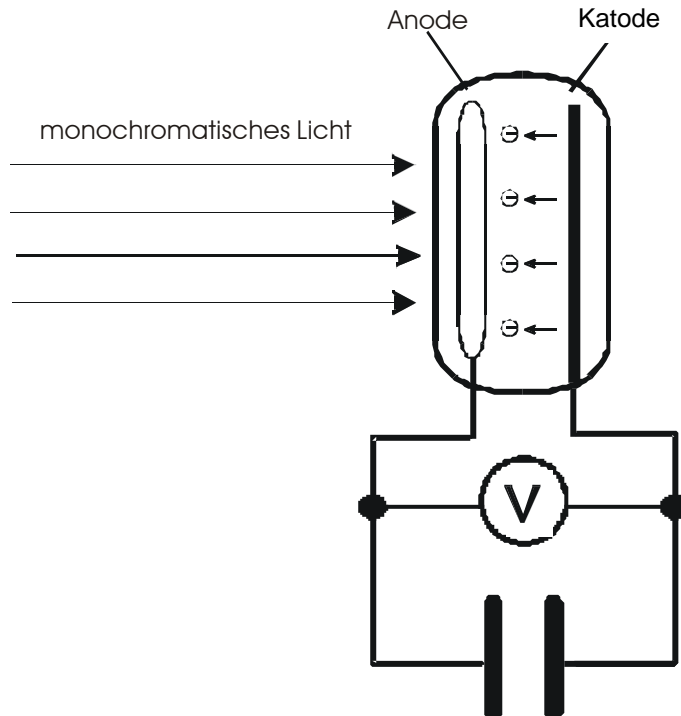


Bild 3 zu Aufgabe 2.1

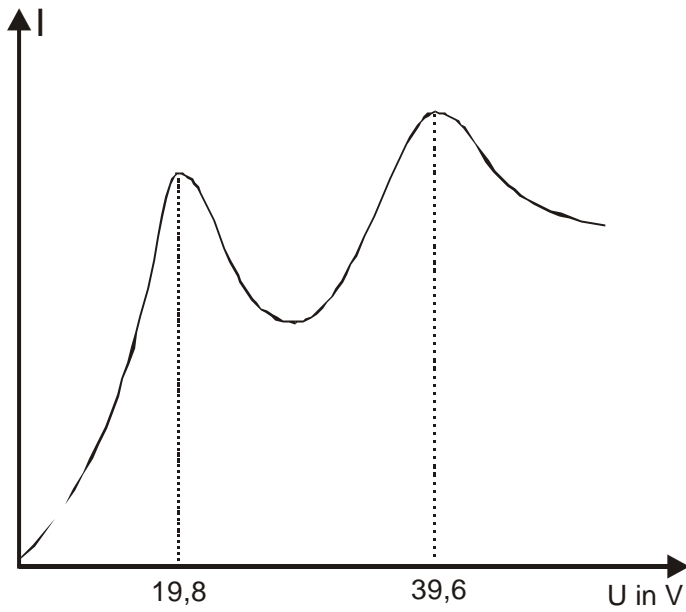
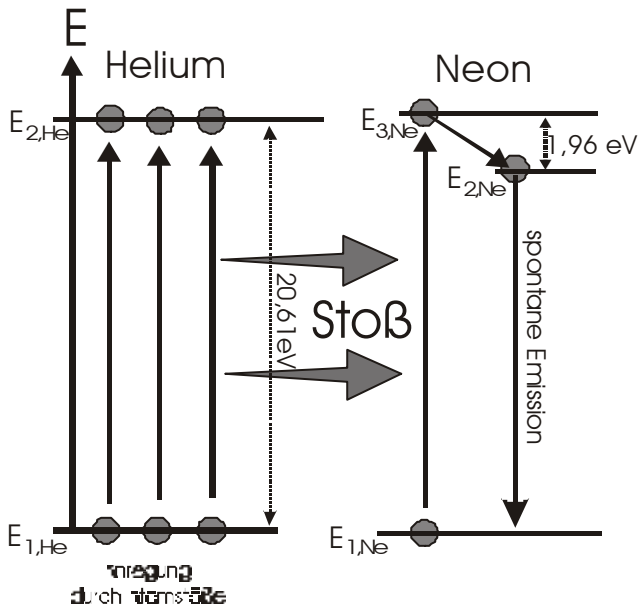


