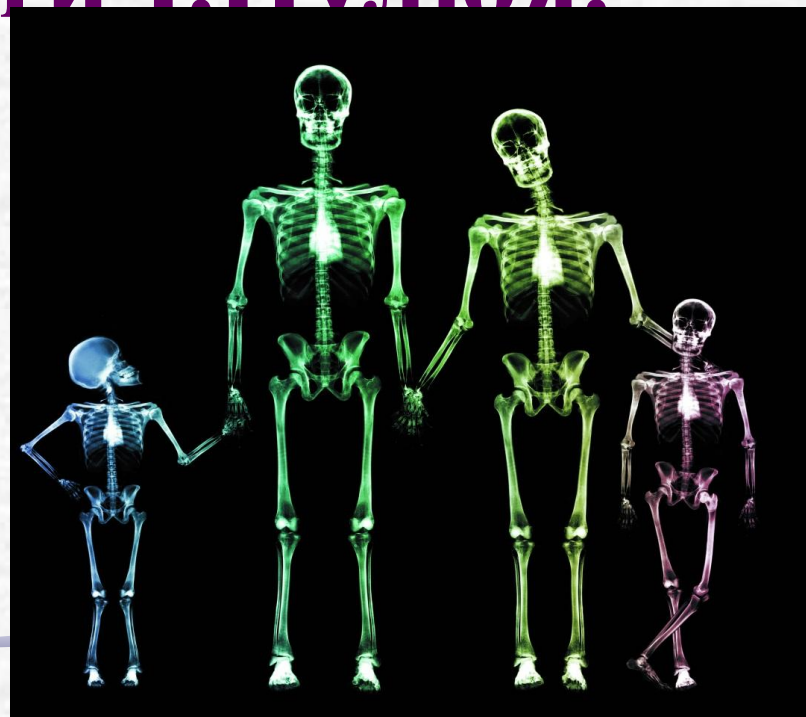


Рентгенівське випромінювання, його застосування в медицині та техніці. Роботи І. Пулюя.



Рентгенівське випромінювання, пулюївське випромінювання або X-промені — короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 10 нм до 0.01 нм. В електромагнітному спектрі діапазон частот рентгенівського випромінювання лежить між ультрафіолетом та гамма-променями.



Назва рентгенівське випромінювання походить від прізвища німецького фізика Вільгельма Конрада Рентгена. Інша назва - пулюївське випромінювання походить від імені українського фізика Івана Пулюя.

Першовідкривачем випромінювання є Іван Пулюй. Його працями скористався пізніше і Вільям Рентген, якому були презентовані праці особисто Пулюєм. Рентген назвав ці промені невідомої природи X-променями. Ця назва збереглася і до сьогодні в англomовній та франкомовній науковій літературі, ввійшовши в мови багатьох народів світу.



**Іван
Пулюй**



**Вільгельм
Конрад
Рентген**



Відкриття X-променів

Вільгельм Конрад Рентген

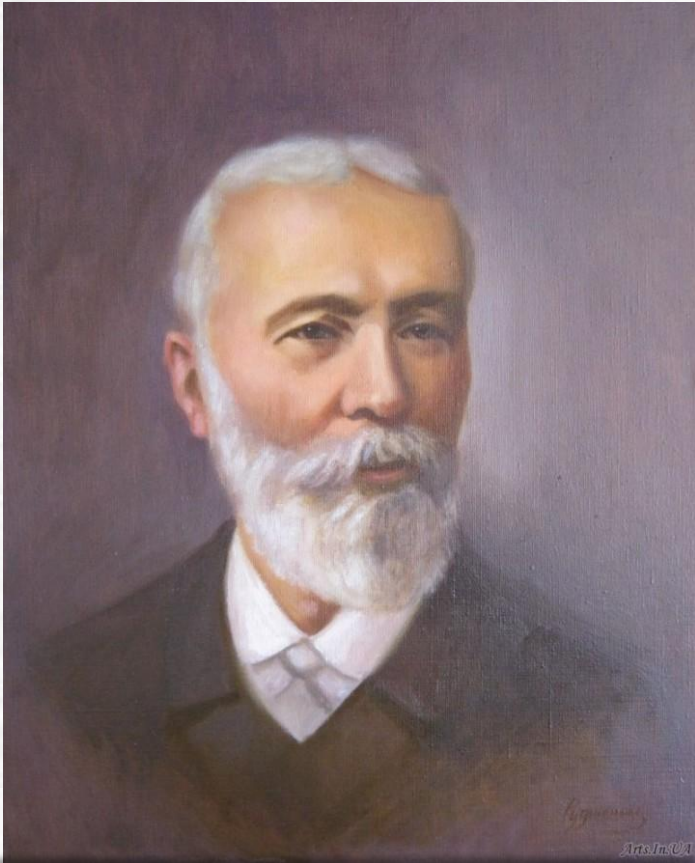


Німецький фізик Вільгельм Конрад Рентген (1845-1923) народився в Леннепе, невеликому містечку біля Ремшейда в Пруссії, і був єдиною дитиною в сім'ї продавця текстильними товарами Фрідріха Конрада Рентгена и Шарлотти Констанци Рентген.

В 1862 році Вільгельм поступив в Утрехтську технічну школу. В 1865 році Рентгена зарахували студентом в Федеральний технологічний інститут в Цюріху, оскільки він хотів стати інженером-механіком. Через три роки Вільгельм отримав диплом, а ще через рік захистив докторську дисертацію в Цюріхському університеті. В 1872 році він перейшов в Страсбургський університет і в 1874 році почав там свою викладацьку діяльність в якості лектора по фізиці.

Перша Нобелівська премія по фізиці була присуджена в 1901 році.

Іван Павлович Пулюй

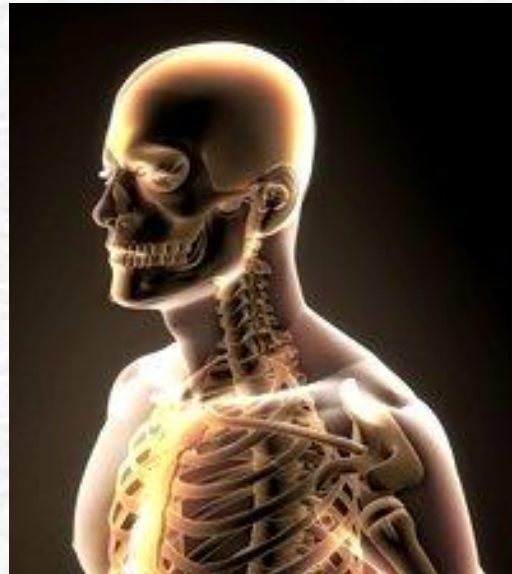


**Іван Павлович
Пулюй**
(2.02 1845 – 31.01.1918)
**український фізик та
винахідник**

Першовідкривачем випромінювання є Іван Пулюй. Ще на початку 1895 року він спостерігав дію невидимих променів, проте не поспішав повідомляти про них науковий світ. Крім того І.Пулюю належить першість у відкритті іонізаційної здатності X-променів, у дослідженні їх просторового розподілу та поясненні механізму виникнення. Всі експерименти з "X"-променями вчений проводив з вакуумними трубками власної конструкції.

