

Copy of a letter addressed
to O.S.

Lieber Herr Professor,

Anliegend sende ich Ihnen "Separata", die Sie vielleicht amuzieren werden. Es sind dies zwei Patentanmeldungen, welche die seither durch Lawrence entwickelten Methoden enthalten. Die erste Anmeldung ist vor dem Erscheinen der entsprechenden Arbeit von Wideroe eingereicht und enthält die Methode, zur Erzeugung von raschen Protonen mit Hilfe von rasch wechselnden elektrischen Feldern. Die zweite ~~Kixix~~ Anmeldung ist kurze Zeit später eingereicht und enthält die ~~Kixixix~~ Verwendung eines stationären Magnetfeldes zur Aufwicklung des Protonenstrahles im elektrischen Wechselfeld. Die beiden Arbeiten von Lawrence sind späteren Datums, aber Lawrence hat natürlich nichts von dieser unpublizierten Anmeldungen gewusst. Natürlich liegt der Verdienst in der Durchführung und nicht in dem Ausdenken des Experiments und ich schicke Ihnen diese "Separata" nur damit Sie mich im Bedarfsfalle mit etwas besserem Gewissen loben können.

Mir herzlichen Grusse,

Ihr sehr ergebener

(signed) Leo Szilard

P.S. Wenn Sie die Anmeldung überhaupt ansehen, so werden Sie die erste drei bis vier Seiten der zweiten Anmeldung am aufschlussreichsten finden.

Transcript of a carbon copy of letter written by Szilard

Copy of a letter addressed to O.S.

Lieber Herr Professor,

Anliegend sende ich Ihnen "Separata", die Sie vielleicht amusieren werden. Es sind dies zwei Patentanmeldungen, welche die seither durch Lawrence entwickelten Methoden enthalten. Die erste Anmeldung ist vor dem Erscheinen der entsprechenden Arbeit von Wideroe eingereicht und enthält die Methode, zur Erzeugung von raschen Protonen mit Hilfe von rasch wechselnden elektrischen Feldern. Die zweite Anmeldung ist kurze Zeit später eingereicht und enthält die Verwendung eines stationären Magnetfeldes zur Aufwicklung des Protonenstrahles im elektrischen Wechselfeld. Die beiden Arbeiten von Lawrence sind späteren Datums, aber Lawrence hat natürlich nichts von dieser unpublizierten Anmeldungen gewusst. Natürlich liegt der Verdienst in der Durchführung und nicht in dem Ausdenken des Experiments und ich schicke Ihnen diese "Separata" nur damit Sie mich im Bedarfsfalle mit etwas besserem Gewissen loben können.

Mit herzlichem Grusse,

Ihr sehr ergebener

(signed) Leo Szilard

P.S. Wenn Sie die Anmeldung überhaupt ansehen, so werden Sie die erste drei bis vier Seiten der zweiten Anmeldung am Aufschlussreichsten finden.

x

Both the enclosed patent applications describe methods for the production of fast protons without the use of high voltage by means of high frequency oscillations.

The first application has been filed before Wideroe's paper on this subject had been published. It describes the method which has been used by Wideroe and subsequently by Lawrence.

The protons travel according to this method straight through a long tube and are passing through a series of grids or tubes to which a high frequency oscillation is applied.

The second patent application which has been filed a few weeks later describes the use of the magnetic field in which path the proton is coiled up. The method is based on the fact that the time of revolution of a proton in a uniform magnetic field is independent of the velocity of the proton and determined by the strength of the magnetic field alone. This method has some years later been used by Lawrence with success. (Unfortunately the Patent Office has, by mistake omitted the corresponding drawing in issuing the enclosed certificate, but the method will be clear from

description of the first three pages of it.

Letter copy sent Oct. '69
Szilard's description x

Both the enclosed patent applications describe methods for the production of fast protons without the use of high voltage by means of high frequency oscillations.

The first application has been filed before Wideroe's paper on this subject had been published. It describes the method which has been used by Wideroe and subsequently by Lawrence.

The protons travel according to this method straight through a long tube and are passing through a series of grids or tubes to which a high frequency oscillation is applied.

