

B e s c h e i n i g u n g .

Herr Dr. Leo Szilard in Berlin, Prinzregentenstr. 95,
hat im Deutschen Reiche ein Gesuch um ein Erfindungspatent
für

" Korpuskularstrahlröhre "

am 5. Januar 1929 beim Reichspatentamt hinterlegt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und ge-
naue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser
Patentanmeldung.

Berlin, den 28. Juli 1932.

R e i c h s p a t e n t a m t .



Dr. Leo S z i l a r d , Berlin - Wilmersdorf,

"Korpuskularstrahlröhre."

Die Erfindung betrifft einen Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, (wie z.B. Kanalstrahlen oder Kathodenstrahlen) welches gestattet, die kinetische Energie der im Strahl fliegenden Korpuskel auf einen hohen Betrag zu bringen, ohne entsprechend hohe elektrische Potentialunterschiede auftreten zu lassen.

Es wird erfindungsgemäss der Korpuskularstrahl durch ein Kraftfeld, am besten durch ein Magnetfeld, gezwungen, annähernd in einem Kreise, genauer in einer Spirale zu laufen und wird durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu seiner Bahn beschleunigt (genauer die mittlere Beschleunigung liegt annähernd tangential zur Bahn der Korpuskel). Am besten wird ein homogenes und während der in Frage kommenden Zeit möglichst



zeitlich konstantes Magnetfeld verwendet, um die Korpuskularstrahlen aufzuwickeln. Würden dann die Korpuskularstrahlen nicht elektrisch beschleunigt werden, so könnten sie sich in diesem Magnetfeld in zueinander konzentrischen Kreisen bewegen, wobei die Geschwindigkeit in den äusseren Kreisen grösser, in den inneren Kreisen kleiner sein muss, und zwar muss (solange die Relativitätskorrektion noch nicht in Frage kommt, also beispielsweise bei nicht extrem raschen Prothonenstrahlen) diese Geschwindigkeit dem Radius des Kreises proportional sein.

Teilt man nun die als flache Kreisscheibe ausgebildete Korpuskularstrahlröhre, in welcher wie eben angedeutet sich die Korpuskularstrahlen zunächst je nach ihrer Geschwindigkeit in verschiedenen zueinander konzentrischen Kreisen bewegen könnten, durch passende Leitern z.B. durch radial angeordnete Gitter in Sektoren, so kann man in einfacher Weise die Korpuskularstrahlen in der Röhre elektrisch beschleunigen. Dies geschieht so, dass man mit Hilfe der Gitter in den einzelnen Sektoren der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhält und zwar so, dass das fliegende Korpuskel, welches in einem Sektor durch das dort gerade herrschende elektrische Feld eine Beschleunigung erfährt, diesen Sektor verlässt, bevor sich dort das elektrische Feld umkehrt (oder kurz nachdem diese Umkehr erfolgt ist) und im nächsten Sektor wieder ein elektrisches Feld vorfindet, das ihn beschleunigt. Man erreicht dies, indem man die Hälfte der Gitter an die eine Klemme und die Hälfte der Gitter an die an-



dere Klemme einer hochfrequenten elektrischen Spannungsquelle legt, so dass benachbarte Gitter stets an den entgegengesetzten Klemmen liegen. Dabei muss die Frequenz so gewählt sein, dass die Zeit, die ein Korpuskel braucht, um von einem Gitter zum nächsten zu gelangen, gleich einer halben Periode ist; diese Zeit berechnet sich als das Produkt aus dem Winkel, den die beiden Gitter miteinander bilden, und aus dem Radius des Kreises, auf welchem näherungsweise, wie oben angedeutet, die Korpuskel sich bewegen können, dividiert durch die Geschwindigkeit der Korpuskel. Es ist entscheidend, dass diese Zeit auf diese Weise vom Radius unabhängig ausfällt, da Geschwindigkeit und Radius des Kreises zueinander proportional sind. Dies hat zu Folge, dass für dieselbe Frequenz die oben angegebene Bedingung sowohl für die im Innern langsam kreisende wie für die weiter aussen rasch kreisende Korpuskel erfüllt ist.

Schiessen wir also einen Kanalstrahl in unsere Vorrichtung, so dass sie sich auf einem Kreise von kleinem Radius um die Achse der Vorrichtung bewegt, und legen wir die Wechselspannung an die Gitter an, so werden die Ionen beschleunigt durch die elektrischen Felder und der Radius des Kreises vergrössert sich mit wachsender Geschwindigkeit (die Ionen bewegen sich ungefähr in einer Spirale), so dass die Ionen stets in denselben Zeitabständen die benachbarten Gitter passieren und auf diese Weise dauernd weiter beschleunigt werden, bis der Radius der Bahn so gross geworden ist, dass die Korpuskeln

durch ein passend angeordnetes Fenster aus der Röhre herausfliegen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Korpuskularstrahlen zu Anfang versehen werden müssen, ergibt sich aus dem Winkel des Sektors und aus der Frequenz der elektrischen Schwingung, die die Gitter steuert. Es schadet aber nichts, wenn die Korpuskularstrahlen zum Teil etwas grössere Geschwindigkeit haben, die betreffenden Korpuskeln werden dann auf einem zur Achse nicht symmetrischen Kreise zu laufen beginnen und dadurch trotzdem in Tritt kommen.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. 1 ist die flache Röhre, die als Kreisscheibe ausgebildet ist und sich zwischen den Polen 2 und 3 eines Elektromagneten befinden. 4, 5, 6, 7, 8 und 9 sind die Gitter, welche die Scheibe in 6 Sektoren teilen. Die Gitter 4, 6 und 8 liegen an der einen, die Gitter 5, 7 und 9 an der anderen Klemme einer Senderöhre oder eines Löschfunken-systems und werden mit einer Schwingung^{ung} gesteuert, deren Wellenlänge sich zwischen 10 cm und 10 m befindet. 10 ist eine Kanalstrahl- oder Kathodenstrahlröhre, in welcher die Korpuskularstrahlen erzeugt, beschleunigt und bei 11 in die Röhre 1 hineingeschossen werden. Die Bahn der Korpuskularstrahlen in der Röhre 1 ist durch eine Spirale schematisch angedeutet. 12 ist ein Lenardfenster, durch welches die Korpuskularstrahlen die Röhre 1 verlassen. In der Röhre 1 herrscht selbstverständlich hohes Vakuum, doch ist die zur Aufrechterhaltung des Vakuums dienende Pumpe in der Figur nicht eingezeichnet.

Wenn man das beschleunigende elektrische Feld nicht wie zuletzt beschrieben mit radial

stehenden Gittern und raschen elektrischen Schwingungen erzeugt und im besonderen, wenn man Elektronen beschleunigen will, kann es vorteilhaft sein, zur Krümmung der Bahn nicht ein Magnetfeld, sondern ein radial stehendes elektrisches Feld zu verwenden.

Es ist vorteilhaft, die Quelle der Korpuskularstrahlen (den Glühdraht, der die Elektronen emittiert oder die Mündung eines Kanalstrahlenrohres) so anzuordnen, dass die Korpuskularstrahlen nicht vollkommen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien die Röhre 1 betreten, sondern eine geringe Neigung nach oben besitzen. Auf diese Weise verlaufen sie dann nicht in eine Ebene, sondern erheben sich spiralig, allerdings in einer Spirale, die mit jeder Windung flacher und flacher verläuft in Richtung der Achse.

