



Дисциплина
**«Ветеринарная
радиобиология»**

**Лектор: к.б.н., доцент Рязанцева Лариса
Тихоновна**

Цель дисциплины - освоение методов и приобретение практических навыков, необходимых для организации и проведения радиологического контроля в сфере агропромышленного комплекса.

Задачи:

а) ознакомление с физическими основами и методами ветеринарной радиобиологии, законами явления радиоактивности и свойств радиоактивных излучений, радиационными поражениями сельскохозяйственных животных, патогенеза, диагностики и лечения лучевой болезни;

б) изучение современных методов радиационного контроля сельскохозяйственной продукции для определения уровней ее радиоактивного загрязнения, основных закономерностей миграции радионуклидов в природных и сельскохозяйственных экосистемах, их токсикологической характеристики;

в) ознакомление с современными направлениями и методическими подходами прогнозирования загрязнения сельскохозяйственной продукции и дозовых нагрузок на население в условиях радиоактивного загрязнения для решения проблем животноводства и ветеринарии, а также имеющимися достижениями в этой области.

«Ветеринарная радиобиология»

Лекция 1

Предмет, задачи и история развития радиобиологии, ее роль в решении задач агропромышленного комплекса



Радиология – это наука об ионизирующей радиации, ее природе, источниках ее происхождения (радионуклидах). Основоположником радиологии считают немецкого физика Вильгельма Рентгена (1895)

Радиология

Ионизирующая радиация

Действие на организм животных, человека и окружающую среду

Источники радиации

Пути попадания РВ в организм, распределение в нем, выведение из организма

Радиационная защита

Средства и методы, снижающие лучевую нагрузку на организм

Радиобиология – это наука о воздействии всех видов ионизирующих излучений на живые организмы и их сообщества.

Этапы развития радиологии и радиобиологии

- Первый этап**
(1895 - 1922 гг.)
- базировался на работах немецкого физика Вильгельма Конрада Рентгена, в которых изучались происхождение и свойства радиации, сделан первый в мире рентгеновский снимок.
- В 1896 г. французский физик Анри Антуан Беккерель установил, что соли урана испускают не только видимый свет, но и невидимое проникающее излучение.
- В 1897 г. английский физик Эрнест Резерфорд установил, что в состав излучений изотопов урана входят α - и β -частицы и γ -лучи, то есть он показал, что излучение является комбинированным, состоящим как из электромагнитных волн, так и элементарных частиц.
- Термин «радиоактивность» был предложен М. Склодовской-Кюри. В 1898 году супругами Кюри были открыты два новых элемента: радий и полоний.
- В 1919 г. Эрнест Резерфорд, бомбардируя ядра атомов азота (N^{14}) α -частицами радия, превратил их в ядра атомов кислорода.
- Все эти открытия заложили основу развития ядерной физики. Ее становление связано с именами Н. Бора и Э. Резерфорда.
- Изучая радиацию, А. Беккерель и М. Склодовская-Кюри столкнулись с ее действием на кожу. Хотя эти первые наблюдения носили чисто описательный характер, они послужили стимулом к развитию радиобиологии.
- Второй этап**
(1922 - 1945 гг.)
- характеризуется становлением фундаментальных принципов количественной радиобиологии с установлением связи биологических эффектов с величиной поглощенной дозы, открытием мутагенного действия ионизирующих излучений и развитием радиационной генетики.
- Третий этап**
(1945 – наст.)
- связан с дальнейшим развитием количественной радиобиологии на всех уровнях биологической организации:
- молекулярная и клеточная радиобиология;
 - разработка биологических способов противолучевой защиты;

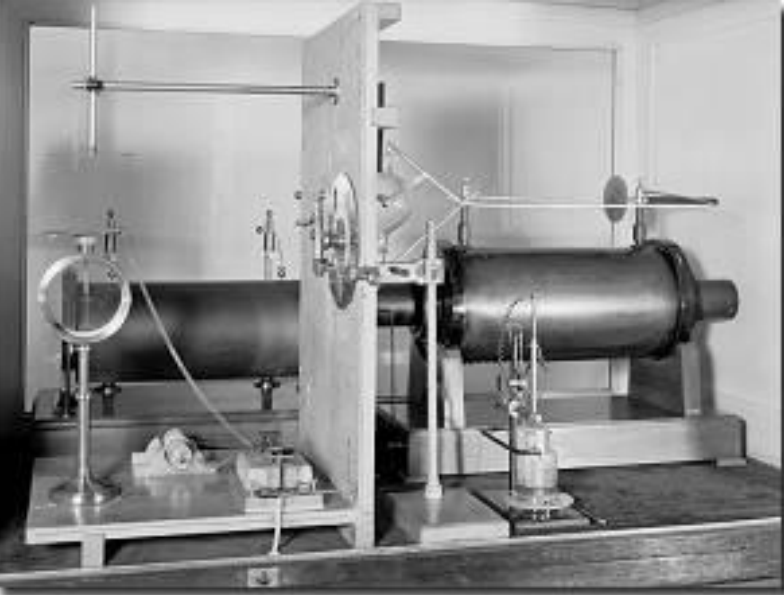
Возникновение радиобиологии связано с тремя великими открытиями конца XIX столетия:

- 1) открытие Вильгельмом Конрадом Рентгеном X-лучей (1895г);**
- 2) открытие Анри Беккерелем естественной радиоактивности урана (1896г);**
- 3) открытие Марией Склодовской-Кюри и Пьером Кюри радиоактивных свойств полония и радия (1898г).**

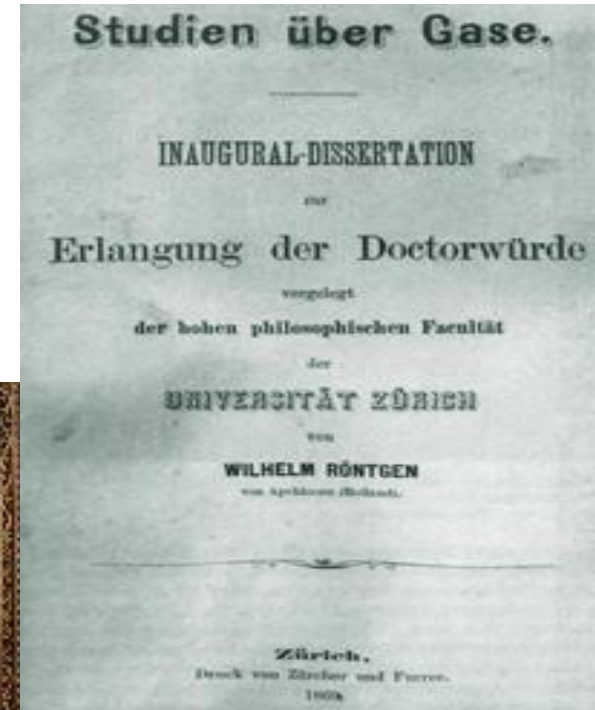
1. Рентгеновское излучение (X-ray)

