



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2007

PHYSIK (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Aus jedem Themenblock ist ein Thema auszuwählen und anzukreuzen.

Gewählte Themen:

Themenblock Grundlagen

Thema G1	Elektrische Felder	<input type="checkbox"/>
Thema G2	Thermische Vorgänge	<input type="checkbox"/>

Themenblock Vertiefungen

Thema V1	Wurfbewegungen beim Bogenschießen	<input type="checkbox"/>
Thema V2	Kraftbegriff im Kontext der klassischen Mechanik (Themaufgabe)	<input type="checkbox"/>
Thema V3	Interferenz von Schallwellen am Doppelspalt	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:

Thema G1: Elektrische Felder**1 Grundlagen**

Beschreiben Sie Grundlagen zeitlich unveränderlicher elektrischer Felder. Gehen Sie bei Ihrer Darstellung insbesondere auf die Erzeugung, die Feldformen, den Nachweis, die Beschreibung und die Verrichtung von Arbeit im Feld ein.

2 Bewegungen im homogenen Feld

Die Platten eines Plattenkondensators (Bild 1) sind vertikal angeordnet und haben einen Abstand von $d = 6,0 \text{ cm}$. Am Kondensator liegt eine Spannung von $U_K = 1200 \text{ V}$ an. Der Punkt P_1 sei $s = 1,0 \text{ cm}$ von der positiven Platte entfernt. Ein Probekörper der Masse $m = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$ und der Ladung $q = +8,0 \text{ nC}$ soll im Punkt P_1 aus der Ruhe losgelassen werden. Wegen der geringen Ausdehnung soll der Probekörper als punktförmig betrachtet werden. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum.

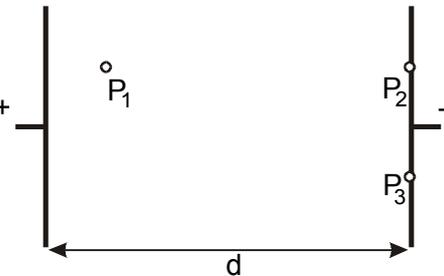


Bild 1

- 2.1 Zeigen Sie, dass der Probekörper im Punkt P_2 mit der Geschwindigkeit von $v = 1,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ auf die negative Platte auftrifft, wenn seine Gewichtskraft zunächst vernachlässigt wird.

Berechnen Sie die dabei an der Probeladung verrichtete Beschleunigungsarbeit.

- 2.2 Wegen der Gewichtskraft auf den Probekörper trifft dieser in der Realität im Punkt P_3 auf die negative Platte.

Berechnen Sie die Länge der Strecke $\overline{P_2P_3}$.

Entscheiden und begründen Sie, ob die Vernachlässigung der Gewichtskraft in Aufgabe 2.1 angemessen ist.

- 2.3 In einem veränderten Experiment werden nun im Punkt P_1 Elektronen mit vernachlässigbar kleiner Anfangsgeschwindigkeit freigesetzt und im Feld beschleunigt. Die am Kondensator anliegende Spannung U_K ist dabei nahezu stufenlos bis 10^6 V regelbar.

Begründen Sie, weshalb man bei der Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit im Punkt P_2 relativistisch rechnen muss.

Leiten Sie die Gleichung $v(U_B) = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{m_0 \cdot c^2}{U_B \cdot e + m_0 \cdot c^2} \right)^2}$ zur Berechnung dieser

Geschwindigkeit her.

Stellen Sie die Auftreffgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung in einem $v(U_B)$ - Diagramm für $0 \leq U_k \leq 10^6 \text{ V}$ graphisch dar.

Berechnen Sie dazu zuerst die fehlenden Werte in der Tabelle.

U_k in 10^5 V	0,1	0,5	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,0
v in $10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	0,53		1,53	1,97	2,39		2,70	2,77

Interpretieren Sie den Verlauf des Graphen.

3 Radialfeld

Eine Kugel mit positiver Ladung Q erzeugt ein radiales elektrisches Feld, in welchem sich eine ebenfalls positive Probeladung q im Abstand r von Q befindet (Bild 2).

Dabei seien die Ladungen mit $Q = +4,0 \mu\text{C}$ und $q = +2,0 \text{ nC}$ gegeben.