Figur 2 zeigt ein von Figur 1 wesentlich verschiedenes Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. Hier wird das elektrische Feld, welche den Korpuskeln, hier am besten Elektronen, die hohe kinetische Energie zu erteilen hat, durch den geschlossenen Eisenkern 22, welcher aus die aus einer einzigen Windung bestehenden Wicklung 20 magnetisiert wird, induziert. In diese Wicklung wird ein hochfrequenter Wechselstrom, z.B. bis Perioden pro Sekunde geschickt, und es entstehen in der Korpuskularstrahlenröhre 21 sich schließend elektrischen Kraftlinien, in denen die Wirkung der Kraft sekundlich entsprechend oft umgekehrt. Durch die Wicklungen 23 und 24 fließt Gleichstrom und es wird auf diese Weise ein Magnetfeld in der Korpuskularstrahlenröhre 21 aufrecht erhalten, welches den Elektronen in der Röhre ermöglicht, auf Kreisen zu laufen, welche den Eisenkern 22



schliessen. Solche kreisende Elektronen werden durch das induzierte elektrische Feld beschleunigt, und zwar stets annähernd in Richtung der ^hBerührungstangente, und es vergrössert sich in dem Masse wie die Geschwindigkeit wächst der Radius des Kreises, auf dem die Elektronen laufen oder genauer, die Elektronen laufen auf einer Spirale von innen nach aussen. Sie kommen dadurch bei einer bestimmten Geschwindigkeit dazu, auf die Antikathode 25 aufzutreffen, wo sie Röntgenstrahlen auslösen. Die Antikathode ist leitend in der Glühkathode 26 verbunden, welche die Elektronenquelle bildet.

Um die Wirkungsweise richtig zu verstehen, sei folgendes numerisches Beispiel angegeben. Die Periodenzahl der induzierenden Wechselspannung sei , der mittlere Umfang der Elektronenbahnen sei 10 cm, die Windungsspannung sei 3000 Volt effektiv. Dann ergibt sich die Spannung, die der erreichten Geschwindigkeit der Elektronen entsprechen würde, wenn diese nicht vorzeitig an die Antikathode auftreffen würden, aus dem Produkt von Windungsspannung und der Zeitdauer der halben Periode der induzierten Wechselspannung, indem man diese durch den Umfang der Elektronenbahnen dividiert und mit der mittleren Elektronengeschwindigkeit multipliziert. Es ergibt sich so eine Spannung von 500 000 Volt. Da die Elektronen schon etwa mit 100 000 Volt entsprechender Geschwindigkeit auf die Antikathode aufreffen sollen, (wir wollen unserem Beispiel eine solche Anordnung zugrunde legen) so erreichen etwa 80% der während der Halbperiode emittierten Elektronen mit der gewünschten Geschwindigkeit die Antikathode. Dieser letztere Umstand ist für den Wirkungsgrad der Röntgenröhre von entscheidender

Bedeutung und dadurch bedingt, dass ein praktisch konstantes Feld und nicht ein vom hochfrequenten Strom hervorgerufenen Feld die Krümmung der Elektronenbahnen regelt.

Man kann die Elektronen dadurch in der Höhe der Antikathode halten (also in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld), dass man ein inhomogenes Magnetfeld verwendet, und zwar inhomogen in dem Sinne, dass das Magnetfeld mit wachsender Entfernung von der Achse etwas schwächer wird. Dies lässt sich z.-B. durch geeignete Polschuhe erzielen und ^{ist} in Figur 3 versinnbildlicht.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches Magnetfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu ihrer Bahn beschleunigt werden.

2.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass in mehreren Raumabschnitten der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhalten werden, am besten mit Hilfe von Gittern, und dass ein zeitlich verhältnismässig langsam veränderliches Kraftfeld, z.B. ein konstantes Magnetfeld, die Bahn der Korpuskularstrahlen krümmt, wobei die Beschleunigung durch das elektrische Feld annähernd in Richtung der Bahntangente erfolgt.

3.) Verfahren oder Apparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Korpuskel wiederholt durch denselben Raumabschnitt fliegt.

4.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, im besonderen Kathodenstrahlen, bei welchem die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches elektrisches oder magnetisches Kraftfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte im Sinne der Erhöhung ihrer kinetischen Energie beschleunigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das letztgenannte elektrische Kraftfeld von einem zeitlich rasch veränderlichen Magnetfeld, z.B. einem durch einen hochfrequenten elektrischen Wechselstrom magnetisierten Eisenkern induziert ist, welches Magnetfeld bzw. welcher Eisenkern von den Korpuskeln umkreist wird.

5.) Korpuskularstrahlenröhre im besonderen als Röntgenröhre mit Antikathode ausgebildet nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der induzierende Eisenkern sich ausserhalb der Röhre befindet.

Hj.

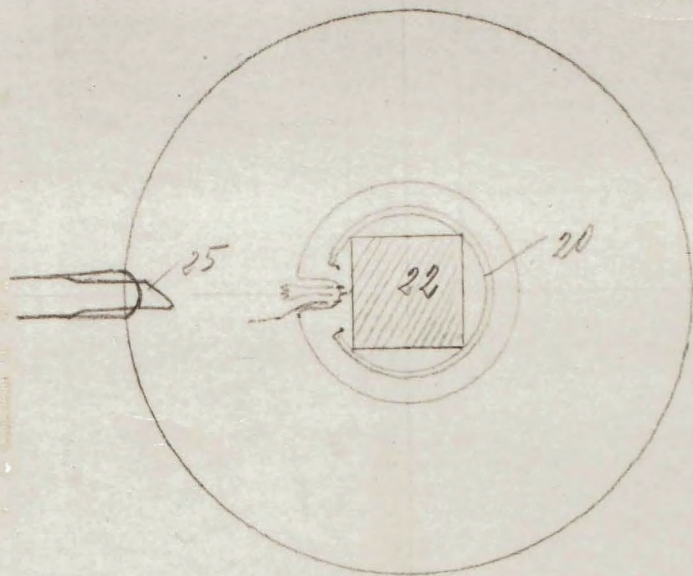
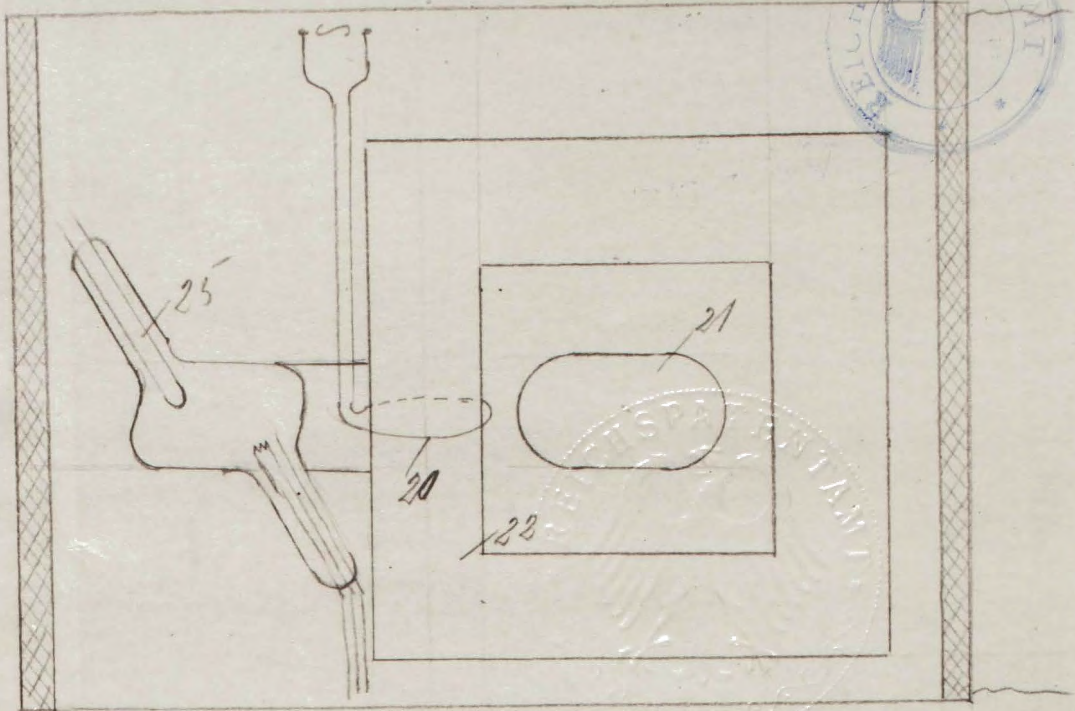