открыто

8 ноября 1895 года



Рентгеновский
экспериментальный
аппарат



1901 г. - Нобелевская
премия
за открытие
рентгеновского
излучения



Фотография Альберта фон Колликера
сделанная на лекции
Вюрцбургского
Физико-медицинского общества
23 января 1896 года

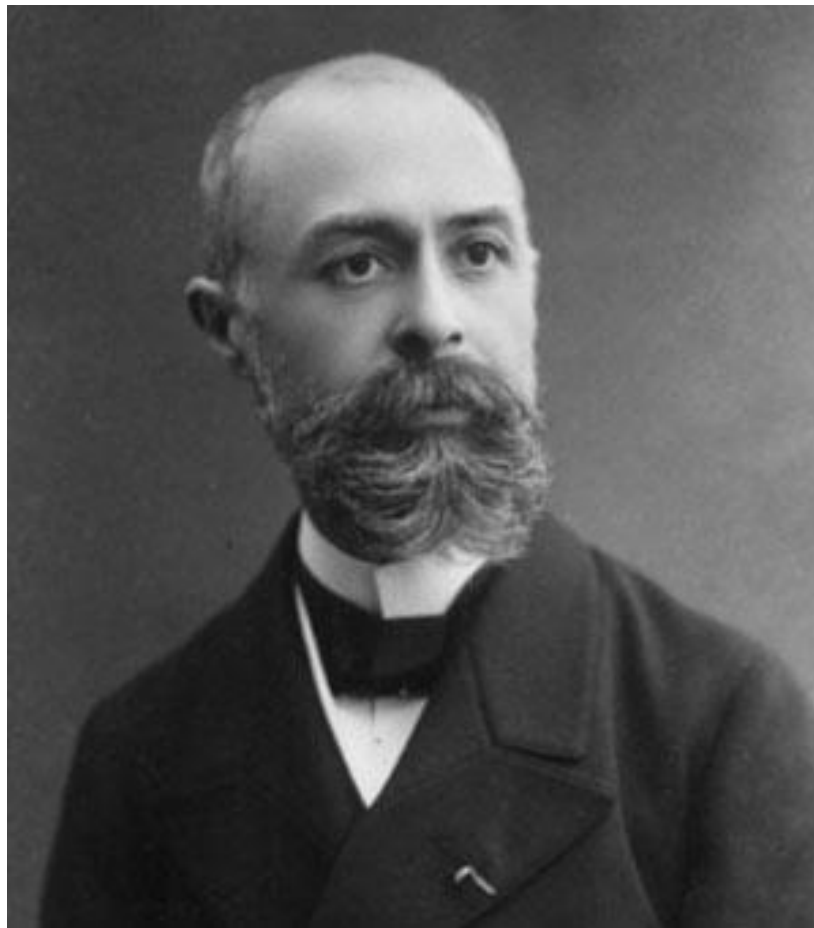


Фотография
руки госпожи
Рентген,
сделанная
22 декабря
1895 года



2. Открытие Анри Беккерелем естественной радиоактивности урана

В 1896 году А. Беккерель занимался люминесценцией и исследованием рентгеновских лучей

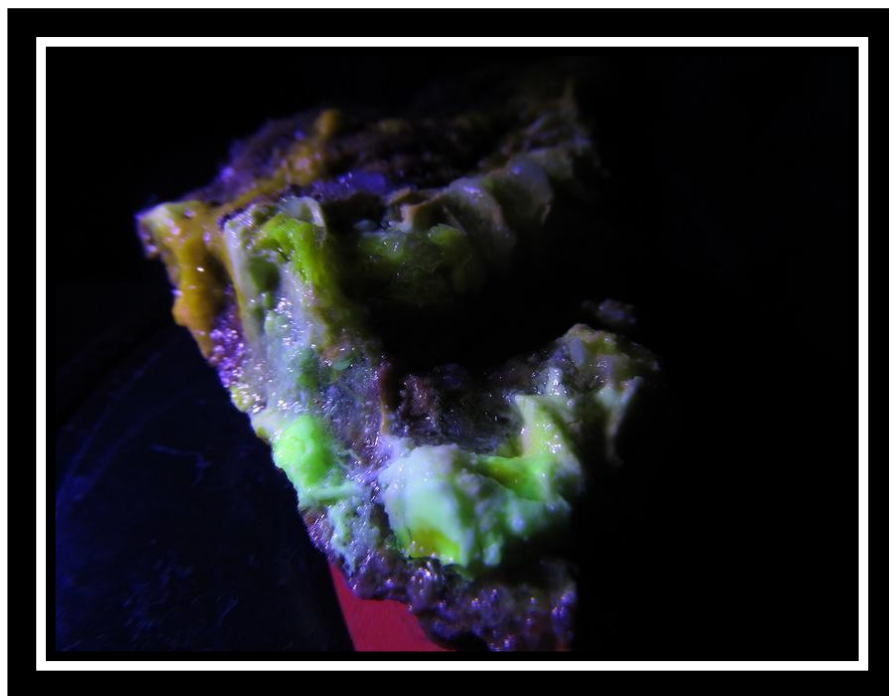


Антуан Анри Беккерель ([15 декабря](#) (15 декабря [1852](#) (15 декабря 1852 — [25 августа](#) (15 декабря 1852 — 25 августа [1908](#) (15 декабря 1852 — 25 августа 1908) — [французский](#) (15 декабря 1852 — 25 августа 1908) — французский [физик](#) (15 декабря 1852 — 25 августа 1908) — фра

Желтое салатовым светом. Беккерель же пришла в голову мысль: не сопровождается ли всякая люминесценция рентгеновскими лучами? Для проверки своей догадки он случайно взял одну из солей урана, фосфоресцирующего желто-зеленым светом. Осветив её солнечным светом, он завернул соль в чёрную бумагу и положил в темном шкафу на фотопластинку, тоже завернутую в чёрную бумагу. Через некоторое время, проявив пластинку, Беккерель действительно увидел изображение куска соли.



