

Медицинское оборудование основанное на действии ионизирующего излучения

Кафедра медицинской физики диагностического и лечебного
оборудования

Тернопольский государственный медицинский университет
им. И.Я. Горбачевского

План

Явление радиоактивности . Радиоактивное излучение .

1.1 . Закон радиоактивного распада .

1.2 . Активность. Единицы активности .

1.3 . Виды радиоактивного распада .

2 . Дозиметрия ионизирующих излучений

2.1.Виды и основные свойства ионизирующих излучений

2.2 . Механизм взаимодействия ионизирующего излучения с веществом .

2.3 . Дозиметрия ионизирующих излучений .

2.4 . Биологическое действие ионизирующего излучения.

Эквивалентная доза

2.5 . Влияние внешнего облучения на человека

2.6. Влияние внутреннего облучения на человека

2.7 . Методы дозиметрического и радиационного контроля

2.8 . Защита от ионизирующего излучения

1. Явище радіоактивності.

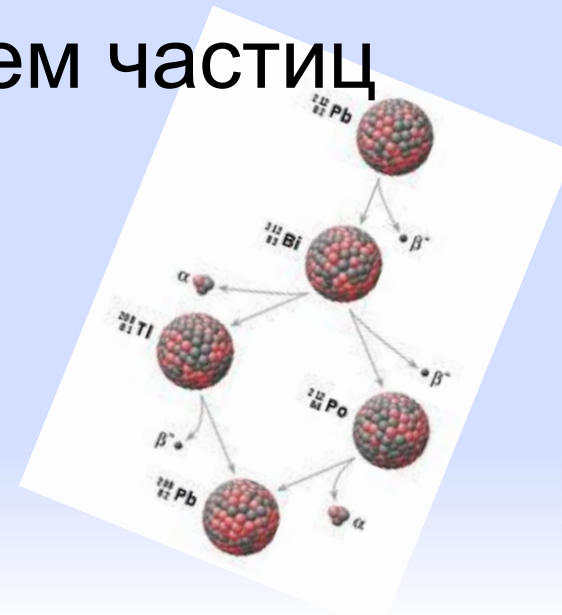
Радіоактивне випромінювання.

Одним из источников ионизирующего излучения является радиоактивный распад атомных ядер. Изучение радиоактивности, ее числовых характеристик, взаимодействия с живой и неживой веществе, работы регистрирующих приборов - это основа понимания студентами - медиками механизма действия ионизирующего излучения на ткани и органы организма.

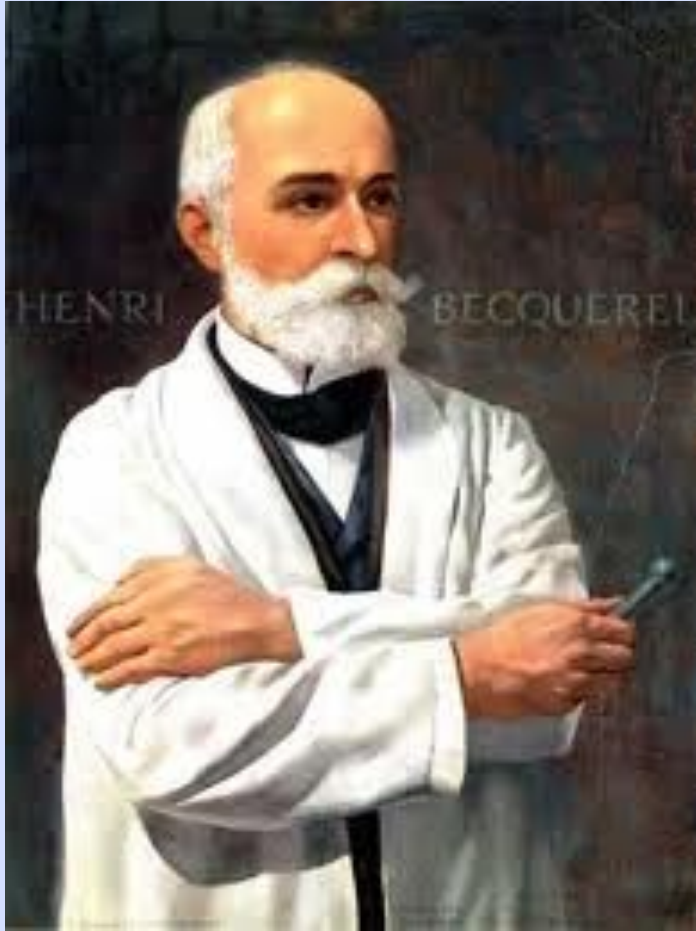


Закон радиоактивного распада

Естественная радиоактивность это явление самопроизвольного превращения атомных ядер неустойчивых изотопов в устойчивые, сопровождающееся излучением частиц вещества и высокочастотного электромагнитного излучения

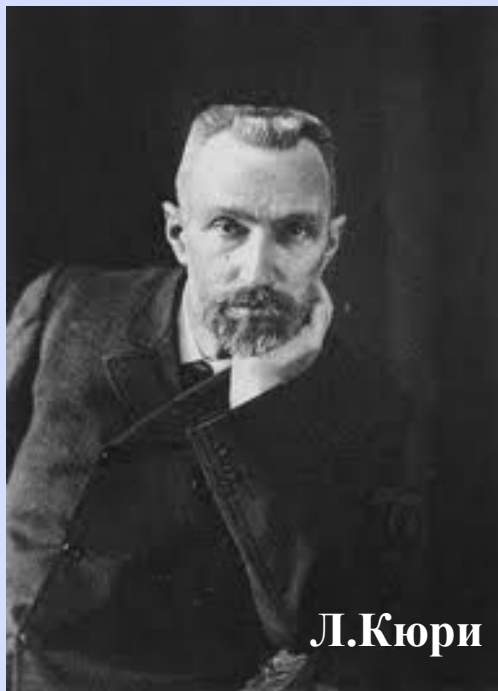


Открытие радиоактивности

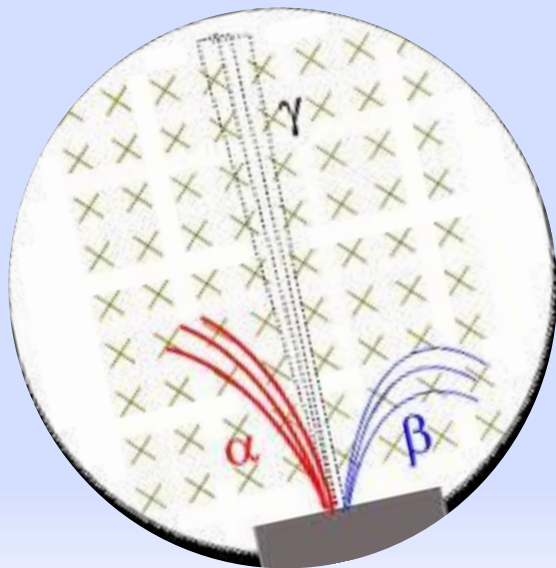


- В 1896 французский физик Беккерель обнаружил, что соли урана испускают невидимые лучи, которые проникают через непрозрачные тела, фотолюминесценции ионизируют вещество и способны зажигать фотопластинку.





Л.Кюри и М. Кюри - Склодовской, провели исследование и обнаружили, что естественная радиоактивность присуща не только уран, но и для многих тяжелых химических элементов.



Экспериментально было установлено, что число атомов dN , распавшихся за время dt , пропорционально времени и общему числу атомов N радиоактивного элемента:

$dN = -\lambda N dt$	(1)
----------------------	-----

де λ -Постоянная распада. Эта величина пропорциональна вероятности распада ядра и неодинакова для различных радиоактивных элементов. Знак минус показывает, что число атомов в радиоактивном элементе со временем уменьшается. Интегрирование уравнения (2) в пределах от $t = 0$ до t дает

$N = N_0 \exp\{-\lambda t\}$	(2)
------------------------------	-----

Где N_0 - Число атомов элемента в начальный момент времени $t = 0$;
 N - число атомов того же элемента в момент времени t .

Графически закон радиоактивного распада изображен на рисунке 1.
 Приведем основные параметры, характеризующие радиоактивный распад.

Период полураспада T -промежуток времени, за который количество ядер, распавшихся уменьшается вдвое. Подставляя в уравнение (3) λ :

$$N = N_0 / 2 \quad \text{в } t=T, \text{ одержуемо связь между } T \text{ и } \lambda :$$

$$T = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda \quad (3)$$

Величину $\tau = 1 / \lambda$

называют средним временем жизни радиоактивного ядра. По среднее время жизни атомов в возбужденном состоянии принимается время, в течение которого число атомов уменьшится в $e = 2,72$ раз.

