

Chỉ đạo biên soạn:

VỤ KHOA HỌC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ Y TẾ

Chủ biên:

KS. TRẦN VĂN SƠN

Những người biên soạn:

PGS. TS. HOÀNG ĐỨC KIỆT

TS. TRỊNH ĐÌNH CHIẾN

KS. ĐOÀN NHẬT ÁNH

KS. TRẦN VĂN SƠN

KS. NGUYỄN GIA QUÂN

Hiệu đính:

PGS. TS. TRẦN VỆ QUỐC

Tham gia tổ chức bản thảo:

ThS. PHÍ VĂN THÂM

TS. NGUYỄN MẠNH PHẨM

LỜI GIỚI THIỆU

Thực hiện một số điều của Luật Giáo dục, Bộ Y tế đã ban hành chương trình khung đào tạo trung cấp ngành Y tế. Bộ Y tế tổ chức biên soạn tài liệu dạy – học các môn cơ sở và chuyên môn theo chương trình trên nhằm từng bước xây dựng bộ sách đạt chuẩn chuyên môn trong công tác đào tạo nhân lực y tế.

Sách *Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế* (tập 1) được biên soạn dựa vào chương trình giáo dục nghề của Bộ Y tế và trên cơ sở chương trình khung đã được phê duyệt. Sách được các tác giả KS. Trần Văn Sơn (chủ biên), PGS. TS. Hoàng Đức Kiệt, TS. Trịnh Đình Chiến, KS. Đoàn Nhật Ánh, KS. Nguyễn Gia Quân biên soạn theo phương châm: kiến thức cơ bản, hệ thống; nội dung chính xác, khoa học; cập nhật các tiến bộ khoa học, kỹ thuật hiện đại và thực tiễn Việt Nam. Sách được cấu trúc gồm 7 bài. Tài liệu là tiền đề để các giáo viên và học sinh các trường có thể áp dụng phương pháp dạy – học tích cực.

Sách *Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế* (tập 1) đã được Hội đồng chuyên môn thẩm định sách và tài liệu dạy – học trung cấp và dạy nghề của Bộ Y tế thẩm định vào năm 2007. Bộ Y tế quyết định ban hành tài liệu dạy – học chính thức của ngành Y tế giai đoạn 2006 – 2010. Trong quá trình sử dụng, sách phải được chỉnh lý, bổ sung và cập nhật.

Bộ Y tế chân thành cảm ơn các tác giả và Hội đồng chuyên môn thẩm định đã giúp hoàn thành cuốn sách; Cảm ơn TS. Đỗ Ngọc Thanh, KS. Hà Đắc Biên, PGS.TS. Trần Vệ Quốc đã đọc và phản biện, hiệu đính để cuốn sách sớm hoàn thành kịp thời phục vụ cho công tác đào tạo nhân lực y tế.

Lần đầu xuất bản sách khó tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp, các bạn sinh viên và các độc giả để lần xuất bản sau sách được hoàn thiện hơn.

VỤ KHOA HỌC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ Y TẾ

LỜI MỞ ĐẦU

Thiết bị chẩn đoán hình ảnh được ứng dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực: thăm dò địa chất, kiểm tra chất lượng sản phẩm, trong ngành hải quan...

Trong y tế nó là công cụ chủ yếu để chẩn đoán, xét nghiệm và điều trị bệnh.

Thiết bị chẩn đoán hình ảnh là loại thiết bị tương đối đắt tiền so với các thiết bị khác trong bệnh viện.

Do vậy, đòi hỏi kỹ thuật viên, bác sĩ sử dụng vận hành phải được trang bị những kiến thức cơ bản, để có khả năng làm chủ được thiết bị. Đối với kỹ thuật viên, kỹ sư sửa chữa lại càng phải có nhu cầu hiểu biết cao hơn về: phân tích mạch, đo đặc, vận hành thành thạo để kiểm tra, hiệu chỉnh và sửa chữa được thiết bị.