Публікації Пулюя

Після попереднього повідомлення про відкриття нового виду променів, яке Рентген зробив 28 грудня 1895 року, І. Пулюй 13 лютого і 5 березня 1896 року опублікував дві статті про виникнення та фотографічну дію X-променів, і лише 9 березня 1896 року та у травні 1897 року з'являються статті Рентгена.



Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung

von
Prof. J. Puluj in Prag.

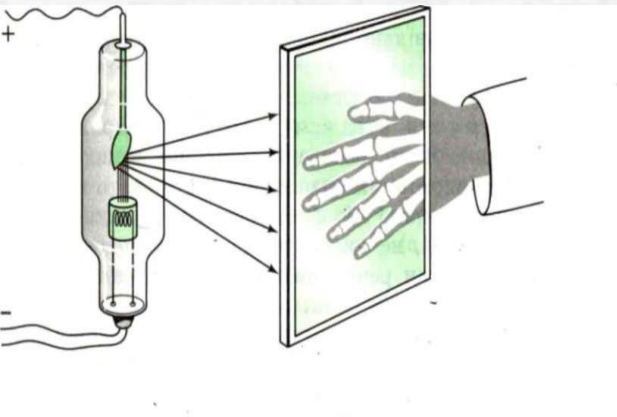
Mit 1 Tafel und 6 Textfiguren.)

In der vorläufigen Mittheilung des Herrn Röntgen¹ über die von ihm entdeckten unsichtbaren Strahlen, welche mit ihrer photographischen Wirkung in weitesten Kreisen das lebhafteste Interesse erregen, wird bemerkt, dass nach seinen Versuchen jene Stelle der Wand der Entladungsröhre, welche von den sichtbaren Kathodenstrahlen getroffen wird und am stärksten »fluorescirt«, als Hauptausgangspunkt der nach allen Richtungen sich ausbreitenden neuen Strahlen zu betrachten sei. Diese Annahme wird auf die Beobachtung gestützt, dass, wenn die sichtbaren Kathodenstrahlen innerhalb des Entladungsapparates durch einen Magnet abgelenkt werden, auch die neuen unsichtbaren Strahlen ausserhalb des Apparates von einer anderen Stelle, und zwar wieder von dem Endpunkte der sichtbaren Kathodenstrahlen ausgehen. Ausserdem findet die Erzeugung dieser Strahlen, nach Angabe des Herrn Röntgen, nicht nur in Glas statt, sondern, wie von ihm an einem mit 2 mm starkem Aluminiumblech abgeschlossenen Apparat beobachtet werden konnte, auch in diesem Metall.

Um die Richtigkeit der Annahme des Herrn Röntgen über den Ort der Entstehung der neuen Strahlen experimentell zu prüfen, benützte ich die grosse Divergenz, mit der diese

¹ Eine neue Art von Strahlen, von Dr. W. Röntgen. Separatdruck aus den Sitzungsberichten der Würzburger physik.-medic. Gesellschaft, 1895, S. 8.

Відкриття рентгенівських променів



Рентген перемістив шматок свинцю поруч з екраном, спостерігаючи за різкістю його тіні.

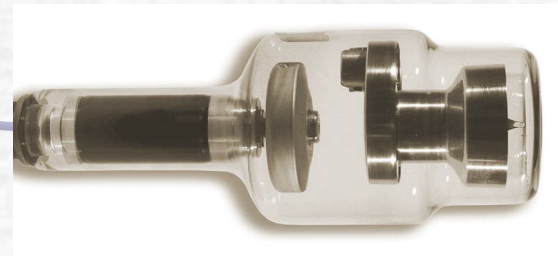
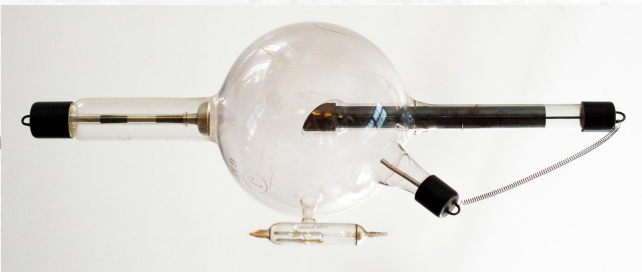
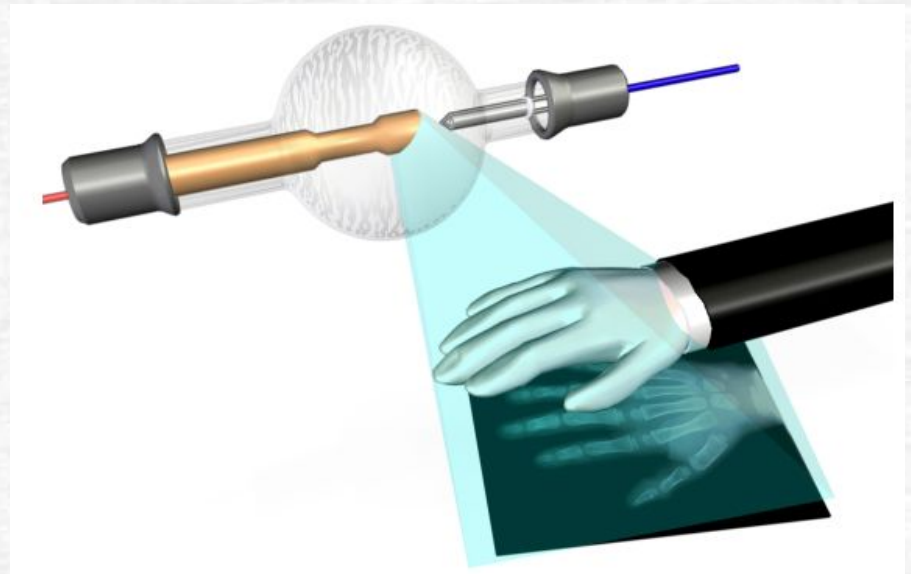
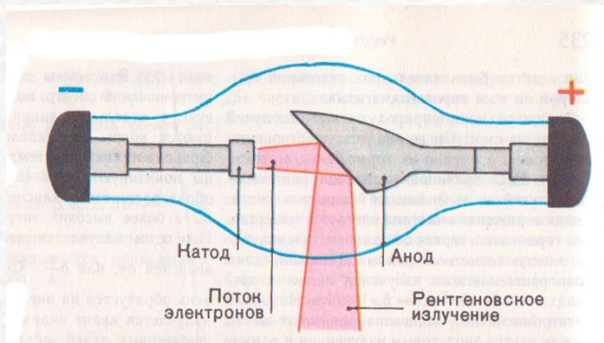
Він бачив темну скелетну структуру кісток - його рука рухалася по екрану. Рентген зробив одне з найбільш монументальних відкриттів в історії науки: рентгенівські промені.