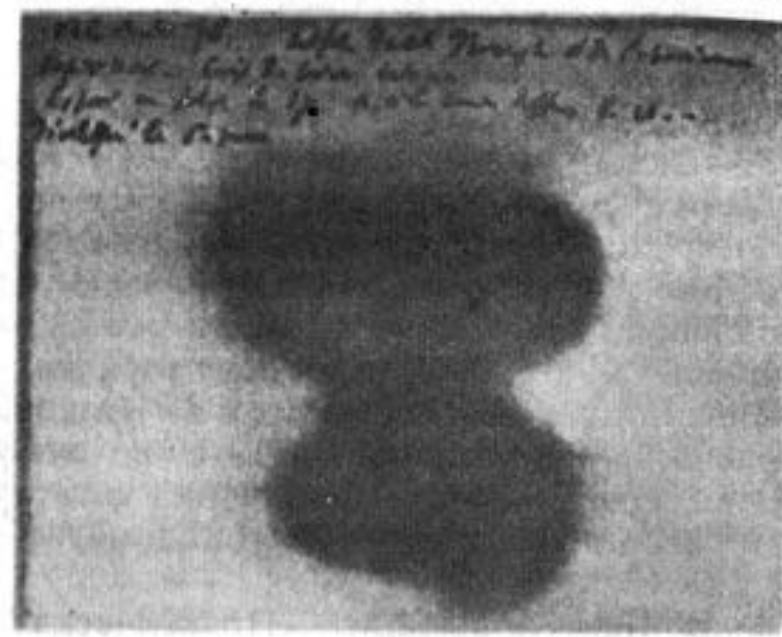
Работа с радиоактивным веществом (соль урана)
© Сергей Приходько / Фотобанк Лори



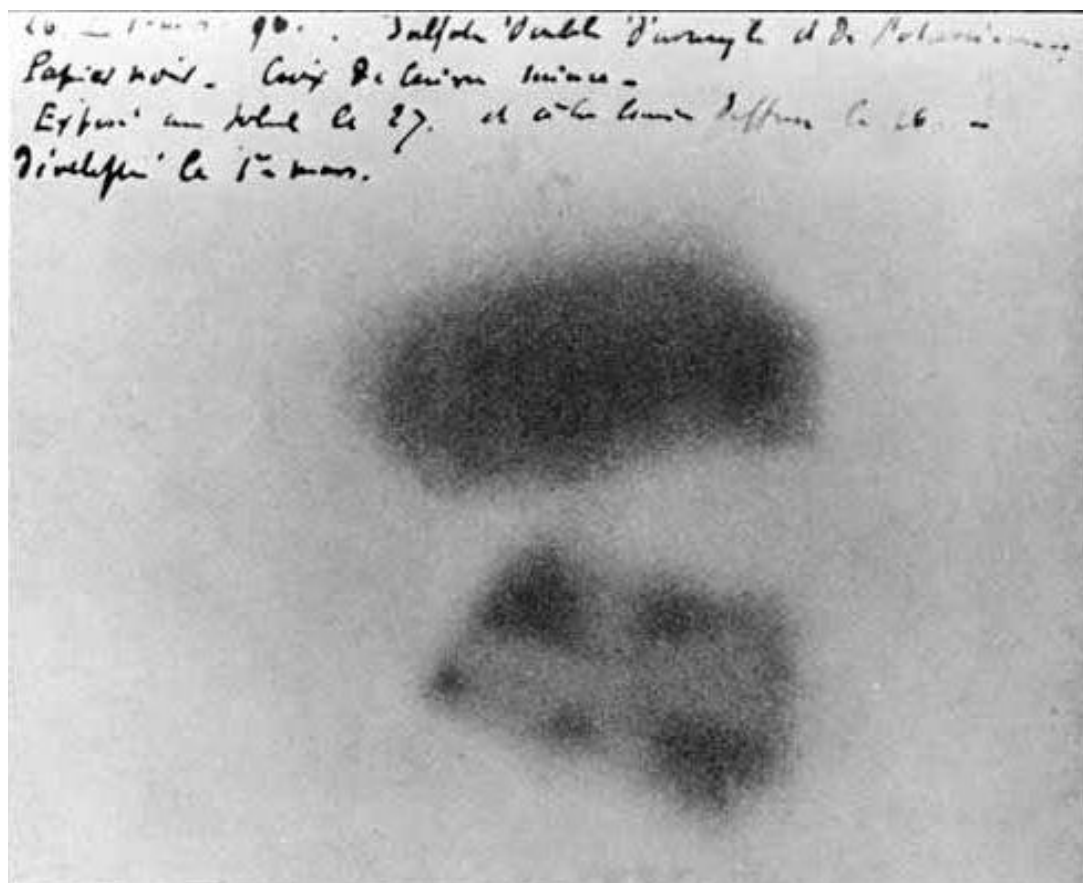
Но люминесцентное излучение не могло пройти через чёрную бумагу, и только рентгеновские лучи могли в этих условиях засветить пластинку. Беккерель повторил опыт несколько раз и с одинаковым успехом. В конце февраля 1896 г. на заседании Французской Академии наук он сделал сообщение о рентгеновском излучении фосфоресцирующих веществ.



Через некоторое время в лаборатории Беккереля была случайно проявлена не облученная Солнцем пластинка, на которой лежала урановая соль. Она, естественно, не фосфоресцировала, но отпечаток на пластинке получился!



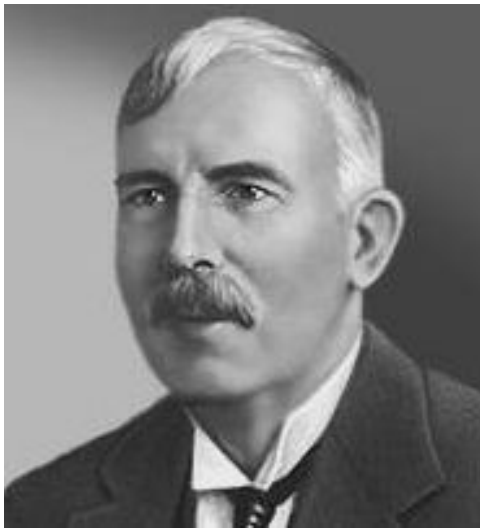
Тогда Беккерель стал испытывать разные соли урана (в том числе годами лежащие в темноте). Пластика неизменно засвечивается. Поместив между солью и пластинкой металлический крестик, Беккерель получил слабые контуры крестика на пластинке. Тогда стало ясно, что открыты новые лучи, не являющиеся рентгеновскими.