Fig. 2.

489255

X

B e s c h e i n i g u n g .

Herr Dr. Leo Szilard in Berlin, Prinzregentenstr. 95,
hat im Deutschen Reiche ein Gesuch um ein Erfindungspatent
für

" K o r p u s k u l a r s t r a h l r ö h r e "

am 5. Januar 1929 beim Reichspatentamt hinterlegt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und ge-
naue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser
Patentanmeldung.

Berlin, den 28. Juli 1932.

R e i c h s p a t e n t a m t .



Dr. Leo S z i l e r d , Berlin -Wilmerdorf,

"Korpuskularstrahlröhre."

Die Erfindung betrifft einen Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, (wie z.B. Kanalstrahlen oder Kathodenstrahlen) welches gestattet, die kinetische Energie der im Strahl fliegenden Korpuskel auf einen hohen Betrag zu bringen, ohne entsprechend hohe elektrische Potentialunterschiede auftreten zu lassen.

Es wird erfindungsgemäss der Korpuskel^{ular-}strahl durch ein Kraftfeld, am besten durch ein Magnetfeld, gezwungen, annähernd in einem Kreise, genauer in einer Spirale zu laufen und wird durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu seiner Bahn beschleunigt (genauer die mittlere Beschleunigung liegt annähernd tangential zur Bahn der Korpuskel). Am besten wird ein homogenes und wäh-



rend der in Frage kommenden Zeit möglichst zeitlich konstantes Magnetfeld verwendet, um die Korpuskularstrahlen aufzuwickeln. Würden dann die Korpuskularstrahlen nicht elektrisch beschleunigt werden, so könnten sie sich in diesem Magnetfeld in zueinander konzentrischen Kreisen bewegen, wobei (---) die Geschwindigkeit in den äusseren Kreisen grösser, in den inneren Kreisen kleiner sein muss, und zwar muss (solange die Relativitätskorrektur noch nicht in Frage kommt, also beispielsweise bei nicht extrem raschen Protonenstrahlen) diese Geschwindigkeit dem Radius des Kreises proportional sein.

Teilt man nun die als flache Kreisscheibe ausgebildete Korpuskularstrahlröhre, in welcher wie oben angedeutet sich die Korpuskularstrahlen zunächst je nach ihrer Geschwindigkeit in verschiedenen zu einander konzentrischen Kreisen bewegen könnten, durch passende Leiter, z. B. durch radial angeordnete Gitter in Sektoren, so kann man in einfacher Weise die Korpuskularstrahlen in der Röhre elektrisch beschleunigen. Dies geschieht so, dass man mit Hilfe der Gitter in den einzelnen Sektoren der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhält und zwar so, dass das fliegende Korpuskel, welches in einem Sektor durch das dort gerade herrschende elektrische Feld eine Beschleunigung erfährt, diesen Sektor verlässt, bevor sich dort das elektrische Feld umkehrt (oder kurz nachdem diese Umkehr erfolgt ist) und im nächsten Sektor wieder ein elektrisches Feld vorfindet, das ihn beschleunigt. Man erreicht dies, indem



man die Hälfte der Gitter an die eine Klemme und die Hälfte der Gitter an die andere Klemme einer hochfrequenten elektrischen Spannungsquelle legt, so dass benachbarte Gitter stets an den entgegengesetzten Klemmen liegen. Dabei muss die Frequenz so gewählt sein, dass die Zeit, die ein Korpuskel braucht, um von einem Gitter zum nächsten zu gelangen, gleich einer halben Periode ist; diese Zeit berechnet sich als das Produkt aus dem Winkel, den die beiden Gitter miteinander bilden, und aus dem Radius des Kreises, auf welchem näherungsweise, wie oben angedeutet, die Korpuskel sich bewegen können, dividiert durch die Geschwindigkeit der Korpuskel. Es ist entscheidend, dass diese Zeit auf diese Weise vom Radius unabhängig ausfällt, da Geschwindigkeit und Radius des Kreises zueinander proportional sind. Dies hat zur Folge, dass für dieselbe Frequenz die oben angegebene Bedingung sowohl für die im Innern langsam kreisende wie für die weiter aussen rasch kreisende Korpuskel erfüllt ist.

Schiessen wir also einen Kanalstrahl in unsere Vorrichtung, so dass sie sich auf einem Kreise von kleinem Radius um die Achse der Vorrichtung bewegt, und legen wir die Wechselspannung an die Gitter an, so werden die Ionen beschleunigt durch die elektrischen Felder und der Radius des Kreises vergrößert sich mit wachsender Geschwindigkeit (Die Ionen bewegen sich ungefähr in einer Spirale), so ~~passieren~~ dass die Ionen stets in denselben Zeitabständen die benachbarten Gitter passieren und auf diese Weise dauernd wei-



ter beschleunigt werden, bis der Radius der Bahn so gross geworden ist, dass die Korpuskeln durch eine passend angeordnetes Fenster aus der Röhre herausfliegen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Korpuskularstrahlen zu Anfang versehen werden müssen, ergibt sich aus dem Winkel des Sektors und aus der Frequenz der elektrischen Schwingung, die die Gitter steuert. Es schadet aber nichts, wenn die Korpuskularstrahlen zum Teil etwas grössere Geschwindigkeit haben, die betreffenden Korpuskeln werden dann auf einem zur Achse nicht symmetrischen Kreise zu laufen beginnen und dadurch trotzdem in Tritt kommen.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. 1 ist die flache Röhre, die als Kreisscheibe ausgebildet ist und sich zwischen den Polen 2 und 3 eines Elektromagneten befindet. 4, 5, 6, 7, 8 und 9 sind die Gitter, welche die Scheibe in 6 Sektoren teilen. Die Gitter 4, 6 und 8 liegen an der einen, die Gitter 5, 7 und 9 an der anderen Klemme einer Senderöhre oder eines Löschfunkensystems und werden mit einer Schwingung^{ung} gesteuert, deren Wellenlänge sich zwischen 10 cm und 10 m befindet. 10 ist eine Kanalstrahl- oder Kathodenstrahlröhre, in welcher die Korpuskularstrahlen erzeugt, beschleunigt und bei 11 in die Röhre 1 hineingeschossen werden. Die Bahn der Korpuskularstrahlen in der Röhre 1 ist durch eine Spirale schematisch angedeutet. 12 ist ein Lenardfenster, durch welches die Korpuskularstrahlen die Röhre 1 verlassen. In der Röhre 1 herrscht selbstverständlich hohes Vakuum, doch ist die zur Aufrechterhaltung des Vakuums dienende Pumpe in der Figur nicht eingezeichnet.