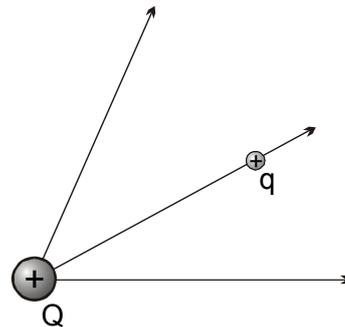


Bild 2

3.1 Stellen Sie die elektrische Feldkraft F_C in Abhängigkeit vom Abstand r im $F(r)$ - Diagramm für das Intervall $1,0 \text{ cm} \leq r \leq 10 \text{ cm}$ graphisch dar.

3.2 Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der Verschiebungsarbeit vom Abstand r_1 auf einen Abstand r_2 her. Dabei können Sie von der allgemeinen Gleichung

$$W = \int_{s_1}^{s_2} F(s) ds \quad \text{für die mechanische Arbeit ausgehen.}$$

Bestimmen Sie den Betrag der im Intervall $1,0 \text{ cm} \leq r \leq 10 \text{ cm}$ verrichteten mechanischen Arbeit.

Thema G2: Thermische Vorgänge**1 Betrachtungsweisen in der Thermodynamik**

Die Beschreibung thermodynamischer Vorgänge kann anhand der phänomenologischen und der kinetisch-statistischen Betrachtungsweise erfolgen.

Charakterisieren Sie diese beiden Betrachtungsweisen.

Erklären Sie den Vorgang der Temperaturmessung mithilfe eines Flüssigkeitsthermometers mit diesen beiden Betrachtungsweisen.

2 Kinetisch-statistische Betrachtungsweise

Das Modell des idealen Gases dient häufig zur Erklärung von Vorgängen in der Thermodynamik. Um 1860 stellte der britische Physiker J. C. Maxwell unter Nutzung der Wahrscheinlichkeitstheorie das nach ihm benannte Geschwindigkeitsverteilungsgesetz idealer Gase auf.

- 2.1 Skizzieren Sie die Geschwindigkeitsverteilung von Wasserstoffmolekülen einer vorgegebenen Gasmenge in einem geeigneten Diagramm für die Temperatur T_1 . Dabei kann das Gas als ideal betrachtet werden.

Geben Sie an, was man unter den Begriffen wahrscheinlichste und mittlere Geschwindigkeit der Teilchen versteht, und kennzeichnen Sie diese im Diagramm für die Temperatur T_1 .

Skizzieren Sie in dieses Diagramm den Graphen für die Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen dieses Wasserstoffgases bei einer Temperatur T_2 mit $T_1 < T_2$. Vergleichen und begründen Sie den Verlauf der Graphen T_1 und T_2 .

Beschreiben Sie den prinzipiellen Verlauf des Graphen, wenn bei der Temperatur T_1 für die gleiche Stoffmenge die Wasserstoffmoleküle durch Sauerstoffmoleküle ersetzt werden.

- 2.2 Die Versuchsanordnung (Bild 1) befindet sich bereits längere Zeit in einem Raum mit einer Temperatur von 15°C .

Beschreiben und erklären Sie, was geschieht, wenn entsprechend der Versuchsskizze Wasserstoff gleicher Temperatur unter Normaldruck eingeleitet wird.

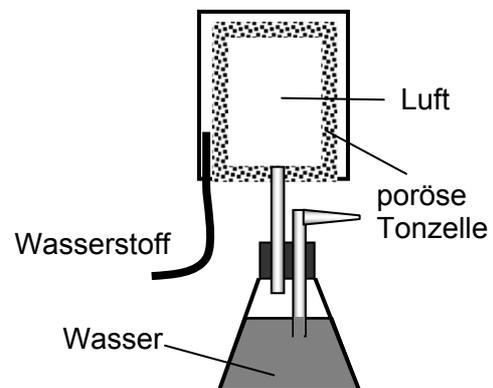


Bild 1

- 2.3 Zur Zeit der Entstehung der Erdatmosphäre war der Anteil des Wasserstoffs wesentlich größer als in der Gegenwart. Sie besteht heute zum größten Teil aus Stickstoff und Sauerstoff. Eine hypothetische Erklärung für diese Veränderung wird mit den damaligen hohen Temperaturen in der Atmosphäre gegeben.

Berechnen Sie die jeweilige Temperatur, die die Erdatmosphäre gehabt haben müsste, damit die mittlere Geschwindigkeit der Wasserstoff- bzw. Sauerstoffmoleküle halb so groß wie die zweite kosmische Geschwindigkeit gewesen wäre.