Qua gần một thế kỷ, các thiết bị chẩn đoán hình ảnh đã trải qua nhiều thế hệ, chúng ngày càng được cải tiến và hoàn thiện hơn. Nhờ áp dụng tiến bộ kỹ thuật tiên tiến mà các thiết bị chẩn đoán hình ảnh đã thực hiện được nhiều chức năng thăm dò và chẩn đoán phức tạp, nó đã trở thành công cụ đắc lực giúp cho các thầy thuốc trong chẩn đoán và điều trị có hiệu quả.

Thiết bị luôn được cải tiến cả về cấu trúc bên trong và hình dạng bên ngoài, nên trong phạm vi tài liệu có hạn, không thể cùng một lúc đề cập đến tất cả các thiết bị đang được ứng dụng. Tài liệu chỉ trình bày các chức năng nhiệm vụ và giải thích một số mạch điển hình, từ đó người đọc có khái niệm để vận dụng cho các trường hợp khác. Đây là tài liệu chuyên ngành về thiết bị chẩn đoán hình ảnh, không định hướng về một loại máy nào, một hãng nào, các kiến thức trong tài liệu này là những vấn đề cơ bản nhất được ứng dụng cụ thể trong các máy X quang thường quy. Tài liệu dùng giảng dạy cho các hệ đào tạo trình độ cao đẳng chuyên ngành kỹ thuật thiết bị y tế. Giáo trình này cũng có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho kỹ sư và cán bộ kỹ thuật chuyên ngành

Tài liệu phần nào giúp cho người đọc có thêm một số kiến thức cơ bản phục vụ cho học tập nghiên cứu, sửa chữa thiết bị hình ảnh y tế.

Tài liệu được chia làm ba tập:

- Tập 1: Cơ sở kỹ thuật về máy X quang.
- Tập 2: Máy siêu âm chẩn đoán.
- Tập 3: Phân tích nguyên lý hoạt động một số máy X quang đang sử dụng ở nước ta.

Tài liệu khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự góp ý chân thành của bạn đọc.

Xin chân thành cảm ơn.

CÁC TÁC GIẢ

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	3
Lời mở đầu.....	5
Bài 1. Tính chất vật lý tia Röntgen	9
1. Vật lý tia Röntgen và ứng dụng.....	9
1.1. Hiệu ứng bức xạ tia katốt (Cathode Rays)	9
1.2. Bản chất của tia X – tia âm cực	10
1.3. Tia âm cực.....	11
2. Đại cương về tia Röntgen	12
2.1. Bức xạ hâm	13
2.2. Bức xạ đặc trưng.....	15
3. Sự hấp thụ tia Röntgen.....	16
4. Sự tán xạ của tia Röntgen	19
5. Sự nhiễu xạ của tia Röntgen.....	20
6. Bước sóng của tia X.....	25
7. Các phổ của tia X	30
Câu hỏi lượng giá.....	35
Bài 2. Máy X quang tần số thấp	37
1. Khái niệm.....	37
2. Phân loại máy X quang.....	37
2.1. Phân loại theo điện áp nguồn cung cấp	37
2.2. Phân loại theo điện áp chỉnh lưu cung cấp cho anode bóng phát tia	38
2.3. Phân loại theo công suất	38
2.4. Phân loại theo nhiệm vụ (chuyên khoa)	38
2.5. Phân loại theo cấu tạo	38
2.6. Phân loại theo tần số	38
2.7. Phân loại theo vị trí lắp đặt	38
3. Sơ đồ khái quát của máy X quang.....	39
4. Khối nguồn cung cấp chính	40
4.1. Biến thế nguồn điều chỉnh từng nấc.....	40
4.2. Biến thế nguồn điều chỉnh liên tục.....	40
5. Biến thế nguồn	42
5.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 1 pha.....	42
5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 3 pha.....	43
5.3. Biến thế tự ngẫu	45