Wenn man das beschleunigende elektrische Feld nicht wie zuletzt beschrieben mit radial stehenden Gittern und raschen elektrischen Schwingungen erzeugt und im besonderen, wenn man Elektronen beschleunigen will, kann es vorteilhaft sein, zur Krümmung der Bahn nicht ein Magnetfeld sondern ein radial stehendes elektrisches Feld zu verwenden.

Es ist vorteilhaft, die Quelle der Korpuskularstrahlen (den Glühdraht, der die Elektronen emittiert oder die Mündung eines Kanalstrahlendrehres) so anzuordnen, dass die Korpuskularstrahlen nicht vollkommen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien die Röhre betreten, sondern eine geringe Neigung nach oben besitzen. Auf diese Weise verlaufen sie dann nicht in eine Ebene, sondern erheben sich spiralförmig, allerdings in einer Spirale, die mit jeder Windung flacher und flacher verläuft in Richtung der Achse.

Figur 2 zeigt ein von Figur 1 wesentlich verschiedenes Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. Hier wird das elektrische Feld, welches den Korpuskeln, hier am besten Elektronen, die hohe kinetische Energie zu erteilen hat, durch den geschlossenen Eisenkern 22, welcher durch die aus einer einzigen Windung bestehende Wicklung 20 magnetisiert wird, induziert. In diese Wicklung wird ein hochfrequenter Wechselstrom, z. B. bis Perioden pro Sekunde geschickt, und es entstehen in der Korpuskularstrahlerröhre 21 sich kreisförmig schliessende elektrische Kraftlinien, in denen die Richtung der Kraft sekundlich entsprechend oft umkehrt. Durch die Wicklungen 23 und 24 fließt Gleichstrom

und es wird auf diese Weise ein Magnetfeld in der Korpuskularstrahlerröhre 21 aufrecht erhalten, welches den Elektronen in der Röhre ermöglicht, auf Kreisen zu laufen, welche den Eisenkern 22 umschliessen. Solche kreisende Elektronen werden durch das induzierte elektrische Feld beschleunigt, und zwar stets annähernd in Richtung der ^{h)} Tangente, und es vergrössert sich in dem Masse wie die Geschwindigkeit wächst der Radius des Kreises, auf dem die Elektronen laufen oder genauer, die Elektronen laufen auf einer Spirale von innen nach aussen. Sie kommen dadurch bei einer bestimmten Geschwindigkeit dazu, auf die Antikathode 25 aufzutreffen, wo sie Röntgenstrahlen auslösen. Die Antikathode ist leitend in der Glühkathode 26 verbunden, welche die Elektronenquelle bildet.

Um die Wirkungsweise richtig zu verstehen, sei folgendes numerisches Beispiel angegeben. Die Periodenzahl der induzierenden Wechselspannung sei ν , der mittlere Umfang der Elektronenbahnen sei 10cm, die Windungsspannung sei 3000 Volt effektiv. Dann ergibt sich die Spannung, die der erreichten Geschwindigkeit der Elektronen entsprechen würde, wenn diese nicht vorzeitig an die Antikathode auftreffen würden, aus dem Produkt von Windungsspannung und der Zeitdauer der halben Periode der induzierten Wechselspannung, indem man diese durch den Umfang der Elektronenbahnen dividiert und mit der mittleren Elektronengeschwindigkeit multipliziert. Es ergibt sich so eine Spannung von 500 000 Volt. Da die

Elektronen schon etwa mit 100 000 Volt entsprechender Geschwindigkeit auf die Antikathode auftreffen sollen, (wir wollen unserem Beispiel eine solche Anordnung zugrunde legen) so erreichen etwa 80% der während der Halbperiode emittierten Elektronen mit der gewünschten Geschwindigkeit die Antikathode. Dieser letztere Umstand ist für den Wirkungsgrad der Röntgenröhre von entscheidender Bedeutung und dadurch bedingt, dass ein praktisch konstantes Feld und nicht ein vom hochfrequenten Strom hervorgerufenen Feld die Krümmung der Elektronenbahnen regelt.

Man kann die Elektronen dadurch in der Höhe der Antikathode halten (also in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld), dass man ein inhomogenes Magnetfeld verwendet, und zwar inhomogen in dem Sinne, dass das Magnetfeld mit wachsender Entfernung von der Achse etwas schwächer wird. Dies lässt sich z. B. durch geeignete Polschuhe erzielen und ^{ist} in Figur 3 versinnbildlicht.



Patentansprüche:

1.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches Magnetfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu ihrer Bahn beschleunigt werden.

2.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass in mehreren Raumabschnitten der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhalten werden, am besten mit Hilfe von Gittern, und dass ein zeitlich verhältnismässig langsam veränderliches Kraftfeld, z.B. ein konstantes Magnetfeld, die Bahn der Korpuskularstrahlen krümmt, wobei die Beschleunigung durch das elektrische Feld annähernd in Richtung der Bahntangente erfolgt.

3.) Verfahren oder Apparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Korpuskel wiederholt durch denselben Raumabschnitt fliegt.

4.) Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, im besonderen Kathodenstrahlen, bei welchen die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches elektrisches oder magnetisches Kraftfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte im Sinne der Erhöhung ihrer kinetischen Energie beschleunigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das letztgenannte elektrische Kraftfeld von einem zeitlich rasch veränderlichen Magnetfeld z.B. einem durch einen hochfrequenten elektrischen Wechselstrom magnetisierten Eisenkern induziert ist, welches Magnetfeld bzw. welcher Eisenkern von den Korpuskeln umkreist wird.

5.) Korpuskularstrahlenröhre im besonderen als Röntgenröhre mit Antikathode ausgebildet nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der induzierende Eisenkern sich ausserhalb der Röhre befindet.



Patent-Anmeldung.

Entl. Geb.

....., den *3. Jan* 192*9*

.....
Straße Nr.

Bei dem **Reichs - Patentamt**
melde..... ich — wir — hiermit

2 Figuren / Expl.

..... lege..... bei:

..... Hauptzeichnung

..... Nebenzeichnung

2 gleichlautende Beschreibungen nebst angefügten Patentansprüchen

1 Vollmacht

1 vorbereitete Empfangsbescheinigung mit freigemachtem Briefumschlag

(Bei Einzelpersonen Vor- und Zuname, Beruf)

die in den Anlagen beschriebene Erfindung an und beantrage..... für sie die Erteilung eines Patentes.