The second patent application which has been filed a few weeks later describes the use of the magnetic field in which path the proton is coiled up. The method is based on the fact that the time of revolution of a proton in a uniform magnetic field is independent of the velocity of the proton and determined by the strength of the magnetic field alone. This method has some years later been used by Lawrence with success. (Unfortunately the Patent Office has, by mistake omitted the corresponding drawing in issuing the enclosed certificate, but the method will be clear from

description of the first three pages of it.

The first three pages of the publication of this process
would be a set of nine values by means of which
the process is described.

The first three pages of the publication have been filed heretofore
under the name of the inventor and have been published.
It is stated that the inventor has been used by others
and is being used by others.

The first three pages of the publication have been filed heretofore
under the name of the inventor and have been published.
It is stated that the inventor has been used by others
and is being used by others.

The first three pages of the publication have been filed heretofore
under the name of the inventor and have been published.
It is stated that the inventor has been used by others
and is being used by others.

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

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

" Beschleunigung von Korpuskeln "

am 17. Dezember 1928 beim Reichspatentamt hinterlegt.

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

Berlin, den 23. Juli 1932.

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



zu vergleichen, wie es die Massen radioaktiven Ursprungs
haben. Dabei war man in der Absicht gefangen, dass man z.B.
das Heliumion ein sehr hohes elektrisches Potential durch-
laufen lassen muss, etwa vier Millionen Volt um seine kine-
tische Energie derjenigen eines α Teilchens gleichwerden
zu lassen. In der Tat ist diese Zahl richtig, wenn man an-
nimmt, dass die kinetische Energie die dem geladenen

Teilchen in einem elektrischen Feld verliehen wird, gleich
Dr. Leo Szilard, Wilmersdorf, Prinzregentenstr.

"Beschleunigung von Korpuskeln."

Die Erfindung betrifft ein Verfahren
bzw. einen Apparat, der es gestattet, Korpuskular-
strahlen von hoher Energie zu erzeugen ohne dass es
notwendig wäre, so hohe elektrische Potentialen zu ver-
wenden, wie dies notwendig wäre, wenn man durch einfa-
ches Beschleunigen in einem elektrischen Feld den Kor-
puskularstrahl auf hohe Energie bringen wollte.

Es ist bekannt, dass die von den radio-
aktiven Körpern emittierten α Teilchen Atome vieler
Substanzen zertrümmern können und man ist deshalb seit
langem bestrebt durch Beschleunigung positiv geladener
Korpuskeln, wie z.B. Heliumionen oder anderer positiver
Jonen, diesen Jonen eine ebenso hohe kinetische Energie



zu verleihen, wie es die Ionen radioaktiven Ursprungs haben. Dabei war man in der Ansicht befangen, dass man z. B. das Heliumion ein sehr hohes elektrisches Potential durchlaufen lassen muss, etwa vier Millionen Volt um seine kinetische Energie derjenigen eines α Teilchens gleichwerden zu lassen. In der Tat ist diese Zahl richtig, wenn man annimmt, dass die kinetische Energie die dem geladenen Partikel in einem elektrischen Feld verliehen wird, gleich dem Produkt aus seiner Ladung und dem durchlaufenden Potential ist. Diese Annahme ist jedoch nicht zutreffend, wenn man zeitlich veränderliche Felder verwendet und man kann erfindungsgemäss geladene Partikel eine sehr hohe kinetische Energie verleihen ohne dass man im Sinne der oben erwähnten Annahme entsprechend hohe elektrische Spannungen verwendet. Damit fallen dann die grossen Schwierigkeiten hinweg, die sich der Anwendung hoher Spannungen entgegenstellen und bisher alle Bemühungen künstlich α Teilchen, oder andere ähnliche energiereiche Partikel, durch Beschleunigung von Ionen im elektrischen Felde herzustellen gescheitert sind.

Erfindungsgemäss werden zeitlich rasch veränderliche elektrische Felder in verschiedenen Teilen des Raumes aufrecht erhalten und ein Korpukularstrahl wird durch diese elektrischen Felder hindurchgeschickt und zwar so, dass es aus einem Raumteil, indem es beschleunigt wurde, austritt bevor oder kurz nachdem sich die Feldrichtung in diesem Raumteil umkehrt und in den nächsten Raumteil

wieder ein Feld vorfindet, das ihn beschleunigt und diesen zweiten Raumteil wiederum verlässt, bevor bzw. kurz nachdem sich die Feldrichtung in diesem zweiten Raumteil umkehrt u. s. w.


Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schema gezeichnet. 8 ist eine Kanalstrahlröhre aus dem Kanalstrahl von Helium, Quecksilber oder irgend eine andere Substanz, durch die Bohrung 11 der Kathode 12 in das Rohr 9 eintreten. Dieses Rohr ist durch die Gitter 1 bis 6 in fünf Abschnitte geteilt und es wird an diese Gitter eine Wechselspannung sehr hoher Frequenz (1 bis 100 Millionen Schwingungen in der Sekunde und darüber) angelegt und zwar liegt der eine Pol an den Gittern 1, 3, 5 und der andere Pol an den Gittern 2, 4, 6, so, dass die Gitter 1, 3, 5 untereinander in Phase schwingen und die Potential stets 180 Grad vom Potential der Gitter 2, 4, 6 abweicht. Wie man in der Figur sieht, sind die Abstände der Gitter von links nach rechts monoton wachsend, d. h. klein dort, wo die Geschwindigkeit der Kanalstrahlen noch klein und gross dort, wo die Geschwindigkeit der Kanalstrahlen schon gross ist.

Die Wirkungsweise der Anordnung ist wie folgt: Betrachten wir ein positives Ion, das im Kanalstrahl fliegt und in einem solchen Augenblick durch das Gitter 1 hindurchfliegt, in welchem das Potential des Gitter 1 gegen das Gitter 2 gerade Null und im Wachsen begriffen ist. Das Ion wird dann im Raume zwischen den Gitter 1 und 2 be-

14 ist ein Lenardfenster, durch welches schleunigt und passiert das Gitter 2 (in dem Idealfall, die Korpuskeln aus der Röhre 9 austreten können und auf die wir jetzt betrachten) gerade in dem Augenblick als der Potentialunterschied zwischen 1 und 2 wieder Null geworden ist. Dann ist auch der Potentialunterschied zwischen 2 und 3 Null und das Potential von 2 gegen 3 im Wachsen begriffen, sodass das Ion zwischen 2 und 3 wieder beschleunigt wird. u.s.w.

Falls wie im vorliegenden Falle vorgesehen, die Frequenz für alle Gitter dieselbe ist, muss der Abstand zwischen 2 und 3 grösser sein, als der Abstand zwischen 1 und 2, u.s.w., damit das Ion jeweils im richtigen Augenblick in den nächsten Abschnitt eintritt. Bei unserer Anordnung lässt sich das elektrische Feld zusammensetzen aus einem von links nach rechts beschleunigt bewegten und aus einem von rechts nach links verzögert bewegten elektrischen Feld (hierzu käme noch evtl. entstehendes elektrisches Feld als Korrektion, welches uns jedoch nicht weiter interessiert.) Die Einrichtung wird nun zweckmässig so getroffen, dass die Geschwindigkeit des beschleunigten J_0 ns an jedem Punkt mit der dort herrschenden Geschwindigkeit des von links nach rechts bewegten Feldes übereinstimmt. Die Geschwindigkeit des elektrischen Feldes berechnet sich dabei als Produkt aus der Frequenz der an das Gitter gelegten elektrischen Schwingung und dem Abstand der beiden in Phase schwingenden Gitter (also z.B. 1 und 3).

14 ist ein Lenardfenster, durch welches die Korpuskeln aus der Röhre 9 austreten können und auf die zu bombardierende Substanz 15 im Freien oder in einem anderen abgeschlossenen Raume fallen können. 7 ist die Schwingungsquelle z.B. eine Elektronenröhre. Man kann auch so vorgehen, dass man eine Reihe von Gittern etwa die ersten 50 Gitter, welche das Ion zuerst passiert, und infolgedessen auch mit einer verhältnismässig geringen Geschwindigkeit passiert, mit einer anderen Röhre betreibt als die nächsten 50 Gitter, die das Ion schon mit höherer Geschwindigkeit passiert. Dabei wählt man die Schwingungszahl der zweiten Röhre höher als die Schwingungszahl der ersten Röhre, sodass die Gitterabstände der letzten Gitter noch verhältnismässig niedrig ausfallen.