Відкриття Рентгена

Рентгенівське випромінювання виникає від різкого гальмування руху швидких електронів у речовині, при енергетичних переходах внутрішніх електронів атома.

Рентгенівська трубка



Відкриття Рентгена



Холодним зимовим вечором 22 грудня 1895 р. німецький фізик Вільгельм Конрад Рентген зробив перший знімок у променях, що пізніше одержали його ім'я: він зняв руку своєї дружини, на пальці в якій було кільце. Рентген зробив відкриття зовсім випадково: він проводив експерименти із трубкою, що служить джерелом випромінювання, що виникало при гальмуванні електронів, що випускаються катодом.

Виявилося, що ця трубка випускає особливі промені, які Рентген назвав X-Променями (ікс-променями), оскільки їхня природа була невідома.

X-Промені були здатні проникати навіть через стіни.

Вишліть трішки променів в конверті



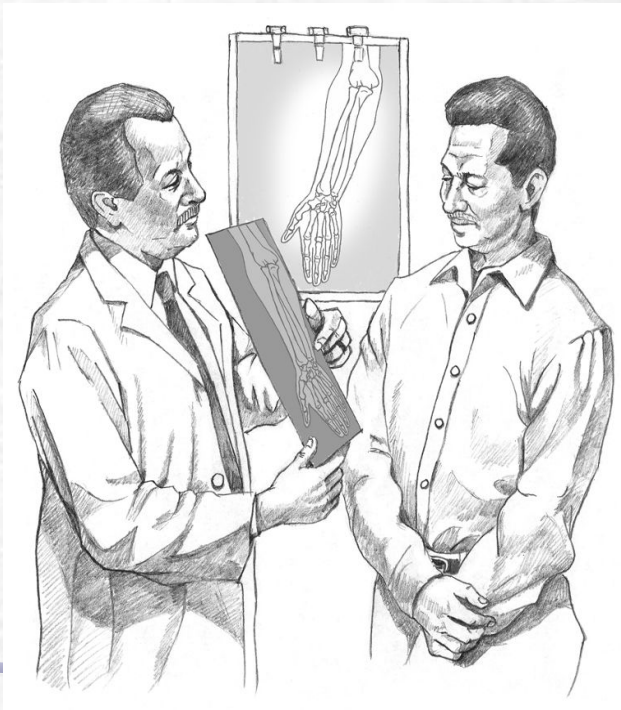
Через рік після відкриття X-променів Рентген отримав лист від англійського моряка «Сер, з часів війни у мене в грудях застрягла пуля, але її ніяк не можуть витягнути, оскільки її не видно. І ось я почув, що ви знайшли промені, через які мою пулю можна побачити. Якщо це можливо, вишліть мені трішки променів в конверті, лікарі знайдуть пулю, і я вишлю вам промені назад».

Відповідь Рентгена була такою: «В даний момент я не маю такої кількості променів. Але якщо вам не важко вишліть мені вашу грудну клітку, а я знайду пулю і вишлю вашу грудну клітку назад»



Відкриття Рентгена

Рентген зрозумів важливість цього відкриття й перспективи його застосування в медицині. Він заклав початок таких медичних дисциплін, як рентгенологія й радіологія. Учений помітив, що промені безперешкодно проникають крізь м'які тканини (такі, як шкіра), але не проходять крізь тверді тканини (кістки). За свої видатні дослідження в 1901 р. учений був визнаний гідним Нобелівської премії по фізиці.



Властивості рентгенівського випромінювання

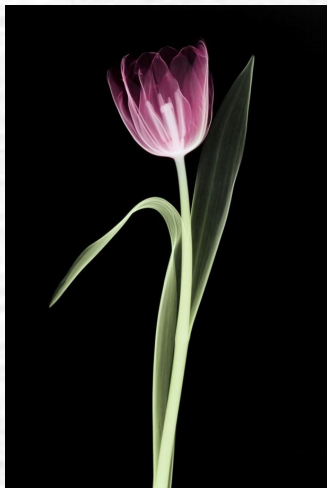
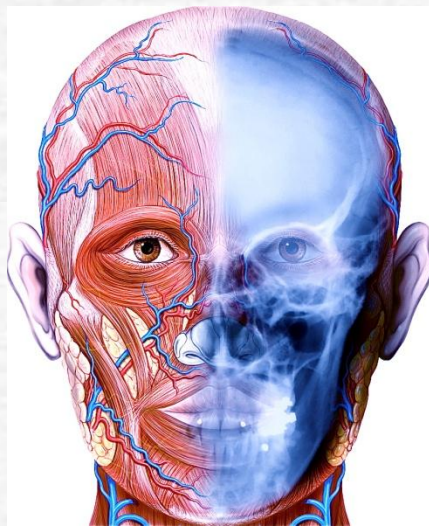
1. Поширюються прямолінійно
2. Володіють фотохімічною дією (спричинюють глибоке почорніння всіх видів фотоматеріалів)
3. Викликають флуоресценцію
4. Бактерицидні властивості (сфера застосування: лікування онкохворих)
5. Проникаюча здатність
6. Невидимі
7. Спричинюють інтенсивну іонізацію атомів і молекул (ця властивість покладена в основу вимірювання дози опромінення)



Опромінення

Рентгенівські промені мають велику енергію — десятки й сотні кілоелектронвольт. Вони слабо взаємодіють із речовиною, й при поглинанні вивільняється велика кількість енергії, що може призвести до безповоротних пошкоджень у клітині живого організму. Тому рентгенівські промені небезпечні й робота з ними вимагає особливої уваги.

Доза опромінення вимірюється у берах — біологічних еквівалентах рентгена.