Die Bezeichnung lautet:

*Korpuskularstrahl
"Vöbere"*

..... bitte..... die Bekanntmachung auf die Dauer von Monat..... auszusetzen.

Die gesetzliche Gebühr von Mk..... wird gleichzeitig auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 2 des Reichs-Patentamtes überwiesen — an die Kasse des Reichs-Patentamtes eingezahlt unter Angabe des Verwendungszweckes.

Von diesem Gesuch und allen Anlagen sind übereinstimmende Stücke zurückbehalten.

Unterschrift:

[Handwritten signature]

An das

Reichs - Patentamt

(Anmeldestelle für Patente)

Berlin

Gitschinerstr. 97-103

Reichspatentamt.

Berlin SW 61, den
Gitschiner Straße 97-103

4.2.29.

Aktenz.: S 72 215 / 219 dpm

Name d. Anm.:

Aktenz. u. Name bei allen Eingaben u. Zahlungen angeben!

Für bargeldlose Zahlungen: Das Reichspatentamt hat

- a) Reichsbank-Girokonto,
- b) Postscheckkonto: Berlin Nr. 2,
- c) Konto 20073 bei der Brandenburgischen Provinzialbank und Girozentrale, Berlin.

An

Herrn
Hr. Leo Szilard

in Berlin-Wilmersdorf
Königsplatz Nr. 95

Zu der am 5. 1. 1929 eingegangenen Gebrauchsmusteranmeldung, betreffend Harpsuskularstrahlröhre,

deren Eintragung erst nach Erledigung der zugehörigen Patentanmeldung erfolgen soll (Eventual-Anmeldung), ist, soweit ermittelt, die gleichzeitig mit der Anmeldung zu entrichtende Hälfte der auf 15 R M festgesetzten Anmeldegebühr noch nicht gezahlt worden.

Es wird daher ersucht, innerhalb eines Monats entweder diese Gebühr von 7,50 R M unter obigem Aktenzeichen und der Bezeichnung " Gebrauchsmustergebühr " an die Kasse des Reichspatentamts nachträglich zu entrichten, oder anzugeben, an welchem Tage und auf welche Weise die Zahlung der Gebühr bereits bewirkt ist.

Jst die Gebühr noch nicht bezahlt, und geht sie auch innerhalb obiger Frist nicht ein, so gilt die Anmeldung als hierdurch zurückgewiesen.

Anmeldestelle für Gebrauchsmuster.

G. D. S.

K o p.

Kop. Gm. C. 2.
IX. 1927. 8000.



Reichspatentamt

Berlin SW 61, den 18. 2. 29
Gitschiner Straße 97-103

Aktenz.: 489 284 VII Sig (9.13)
Name d. Anm.: _____

An Erwin
Dr. Leo Hilard
Hauptstr.
in Berlin
Fingerringstr. 95

Aktenz. u. Name bei allen Eingaben u. Zahlungen angeben!
Für bargeldlose Zahlungen: Das Reichspatentamt hat
a) Reichsbank-Girokonto,
b) Postscheckkonto: Berlin Nr. 2,
c) Konto 20073 bei der Brandenburgischen Provinzialbank
und Girozentrale, Berlin.

Zu der am 5. 1. 29 eingegangenen Patentanmeldung
de _____

in _____
betreffend 'Bergschulter-Verfahren' ist

soweit bisher ermittelt, die gleichzeitig mit der Anmeldung für
die Kosten des Verfahrens zu entrichtende Gebühr von 25 R M noch
nicht gezahlt worden.

Es wird daher ersucht, innerhalb 2 Wochen
entweder diese Gebühr unter der Bezeichnung als Anmeldegebühr an
die Kasse des Reichspatentamts nachträglich möglichst bargeldlos
zu entrichten, oder anzugeben an welchem Tage und auf welche Wei-
se die Zahlung der Gebühr bereits bewirkt ist.

Ist die Gebühr noch nicht bezahlt, und geht sie auch inner-
halb dieser Frist nicht ein, so wird die Anmeldung unverzüglich
zurückgewiesen werden.

Eine Stundung dieser Gebühr ist unzulässig.

(K o p.)
G. D. S.

Prüfungsstelle für Klasse 219
J. A.

Einschreiben

Huffmann
Regierungs Vkr.

Kop. Pat. 5
IX. 1928. 5000

580

360

220

5

120 laker

75 WE

7.500; 25

7.5

18

5

500 W

4.5

Kilometers

100

Kilometers

1
8.5

860 W

12

60

150
200

180

500

150

750

Korpuskularstrahlröhre.

Die Erfindung betrifft einen Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, (wie z.B. Kanalstrahlen oder Kathodenstrahlen) welches gestattet, die kinetische Energie der im Strahl fliegenden Korpuskel auf einen hohen Betrag zu bringen, ohne entsprechend hohe elektrische Potentialunterschiede auftreten zu lassen.

Es wird erfindungsgemäss der Korpuskelstrahl durch ein Kraftfeld, am besten durch ein Magnetfeld, gezwungen, annähernd in einem Kreise, genauer in einer Spirale zu laufen und wird durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu seiner Bahn beschleunigt (genauer die mittlere Beschleunigung liegt annähernd tangential zur Bahn der Korpuskel). Am besten wird ein homogenes und während der in Frage kommenden Zeit möglichst zeitlich konstantes Magnetfeld verwendet, um die Korpuskularstrahlen aufzuwickeln. Würden dann die Korpuskularstrahlen nicht elektrisch beschleunigt werden, so könnten sie sich in diesem Magnetfeld in zueinander konzentrischen Kreisen bewegen, wobei die Geschwindigkeit in den äusseren Kreisen grösser, in den inneren Kreisen kleiner sein muss, und zwar muss (solange die Relativitätskorrektur noch nicht in Frage kommt, also beispielsweise bei nicht extrem raschen Protonenstrahlen) diese Geschwindigkeit dem Radius des Kreises proportional sein.

Teilt man nun die als flache Kreisscheibe ausgebildete Korpuskularstrahlröhre, in welcher wie eben angedeutet sich die Korpuskularstrahlen zunächst je nach ihrer Geschwindigkeit in verschiedenen zu einander konzentrischen Kreisen bewegen könnten, durch passende Leiter, z.B. durch radial angeordnete Gitter in Sektoren, so kann man in einfacher Weise die Korpuskularstrahlen in der Röhre beschleunigen elektrisch. Dies geschieht so, dass man mit Hilfe der Gitter in den einzelnen Sektoren der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhält und zwar so, dass das fliegende Korpuskel, welches in einem Sektor durch das dort gerade herrschende elektrische Feld eine Beschleunigung erfährt, diesen

Sektor verlässt, bevor sich dort das elektrische Feld umkehrt (oder kurz nachdem diese Umkehr erfolgt ist) und im nächsten Sektor wieder ein elektrisches Feld vorfindet, das ihn beschleunigt. Man erreicht dies, indem man die Hälfte der Gitter an die eine Klemme und die Hälfte der Gitter an die andere Klemme einer hochfrequenten elektrischen Spannungsquelle legt, so dass benachbarte Gitter stets an den entgegengesetzten Klemmen liegen. Dabei muss die Frequenz so gewählt sein, dass die Zeit, die ein Korpuskel braucht, um von einem Gitter zum nächsten zu gelangen, gleich einer halben Periode ist; diese Zeit berechnet sich als das Produkt aus dem Winkel, den die beiden Gitter miteinander bilden, und aus dem Radius des Kreises, auf welchem näherungsweise, wie oben angedeutet, die Korpuskel sich bewegen können, dividiert durch die Geschwindigkeit der Korpuskel. Es ist entscheidend, dass diese Zeit auf diese Weise vom Radius unabhängig ausfällt, da Geschwindigkeit und Radius des Kreises zu einander proportional sind. Dies hat zur Folge, dass für dieselbe Frequenz die oben angegebene Bedingung sowohl für die im Innern langsam kreisende wie für die weiter aussen rasch kreisende Korpuskel erfüllt ist.