Arbeitet man nur mit einer Frequenz, z.B. 10^8 Schwingung pro Sekunde und beträgt die Anfangsgeschwindigkeit der Kanalstrahlen 10^8 cm pro Sekunde, wo würden die Gitterabstände (z.B. der Abstand von 1 und 3) anfangs etwa 1 cm betragen, während, falls unser Apparat die Geschwindigkeit des Teilchens auf das Zehnfache erhöht, der Abstand der letzten Gitter (z.B. 97 und 99) 10 cm betragen müsste. Arbeiten wir mit Spannungen von 30 000 Volt (maximal Sp.) so würde mit 100 Gittern die kinetische Energie des Ions auf so hohe Werte kommen, wie beim Durchlaufen eines einfachen statischen Feldes von etwa 2 Millionen Volt.

Man kann auch zwei Gittersysteme verwenden, von denen jede allein so betrieben wird, wie oben beschrieben und die gegeneinander mit einer Phasenverschie-

bung von 90 Grad schwingen. Die beiden Gittersysteme liegen dann in Bezug aufeinander, so dass sich die Phase von Nachbar zu Nachbar um je 90 Grad verschiebt, sodass auf diese Weise ein von links nach recht (beschleunigt) bewegtes elektrisches Feld praktisch allein vorhanden ist.

1.) Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung elektrisch beschleunigbarer Korpuskeln, dadurch gekennzeichnet, dass der Korpuskel durch mehrere Raumabschnitte fliegt, in welchen Raumabschnitten der Richtung nach wechselnde elektrische Felder aufrechterhalten werden und zwar so, dass wenigstens für einen Teil der Korpuskel in mehreren Raumabschnitten zur Zeit der Verweilens dieser Korpuskeln in dem betreffenden Raumabschnitte die Richtung des dort herrschenden elektrischen Feldes gerade so ist, dass die kinetische Energie des fliegenden Korpuskels in dem betreffenden Raumabschnitt vermehrt wird.

2.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen Raumabschnitten die Feldrichtung periodisch umgekehrt wird.

3.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der Grenze der Raumabschnitte Leiter z.B. Gitter angeordnet sind, an die ein hochfrequentes Potential gelegt ist.

Patentansprüche:

4.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Weges der Korpuskeln in den hintereinander liegenden Abs-

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1.) Apparat oder Verfahren zur Beschleunigung elektrisch beschleunigbarer Korpuskeln, wie z. B. Elektronen oder Ionen, dadurch gekennzeichnet, dass der Korpuskel durch mehrere Raumabschnitte fliegt, in welchen Raumabschnitten der Richtung nach wechselnde elektrische Felder aufrechterhalten werden und zwar so, dass wenigstens für einen Teil der Korpuskel in mehreren Raumabschnitten zur Zeit des Verweilens dieser Korpuskeln in dem betreffenden Raumabschnitte die Richtung des dort herrschenden elektrischen Feldes gerade so ist, dass die kinetische Energie des fliegenden Korpuskels in dem betreffenden Raumabschnitt vermehrt wird.

2.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen Raumabschnitten die Feldrichtung periodisch umgekehrt wird.

3.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der Grenze der Raumabschnitte Leiter z.B. Gitter angeordnet sind, an die ein hochfrequentes Potential gelegt ist.

4.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Weges der Korpuskeln in den hintereinander liegenden Abschnitten

ten verschieden ist und zwar so, dass die Länge dieses Weges in Abschnitten, die vom Korpuskel später erreicht werden, grösser ist.

5.) Apparat oder Verfahren nach Anspruch 3 oder 4 , dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten Gitter der Phase nach entgegengesetzt , alle gradzahligen Gitter untereinander und alle ungradzahligen Gitter untereinander aber in Phase schwingen.

