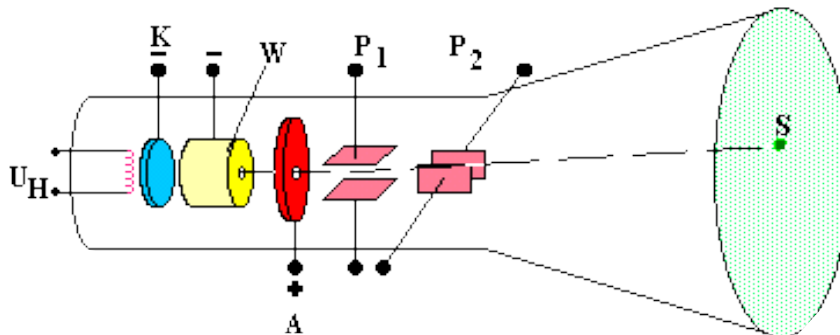


Aufgaben zur Braunschen Röhre und zum Oszilloskop

Sporenberg\Schuljahr2012_13\Klassen_Kurse\Halbjahr1\LK_Physik_Q1_2012_13\Aufgaben\BraunscheRoehreOszilloskop.doc

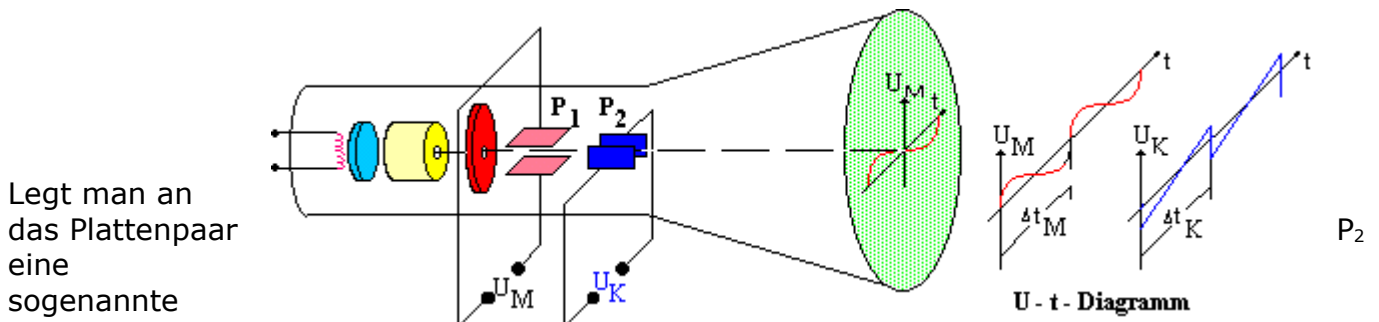
1. Aufgabe: Die Braunsche Röhre



K: Kathode A: Anode W: Wehneltzylinder S: Schirm P: Metallplattenpaare

Die aus der Kathode emittierten Elektronen werden im elektrischen Feld im Wehneltzylinder zwischen Kathode und Anode so beschleunigt und gebündelt (fokussiert), dass sie durch das Loch der Anode fliegen und im feldfreien Raum zwischen Anode und dem Schirm ein schmales Elektronenstrahlbündel bilden. Der Schirm ist mit einem besonderen Leuchtstoff beschichtet, der an der Auftreffstelle des Elektronenstrahls während des Aufpralls der Elektronen aufleuchtet (fluoresziert) und anschließend noch etwas nachleuchtet (phosphoresziert). Zwischen Anode und Schirm befinden sich zwei zueinander senkrecht stehende Metallplatten.