Erklären Sie mit diesen Ergebnissen die oben aufgeführte Hypothese.

- 2.4 Weitaus höhere Geschwindigkeiten treten bei Kernfusionsprozessen auf. In einem Forschungsreaktor treten bei Kernfusionsversuchen mit Deuteriumkernen ($m_D = 3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) mittlere Geschwindigkeiten von $\bar{v} = 8,0 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ auf. Durch ein Magnetfeld werden die Teilchen von den Reaktorwänden fern gehalten.

Berechnen Sie die magnetische Flussdichte, die erforderlich ist, damit sich die Teilchen mit dieser Geschwindigkeit auf einem Kreis mit dem Radius $r = 60 \text{ cm}$ bewegen.

3 Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität einer Flüssigkeit (Schülerexperiment)

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen. Bearbeiten Sie dazu die Aufträge der Vorbetrachtung und führen Sie das Experiment durch. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Auftrag:

Bestimmen Sie die spezifische Wärmekapazität einer unbekanntes Flüssigkeit durch kalorische Messungen (Mischungsexperiment).

Vorbetrachtung:

- 1 Flüssigkeiten haben sehr unterschiedlich große spezifische Wärmekapazitäten. Erläutern Sie je an einem Beispiel, wo der Einsatz einer Flüssigkeit mit hoher bzw. mit niedriger Wärmekapazität sinnvoll ist.
- 2 Für den nachfolgenden Versuch ist die Kenntnis der Wärmekapazität des Kalorimeters wichtig. Beschreiben Sie ein mögliches Vorgehen zur experimentellen Bestimmung der Wärmekapazität eines Kalorimeters und stellen Sie dafür die Wärmebilanz auf. Begründen Sie, weshalb die Kenntnis der Wärmekapazität eines Kalorimeters von Bedeutung ist und welchen Einfluss der Füllstand des Kalorimeters auf die Wärmekapazität des Kalorimeters hat.
- 3 Leiten Sie die zur Ermittlung der spezifischen Wärmekapazität einer Flüssigkeit notwendige Gleichung unter Berücksichtigung der Wärmekapazität des Kalorimeters her. Nennen Sie die zu messenden Größen.

Ablauf des Experimentes:

- 1 Erwärmen Sie einen Teil der unbekanntes Flüssigkeit und mischen Sie diesen im Kalorimeter mit dem nicht erwärmten Teil.
- 2 Nehmen Sie die notwendigen Messwerte für die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität dieser Flüssigkeit auf. Die Wärmekapazität und den Füllstand des von Ihnen benutzten Kalorimeters teilt Ihnen Ihre Lehrkraft mit.

Auswertung:

- 1 Berechnen Sie die spezifische Wärmekapazität der Flüssigkeit.
- 2 Nennen Sie jeweils zwei zufällige und systematische Fehler, die Ihre Messung beeinträchtigt haben könnten.

Geben Sie für zwei dieser Fehler je eine Möglichkeit an, wie sie verringert werden können.

Thema V1: Wurfbewegungen beim Bogenschießen

Das Bogenschießen diente schon in der Antike sportlichen Zwecken. Seit 1972 ist es wieder eine olympische Sportart.

Bei den nachfolgenden Aufgaben soll der Pfeil als Punktmasse betrachtet werden. Der Luftwiderstand werde vernachlässigt. Das Gelände soll eben und genau waagrecht sein.

1 Flugbahn des Pfeils

Bei Experimenten zur Untersuchung der Wurfbahn beim schrägen Wurf nach oben wird der Pfeil mit der Geschwindigkeit $v_0 = 200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ unter einem Winkel von $\alpha = 45^\circ$ zur Horizontalen aus einer Höhe von $h = 1,70 \text{ m}$ über dem Erdboden abgeschossen und trifft auf dem Boden auf.

- 1.1 Leiten Sie die Gleichung $y = h + x - \frac{g}{v_0^2} \cdot x^2$ für die Wurfparabel für diese Bedingungen her.

Berechnen Sie die Schussweite des Pfeils und die maximale Steighöhe.

- 1.2 Zeichnen Sie die Bahn des Pfeils maßstabgerecht in ein $y(x)$ - Diagramm.
- 1.3 Berechnen Sie die kinetische Energie des Pfeils mit der Masse $m = 32 \text{ g}$ unmittelbar vor der Landung.

