**Ablenkung von Elektronen**

1. Elektrisches Feld

 In einer Elektronenstrahlröhre, die in Oszilloskopen Verwendung findet, werden Elektronen auf eine Geschwindigkeit v0 beschleunigt. Sie treten senkrecht zum elek­trischen Feld genau in der Mitte der Ablenkplatten ein. Der Leuchtschirm befindet sich s = 250 mm hinter den Ablenkplatten Bild 1).

y



s

x



+

yS

yE

UK

-

α

Daten:

v0  = 6,0 ⋅10 6m ⋅ s –1
 = 40 mm
d = 48 mm
UK = 240 V

Bild 1

Zeigen Sie, dass für die Ablenkung im Kondensator gilt: 

Berechnen Sie die Strecke yE, um die der Elektronenstrahl zur Horizontalen abgelenkt wird, und den Austrittswinkel α.

(Ergebnis zur Kontrolle: yE = -19,5 mm, α = - 44,3°)

2. Magnetisches Feld

In einem konkreten Fall werden Elektronen im elektrischen Feld zwischen Katode und Anode auf die Geschwindigkeit v0 = 6,0 ⋅10 6m ⋅ s–1 beschleunigt. Sie treten an­schließend genau senkrecht in das Magnetfeld der Breite b = 40 mm ein (Bild 2).

Bild 2

× × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × × ×

x

yS

y

b

s

yB

β

Bei einer Elektronenstrahlröhre eines Fernsehgerätes erfolgt die Ablenkung des Elektronenstrahls in einem eng begrenzten homogenen Magnetfeld der magneti­schen Flussdichte B.

Berechnen Sie die Flussdichte B, die notwendig ist, damit der Elektronenstrahl mit der Geschwindigkeit v0 um die Strecke  abgelenkt wird.

Bestimmen Sie den Winkel β zur Horizontalen, unter dem der Elektronenstrahl das Magnetfeld verlässt.

(Ergebnis zur Kontrolle: β = - 51,9°)

3. Vergleich

Diskutieren Sie für die Bedingung yE = yB das Ablenkvermögen durch die elektri­schen bzw. magnetischen Felder in Elektronenstrahlröhren unter Einbeziehung der Ergebnisse der Aufgaben 1 und 2 bezüglich der Größe der Bildschirme und der Röhrenlänge.

**Tipps und Hinweise**

zu 1:

Betrachten Sie die Bewegung der Elektronen als waagerechten Wurf und passen Sie die Beschleunigung (als Kraftwirkung des Feldes auf Probekörper) entsprechend an.

Nutzen Sie zur Berechnung des Winkels die Überlegung, dass die Elektronen das Feld tangential zur Parabel verlassen.

zu 2:

b

yB

r-yB

r

r

Nutzen Sie für die Berechnung des Radius der Kreisbahn der Elektronen im Magnetfeld nebenstehende Skizze.

zu 3:

Vergleichen Sie die jeweils notwendigen Röhrenlängen für eine analoge Ablenkungsstrecke yS.

**Lösungen**

zu 1:

Es gilt für die Wurfparabel des waagerechten Wurfs:  (1) und Fa = Fel

me ⋅ a = e ⋅ E

me ⋅ a = e ∙  (2)

Mit (2) in (1) folgt: 

Berechnung von yE:



Einheitenprobe: 

yE = - 19,5 mm

Berechnung von αE:

tan α = y’()





α = - 44,3 °

zu 2:

b

yB

r-yB

r

r

Berechnung des Bahnradius r:

r2 = (r – yB) 2 + b2 (1)

yB

r2 = r2 – 2 r yB + yB2 + b2





r = 50,8 mm

Berechnungder Flussdichte B:

FRad = FL







B = 0,672 mT

Berechnung des Austrittswinkels β:

aus (1) folgt:

* 







****

zu 6.3:

⏐α⏐ < ⏐β⏐bei yE = yB , d. h. in magnetischen Feldern ist unter diesen Bedingungen der Austrittswinkel größer. Daraus folgt:

* Bei festem Abstand Feld-Bildschirm wird bei magnetischer Ablenkung yS größer und damit kann der Bildschirm größer gewählt werden.
* Bei fester Bildschirmgröße kann eine Röhre mit magnetischer Ablenkung kürzer sein.