6. Điều chỉnh các tham số kV.mA.s	46
6.1. Điều chỉnh chỉ thị KV.....	46
6.2. Điều chỉnh chỉ thị mA	48
6.3. Ổn định điện áp cho tóc đèn bóng X quang	50
Câu hỏi lượng giá.....	54
Bài 3. Khối điều khiển trung gian.....	55
1. Các role điều khiển trung gian.....	55
1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của role điện từ.....	55
1.2. Phân loại role điện từ.....	57
2. Mạch làm chậm quá trình chụp	57
2.1. Mạch làm chậm dùng role thuỷ ngân	57
2.2. Mạch làm chậm dùng R-C.....	58
2.3. Mạch làm chậm dùng transistor.....	59
2.4. Mạch làm chậm dùng UJT.....	59
3. Mạch anốt quay.....	60
3.1. Tác dụng của anốt quay	60
3.2. Cấu tạo của mạch anốt quay.....	60
3.3. Nguyên lý hoạt động	61
4. Các mạch bảo vệ an toàn	63
4.1. Mạch kiểm soát nhiệt độ katốt	63
4.2. Kiểm soát tốc độ quay anốt	64
4.3. Mạch bảo vệ quá điện áp và quá tải	64
4.4. Mạch cảnh báo bóng quá nóng	65
4.5. Phương pháp thành lập mạch bảo vệ quá tải	66
4.6. Mạch bảo vệ quá tải trong máy X quang Shimadzu ED 150L.....	69
Câu hỏi lượng giá.....	72
Bài 4. Mạch cắt thời gian chụp	74
1. Nhiệm vụ và phân loại mạch cắt thời gian	74
1.1. Nhiệm vụ	74
1.2. Phân loại	74
2. Một số loại mạch cắt thời gian thông dụng	75
2.1. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ khí	75
2.2. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ – điện từ	76
2.3. Mạch thời gian dùng đèn thyratron.....	77
2.4. Mạch cắt thời gian dùng transistor	79
2.5. Mạch thời gian đóng cắt pha “0”.....	82
2.6. Mạch thời gian sử dụng các phần tử logic cơ bản.....	87
Câu hỏi lượng giá.....	95
Bài 5. Khối tạo cao áp và bóng X quang.....	96
1. Bóng phát tia X quang.....	96
1.1. Bóng X quang anốt cố định	96

1.2. Bóng X quang anốt quay	99
1.3. Biến thế đốt tóc đèn bóng X quang	105
2. Khối tạo cao áp.....	106
2.1. Biến thế cao áp	106
2.2. Chính lưu cao áp.....	109
2.3. Mạch chọn bàn, chọn bóng	113
3. Cáp cao áp	116
4. Các điốt chỉnh lưu cao áp.....	118
4.1. Điốt điện tử.....	118
4.2. Điốt bán dẫn	118
5. Dầu cao áp.....	119
Câu hỏi lượng giá.....	120
Bài 6. Kỹ thuật tạo ảnh bằng tia X.....	122
1. Hệ thống tạo ảnh bằng tia X	122
1.1. Máy X quang.....	122
1.2. Hệ thống hiện ảnh.....	122
1.3. Film X quang	123
1.4. Bìa tảng quang	123
2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng ảnh X quang	124
2.1. Tiêu chuẩn chụp	124
2.2. Lọc tia X	125
3. Kỹ thuật buồng tối.....	128
4. Bảo vệ khỏi tia X	130
4.1. Các tác hại do tia X gây ra	130
4.2. Tác hại trên các bộ phận cơ thể.....	131
4.3. Các biện pháp để giảm liều lượng tia X	133
Câu hỏi lượng giá.....	135
Bài 7. Cơ sở kỹ thuật máy X quang cao tần	137
1. Khái niệm chung	137
2. Máy X quang cao tần	138
2.1. Cơ sở lý thuyết máy X quang cao tần	138
2.2. Sơ đồ khối máy X quang cao tần	139
3. Nguyên lý tạo tần số cao	140
3.1. Cấu tạo sơ đồ khối bộ đổi tần	140
3.2. Mạch tạo cao áp máy X quang cao tần	141
3.3. Xét một số sơ đồ thực tế	143
4. Mạch đốt tóc đèn máy X quang cao tần	149
5. Mạch anốt quay máy X quang cao tần	151
Câu hỏi lượng giá.....	151
Đáp án các câu hỏi lượng giá.....	153
Tài liệu tham khảo.....	155

Bài 1

TÍNH CHẤT VẬT LÝ TIA RÖNGHEN

MỤC TIÊU

- Trình bày được thí nghiệm cơ bản tạo ra tia Röngten.
- Trình bày được ứng dụng của tia Röngten trong ngành Y tế.
- Trình bày được các tính chất của tia Röngten.