2 Spannen des Bogens

Die Auszugslänge x ist der Abstand der Sehne von der Mitte des Bogens (Bild 1). Beim Spannen eines Bogens wird die Auszugslänge x in Abhängigkeit von der an der Sehne ziehenden Kraft F gemessen. Die Messwerte sind in Bild 2 dargestellt. Der Zusammenhang zwischen F und x lässt sich näherungsweise durch die Gleichung $F(x) = -0,3 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} x^2 + 26 \frac{\text{N}}{\text{cm}} x - 260 \text{ N}$ beschreiben.

- 2.1 Berechnen Sie die aufzuwendende mechanische Arbeit, wenn man den Bogen von $x_0 = 12 \text{ cm}$ bis zur Auszugslänge $x_A = 60 \text{ cm}$ spannt.

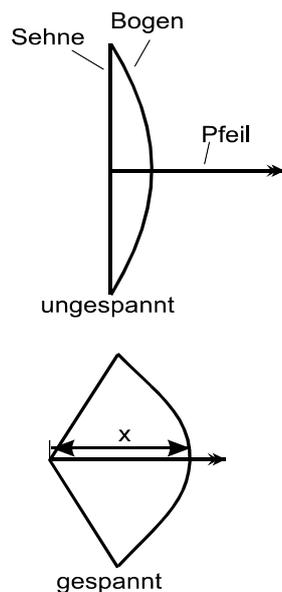


Bild 1

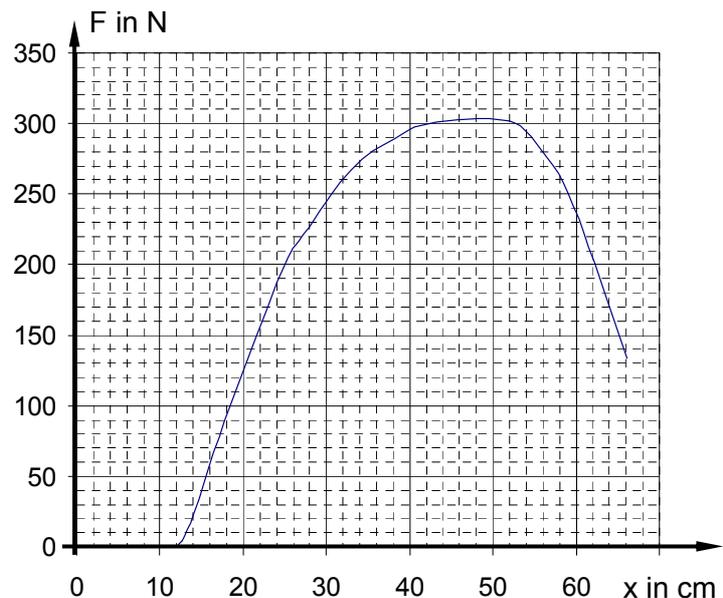


Bild 2

- 2.2 Ermitteln Sie die „Federkonstante“ des Bogens für den linearen Bereich, in dem annähernd das Hooke'sche Gesetz gilt.

**Aufgabe V2: Kraftbegriff im Kontext der klassischen Mechanik
(Themaufgabe)**

Newton stellte als erster die Bewegungsgesetze auf der Grundlage von Axiomen über die Kraft in seiner Schrift „Philosophiae naturalis Principia mathematica“ von 1687 auf, die im Rahmen der klassischen Mechanik noch heute ihre Gültigkeit haben.

Erläutern Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form den Kraftbegriff im Kontext der klassischen Mechanik unter Einbeziehung geeigneter Beispiele.

Zur Darstellung gehören u. a. folgende Schwerpunkte:

- Wirkungen von Kräften,
- Kraft als vektorielle Größe,
- Newton'sche Axiome,
- Wechselwirkungskräfte und Gleichgewichtskräfte,
- Trägheitskräfte,
- Kräfte im Gravitationsfeld.

Thema V3: Interferenz von Schallwellen am Doppelspalt

Das Doppelspaltexperiment kann mit sichtbarem Licht, aber z. B. auch mit Elektronen durchgeführt werden. Im Folgenden wird bei diesem Experiment Ultraschall verwendet.