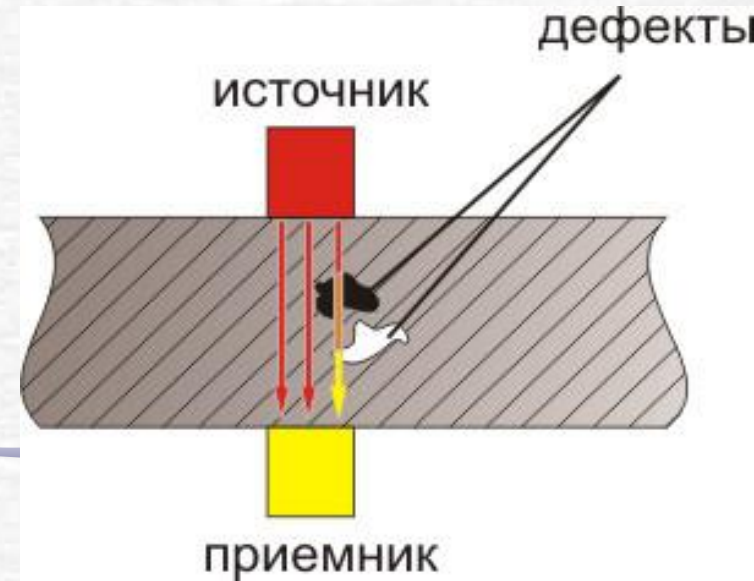
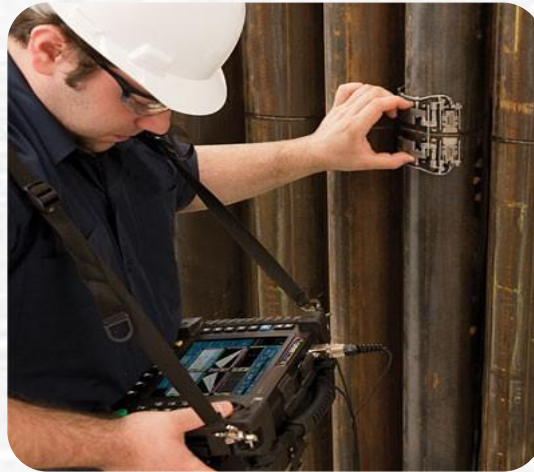
Використання

Огляд багажу і вантажів. Практично не відрізняється від медичної рентгеноскопії. Застосовується в аеропортах, митних пунктах і інших місцях. Дозволяє виявити в багажі і вантажі заборонені до перевезення предмети. Останнім часом з'явилися переносні рентгенівські апарати для обстеження виявлених у громадських місцях підозрілих речей.



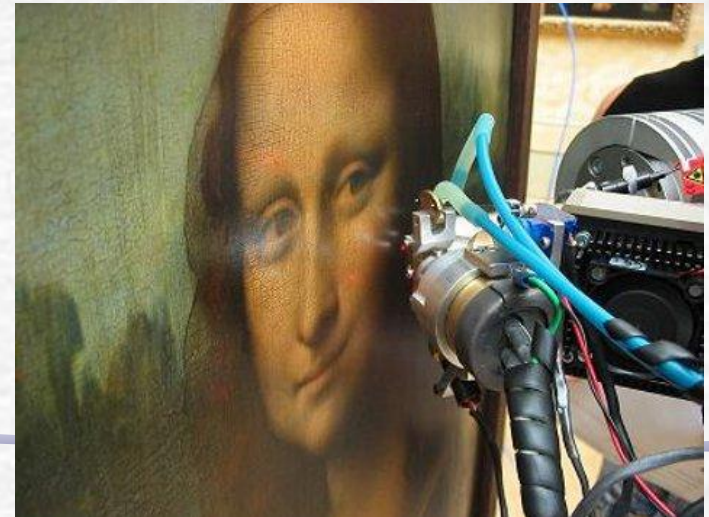
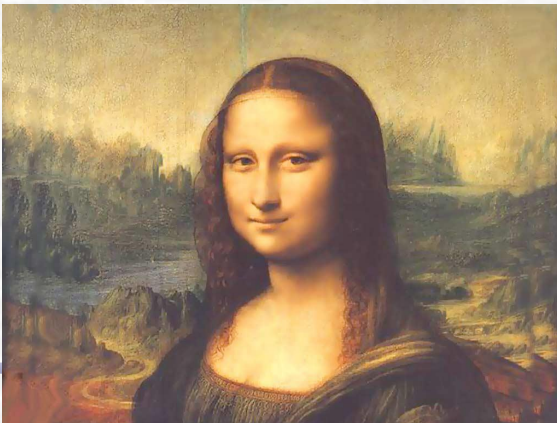
Використання

Рентгенівська дефектоскопія. Теж недалеко пішла від медичних застосувань. Використовується в основному для виявлення раковин, грубих тріщин, сторонніх включень у литих виробках. Застосовується при перевірці якості зварних швів.



Використання

Рентгеноспектральний аналіз. Дозволяє судити про хімічний склад досліджуваної речовини. Елементи періодичної системи володіють характерними спектрами при рентгенівському опроміненні. Існують два методи рентгеноспектрального аналізу. У першому вивчається речовина міститься на місце катода в рентгенівській трубки, а що випускаються їм рентгенівські промені досліджуються. У другому - зразок опромінюється рентгенівськими променями, а досліджуються пройшли крізь нього або відбиті хвилі.

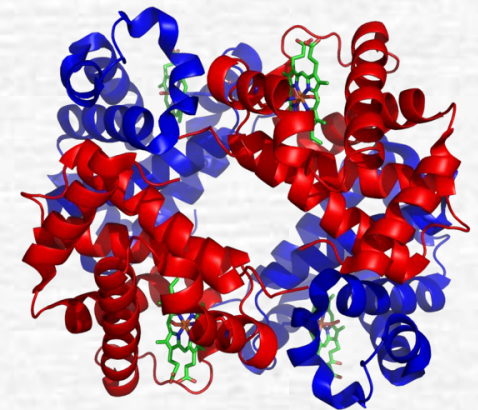


Використання рентгенівських променів в хімії



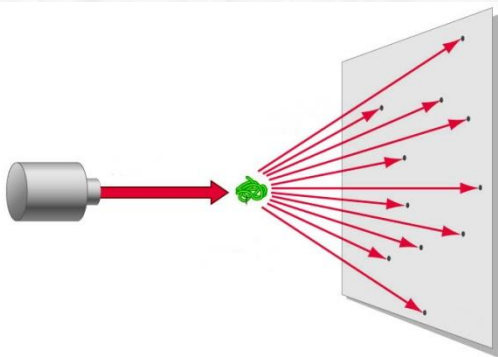
За допомогою рентгеноструктурного аналізу вдалося розшифрувати будову складних органічних сполук, включаючи білки. Зокрема, так була визначена структура молекули гемоглобіну, що містить десятки тисяч атомів.

Рентгеноспектральний аналіз дає можливість робити висновки про хімічний склад будь-якої речовини.