Schiessen wir also einen Kanalstrahl in unsere Vorrichtung, so dass sie sich auf einem Kreise von kleinem Radius um die Achse der Vorrichtung bewegt, und legen wir die Wechselspannung an die Gitter an, so werden die Ionen beschleunigt durch die elektrischen Felder und der Radius des Kreises vergrössert sich mit wachsender Geschwindigkeit (die Ionen bewegen sich ungefähr in einer Spirale), so dass die Ionen stets in denselben Zeitabständen die benachbarten Gitter passieren und auf diese Weise dauernd weiter beschleunigt werden, bis der Radius der Bahn so gross geworden ist, dass die Korpuskeln durch ein passend angeordnetes Fenster aus der Röhre herausfliegen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Korpuskularstrahlen zu

Anfang versehen werden müssen, ergibt sich aus dem Winkel des Sektors und aus der Frequenz der elektrischen Schwingung, die die Gitter steuert. Es schadet aber nichts, wenn die Korpuskularstrahlen zum Teil etwas grössere Geschwindigkeit haben, die betreffenden Korpuskeln werden dann auf einem zur Achse nicht symmetrischen Kreise zu laufen beginnen und dadurch trotzdem in Tritt kommen.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet.

1 ist die flache Röhre, die als Kreisscheibe ausgebildet ist und sich zwischen den Polen 2 und 3 eines Elektromagneten befindet. 4, 5, 6, 7, 8 und 9 sind ^{die} Gitter, welche die Scheibe in 6 Sektoren teilen. Die Gitter 4, 6 und 8 liegen an der einen, die Gitter 5, 7 und 9 an der anderen Klemme einer Senderöhre oder eines Löschfunken systems und werden mit einer Schwinge gesteuert, deren Wellenlänge sich zwischen 10 cm und 10 m befindet. 10 ist eine Kanalstrahl- oder Kathodenstrahlröhre, in welcher die Korpuskularstrahlen erzeugt, beschleunigt und bei 11 in die Röhre 1 hineingeschossen werden. Die Bahn der Korpuskularstrahlen in der Röhre 1 ist durch eine Spirale schematisch angedeutet. 12 ist ein Lenardfenster, durch welches die Korpuskularstrahlen die Röhre 1 verlassen. In der Röhre 1 herrscht selbstverständlich hohes Vakuum, doch ist die zur Aufrechterhaltung des Vakuums dienende Pumpe in der Figur nicht eingezeichnet.

Wenn man das beschleunigende elektrische Feld nicht wie zuletzt beschrieben mit radial stehenden Gittern und raschen elektrischen Schwingungen erzeugt und im besonderen, wenn man Elektronen beschleunigen will, kann es vorteilhaft sein, zur Krümmung der Bahn nicht ein Magnetfeld sondern ein radial stehendes elektrisches Feld zu verwenden.

Es ist vorteilhaft, die Quelle der Korpuskularstrahlen (den Glühdraht, der die Elektronen emittiert oder die Mündung eines Kanalstrahlenrohres) so anzuordnen, dass die Korpuskularstrahlen nicht voll-

kommen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien die Röhre 1 betreten, sondern eine geringe Neigung nach oben besitzen. Auf diese Weise verlaufen sie dann nicht in eine Ebene, sondern erheben sich spiralig, allerdings in einer Spirale, die mit jeder Windung flacher und flacher verläuft in Richtung der Achse.

Figur 2 zeigt ein von Figur 1 wesentlich verschiedenes Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. Hier wird das elektrische Feld, welches den Korpuskeln, hier am besten Elektronen, die hohe kinetische Energie zu erteilen hat, durch den geschlossenen Eisenkern 22, welcher durch die aus einer einzigen ⁹Windung bestehenden Wicklung 20 magnetisiert wird, induziert. In diese Wicklung wird ein hochfrequenter Wechselstrom, z.B. bis Perioden pro Sekunde geschickt, und es entstehen in der Korpuskularstrahlen röhre 21 sich kreisförmig schliessende elektrische Kraftlinien, in denen die Richtung der Kraft sekundlich entsprechend oft umkehrt. Durch die Wicklungen 23 und 24 fliesst Gleichstrom und es wird auf diese Weise ein Magnetfeld in der Korpuskularstrahlenröhre 21 aufrecht erhalten, welches den Elektronen in der Röhre ermöglicht, auf Kreisen zu laufen, welche den Eisenkern 22 umschliessen. Solche kreisende Elektronen werden durch das induzierte elektrische Feld beschleunigt, und zwar stets annähernd in Richtung der Bantangente, und es vergrössert sich in dem Masse wie die Geschwindigkeit wächst der Radius des Kreises, auf dem die Elektronen laufen oder genauer, die Elektronen laufen auf einer Spirale von innen nach aussen. Sie kommen dadurch bei einer bestimmten Geschwindigkeit dazu, auf die Antikathode 25 aufzutreffen, wo sie Röntgenstrahlen auslösen. Die Antikathode ist leitend in der Glühkathode 26 verbunden, welche die Elektronenquelle bildet.

Um die Wirkungsweise richtig zu verstehen, sei folgendes numerisches Beispiel angegeben. Die Periodenzahl der induzierenden

Wechselspannung sei , der mittlere Umfang der Elektronenbahnen sei 10 cm, die Windungsspannung sei 3000 Volt effektiv. Dann ergibt sich die Spannung, die der erreichten Geschwindigkeit der Elektronen entsprechen würde, wenn diese nicht vorzeitig an die Antikathode auf-treffen würden, aus dem Produkt von Windungsspannung und der Zeitdauer der halben Periode der induzierten Wechselspannung, indem man diese durch den Umfang der Elektronenbahnen dividiert und mit der mittleren Elektronengeschwindigkeit multipliziert. Es ergibt sich so eine Spannung von 500 000 Volt. Da die Elektronen schon etwa mit 100 000 Volt entsprechender Geschwindigkeit auf die Antikathode auftreffen sol-len, (wir wollen unserem Beispiel eine solche Anordnung zugrunde legen) so erreichen etwa 80 % der während der Halbperiode emittierten Elektronen mit der gewünschten Geschwindigkeit die Antikathode. Dieser letztere Umstand ist für den Wirkungsgrad der Röntgenröhre von entscheidender Bedeutung und dadurch bedingt, dass ein praktisch konstantes Feld und nicht ein vom hochfrequenten Strom hervorgerufenen Feld die Krüm-mung der Elektronenbahnen regelt.

