

## 1- DESCOBERTA DOS RAIOS X

Em 1895, o físico Wilhelm Konrad Roentgen, estudando descargas elétricas em gases rarefeitos e ampolas de Crookes, por acaso descobriu os raios X. Ele tinha uma ampola de Crookes encerrada em uma caixa de papelão, e alimentada por uma bobina de Rumkhorff. Com o conjunto em um quarto escuro, ele observou que, quando o tubo funcionava, se produzia fluorescência num cartão pintado com platino-cianureto de bário. A fluorescência era observada quer estivesse voltada para o tubo a face do cartão pintada com platino cianureto de bário, quer a face oposta, e até com este cartão afastado a dois metros do tubo.

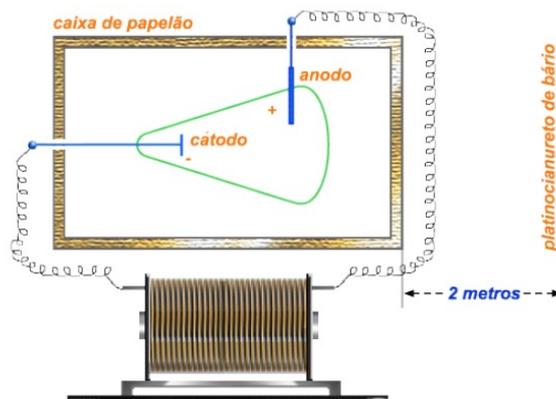
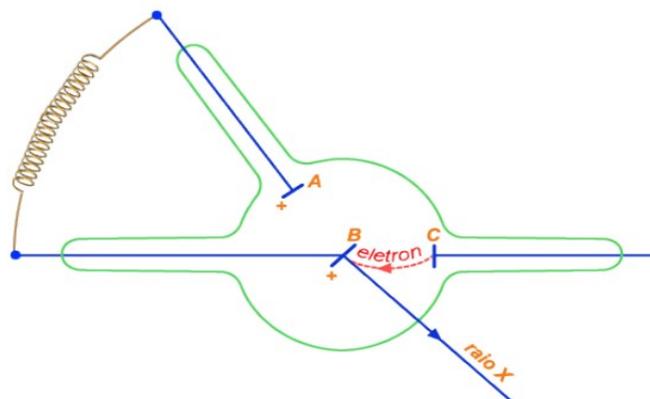


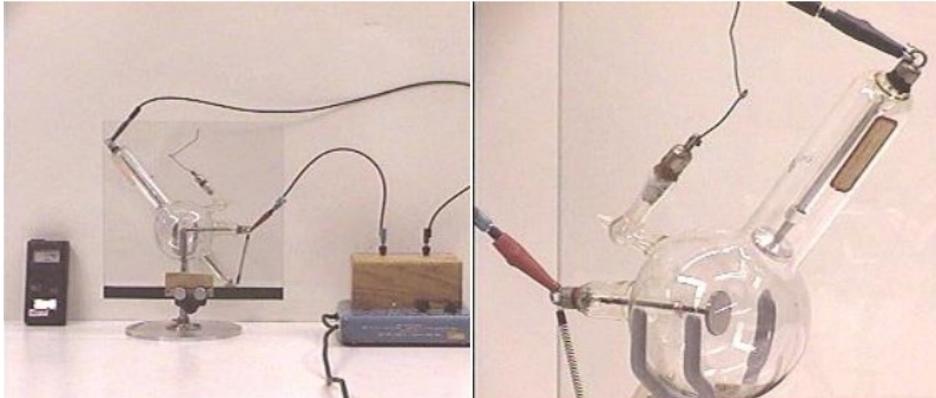
Fig. 1- Bobina de Rumkhorff

A fluorescência não era causada pelos raios catódicos, pois estes não atravessam o vidro do tubo. Roentgen observou a seguir que o agente causador da fluorescência se originava na parede do tubo de Crookes, no ponto onde os raios catódicos encontravam essa parede. Não sabendo do que se tratava, Roentgen chamou raios-X a esse agente.