Eine Ultraschallquelle Q sendet Schallwellen der Frequenz $f = 25 \text{ kHz}$ aus. Die Wellenfronten treffen mit einer Geschwindigkeit $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ auf einen Doppelspalt mit einem Spaltabstand $d = 5,0 \text{ cm}$ und einer Spaltbreite von $a = 1,0 \text{ cm}$. Mit einem Ultraschallsensor S, der auf Schienen in x- und y-Richtung verschiebbar ist, wird hinter dem Doppelspalt die Verteilung des Schallfeldes in einem zweidimensionalen Koordinatensystem experimentell ermittelt. Der Sensor ist an ein Messdatenerfassungssystem angeschlossen (Bild 1).

1 Bewegung in y- Richtung

Der Sensor wird jeweils von einem bestimmten Punkt auf der x-Achse beginnend in y-Richtung bewegt. Mithilfe des Messdatenerfassungssystems stellt man einen ständigen und stetigen Wechsel von Empfangsminima und Empfangsmaxima fest. Die Koordinaten der Minima und Maxima, gemessen in Zentimeter, sind in Tabelle 1 dargestellt.

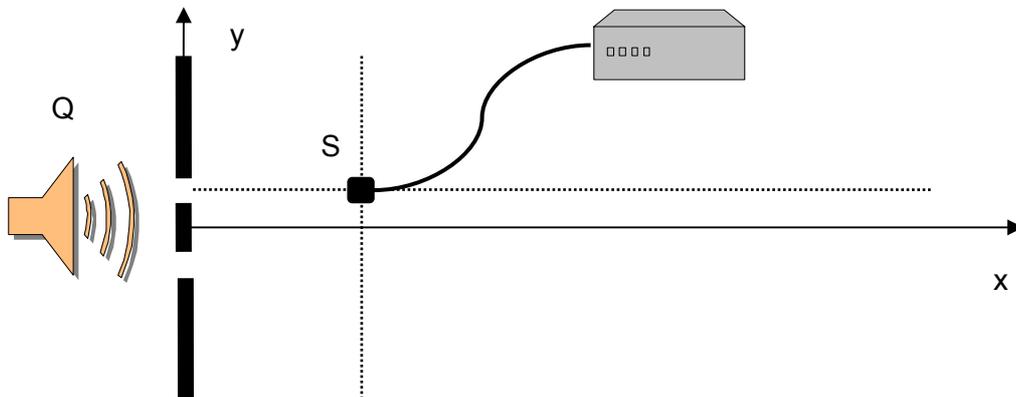


Bild 1

x in cm y in cm	3,00	6,00	9,00	12,0	15,0	18,0
Maximum	2,90	4,30	5,80	7,40	9,10	11,3
Minimum	2,10	2,85	4,20	5,60	7,10	8,60
Maximum	1,20	1,80	2,65	3,40	4,40	5,30
Minimum	0,60	0,80	1,10	1,50	1,95	2,50
Maximum	0	0	0	0	0	0
Minimum	- 0,60	- 0,80	- 1,10	- 1,50	- 1,95	- 2,50
Maximum	- 1,20	- 1,80	- 2,65	- 3,40	- 4,40	- 5,30
Minimum	- 2,10	- 2,85	- 4,20	- 5,60	- 7,10	- 8,60
Maximum	- 2,90	- 4,30	- 5,80	- 7,40	- 9,10	- 11,3

Tabelle 1

1.1 Zeichnen Sie in einem Koordinatensystem auf Millimeterpapier im Maßstab 1:1 den Doppelspalt und die Orte maximaler und minimaler Intensität für $y \geq 0$ ein.

Verbinden Sie diese Orte zu Linien gleicher Ordnung für die Minima und Maxima.

Geben Sie jeweils die Ordnungsnummer an.

1.2 Erklären Sie das Zustandekommen der Linien bestimmter Ordnung. Geben Sie die Bedingungen für das Auftreten maximaler und minimaler Intensitäten an.

Hinweis:

Sie können in Ihrer Argumentation u. a. das im Bild 2 dargestellte Modell verwenden.

Das Modell besteht aus zwei um die Spaltorte drehbare Streifen aus Folie. Jeder Streifen enthält abwechselnd helle und dunkle Zonen gleicher Größe.