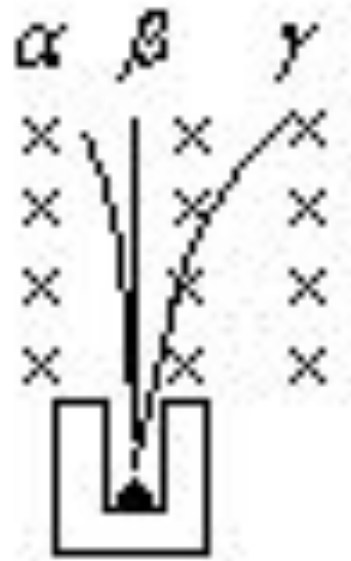
Беккерель установил, что интенсивность излучения определяется только количеством урана в препарате и совершенно не зависит от того, в какие соединения он входит. То есть это свойство присуще не соединениям, а химическому элементу — урану.



В 1897 г. английский физик Эрнест Резерфорд установил, что в состав излучений изотопов урана входят α - и β -частицы и γ -лучи, то есть он показал, что излучение является комбинированным, состоящим как из электромагнитных волн, так и элементарных частиц.



Э. Резерфорд



Открытие А. Беккереля во многом определило научную судьбу Марии Склодовской-Кюри. В 1896 -1898 гг. в лаборатории, руководимой Пьером Кюри, она проверяла на радиоактивность все известные в то время химические элементы и оказалось, что только соединения тория испускают лучи, подобные урановым. Термин «радиоактивность» был предложен М. Склодовской-Кюри.