Tubos de raios X Raios X são produzidos todas as vezes que elétrons encontram um obstáculo. Na experiência de Roentgen, eles eram produzidos quando os elétrons encontravam a parede do tubo. Há dois tipos de tubos de raios X em uso. 1º - Tubos a gás Possuem gás à pressão de mais ou menos 0,001 mm Hg. O tubo é esférico, e além do cátodo C e do ânodo A, possui um terceiro eletrodo B, chamado alvo, colocado no centro da esfera. O alvo B está ligado ao ânodo A, de maneira que ficam ao mesmo potencial. Este alvo combinado com o ânodo produz um campo elétrico que encurva a trajetória dos elétrons e faz que a maioria dos elétrons encontre o alvo perpendicularmente. A diferença de potencial entre o cátodo e o ânodo nestes tubos é de 30.000 a 50.000 volts.

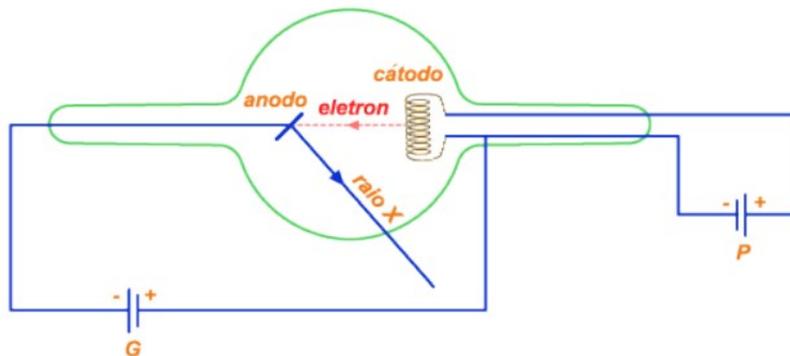


Os elétrons saem do cátodo, chocam-se com o alvo, e nesse choque se produz raios X. A figura abaixo é fotografia de um desses tubos; o diâmetro da esfera é de um palmo, aproximadamente.



## 2º - Tubo Coolidge

Neste tubo é feito o melhor vácuo possível. O cátodo é aquecido por uma corrente elétrica fornecida por um gerador P. Assim aquecido ele emite muito maior quantidade de elétrons, como estudaremos no tópico "A Emissão dos Elétrons por Corpos Aquecidos, ou Efeito Edison" (efeito Edison). Não possui o alvo B, pois o próprio anodo atua como alvo e emite os raios X. A diferença de potencial entre o cátodo e o anodo, fornecida pelo gerador G, nestes tubos pode ser desde 100.000 até 1.000.000 de volts



## Produção dos raios X

A produção dos raios X é explicada do seguinte modo: os elétrons emitidos pelo cátodo são fortemente atraídos pelo anodo, e chegam a este com grande energia cinética. Chocando-se com o anodo, eles perdem a energia cinética, e cedem energia aos elétrons que estão nos átomos do anodo. Estes elétrons são então acelerados. E acelerados, emitem ondas eletromagnéticas que são os raios X. Já tínhamos visto que os raios X são ondas eletromagnéticas de comprimento de onda muito pequeno.

## Propriedade dos raios X

1. Sendo ondas eletromagnéticas, os raios X possuem todas as propriedades gerais dessas ondas, que o leitor já conhece para o caso da luz: sofre reflexão, refração, interferência, difração, polarização.
2. Propagam-se em linha reta, com velocidade igual à da luz.
3. Tornam fluorescentes muitos corpos sobre os quais incidem, como por exemplo, platino cianureto de bário (e por esta propriedade que permitiu sua descoberta).
4. Provocam ação química em certas substâncias. Por exemplo, impressionam chapas fotográficas. Esta propriedade é muito mais intensa nos raios X que na luz, porque, como eles têm menor comprimento de onda, têm maior energia que a luz. Eles impressionam chapas fotográficas mesmo quando elas estão protegidas por superfícies que a luz não atravessa, como por exemplo, caixas de papelão, ou papel preto, etc..
5. Atravessam grandes espessuras de materiais. A facilidade maior ou menor com que os raios X atravessam as substâncias depende do comprimento de onda dos raios X, da espessura da substância e do seu peso atômico. Os raios X de menor comprimento de onda, da ordem de  $0,01\text{Å}$ , têm maior facilidade para penetrar nos corpos: são chamados raios X duros. Os de maior comprimento de onda, da ordem de  $1\text{Å}$ , penetram menos nos corpos: são chamados raios X moles. Atravessam com grande facilidade as substâncias de pequeno peso atômico, como por exemplo, os elementos fundamentais dos corpos orgânicos, carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. As substâncias pesadas são dificilmente atravessadas. Assim, o chumbo é usado frequentemente para barrar os raios X.
6. Ionizam as moléculas dos gases por onde passam, isto é, arrancam elétrons dessas moléculas.
7. Como são ondas eletromagnéticas, e, portanto, não têm carga elétrica, não são desviados por campo elétrico, nem por campo magnético.
8. Os raios X são usados em medicina para radiografias e para cura de certos tumores e certas moléstias de pele. A radiografia é uma fotografia tirada com raios X, em vez de ser tirada com luz. Os raios X podem exercer, sobre os tecidos, ações benéficas ou maléficas, conforme a dose com que são absorvidos. Assim como curam, também podem produzir doenças, como por exemplo, a doença de pele chamada radiodermite, muito perigosa porque pode se transformar em câncer.