b) Das Oszilloskop

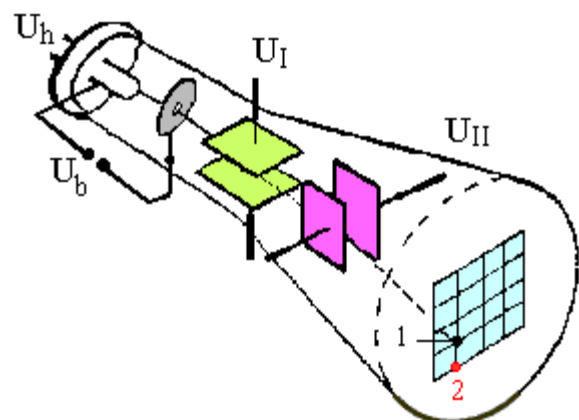


Legt man an das Plattenpaar eine sogenannte

Sägezahnspannung U_K an, so wird in der Zeit Δt , in der die Spannung von 0 V auf ihren Maximalwert anwächst, der Elektronenstrahl von links nach rechts in horizontaler Richtung abgelenkt. Der Leuchtpunkt wandert mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts (man erkennt am Bildschirm einen waagrechten Leuchtstrich). Wird nun an das Plattenpaar P_1 die zu untersuchende Messspannung U_M angelegt, so wird der Elektronenstrahl gleichzeitig auch in vertikaler Richtung abgelenkt. Bei geeigneter Wahl der Zeitspanne t_K zeichnet dann der Elektronenstrahl auf dem Leuchtschirm die Abhängigkeit der Messspannung U_M von der Zeit als $U_M - \Delta t$ - Diagramm auf.

2. Aufgabe: Spannungen an der Braunschen Röhre

a) Geben Sie die Polung der Spannungen U_I und U_{II} an den Ablenkplatten sowie der Spannung U_b so an, dass der Strahl am Schirm wie skizziert auftrifft.



b) Der Elektronenstrahl soll vom Punkt 1 zum Punkt 2 bewegt werden. Welche Möglichkeiten hat man, um dies zu erreichen?

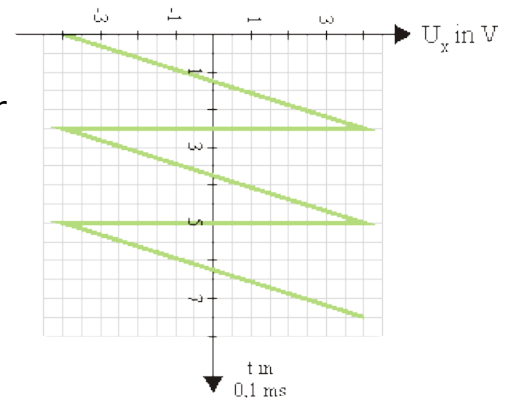
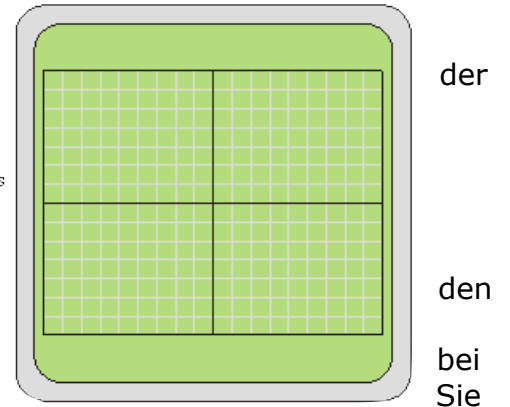
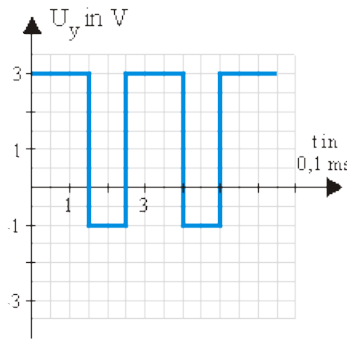
c) Welches Phänomen beobachtet man, wenn man die Spannung U_h erhöht?