3. Открытие радиоактивных свойств полония и радия



Пьер Кюри

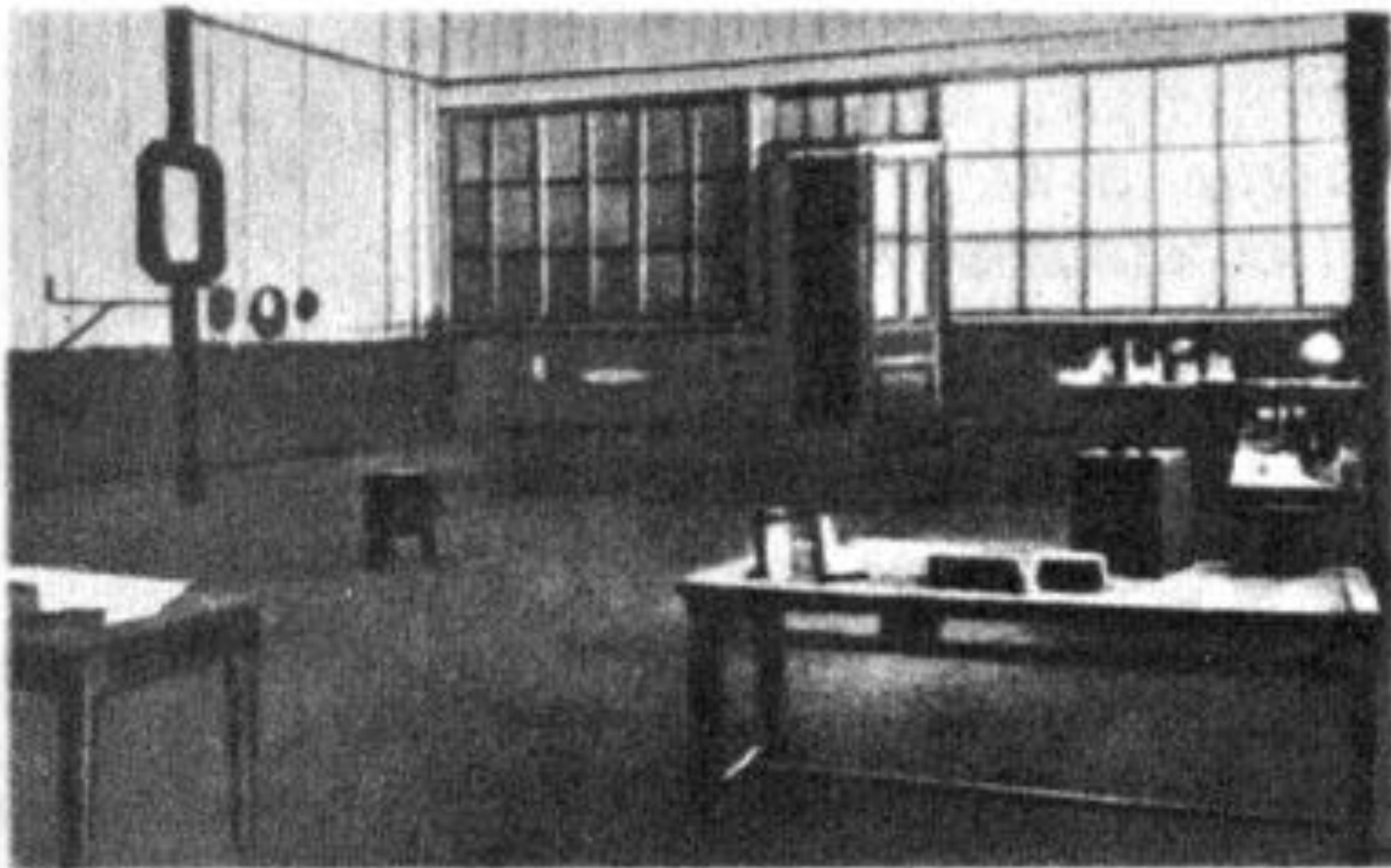


Мария Кюри



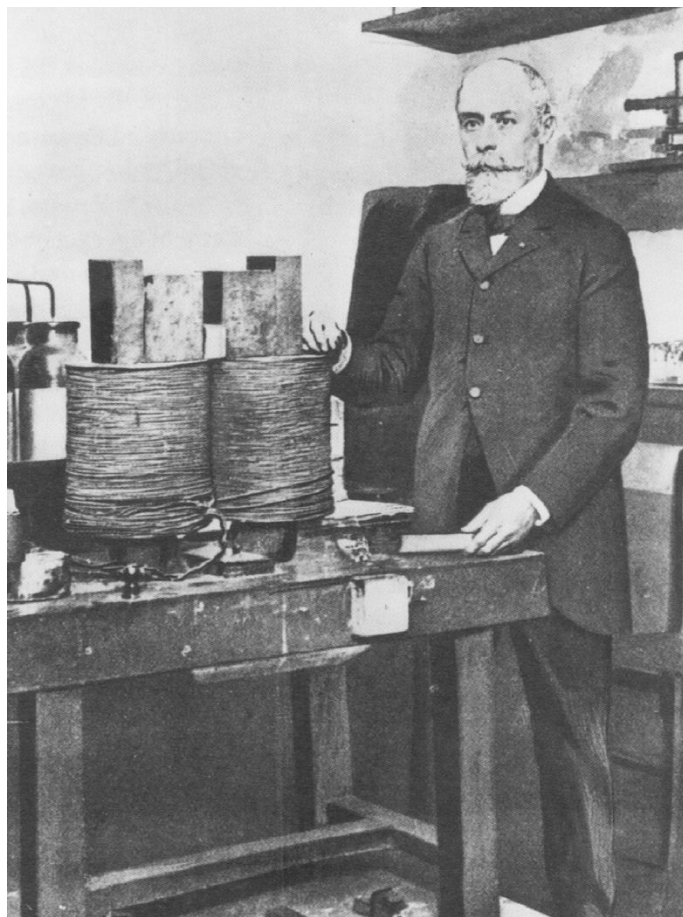
1898г.

Напряженный труд дал результаты: 18 июля 1898 года Пьер и Мария Кюри сообщили об открытии нового металла, который они предложили назвать полонием в честь родины Марии Кюри, его активность была в 400 раз выше активности урана. 26 декабря 1898 года супруги сообщили об открытии нового элемента, очень похожего по химическим свойствам на барий, обладающий сильной радиоактивностью. Новый элемент назвали *радием*. Его активность в 900 раз превышала активность урана.



Лаборатория П. и М. Кюри

Они устанавливают, что свойством естественной радиоактивности обладают все соединения урана и в наибольшей степени сам уран. Беккерель же возвращается к интересующим его люминофорам. Правда, ему суждено сделать ещё одно крупное открытие в атомной физике.



Как-то для публичной лекции Беккерелю понадобилось радиоактивное вещество, он взял его у супругов Кюри, и пробирку положил в жилетный карман. Прочтя лекцию, он вернул владельцам радиоактивный препарат, а на следующий день обнаружил на теле под жилетным карманом покраснение кожи в форме пробирки.



Беккерель рассказывает об этом Пьеру Кюри, тот ставит на себе опыт: в течение десяти часов носит привязанную к предплечью пробирку с радием.



Через несколько дней у него тоже наблюдается покраснение, перешедшее затем в тяжелейшую язву, от которой он страдал в течение двух месяцев. Так впервые было открыто биологическое действие радиоактивности.



Но и после этого супруги Кюри мужественно делали свое дело. Достаточно сказать, что Мария Кюри умерла от лучевой болезни. В 1955 г. были обследованы записные книжки Марии Кюри. Они до сих пор излучают благодаря радиоактивному загрязнению, внесенному при их заполнении. На одном из листков сохранился радиоактивный отпечаток пальца Пьера Кюри.

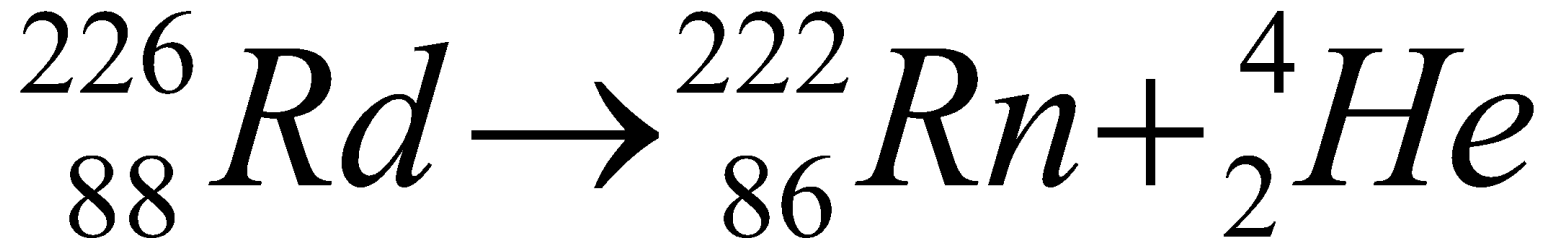




Фредерик Содди

1903г. Разработал основы теории радиоактивного распада (1903, совместно с Э. Резерфордом).

Реакции α -распада ядра атома радия:



1911г.

Резерфорд выдвинул принципиально новую модель строения атома. Она получила название планетарной: в центре атома, подобно Солнцу в Солнечной системе — ядро, в котором, несмотря на его относительно малые размеры, сосредоточена вся масса атома. А вокруг него, подобно планетам, движущимся вокруг Солнца, вращаются электроны.