1. VẬT LÝ TIA RÖNGHEN VÀ ỨNG DỤNG

1.1. Hiệu ứng bức xạ tia katốt (Cathode Rays)

Năm 1895 nhà bác học Đức Wilhelm Konrat Roentgen đã tìm thấy một bức xạ đi xuyên qua vật chất khi ông làm thí nghiệm, loại tia mới này được ông đặt tên là tia X. Để kỷ niệm nhà bác học đã tìm ra nó người ta thường gọi nó là tia Röngten.

Năm 1925, Quốc tế đã chấp nhận Röngten là tên đơn vị đo liều lượng tia X.

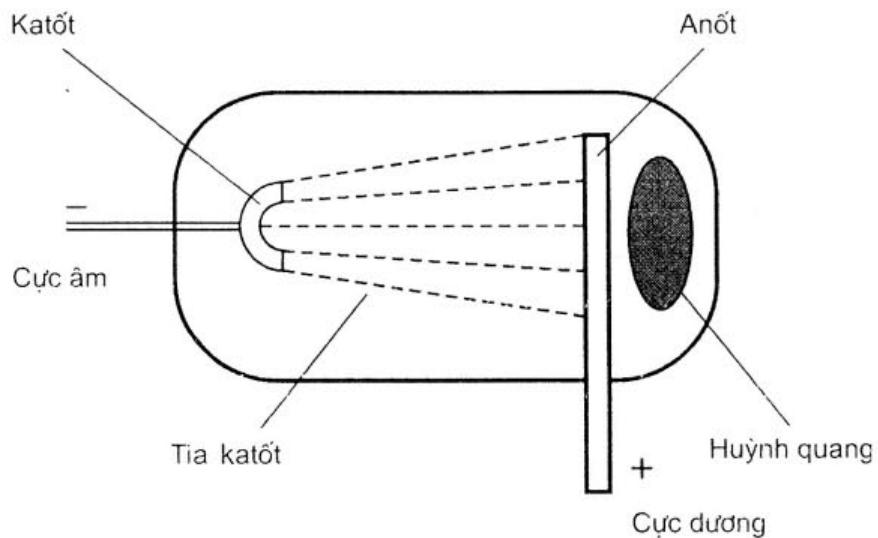
Năm 1901 nhà bác học W.Röngten đã được tặng giải thưởng Nobel.

Vào năm 1837 Michael Faraday nghiên cứu sự phát quang khi phóng điện qua các chất khí khác nhau. Sau đó M.Faraday nghiên cứu sự phóng điện qua những ống thủy tinh chứa khí ở áp suất thấp.

Năm 1877 Crookes tạo ra ống thủy tinh chứa khí có áp suất rất thấp gọi là ống Crookes (hình 1.1)

Khi nghiên cứu tia katốt, ông đã phát hiện: Tia katốt bị lệch hướng trong từ trường và điện trường. Ông rút ra kết luận tia katốt là một dòng hạt mang điện tích âm, có thể bị lệch bởi một trường điện từ hay được hội tụ bởi điện cực lồi.

Ông cũng nhận thấy rằng những hạt này làm nóng cơ thể ở những nơi chúng rơi tới. (Thực ra Crookes đã phát hiện được tia X nhưng ông không chứng minh được).



Hình 1.1. Ống Crookes

Năm 1892 Heinrich Hertz đã nhận thấy tia katốt có thể đi qua thủy tinh của một ống chân không, do vậy ông đã tin rằng tia katốt là một dạng của sóng điện từ.