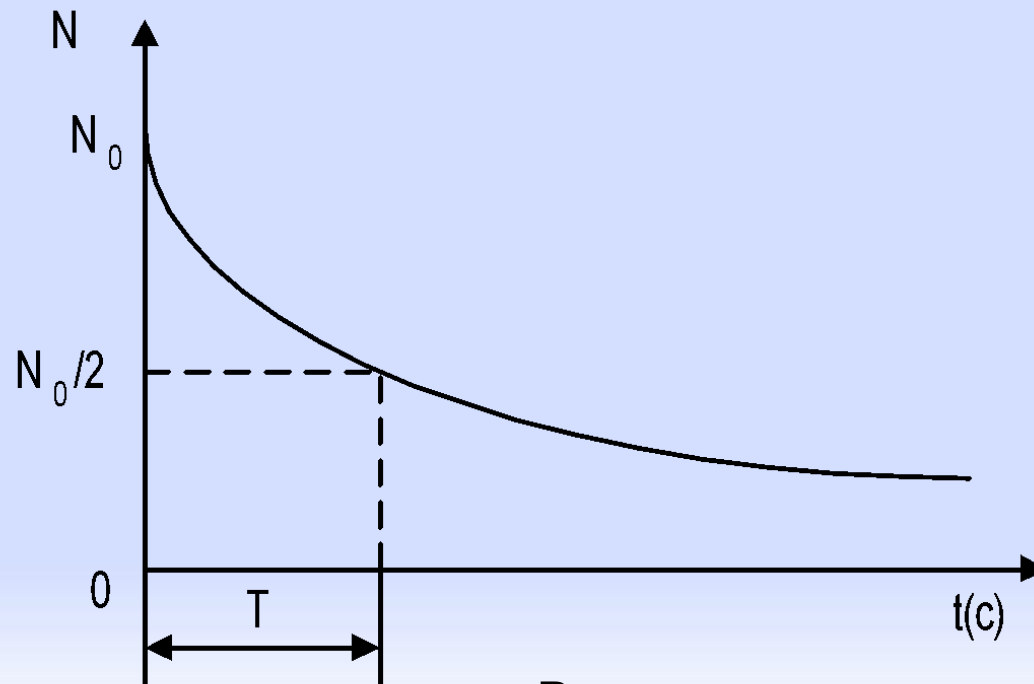


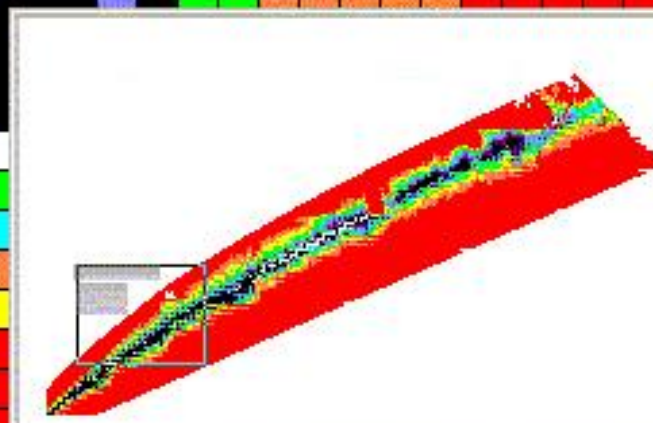
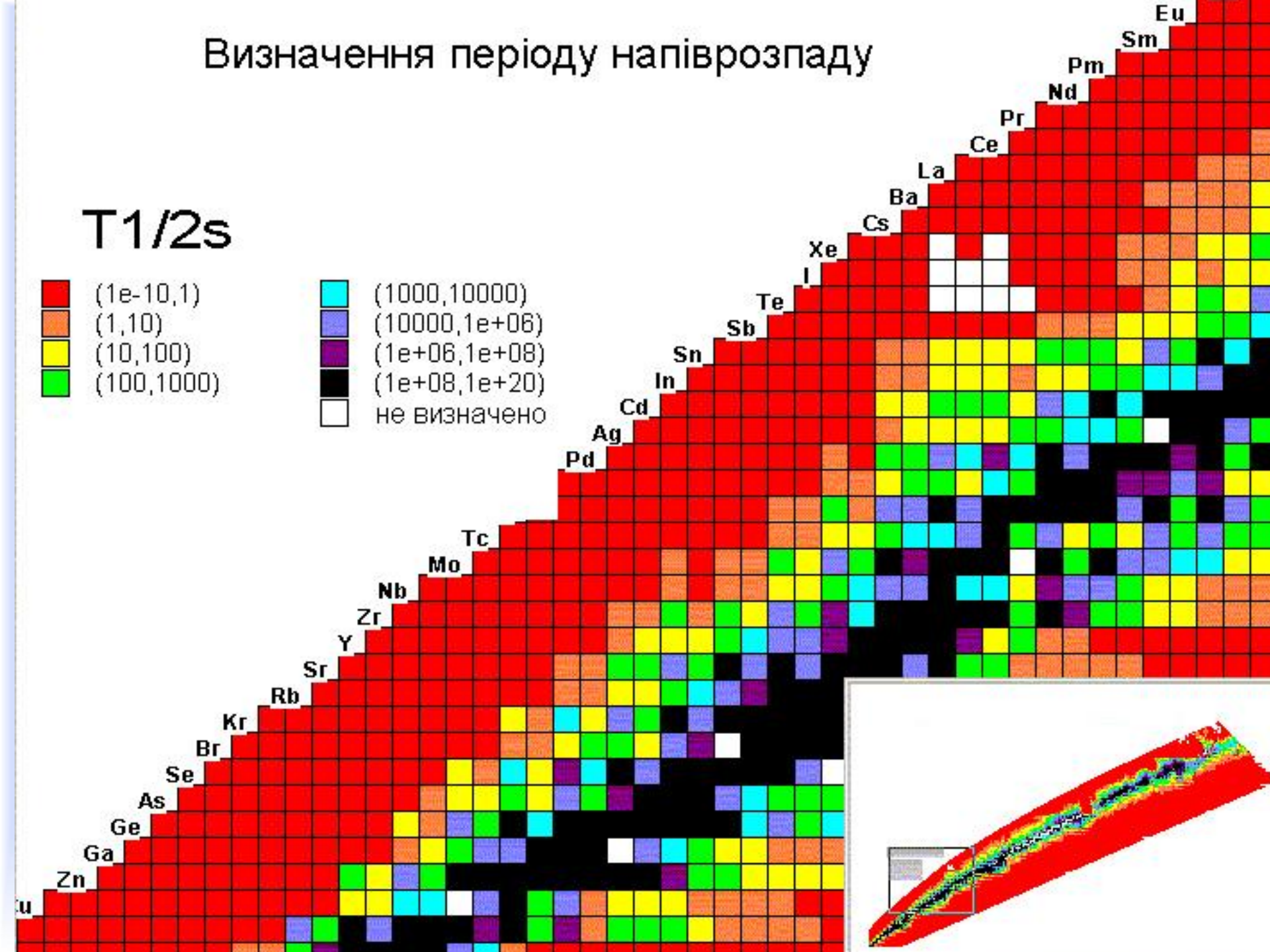
Рис. 1

Закон радиоактивного распада



Визначення періоду напіврозпаду

$T_{1/2s}$



Активность. Единицы активности.

Активностью A элемента называется число атомных распадов, происходящих в радиоактивном элементе за одну секунду

$A = -dN/dt$	(4)
--------------	-----

Тогда

$A = \lambda N = \lambda N_0 \exp\{\nu - \lambda t\} = N \ln 2 / T$	(5)
---	-----

Активность элемента пропорциональна количеству атомов элемента и обратно пропорциональна периоду полураспада. Активность препарата со временем уменьшается по экспоненциальному закону.

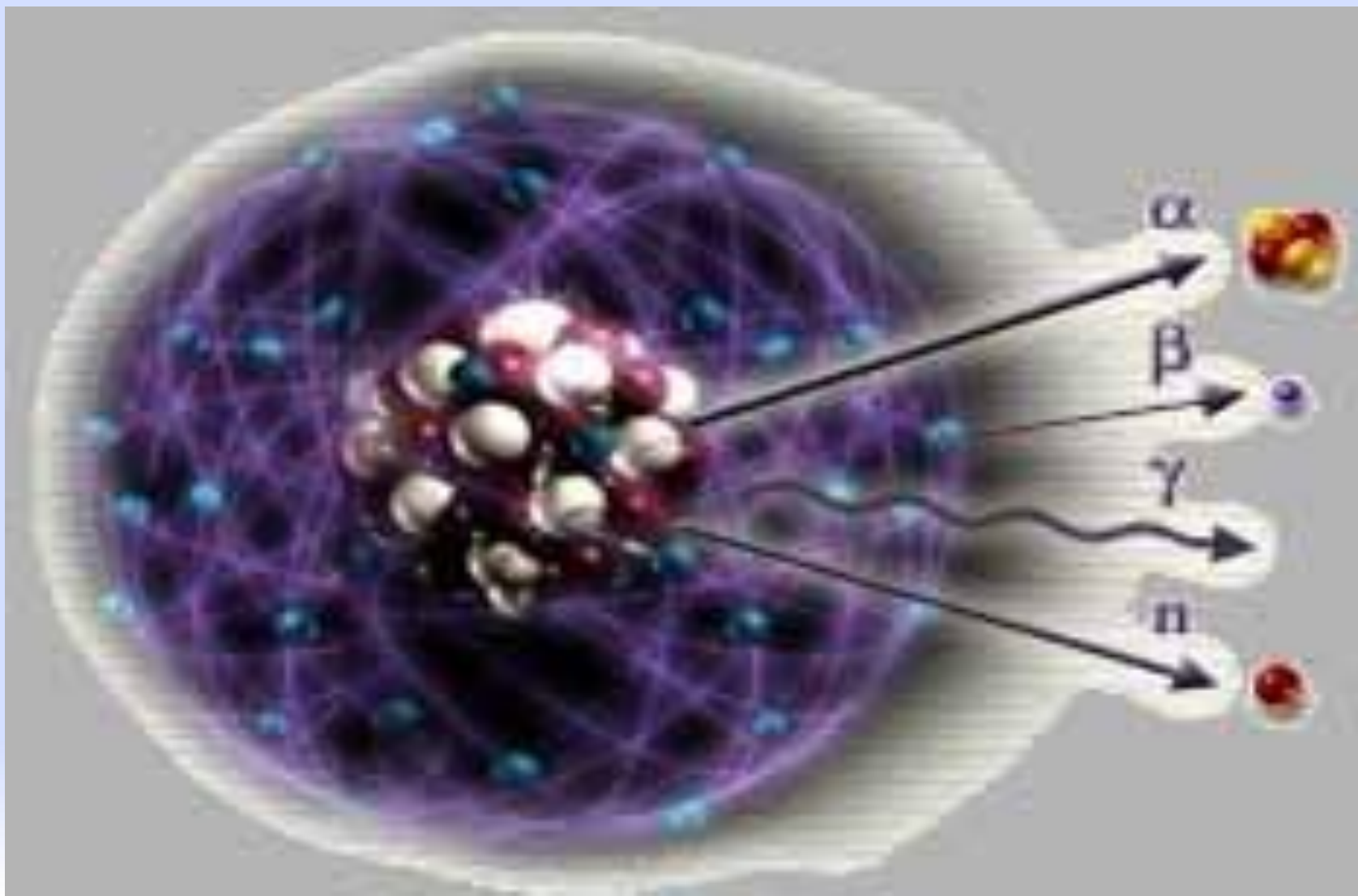
Єдиницы активности.

Беккерель (Бк) - такая активность ядерного изотопа, при которой за 1 с происходит один акт распада, $1 \text{ Бк} = \frac{1}{\text{с}}$

Резерфорд (Рд) : $1 \text{ Рд} = 10^6$

$$1 \text{ Бк} = 10^6 \frac{1}{\text{с}}$$

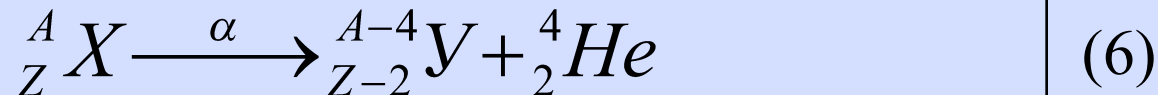
Виды радиоактивного распада



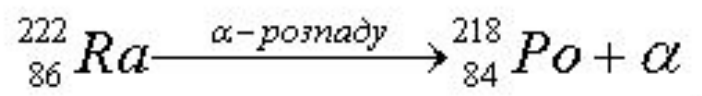
α -распад

Альфа - распад. Альфа - излучение - это поток - частиц, вылетающих из ядер атома. - Частицы состоят из двух протонов и двух нейтронов - это ядра гелия. Скорость - частиц (0,42) м / с, что соответствует кинетической энергии от 4 до 8,8 МэВ. Спектр - излучение состоит из нескольких близко расположенных линий, т.е. линейчатый.

При - распаде "материнское ядро" выпускает - частицу и превращается в "дочернее ядро". Если учесть закон сохранения заряда и массы, то реакция имеет вид:



Наприклад, перетворення радону $^{222}_{86}\text{Ra}$ в полоній $^{218}_{84}\text{Po}$ здійснюється за схемою:



Вперше пояснив α -розпад геніальний фізик Г.Гамов (1904-1968) який народився в Одесі. Він любив підкреслювати, що його родовід походить із запорозьких козаків Лебединців.

Г.Гамов у 24-річному віці завоював визнання наукового світу своєю теорією α -розпаду. У 1931 р. 27-річний Гамов став членом-кореспондентом АН СРСР.

У 1933 р. перебуваючи на конгресі фізиків у Брюсселі, прийняв рішення не повертатися в СРСР. З 1934 р. працював в США. Його модель атомного ядра у вигляді рідкої краплини привела до створення сучасної теорії ядерних реакцій розщеплення і злиття.



Г.Гамову належить теорія «великого вибуху» Всесвіту, і саме Гамов першим зробив розрахунок генетичного коду. Недооцінений за життя, сьогодні він є одним з найбільш цитованих авторів. І навіть, через десятиріччя після його смерті, висунуті ним найкові гіпотези знаходять підтвердження. Серед них і гіпотези про релінтове випромінювання космосу, температуру якого він зумів оцінити, і та, що зірка, яка спалахує, як нова, втрачає 99 % енергії внаслідок випромінювання величезного потоку нейронів.