d) Was passiert am Leuchtschirm, wenn man

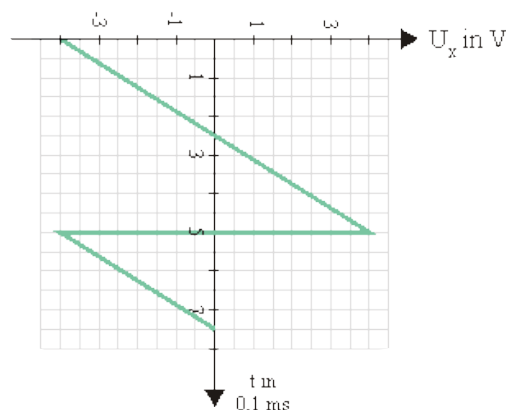
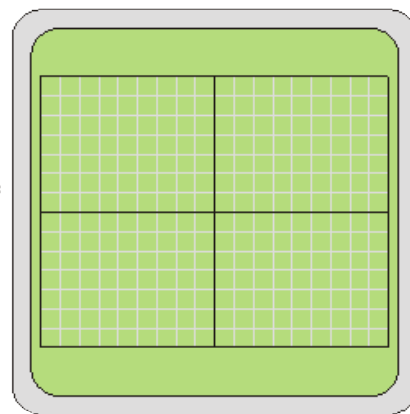
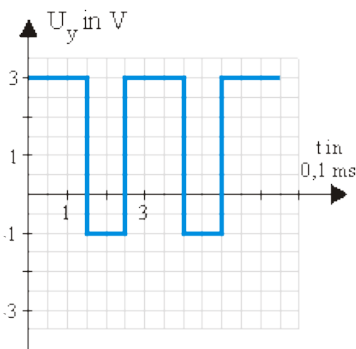
- U_h umpolt
- U_b umpolt
- U_I umpolt

und jeweils die anderen Spannung gleich lässt?

3.Aufgabe: Horizontalablenkung am Oszilloskop. Bei den folgenden Skizzen ist zeitliche Verlauf der Spannung U_y an den Vertikalablenkplatten und der zeitliche Verlauf der Spannung U_x an den Horizontalablenkplatten vorgegeben. Zu zeichnen ist das Schirmbild am Oszilloskop. Dabei ist die Spannung U_y in Teilaufgaben a) und b) die Gleiche, die Frequenz der Sägezahnspannung U_x ist Teilaufgabe a) doppelt so hoch wie bei Teilaufgabe b). Drucken diese Seite für die Zeichnung aus!

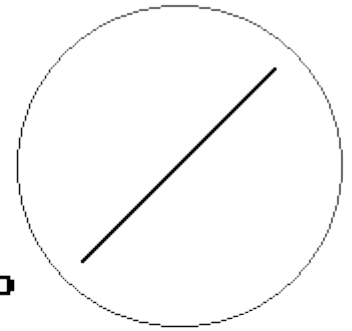
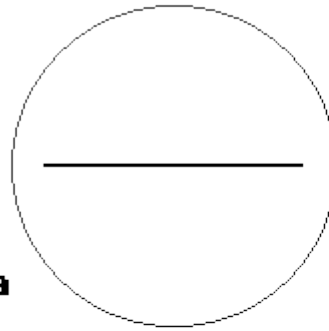


Formulieren Sie auch noch eine "Je-Desto-Beziehung" zwischen der horizontalen Dehnung des Schirmbildes und der Frequenz der Sägezahnspannung U_x .



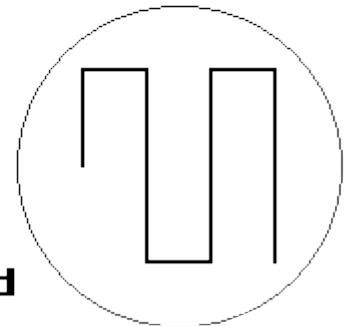
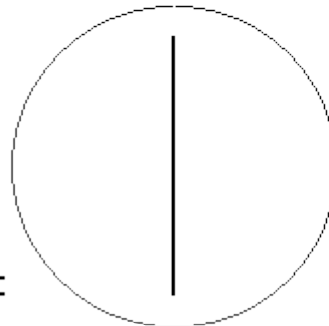
4.Aufgabe: a) Welches Schirmbild ergibt sich bei einem Oszilloskop, wenn man an die Vertikal- und Horizontalablenkplatten die gleiche (wechselnde) Spannung legt?