Thời gian này Röntgen làm việc ở trường đại học Tổng hợp Wuerzburg ở Đức. Một điều kiện khá may mắn là Röntgen rất chú ý tới việc chụp ảnh. Do vậy ngày 8/11/1895 ông đã nhận thấy một số vật phát quang trong vùng lân cận của một ống Crookes, ống này được ông cung cấp một dòng điện nhờ một cuộn cảm ứng nối với một bộ pin. Khi xem xét những vật thể mà nó phát quang, ông nhận thấy chúng được phủ một lớp hóa chất đặc biệt. Tất nhiên tia katốt trong ống là nguyên nhân của sự phát quang.

Ngày 28/12/1895 Röntgen đã báo cáo lần đầu tiên về phát minh này.

1.2. Bản chất của tia X – tia âm cực

Năm 1895 nhiều nhà bác học đã nghiên cứu về tia âm cực. Và họ đặt các câu hỏi:

Tia âm cực là gì? Nó là một dòng hạt như kết luận của Crookes hay là sóng điện từ như quan niệm của Hertz?

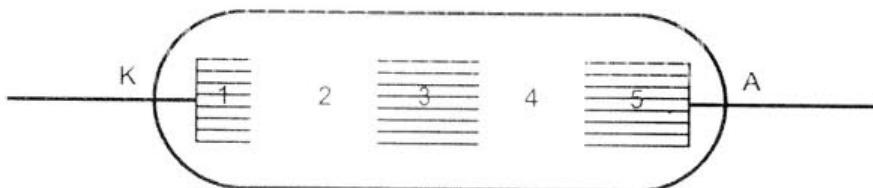
Sự hiểu biết về tia X thời gian này còn rất hạn chế vì điều kiện thí nghiệm không đầy đủ.

Đến năm 1911 bằng thí nghiệm nổi tiếng của mình Millikan mới chứng minh được sự tồn tại của điện tử và công trình này được tặng giải thưởng Nobel năm 1923.

1.3. Tia âm cực

Người ta dùng một ống thủy tinh có hàn hai cực A và K, bên trong chứa khí áp suất thấp khoảng 10^{-3} mmHg (thủy ngân).

Ở hai đầu katốt K và anốt A khi đặt một điện thế một chiều, khoảng vài nghìn vol, sẽ quan sát được hiện tượng phóng điện trong khí kém. Lúc này khí trong ống sẽ phát sáng (hình 1.2).



Hình 1.2. Sự phóng điện qua chất khí.

Khi quan sát kỹ dọc theo ống ta thấy sự phát sáng không đều và có những khoảng sáng tối:

- 1: là khoảng sáng thứ nhất bao quanh âm cực.
- 2: là khoảng tối Crookes.
- 3: là khoảng sáng thứ hai.
- 4: là khoảng tối Faraday.
- 5: là khoảng sáng dương cực.

Nếu hạ thấp áp suất chất khí thì khoảng tối Crookes sẽ nới rộng và có thể chiếm hết cả ống. Tuy nhiên hiện tượng phóng điện vẫn tiếp diễn. Nếu đặt một lá kim loại giữa âm cực và dương cực có thể thấy trên thành ống đối diện với âm cực xuất hiện bóng đèn của lá kim loại đó. Như vậy rõ ràng là từ âm cực đã phát ra một loại tia mà người ta gọi là tia âm cực.

Để tìm hiểu bản chất tia âm cực, các nhà khoa học như Cruc (Crookes), Peranh (Perrin), Tômxon (Thomson) đã làm nhiều thí nghiệm và đã tìm thấy một số tính chất quan trọng của tia âm cực như sau:

– Vận tốc của tia âm cực được Tômxon đo năm 1894 có giá trị bằng $1,9 \cdot 10^7$ cm/s. So sánh với vận tốc ánh sáng $C = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s thì vận tốc của tia âm cực nhỏ hơn rất nhiều. Do vậy không thể đồng nhất tia âm cực với ánh sáng được.

– Tia âm cực có khả năng làm quay một chong chóng nhỏ nếu đặt chong chóng đó trên đường đi của tia âm cực. Điều đó chứng tỏ tia âm cực là một chùm hạt, đã truyền động năng của mình cho chong chóng quay.