Man kann die Elektronen dadurch in der Höhe der Antikathode halten (also in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld), dass man ein inhomogenes Magnetfeld verwendet, und zwar inhomogen in dem Sinne, dass das Magnetfeld mit wachsender Entfernung von der Achse etwas schwächer wird. Dies lässt sich z.B. durch geeignete Polschuhe erzielen und in Figur 3 versinnbildlicht.

Patentansprüche.

Anspruch 1:

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches Magnetfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu ihrer Bahn beschleunigt werden.

Anspruch 2:

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass in mehreren Raumabschnitten der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhalten werden, am besten mit Hilfe von Gittern, und dass ein zeitlich verhältnismässig langsam veränderliches Kraftfeld, z.B. ein konstantes Magnetfeld, die Bahn der Korpuskularstrahlen krümmt, wobei die Beschleunigung durch das elektrische Feld annähernd in Richtung der Bahntangente erfolgt.

Anspruch 3:

Verfahren oder Apparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Korpuskel wiederholt durch denselben Raumabschnitt fliegt.

Anspruch 4:

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, im besonderen Kathodenstrahlen, bei welchem die Korpuskeln durch ein zeitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches elektrisches oder magnetisches Kraftfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte im Sinne der Erhöhung ihrer kinetischen Energie beschleunigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das letztgenannte elektrische Kraftfeld von einem zeitlich rasch veränderlichen Magnetfeld, z.B. einem durch einen hochfrequenten elektrischen Wechselstrom magnetisierten Eisenkern induziert ist, welches Magnetfeld bzw. welcher Eisenkern von den Korpuskeln umkreist wird.

Anspruch 5:

Korpuskularstrahlenröhre im besonderen als Röntgenröhre mit Antikathode ausgebildet nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der induzierende Eisenkern sich ausserhalb der Röhre befindet.

Korpuskularstrahlröhre.

Die Erfindung betrifft einen Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen (wie z.B. Kanalstrahlen oder Kathodenstrahlen), welches gestattet, die kinetischer Energie der im Strahl fliegenden Korpuskel auf einen hohen Betrag zu bringen ohne entsprechend hohe elektrische Potentialunterschiede auftreten zu lassen.

Es wird erfindungsgemäss der Korpuskularstrahl durch ein Kraftfeld, am besten durch ein Magnetfeld, gezwungen annähernd in einem Kreise genauer in einer Spirale, zu laufen und wird durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu seiner Bahn beschleunigt (genauer die mittlere Beschleunigung liegt annähernd tangential zur Bahn des Korpuskel). Am besten wird ein homogenes und während der in Frage kommenden Zeit möglichst zeitlich konstantes Magnetfeld verwendet, um die Korpuskularstrahlen aufzuwickeln. Würden dann die Korpuskularstrahlen nicht elektrisch beschleunigt werden, so könnten sie sich in diesem Magnetfeld in zu einander konzentrischen Kreisen bewegen, wobei (solange die Relativitätskorrektur noch nicht in Frage kommt, also beispielsweise bei nicht extrem raschen Protonenstrahlen) die Geschwindigkeit in den äusseren Kreisen grösser, in den inneren Kreisen kleiner sein muss und zwar muss diese Geschwindigkeit dem Radius des Kreises proportional sein.

Teilt man nun ~~den Raum~~ als flache Kreisscheibe ausgebildete Korpuskularstrahlröhre, in welcher wie eben angedeutet, sich die Korpuskularstrahlen zunächst je nach ihrer Geschwindigkeit in verschiedenen zu einander konzentrischen Kreisen bewegen könnten, durch passende Leiter z.B. durch radial angeordnete Gitter in ~~verschiedenen~~ Sektoren, so kann man in einfacher Weise die Korpuskularstrahlen in der Röhre elektrisch beschleunigen. Dies geschieht so, dass man mit Hilfe der Gitter in den einzelnen Sektoren der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhält, und zwar so, dass das fliegende Kor-

Korpuskel, welches in einem Sektor durch das dort gerade herrschende elektrische Feld ^{seine Beschleunigung erfährt,} diesen Sektor verlässt, bevor sich dort das elektrische Feld umkehrt (oder kurz nachdem diese Umkehr erfolgt ist) und im nächsten Sektor wieder ein elektrisches Feld vorfindet, das ihn beschleunigt. Man erreicht dies, indem man die Hälfte der Gitter an die eine Klemme und die Hälfte der Gitter an die andere Klemme einer hochfrequenten elektrischen Spannungsquelle legt, so dass ~~die~~ benachbarten Gitter stets an den entgegengesetzten Klemmen liegen. Dabei muss die Frequenz so gewählt sein, dass die Zeit, die ein Korpuskel braucht, um vom einen Gitter zum nächsten zu gelangen gleich einer halben Periode ist; diese Zeit berechnet sich als das Produkt ~~aus dem Winkel, den die beiden Gitter mit einander bilden und aus dem Radius des Kreises, auf welchem~~ ^{dividiert} durch die Geschwindigkeit der Korpuskel, die Korpuskel sich bewegen können. Es ist aber entscheidend, dass diese ~~Zeit~~ Zeit auf diese Weise vom ~~dem~~ Radius unabhängig ausfällt, da Geschwindigkeit und Radius des Kreises zu einander proportional sind. Dies hat zur Folge, dass für dieselbe Frequenz die oben angegebene Bedingung sowohl für die im Innern langsam kreisende wie für die weiter aussen rasch kreisende Korpuskel erfüllt ist.

Schiessen wir also einen Kanalstrahl in unsere Vorrichtung, so dass sie sich auf einem Kreise von kleinem Radius um die Achse der Vorrichtung bewegt und legen wir die Wechselspannung an die Gitter an, so werden die Ionen beschleunigt durch die elektrischen Felder und der Radius des Kreises vergrössert sich mit wachsender Geschwindigkeit (die Ionen bewegen sich ungefähr in einer Spirale), so dass die Ionen stets in denselben Zeitabständen die benachbarten Gitter passieren und auf diese Weise dauernd weiter beschleunigt werden bis der Radius der Bahn so gross geworden ist, dass die Korpuskeln durch ein passend angeordnetes Fenster aus der Röhre herausfliegen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Korpuskularstrahlen zu Anfang vershen werden müssen, ergibt sich aus dem Winkel des Sektors und aus der Frequenz der elektrischen Schwingung, die die Gitter steuert. Es schadet aber nichts, wenn die Korpuskularstrahlen zum Teil etwas grössere Geschwindigkeiten haben, ~~xxxxxxxxxxxxxxxx~~ die betreffenden Korpuskeln werden dann auf einem ~~nicht~~ zur Achse nicht symmetrischem Kreise zu laufen beginnen und dadurch trotzdem in Tritt kommen.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. 1 ist die flache Röhre, die als Kreisscheibe ausgebildet ist und sich zwischen den Polen 2 und 3 eines Elektromagneten befindet. 4, 5, 6, 7, 8 und 9 sind die Gitter, welche die Scheibe in 6 Sektoren teilen. Die Gitter 4, 6 und 8 liegen an der einen, die Gitter 5, 7 und 9 an der andern Klemme einer Senderöhre oder eines Löschfunkensystems und werden mit einer Schwingung gesteuert, deren Wellenlänge sich zwischen 10 cm und 10 m befindet. 10 ist eine Kanalstrahl oder Kathodenstrahlröhre, in welcher die Korpuskularstrahlen erzeugt, beschleunigt und bei 11 in die Röhre 1 hineingeschossen werden. Die Bahn der Korpuskularstrahlen in der Röhre 1 ist durch eine Spirale schematisch angedeutet. 12 ist ein Lenarfenster durch welches die Korpuskularstrahlen die Röhre 1 verlassen. In der Röhre 1 herrscht selbstverständlich hohes Vakuum, doch sind die zur Aufrecht-erhaltung des Vakuums dienenden ~~Pumpen~~ in der Figur nicht eingezeichnet.