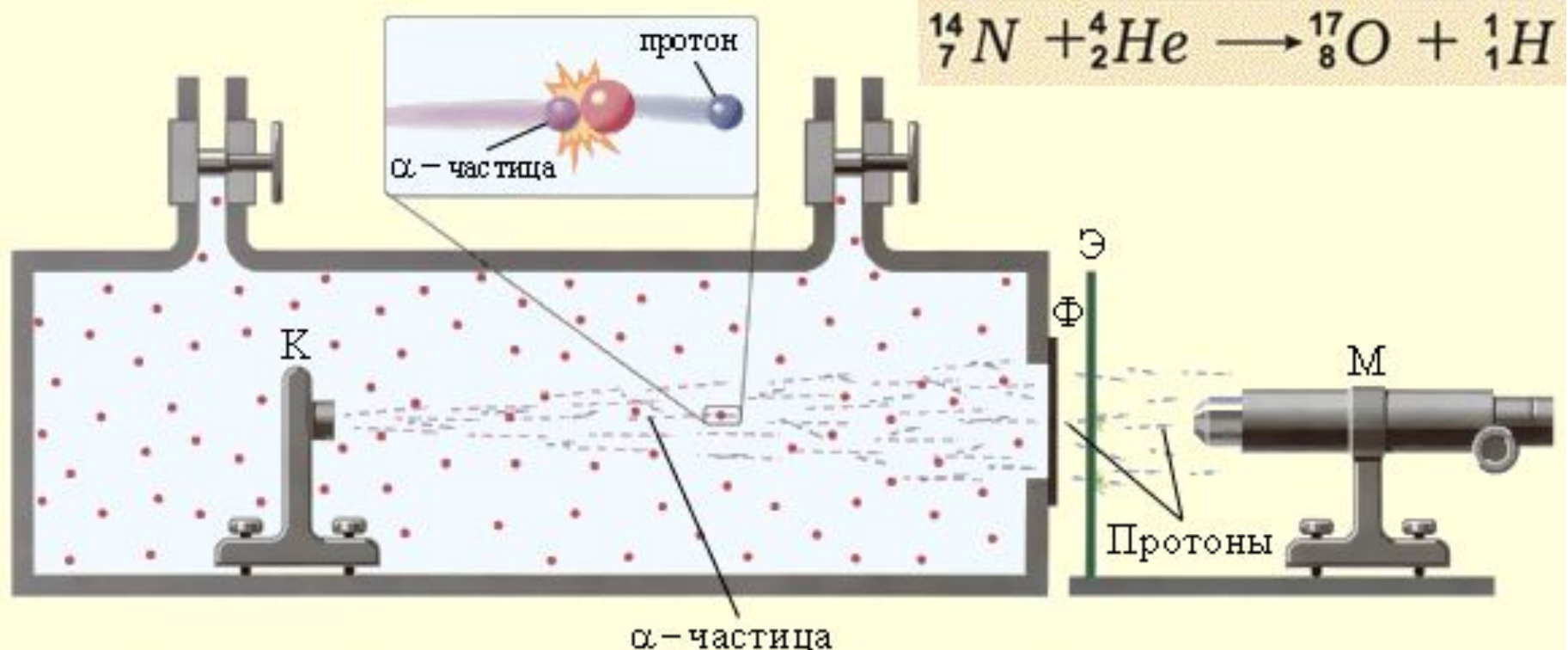


 Атом

Все вещества состоят из атомов, имеющих ядро, окруженное облаком электронов.

В 1919 г. Эрнест Резерфорд, бомбардируя ядра атомов азота (N^{14}) α -частицами радия, превратил их в ядра атомов кислорода.

Резерфорд опубликовал историческую статью «Столкновение α -частиц с легкими атомами», в которой он с уверенностью заключил: «Трудно избежать вывода, что при соударении α -частиц с азотом возникают не атомы азота, но, по всей вероятности, атомы водорода ... Если это так, мы должны заключить, что освобожденный атом водорода является составной частью ядра азота».



Сразу же после открытия рентгеновских лучей началось всестороннее изучение биологического действия ионизирующих излучений. Всего за один год после открытия Рентгена было издано 49 книг и более 1000 статей об использовании X-лучей в медицине.

Почти все первые исследователи, не знавшие природы и свойств открытых явлений и работавшие с ними без каких-либо предосторожностей, погибли. В «Книге почета», опубликованной в 1959г, приведены фамилии 360 человек, умерших от радиационного поражения при работе с источниками ионизирующих излучений.



G. Curie

Историю радиобиологии принято делить на три этапа, первый из которых может быть назван *этапом первоначальных наблюдений*. В этот период происходило быстрое накопление научных фактов, разнообразных сведений о действии ионизирующих излучений на различные живые объекты.



В области радиобиологии были

проведены исследования:

- **1898** год русский исследователь Н.Ф.Тарханов исследовал лучевые реакции на лягушках и насекомых в ответ на облучение рентгеновскими лучами. Первые сообщения о лучевых поражениях кожи, выпадении волос у исследователей.
- **1903** году отечественный исследователь Е.С.Лондон обнаружил летальное действие лучей радия на мышей, описал лучевую анемию и лейкопению , поражение органов кроветворения в виде атрофии селезенки.



Было установлено:

- торможение клеточного деления при воздействии ИИ;
- французские исследователи И.Бергонье и Л.Трибондо обнаружили разную радиочувствительность сперматогоний и зрелых спермиев, сформулировали правило – клетки тем более радиочувствительнее, чем большая у них способность к делению (размножению) и чем они менее дифференцированы;
- в 1903 году была выявлена определяющая роль поражения ядра в клеточной радиочувствительности;
- в первое десятилетие XX века началось изучение действия ИИ на эмбриогенез.

Второй этап развития радиобиологии характеризуется массовыми экспериментами с различными популяциями клеток и животных, с количественным отражением результатов на специальных кривых доза-эффект. Он может быть назван *этапом становления количественных принципов радиобиологии*, имевших целью связать биологический эффект с дозой излучения.

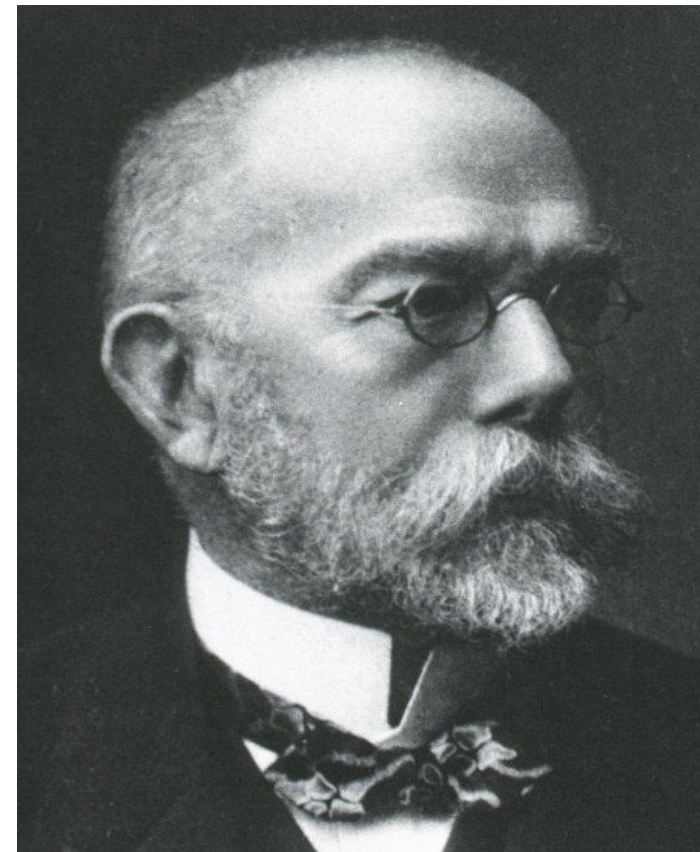


Одним из важнейших открытий того времени было обнаружение действия ионизирующих излучений на генетический аппарат клетки, сопровождающееся наследственной передачей вновь приобретенных признаков. Впервые эти наблюдения были сделаны русскими учеными Г.А. Надсоном и Г.С. Филипповым в 1925 г. в опытах на дрожжах.