Está provado que existe uma dose de raios X máxima que cada pessoa pode receber por semana. Qualquer pessoa pode ser submetida a doses compreendidas nesse limite máximo, sem perigo. Um fato perigosíssimo, que se nota na quase totalidade dos hospitais e consultórios médicos que fazem aplicações de raios X, é que os médicos e técnicos que trabalham com os aparelhos de raios X não controlam as doses que eles mesmos recebem enquanto trabalham. Pois, assim como a luz que incide numa parede e se espalha por todas as direções, os raios X também se espalham quando encontram um obstáculo. Por causa disso, quando um técnico está manuseando o aparelho de raios X para fazer aplicação em outra pessoa, ele também recebe certa dose de raios X que foi espalhado. Esses técnicos trabalham várias horas por dia, todos os dias, recebendo raios X, e quando não são controladas, suas vidas correm perigo. Embora eles se protejam com avental e luvas de chumbo, e óculos com vidro à base de chumbo, sempre recebem alguma dose.

### Aplicações dos raios X

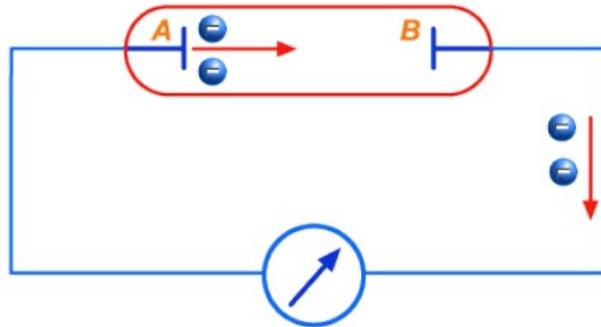
Todos conhecem as aplicações dos raios X na medicina, em radiografias e curas de certas moléstias. Mas eles têm muitas aplicações na técnica e na pesquisa em Física. Eles muito contribuíram para o conhecimento da estrutura da matéria. Por meio de raios X se conseguiu provar a estrutura reticular dos cristais. Em Mineralogia, a aplicação dos raios X é tão intensa que foi criada dentro dela, uma especialização chamada “Ótica Cristalográfica”, que trata das propriedades dos cristais reveladas por raios X.

Edison descobriu que os corpos aquecidos emitem elétrons. Esse fenômeno é chamado efeito Edison, ou emissão termoiônica.

A emissão termoiônica é mais intensa se o corpo estiver no vácuo.

Para demonstrar o fenômeno, Edison realizou a seguinte experiência: adaptou duas placas metálicas A e B próximas em uma ampola de vidro e fez o vácuo na ampola. Depois ligou as placas metálicas para fora da ampola, intercalando um galvanômetro G entre elas. Observou

que, quando uma das placas, por exemplo, A, era aquecida, o galvanômetro acusava a passagem de uma corrente elétrica. Isso porque a placa aquecida expelia elétrons que, atingindo a placa B depois circulavam pelo condutor, passando pelo galvanômetro.



### Válvulas eletrônicas

As válvulas eletrônicas, usadas nos rádios, baseiam-se no efeito Edison. Nessas válvulas existe uma placa metálica P, e um filamento metálico F que é aquecido por meio de uma corrente elétrica (não desenhamos o circuito dessa corrente na figura a seguir para não complicá-la). Para acelerarmos a passagem dos elétrons entre F e P, ligamos F ao polo negativo de um gerador e P ao polo positivo. Desse modo, os elétrons ao serem emitidos por F são imediatamente atraídos para P, e obtemos uma corrente elétrica mais forte.