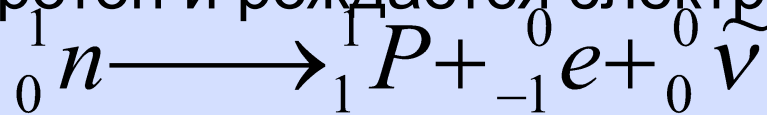
Существуют три разновидности Бета - распада:

β - распада. В первом случае, ядро, которое потерпело радиоактивного распада, испускает электрон, во втором - позитрон, а в третьем электрон захватывается ядром -

K - Захват (или электронный захват). Электронный

β - распад. Если в ядре есть избыток нейтронов, то происходит электронный

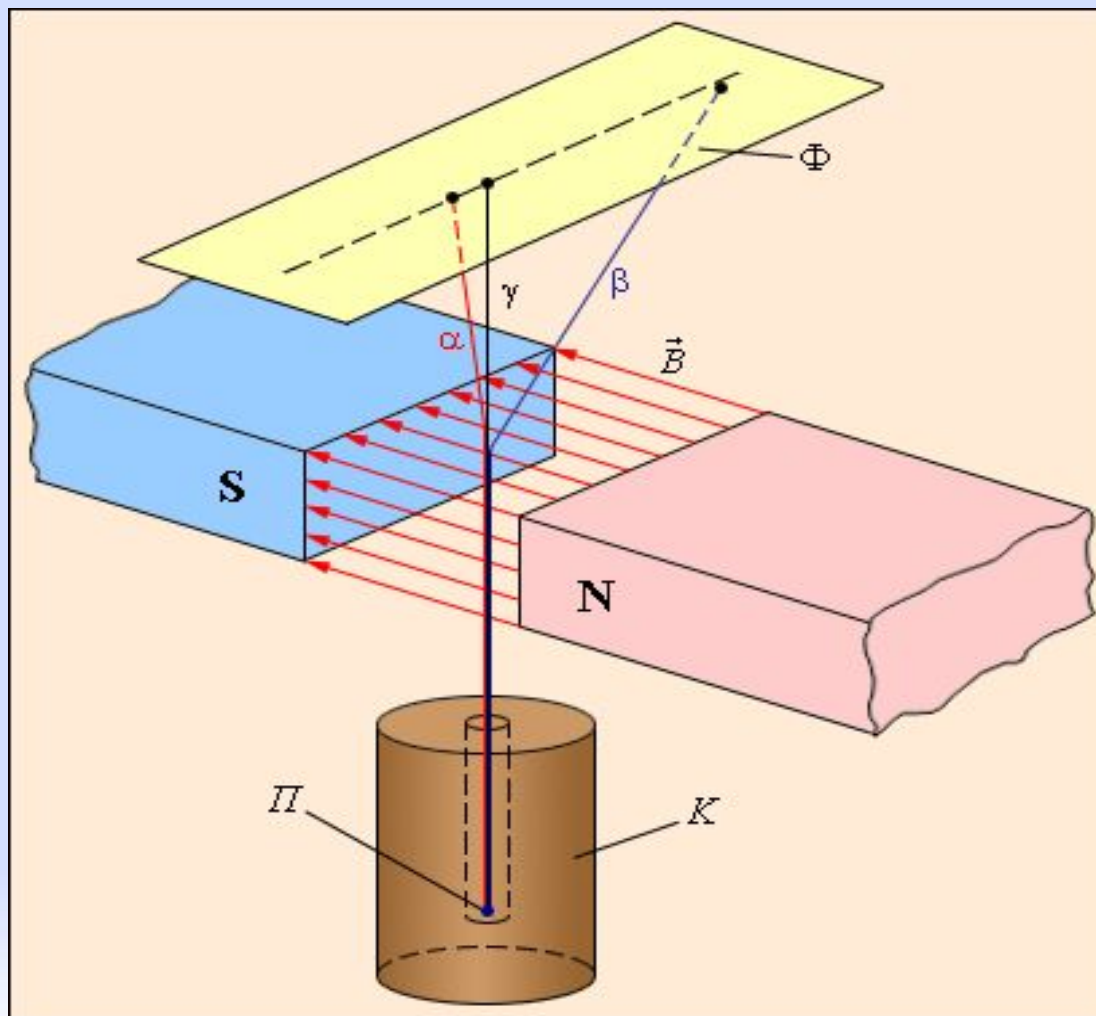
β -- распад ядра, при котором один из нейтронов превращается в протон и рождается электрон и антинейтрино:



При

β - распаде элемент в периодической таблице смещается на один номер без изменения массового числа. Символически это смещение записывается так:

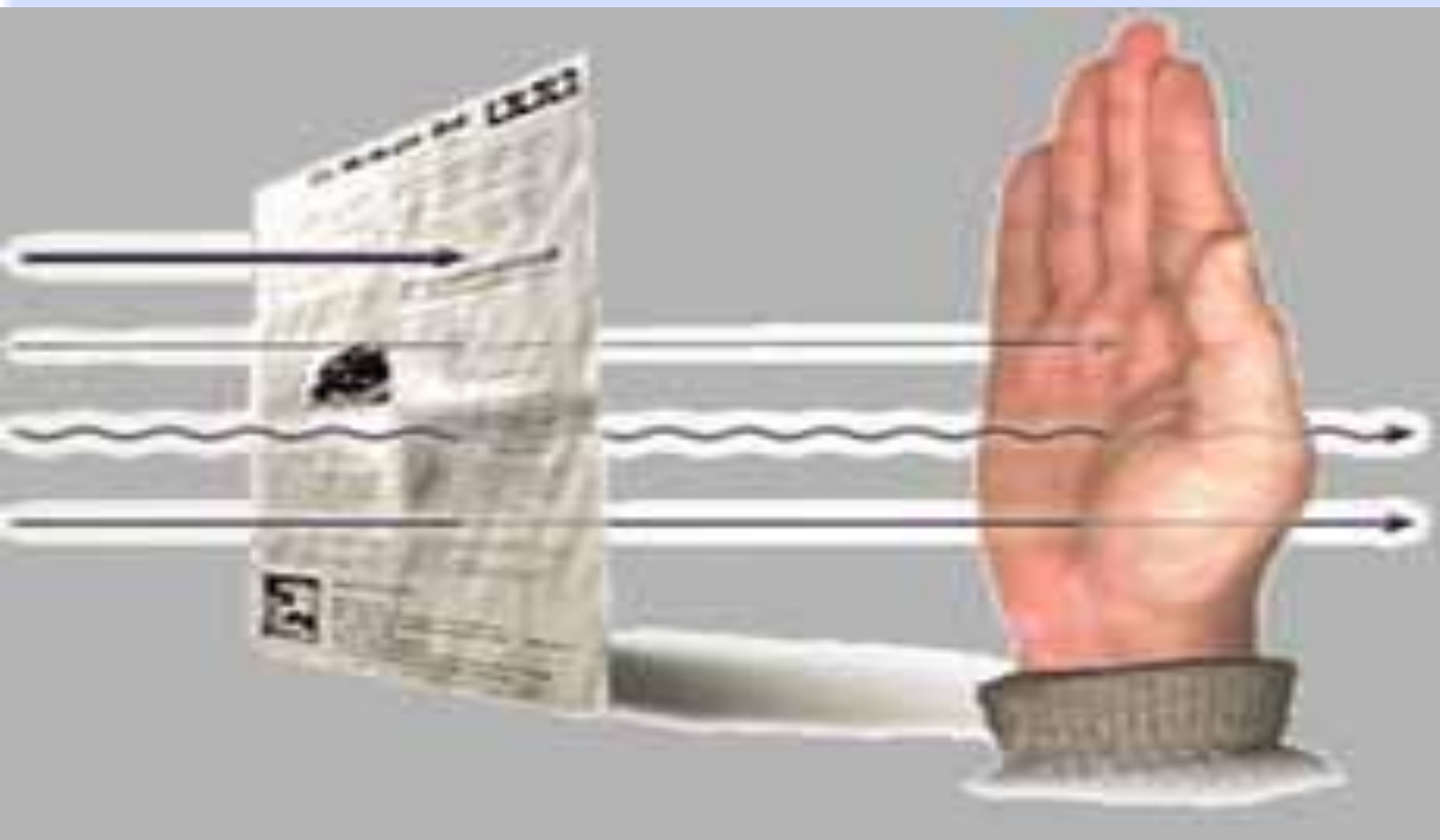
Схема опыта по выявлению α -, β -и γ -излучений. К - свинцовый контейнер, П - радиоактивный препарат, Ф - фотопластинка.



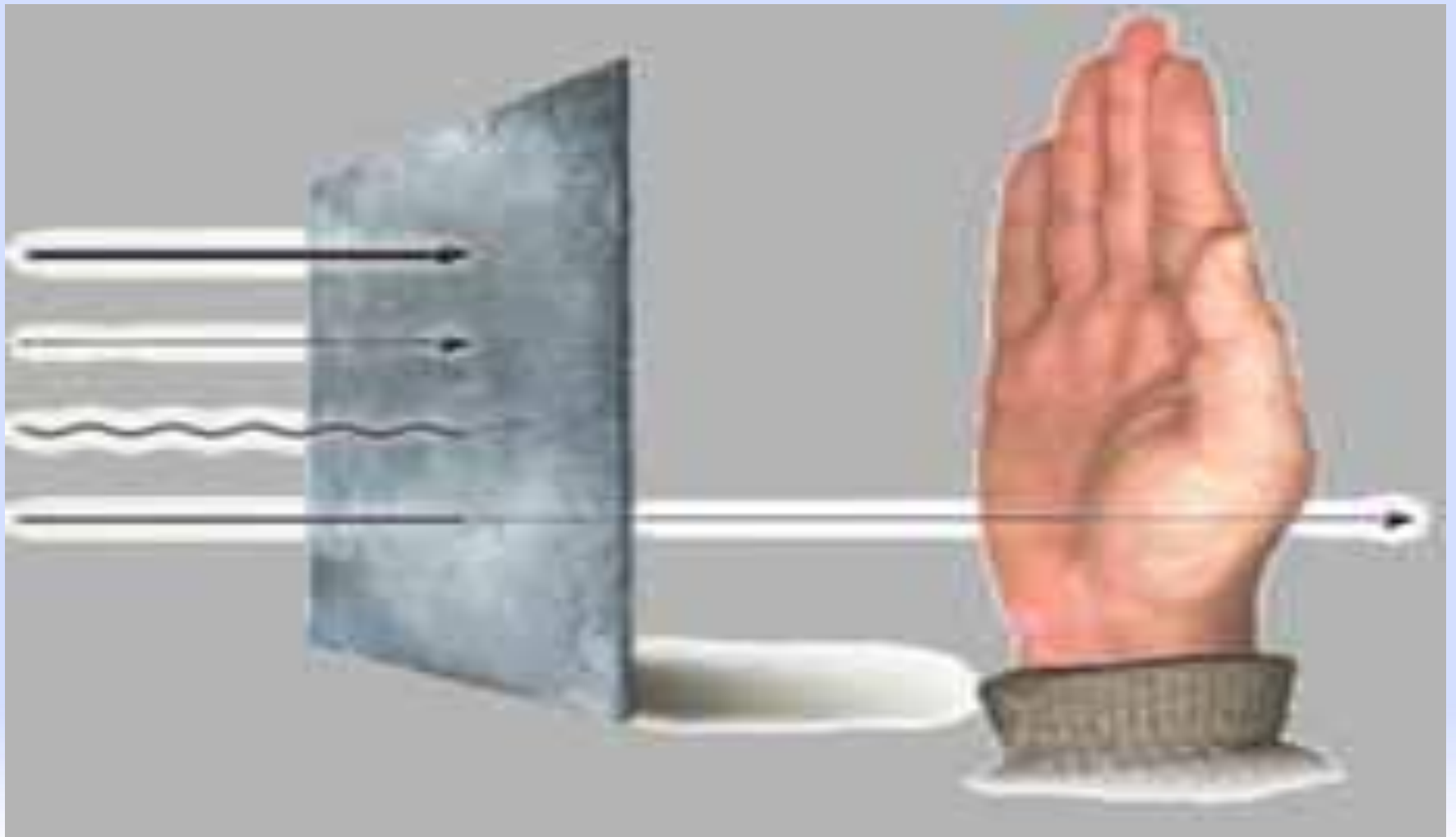
Свойства радиоактивных излучений

- Эти три вида радиоактивных излучений сильно отличаются друг от друга по способности ионизировать атомы вещества по проникающей способности. Наименьшей проникающей способностью обладает α -излучения. В воздухе при нормальных условиях α -лучи проходят путь в несколько сантиметров. β -лучи гораздо меньше поглощаются веществом. Они способны пройти через слой алюминия толщиной в несколько миллиметров. Наибольшей проникающей способностью обладают γ -лучи, способные проходить через слой свинца толщиной 5-10 см.