Використання

Рентгеноструктурний аналіз. Будь-який кристал має тривимірну впорядковану структуру атомів. Якщо розглядати кристал під різними кутами, то в ньому можна виділити безліч площин з характерним правильним розташуванням атомів. Рентгенівське випромінювання має довжину хвилі, порівнянну з відстанями між атомами в речовині. Тому при відображенні рентгенівських променів від кристала утворюється дифракційна картина, характерна для конкретного досліджуваного зразка. Повертаючи кристал і вивчаючи промені, що відображаються від різних площин, можна судити про структуру зразка та розподіл в ньому атомів.



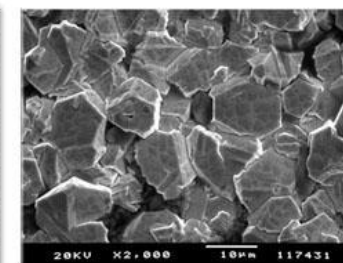
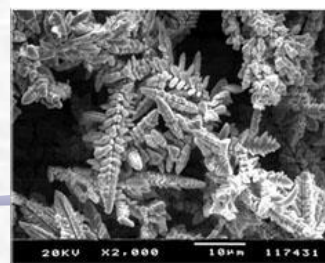
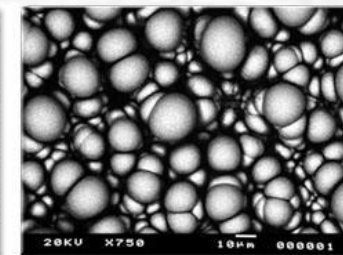
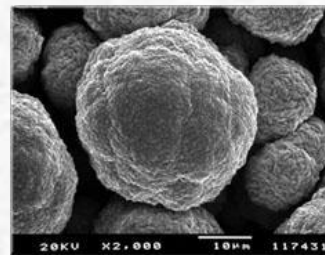
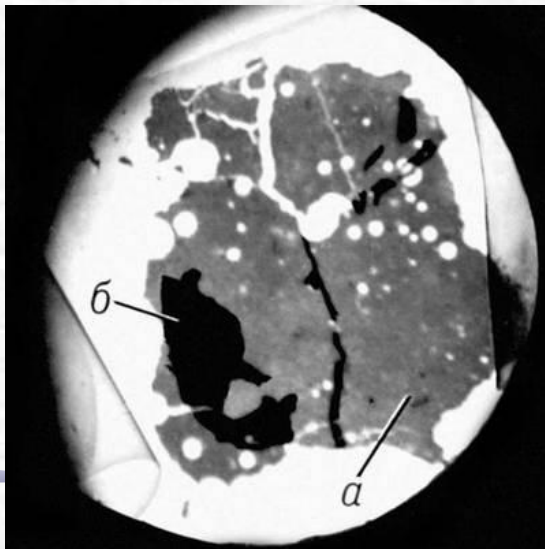
СНК АНУ



Рентгенівський
спектроскоп

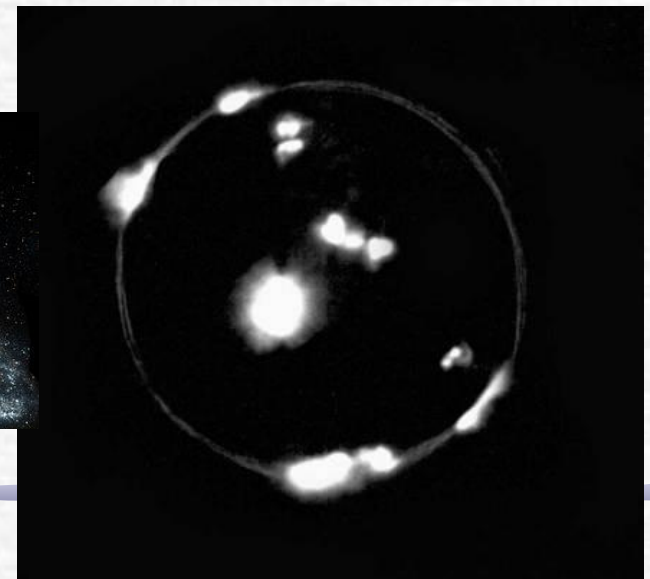
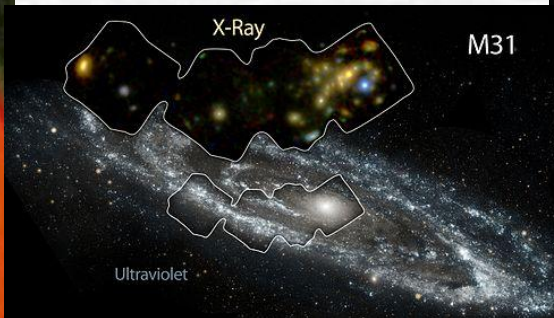
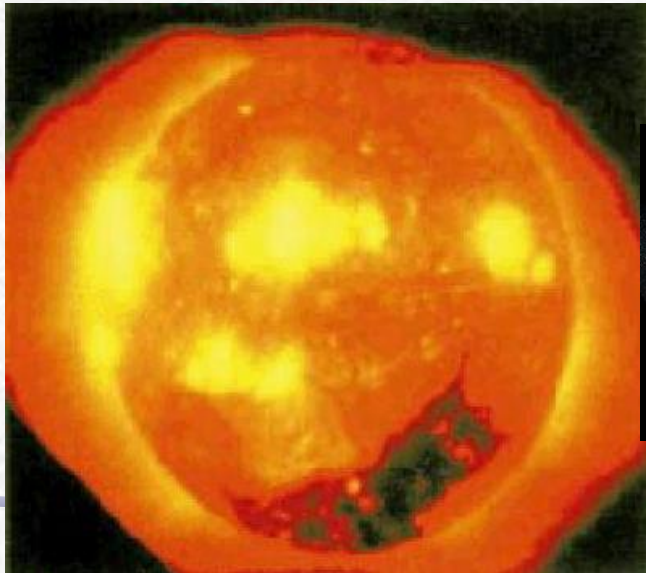
Використання

Рентгенівська мікроскопія. Рентгенівські промені мають набагато меншу довжину хвилі, ніж світлові хвилі. Тому з їхньою допомогою можна і розглядати набагато менші об'єкти - навіть окремі атоми. Для рентгенівських мікроскопів були створені спеціальні лінзи, здатні заломлювати хвилі такої малої довжини. Рентгенівський мікроскоп набагато зручніше електронного, так як досліджувані зразки не треба при дослідженні поміщати у вакуум.