b) Erläutern Sie, wie die folgenden Oszilloskopbilder zustande kommen. Geben Sie dazu jeweils in zwei übereinanderliegenden Diagrammen den $t-U_y$ - und den $t-U_x$ -Verlauf der Spannungen an den Vertikal- bzw. Horizontalablenkplatten an



c) Welche Folgen könnte es haben, wenn der Leuchtschirm eines Oszilloskops auf der Innenseite nicht mit einer leitenden, transparenten Schicht überzogen wäre?

d) Welchen Vorteil bietet die Spannungsmessung mit dem Oszilloskop gegenüber der Spannungsmessung mit dem Vielfachinstrument?



e) Mit dem Oszilloskop können prinzipiell nur Spannungen gemessen werden. Wie kann man vorgehen, wenn man den zeitlichen Verlauf eines Stromes oszilloskopieren will?

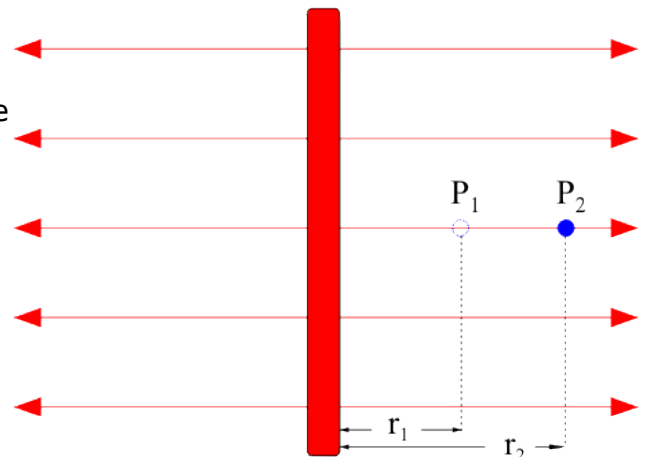
f) Die Messspannung wird in der Regel nicht direkt an die Vertikalablenkplatten gelegt, sondern vorher noch verstärkt. Welchen Zweck verfolgt man damit?

5.Aufgabe: Ein negativ aufgeladener Probekörper ($q = -1,0 \cdot 10^{-9} \text{ As}$) wird im homogenen elektrischen Feld ($E = 2,0 \cdot 10^2 \text{ N/As}$) einer positiv geladenen Platte von P_1 ($r_1 = 4,0 \text{ cm}$) nach P_2 ($r_2 = 7,0 \text{ cm}$) gebracht.

a) Berechnen Sie den Betrag der Feldkraft und geben Sie deren Richtung an.

b) Wie ändert sich die potentielle Energie des Probekörpers bei der beschriebenen Bewegung (Betrag und Vorzeichen)?

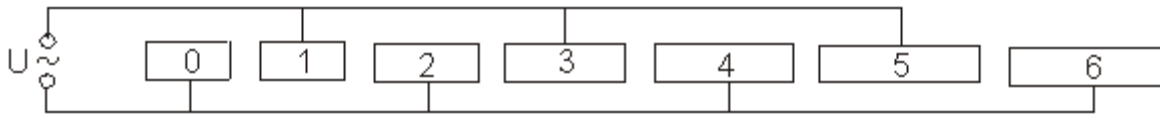
c) Welche Potentialdifferenz durchläuft der Probekörper bei diesem Vorgang?



6.Aufgabe: In den Ablenkkondensator einer Braunschen Röhre tritt ein Elektronenstrahl, der die Beschleunigungsspannung von 1200 V durchlaufen hat, genau in der Mitte der Platten ein. Der Kondensator ist 6 cm lang und hat einen Plattenabstand von 4 mm. Wie groß darf die Ablenkspannung höchstens sein?

7.Aufgabe: Die Skizze zeigt das Schema eines Linearbeschleunigers für Protonen. Er besteht aus einer Reihe von im Vakuum stehenden "Triftröhren" 0 bis 6, die durch schmale Spalte voneinander getrennt sind. An den Röhren liegt eine Wechselspannung U der Frequenz $f = 75 \text{ MHz}$ mit der Scheitelspannung $U_0 = 6,0 \cdot 10^5 \text{ V}$ (vgl. Skizze).