Поглощение α -частиц



Поглощение β - частиц



Гамма-лучи обладают наибольшей проникающей способностью. Жесткие γ -лучи проходят через свинец толщиной 5 см или слой воздуха толщиной в несколько сотен метров, пронизывают все тело человека.

Поглощение γ - частиц



Розглянемо особливості взаємодії α , β -частинок і γ -випромінювання з речовиною.

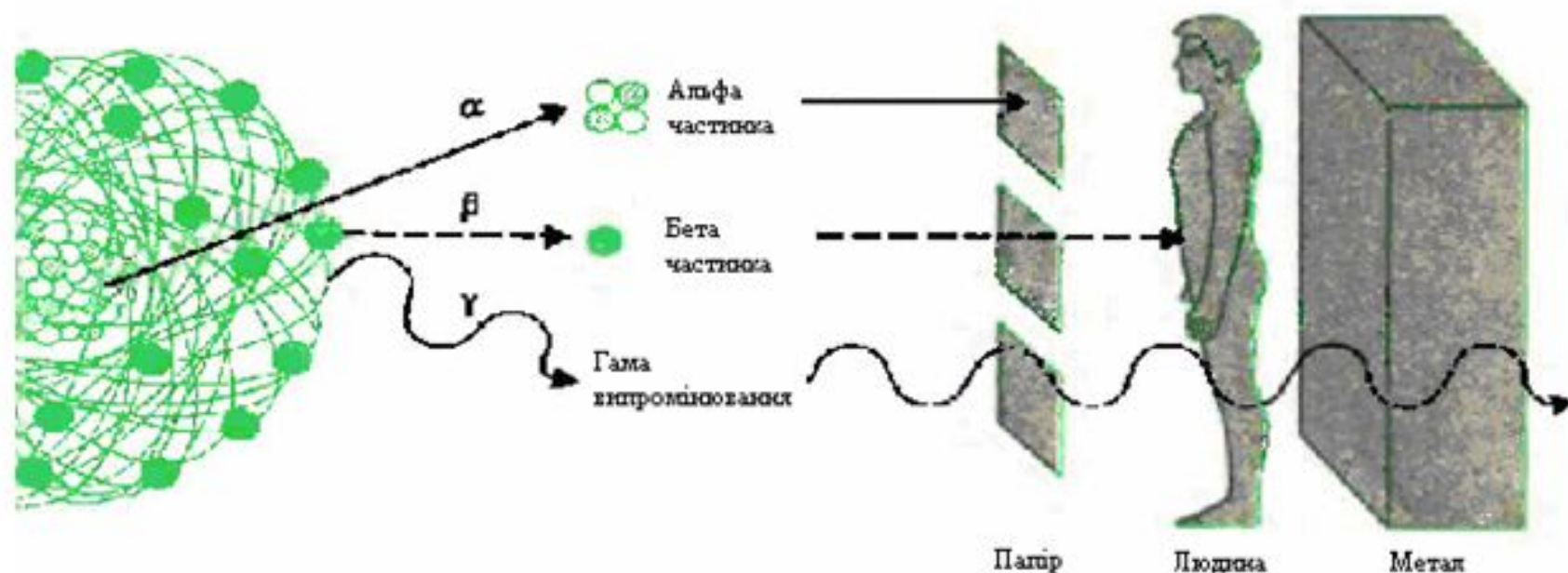


Рис. 7.8. Три типи випромінювання і їхня проникаюча здатність.

1 Види и основные свойства ионизирующих излучений

Іонізуючим випромінюванням називається таке випромінювання, яке здатне іонізувати середовище, в якому воно поширюється. До нього відносяться: X- промені (рентгенівські), γ - випромінювання, а також потоки заряджених і нейтральних частинок (електронів, позитронів, нейтронів, α - частинок і інших).

X-промені і γ -випромінювання мають електромагнітну природу і являють собою потік фотонів з високою енергією і відповідно малою довжиною хвилі. Діапазон довжин хвиль для X-променів $(80 \div 10^{-5})$ нм для γ -випромінювання $\lambda \leq 0,1$ нм. Для цих видів іонізуючого випромінювання характерна велика проникна здатність, а їх іонізуюча здатність значно менша, ніж у α і β -частинок. α -частинки – позитивно заряджені ядра гелію. Ядро гелію ${}^4_2\text{He}$ складається з двох протонів і двох нейтронів, початкова кінетична енергія $(4 \div 8,8)$ МеВ. Проходячи через речовину α -частинки гальмуються за рахунок іонізації і збудження атомів і молекул, а також дисоціації молекул. Довжина пробігу: α -частини з високою енергією можуть пройти шар повітря при нормальному атмосферному тиску $(7 \div 9)$ см, шар води $\sim 1,5 \cdot 10^{-3}$ см, шар скла $4 \cdot 10^{-3}$ см.

β -частинки – це електрони і позитрони, які випромінюються при β -розпаді ядер. Позитрон (β^+ -частинка) це стійка елементарна частинка, маса якої рівна масі електрона з позитивним елементарним зарядом. Проникна здатність β – випромінювання значно вища ніж α -випромінювання. Так β -випромінювання високої енергії пронизує шар алюмінію товщиною 5мм. Енергія β -частин лежить в межах від $(0,015 \div 0,05)$ MeV (м'яке β -випромінювання) до $(10 \div 12)$ MeV (жорстке випромінювання).

Нейтрони – це нейтральні елементарні частинки. У вільному стані нейтрон нестабільний і має час життя біля 16хв. Разом з протонами нейтрони входять до складу ядра; в ядрі нейтрон є стабільною частиною. Нейтронне випромінювання має велику проникну здатність.

Джерелом іонізуючих випромінювань є природна і штучна радіоактивність. Радіоактивність – самочинне перетворення (розпад) атомних ядер, яке приводить до зміни їх атомного номера (якщо випромінюються заряджені частини) або масового числа при випромінюванні нейтральних частин. Зміна атомного номера приводить до перетворення одного хімічного елемента в інший: при зміні масового числа проходить перетворення ізотопів даного елемента. До явища радіоактивності відноситься також зміна енергетичного стану ядер, яке супроводиться γ - випромінюванням, при цьому склад ядер не змінюється.

Природні джерела випромінювань розподіляють на дві категорії: зовнішнього і внутрішнього опромінення. До зовнішніх відносяться: космічне випромінювання, сонячна радіація, випромінювання земної кори і повітря. Внутрішнє опромінення обумовлено тими природними радіоактивними речовинами, які попадають в середину організму: уран, радій та інші. Природні джерела створюють природний фон Землі. Середнє значення потужності поглинутої дози в повітрі на висоті 1 м від поверхні Землі складає $(4,85 \pm 1,1) \times 10^{-8}$ Гр/год.

2. Механизм взаимодействия ионизирующего излучения с веществом

Дія іонізуючого випромінювання на речовину приводить до:
збудження атомів і молекул;
іонізації або рекомбінації атомів і молекул;
появи нового випромінювання;
виникнення нових радіонуклідів.

В ядерній фізиці розрізняють іонізаційні і радіаційні витрати. Іонізаційні витрати залежать від виду частинки, її енергії, властивостей середовища: густини і товщини шару речовини, з якою вони взаємодіють. Частинки, які мають велику швидкість, іонізують речовину слабо, так як вони не встигають передати свою енергію навколишнім електронам. Навпаки, при малій швидкості частинки проводять сильну іонізацію. Частинки з великою масою мають дуже малий пробіг.

Взаємодія заряджених частинок (α і β) з речовиною кількісно оцінюється такими характеристиками:

а) лінійна густина іонізації – це відношення числа dn іонів одного знаку утворених зарядженою іонізуючою частиною на елементарному шляху dl до цього шляху:

$$i = \frac{dn}{dl}$$

б) лінійна гальмівна здатність речовини S - це відношення енергії dE , яка втрачається зарядженою частиною при проходженні елементарного шляху dl в речовині до довжини цього шляху:

$$S = \frac{dE}{dl}$$

в) середній лінійний пробіг частини R зарядженої частини – це середнє значення віддалі між початком і кінцем пробігу зарядженої іонізуючої частини в даній речовині. Коли швидкість іонізуючої частини приблизно буде дорівнювати швидкості теплового руху, то вона втрачає свою активність.

Дозиметрия ионизирующих излучений

- Дозиметрия - это отрасль прикладной ядерной физики, в которой изучают физические величины, которые характеризуют действие ионизирующего излучения на различные объекты, а также методы и приборы их измерения.



Дозиметри

- я • Поглощенная доза излучения Д (или просто доза излучения) - это количество энергии ионизирующего излучения, которая поглощается единицей массы облученного вещества.**

Дозиметри

я

- ДН - зависит от природы и свойств излучения (в частности от энергии частиц) да и от природы вещества, в котором оно поглощается, и пропорциональна времени облучения.
- Единицей измерения поглощенной дозы излучения в системе СИ является греи (декабрь), $1\text{Гр} = 1\text{Дж/кг}$.
- Применяется также внесистемная единица, называется советов (Radiation Absorbed Dose). Соотношение между Греем и радом следующее: $1\text{Гр} = 100\text{рад}$.

Дозиметрія

- Экспозиционная доза излучения Декс, которая является собой меру ионизации сухого воздуха рентгеновским или γ -излучением при нормальном атмосферном давлении.
- За единицу экспозиционной дозы принято Кл / кг. На практике чаще используют внесистемную единицу, которую называют рентгеном (Р).

Биологическое действие ионизирующего излучения. Эквивалентная доза

- Для живых организмов необходимо учитывать при переходе от Декс к Дэкв не только состав тканей и энергию частей (коэффициент), но и тип излучения - рентгеновское (X-лучи), нейтронное, α -излучения и т.д.. Одни и те же поглощенные дозы излучения различной природы по разному действуют на живой организм.

Биологическое действие ионизирующего излучения

- Для количественной оценки плотности ионизации введено понятие коэффициента относительной биологической эффективности или коэффициента качества излучения. Этот коэффициент показывает, во сколько раз эффективность биологического действия данного вида излучения больше, чем рентгеновского (X-лучей) или γ -излучения, при одинаковой поглощенной тканями дозе.

Методы дозиметрического и радиационного контроля

- В общее понятие "радиационный контроль" входят четыре вида контроля при проведении любых радиационных работ: дозиметрический, радиометрический, индивидуальный дозиметрический контроль и спектрометрические измерения.

Дозиметр

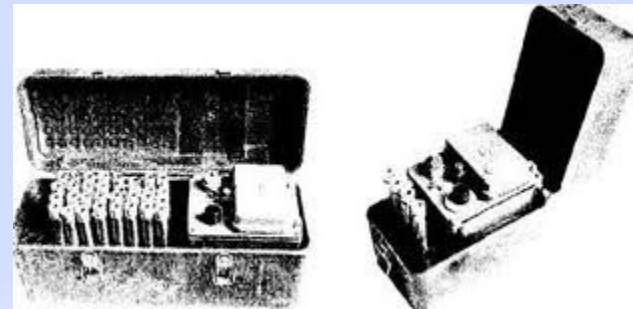


- Согласно всю аппаратуру радиационного контроля призначена условно разделяют на соответствующие группы.?

Дозиметричні прибори, или детекторы ядерных излучений, которые предназначены для вимірювання дози излучения или величин связанных с ней, например, дозы



- Радиометрические приборы, с помощью которых измеряют активность нуклидов в радиоактивных источниках. Например, радиометром можно измерить радиоактивное загрязнение оборудования: транспортных средств, одежды, различных объектов окружающей среды (воды, растительности, почвы).