M. Pei.



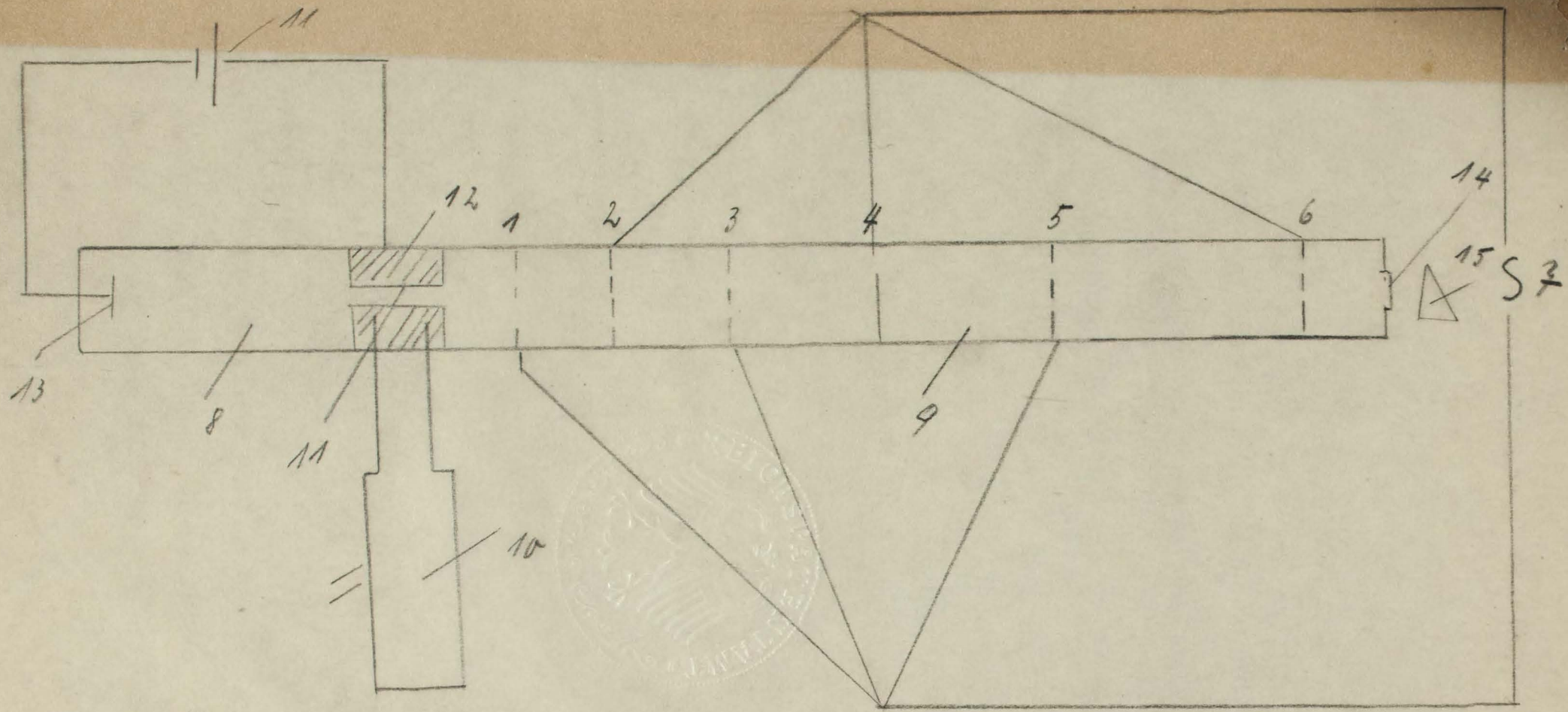


Fig. 1

2/2

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 .



211

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

"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 wähl-



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 Relativitätskorrektion 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, i



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 Wechselfspannung 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 ~~passie~~ ~~ren~~ dass die Ionen stets in denselben Zeitabständen die benachbarten Gitter passieren und auf diese Weise dauernd



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 ^{nung} 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 Kanalstrahlendrohres) 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 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 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 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 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 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 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 f , 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.

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.