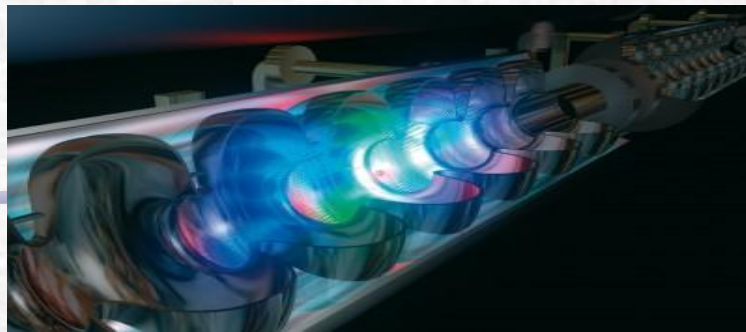
Використання

Рентгенівська астрономія. Зірки випромінюють не тільки у видимому, а й в усьому діапазоні електромагнітних хвиль, у тому числі і в рентгенівському. Рентгенівські телескопи - це фактично рентгенівські мікроскопи навпаки. Після створення для них і інших спеціальних рентгенівських лінз, у астрономів з'явилася можливість вивчати небо в новому діапазоні хвиль з дуже великим кутовим дозволом.



Використання

Рентгенівські лазери. Чим коротше довжина хвилі, тим важче здійснити її резонансне підсилення - принцип дії лазера. Перші лазери, створені в 50-і роки, працювали в радіодіапазоні (мазери). У 60-ті роки лазерам підкорився видиме світло, в 70-ті - ультрафіолет. І лише в кінці 80-х з'явилися повідомлення про перших вдалих експериментальних лазерах рентгенівського діапазону. На жаль, багато досліджень засекречені, так як рентгенівські лазери можна використовувати для протиракетної оборони або, навпаки, для ураження об'єктів противника з космосу. Ці лазери можуть порушуватися енергією невеликого ядерного вибуху і передавати його сфокусованій енергію на великі відстані.



Рентгенівські промені в медицині

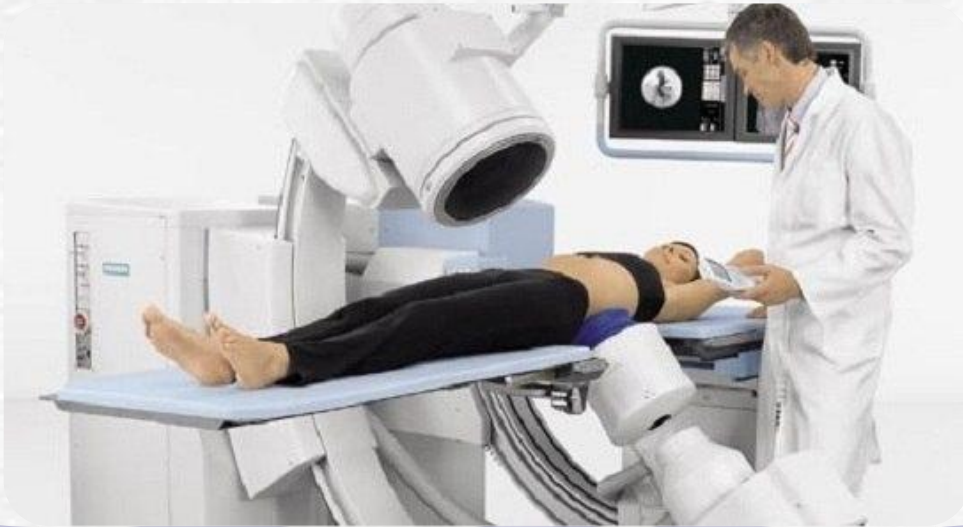
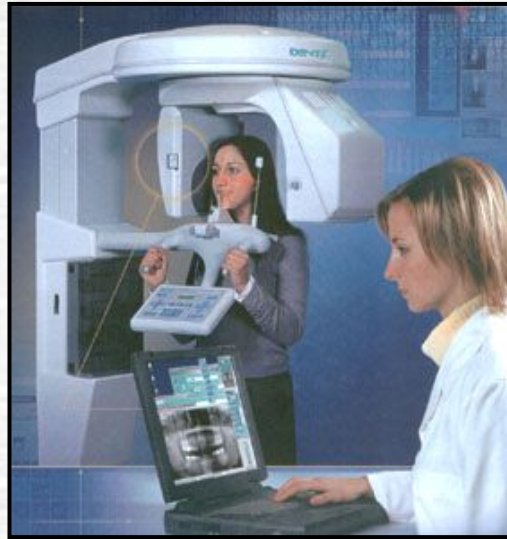
Рентгенодіагностика

- Комп'ютерна томографія
- Рентгеноскопія
- Рентгенографія
- Флюорографія
- Ангіографія

Рентгенотерапія



Сучасні рентген-апарати

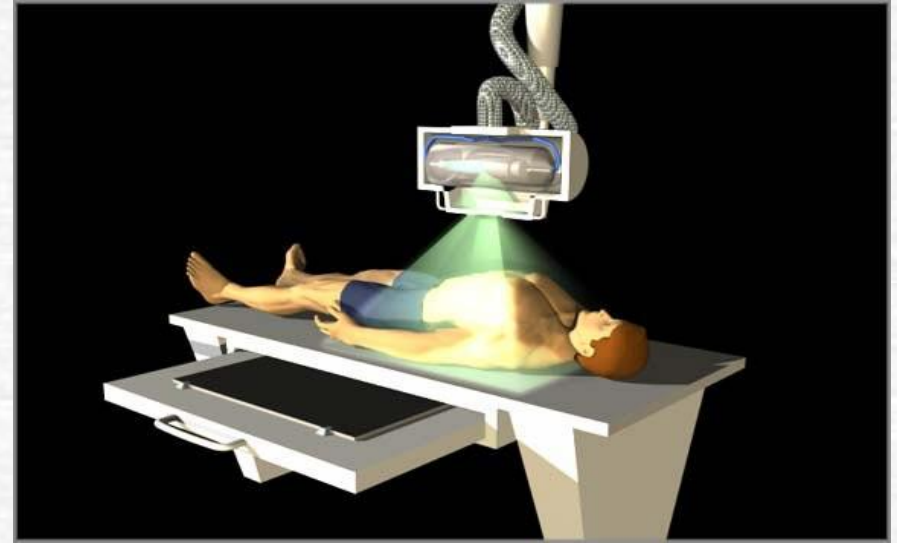


Рентгеноскопія



Отримання рентгенівського зображення на екрані, яке дозволяє лікарю досліджувати органи в процесі їх роботи - дихальні рухи діафрагми, скорочення серця, роботу шлунка і т.д.;

Рентгенографія



Методи отримання зображень внутрішніх органів
з використанням рентгенівських променів

При рентгенографії за тілом пацієнта розташовують касету з фотоплівкою. Зображення при цьому отримують більш чітким, що дає змогу дослідити більш дрібні деталі зображення.