- Приборы, предназначенные для индивидуального дозиметрического контроля. С помощью этих приборов можно измерить дозу, которую получает человек в какой-то конкретной ситуации или за определенный промежуток време

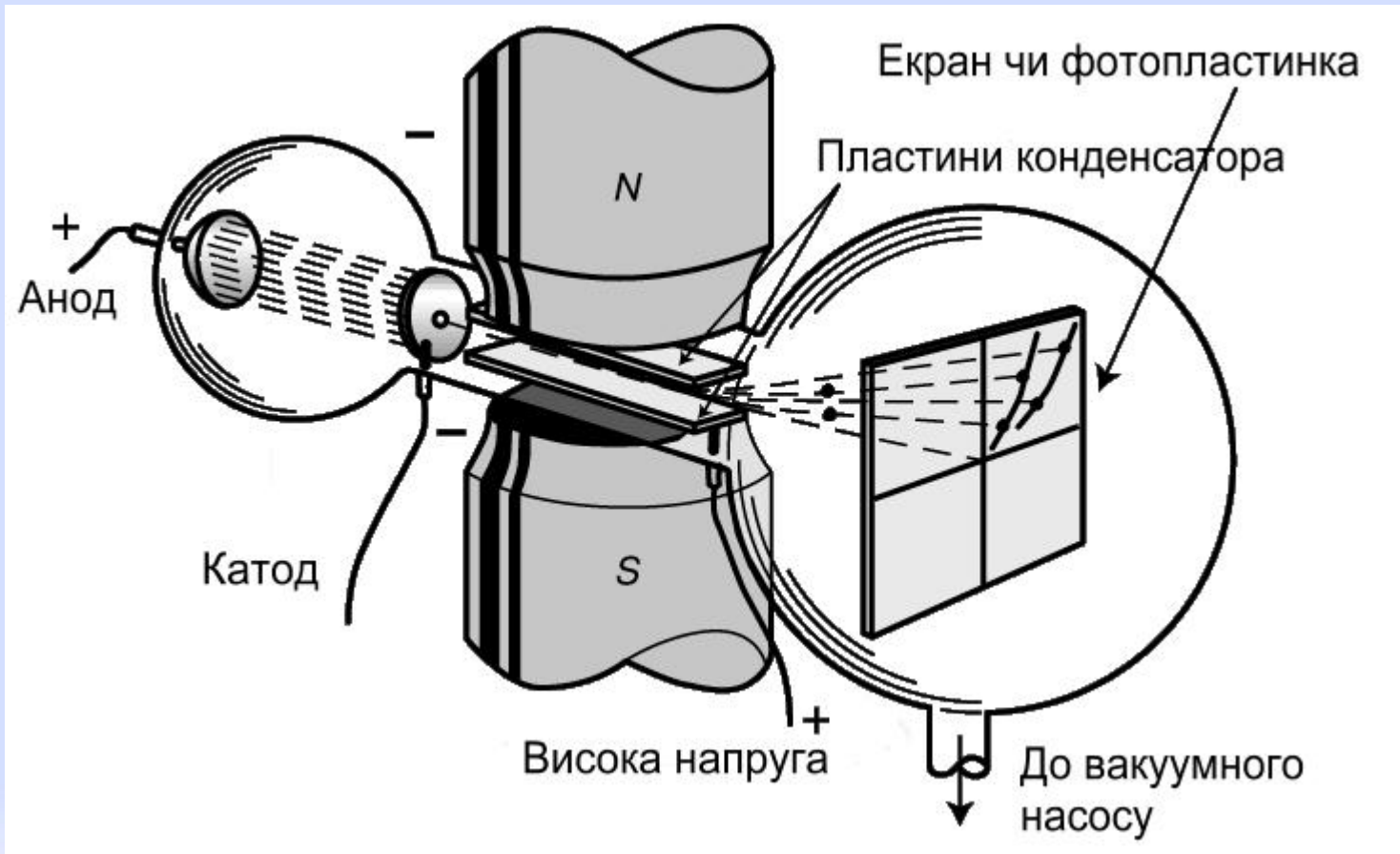


- Приборы, предназначенные для установки спектра радионуклидов, изотопов в радиоактивно загрязненной объекте. С помощью этих приборов регулярно определяют радиоизотопный состав загрязнения, вызванного чернобыльской катастрофой, с момента аварии и до настоящего



Методы регистрации ионизирующих излучений.?

Масс-спектрограф



Радиоактивное излучение в медицине используют в:

диагностической

лечебной целью

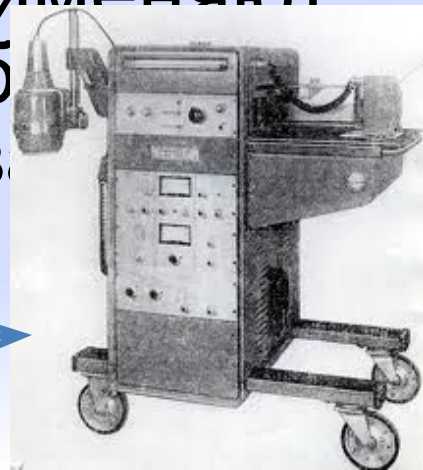
Для диагностики целого ряда заболеваний
используют радиоактивные изотопы -
меченые атомы....

Суть метода меченых

- **атомов** в организм радиоактивные изотопы и определяют их распределение и локализацию в различных частях тела. Они являются источниками - излучения, распределение интенсивности которого регистрируют с помощью гамма-топографа.

для диагностики заболеваний щитовидной железы применяют изотопы или, которые обладают способностью концентрироваться в этой железе.

Гамма-томограф



Рентгеновские лучи

- Рентгеновское излучение - это электромагнитное ионизирующее излучение, занимающее спектральную область между гам-ма и ультрафиолетовым выпроминьюваниям в пределах длин волн от 10-5 нм до 100 нм. Рентгеновские лучи с длины-ной волны $< 0,2$ нм условно назыв-шихся жесткими, с длины-ной волны $> 0,2$ нм - мягкими рентгеновскими лучами. Распространенным источником рентгеновских лучей является рентгеновская трубка. Природных ними источниками рентгенивсь-ких лучей является Солнце и другие космические объекты.



Общий вид рентгеновских трубок для структурного анализа (а), дефектоскопии (б) и медицинской рент-генодиагностики (в).

Рентгеновские (х-лучи)

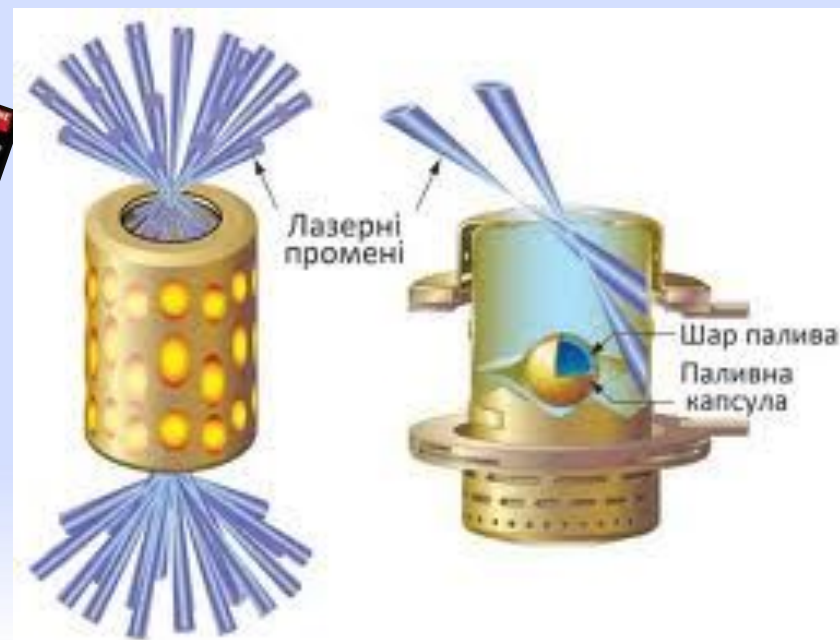


Вильгельм РЕНТГЕН
(1845 - 1923 г.) первый
(1901 г.) лауреат
Нобелевской премии
по физике «за
чрезвычайно важные
заслуги перед наукой,
которые заключались
в открытии
рентгеновских лучей»

*был открыт в 1895 г. Рентгеном и
названы им X-лучами. ? течение
1895-97 Рентген исследовал
свойства рентгеновского излучения,
создал первые рентгеновские
трубки, обнаружил, что жесткие
рентгеновские лучи проникают
через различные материалы и
мягкие ткани человеческого тела
(это свойство рентгеновских лучей
быстро нашла применение в
медицине)....*



Открытие рентгеновских лучей привлекло внимание ученых всего мира, и уже в 1896 было опубликовано более 1000 работ по исследованиям и приложений рентгеновских лучей.





Иван Пулюй
(1845-1918 г.)

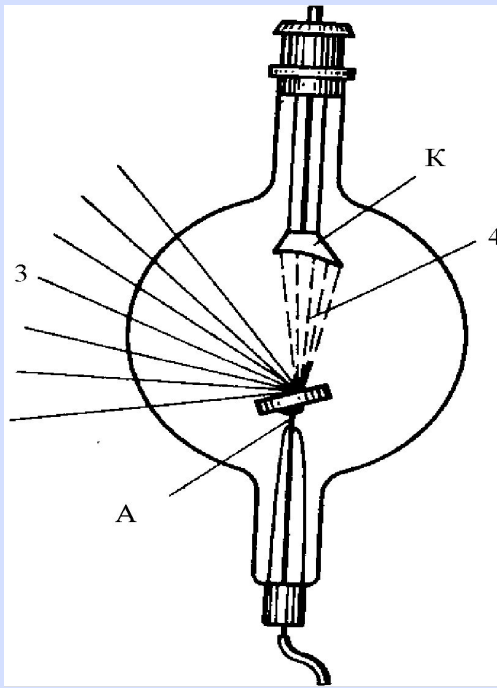
X-лучи

Родился Иван Пулюй в городке Гримайлове. На Тернопольщине. После завершения учебы в Тернопольской гимназии окончил теологический и философские факультеты Венского университета. В 1884 году Министерство образования Австрии назначает И.Пулюя профессором экспериментальной и технической физики Немецкой высшей технической школы в Праге, а через пять лет его избирают ректором этого же учебного заведения.? Иван Пулюй изобрел флуоресцирующую лампу (предшественницу рентгеновской -1882).

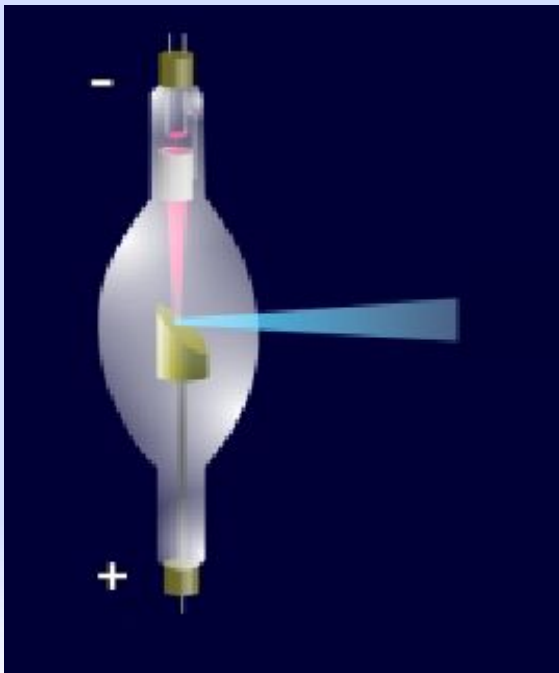
Трубка для исследования Х-лучей



Х-лучи



возникают в трубках Пуля -
стеклянных баллонах, из которых
викачено воздух до давления? 10^{-6} - 10^{-7}
мм. рт. ст.? и в какие впаяны катод и
анод.? Спираль катода разогревается
электрическим током от источников
накаливания и излучает электроны,
ускоряясь электрическим полем
бомбардируют анод, в результате чего
возникает X излучения.