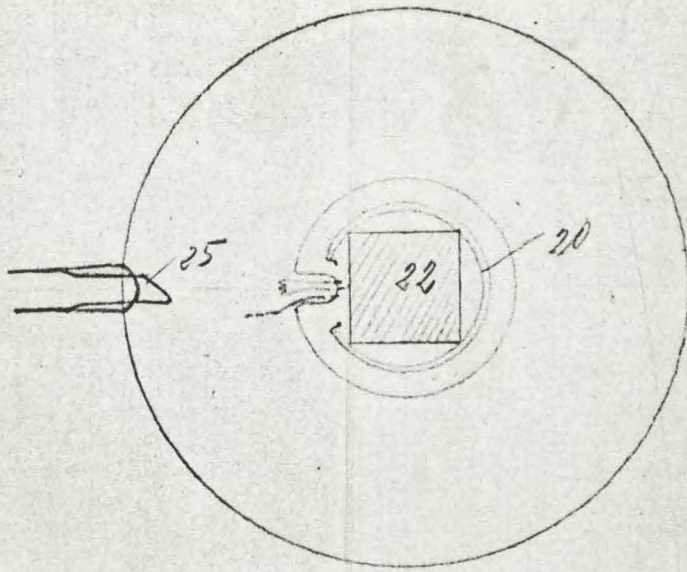
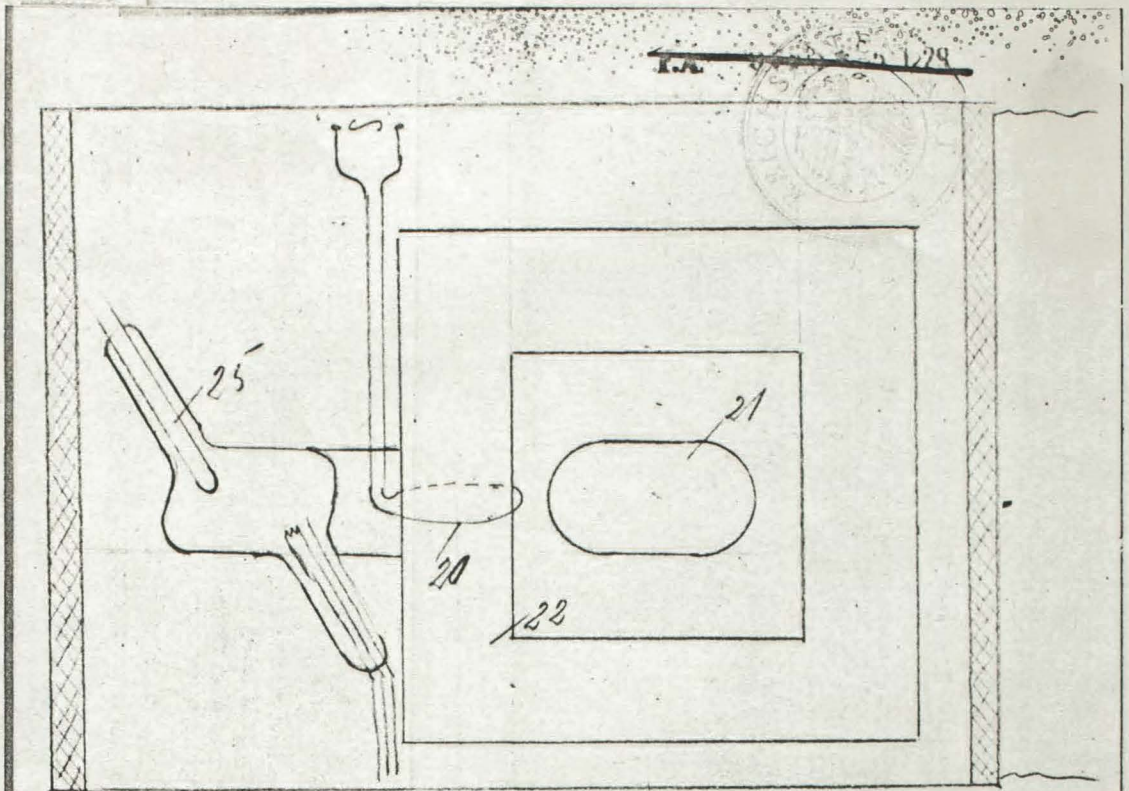


Fig. 2.

9,892,888

[Handwritten signature]