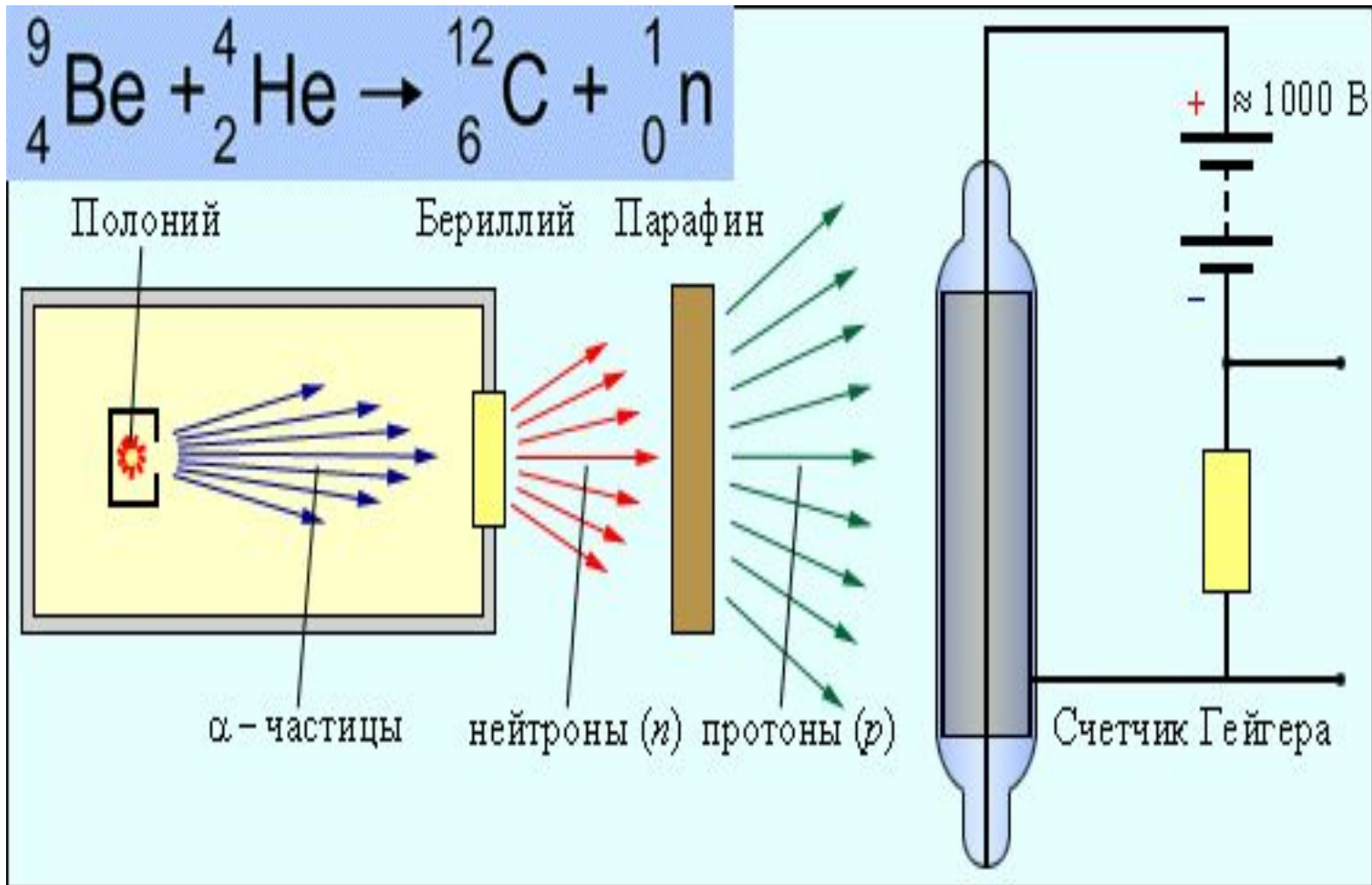
В 1927 году это открытие было подтверждено Р. Миллером на классическом генетическом объекте - дрозофиле.

За открытие радиационного мутагенеза Г. Меллер был удостоен Нобелевской премии.



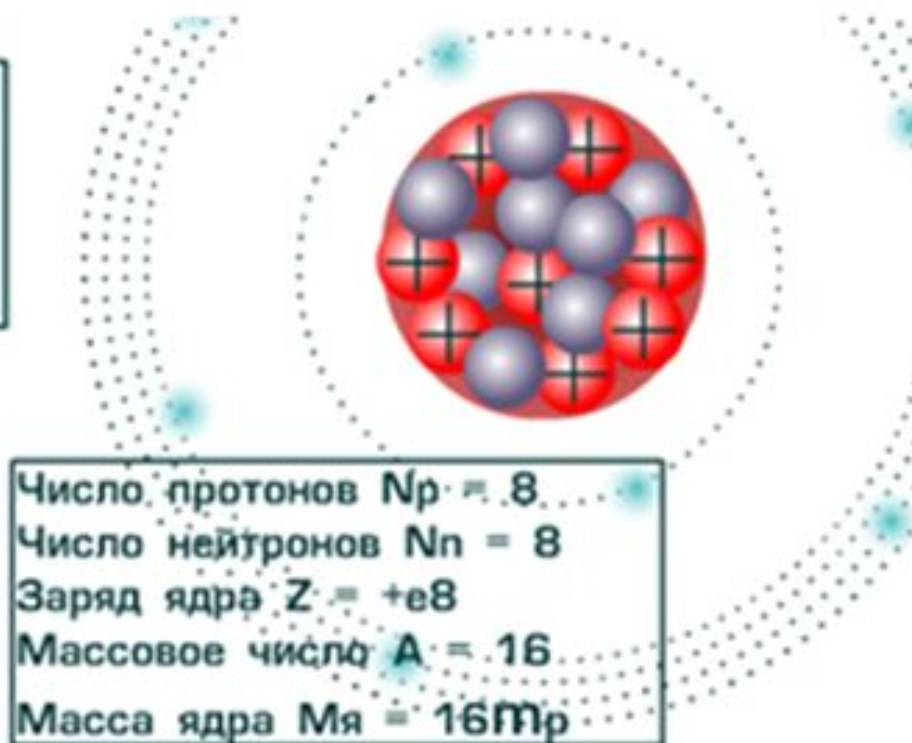


1932г. Джеймс Чедвик (Англия) открыл нейтрон.