СВОЙСТВА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В зависимости от механизма возникновения **рентгеновских лучей** различают сплошные (тормозные) или линейчатый (характеристические) рентгеновские спектры, которые излучают быстрые заряженные частицы при их торможении при взаимодействии с атомами мишени (тормозное излучение);

Интенсивность тормозных рентгеновских лучей распределена по всем частотам в высокочастотной (**коротковолновой**) границы.

Тормозное излучение

Коротковолновая граница сплошного рентгеновского излучения

определяется законом сохранения энергии

Работа электрического поля для ускорения электрона в рентгеновской трубке равна

$$A = eU$$

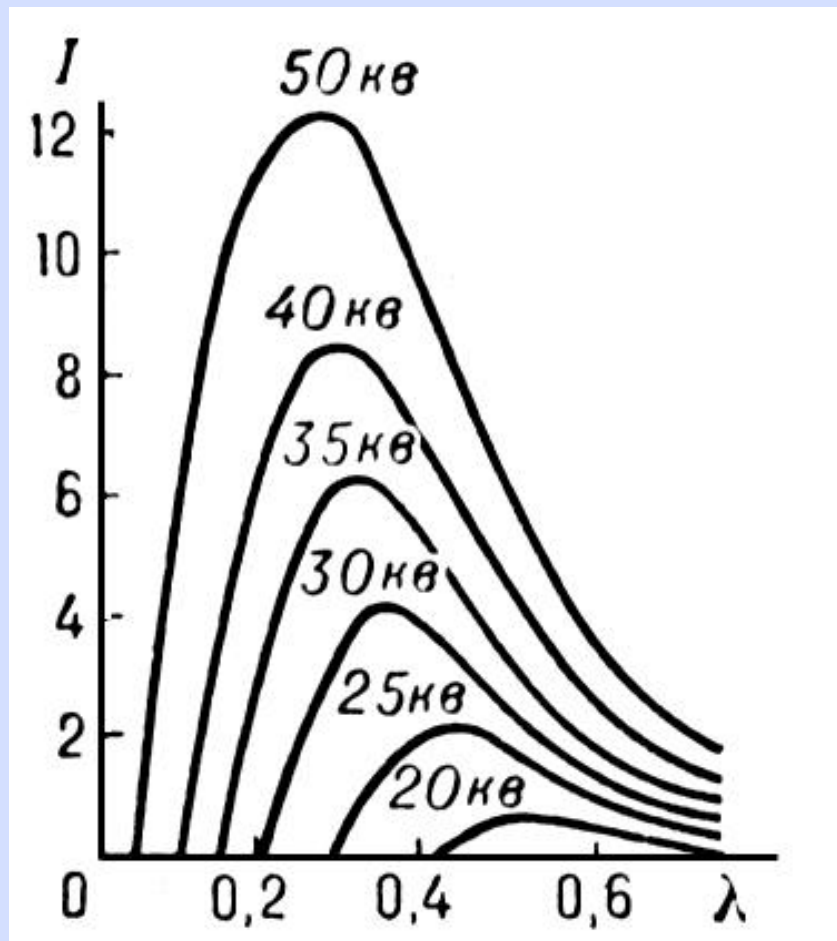
Во время торможения электрона она может полностью превратиться в энергию кванта рентгеновского излучения...

$$A = eU = h\nu = \frac{hc}{\lambda_K}$$

тогда

$$\lambda_K = \frac{hc}{eU}$$

Такое взаимодействие осуществляется только в случае лобового столкновения электрона с ядром. В других видах столкновений кинетическая энергия электрона теряется частично и энергия рентгеновских квантов будет меньше, а следовательно длины волн - больше. Поскольку столкновения электронов с ядрами мишени происходят под разными углами, то спектр излучения рентгеновских лучей является сплошным. Определенная часть энергии излучается в других спектральных диапазонах - УФ, видимом и ИК. Это приводит к разогреву анода, поэтому его нужно охлаждать.



Спектры тормозного рентгеновского
излучения

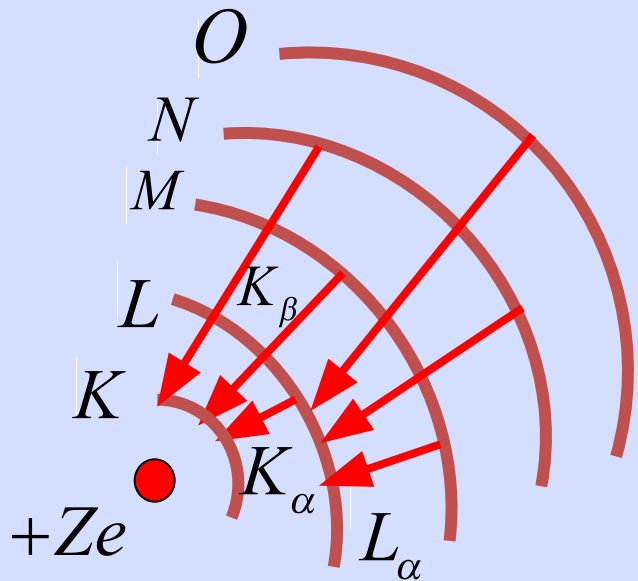
для различных напряжений между
катодом и анодом

Характеристическое излучение

Линийчасти излучение возникает после ионизации атома с выбрасыванием электрона с одной из внутренних оболочек. Вызывается столкновением атома с быстрой частицей, например электроном или поглощением атомом фотона. Ионизированный атом оказывается в начальном квантовом состоянии на одном из высоком возбужденном уровне энергии и через 10^{-16} - 10^{-15} с переходит в основное состояние с меньшей энергией. При этом избыток энергии атом может излучить в виде фотона определенной частоты. Спектр такого излучения является характерным для атомов каждого элемента, поэтому линейчатый рентгеновский спектр называется характеристическим. Зависимости от переходов (с какого уровня на какой) определенные группы **характеристических** линий получили соответственно названия K - , L - , M - , N - ... - серий.

Схема возникновения характеристических рентгеновских спектров

K-, L-, M-, ... электронные оболочки



- **Закон Мозли** - Это закон, связывающий частоту спектральных линий характеристического рентгеновского излучения химического элемента с его порядковым номером. Экспериментально установлен Мозли в 1913
- . Закон Мозли: корень квадратный из частоты спектральной линии характеристического излучения элемента является линейной функцией его порядкового номера Z:

$\omega = 2\pi\nu$ - Циклическая частота излучения;

Z - Порядковый номер химического элемента;

δ - Стала экранирование

$$\sqrt{\omega} = C(Z - \sigma)$$

$$C = \sqrt{R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)} \quad - \text{ стала}$$

Закон Мозли

Согласно этому закону, частоты линии можно определить из формул

Для
линий

K_α

$$\omega_{K_\alpha} = R(Z - 1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

Для
линий

K_β

$$\omega_{K_\beta} = R(Z - 1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

Для
линий

L_α

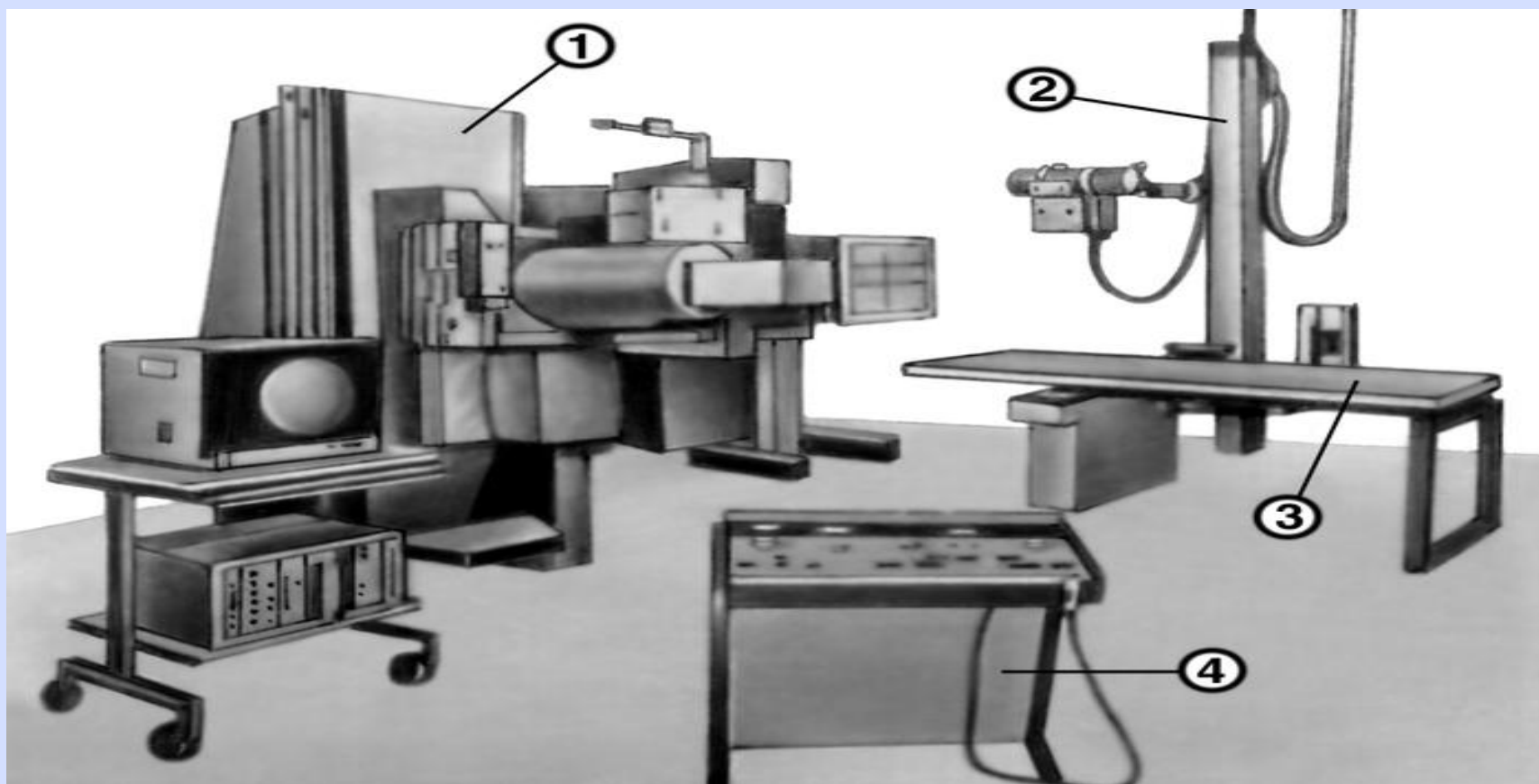
$$\omega_{L_\alpha} = R(Z - 7,5)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