Wenn man das beschleunigende elektrische Feld nicht wie zuletzt beschrieben mit radial stehenden Gittern und raschen elektrischen Schwingungen erzeugt und im besonderen, wenn man Elektronen beschleunigen will kann es vorteilhaft sein zur Krümmung der Bahn nicht ein Magnetfeld, sondern ein radial stehendes elektrisches Feld zu verwenden.

Es ist vorteilhaft, die Quelle der Korpuskularstrahlen (den Glühdraht, der die Elektronen emittiert oder die Mündung eines Kanalstrahlenrohres) so anzuordnen, dass ~~zix~~ die Korpuskularstrahlen nicht vollkommen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien ^{die} die Röhre 1 betreten, sondern eine geringe Neigung nach oben besitzen. Auf diese Weise verlaufen sie dann nicht in eine Ebene, sondern erheben sich spiralförmig, allerdings in einer Spirale, die mit jederer Windung flacher und flacher verläuft in Richtung der Achse.

Figur 2 zeigt eine von Figur 1 wesentlich ^é verschiedene Ausführungsbeispiel im Schema gezeichnet. Hier wird das elektrische Feld, welches den Korpuskeln, hier am besten Elektronen, ~~ix~~ die hohe kinetische Energie zu erteilen hat, durch den geschlossenen Eisenkern, ²² welcher durch die aus einer einzigen Windung bestehende Wicklung ~~ix~~ 20 magnetisiert wird, induziert. In diese Wicklung wird ein hochfrequenter Wechselstrom z.B. bis Perioden pro Sekunde geschickt und es entstehen in der Korpuskularstrahlenröhre 21 sich kreisförmig schliessende elektrische Kraftlinien, in denen ^{die} ~~ix~~ Richtung der Kraft sekundlich entsprechend oft umkehrt. Durch die Wicklungen 23 und 24 fliesst Gleichstrom und es wird auf diese Weise ein Magnetfeld in der Korpuskularstrahlensöhre 21 aufrechterhalten, welches den Elektronen in der Röhre ermöglicht, auf Kreisen zu laufen, welche den Eisenkern 22 umschliessen. Solche kreisende Elektronen werden durch das induzierte elektrische Feld beschleunigt und zwar stets annähernd in Richtung der Bahntangente und es vergrössert sich in dem Masse, wie die Geschwindigkeit wächst der Radius des Kreises, auf dem die Elektronen laufen oder genauer, die Elektronen laufen auf einer Spirale von innen nach aussen.

Sie kommen dadurch bei einer bestimmten Geschwindigkeit dazu, auf die Antikathode ~~25~~ 25 aufzutreffen, wo sie Röntgenstrahlen auslösen. Die Antikathode ist leitend in der Glühkathode 26 verbunden, welche die Elektronenquelle bildet.

Um die Wirkungsweise richtig zu verstehen, sei folgendes numerisches Beispiel angegeben. Die Periodenzahl der induzierenden Wechselspannung sei ν , der mittlere Umfang der Elektronenbahnen sei 10 cm, die Windungsspannung sei 3000 Volt effektiv. Dann ergibt sich die Spannung, die ~~man~~ der erreichten Geschwindigkeit der Elektronen entsprechen würde, wenn diese nicht vorzeitig an die Antikathode auftreffen würden, aus dem Produkt von Windungsspannung und der Zeitdauer der halben Periode der induzierten Wechselspannung, indem man diese durch ~~das~~ ~~Produkt~~ ~~von~~ den Umfang der Elektronenbahnen dividiert und ~~durch~~ ~~die~~ ~~mittlere~~ ~~Elektronengeschwindigkeit~~ multipliziert. Es ergibt sich so eine Spannung von 50000 Volt. Da die Elektronen schon etwa mit 10000 Volt entsprechender Geschwindigkeit auf die Antikathode aufreffen sollen, (wir wollen ~~in~~ unserm Beispiel eine solche Anordnung zugrunde legen) so erreichen ^{etwa} 80 % der während der Halbperiode emittierten Elektronen mit der gewünschten Geschwindigkeit die Antikathode. Dieser letztere Umstand ist für den Wirkungsgrad der Röntgenröhre von entscheidender Bedeutung, und dadurch bedingt, dass ein praktisch konstantes Feld und nicht ein vom hochfrequenten Strom hervorgerufenen Feld die Krümmung der Elektronenbahnen regelt.

Man kann die Elektronen dadurch in der Höhe der Antikathode halten (also in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld), dass man ein inhomogenes Magnetfeld verwendet, und zwar inhomogen in dem Sinne, dass das Magnetfeld mit wachsender Entfernung von der Achse etwas schwächer wird. Dies lässt sich z.B. durch geeignete Polschuhe erzielen und ist in Figur 3 versinnbildlicht.

Patentansprüche.

Anspruch 1.

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass die Korpuskeln durch ein seitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches Magnetfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte annähernd tangential zu ihrer Bahn beschleunigt werden.

Anspruch 2.

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, dadurch gekennzeichnet, dass in mehreren Raumabschnitten der Richtung nach rasch wechselnde elektrische Felder aufrecht erhalten werden, am besten mit Hilfe von Gittern und dass ein seitlich verhältnismässig langsam veränderliches Kraftfeld z.B. ein konstantes Magnetfeld die Bahn der Korpuskularstrahlen krümmt, wobei die Beschleunigung durch das elektrische Feld annähernd in Richtung der Bahntangente erfolgt.

Anspruch 3.

Verfahren oder Apparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Korpuskel wiederholt durch denselben Raumabschnitt fliegt.

Anspruch 4.

Verfahren oder Apparat zur Beschleunigung von Korpuskularstrahlen, im Besonderen Kathodenstrahlen, bei welchen die Korpuskeln durch ein seitlich praktisch konstantes bzw. nur langsam veränderliches elektrisches oder magnetisches Kraftfeld aufgewickelt und durch elektrische Kräfte im Sinne der Erhöhung ihrer kinetischen Energie beschleunigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das letztgenannte elektrische Kraftfeld von einem seitlich rasch veränderlichen Magnetfeld z.B. einem elektrischen Wechselstrom induziert ist, welcher durch einen hochfrequenten Strom magnetisierten Eisengern induziert ist, welches Magnetfeld bzw. welcher Eisenkern von den Korpuskeln umkreist wird.

Anspruch 5.

Korpuskularstrahlenröhre~~x~~ im Besonderen als Röntgenröhre mit Antikathode ausgebildet nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der induzierende Eisenkern sich ausserhalb der Röhre befindet.