1932г. Идея о строении атомных ядер принадлежит русскому ученому Д.Д. **Иваненко** и немецкому физику **В. Гейзенбергу**. Согласно протонно-нейтронной модели, атомное ядро с массовым числом A и зарядом Z содержит в своем составе A частиц, в том числе Z протонов и $N = A - Z$ нейтронов.

	8	O
6	КИСЛОРОД	
2	15,9994	



Третий этап (1945 – настоящее время) связан с дальнейшим развитием количественной радиобиологии на всех уровнях биологической организации:

- молекулярная и клеточная радиобиология;
- разработка биологических способов противолучевой защиты;
- лечение лучевых поражений;
- создание ускорителей элементарных ядерных частиц;
- разработка радиосенсибилизирующих агентов;
- развитие радиобиологических принципов лучевой терапии опухолей.

3 этап характеризуется:

- **использованием атомной энергии в военных целях** – создание ядерного оружия (ЯО) в 1940 - 1945 гг. в США (Энрико Ферми и др.) и использование в 1945 г.; водородной бомбы -1951 - 54 гг.

создание и испытание ЯО в СССР -1942 - 1949 гг., водородной бомбы -1953 г. (И.В.Курчатов и др.)

Государства, имеющие атомное оружие: США, СССР – Россия, Великобритания, Франция, Китай, Пакистан, Индия; Израиль, ЮАР.

- **использованием атомной энергии в мирных целях;**
 - 1942 г. – запуск и испытание ядерного реактора в США (Чикаго);
 - 1946 г. – запуск первого советского управляемого уран-графитового реактора;
 - 1953 г. – первая АЭС в США (университет Северная Каролина) – использовалась в научных целях;
 - 1954 г. – первая АЭС в СССР (г. Обнинск) – использовалась в научных целях;
 - 1956 г. – первая АЭС в Великобритании (Колдер Холл) – начало практической гражданской атомной энергетики;
- **1955 год - Женевская конференция** по мирному использованию атомной энергии, (обсуждались вопросы ограничений и запрещения массовых испытаний ядерного оружия).

Научные исследования в области радиобиологии



В СССР в 1962 году был учрежден специальный Научный Совет АН СССР по проблемам радиобиологии, к исследованиям были привлечены многие научные учреждения АМН СССР, ВАСХНИЛ, АН СССР и др.

В области сельскохозяйственной радиобиологии работа развивалась в Институте биофизики АН СССР, в Агрофизическом институте ВАСХНИЛ, ВИЭВ, ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии, МВА им. Скрябина, ВНИИС и в Казанском ветеринарном институте им. Н.Э. Баумана, ВНИВИ (г. Казань) – ныне Федеральный центр по токсикологической и радиационной безопасности, Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Всесоюзном институте кормов, Ленинградском ветеринарном институте и др.

Успехи в развитии ядерной физики, техники, биологии создали научную основу для широкого применения радиоактивных изотопов и ионизирующих излучений в биологии, медицине, растениеводстве, ветеринарии и животноводстве для диагностических и лечебных целей, для изучения биохимических, физиологических и патологических процессов в живом организме, для стимуляции роста животных, растений, и т. д.

В связи с расширением контактов человечества и всего живого мира с радиоактивными изотопами и ионизирующими излучениями в результате применения атомной энергии в мирных целях, быстрого развития ядерной энергетики, испытания ядерных устройств и возможных экстремальных ситуаций, связанных с выбросом радиоактивных веществ, актуальной задачей становится изучение закономерностей биологического действия ионизирующих излучений и путей предотвращения их воздействия.

Система государственного ветеринарного контроля за радиоактивным загрязнением объектов ветеринарного надзора в России

Требования к обеспечению радиационной безопасности изложены в следующих документах:

1) Федеральный Закон № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г.,

2) Закон РФ «О ветеринарии» (от 14 мая 1993 г. № 4979 – I, ред. от 18.07.2011),

3) «Положение о государственном ветеринарном надзоре в Российской Федерации» (утвержденного Постановлением Правительства РФ от 19 июня 1994 г. № 706),

4) «Положение о системе государственного ветеринарного контроля радиоактивного загрязнения объектов ветеринарного надзора в Российской Федерации» (от 20 февраля 1998 г.),

5) «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009),

6) «Основные санитарные правила радиационной безопасности» (ОСПРБ-99/2010).

Сертификат качества продукции выдается по следующим показателям:

-органолептическим (общий вид, вкус, запах, консистенция, цвет);

-микробиологическим;

-физико-химическим (рН, радиоактивность).

Методы исследования в радиологии:

1) *дозиметрические*, целью исследования которых является определение:

- радиационного фона на местности, в животноводческих и производственных помещениях;
- уровня радиации от различных источников (кормушек, поилок, стен хозяйственных построек, партий корма в складах и хранилищах);
- доз излучения, мощности эквивалентной дозы излучения (МЭД) и лучевую нагрузку на организм за год.

2) *радиометрические*, целью исследований которых является определение:

- радиоактивности объектов ветеринарного надзора по цезию-137 (Cs^{137}) и стронцию-90 (Sr^{90});
- коэффициента дискриминации радионуклидов при их миграции по «пищевым» цепям в звеньях агропромышленного комплекса (АПК);
- состава рационов с разным уровнем радиоактивности, используя принцип конкурентности изотопов;
- методов дезактивации сельскохозяйственной продукции.

Ионизирующее излучение (ИИ) – это излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию в этой среде ионов разных знаков и свободных радикалов.

Ионизирующее излучение делят:

1) Корпускулярное излучение– это поток частиц с массой, отличной от нуля (электроны, позитроны, протоны, нейтроны, альфа-частицы);

2) Фотонное излучение– это электромагнитное излучение (гамма-излучение, характеристическое излучение, рентгеновское излучение, аннигиляционное излучение).