Die Protonenquelle befindet sich im Rohr 0. Sie liefert Protonen, die mit der Geschwindigkeit $v_0 = 8,0 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ in den ersten Spalt eintreten. Das Ziel ("Target") befindet sich im Rohr 6.



a) Erläutern Sie qualitativ, warum bei richtiger

Abstimmung der Rohrlängen das Ziel von einem pulsierenden Protonenstrahl mit erheblich vergrößerter Geschwindigkeit v_E getroffen wird.

b) Welche Gesamtenergie hat ein Proton beim Erreichen des Ziels höchstens?

c) Berechnen Sie für diesen Fall die Geschwindigkeit im Rohr 5 und die Länge, die man für dieses Rohr wählen muss.

d) Die Protonenquelle liefert in Wirklichkeit nicht Protonen streng einheitlicher Geschwindigkeit v_0 . Erläutern Sie qualitativ, warum dies stört, und warum es günstig ist, die Rohrlängen so zu wählen, dass die Protonen in die Beschleunigungsspalte eintreten, bevor die Wechselspannung ihr Maximum erreicht hat.

8. Aufgabe: In einem Linearbeschleuniger werden Protonen mit der Geschwindigkeit $v_0 = 1,0 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ in das erste Rohr eingeschossen

a) Welche Spannung haben die Protonen bis dahin durchlaufen, wenn man ihre Anfangsgeschwindigkeit vernachlässigen kann?

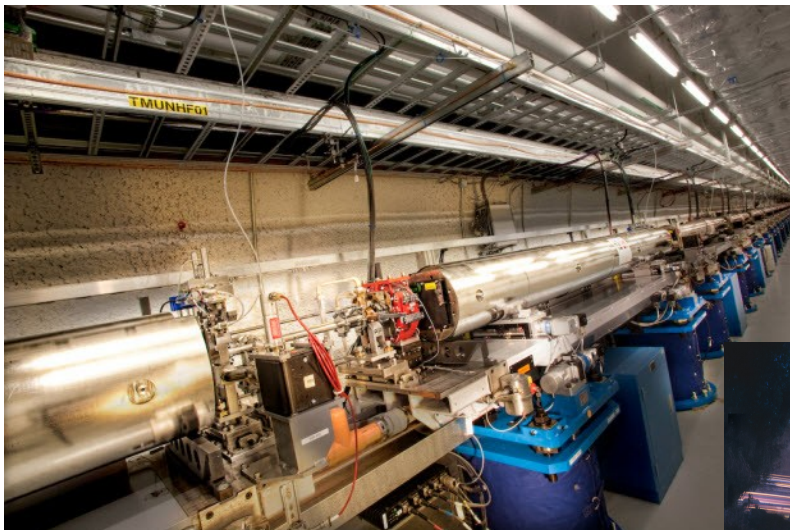
Der Scheitelwert der zwischen je zwei benachbarten Rohrelektroden liegenden Wechselspannung beträgt $U_0 = 4,0 \cdot 10^5 \text{ V}$, die Frequenz ist 50 MHz. Der Abstand benachbarter Rohre sei wesentlich kleiner als die Rohrlänge.

b) Berechnen Sie, welche Länge das zweite Rohr haben muss, wenn die Umstände als optimal für die Beschleunigung angenommen werden.

c) Wie lautet die Gleichung für die Geschwindigkeit im n -ten Rohr (nicht-relativistische Rechnung)?

Warum ist diese Gleichung nicht für beliebig große n anwendbar?

d) Die Protonen treten in Wirklichkeit jedes Mal dann in das elektrische Feld zwischen zwei Rohren ein, wenn die Wechselspannung ihren maximalen Wert noch nicht ganz erreicht hat. Begründen Sie, warum dadurch eine Geschwindigkeitsfokussierung für langsamere und schnellere Protonen eintritt.



Der Linear-Beschleuniger in Stanford