Применение рентгеновских лучей

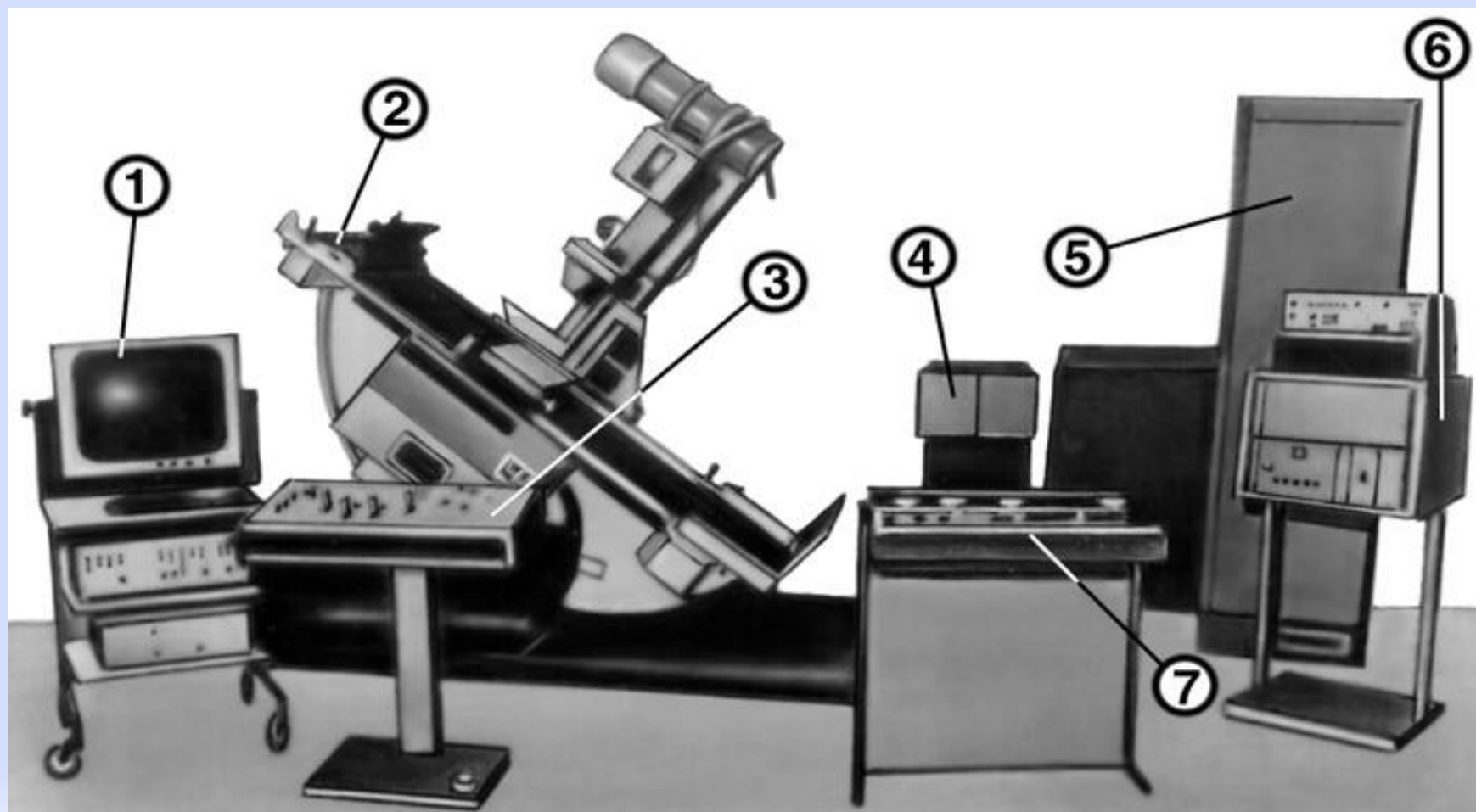
В медицине для рентгенодиагностики и рентгенотерапии.

Для многих отраслей техники - рентгеновская дефектоскопия, например для выявления внутренних полостей отливок (раковин, включений шлака), трещин в рельсах, дефектов сварных швов. Рентгеновский структурный анализ позволяет установить пространственное расположение атомов в кристаллической решетке минералов и соединений в неорганических и органических молекулах.

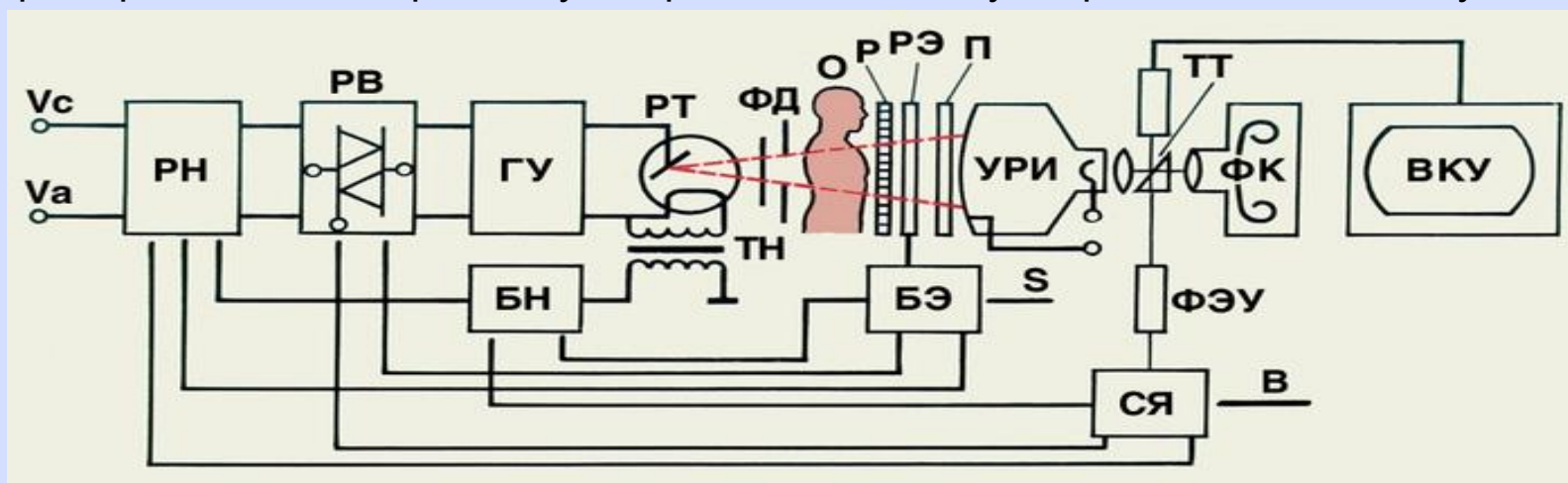
- Рентгенодіагностичний комплекс «Рентген-50-2»: 1 — поворотний стіл-штатив для рентгенографії і рентгеноскопії із підсилювачем рентгенівського зображення; 2 — колона для знімків; 3 — стіл знімков для рентгенографії і виконання повздовжньої і горизонтальної томографії; 4 — пульт керування.



- Рентгенодиагностический телекеруемый комплекс «Рентген-100Т»: 1 - телевизионное устройство, 2 - телекеруемый поворотный стол-штатив, 3 - пульт управления, 4 - генераторное устройство, 5 - шкаф питания, 6 - пульт управления усилителем рентгеновского изображения.

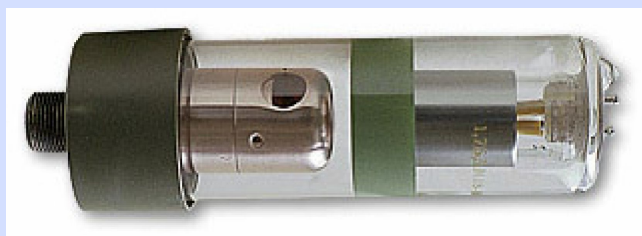


- Принципиальная блок - схема рентгенодиагностического аппарата : V_c - напряжение питания; V_a - напряжение для исследования ; РН - регулятор напряжения ; РВ - реле времени ; ГУ - генераторный устройство, содержащее выпрямители ; РТ - рентгеновская трубка ; Ф - фильтр , Д - диафрагма ; О - объект исследования (пациент) Р - отсекающий растр ; РЭ - камера экспонометра рентгеновского излучения; П - кассета с рентгенографической пленкой и усиливающими экранами ; УРИ - усилитель рентгеновского излучения; ТТ - телевизионная трубка ; ФК - фотокамера ; ВКУ - видеоконтрольное устройство ; ФЭУ - фотоэлектронный умножитель ; СЯ - стабилизатор яркости ; БЭ - блок обработки сигнала экспонометра ; БН - блок управления накалом рентгеновской трубки с вычислительным устройством; ТН - понижающий трансформатор S - оптическая плотность почернения фотоматериала B - яркость свечения флюоресцентного экрана ; пунктиром обозначен пучок рентгеновского излучения.



- **Моноблок:**

- конструкция моноблока



- Рентгеновская трубка 1,6 БДМ9 -90 моноблока аппарата , Арман -1 "

По размеру , назначению , классу аппаратов , методом защиты , способом охлаждения , строением анода и катода рентгеновские трубки бывают разных типов и обозначаются соответствующими цифрами и буквами . Например: 4 - БДМ - 1 - 100 . Первая цифра указывает мощность в киловаттах (2,4,6,10) , а первая буква - вид защиты . Буква Б означает , что трубка находится в защитном кожухе. Вторая буква указывает на назначение трубки : Д - диагностическая , С - для структурного анализа , Т - для рентгенотерапии . Третья буква обозначает вид охлаждения трубки : В - водяное , М - масляное , П - воздушное.

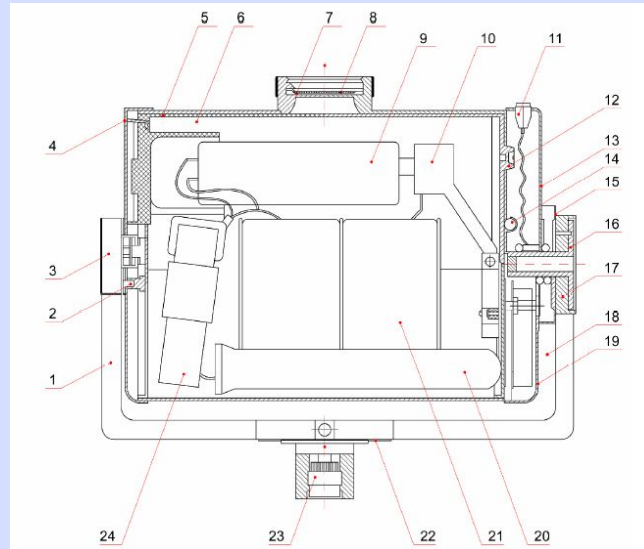
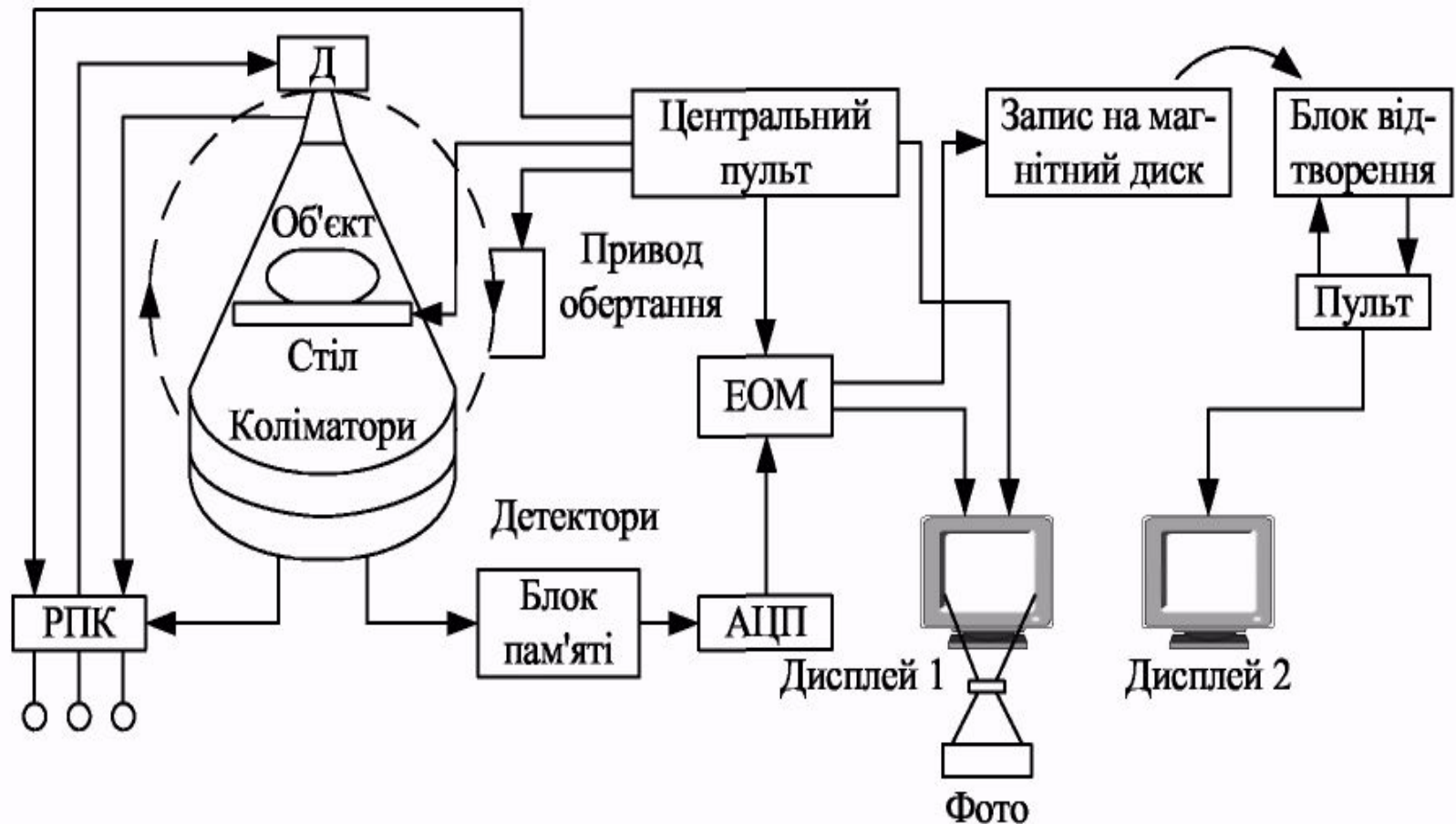