Використання



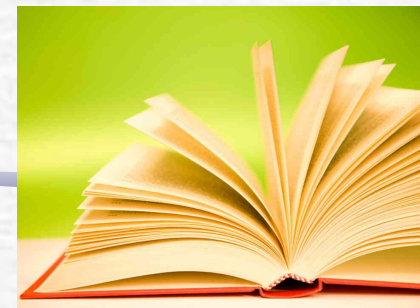
При рентгенологічному дослідженні опромінення організму проходить у незначних дозах, причому на обмеженій ділянці - в якійсь частині тіла. Проте оскільки існують тканини з високочутливими клітинами, для пошкодження яких достатньо невеликих доз (кількості випромінення), необхідно постійно намагатися захистити ці критичні органи. З двох існуючих видів рентгенологічного дослідження - рентгеноскопії і рентгенографії - перша супроводжується значно більшим променевим навантаженням через триваліший час дослідження і, як правило, більших об'ємів тіла, що піддаються опроміненню.



Біологічна дія рентгенівських променів

Рентгенографія, завдяки короткому часу (інколи протягом сотих чи, навіть, тисячних доль секунди), незважаючи на високі параметри потужності трубки, проводиться при меншому променевоому навантаженні.

Про це слід завжди пам'ятати, як і про вторинне випромінювання, що потрапляє на персонал рентгенівських кабінетів. Це випромінювання виникає при потраплянні первинного пучка променів із трубки на частини апарата, стіни і підлогу, а від цих поверхонь, - так же, як і від тіла людини або тварини - на персонал.



Застосування

Рентгенографія застосовується для діагностики:

- **легенів і середостіння** - інфекційні, пухлинні й інші захворювання,
- **хребта** - дегенеративно-дистрофічні (остеохондроз, спонділез, викривлення), інфекційні і запальні (різні види спондиліт), пухлинні захворювання.
- **різних відділів периферичного кістяка** - на предмет різних травматичних (переломи, вивихи), інфекційних і пухлинних змін.
- **черевної порожнини** - перфорації органів, функції нирок (екскреторна урографія) і інші зміни.
- **зубів.**



Флюорографія

Рентгенологічне дослідження, що полягає у фотографуванні видимого зображення на флюоресцентному екрані

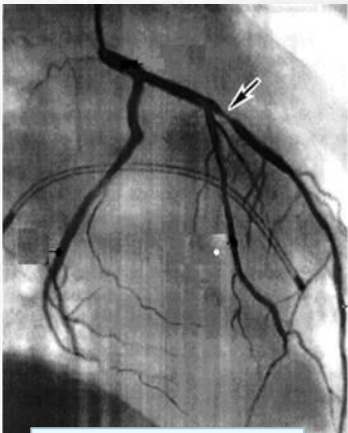


Ангіографія

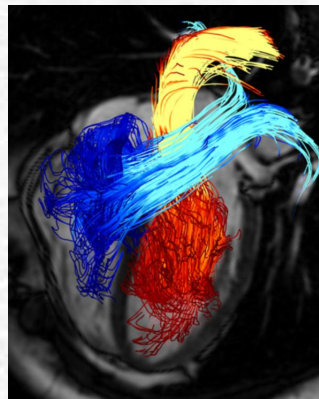


Метод візуалізації
серцево-судинної системи

Види ангіографії



цифрова

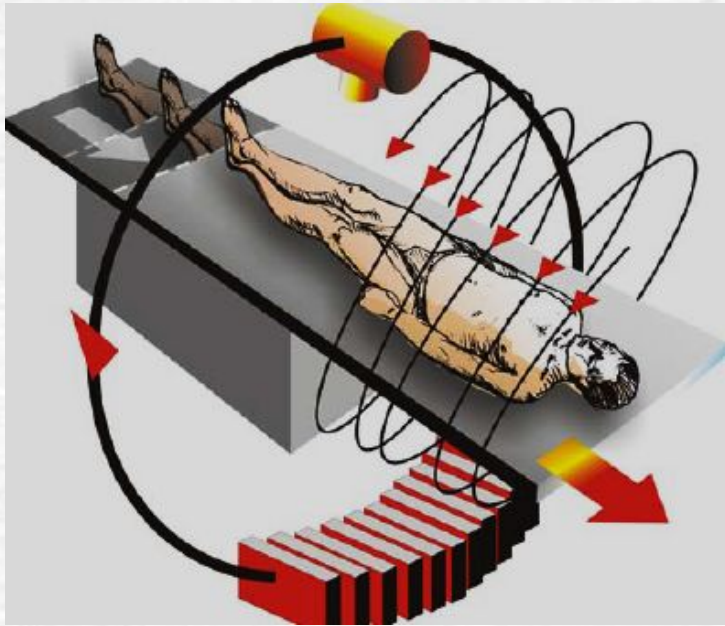


кольорова



3D дослідження

Комп'ютерна томографія



Метод дослідження внутрішніх органів людини з використанням рентгенівського випромінювання для посекційної візуалізації внутрішніх органів.

Рентгенотерапія



Захист від рентгенівського випромінювання

Важливу роль у забезпеченні радіаційної безпеки відіграє коректний контроль за дозами випромінювання на робочих місцях та індивідуальним опроміненням осіб, які працюють у рентген-кабінеті, а також медичне спостереження за станом їх здоров'я.

У кожному рентген-кабінеті необхідно мати такі засоби індивідуального захисту:

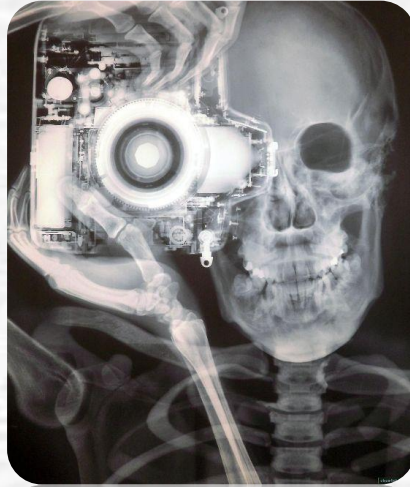
- ✓ фартухи нагрудні з просвинцованої гуми для захисту передніх відділів тулуба та нижніх кінцівок (до проксимальних відділів гомілок);
- ✓ спідниці захисні з просвинцованої гуми для захисту ділянки тазу та статевих органів;
- ✓ рукавиці гумові захисні з просвинцованої гуми для роботи поблизу робочого пучка.