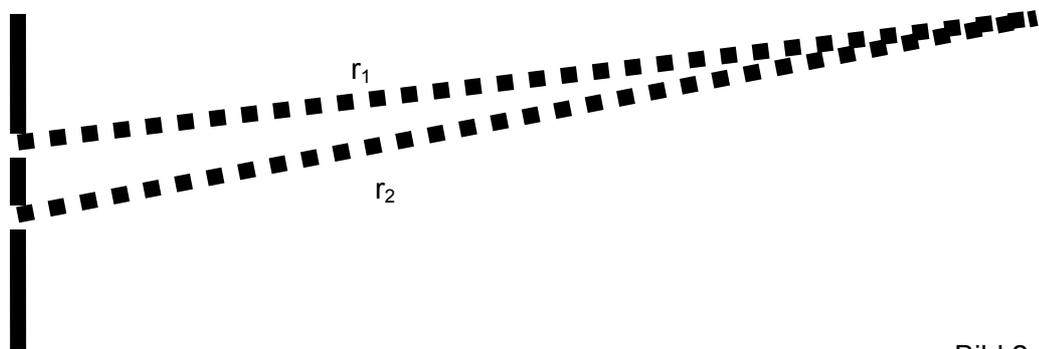


Bild 2

1.3 Ermitteln Sie für fünf geeignete Punkte ($x \geq 15$ cm) des Wellenfeldes den Gangunterschied Δr (Wegunterschied) der sich überlagernden Wellen durch Messung im Koordinatensystem von Teilaufgabe 1.1. Übernehmen und ergänzen Sie dazu die Tabelle 2.

Bestimmen Sie damit einen Mittelwert für die Wellenlänge des Ultraschalls.

Vergleichen Sie das Ergebnis mit demjenigen Wert, der mithilfe der Wellengleichung $v = \lambda \cdot f$ ermittelt werden kann.

Punkt (x y) in cm	$\Delta r = r_1 - r_2 $ in cm Messung	Wellenlänge λ in cm

Tabelle 2

2 Bewegung in x- Richtung

Die Wellenlänge der ausgesendeten Ultraschallwelle wurde nun auf $\lambda = 2,0$ cm erhöht und der Spaltabstand auf $d = 7,0$ cm vergrößert.

Der Sensor S kann entlang der Geraden h, die in x-Richtung durch den Spalt 1 verläuft, geführt werden (Bild 3).

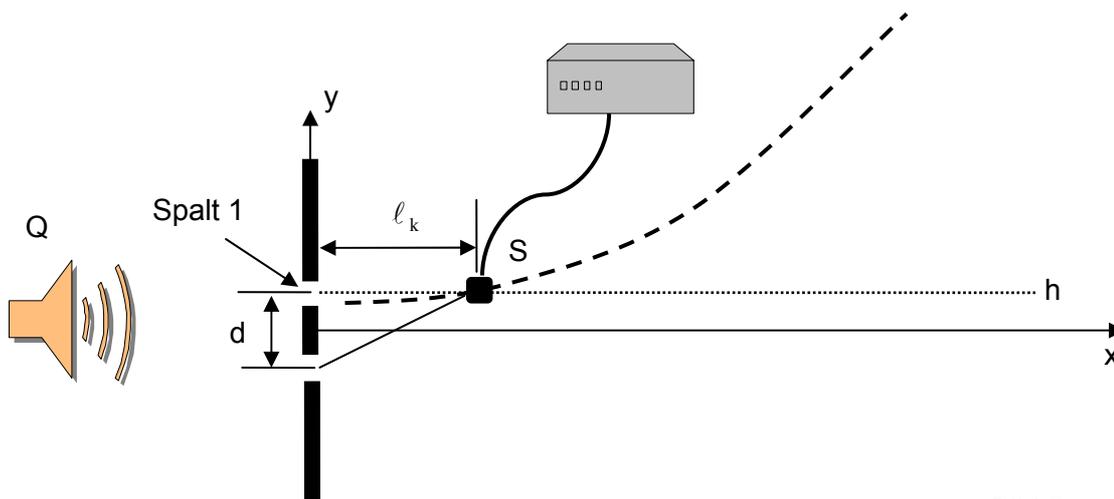


Bild 3

- 2.1 In den Entfernungen $l_k = \frac{d^2 - k^2 \cdot \lambda^2}{2k \cdot \lambda}$ für $k = 1, 2 \dots$ vom Spalt 1 werden Intensitätsmaxima registriert. Leiten Sie diese Gleichung her.
- 2.2 Zeigen Sie, welche Werte für k unter den gegebenen Bedingungen möglich sind.