Bild 4 zu Aufgabe 3.2



Thema 3: Kräfte und Bewegungen

Bild 1 zu Aufgabe 1: Verladung von Schüttgut

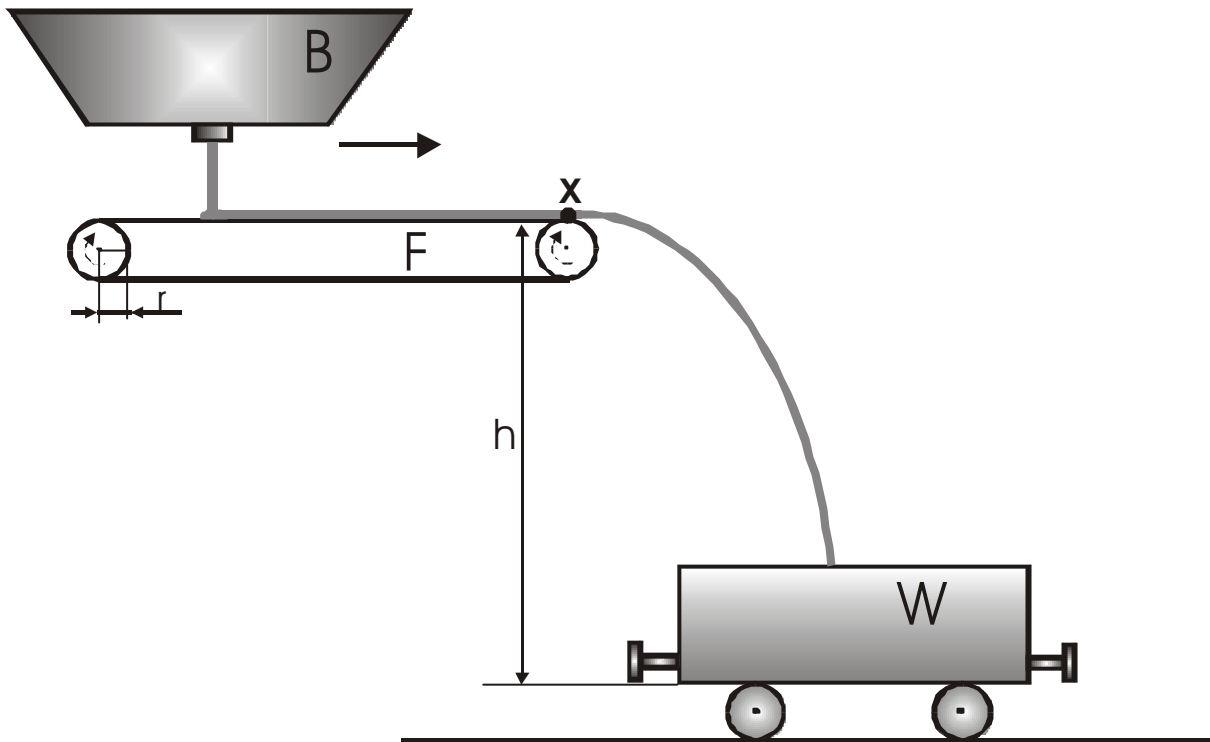


Bild 2 zu Aufgabe 2: Kreisbewegung und waagerechter Wurf