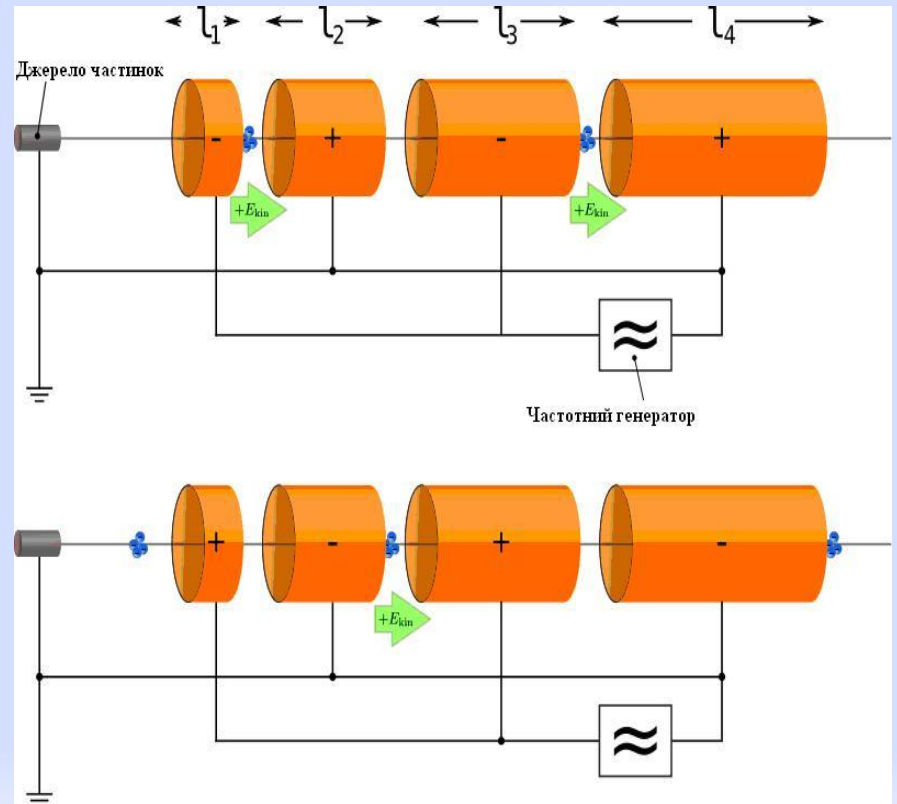
Рис.14. строение моноблока

1-винт, 2 - винт боковой крышки 3 - тормозное устройство, 4 - колпак, 5 - изолятор;
 6 - масло трансформаторное, 7 - шайба уплотнительная, 8 - окно, 9 - трубка
 рентгеновская;
 10-кронштейн, 11 - розетка подключения диафрагмы, 12 - прокладка, 13 -
 разрядник;
 14 - лимб, 15-клуба, 16 - колпак, 17 - фиксатор, 18 - корпус моноблока, 19 - колпак;
 20 - масло-росширявач, 21 - трансформатор главный, 22 - лимб, 23 - разъем;
 24 - трансформатор.

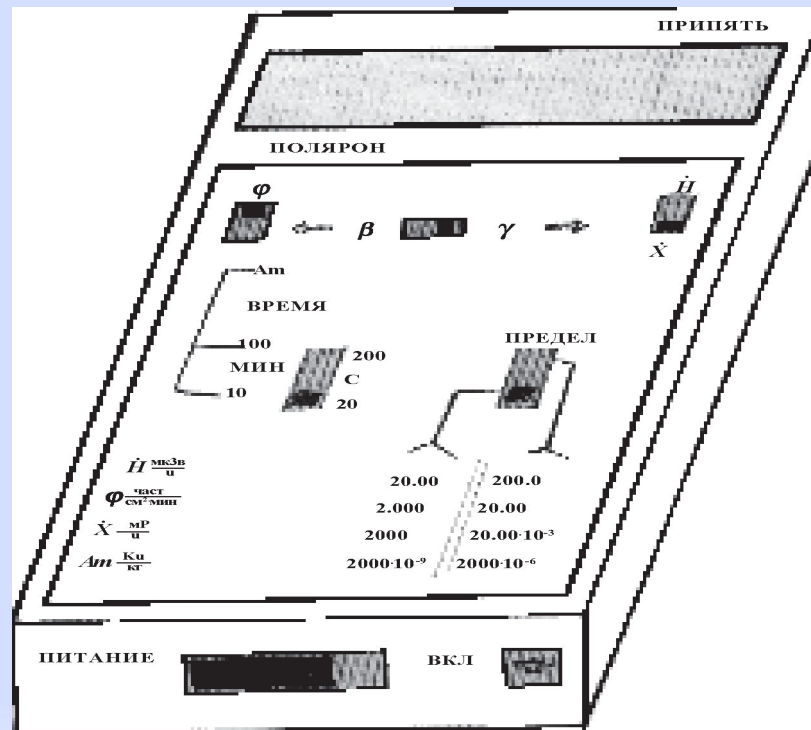
- Блок-схема комплексу вычислительной томографии..



- Линейный ускоритель - установка для ускорения заряженных микрочастиц, в которой траектория движения частицы близка к прямой линии. В отличие от циклических ускорителей, пучок заряженных частиц проходит отрезок ускорения только один раз. Устройство создает ионизирующее излучение с высокой проникающей способностью (энергия 20MeV и более).

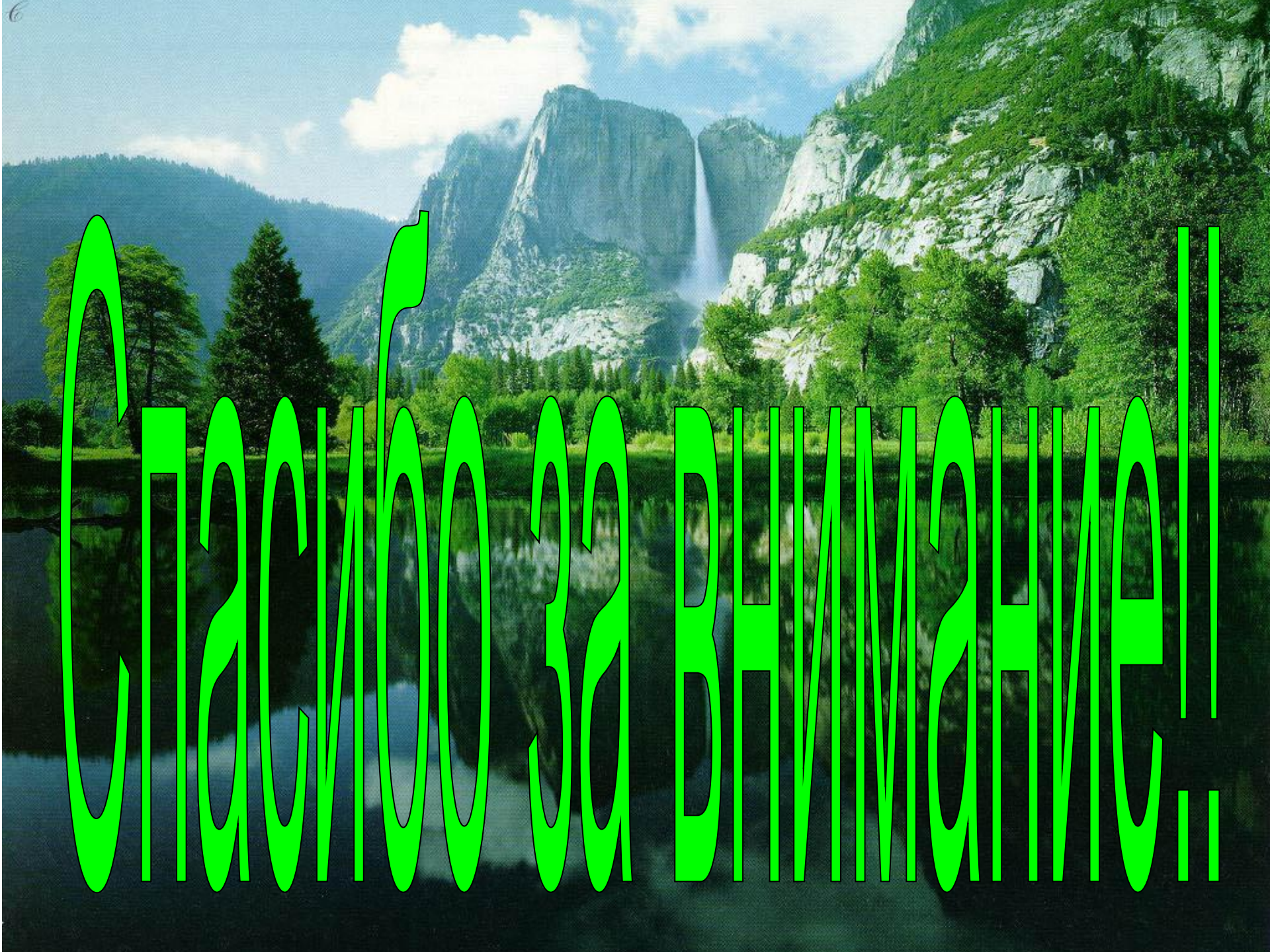


Радіометр типу РКС-20.03 "Прип'ять" є детектором β - і γ -випромінювань і сконструйований на основі газорозрядних лічильників СБМ-20. При попаданні іонізуючих частин або γ -квантів у газовому об'ємі лічильника утворюється електричний розряд, який формує імпульси напруги, що з допомогою електронного пристрою перетворюються в цифрову інформацію і відображаються на чотирирозрядному рідкокристалічному індикаторі.



Литература

- 1. Марценюк В.П., Дидух В.Д., Ладыка Р.Б., Баранюк И.А., Сверстюк А.С., Сорока И.С. Учебник "Медицинская биофизика и медицинская аппаратура" Тернополь: Укрмедкнига, 2008 356 с.
- 2. Медицинская и биологическая физика / Под ред. О.В.Чалого, второе издание - М.: Книга-плюс, 2005.
- 3. Медицинская и биологическая физика / Под ред. О.В.Чалого. т.1 - М.: Випол, 1999; т.2 - М.: Випол, 2001.
- 4. Емчик Л.Ф., Кмит Я.М. Медицинская и биологическая физика: Пидруч.-М.: Мир, 2003. - 592 с.



CHANGING THE WORLD