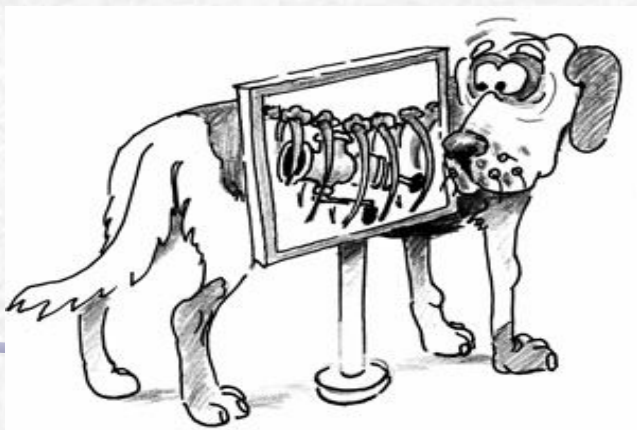
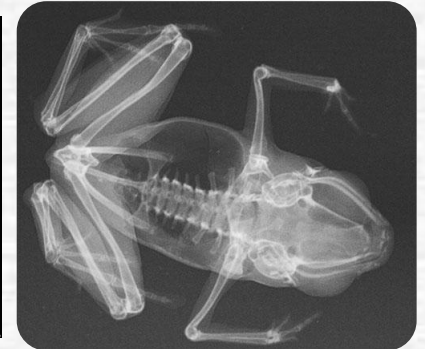
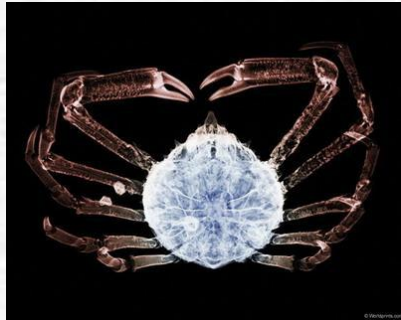
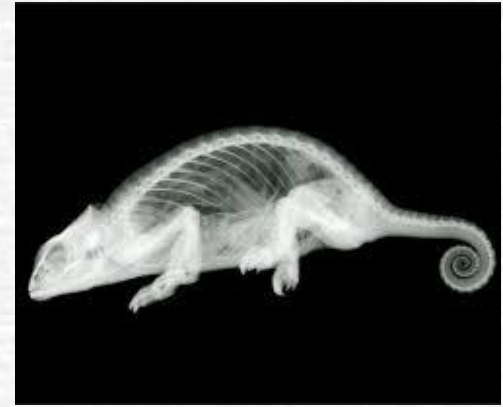
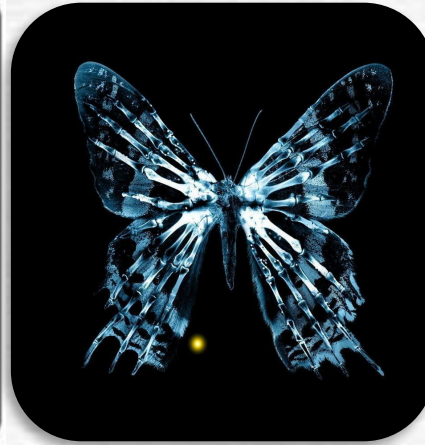
Захист від рентгенівського випромінювання



Приклади рентгенівських знімків



Приклади рентгенівських знімків



Сьогодні

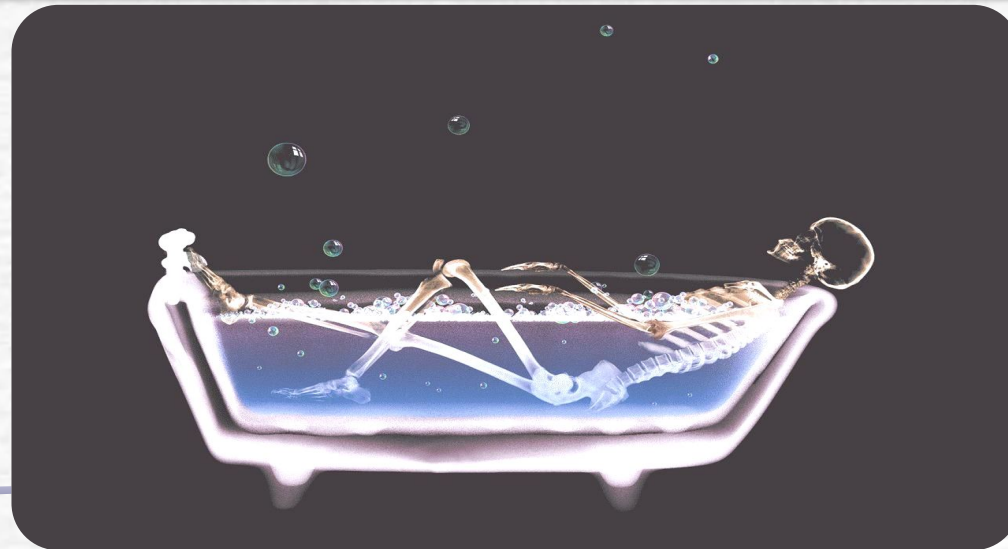


Прогрес не стоїть на місці і вже сьогодні ми можемо використовувати безпечний рентген. Російські учені розробили і запатентували новий спосіб отримання рентгенівських знімків. Унікальність методу в тому, що він дозволяє бачити внутрішню структуру м'яких органів, сильно зменшує час опромінювання рентгеном, при цьому не треба використовувати дорогі контрастні речовини.

Новий метод пройшов перевірку на безлічі зразків. Наприклад, дослідники одержали рентгенівські знімки ракової пухлини жіночих грудей. Звичайно, щоб побачити ракову тканину, її необхідно підфарбовувати - це довга і складна операція. А тут просто просвітили і одержали зображення.

Сьогодні

Безпечна для людини доза складає 5 рентген в рік, а при кожній процедурі флюорографії ми одержуємо 1 рентген, що не дуже-то корисне для організму. Новий метод дозволяє одержувати контрастні знімки всіх м'яких внутрішніх органів і кровоносних судин, а час опромінювання при цьому знижується в 300 разів, в порівнянні із звичайним способом. Крім того, учені пропонують використовувати більш м'який рентген (довжина хвилі 1 ангстрем), що саме по собі безпечніше для живого організму.





- **Сьогодні я дізнався...**
- **Було цікаво...**
- **Я зрозумів, що...**
- **Тепер я можу...**
- **Я відчув, що...**
- **Я навчився ...**
- **В мене вийшло...**
- **Я зміг...**
- **Я спробую...**
- **Мене здивувало...**
- **Урок дав мені для життя...**
- **Мені захотілось...**



Домашнє завдання

1. Опрацювати
§35(п.4,5)
2. Вправа 35 (4,5)