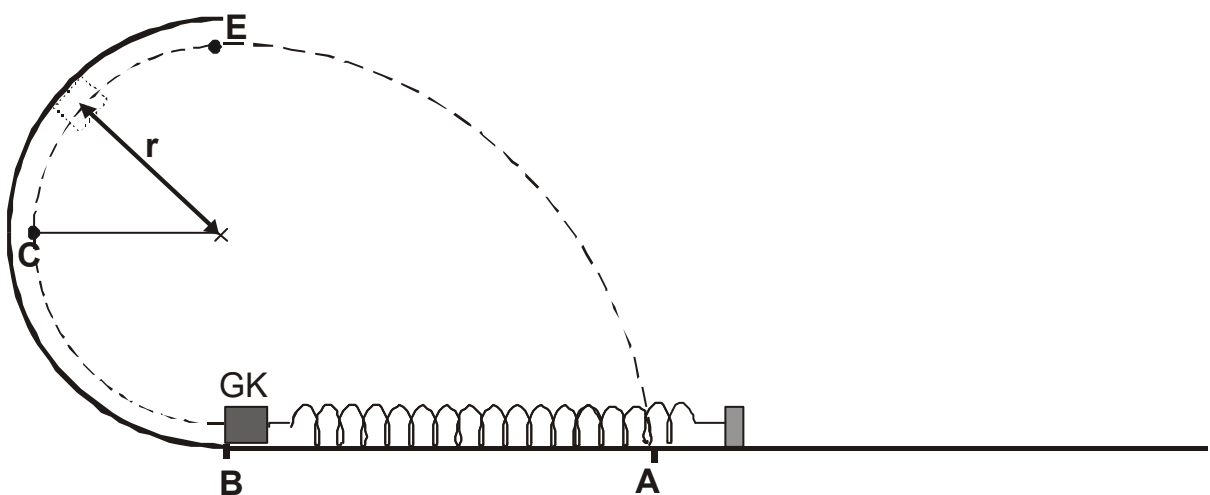


Bild 3 zu Aufgabe 3: Elektronen im elektrischen Feld

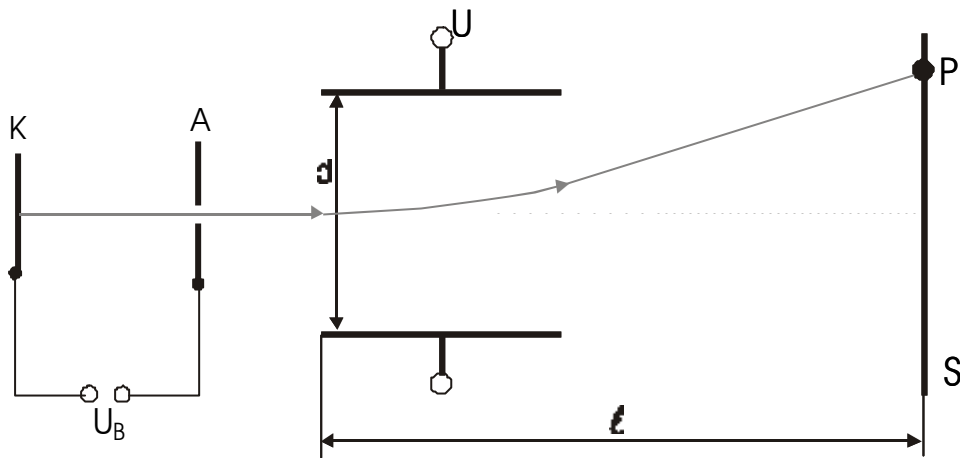
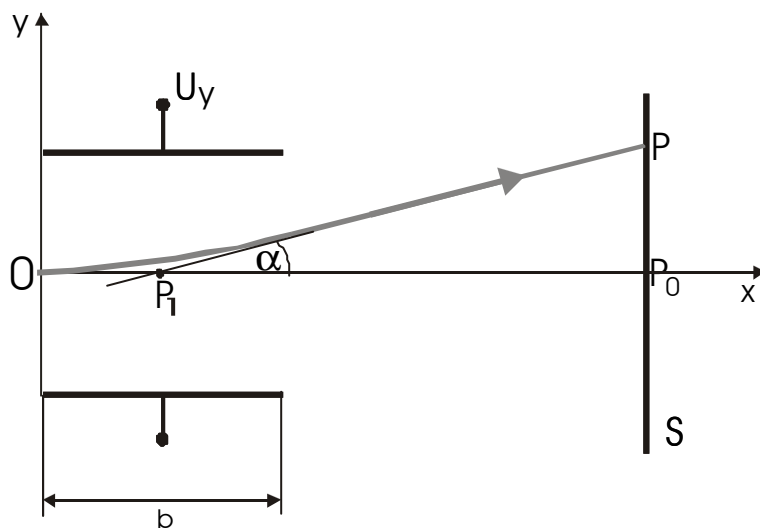


Bild 4 zu Aufgabe 3.2



$$\overline{OP_1} = \frac{b}{2}$$